

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»**

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)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення валу 1521-11.01.051

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-91к*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Панченко Р.В.

(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

«___» _____ 2023р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ВАЛУ 1521-11.01.051

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Панченко Р.В.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Панченко Роман Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення валу 1521-11.01.051

керівник проекту Ст.викладач, к.т.н Динник О.Д.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 201__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Креслення деталі «вал 1521-11.01.051»

Річний обсяг випуску деталей – 4000 шт.

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 його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	10.05.23	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	12.05.23	
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>	14.05.23	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	16.05.23	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>	18.05.23	
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>	22.05.23	
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>	01.06.23	
8	<i>Висновки</i>	06.06.23	
9	<i>Список літературних джерел</i>	08.06.23	
10	<i>Додатки. Презентація</i>	10.06.23	

Студент

_____ (підпис)

Панченко Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 80 с., 29 табл., 14 рис., 61 формула, 20 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь Вал 1521-11.01.051

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал 1521-11.01.051

В кваліфікаційній роботі було виконано аналіз службового призначення виробу – редуктор, деталі – вал 1521-11.01.051. Було визначено та охарактеризовано тип виробництва – середньосерійний, за допомогою коефіцієнта закріплення операцій, а також визначена величина партії деталей та охарактеризовано основні умови організації праці. Проаналізовано технічні вимоги при виготовленні деталі. Вибрано спосіб отримання заготовки – штамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Проаналізовано технологічні операції: 020 Токарна з ЧПК та 040 Свердлильна з ЧПК, обґрунтовано схеми базування, вибрали металорізальне обладнання та технологічну оснастку на даній операції. А також було розраховано режими різання та нормування на операціях.

Для графічної частини роботи було виконано креслення: заготовки, маршрутного технологічного процесу, пристосування для операції 050 шпонково-фрезерної та налагодження на операцію 040 Свердлильну з ЧПК.

РЕДУКТОР, ВАЛ, РІЗЕЦЬ, СВЕРДЛО, НОРМИ ЧАСУ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ

Зміст

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	12
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску.....	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	20
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	25
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	36
6.5 Розрахунок режимів різання.....	37
6.6 Технічне нормування операцій.....	47
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	50
Висновки.....	57
Перелік джерел посилання.....	58
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	

					ТМ 20090039-00 ПЗ					
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал 1521-11.01.051			Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Панченко Р.В							5	80	
Перевірив	Динник О.Д.									
Реценз.										
Н. Контр.	Динник О.Д.							КІСумДУ, ТМ-91к		
Затв.	Іванов В.О.									

ВСТУП

Сьогодні машинобудування являє собою одну з найважливіших галузей діяльності. Також воно визначає прогрес та можливість розвитку різних галузей промисловості: енергетики, металургії, оборонної промисловості, сільського господарства та інших.

Технологія машинобудування є комплексною наукою, яка відображає всі різноманіття пов'язаних явищ, котрі виникають на етапі виготовлення деталі або під час складання вузла, та в процесі виготовлення усього технологічного процесу. Тому база технології машинобудування складається з багатьох теоретичних та технічних наук, а саме такі як опір матеріалів, деталі машин, теорія різання, теоретична механіка, кілька розділів математики, металорізальні верстати та інструменти та інші.

На сучасному етапі розвитку технологія машинобудування дозволяє зробити перехід в масове застосування таких систем, які забезпечують сукупність механізації, автоматизації виробництва та технічну переозброєність його основних галузей.

Застосування машин та механізмів значно збільшує продуктивність праці, робить працю більш безпечною та підвищує якість продукції. У конкурентній боротьбі фірм та держав перемагає та сторона, у якої більш досконаліші машини.

Основним завданням цієї дисципліни являється розвиток знань, які забезпечать в майбутньому удосконалення технологічних методів виробництва, а також підвищення продуктивності праці в сфері машинобудування.

Під час виконання дипломного проекту були прийняті рішення щодо вибору технологічного процесу, оснащення, обладнання та інших. Метод отримання заготовки проводили на підставі техніко-економічних розрахунків, що дало можливість вибрати оптимальний варіант.

В цій роботі наведено технологічний процес виготовлення деталі вал, котрий було складено з усіх технологічних вимог та основних напрямків розвитку виробництва.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ					

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

Обрана деталь для кваліфікаційної роботи є складовою частиною редуктора РО-2. Даний редуктор установлюється на двигун УД-25. Він призначений для використання механізмами, що працюють при зниженому числі оборотів. До таких механізмів належать: насоси, дорожні машини, тягачі, компресори, сільськогосподарські та будівельні машини та ін. Ескіз вузла редуктора наведено на рисунку 1.1.

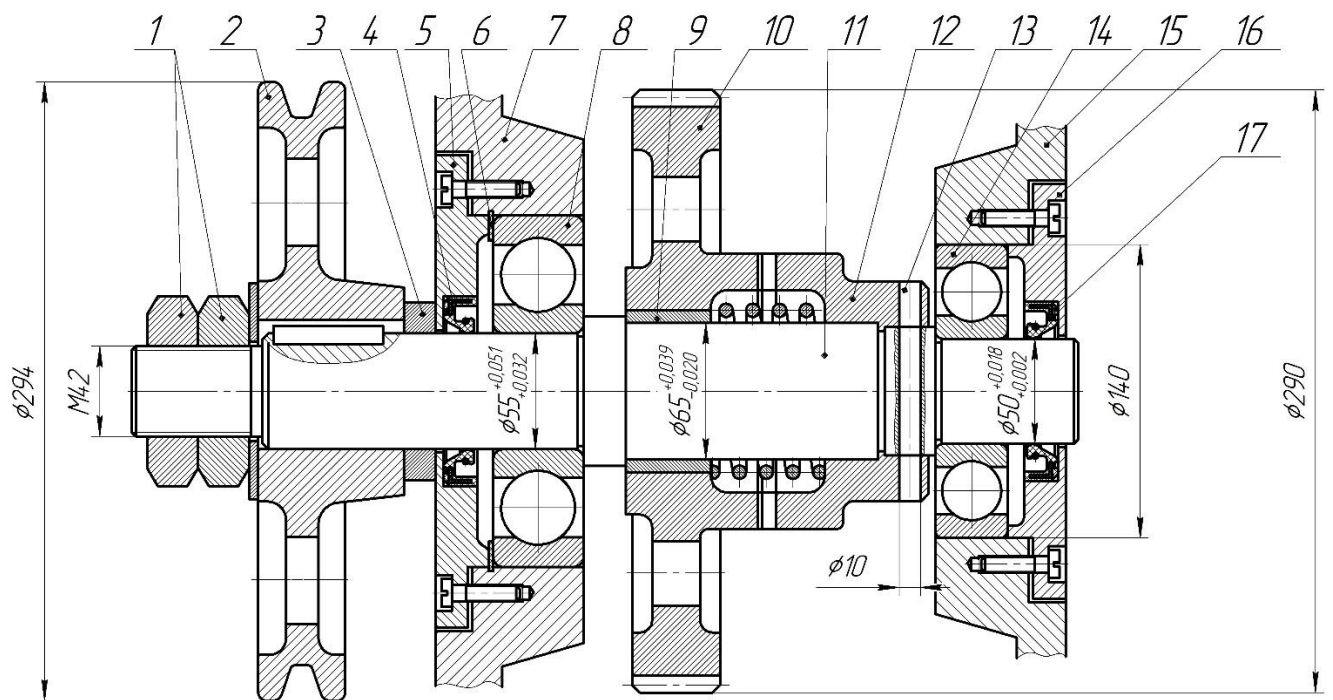


Рисунок 1.1 – Ескіз вузла редуктора РО-2

На валу редуктора встановлений шків для клиноремінної передачі.

Редуктор забезпечений муфтою зчеплення відцентрового типу з трьома фрикційними дисками, що служить для роботи в масляній ванні. Фрикційні диски, в свою чергу, штамповані з листової сталі. Зчеплення дисків здійснюється за допомогою зусилля, яке розвивають шість відцентрових грузиків. Корпус муфти

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

литий, а також він має шліфовану шийку, на яку в свою чергу розташували шестерню муфти редуктора.

Шестерні в редукторі косозубі, з модулем $m = 2$.

Вал редуктора розташований поздовжньо на двох шарикопідшипниках в кришці редуктора. Кришка з корпусом редуктора литі.

Технічне обслуговування редуктора:

1) Редуктор забезпечить надійну роботу на весь гарантійний термін служби двигуна якщо будуть дотриманні умови експлуатації.

2) Робота двигуна з редуктором дозволяється тільки на номінальному числі обертів двигуна, а саме коли на регуляторі з регулюванням 3000 об/хв, котрі були встановлені на заводі.

3) Перевантаження двигуна являється неприпустимим. Робота при перевантаженнях призведе до зниження числа обертів двигуна та інтенсивного зносу муфти.

4) В редуктор треба залити масло, перед тим як почати експлуатацію двигуна з редуктором,

5) Перед тим як почати експлуатацію двигуна з редуктором в редуктор треба залити масло, перед цим вивернувши пробку контрольного отвору. Масло заливати до контрольного отвору.

6) Кожні 100 годин роботи (при ТО-1 двигуна) треба перевіряти рівень масла в редукторі та якщо є необхідність – доливати.

7) Кожні 400 годин роботи відпрацьоване масло треба зливати в зливному отворі в кришці редуктора. Масло зливати відразу після завершення роботи, коли воно ще нагріте.

8) Для запуску при негативних умовах температури навколишнього середовища треба в редуктор залити масло, яке підігріли до $+ 90^{\circ}\text{C}$.

9) Після пуску двигун прогрівати при частоті обертання, яка не перевищує 2000 об/хв, біля двох-трьох хвилин.

Після цього обмежувач дросельної заслінки треба поставити до упору в бік до позначки "о".

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ					

Технічна характеристика редуктора РО-2:

Тип..... шестерний одноступінчастий;
Передавальне число..... 2,04;
Змащування..... розбризуванням;
Місткість масляного резервуара, л..... 0,36;
З'єднання з веденою агрегатом..... клиновим ременем типу Б ГОСТ 1284-68;
Масло трансмісійне ТАД-17 ТУ38.101.176-74.

Опис і принцип роботи редуктора РО-2.

Вал 11 встановлюється на підшипники кочення 8, 14, за допомогою яких вал може вільно обертатися і передавати крутний момент на ведений вал. Підшипники, в свою чергу, встановлюються в корпусі редуктора 7, 15. Штопорне кільце 6 запобігає переміщенню підшипнику в повздовжньому напрямку. Для запобігання потрапляння бруду до підшипників встановлюється ущільнююче кільце 4, 17, яке встановлюється в кришці наскрізній 5, 16. Також на валу розташований шків 2, який встановлюється після установки кришки редуктора 5, між якими встановлюється втулка 3. Втулка 9 призначена для запобігання тертя між шестернею 10 та валом 11. Штифт 13 установлюється для передачі обертового моменту від валу до муфти 12. Гайки 1 закручуються для замкнення вузла.

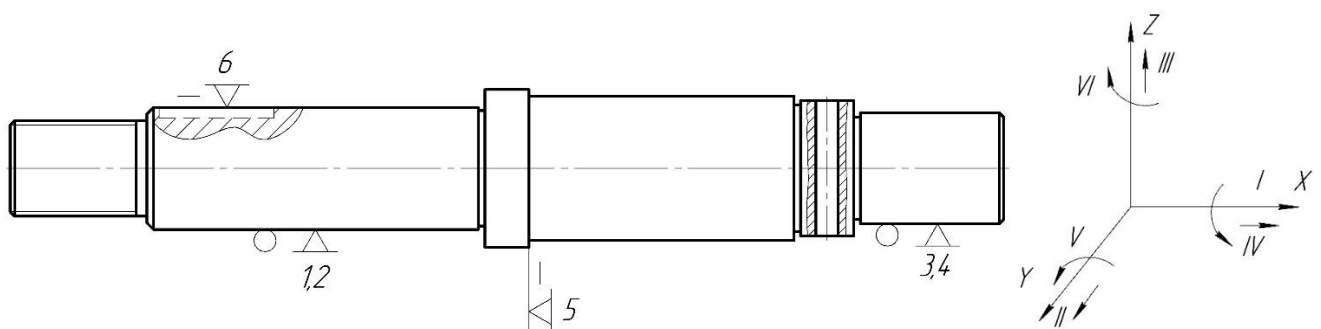


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі у вузлі

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, V, VI	ВБ
5	I	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

ТМ 20090039-00 ПЗ

Лист

10

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь вал відноситься до деталей типу тіл обертання [17], до класу валів (довгих циліндричних деталей) та призначений для передавання крутного моменту, має шпонковий паз для встановлення зубчастого колеса, наскрізний отвір та різьбову поверхню.

Матеріалом для виготовлення деталі була задана конструкційна легована сталь 40Х за ГОСТ 4543–71. Ця сталь відноситься до групи поліпшуваних та призначена для виготовлення валів, оправок, плунжерів, вісей, валів-шестерень, штоків, колінчатих і кулачкових валів, зубчастих вінців, шпинделів, болтів, кілець, рейок, кулачків, пів-осей, втулок та інших деталей підвищеної міцності.

Хімічний склад, а також механічні властивості сталі 40Х ГОСТ 4543–71 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 ([3], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54). Матеріал замітник – сталь 45Х, 38ХА, 40ХН.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40Х ГОСТ 4543–71

С	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				Не більше			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,035	0,035	0,3	0,3

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40Х ГОСТ 4543–71

Перетин, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	K _{cu} , Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
100-300	395	615	15	40	54	187-229

Технологічні властивості сталі 40Х:

- температура під час кування: для початку 1250°C; для кінця 800°C;
- зварюваність: тяжко-зварювана;
- оброблюваність різанням: після гарту і відпустки при НВ 163 – 168 та $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{спл} = 1,2$; $K_{ст} = 0,95$.
- флокеночутливість – чутлива;

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва характеризує коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$, він показує відношення багатьох різноманітних технологічних операцій, які виконуються протягом місяця до кількості робочих місць.

Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо за формулою ([8], с.43 – 46):

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (3.1)$$

де $\sum O_i$ – сумарна кількість операцій;

$\sum P_i$ –кількість усіх робочих місць.

Заносимо дані до таблиці 3.1 для подальших розрахунків.

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{зф}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	6,96	0,148	1	0,148	6
010	Токарна з ЧПК	7,89	0,168	1	0,168	5
015	Токарна з ЧПК	6,42	0,137	1	0,137	6
020	Свердлильна з ЧПК	3,08	0,065	1	0,065	13
025	Різьбонарізна	3,74	0,079	1	0,079	11
030	Шпонково-фрезерна	6,97	0,148	1	0,148	6
035	Круглошліфувальна	2,46	0,052	1	0,052	16
040	Круглошліфувальна	2,03	0,043	1	0,043	19
Разом		39,55	-	8	-	82

Кількість верстатів на кожній операції визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 4\,000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – фонд часу річної роботи обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3\,900$ год.;

n_3 – коефіцієнт завантаження обладнання $n_3 = 0,8$.

$$m_{p\,005} = \frac{4000 \cdot 6,96}{60 \cdot 3900 \cdot 0,8} = 0,148.$$

Приймаємо $P = 1$ верстат.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання визначаємо за формулою:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,148}{1} = 0,148.$$

За формулою (3.4) визначаємо кількість операцій, які виконуються на робочому місці:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \text{ шт} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,8}{0,148} = 5,37 \approx 6 \text{ шт.}$$

Для інших операцій розрахунки проводимо аналогічно та заносимо дані до таблиці 3.1.

Тоді, коефіцієнт закріплення операцій набуває значення:

$$K_{зо} = \frac{82}{8} = 10,25.$$

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

При $10 < K_{з.о.} = 10,25 < 20$, тип виробництва середньосерійний.

Всі розрахунки які проводимо далі базуються під середньосерійний тип виробництва.

Визначаємо форми організації виробництва.

Добова кількість випуску деталей визначаємо за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C}, \text{ шт/день} \quad (3.5)$$

де C – кількість працюючих днів у році, $C = 254$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{4000}{254} = 16 \text{ шт/день.}$$

Роботу добового фонду часу обладнання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{254}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{254} = 921 \text{ хв.}$$

Середню трудомісткість механічних операцій визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n = 8$;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{39,55}{8} = 4,94 \text{ хв.}$$

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			16

Добову потужність потокової лінії при завантаженні її на 60% визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{F_{\text{доб.}}}{T_{\text{ср.}}} \cdot 0,6, \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{921}{4,94} \cdot 0,6 = 111,86.$$

Під час розрахунків $N_{\text{доб.}} = 16 < Q_{\text{доб.}} = 111$ ми визначили, що добовий випуск деталей набуває значно меншого значення ніж добова потужність потокової лінії при завантаженні її на 60%, через це одно номенклатурні поточкові лінії використовувати не є раціональним, тому було прийнято групову форму організації праці.

Дамо коротку характеристику вибраному типу виробництва:

Середньосерійний тип виробництва характеризується своїм досить великим випуском виробів обмеженої номенклатури. Серії номенклатури повторюються з відповідною регулярністю, номенклатура річного випуску значно ширша від номенклатури випуску в кожному місяці.

Устаткування використовується універсальне, спеціальне, автоматизоване, спеціалізоване, агрегатні та з ЧПК, рух предметів праці є паралельно-послідовний.

Кількість деталей в партії визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{4000 \cdot 6}{253} = 95 \text{ шт.}$$

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Для того, щоб можна було досягти максимальної технологічності потрібно провести аналіз на технологічність конструкції. За цим аналізом можна виявити можливості які знизять трудомісткість та собівартість без збитку, за рахунок невеликих змін в конструкції.

Аналіз будемо проводити для деталі вал 1521-11.01.051.

Щоб виготовити цю деталь потрібно взяти матеріал, у якого підвищена зносостійкість та висока твердість. Для цього було обрано конструкційну леговану сталь марки 40Х ДСТУ 7806:2015.

Вибраний матеріал для деталі у великій мірі відповідає вимогам міцності, поверхневим деформаціям, зносостійкості, а також умовам експлуатації та іншим.

Матеріал буде підданий термообробці, для забезпечення технологічних та механічних властивостей деталі.

Замінниками цієї сталі є: 45Х, 38ХА, 40ХН які схожі з вибраним матеріалом за своїми властивостями.

Використання матеріалів, дешевших за прийнятий, не є доцільним, тому що, це призведе до зменшення показників механічних властивостей, а також до руйнування деталі під час навантажень які виникають під час роботи. Тому вважаємо, що деталь є технологічною за використаним матеріалом.

Заготовка отримується на КГШП, що є досить обґрунтовано зі сторони матеріалу який застосовуємо, розмірів, форми та конфігурації заготовки, а також відповідності технічним вимогам на кресленні. Тому проаналізувавши вище сказане можна зробити висновок, що отримання штамповки на кривошипному гаряче штампувальному пресі є досить вдалим варіантом.

При аналізі форми поверхонь деталі, можна зазначити, що всі поверхні є відкритими, а також простими, що значно полегшує обробку, так як в більшій мірі висока точність обробки залежить від простих конструкційних форм. Тоді, можемо стверджувати, що деталь є технологічною за формою поверхонь.

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			18

Креслення деталі виконане згідно з діючими стандартами системи ЄСКД, на ньому проставлені всі розміри та існує достатня кількість видів розрізів, що дозволяє читати креслення без особливих ускладнень. В цьому пункті будемо вважати деталь технологічною.

Поверхні деталі, які використовують в якості технологічних баз, є досить розвинутими, це підвищує надійність базування та закріплення під час механічної обробки

До деяких розмірів на кресленні деталі ставляться відповідні квалітети точності. Це виконується для того, щоб поверхні які виконують функціональне призначення виконувались за більш точним квалітетом і були більш точніше, а ті поверхні, що є вільними виконувались менш точно.

Квалітети точності більшості розмірів деталі, позначених на кресленні, відповідають умовам роботи деталі. Скажімо, на поверхнях: $\varnothing 55r6$ мм довжиною 150 мм; $\varnothing 65h6$ мм довжиною 120 мм та $\varnothing 50k6$ довжиною 65 мм призначається 6 квалітет точності. Цей вибір обумовлено тим, що ці поверхні у вузлі є ОКБ та ДКБ, на них монтуються підшипники та шестерня. Тому вони повинні бути виконані точно, для запобігання коливань.

Основне завдання при аналізі технологічності деталі зводиться до можливого зменшення трудомісткості і металоємності, можливості обробки деталі високопродуктивними методами. Це дозволяє знизити собівартість її виготовлення.

Виходячи з усього переліченого вище, можна зробити висновок, що за якісними показниками деталь вал 1521-11.01.051 є досить технологічною.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Аналізуючи креслення деталі та особливості організації середньосерійного типу виробництва, в якості можливих методів отримання заготовки можемо запропонувати круглий прокат та гаряче об'ємне штампування.

В першому варіанті ми розглянемо отримання заготовки методом прокату.

Враховуючи найбільший діаметр валу $D = 71$ мм; та довжину $l = 450$ мм; вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату: $D = 75$ мм; та довжину $l = 455$ мм.

Коефіцієнт $K_{\text{вм}}$ використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.1)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки, кг;

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$M_{\text{з}} = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм, мм³;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-6}$ кг · мм³;

Загальний об'єм визначаємо за формулою:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (5.3)$$

де d – діаметр прокату, мм;

l – довжина заготовки, мм.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 75^2}{4} \cdot 175 = 2\,010\,128 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 2\,010\,128 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 15,6 \text{ кг.}$$

Згідно цього коефіцієнт використання матеріалу набуває вигляду:

$$K_{\text{вм}} = \frac{8,87}{15,6} = 0,56.$$

Собівартість заготовки з прокату визначаємо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{30}, \text{ грн} \quad (5.4)$$

де M – витрачені кошти на матеріал заготовки, грн.;

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де $\sum C_{30}$ – собівартість по операціям правки: калібрування прутка, відрізки на штучні заготовки, вона визначається за формулою:

$$C_{30} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт(шт-к)}}}{60 \cdot 100}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де $C_{\text{пз}}$ – приведені витрати на робочому місці, коп/год. $C_{\text{пз}} = 122$ коп/год, ([1] с.30).

$T_{\text{шт(шт-к)}}$ – штучний або штучно-калькуляційний час виконання заготовельної операції.

$$C_{30} = \frac{122 \cdot 0,92}{60 \cdot 100} = 0,0187 \text{ грн.}$$

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			21

$$M = 15,6 \cdot 6,0 - (15,6 - 8,87) \cdot \frac{600}{1000} = 89,5 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг}} = 89,5 + 0,0187 = 89,58 \text{ грн.}$$

Розглянемо інший метод для отримання заготовки – методом штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП).

Ознаками класифікації заготовки є: клас точності, ступінь складності та група сталі [2].

Клас точності даної заготовки – Т4, за ГОСТ 7505-89.

Група сталі заготовки визначається за вмістом вуглецю та легуючих елементів. Для сталі 40Х група сталі буде дорівнювати М2.

Визначаємо ступінь складності за формулою:

$$C = \frac{M_{\phi}}{M_3}, \quad (5.7)$$

де M_{ϕ} – маса фігури, кг;

M_3 – орієнтована маса заготовки, кг.

Орієнтовану масу заготовки визначаємо за формулою:

$$M_3 = K_p \cdot m_d, \text{ кг} \quad (5.8)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт для визначення орієнтовної маси заготовки ([8], табл. 2), $K_p = 1,5$;

m_d – маса деталі, кг., $m_d = 8,87$ кг.

$$M_3 = 1,5 \cdot 8,87 = 13,3 \text{ кг}$$

Масу фігури визначаємо за формулою:

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$M_{\Phi} = V_{\Phi} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.9)$$

де V_{Φ} – об'єм фігури, в яку вписується задана деталь, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{мм}^3$;

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D_{\Phi}^2}{4} \cdot l_{\Phi} \cdot \rho, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 71^2}{4} \cdot 450 = 13\,978\,756,012 \text{ мм}^3$$

$$M_{\Phi} = 13\,978\,756,012 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 13,97 \text{ кг}$$

$$C = \frac{13,3}{13,97} = 0,95$$

Так як C більше 0,63, то ступінь складності буде $C1$.

При масі заготовки 13,3 кг, групі сталі $M2$, ступені складності $C1$ та класу точності заготовки $T4$ – вихідний індекс заготовки рівний – 13, ([5] с.148, табл.12).

Розраховуємо розміри заготовки ([5] с. 71, табл. 37).

Визначаємо головні припуски на механічну обробку ([2] с. 58, табл. 3):

- 1,5 – Ø 42 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;
- 2,0 – Ø 55 мм та шорсткість поверхні $Ra - 0,8$;
- 1,5 – Ø 71 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;
- 2,0 – Ø 65 мм та шорсткість поверхні $Ra - 0,8$;
- 1,5 – Ø 61 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;
- 1,5 – Ø 50 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;
- 2,2 – довжина 450 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;
- 1,5 – довжина 62 мм та шорсткість поверхні $Ra - 40$;

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2,2 – довжина 150 мм та шорсткість поверхні Ra – 0,8;

1,4 – довжина 20 мм та шорсткість поверхні Ra – 40;

2,2 – довжина 120 мм та шорсткість поверхні Ra – 0,8;

1,4 – довжина 24 мм та шорсткість поверхні Ra – 40;

1,5 – довжина 65 мм та шорсткість поверхні Ra – 40.

Розраховуємо допоміжні припуски для заготовки:

Зміщення за поверхнею рознімання штампу ([5] табл. 14 ст. 65): $\pm 2,0$ мм;

Вигнутість, відхилення поверхні від прямолінійності: 0,3мм – Ø71 мм та 0,3мм - Ø42 мм.

Розміри заготовки:

$\text{Ø } 42 + (1,5 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 46,2$ мм; Приймаємо 46,0 мм;

$\text{Ø } 55 + (2,0 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 60,2$ мм; Приймаємо 60,0 мм;

$\text{Ø } 71 + (1,5 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 75,2$ мм; Приймаємо – 75,0 мм;

$\text{Ø } 65 + (2,0 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 70,2$ мм; Приймаємо – 70,0 мм;

$\text{Ø } 61 + (1,5 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 65,2$ мм; Приймаємо – 65,0 мм;

$\text{Ø } 50 + (1,5 + 0,3 + 0,3) \cdot 2 = 54,2$ мм; Приймаємо – 54,0 мм;

Довжина 450 + (2,2 + 0,8) = 453 мм; Приймаємо – 455,0 мм;

Довжина 62 + (1,5 + 0,3) = 63,8 мм; Приймаємо – 64,0 мм;

Довжина 150 + (2,2 + 0,4) = 152,6 мм; Приймаємо – 153,0 мм;

Довжина 20 + (1,4 + 0,3) = 21,7 мм; Приймаємо – 22,0 мм;

Довжина 120 + (2,2 + 0,4) = 122,6 мм; Приймаємо – 123,0 мм;

Довжина 24 + (1,4 + 0,3) = 25,7 мм; Приймаємо – 26,0 мм;

Довжина 65 + (1,5 + 0,3) = 66,8 мм; Приймаємо – 67,0 мм.

Радіус заокруглень зовнішніх кутів заготовки ([5] табл. 7): 1,0 мм.

Допустимі відхилення розмірів ([4] табл. 8):

Діаметри:

$\text{Ø } 46_{-0,9}^{+1,6}$ мм;

$\text{Ø } 60_{-0,9}^{+1,6}$ мм;

$\text{Ø } 75_{-0,9}^{+1,6}$ мм;

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 20090039-00 ПЗ

$\varnothing 69,6^{+1,6}_{-0,9}$ мм;

$\varnothing 65^{+1,6}_{-0,9}$ мм;

$\varnothing 54^{+1,6}_{-0,9}$ мм;

Довжини:

$455^{+2,7}_{-1,3}$ мм;

$64^{+1,6}_{-0,9}$ мм;

$153^{+1,8}_{-1,0}$ мм;

$22^{+1,4}_{-0,8}$ мм;

$123^{+1,8}_{-1,0}$ мм;

$26^{+1,4}_{-0,8}$ мм;

$67^{+1,6}_{-0,9}$ мм.

Виконуємо ескіз заготовки по визначеним розмірам.

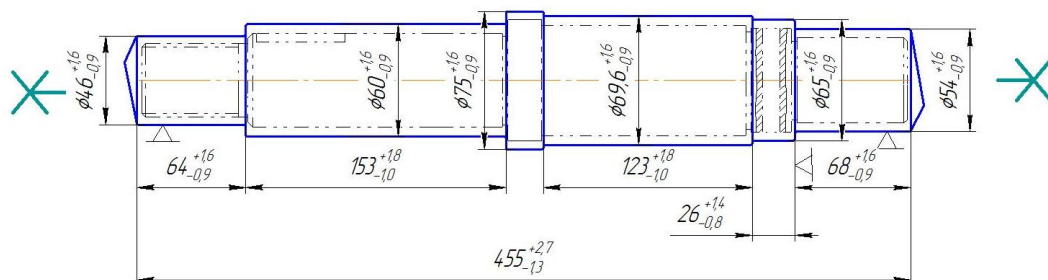


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Масу заготовки розміри якої на (рис. 5.1) визначаємо за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.11)$$

де ρ – питома вага матеріалу, для сталі $\rho = 7,85 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³

$$V_3 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3$$

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

де d – діаметри на які назначаємо об'єм, мм;

l – довжини даних діаметрів, мм

$$V_{31} = \frac{3.14 \cdot 46^2}{4} \cdot 64 = 106\,307,8 \text{ мм}^3$$

$$V_{32} = \frac{3.14 \cdot 60^2}{4} \cdot 153 = 432\,378 \text{ мм}^3$$

$$V_{33} = \frac{3.14 \cdot 75^2}{4} \cdot 22 = 97\,143,75 \text{ мм}^3$$

$$V_{34} = \frac{3.14 \cdot 70^2}{4} \cdot 123 = 473\,119,5 \text{ мм}^3$$

$$V_{35} = \frac{3.14 \cdot 65^2}{4} \cdot 26 = 86\,232,25 \text{ мм}^3$$

$$V_{36} = \frac{3.14 \cdot 54^2}{4} \cdot 67 = 153\,367 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = V_{31} + V_{32} + V_{33} + V_{34} + V_{35} + V_{36} = 1\,348\,548 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 1\,348\,548 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 10,58 \text{ кг}$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{8,87}{10,58} = 0,83.$$

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_3 \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_3 - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 22,5$ грн/кг;

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 кг відходів, $S_{\text{відх}} = 5$ грн;

K_T – коефіцієнт, залежний від точності; $K_T = 1,1$; ([2], с.37);

K_C – коефіцієнт, залежний від групи складності $K_C = 0,77$; ([2], с.38, табл. 12);

K_B – коефіцієнт, залежний від марки матеріалу $K_B = 0,78$; ([2], с.38, табл. 13)

K_M – коефіцієнт, залежний від маси заготовки, $K_M = 1,3$; ([2], с.39, табл. 15)

K_{Π} – коефіцієнт, залежний від об'єму виробництва заготовки, $K_{\Pi} = 1,2$.

$$S_{\text{заг}} = (22,5 \cdot 10,58 \cdot 1,1 \cdot 0,77 \cdot 0,78 \cdot 1,3 \cdot 1,2) - (10,58 - 8,87) \cdot 5 = 87,56 \text{ грн.}$$

Виходячи з розрахунків, можна сказати, що в цьому випадку прокат виявився дорожче ніж штамповка на КГШП, а коефіцієнт $K_{\text{вм}}$ використання матеріалу штамповки виявився більшим ніж в прокаті, це забезпечить економніше використання матеріалу. Отже, для того щоб отримати заготовку для деталі вал 1521-11.01.051, доцільніше буде застосовувати штампування на КГШП.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Проведемо аналіз технологічного процесу виготовлення валу 1521-11.01.051.

Технологічний процес виготовлення валу було розроблено відповідно до технічних вимог цієї деталі, а також з урахуванням середньосерійного типу виробництва. Технологічний процес детально наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Технологічний процес виготовлення деталі вал

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
005	Заготовельна	Отримання заготовки на КГШП	–	КГШП
010	Термічна обробка	Відпал для зняття внутрішніх напружень	–	Піч
015	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати та центрувати торці одночасно; витримати розмір 450 мм	Поверхня заготовки	Фрезерно-центрувальний верстат МР-73
020	Токарна з ЧПК	Точити поверхні чорною обробкою: Установ А Ø71,6мм, Ø65,6мм, Ø61,5мм; Ø50,5мм; 20мм, 120мм, 27мм, 68мм Установ Б Ø55,5мм; Ø42,4мм; 150мм, 62мм.	Центрові отвори,	Токарний-верстат з ЧПК СК 6150
025	Токарна з ЧПК	Точити поверхні чистою обробкою: Установ А Ø71,1мм, Ø65,1мм, Ø61,1мм; Ø50,1мм; 20мм, 120мм, 27мм, 68мм Установ Б Ø55,1мм; Ø42,1мм; 150мм, 62мм.	Центрові отвори	Токарний-верстат з ЧПК СК 6150

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконуємо розрахунок припусків та знаходимо розміри для обробки зовнішньої циліндричної поверхні Ø65h6.

Розрахунок було проведено на ЕОМ та показано в додатках.

Для знаходження припусків на зовнішній циліндричній поверхні розрахункова формула є наступною:

$$2z_{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де $R_{Z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні, яка була отримана на попередній операції, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні, яка була отримана на попередній операції, мкм;

ρ_{i-1}^2 – значення просторового відхилення форми поверхні, яке було одержано на попередній операції, мкм;

ε_i^2 – похибка під час виконуваної операції, мкм.

Наведені показники є табличними величинами, окрім ρ_{i-1} , котра розраховується за формулою:

$$\rho_{зм} = \sqrt{\rho_{зс}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{зм}$ – просторове відхилення зміщення заготовки, мкм;

$\rho_{зс}^2$ – похибка зсуву заготовки, $\rho_{зс}^2 = 600$ мкм;

$\rho_{кор}^2$ – величина похибки короблення, мкм;

$\rho_{ц}^2$ – похибка центрування заготовки, мкм.

Величину похибки короблення визначаємо за формулою:

$$\rho_{к} = \Delta_{к} \cdot l, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де Δ_k – питома кривизна деталі, приймаємо $\Delta_k = 2$ мкм/мм;

l – 1/2 довжини деталі яка обробляється.

$$\rho_k = 2 \cdot 60 = 120 \text{ мкм.}$$

Похибка центрування заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25^2 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де δ_3 – допуск на поверхні, які використовуємо в якості базових.

При довжині обробки 120 мм, та діаметрі $\varnothing 65$ типорозмір деталі відповідно буде складати поле допуску 1500 мкм.

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25^2 \sqrt{1500^2 + 1} = 100 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{0,6^2 + 0,1^2 + 0,12^2} = 0,62 \text{ мм} = 620 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{п/ч}} = 620 \cdot 0,06 = 37,2 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 620 \cdot 0,05 = 31 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{шлиф}} = 620 \cdot 0,04 = 24,8 \text{ мкм.}$$

В таблиці 6.2 наведені дані, які потрібні для розрахунку припусків за допомогою ЕОМ.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунків на ЕОМ

Найменування переходу	Елементи припуску, мкм		
	R _z	T	ρ
Заготовка	150	250	-
Точіння чорнове	50	50	39
Точіння чистове	25	25	32
Шліфування чорнове	10	20	26
Шліфування чистове	5	15	-

Таблиця 6.3 – Розраховані дані припусків

Расчетные значения		Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм		
миним	расч.				миним	максим	миним	расч.	макс
-	-	70.239	70.300	69.601+0.700 -0.700	68.901	70.300	-	-	-
2606	4006	66.231	66.233	66.083+0.150 -0.150	65.933	66.233	2668	4068	4368
492	792	65.429	65.439	65.38 +0.060 -0.060	65.32	65.439	493	793	913
161	281	65.147	65.148	65.125+0.023 -0.023	65.102	65.148	172	292	338
62	108	65.039	65.039	65 +0.039 -0.020	64.98	65.039	63	109	168

<Enter> – продолжение работы <Esc> – возврат

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Вибір схеми базування і закріплення заготовки значно впливає не тільки на якість і точність обробки, але і на подальші обмірковування вибору верстатних устаткувань, а також засобів технічного оснащення. Схема базування, яку вибрали, повинна передбачати принципи сталості, а також принципи єдності конструкторської, вимірювальної і технологічної баз, та забезпечувати можливість просто та зручно закріплювати.

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Розглянемо базування заготовки в повідковому патроні.

На (рис. 6.2) показано схему базування заготовки у повідковому патроні.

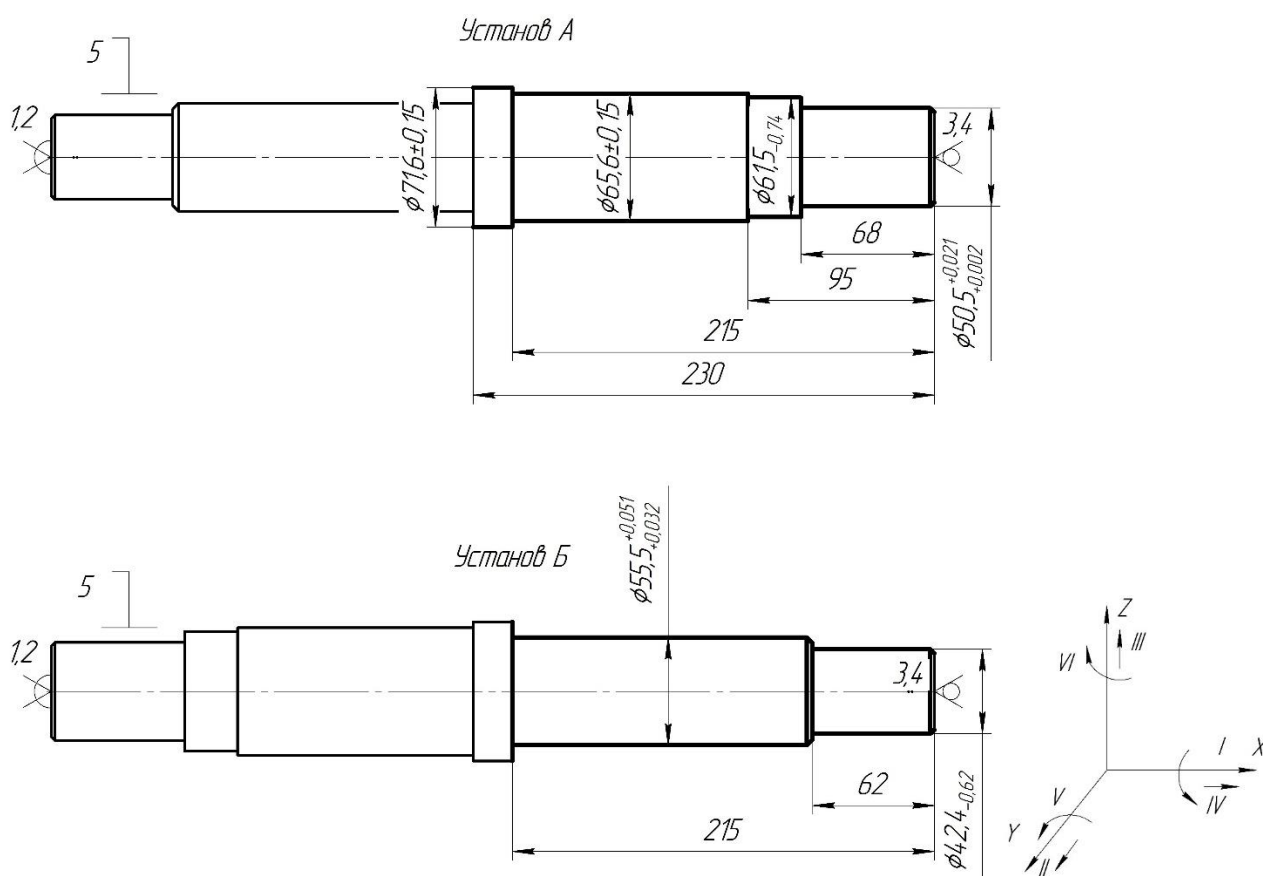


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки в повідковому патроні

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

При базуванні за цією схемою вимірювальна, а також технологічна бази співпадають, тому похибку базування не розраховуємо, тому що вона рівна нулю.

Розглянемо схему 2 (рис. 6.3) в якій за технологічну базу приймаємо лівий торець. При цьому технологічна база не буде співпадати з вимірювальною базою, і тому буде виникати похибка базування. При наведеній схемі базування, похибку базування треба розраховувати на всі лінійні розміри:

$$\varepsilon_6 = Td215 = 1,15 \text{ мм} = 1150 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_6 = Td235 = 1,15 \text{ мм} = 1150 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_6 = Td355 = 1,4 \text{ мм} = 1400 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_6 = Td382 = 1,4 \text{ мм} = 1400 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_6 = Td450 = 1,55 \text{ мм} = 1550 \text{ мкм.}$$

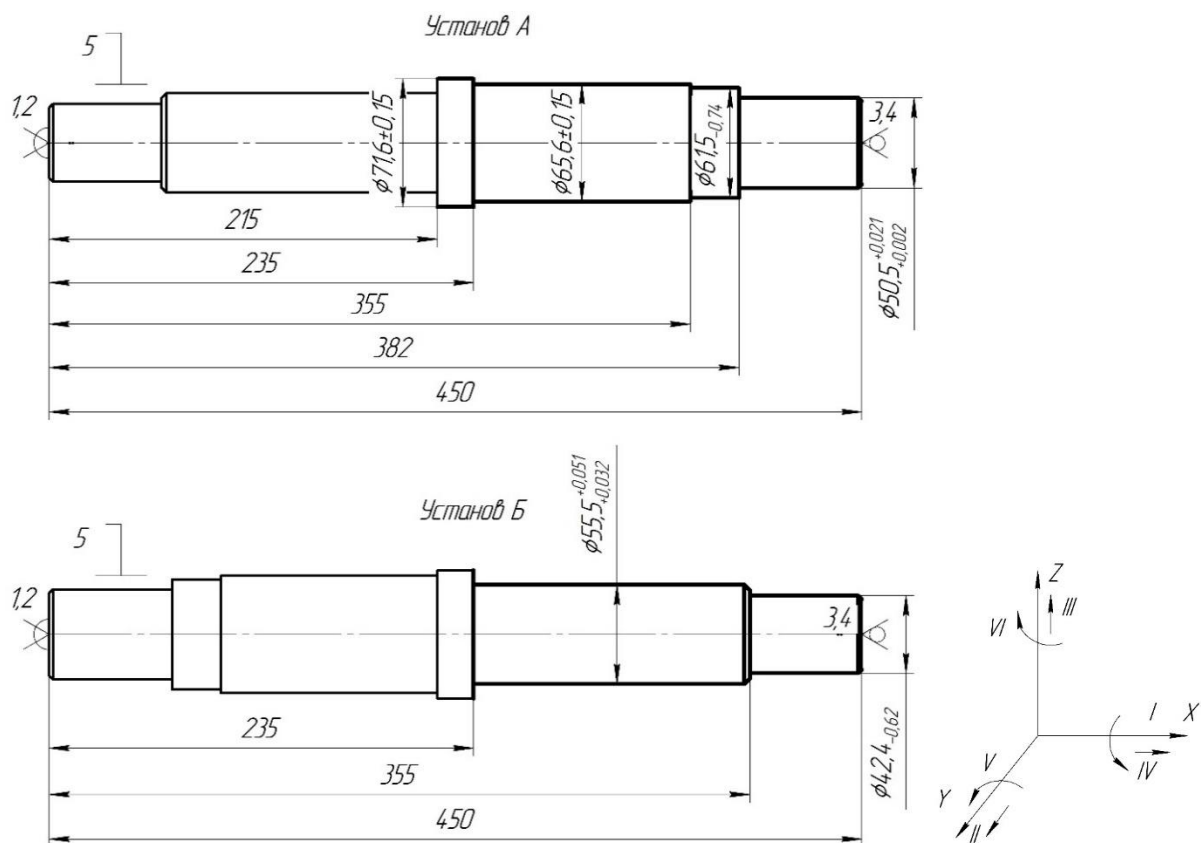


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки в повідковому патроні

Таблиця 6.6 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.7 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

Висновок: так як при базуванні за першою схемою похибка базування відсутня, тому саме цю схему доцільно використовувати для закріплення заготовки під час проведення операції 020 токарної з ЧПК.

Операція 040 Свердлильна з ЧПК.

На даній операції (рисунок 6.4) здійснюється свердління отвору на верстаті з ЧПК KSB 50 CNC.

Зміст операції:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- свердлити 1 отвір, витримуючи розмір $\varnothing 10$ згідно керуючої програми.

Обробка здійснюється на свердлильному верстаті з ЧПК KSB 50 CNC.

Перший спосіб – заготовка встановлена у призмах з упором у лівому торці (схема базування показана на рис. 6.4). При базуванні за цією схемою технологічна та вимірювальна бази не співпадають, тому виникає похибка базування.

При даній схемі закріплення похибку базування будемо розраховувати на розмір 450 мм, у якого h14 квалітет точності.

$$\varepsilon_6 = Td450 = 1500 \text{ мкм} = 1,5 \text{ мм.}$$

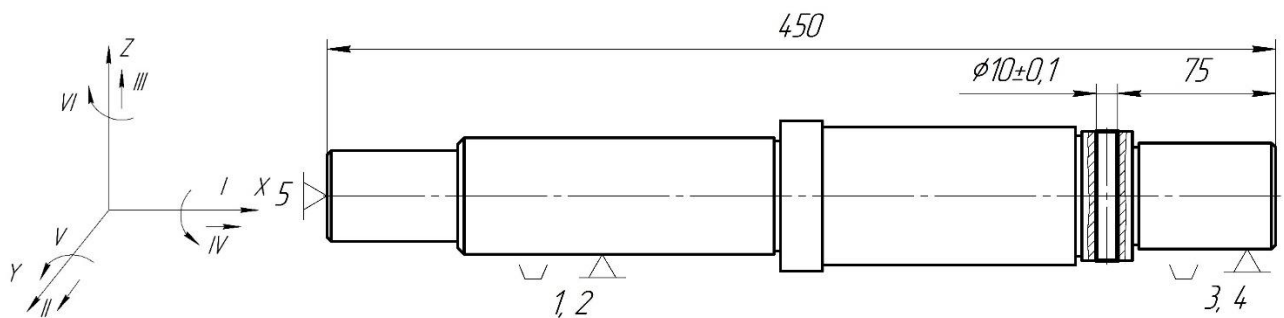


Рисунок 6.4 – Схема базування та закріплення

Таблиця 6.8 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.9 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

Другий спосіб – заготовка встановлена в призмах з упором у лівому торці (схема базування показана на рис. 6.5). Похибку базування не визначаємо, тому що вимірювальна база співпадає з технологічною базою.

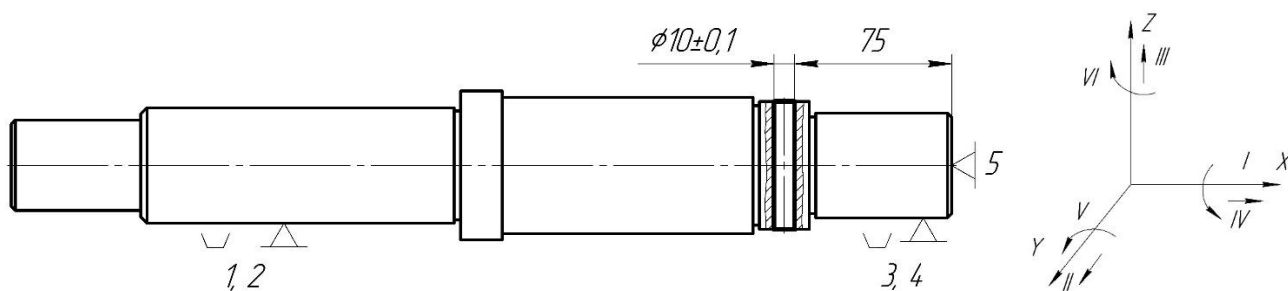


Рисунок 6.5 – Схема базування та закріплення заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 20090039-00 ПЗ

Лист

38

Таблиця 6.10 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I, III, IV, VI	ВБ
5	II	ПОБ
6		Вакансія

Таблиця 6.11 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	0

Висновок: так як при базуванні за другою схемою похибка базування відсутня, то саме цю схему доцільно використовувати під час закріплення заготовки на операції 040 свердлильній з ЧПК.

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Операція 020 Токарна з ЧПК.

На даній операції проходить чорнова обробка циліндричної поверхні валу

Для токарної операції було розглянуто два верстати, моделей 16K20Ф3 та СК 6150. Порівнюємо вибрані верстати за технологічними ознаками: потужність електродвигуна, габарити, тип виробництва..

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Для закріплення заготовки використовуємо:

- патрон повідковий 7108-0023 ГОСТ 2571-71;
- центр упорний 7032-0032 ГОСТ 13214-79;
- центр обертання А-1-5-Н ГОСТ 8742-75.

Різальним інструментом вибираємо:

– прохідний правий різець 2101-0057 ГОСТ18879-73 з пластиною з твердим сплавом Т15К6 [18].

- різець канавковий 2120-0503 ГОСТ18874-73 зі сплаву Т5К10.

Вимірювальними інструментами вибираємо:

– зразок шорсткості Ra 40 ГОСТ 2789-73 – для контролю шорсткості оброблюваної поверхні;

– штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини на виконаній операції.

Операція 040 Свердлильна з ЧПК.

Для того, щоб закріпити заготовку використовуємо спеціальне пневматичне пристосування, обробка виконується свердлом 2300-0208 ГОСТ 10902-77 зі швидкорізальної сталі Р6М5 [7].

Для контролю отвору $\varnothing 10$ мм використовуємо калібр-пробку спеціальну.

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини [8];

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			42

6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Розрахунок на операцію 020 Токарну з ЧПК проводимо аналітичним методом за довідником ([12], с. 83).

На токарному верстаті з ЧПК 16К20Ф3 відбувається чорнове точіння розмірів: Ø65,6 мм; Ø61,5 мм; Ø71,6 мм; Ø50,5 мм; Ø55,5 мм; Ø42,4 мм.

Прийнято токарний прямий правий різець з твердого сплаву Т15К6.

Розглянемо розрахунки на прикладі чорнового точіння розміру Ø65,6 мм.

Розмір Ø69,6мм буде точитися в розмір $d = 65,6h12$ мм.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{(D_{\text{зар}} - D_{\text{дет}})}{2}, \text{ мм}; \quad (6.5)$$

$$t = \frac{(69,6 - 65,6)}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Подачу визначаємо за ([2], табл.40 с. 290) $S_{\text{табл}} = 0,7$ мм/об.

Корегуємо подачу за паспортними даними верстата, $S_{\text{верст}} = 0,7$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання на операції за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.6)$$

де C_v - постійний коефіцієнт;

T - стійкість інструменту, хв;

x, y, m - показники степеню.

За ([2], с. 254 табл. 38) приймаємо:

$$C_v = 350; T = 50 \text{ хв}; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35.$$

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (6.7)$$

де K_{mv} – коефіцієнт враховуючий вплив на матеріал заготовки ([5], с.261, табл.3);

K_{nv} – коефіцієнт враховуючий стан поверхні заготовки, за ([5], с.263, табл.5)

$$K_{nv} = 0,9;$$

K_{uv} – коефіцієнт враховуючий матеріал заготовки, за ([5], с.263, табл.6) $K_{uv} = 0,65$.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.8)$$

де K_r – коефіцієнт, який характеризує групу сталі за оброблюваністю, за ([5], с. 262) $K_r = 1$.

σ_B – межа міцності, МПа;

n_v – показник на швидкість в степені, ([7], табл. 3, с. 263). При обробці легованої сталі $n_v = 1,0$.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830} \right)^1 = 0,9.$$

$$K_v = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,52.$$

Підставляємо в формулу та розраховуємо швидкість різання:

$$V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,52 = 82,9 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (6.9)$$

де V – швидкість різання, м/хв;

D – діаметр поверхні, мм.

Частота обертання шпинделя для поверхні діаметром 65,6 мм:

$$n = \frac{1000 \cdot 82,9}{\pi \cdot 61,5} = 402,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо за паспортом верстату $n_d = 400 \text{ хв}^{-1}$.

Знайдемо дійсну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot 61,5 \cdot 400}{1000} = 82,39 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.10)$$

де C_p – постійний коефіцієнт;

K_p – поправний коефіцієнт;

x, y, n – показники степеню.

За ([2], табл.38 с.287) приймаємо: $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Поправний коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (6.11)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75}, \quad (6.12)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{830}{750}\right)^{0,75} = 1,078.$$

$$K_p = 1,078 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,982.$$

Підставляємо дані в формулу та отримуємо:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 82,39^{-0,15} \cdot 0,982 = 2\,733,6 \text{ Н.}$$

Потужність різання розраховуємо за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

де P_z – сила різання, Н;

V – швидкість різання, м/хв.

Підставляємо дані в формулу:

$$N_p = \frac{2733,6 \cdot 82,39}{1020 \cdot 60} = 3,68 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна головного приводу верстату визначаємо за формулою, при $N_{ст} = 10$ кВт, ККД приводу верстата $\eta = 0,75$:

$$N_n = N_{ст} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.14)$$

$$N_n = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.}$$

$N_p = 3,68 < N_n = 7,5$, з цих умов можна сказати, що обладнання забезпечить достатню потужність для обробки.

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

Основний час розраховуємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{\text{різ}} + y}{s_o \cdot n} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.15)$$

де $L_{\text{різ}}$ – довжина різальної поверхні, мм;

y – величина врізання та перебігу, мм;

i – кількість ходів на операції;

s_o – подача на оберт, мм/об;

n – число обертів, хв^{-1} .

Згідно визначених даних, маємо: $L_{\text{різ}} = 120$ мм; $y = 6$ мм; $i = 1$; $s_o = 0,7$ мм/об; $n = 400$ хв^{-1} .

Розраховуємо основний час точіння поверхні діаметром 65,6 мм:

$$T_o = \frac{120 + 6}{0,7 \cdot 400} \cdot 1 = 0,45 \text{ хв.}$$

Для всіх інших діаметральних розмірів розрахунки проводимо аналогічно.

Основний час на всю операцію визначаємо з урахуванням того, що обробка проводиться послідовно, тобто:

$$T_o = 0,45 + 0,117 + 0,211 + 0,092 + 0,454 + 0,161 = 1,48 \text{ хв.}$$

Режими різання по всім технологічним переходам операції 020 токарній з ЧПК заносимо до таблиці 6.15.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблиця 6.15 – Режими різання на операцію 020

№ поверхні	t, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	L, мм	D, мм	T _о , хв	T _{доп} , хв	T _{шт-к} , хв
1	2	1	0,7	400	82,39	120	65,6	0,45	1,147	2,54
2	1,75	1	0,7	400	77,24	27	61,5	0,117		
3	1,75	1	0,7	500	79,28	68	50,5	0,211		
4	1,7	1	0,7	400	89,92	20	71,6	0,092		
5	2,25	1	0,7	500	87,13	153	55,5	0,454		
6	1,8	1	0,7	600	79,88	62	42,4	0,161		
Разом								1,488		

Операція 040 Свердлильна з ЧПК.

На даній операції відбувається свердління отвору $\varnothing 10$ мм. Різальним інструментом є спіральне свердло діаметром $D = 10$ мм ГОСТ 10902-77[13];

Матеріал різальної частини - швидкорізальна сталь Р6М5;

Обробка проводиться на свердлильному верстаті з ЧПК KSB50CNC, подачу приймаємо за ([2], табл. 25 с. 277),

для отвору діаметром $D = 10$ мм, подача $S = 0,66$ мм/об;

Період стійкості інструменту $T = 90$ хв, за ([2], табл.30 с.279).

Глибину різання визначаємо за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де d – діаметр свердла, мм; 10 мм.

$$t = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Визначаємо розрахункову величину швидкості різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.17)$$

де C_v , q , y , m – поправочні коефіцієнти та показники степеню, що враховують умови свердління. Приймаємо значення коефіцієнту C_v та показників степеню за ([2], табл. 27 с. 283) $C_v = 9,8$; $q = 0,40$; $y = 0,50$; $m = 0,20$; $C_m = 1$.

K_v – загальний поправочний коефіцієнт для швидкості різання, який визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (6.18)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу який оброблюють.

$$K_{mv} = C_m \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.19)$$

σ_B – межа міцності, МПа;

n_v – показник степеню на швидкість. При обробці легованої сталі $n_v = 1$.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,22.$$

$K_{pv} = 1$ – коефіцієнт враховуючий стан поверхні заготовки, за ([12], табл. 32 с. 297);

$K_{lv} = 0,85$ – коефіцієнт враховуючий глибину свердління, за ([12], табл. 18 с. 266);

$K_{iv} = 1$ – коефіцієнт враховуючий властивості інструментального матеріалу, за ([12], табл. 24 с. 268).

$$K_v = 1,22 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 1,037.$$

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$V = \frac{9,8 \cdot 10^{0,40}}{90^{0,2} \cdot 0,66^{0,5}} \cdot 1,037 = 12,11 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою (6.8):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 12,11}{3,14 \cdot 10} = 385,6 \text{ об/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя коректуємо за паспортом верстата KSB
50 CNC: $n_d = 400 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість головного руху різання визначається за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.20)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 400}{1000} = 12,56 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент розраховуємо по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.21)$$

Приймаємо значення коефіцієнту C_m та показників степеню за ([2],
табл. 32 с. 281) $C_m = 0,0345$; $y = 0,8$; $q = 2,0$; $K_p = K_{мр}$.

Поправочний коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{мр} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.22)$$

$$K_{\text{кр}} = \left(\frac{640}{750}\right)^{0,75} = 0,88.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,66^{0,8} \cdot 0,88 = 21,77 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осьову силу розраховуємо по формулі:

$$P_o = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.23)$$

Приймаємо значення коефіцієнту C_m та показників степеню за ([2], табл. 32 с. 281) $C_p = 68$; $y = 0,7$; $q = 1,0$; $K_p = K_{\text{кр}}$.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,66^{0,7} \cdot 0,88 = 4473 \text{ Н}.$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.24)$$

$$N_e = \frac{21,77 \cdot 400}{9750} = 0,89 \text{ кВт}.$$

Потужність, яку повинен забезпечити верстат, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.25)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна головного руху, кВт;

η - механічний ККД.

$$N_{\text{шп}} = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}.$$

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ				

Таким чином, $N_e < N_{\text{шт}}$. З цього випливає, що обладнання забезпечить достатню потужність для обробки.

Основний час різання визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де $i = 1$ – кількість проходів;

L – довжина робочого ходу інструмента, мм.

Довжину робочого ходу інструменту визначаємо за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \text{ мм} \quad (6.27)$$

де l_0 – довжина поверхні, яка оброблюється, мм;

l_1 – довжина врізання інструменту, мм;

l_2 – довжина перебігу інструменту, мм, $l_2 = 2$ мм.

$$l_1 = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ мм.}$$

$$L = 50 + 4 + 2 = 56 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{56}{500 \cdot 0,66} \cdot 1 = 0,169 \text{ хв.}$$

Режими різання по всім технологічним переходам операції 040 свердлильній з ЧПК заносимо до таблиці 6.16.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Таблиця 6.16 – Режими різання на операцію 040

Різальний інструмент	Режими різання				
	S мм/об	V м/хв	V _д м/хв	n об/хв	T ₀ хв
Свердло спіральне 2300-0208 D = 10 мм ГОСТ 10902-77	0,66	12,11	12,56	400	0,169

6.6 Технічне нормування операцій

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Норми часу в умовах середньосерійного виробництва на операції 020 – Токарній з ЧПК встановлюємо розрахунково-аналітичним методом за послідовністю зазначеній в ([11] с. 260).

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою:

$$t_{\text{шт-к}} = t_o + t_d + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де t_o – основний час, хв;

t_d – допоміжний час, хв;

$t_{\text{обс}}$ – час для обслуговування робочого місця, хв;

$t_{\text{відп}}$ – час на відпочинок, хв.

Допоміжний час визначаємо за формулою:

$$t_d = t_{\text{ус}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де $t_{\text{ус}} = 0,05$ хв; час на встановлення та знімання деталі, за ([9], табл. 6 с. 200), хв;

$t_{\text{зв}} = 0,4$ хв; час для закріплення і відкріплення деталі, за ([9], табл. 7 с. 201), хв;

$t_{уп} = 0,1$ хв; час на прийоми управління верстатом, ([9], табл. 8 с. 202), хв;

$t_{вим} = 0,07$ хв; час на вимірювання деталі, за ([9], табл. 9 с. 203), хв.

$$t_d = 0,05 + 0,4 + 0,1 + 0,07 = 0,62 \text{ хв.}$$

Для середньосерійного типу виробництва допоміжний час визначаємо за формулою:

$$t_{доп} = t_d \cdot K_t, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де K_t – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва, за ([11], табл. 21 с. 163), $K_t = 1,85$.

$$t_{доп} = 0,62 \cdot 1,85 = 1,147 \text{ хв.}$$

Оперативний час розраховуємо за формулою:

$$t_{оп} = t_o + t_{доп}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

Підставляємо дані до формули та розраховуємо оперативний час:

$$t_{оп} = 1,215 + 1,147 = 2,037 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування та відпочинок задається у відсотковому значенні від оперативного часу:

$$t_{обс} = \frac{t_{оп} \cdot 6}{100} = 0,12 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час, згідно ([9], табл. 23 с. 181), $t_{пз} = 6$ хв.

Розмір партії $n = 94$ шт.

Підставляємо всі дані до формули та розраховуємо штучно-калькуляційний час:

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$t_{шт} = 1,215 + 1,147 + 0,12 + \frac{6}{94} = 2,54 \text{ хв.}$$

Норми часу по всім технологічним переходам операції 020 токарній з ЧПК заносимо до таблиці 6.17.

Таблиця 6.17 – Норми часу на операції 020 Токарна з ЧПК

Різальний інструмент	Норми часу			
	T_0 , хв	$T_{оп}$, хв	T_d , хв	$T_{шт}$, хв
Прохідний правий різець 2101-0057 ГОСТ18879-73	1,215	2,037	1,147	2,54

Операція 040 Свердлильна з ЧПК.

Технічне нормування операції 040 свердлильній з ЧПК проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності ([11] с. 270).

Штучний час визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{абс} + T_n, \text{ хв} \quad (6.32)$$

де T_0 – основний час на операції, хв.;

T_d – допоміжний час, хв.;

$T_{абс}$ – час для обслуговування робочого місця, хв.;

T_n – час на особисті потреби робітника, хв.;

Допоміжний час визначаємо за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{зм}, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де $T_{уст} = 0,3$ хв – час для встановлення та зняття деталі, за ([9], табл. 7, с. 201);

$T_{пер} = 0,32$ хв – час, який пов'язаний з переходом, ([9], табл. 14, с. 211);

$T_{зм} = 0,10$ хв – час на змінення режимів роботи та на зміну інструменту, ([9], табл. 5, с. 172).

$$T_d = 0,3 + 0,32 + 0,1 = 0,72 \text{ хв.}$$

Час $T_{\text{абс}}$ і T_n приймаємо у відсотках від оперативного часу:

$$T_n = T_0 + T_d, \text{ хв} \quad (6.34)$$

де $T_0 = 0,13$ хв.

$$T_n = 0,13 + 0,72 = 0,85 \text{ хв.}$$

$T_{\text{абс}} = 3,5\%$ від T_n – технічне обслуговування на робочому місці;

$$T_{\text{абс}} = 0,035 \cdot 0,85 = 0,029 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,13 + 0,72 + 0,029 + 0,85 = 1,72 \text{ хв.}$$

Оскільки деталь вал виготовляється в умовах середньосерійного виробництва, то потрібно розраховувати технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/n, \text{ хв} \quad (6.35)$$

де $T_{\text{п.з}} = 16$ хв – підготовчо-заключний час [9]: витрачається на ознайомленням з кресленням, налагодженням обладнання і необхідних пристроїв;

n – кількість деталей у партії.

Отже, штучно-калькуляційний час становить:

$$T_{\text{шт-к}} = 1,72 + 16/94 \approx 1,89 \text{ хв.}$$

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Норми часу по всім технологічним переходам операції 040 свердлильній з ЧПК заносимо до таблиці 6.18.

Таблиця 6.18 – Норми часу по операції 040

Різальний інструмент	Норми часу				
	T_0 , хв	T_n , хв	T_d , хв	$T_{шт}$, хв	$T_{шт-к}$, хв
Свердло спіральне D = 10 мм ГОСТ 10902-77	0,169	0,85	0,72	1,72	1,89

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Розробимо пристосування на операцію 050 шпонково-фрезерну.

Метою завдання є спроектувати верстатний пристрій для фрезерування шпонкового паза шириною $16H14_{-0,50}^{-0,15}$, глибиною $5 \pm 0,5$ та довжиною $52_{-0,37}^{+0,37}$ мм.

Під час операції заготовка обробляється в пристрої з немеханізованим приводом. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, знизити розряд верстатника, а також підвищити стабільність точності параметрів операції.

Точність розмірів

На даній операції формуються наступні лінійні розміри:

а) Ширина паза $16H14_{-0,50}^{-0,15}$. Величина допуску дорівнює 350 мкм. За ГОСТ 25346-82 для квалітету IT11 дане значення збігається з табличним [15, с. 45].

б) Крім того, на даній операції повинен витримуватися також лінійний розмір глибини паза величиною $5 \pm 0,5$ мм. Величина допуску при цьому дорівнює 1000 мкм. По ГОСТ 25346-82 це відповідає IT15, при цьому дане значення відповідає стандартному [15, с.46].

в) Також витримується лінійний розмір довжини паза $52_{-0,37}^{+0,37}$ мм. Величина допуску для нього буде рівна $T = 740$ мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 для номінального розміру 52 мм та для квалітету JS14 стандартне значення допуску – 750 мкм, тобто задане значення допуску $T = 740$ мкм не є стандартним [15, с. 46].

Точність форми

Аналізуємо поверхню стінки паза. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленням від площинності. Величина допуску форми не обумовлена на кресленні, значить вона може перебувати в межах допуску на розмір довжини паза:

$$T_{пл} = 0,6 \cdot T_{розм} = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм}$$

						ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			58

Згідно ГОСТ 24643-81 маємо найближче значення допуску площинності $T_{пл} = 444$ мкм, що відповідає 14 ступеню точності.

Точність розташування

Розглянемо допуск симетричності стінок паза.

Оскільки величина допуску не задана, то приймемо його в межах допуску на розмір довжини паза:

$$T_{сим} = 0,6 \cdot T_{розм} = 0,6 \cdot 740 = 444 \text{ мкм}$$

Згідно ГОСТ 24643-81 маємо найближче значення допуску симетричності $T_{сим} = 444$ мкм, що відповідає 14 ступеню точності.

Ступінь шорсткості

Шорсткість стінок, а також дна паза згідно з кресленням деталі складає $Ra = 2,5$ мкм.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовку, що надходить на операцію. Уточнення параметрів поверхонь, які можуть бути базовими

На цю операцію заготовка надходить після попередньо оброблених по зовнішнім поверхням. Маса заготовки – 10,58 кг. Матеріал - Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Заготовка являє собою тіло обертання, досить жорстка, оброблюваність її задовільна. Є досить розвинені поверхні, які можуть бути прийняті за базові, до яких можна віднести дві зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 55$ та $\varnothing 65$ мм, а також торець $\varnothing 42$ мм. Уточнимо параметри точності, які можуть бути базовими.

Точність розмірів

Діаметр однієї з зовнішніх циліндричних поверхонь дорівнює $\varnothing 55$ мм. По ГОСТ 25346-82 даному розміру для квалітету р6 відповідає допуск $T = 19$ мкм [15, с.46].

Діаметр іншої зовнішньої циліндричної поверхні дорівнює $\varnothing 65$ мм. По ГОСТ 25346-82 даному розміру для квалітету h6 відповідає допуск $T = 59$ мкм [15, с.46].

Діаметр торця $\varnothing 42$ мм виконаний по h14, при цьому величина допуску для

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ				

нього становить 620 мкм.

Точність форми

Проведемо аналіз точності форми базових поверхонь.

Спотворення форми зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 55$ мм характеризується відхиленням від циліндричності. Величина допуску форми обумовлена на кресленні, це значить, що вона знаходиться в межах допуску на розмір $T = 19$ мкм:

$$T_{\text{цил}} = 0,3 \cdot T_{\text{розм}} = 0,3 \cdot 19 = 5,7 \text{ мкм}$$

Згідно ГОСТ 24643-81 приймаємо найближче значення допуску циліндричності $T_{\text{цил}} = 6$ мкм, що відповідає 8 ступеню точності.

Спотворення форми зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 65$ мм також характеризується відхиленням від циліндричності. Величина допуску форми не обумовлена на кресленні, значить вона знаходиться в межах допуску на розмір $T = 59$ мкм:

$$T_{\text{цил}} = 0,3 \cdot T_{\text{розм}} = 0,3 \cdot 59 = 17,7 \text{ мкм}$$

Згідно ГОСТ 24643-81 маємо таке ж найближче значення допуску циліндричності $T_{\text{цил}} = 20$ мкм, що відповідає 9 ступеню точності.

Точність розташування

В якості можливого відхилення розташування розглянемо радіальне биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 55$ мм. Величина допуску биття позначена на кресленні, це значить, що значення допуску дорівнює $T = 100$ мкм.

Згідно ГОСТ 24643-81 маємо найближче значення допуску радіального биття $T_{\text{биття}} = 100$ мкм, що відповідає 10 ступеню точності.

Для $\varnothing 65$ мм за аналогічними розрахунками: $T_{\text{биття}} = 100$ мкм.

Ступінь шорсткості

Шорсткість поверхонь $\varnothing 55$ мм та $\varnothing 65$ мм згідно ГОСТ 2789-73 виражена

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

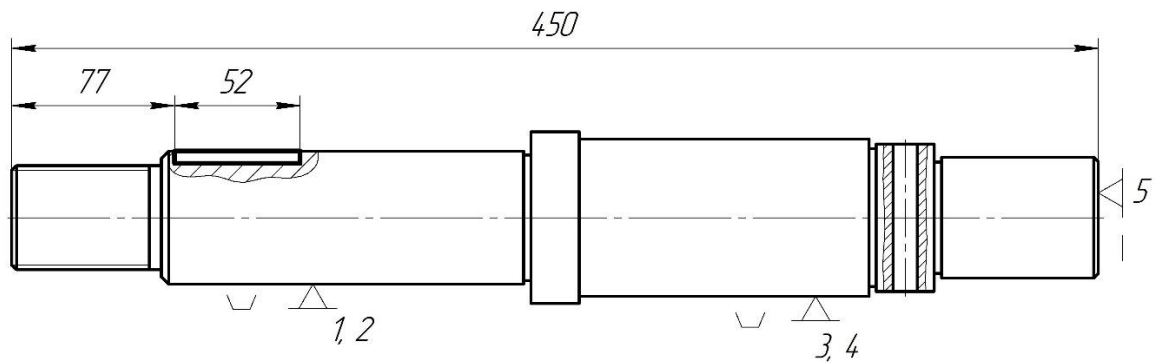


Рисунок 7.2 – Схема базування заготовки

Похибка базування по довжині паза $L = 52$ для вимірювальної бази 77 мм при першому розглянутому варіанті (рис. 7.1) дорівнює нулю, тому що вимірювальна база співпадає з технологічною базою.

У другому варіанті (рисунок 7.2) похибка базування буде дорівнювати допуску на розмір 450 мм:

$$\varepsilon_6 = Td450 = 1,55 \text{ мм} = 1550 \text{ мкм.}$$

Тому вибираємо перший варіант для базування заготовки, так як похибки базування не буде.

Точностні параметри базових поверхон були визначені раніше, порівнюємо з точностними параметрами оброблюваних, що забезпечує виконання точностних вимог, що пред'являються до обробки. Аналіз структури зв'язків, що виникають при базуванні здійснюємо, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 - Односторонні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_x'	ω_y	ω_y'	ω_z	ω_z'
Спосіб реалізації	Реакція	R		R	R		R			R	R	R	R
	Сила закріплення												

	Сила тертя											
--	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

З таблиці 7.1 видно, що на заготовку накладено 8 односторонніх зв'язків. Тільки дві з них повні, інші - неповні, що обумовлено наявністю зазору між посадочною поверхнею призми і заготовкою.

Щоб заготовка була врівноваженою під час обробки, позбавляємо заготовку можливості переміщатися по координатам $x', z, \omega_x, \omega_x'$.

Функціональна структура пристрою

Функціональна структура пристрою, що проектується, представлена на рисунку 7.3.

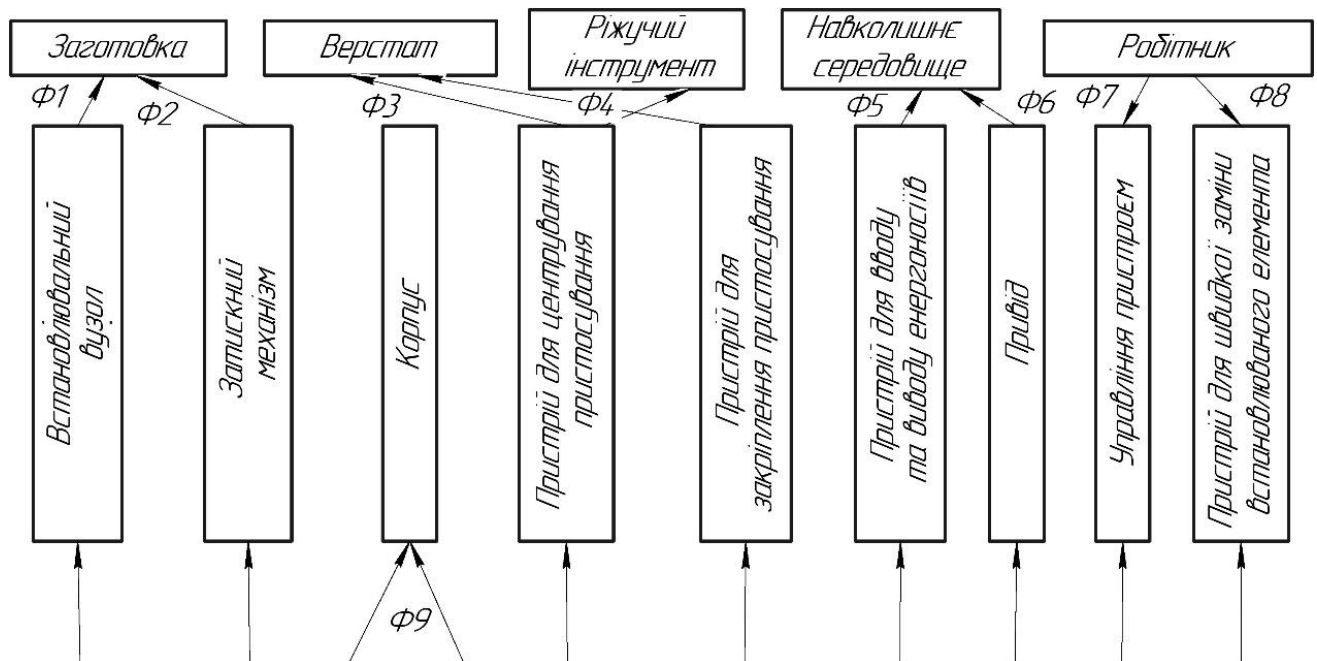


Рисунок 7.3 - Функціональна структура пристрою, який проектується

Розробка і обґрунтування схеми закріплення

Для визначення взаємного впливу поля збуджуючих сил (ПЗС) і поля урівноважуючих сил (ПУС), побудуємо графічну модель сил, що збуджують у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

На рисунку 7.4 видно, що складові поля збуджуючих сил не врівноважені і вимагають програми додаткових сил закріплення.

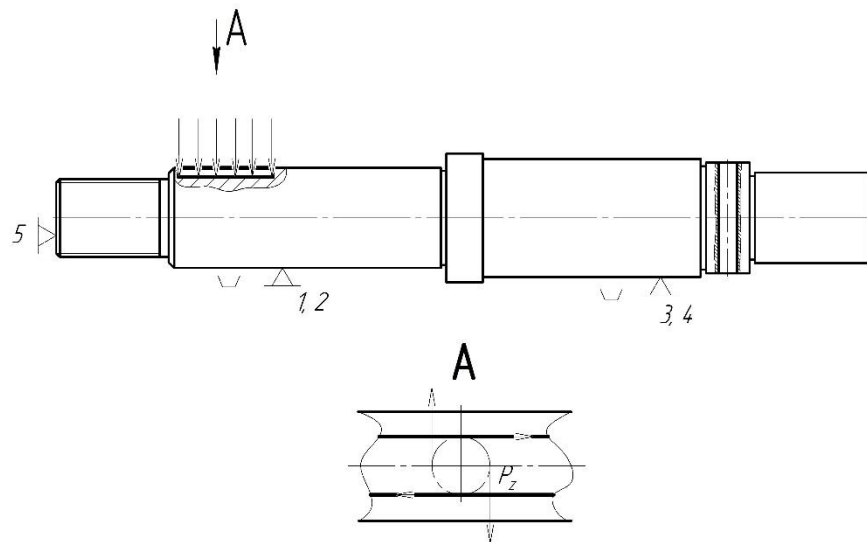


Рисунок 7.4 - Структура поля збурюючих сил (ПЗС)

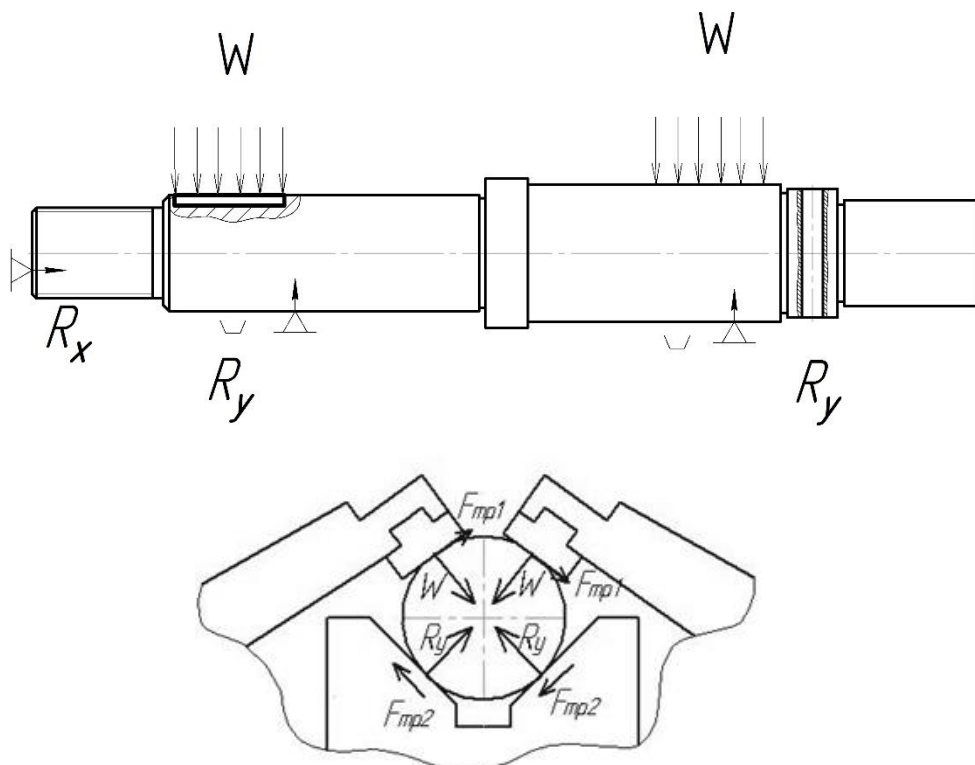


Рисунок 7.5 - Структура поля урівноважуючих сил (ПУС), які створюються затискним механізмом

З рисунків 7.4 та 7.5 видно, що складова P_x' ПЗС врівноважується реакцією R_x ($R_x = P_x'$) (див. табл. 7.1). Решта складових ПЗС не врівноважені і потребують прикладення додаткових сил закріплення. При такій схемі базування доцільно

Отримане розрахункове значення сили закріплення:

$$W_{\text{розр}} = 384 \text{ Н}$$

Розрахунок пневматичного поршневого приводу

Параметри пневматичного поршневого приводу визначаємо за допомогою програми для ЕОМ "PRIVOD".

Взято: діаметр поршня - $\varnothing 82$ мм,

діаметр штока - $\varnothing 25$ мм.

Величина сили закріплення дорівнює $Q = W = 438$ Н.

Точностні розрахунки пристрою

Визначаємо розрахункові параметри, а саме ті параметри, які найбільшою мірою впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі. В даному випадку до розрахункового параметру слід віднести непаралельність осі призм і площини підстави пристосування. Цей параметр є однорідним з допуском відхилення від симетричності, заданим на кресленні.

Допустима похибка виготовлення зазначених елементів пристрою по параметру непаралельності дорівнює, мкм:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{н}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2}, \text{ мкм} \quad (7.1)$$

де $T = 444$ мкм - допуск симетричності стінок пазу;

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розподілу окремих складових; ([16], с. 85);

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що приймається до уваги, коли похибка базування не дорівнює нулю (в даному випадку $\varepsilon_6 = 0$); ([16], с. 86);

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення заготовки; ([16], с. 87);

$\varepsilon_y = 30$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті; ([16], с. 87);

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$ – похибка перекосу інструменту; ([16], с. 88);

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 20090039-00 ПЗ

ВИСНОВОК

Під час виконання кваліфікаційної роботи було розроблено аналіз службового призначення, а також було описано конструктивні особливості деталі вал 1521-11.01.051, також було проведено аналіз технологічності. Визначено тип виробництва – середньосерійний, а також партія запуску – 94 шт.

Враховуючи те, що коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{вм}} = 0,83$; то для отримання заготовки було вибрано метод штампування на КГШП.

Матеріалом для заготовки було обрано сталь 40Х, було наведено її властивості, а також зроблені висновки після аналізу конструкції деталі.

Було розроблено технологічний процес виготовлення деталі, обрано обладнання на якому відбудуться операції, призначено різальний інструмент, а також розраховано режими різання та норми часу на операціях 020 Токарній з ЧПК та 040 Свердлильній з ЧПК.

Було розраховано та спроектовано верстатне пристосування з пневморпиводом для операції 050 шпонково-фрезерної.

Під час проектування маршрутного технологічного процесу було спроектовано дві технологічні операції, а саме: 020 Токарна з ЧПК та 040 Свердлильна з ЧПК.

Було розкрито питання по охороні праці, а саме, як впливає природне та штучне освітлення на робітників. Також було описано, які штучні пристрої краще підійдуть для освітлення приміщень де працюють люди.

Під час роботи було вирішено всі питання які були зазначені у завданні, визначено ефективні рішення для досягнення гарного результату з найліпшими показниками економічності.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
3. Марочник сталей і сплавів. <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-15/>
4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
5. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва – 1990 г.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки.- М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
6. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общ.ред. И.А. Ординарцева. - Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987.
7. Методичні вказівки та завдання до виконання практичних і контрольних робіт з курсу «Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин»/ Укладачі: О.І. Акілов, Д.Г. Голдун. - Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 89 с.
8. Залога, В.О. Розрахунок режимів різання при точінні, свердлінні та фрезеруванні [Текст] : навч. посіб. / В. О. Залога. — К. : ІСДО, 1994. — 176 с..
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.
10. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.:

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 20090039-00 ПЗ

Машиностроение, 2004.-784 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

12. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

13. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

14. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

15. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.

16. Дичковський, М. Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / М. Г. Дичковський. — Херсон : Олді-плюс, 2011. — 324 с.

17. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довід. у 2-х ч. Ч. 1 : (А-Н) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима [та ін.] ; за заг. ред. Ю. В. Буца; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (2,71 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. - 181 с.

18. Охорона праці при роботі на металорізальних верстатах [Текст] : навч. посіб. / І.П. Пістун, І.О. Трунова, Т.В. Олянишен, Р.А. Яцюк. — Львів : Українська академія друкарства, 2011. — 372 с.

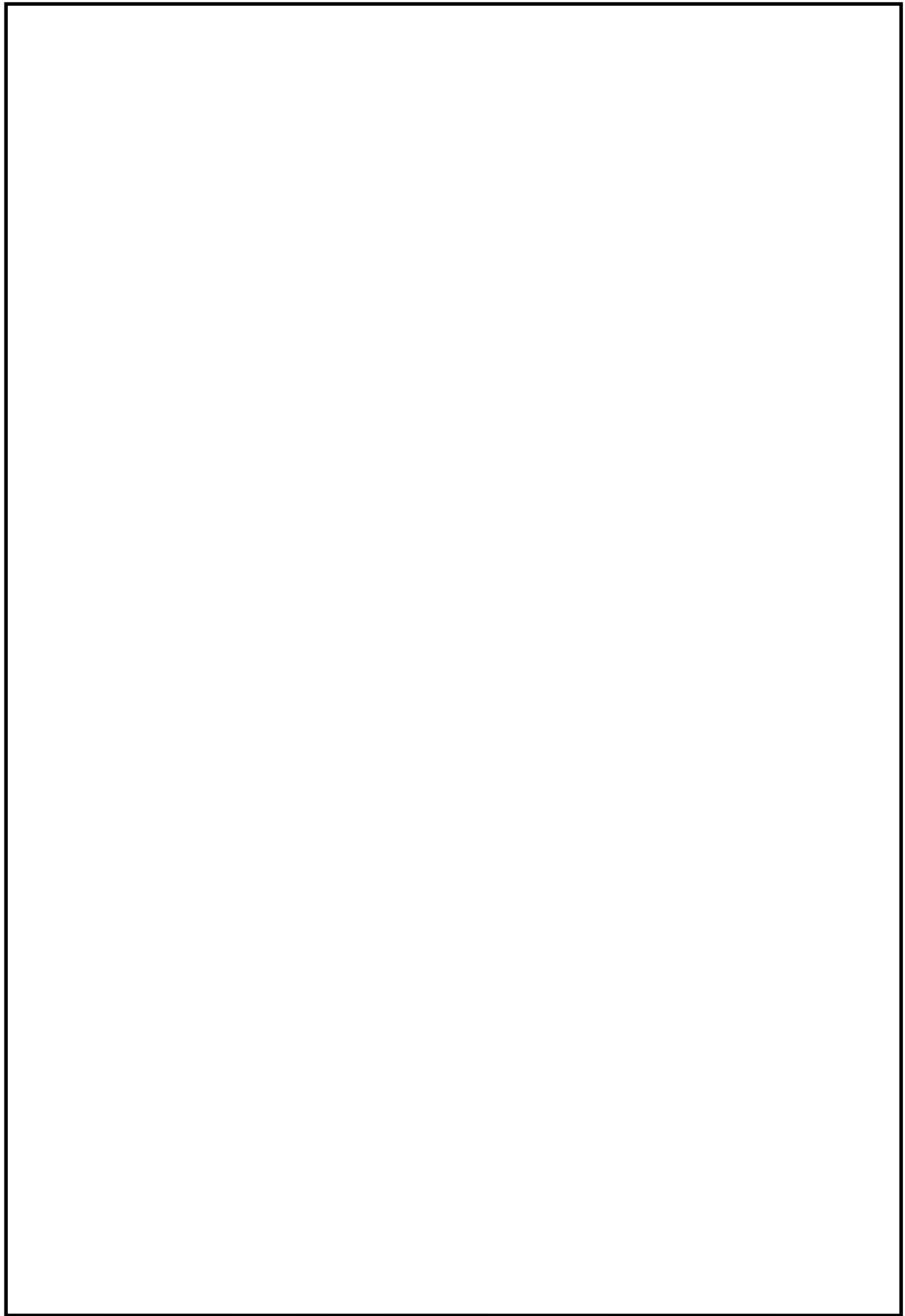
19. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”: П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

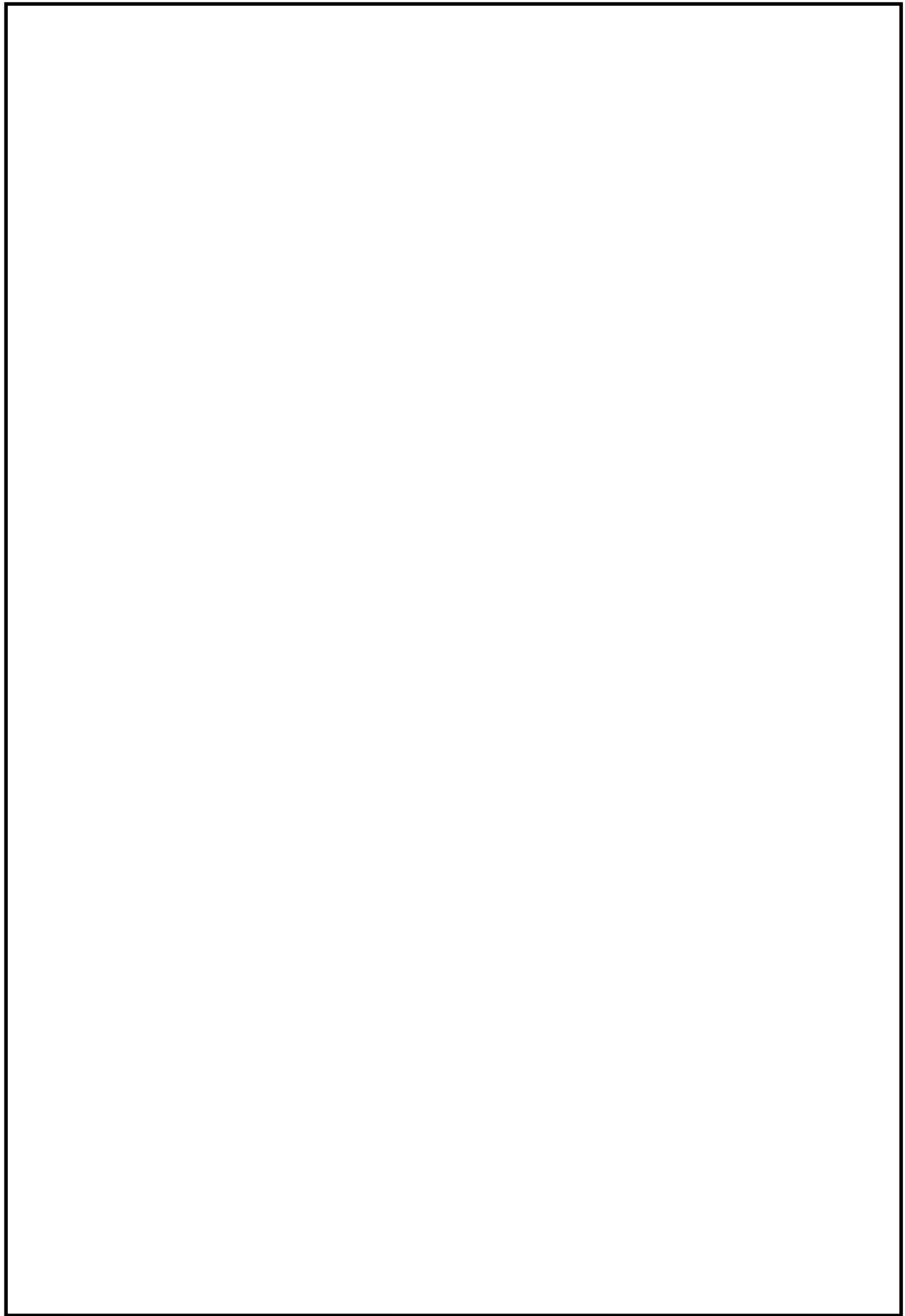
ТМ 20090039-00 ПЗ

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
Креслення деталі
Вал 1521-11.01.051



					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ДОДАТОК Б

Розрахунок припусків на механічну обробку

Расчетные значения			Принятые значения, мм						
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм		
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс
-	-	70.239	70.300	69.601 ^{+0.700} -0.700	68.901	70.300	-	-	-
2606	4006	66.231	66.233	66.083 ^{+0.150} -0.150	65.933	66.233	2668	4068	4368
492	792	65.429	65.439	65.38 ^{+0.060} -0.060	65.32	65.439	493	793	913
161	281	65.147	65.148	65.125 ^{+0.023} -0.023	65.102	65.148	172	292	338
62	108	65.039	65.039	65 ^{+0.039} -0.020	64.98	65.039	63	109	168

<Enter> - продолжение работы <Esc> - возврат

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 20090039-00 ПЗ

Лист

7

ДОДАТОК В

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення

Безпека та здоров'я під час робочих умов у значній мірі залежить від освітлення робочого місця та приміщення. Під час роботи у приміщенні з незадовільним освітленням може стомлюватися як зір, так і весь організм. Також погане освітлення не рідко являється причиною травм: через погано освітлені зони на підприємстві може погіршуватися зір та орієнтація.

Неправильне застосування освітлюваних знарядь в цехах з підвищеним пожежонебезпечним станом в деяких випадках призводить до вибухів, пожеж та нещасних випадків під час роботи.

В більшій мірі користуються такими типами освітлення як: природне, штучне та сполучене (природне разом зі штучним). Згідно санітарним нормам [17] в приміщеннях де постійно є люди повинно буди природне освітлення.

Джерелом денного (природного) світла – є променистий потік сонячної енергії, яке на земну поверхню доходить під прямим або розсіяним світлом.

Найбільш гігієнічним є природне світло, зазвичай воно використовується в приміщеннях, де постійно знаходяться працівники.

Природне освітлення можна розділити на:

- бічне (отвори для сонячного світла в стінах);
- верхнє (ліхтарі та отвори для світла у покритті);
- скомбіноване (верхнє та бічне освітлення разом).

Природне освітлення вибирають за наступними умовами ([17], с. 182):

- з урахуванням призначення архітектурно-планувальних рішень та конструктивних рішень відносно будівлі;
- з урахуванням вимог до денного освітлення приміщення, які враховуються під час технологічної та зорової праці;

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ					

– з урахуванням кліматичного та світло-кліматичного місцезнаходження будівлі;

– з урахуванням економічного показника денного освітлення.

У відповідності до пори року, години доби та стану погодних умов денне освітлення може часто змінюватися за досить короткий час. Через це для розрахунків природного освітлення було прийнято коефіцієнт денного (природного) освітлення (КПО) яких показує відношення природної освітленості в приміщенні до вимірної освітленості зовні будівлі, він визначається за формулою:

$$\text{КПО} = \varepsilon = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100 \quad (\text{В. 1})$$

У разі прийняття комбінованого освітлення, можна розподілити приміщення на зони з бічним та верхнім освітленням. Розрахунок та нормування денного освітлення треба проводити окремо для кожної зони. Для того щоб розрахувати природне освітлення треба визначити площу світлових отворів у приміщенні.

Таблиця В1. Значення коефіцієнта денної освітленості для приміщень

Розряд робіт	Характеристика зорової роботи		Значення КПО	
	Види роботи за ступенем точності	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	При верхньому або комбінованому освітленні	При бічному освітленні в зоні за стійким сніговим покривом
I	Найвищої точності	Менше 0,15	10	2,8/3,5
II	Дуже високої точності	0,15-0,3	7	-
III	Високої точності	0,3-0,5	5	1,6/2,0
IV	Середньої точності	0,5-1,0	4	1,2/1,5
V	Малої точності	1,0-5,0	3	0,8/1,0
VI	Груба	Більше 5,0	2	0,4/0,5
VII	Робота з матеріалами і виробами в гарячих цехах	Більше 0,5	3	0,8/1,0
VIII	Загальне постійне спостереження за ходом виробничого процесу	-	1	0,2/0,3

Штучне освітлення ставиться в приміщеннях, де не вистачає денного світла, або під час доби коли цієї освітленості взагалі немає.

Характеризувати штучне освітлення можна за такими ознаками([17], с. 204):

- споживаною потужністю;
- загальним світловим потоком;
- терміном служби, світловіддачою;
- розмірами та формою ламп.

Штучне освітлення буває загальним та комбінованим. При загальному: у всіх приміщеннях стоять однакові світильники, які рівно розташовані між собою над поверхнею, а також вони оснащені лампами з однаковою потужністю. При комбінованому: у цьому випадку місцеве освітлення додається до загального.

Штучне освітлення за призначенням поділяється на аварійне, робоче та чергове. Обов'язковим освітленням є робоче, воно повинно бути кожному приміщенні, а також на територіях для того, щоб забезпечити роботу в нормальних умовах для людей та для руху транспортів. Черговим освітленням користуються поза робочі години. Аварійним освітленням користуються для того, щоб була мінімальна освітленість у приміщеннях, якщо, наприклад, відключать світло.

Для освітлення робочих приміщень, в якості джерела світла використовують галогенні, газорозрядні та лампи розжарювання.

В галогенних лампах поряд з вольфрамовою ниттю міститься речовина (йод, наприклад) котра збільшує температуру нитки, а також майже виключає випаровування. У цих ламп термін служби в межах 3 000 годин, а також вони мають світловіддачу до 30 лм/Вт.

У газорозрядних лампах світло випромінюється за рахунок електричного розряду у парах газів. На внутрішній поверхні колби було нанесено шар, в якому світиться речовина, яка трансформує електро-розряди в світло. Ці лампи розрізняються на низько тискові (люмінесцентні) та високо тискові. Лампи низького тиску роблять у приміщеннях штучне світло, яке дуже схоже до денного, вони економніші, якщо порівнювати з іншими, а також вони створюють світло, яке добре сприяє на зір.

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	ТМ 20090039-00 ПЗ					

Таблиця В.2. Нормативи освітлення робочих поверхонь газорозрядними джерелами світла

Характеристика зорової роботи	Розряд робіт	Під-розряд робіт	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість	
					при комбінованому освітленні	при загальному освітленні
Найвищої точності	I	а	Малий	темний	5000	1500
		б	Малий	середній	4000	1250
			Середній	темний		
		в	Малий	світлий	2500	750
			Середній	середній		
			Великий	темний		
		г	Середній	світлий	1500	400
			Великий	світлий		
		Великий	середній			

Для того, щоб визначити загальну потужність, або потужність кожної лампи, або світильника треба провести розрахунок електричного освітлення. Щоб це зробити, можна скористатися методом питомої потужності, хоча від і не сильно точний, але ним користуються для деяких підрахунків

Питома потужність визначаємо за формулою ([17], с. 164):

$$W = \frac{n \cdot P}{S}, \text{кВт} \quad (\text{В. 2})$$

де n – число світильників;

P – потужність лампи;

S – площа освітлюваної поверхні.

Стандартні значення питомої потужності занесені в таблицях книг по світлотехніці, їх вибирають опираючись на декілька факторів: площа підлоги; тип, висота та підвіс світильника; і необхідна освітленість. Під час розрахунку задають всі ці параметри і вибирають стандартне значення потужності лампи.

Але, якщо метод питомої потужності не підходить для розрахунку, то використовують основний, який розраховується за коефіцієнтом, який використовує світловий потік, який необхідний при створенні заданого освітлення поверхні.

Розрахунок цього методу виконується за такими формулами:

для ламп розжарювання:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot u}, \text{ лм} \quad (\text{В. 3})$$

для люмінесцентних ламп:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{F \cdot u \cdot t}, \text{ шт} \quad (\text{В. 4})$$

де F – світловий потік лампи;

E – нормована освітленість;

S – площа приміщення;

z – поправний коефіцієнт світильника;

k – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості при експлуатації;

n – число світильників;

u – коефіцієнт використання.

Після цих розрахунків, за таблицею В.3 вибираємо найближчу лампу і потім визначаємо електро–потужність всієї освітлювальної установки.

Таблиця В.3. Параметри ламп розжарювання і люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання, 220В			Люмінесцентні лампи		
Тип	Потужність, Вт	Світловий струм, лм	Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий струм, лм
В, Б	25	230	ЛДЦ (ЛБ)	15	600 (820)
Б (БК)	40	415 (460)	ЛДЦ (ЛД)	30	1500 (1800)
5 (БК)	60	715 (790)	ЛХБ (ЛТБ)	30	1940 (2020)
Б (БК)	75	950 (1020)	ЛБ	30	2180
Б (БК)	100	1350 (1450)	ЛДЦ (ЛД)	40	2200 (2500)
Б, Г	200	2920	ЛХБ (ЛБ)	40	3000 (3200)
Г	300	4610	ЛД (ЛБ)	65	4000 (4800)
Г	500	8300	ЛДЦ (ЛД)	80	3800 (4300)
Г	1000	18600	ЛХБ (ЛБ)	80	5040 (5400)

Після того, як монтаж системи освітлення закінчують, його треба перевірити на рівень освітлення.

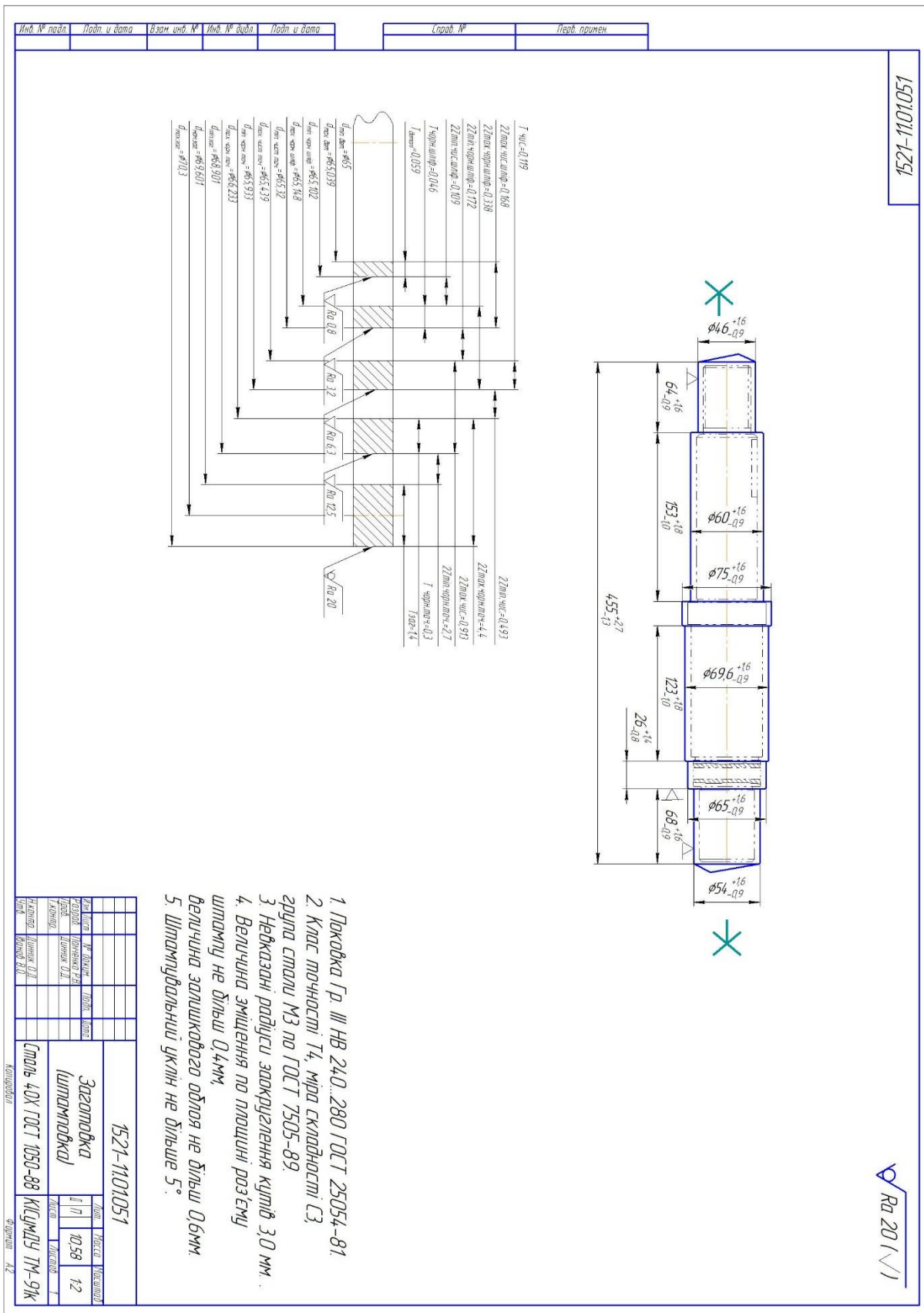
Схему розташування доведеться змінити при умові, якщо розрахункова освітленість значно відрізняється від фактичної, а саме на -20 та +10%.

Можна зробити висновок, що світло являє собою найважливіший засіб для управління формою предметів, воно може збільшити його виразність, а також навпаки. Для того, щоб краще виявляти форму предметів, потрібно знайти гарний ракурс падіння світлового потоку.

					ТМ 20090039-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ДОДАТОК Г

Графічна частина роботи



- Т. чист. = 0.179
- 22 ток. чист. шифр = 0.168
- 22 ток. чист. шифр = 0.138
- 22 ток. чист. шифр = 0.172
- 22 ток. чист. шифр = 0.109
- Т. чист. шифр = 0.046
- Т. чист. шифр = 0.059
- 22 ток. чист. шифр = 0.193
- 22 ток. чист. шифр = 0.44
- 22 ток. чист. шифр = 0.913
- 22 ток. чист. шифр = 2.7
- Т. чист. шифр = 0.3
- Т. чист. шифр = 1.4
- Диаметр = $\phi 46_{-0.09}^{+0.16}$
- Диаметр = $\phi 60_{-0.09}^{+0.16}$
- Диаметр = $\phi 75_{-0.09}^{+0.16}$
- Диаметр = $\phi 96_{-0.09}^{+0.16}$
- Диаметр = $\phi 65_{-0.09}^{+0.16}$
- Диаметр = $\phi 54_{-0.09}^{+0.16}$
- Радиус = Ra 0.8
- Радиус = Ra 3.2
- Радиус = Ra 6.3
- Радиус = Ra 12.5
- Радиус = Ra 20

1. Поверхка Gr. III NB 240. 280 ГОСТ 25054-81.
2. Клас точності Т4, м'яга складовості С3, зрідка сталі М3 по ГОСТ 7505-89.
3. Невказані радіуси заокруглення кутів 3.0 мм.
4. Величина зміщення по площині роз'єму штампилу не більш 0.4 мм.
5. Величина залишкового об'єму не більш 0.6 мм.
6. Штампувальний уклін не більш 5°.

51 10-10-6006002 МЛ

А-А

92

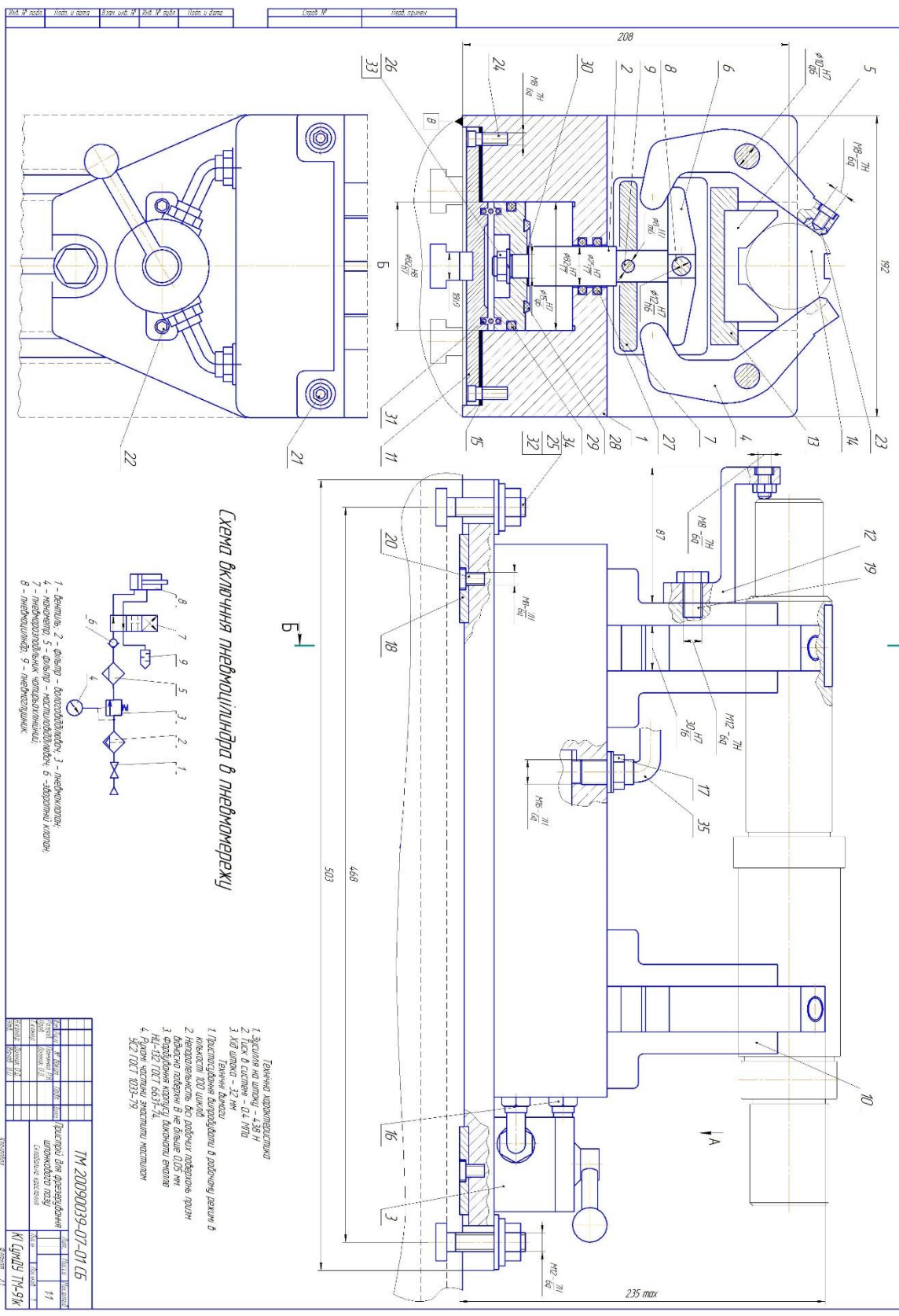
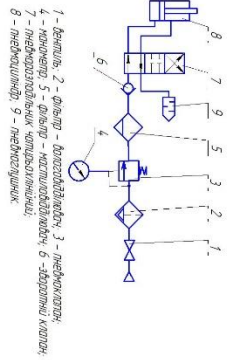


Схема включения пневмоцилиндра в пневмомерку



- 1 - клапан, 2 - фильтр - влагоотделитель, 3 - пневмоклапан,
- 4 - манометр, 5 - фильтр - влагоотделитель, 6 - клапан, 7 - пневмораспределитель, 8 - пневмоцилиндр, 9 - пневмолиния.

- 1. Технические характеристики
- 2. Задать на длину - 450 мм
- 3. Вид шлица - 32 мм
- 4. Вид шлица - 4 мм
- 5. Технические данные
- 6. Рабочий цикл
- 7. Рабочий цикл
- 8. Рабочий цикл
- 9. Рабочий цикл
- 10. Рабочий цикл
- 11. Рабочий цикл
- 12. Рабочий цикл
- 13. Рабочий цикл
- 14. Рабочий цикл
- 15. Рабочий цикл
- 16. Рабочий цикл
- 17. Рабочий цикл
- 18. Рабочий цикл
- 19. Рабочий цикл
- 20. Рабочий цикл
- 21. Рабочий цикл
- 22. Рабочий цикл
- 23. Рабочий цикл
- 24. Рабочий цикл
- 25. Рабочий цикл
- 26. Рабочий цикл
- 27. Рабочий цикл
- 28. Рабочий цикл
- 29. Рабочий цикл
- 30. Рабочий цикл
- 31. Рабочий цикл
- 32. Рабочий цикл
- 33. Рабочий цикл
- 34. Рабочий цикл
- 35. Рабочий цикл
- 36. Рабочий цикл
- 37. Рабочий цикл
- 38. Рабочий цикл
- 39. Рабочий цикл
- 40. Рабочий цикл
- 41. Рабочий цикл
- 42. Рабочий цикл
- 43. Рабочий цикл
- 44. Рабочий цикл
- 45. Рабочий цикл
- 46. Рабочий цикл
- 47. Рабочий цикл
- 48. Рабочий цикл
- 49. Рабочий цикл
- 50. Рабочий цикл
- 51. Рабочий цикл
- 52. Рабочий цикл
- 53. Рабочий цикл
- 54. Рабочий цикл
- 55. Рабочий цикл
- 56. Рабочий цикл
- 57. Рабочий цикл
- 58. Рабочий цикл
- 59. Рабочий цикл
- 60. Рабочий цикл
- 61. Рабочий цикл
- 62. Рабочий цикл
- 63. Рабочий цикл
- 64. Рабочий цикл
- 65. Рабочий цикл
- 66. Рабочий цикл
- 67. Рабочий цикл
- 68. Рабочий цикл
- 69. Рабочий цикл
- 70. Рабочий цикл
- 71. Рабочий цикл
- 72. Рабочий цикл
- 73. Рабочий цикл
- 74. Рабочий цикл
- 75. Рабочий цикл

ТМ 20090039-07-01 СБ		Расчет для пневмоцилиндра	
№ докум.	Изм.	№ докум.	Изм.
11	11	11	11
Кл. Служб ТМ-9К		Кл. Служб ТМ-9К	