

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»**

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
(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
поршня 265Б-1.005*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМз-61с
напряму підготовки (спеціальності)
6.131 - Прикладна механіка
(Технології машинобудування)
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Коренев К.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник *Денисенко Ю. О.*
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

**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 _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Залога В. О.

«___» _____ 2020 року

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

Коренев Константин Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення поршня 265Б-1.005

керівник проекту Денисенко Юлія Олександрівна, к.т.н., ст.викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 09 » квітня 2020 року № 0524-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 25 » травня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
креслення деталі – 265Б-1.005
річний обсяг випуску деталей – 500 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

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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>Технологічна частина</i>	<i>30.04.2020</i>	
2	<i>Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях</i>	<i>06.05.2020</i>	
3	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>13.05.2020</i>	
4	<i>Оформлення комплекту технологічної документації</i>	<i>17.05.2020</i>	
5	<i>Оформлення креслень</i>	<i>24.05.2020</i>	

Студент

_____ (підпис)

К. М. Коренев

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Ю. О. Денисенко

_____ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

«_____» _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ПОРШНЯ 265Б-1.005**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

К. М. Коренев

Керівник

Ю. О. Денисенко

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 58 с., 7 табл., 11 рис., 16 джерел, 3 додатки.

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення поршня 265Б-1.005 на основі застосування прогресивних технологій.

У роботі проаналізовано службове призначення авторежиму 265Б і поршня 265Б-1.005; технічні вимоги до деталі, її технологічність і спосіб отримання заготовки – лиття в піщаноглиністі форми.

В роботі розроблені операції 025 та 050 для виготовлення деталі. Для цього розраховані режими різання та проведено нормування часу. Обрані верстатні пристрої, ріжучий і вимірювальний інструмент для обробки даної деталі.

Спроектовано верстатний пристрій на токарну з ЧПУ операцію 030 з пневмоприводом.

ПОРШЕНЬ, ЧАВУН, ТОЧІННЯ, СВЕРДЛІННЯ, ВЕРСТАТНИЙ
ПРИСТРІЙ

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	4
1 Аналіз службового призначення авторежиму вантажного 265Б-1, деталі поршень 265Б-1.005. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	5
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	12
3 Визначення типу виробництва поршня та організаційних умов його роботи.....	15
4 Аналіз технологічності конструкції.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки.....	22
6 Аналіз базового технологічного процесу.....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	25
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки.....	26
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	30
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	32
6.5 Розрахунки режимів різання.....	33
6.6 Технічне нормування операцій.....	39
7 Проектування верстатного пристрою.....	41
7.1 Обґрунтування вибору верстатного пристрою.....	41
7.2 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції.....	41
7.3 Розробка і обґрунтування схеми базування і закріплення.....	43
7.4 Точностні розрахунки пристрою.....	47
7.5 Опис пристрою і принцип дії пристрою.....	48
Висновки.....	49
Перелік джерел посилання.....	50
Додаток А.....	52
Додаток Б.....	53
Додаток В.....	57

					ТМ 18320684-00 ПЗ			
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Коренев			Проектування технологічного процесу виготовлення поршня 265Б-1.005	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Перевір.		Денисенко				3	58	
Реценз.					СумДУ, ТМз-61с			
Н. Контр.		Денисенко						
Затв.		Залога						

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводиться гнучкості використання і створення комплексів обробки різанням. При цьому особливе значення відводиться верстатам з ЧПК. Використання верстатів з ЧПК на заміну універсальних має істотні переваги і особливості:

- підвищується продуктивність у 1,5 – 5 разів порівняно з універсальними верстатами;
- питання комплексної автоматизації (одиничне і дрібносерійне виробництво) вирішуються поєднанням гнучкості універсальних верстатів та точності й продуктивності верстата-автомата;
- машинобудування якісно переозброюється на основі застосування електроніки та ЕОМ;
- потреба підприємств у кваліфікованих кадрах знижується, а підготовка виробництва перекладається на інженерну працю;
- час пригонюваних робіт під час складання скорочується, тому що деталі, взаємозамінними;
- час виготовлення деталей зменшується, і таким чином зменшується кількість незавершеного виробництва.

Розвиток технології машинобудування припускає проектування техпроцесів із застосуванням ЕОМ, а також математичне моделювання механічної обробки, використання ЧПК, гнучких автоматичних систем тощо.

Отже, метою цієї роботи є удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «поршень 265Б-1.005», яке базується на застосуванні останніх розробок у галузі машинобудування.

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ АВТОРЕЖИМУ ВАНТАЖНОГО 265Б-1, ДЕТАЛІ ПОРШЕНЬ 265Б-1.005. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Опис виробу.

Деталь «поршень 265Б-1.005» входить у склад виробу «Авторежим вантажний 265Б-1», який наведений на рисунку 1.1.

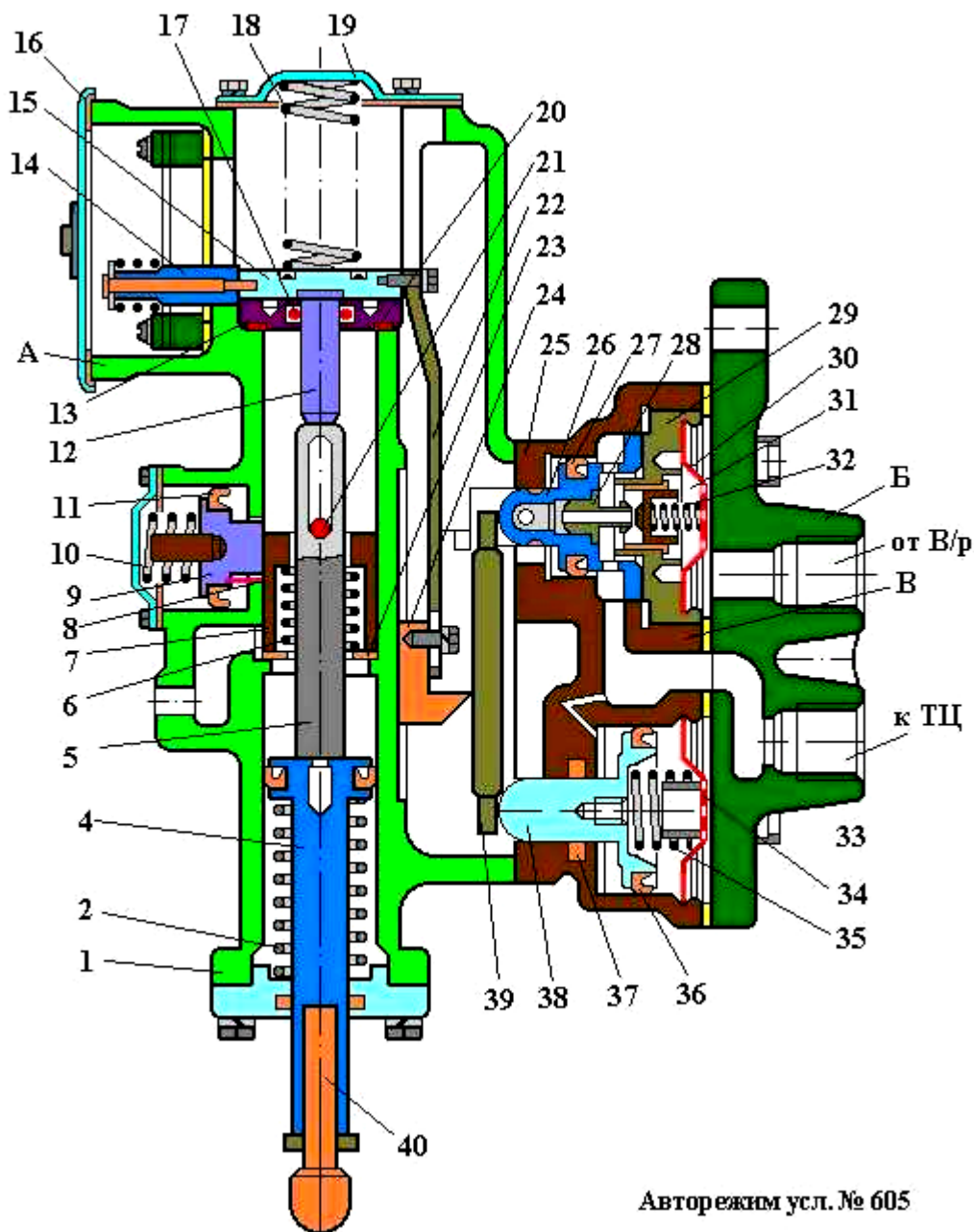


Рисунок 1.1 – Ескіз виробу «Авторежим вантажний 265Б-1»

закрита кришкою 22. Порожнина, що під поршнем демпферним ущільнена сальником 18 та манжетою 19. Шток поршня демпферного жорстко з'єднаний за допомогою гвинта 14 з повзуном 15, а також сухарем 16 і хвостовиком в направляючій 12, що розміщена в стакані 11, який вставлено у вилку 9 та металеве кільце 10. В проріз витка 9 входить повзун 15, на його хвостовик наварена регулююча гайка 5 та упор 4, закріплені контргайкою 6 із шплінтом. Всередині вилки є дві пружини 7, 8. В корпусі верхньої порожнини пневмореле 26 розташовані порожнистий шток й поршень 27, а також двоседельний клапан 29 із пружиною. В корпусі нижньої порожнини 2 пневмореле розташовано поршень 32. Поршень верхній 27 з боку штока навантажений пружиною 28, а нижній поршень 32 з боку диска – пружиною 31. Хвостовики поршнів 27 і 32 опираються на важель 25, а сухар є в іссу повороту важіля.

Основний принцип роботи виробу.

Виріб «Авторежим» монтується на вагонній рамі. Коли вагон завантажено, унаслідок прогину ресор, упор авторежиму опирається в плиту опорну, що закріплена на балці поперечній, яка з'єднана із боковими частинами візка вагона. Унаслідок цього утоплюється вилка 9 у корпусі демпферної частини, а поршень демпферний переміщується вгору разом з повзуном і сухарем. Таким чином співвідношення плеч «А» і «Б» важіля 25 змінюється в залежності від завантаження вагона: на розвантаженому вагоні займає крайнє нижнє положення демпферний поршень, а при його завантаженні 75% - 80% від максимального крайнього верхнього положення. У демпферного поршня повний хід при цьому 38 - 40 мм.

Якщо вагон обладнано гальмівними колодками (чавунними) та авторежимом, на вантажний режим гальмування встановлюється повітродозподільник і вилучається рукоятка перемикача гальмівних режимів. При встановленні авторежиму із композиційними колодками, його ПР встановлюється на середній гальмівний режим.

Схема дії авторежиму 265Б наведена на рисунку 1.1.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ				

Опис деталі.

Деталь виконує у вузлі роль поршня-штовхача.

За кількістю нагнітань/всмоктувань на оберт кривошипу або два хода поршня, поршневі насоси підрозділяють на прості і подвійної дії. В залежності від конструкції поршня розрізняють власне поршневі і плунжерні.

В поршневих системах поршень є основним робочим органом. Складання його супроводжується кільцями-ущільнювачами, що приєднують внутрішньої поверхні циліндра (дзеркальної).

В поршневій системі всмоктування/нагнітання рідини відбувається при русі поршня (зворотно-поступальному) в циліндрі. Рух порня вправо створює розрідження в замкнутому просторі між поршнем і кришкою циліндра. Різниця тисків підіймає рідину у приймальні ємності по трубопроводу до циліндра, при цьому відкривається всмоктувальний клапан.

Хід поршня вправо закриває нагнітальний клапан, з причин дії сили тиску рідини в нагнітальному трубопроводі. Хід вліво викликає в циліндрі тиск, під дією якого всмоктуючий клапан зачиняється, а нагнітальний клапан відчиняється. Рідина надходить через нагнітальний клапан в трубопровід і в напірну ємність. Таким чином, всмоктування/нагнітання рідини поршневою системою є нерівномірним: всмоктування – рухом поршня зліва-направо, нагнітання - зворотнім напрямом руху поршня. Поршень рухається механізмом кривошипно-шатунним, який обертальний рух вала перетворює в зворотно-поступальний рух поршня.

Аналіз поверхонь деталі «поршень 265Б-1.005» проводимо згідно складального креслення та [2]. Деталь «поршень 265Б-1.005» складають поверхні (рисунки 1.2):

- ОКБ – 1,5,7;
- ДКБ – 3,8,9,13;
- виконавчі - 14;

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- вільні поверхні – всі інші поверхні (служать для створення конфігурації, посилення конструкції деталі).

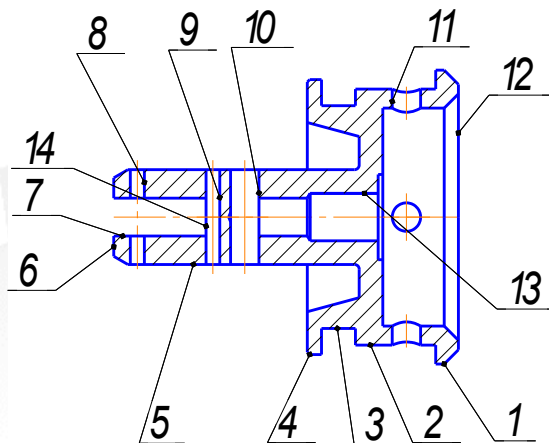


Рисунок 1.2 – Поверхні деталі

У виробі поршень базується по діаметральним поверхням $\varnothing 62d11$ та $\varnothing 20d11$ мм і за їх рахунок лишається чотирьох ступенів вільності. П'ятого ступеня лишається завдяки бічній поверхні пазу $8^{+0,22}$ мм. Отже, залишається вільна база – переміщення повздовж вісі поршня, рисунок 1.3. Матриці зв'язків та відповідностей в таблицях 1.1 та 1.2.

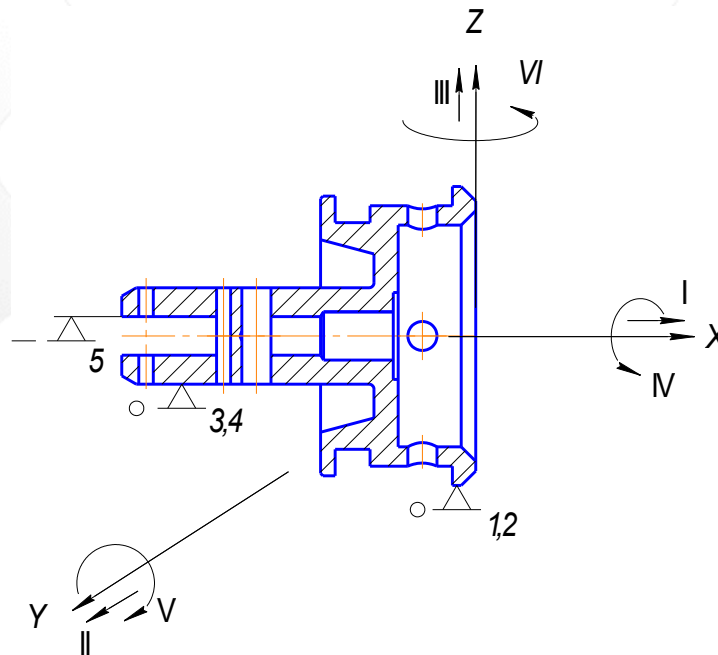


Рисунок 1.3 – Схема базування «Поршня 265Б-1.005» у виробі

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист 9
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	
1, 2, 3,4	II, III, V, VI	Подвійно напрямна база
4, 5	IV	Опорна база
6	I	Вакансія

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
<i>l</i>	0	1	1	Подвійно напрямна база
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	0	0	0	Опорна база
<i>α</i>	1	0	0	
<i>l</i>	1	0	0	Вакансія
<i>α</i>	0	0	0	
	1	2	2	

Розглянемо поверхні деталі «Поршень 265Б-1.005» більш детально згідно складального креслення. Номери поверхонь зображені на рисунку 1.3: 1 – зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 62d11$ з шорсткістю $Ra=3,2$ мкм, ОКБ, по якій в корпусі базується поршень; 2 – зовнішня циліндрична вільна поверхня $\varnothing 54$ з шорсткістю $Ra=6,3$ мкм; 3 – ДКБ канавка $\varnothing 47_{-0,39} \times 7,2^{+0,22}$ з шорсткістю $Ra=6,3$ мкм, по поверхні якої базується манжета-ущільнювач; 4 – зовнішня вільна циліндрична поверхня $\varnothing 58$ з шорсткістю $Ra=6,3$ мкм; 5 – ОКБ, зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 20d11$ з шорсткістю $Ra=2,5$ мкм, для базування поршня в корпусі; 6,12 – вільні торці, в розмір 68 мм з шорсткістю $Ra=6,3$ мкм, 7 – паз шириною $8^{+0,22}$ з шорсткістю бічних поверхонь та дна $Ra=6,3$ мкм, для базування планки; 8 – ДКБ, отвір $\varnothing 3$ з шорсткістю $Ra=12,5$ мкм, для базування віся, яка обмежує рух планки; 9 – ДКБ отвір $\varnothing 2,9$ з шорсткістю $Ra=12,5$ мкм, для базування вісі, що обмежує рух планки; 10 – вільна поверхня отвору $\varnothing 6$ з шорсткістю $Ra=12,5$ мкм, для з'єднання порожнини переміщення поршня із камерою; 11 – вільний

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ					

отвір $\varnothing 6$ з шорсткістю $Ra=12,5$ мкм, для передачі тиску до верхньої порожнини поршня; 13 – ДКБ отвір $\varnothing 10$ з шорсткістю $Ra=2,5$ мкм, для базування на прямої втулки; 14 – торець паза – виконавча поверхня, що передає зусилля від поршня на планку.

Деталь застосовується в поршневій групі клапано-поршневого авторежиму 265Б-1, працює в закритій порожнині корпусу при температурі від -30 до $+40^{\circ}\text{C}$ в горизонтальному положенні, при відносній вологості до 60%. Робота до першої підналадки поршневої групи – 1000 годин. Під час роботи деталь навантажена силами тиску $0,3 \pm 0,1$ МПа. Також деталь піддається дії навколишнього середовища, що потрапляє через компресор в порожнини поршня та фільтр (вологівідділювач). Під час роботи поршень змащується мастилом, що розпилюється й подається до корпусу з робочим середовищем.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Провівши аналіз креслення деталі за [2 – 4], можна виділити технічні вимоги.

Технічні вимоги для виготовлення деталі визначають службовим призначенням. Згідно аналізу креслення деталі можна зробити висновок, що наявні проєкції і перерізи є достатніми, вони правильно розташовані відповідно до вимог стандартів, на всіх поверхнях указані потрібні дані: їх розміри, точність і шорсткість, також проставлені технічні вимоги.

Креслення виконано згідно ЄСКД і повністю відповідає цим стандартам [5 -7]. Клас деталі «Поршень 265Б-1.005» - поршень. Деталь виготовляється з сірого чавуна СЧ18 ГОСТ 1412-86.

Згідно з ГОСТ 1412-86 хімічний склад і механічні властивості представлені в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад матеріалу СЧ18 у %

C	Si	Mn	S	P
0,3 – 0,35	0,14 – 2,4	0,7 - 1	до 0,15	до 0,2

Таблиця 2.2 – Механічні властивості матеріалу СЧ18 при T=20 °C

Твердість	σ_b	Термообробка
НВ	МПа	-
160-240	200	Відпуск

Примітка: НВ – твердість по Брінелю; σ_b – границя міцності, МПа;

Аналізуючи за матеріалом деталь необхідно відітати, що чавун СЧ18 має гарну оброблюваність, та відповідає умовам отримання базової заготовки (з причин складності поверхонь деталі, а також для наближення форми заготовки до деталі ливарний матеріал є раціональним вибором). Також чавун вибраний конструктором у зв'язку з малими навантаженнями поршня при експлуатації.

Замінниками є СЧ20, СЧ25. З цих марок виготовляють поршні, муфти, диски та інші деталі середньої навантаженості.

Основні вимоги, що пред'являє конструктор до деталі, полягають в наступному.

Шорсткість вільних поверхонь (більшості) виконана за Ra12,5 мкм, бо поверхні є невідповідальними та не являються базовими.

Співвісність шийок $\varnothing 62d11$ та $\varnothing 20d11$ штоку не повинна перевищувати 0,1 мм. Ця вимога обумовлена тим, що по цим поверхням поршень базується в вузлі. При недотриманні цього параметру допуску можливе перекошення поршня, його рух може бути не плавним, а з ривками. Крім того можлива разгерметизація порожнин, що призведе до виходу з ладу авторежиму 265Б-1.

Шорсткість посадкових поверхонь виконана по Ra2,5 мкм – базові циліндричні (основні та допоміжні) поверхні.

Якісні параметри поверхонь деталі досягаються на токарних операціях. Ці вимоги обґрунтовані з причин функціонального призначення поверхонь, їх навантаження та навантаженими робочими умовами.

Точність вільних розмірів виконуються по 12-14 квалітету, що цілком обґрунтовано у зв'язку з тим що поверхні та не несуть функціонального призначення. Базові ж поверхні виконано по 11 квалітету, що обґрунтовано експлуатацією деталі – виконують роль напрямної бази для руху поршня і в цілому механізма.

Технічні вимоги на виливок за ТУ 3184-106-0575670-2011. Даною вимогою конструктор оговорює технічні вимоги, які пред'являють до заготовки, її механічні та фізичні властивості, хімічний склад. Це пов'язано з умовами роботи деталі та її робочим навантаженням. Забезпечення цих вимог дозволяє отримати заготовку з відповідними характеристиками для можливості деталі відпрацювати свій термін експлуатації.

Кресленням допускається виготовлення з чавунів СЧ20, СЧ25, СЧ30 ГОСТ 1412-85. Це робить деталь більш технологічною завдяки можливості заміни матеріалу заготовки з переліченого ряду, чим розширює можливості

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 18320684-00 ПЗ

заготівельного виробництва, скорочує терміни виробництва та спрощує умови отримання заготовки.

Поверхні, на яких не проставлені вимоги точності обробки, повинні оброблятися з класами допуску отвору H14, вала h14, лінійні розміри - $\pm IT12/2$. Завдяки цій вимозі креслення не завантажене облишніми даними, та більш читабельне.

На поверхнях Б, В, Г раковини не допускаються. Цією вимогою оговорюються дефекти, які можуть виникнути на відповідальних поверхнях, що сприймають робочі зусилля, та є найімовірнішими концентраторами напруг. У зв'язку з навантаженими умовами праці ОКБ та ДКБ, на них дефекти не допускаються. На оброблюваних поверхнях, що не оговорені в п. 4 повинно бути не більш двох раковин глибини не більш 1 мм, а на відстані від кромки та сусідніх раковин не менш 6 мм. Для невідповідальних поверхонь припускаються дефекти литва, які неможливо усунути на механічних операціях, тобто допускаються на готовій деталі. Цей пункт дозволяє уникнути браку при виявленні мінімальної кількості раковин, і цим забезпечує більшу продуктивність виробництва при зменшенні кількості бракованих деталей, що пов'язані з ливарним.

Покриття поверхні Д не менше Ц9.хр, не більше половини допуску на розмір; останні поверхні, крім поверхонь обмежених $\varnothing 34 \varnothing 21$ та кутом 15° , не менше Ц3.хр в зборі з деталями 255А.267-2, 265.247 з наступною змазкою ЖТ-79Л ТУ 0254-002-01055954-01. Даною вимогою конструктор оговорює покриття деталі, для зменшення впливу навколишнього середовища;

Маркувати «ВТК». В зв'язку з тим, що деталь є відповідальною то тавро вкаже на відповідність всім вимогам та буде гарантувати безперебійність роботи деталі і вузла в цілому.

Контролювати розмір $\varnothing 20d11$ на поверхні Д. Так як половина ступиці поршня є розрізаною, то під час обробки можливе уведення вух деталі, тому контроль необхідно проводити на суцільній поверхні, яка безпосередньо контактує з манжетою-ущільнювачем.

						ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
							14
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ПОРШНЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ ЙОГО РОБОТИ

Загальноприйнята методика визначення типу виробництва [3, 4] базується на розрахунку коефіцієнта закріплення операцій. Цей коефіцієнт є снвною кількісною характеристикою типу виробництва. Його розраховують за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій, шт;

ΣP – сумарна кількість робітників, що задіяна на механічних операціях, чол.

Вхідними даними є маса деталі 0,35 кг, річна програма $N_p=500$ шт деталей.

Розраховуємо кількість обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{річ} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot n_{з.н.сер}}, \quad (3.2),$$

де $N_{річ}$ – річна програма випуску деталей;

$n_{з.н.сер}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляційний час обробки деталі на механічній операції.

За формулою 3.2 розраховуємо кількість обладнання для всіх операцій.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця:

$$n_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці становить:

$$O = \frac{n_{з.н.сер}}{n_{з.ф.}}$$

Результат розрахунків зводиться в табл. 3.1.

Таким чином коефіцієнт закріплення операцій дорівнює:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{150,3}{6} = 23,04$$

Коефіцієнт закріплення операцій 20-40 відповідає дрібносерійному типу виробництва, який характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовлених періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 18320684-00 ПЗ

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№	Операція	T _{шт-к,} хв	m _{p,} шт	P, чол	n _{з.ф.}	O
020	Токарна з ЧПК	9,2	0,02	1	0,02	33,63
025	Токарна з ЧПК	18,3	0,05	1	0,05	16,91
030	Токарна з ЧПК	21,5	0,06	1	0,06	14,39
040	Свердлильна з ЧПК	12,2	0,03	1	0,03	25,36
045	Свердлильна з ЧПК	14,2	0,04	1	0,04	21,79
050	Фрезерна з ЧПК	8,1	0,02	1	0,02	38,20
		Σ83,5	-	ΣP=6	-	ΣO=150,3

При дрібносерійному виробництві використовується обладнання: універсальне, спеціалізоване і спеціальне (частково). Широко застосовують верстати з ЧПУ, обробні центри, а також в меншому відсотку гнучкі автоматизовані системи на базі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями. Устаткування розставляється по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічне оснащення частіше універсальне. Велике поширення має універсально-збірне, переналагоджуване технологічне оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва. Застосовуваний різальний інструмент – універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент – спеціальний, калібри.

В якості вихідних заготовок використовується гарячий і холодний прокат, лиття під тиском, точне лиття, поковки і точні штампування.

Необхідна точність досягається методами автоматичного отримання розмірів або методами пробних проходів при застосуванні розмітки для складних деталей-корпусів. Взаємозамінність забезпечується повна і неповна, групова, однак застосовується і підганяння за місцем, компенсація розмірів.

Кваліфікація робітників зазвичай вище за кваліфікацію у масовому виробництві, але нижче одиничного.

У дрібносерійному виробництві зазвичай технологічний процес є диференційованим, розчленованим на окремі операції, закріплені за певними верстатами.

Відповідно до цього типу виробництва, зазвичай наявна групова форма організації технологічного процесу. Вона характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення.

Дрібносерійне виробництво, яке є підвидом серійного виробництва, значно економніше одиничного виробництва з причин кращого використання устаткування, спеціалізації робочих, збільшення продуктивності праці та зменшення собівартості продукції.

Визначимо кількість деталей в партії, необхідну для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.4)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3,6,12, 24 дні).

Вибираємо 3 дні. [3]

$$n = \frac{500 \cdot 3}{254} = 5,9 \approx 6 \text{ шт.}$$

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ					

Таблиця 4.1 – Вхідні дані для розрахунку коефіцієнтів технологічності

Найменування поверхні	Кількість поверхонь, шт.	Квалітет точності	Параметр точності Ra, мкм
1	2	3	4
Циліндричні зовнішні поверхні:			
Ø62	1	11	2,5
Ø54	1	14	6,3
Ø47	1	12	6,3
Ø58	1	12	6,3
Ø20	1	11	2,5
Ø19,5	1	12	6,3
Циліндричні внутрішні поверхні:			
Ø46	1	14	6,3
Ø18	1	14	6,3
Ø34	1	14	12,5
Пази			
8	3	12	6,3
Отвори			
Ø6	5	14	12,5
Ø2,9	1	14	12,5
Ø2,9	1	11	6,3
Торці, фаски			
Торці чистові	6	11	6,3
Торці чорнові	3	14	6,3
Фаски	4	14	6,3
Всього	32	317	237,4

Таким чином, $A_{CP} = 317/32 = 9,9$

$K_{TЧ} = 1 - 1/9,9 = 0,9 > 0,7$ – деталь по цьому показнику є технологічною

Коефіцієнт шорсткості по критерію Ra розраховують за формулою:

$$K_{ш} = 1 - 1/B_{CP} \quad (4.3)$$

де B_{CP} – середня шорсткість поверхонь.

Розрахунок арифметичного значення шорсткості всіх поверхонь:

$$B_{CP} = (c_1 + c_2 + \dots + c_{32}) / \sum_i m_i \quad (4.4)$$

де c – значення шорсткості кожної поверхні.

Таким чином, $B_{CP} = 237,4/32 = 7,4$, $K_{Ш} = 1 - 1/7,4 = 0,86 < 0,52$.

Так як $K_{Ш} > 0,32$, деталь по цьому показнику є технологічною.

Згідно з результатами кількісного аналізу можемо зробити висновок що деталь є технологічною.

З урахуванням загального аналізу деталі «Поршень 265Б-1.005» можемо зробити висновок, що деталь достатньо технологічною, хоча має окремі не технологічні характеристики як по точності та к і по якості.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_b = 0,9$ - коефіцієнт враховуючий масу;

$$S_{\text{відх}} = 2000 \text{ грн} - \text{ціна однієї тони відходів},$$

$$S_{\text{зарл}} = \left(\frac{15000}{1000} \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \right) - (0,7 - 0,35) \frac{2000}{1000} = 11,7 \text{ грн.}$$

Отже, заготовку будемо отримувати литтям в піщано-глинясті форми, так як цим способом ми отримаємо більш економічно вигідну заготовку з дотриманням характеристик матеріалу. Крім того лиття в піщаноглинясті форми доцільно застосувати виходячи з конфігурації деталі, технічних вимог креслення та типу виробництва – дрібносерійного.

Розрахуємо розміри заготовки за ГОСТ 26645-85.

- клас розмірної точності вилівка – 11;
- ступінь короблення елементів вилівка – 9;
- ступінь точності поверхонь – 15;
- шорсткість поверхонь вилівка $Ra=50$ мкм;
- допуск зміщення вилівка по площині роз'єму – 1,2 мм;
- ряд припусків – 8.

Розрахунок розмірів вилівка зводимо до таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Розрахункові розміри вилівка

№	Номинальний розмір деталі	Припуск на розмір	Допуск форми поверхонь	Загальний припуск	Вид мех. обробки	Ряд припусків	Допуск на розмір	Розмір заготовки
1	∅ 62	4,4	0,3	4,7	чист.	8	±1,0	67±1,0
2	∅ 20	3,5	0,5	4,0	чист.	8	±0,5	24±0,5
3	∅46	3,9	0,3	4,2	п/чист.	8	±0,8	41±0,8
4	73	4,5	0,5	5,0	чист.	8	±1,0	78±1,0
5	32	4,5	0,5	5,0	Чис.	8	±0,8	37±0,8

Умовне позначення вилівка: 11-9-15-10 см. 6,4 ГОСТ 26645-85

де 11 – клас розмірної точності;

9 – ступінь короблення;

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 18320684-00 ПЗ

15 – ступінь точності поверхонь;

10 – клас точності мас.

Технічні вимоги:

1. Точність вилівка 11-9-15-10 ГОСТ 26645-85.
- 2 Твердість HB150-240.
3. На необроблюваних поверхнях допускаються раковини найбільшим розміром до 3 мм, глибиною до 1,5 мм.
4. Невказані виліткові радіуси 3-5 мм, ухили 3-5° .
5. Невказані граничні відхилення розмірів лінійних 1 мм, кутових 2° .
6. На оброблюваних поверхнях допускаються будь-які дефекти в межах 2/3 припуску під механічну обробку.
7. На зовнішніх та внутрішніх поверхнях допускаються напливи та нерівності висотою та глибиною не більше 1 мм.
8. Чистку вилівка проводити в піщано гідравлічній камері.
9. Маркувати номер креслення та марку матеріалу.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 6.1 – Вхідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм				
			R _z	T	ρ	ε _б	ε _з
Відливка	11	+0,5 -0,5	300	300	200	-	-
Точіння чорнове	кв. 14	-0,52	200	200	12	0	100
Точіння чистове	кв.11	-0,065 -0,195	50	50	0,96	0	20

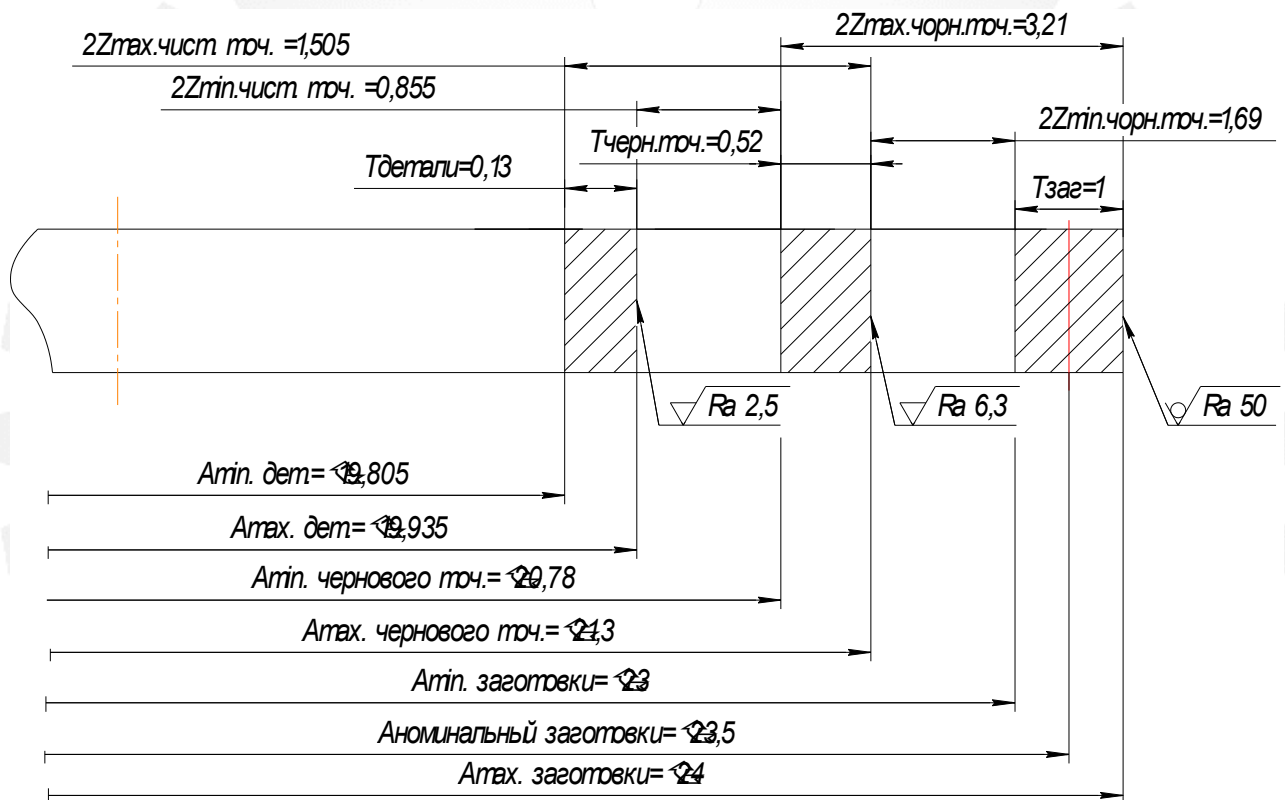


Рисунок 6.1 – Схема розташування полів припусків і допусків розміру $\varnothing 20d11$ мм

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

Операція 020 – токарна з ЧПК.

На операції 020 з двох установів виконується чорновий етап обробки заготовки, рисунок 6.2. Одна із схем базування поршня – в трьохкулачковому патроні з розточеними кулачками. З такою схемою базування заготовка буде позбавлена п'яти ступенів вільності – установча та подійна опорна бази.

Похибка базування для діаметральних розмірів $E_6=0$ оскільки заготовка встановлюється в трикулачковий патрон, який є самоцентруючим.

Похибка базування для розміру 77 та 76, 35 мм також зведеться до нуля, так як вимірювальна база співпадає з технологічною, лівий торець, $E_{677}=E_{676}=E_{635}=0$.

Похибка базування для розміру $16^{+0,43}$ мм буде рівна допуску на розмір 77 мм, отже $E_{616}=T_{77}=0,74$ мм. Це є більшим, ніж допуск виконуваного розміру $E_6=0,74 \geq T_{16}=0,43$ мм, тому його рекомендовано отримувати методом пробних проходів.

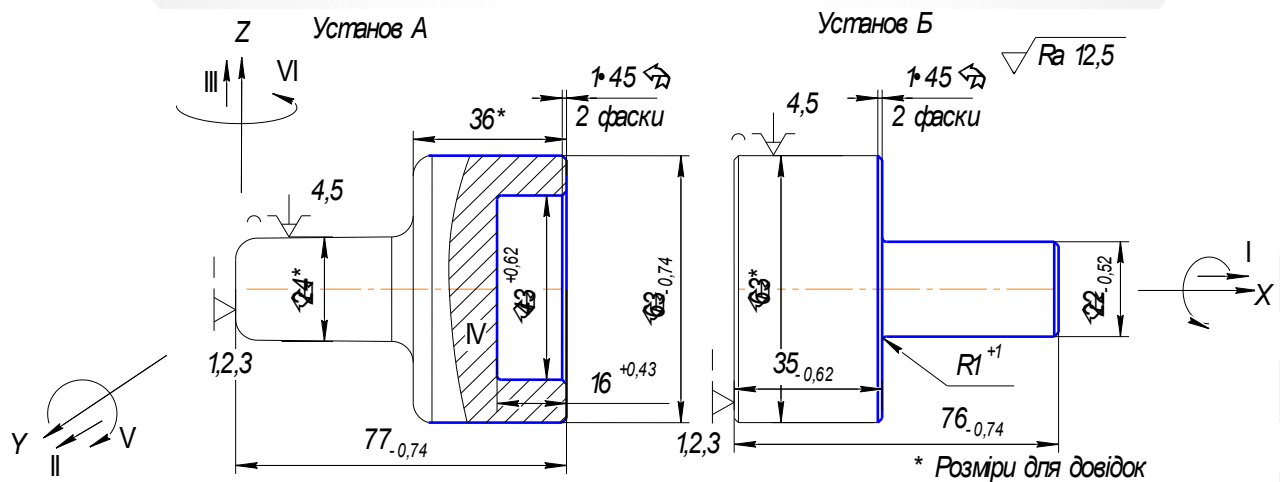


Рисунок 6.2 – Схема базування для операції 020

Для прикладу розглянемо базування заготовки по торцю фланця, установ А, рисунок 6.3. При такій схемі виникають подвійна напрямна та опорна бази, а заготовка теж позбавлена п'яти ступенів вільності.

Похибка базування для діаметральних розмірів знов буде рівна нулю, $E_6=0$.

Похибка базування для розміру $77_{-0,74}$ мм буде рівна допуску на розмір $41 \pm 0,8$ мм, тобто $E_6=T_{41}=1,6$. Це більше допуску розглядаємого розміру, $E_6=1,6 > T_{77}=0,74$ мм, що є неприпустимим.

Використання одних і тих же кулачків для закріплення заготовки на установках А так і Б є неможливим, тому залишаємо першу схему базування.

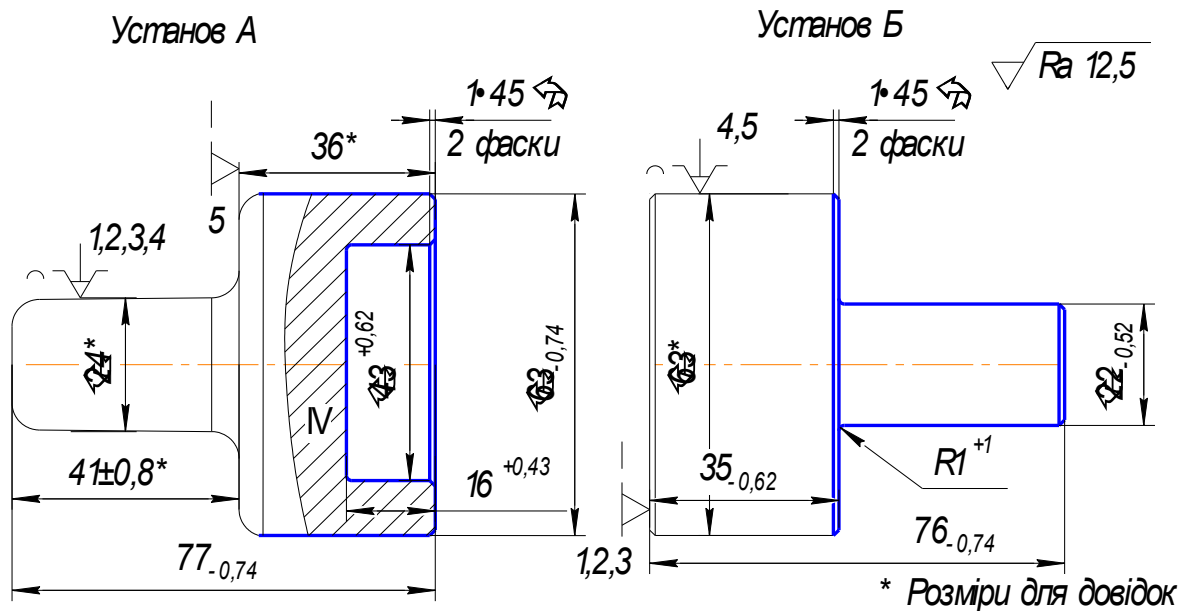


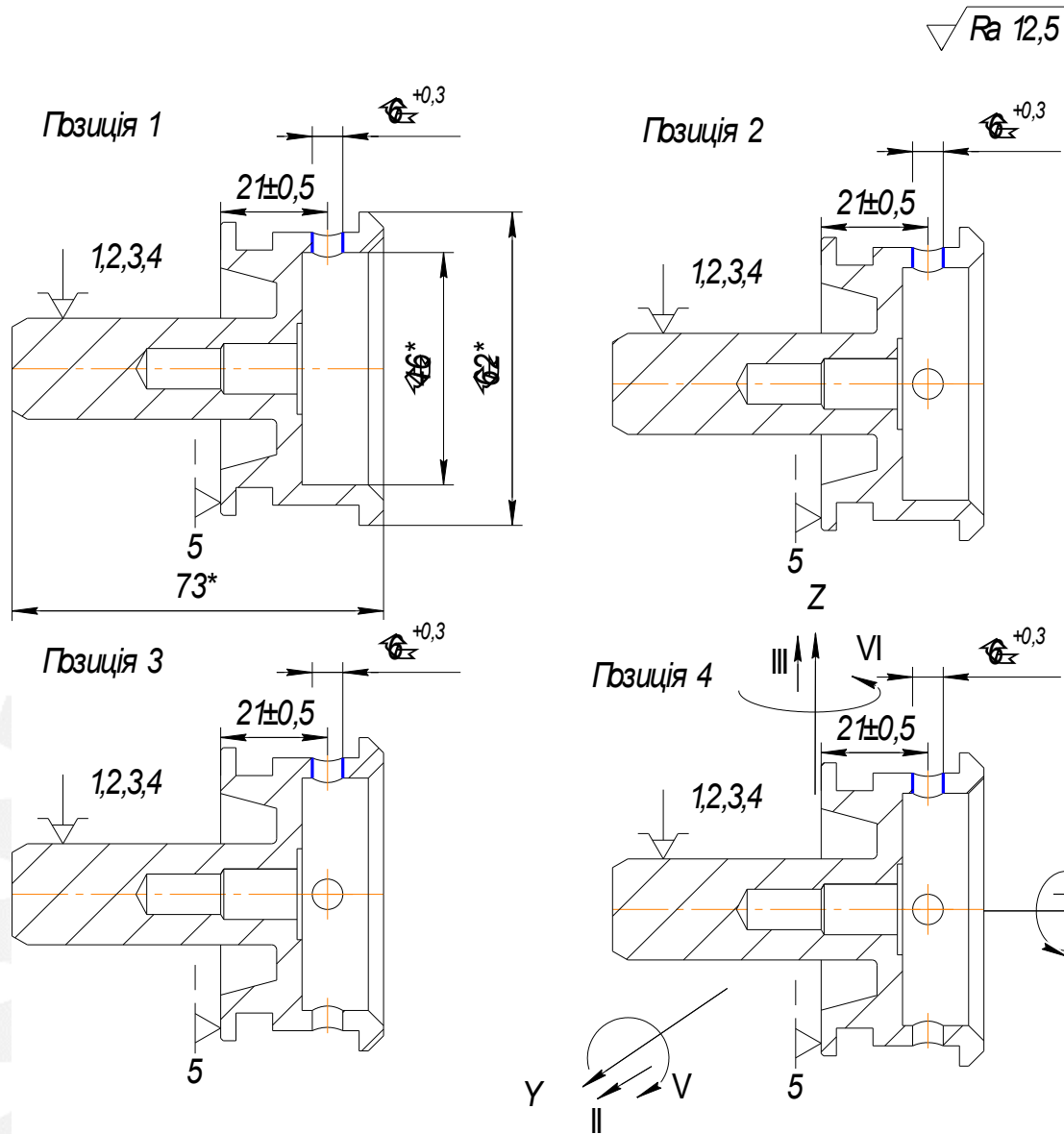
Рисунок 6.3 – Альтернативна схема базування на операції 020

Операція 045 – Свердлильна з ЧПК.

На операції 045 на одному установі та чотирьох позиціях виконують свердління отворів на периферії $\varnothing 54$. Найбільш раціональною схемою базування є базування в універсальну ділильну головку – УДГ за поверхню $\varnothing 20$ в кулачках з упором в торець на столі верстата, рисунок 6.4. Ця схема базування дозволяє лишити заготовку п'яти ступенів вільності. При такому базуванні наявні подвійна напрямна база (циліндрична поверхня) та опорна (торець) бази. Орієнтувати заготовку відносно інших отворів, паза не треба, вони виконуються на наступних операціях. Точність повороту під 90° буде забезпечена завдяки ділильній головці.

Похибка базування для розміру 21 мм буде рівна нулю, так як співпадутим вимірювальна та технологічна бази (торець), $E_6=0$. Похибка базування для глибини свердління розглядатися не буде, тому що отвір виконується на прохід.

					Лист
					28
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ



* Розмір для довідок

Рисунок 6.4 – Схема базування на вертикально-свердлильній операції 040

Альтернативна схема базування в призмах з упором по торцю $\varnothing 20$ показана на рисунку 6.5. Ця схема рівноцінна попередній (подвійно напрямна та опорна бази), але похибка базування для розміру $21 \pm 0,5$ мм буде рівна $41^{+0,62}$. При цьому $E_6 = T_{41} = 0,62 < T_{21} = 1$ мм, тобто обробка буде виконуватись без браку.

Також необхідно враховувати складність пристрою, так як призми будуть базувати різні діаметри, відповідно будуть різними по висоті. Це виконати конструктивно досить важко, зважаючи на те, що необхідно забезпечувати поворот заготовки на 45° .

					Лист	
					29	
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ	

Так як поверхні для обробки - зовнішні циліндричні поверхні, розташовані по центру, то обробку доцільно здійснювати на токарному верстаті з ЧПУ. Для обробки на токарній операції з ЧПУ розглядаємо два токарних верстата з ЧПУ 16K30Ф3 і KNUTH Compact 480. З огляду на габаритні розміри заготовки, потужність двигуна верстата, кількість встановлених інструментів вибираємо токарний верстат з ЧПУ KNUTH Compact 480, так як він новіший, має сучасну систему ЧПУ сумісну з САПР, а також це дозволить проводити обробку деталей більш широкого діапазону типорозмірів.

Токарний верстат з числовим програмним управлінням KNUTH Compact 480 призначений для виконання різноманітних робіт, включаючи точіння, розточування, свердління і нарізування різьблення.

Висока потужність приводу і жорсткість верстата, широкий діапазон частоти обертання шпинделя і подач дозволяють повністю використовувати можливості прогресивних інструментів при обробці різних матеріалів.

Основні технічні характеристики токарного верстата з свердління наведемо в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Основні технічні характеристики токарного верстата з ЧПУ KNUTH Compact 480

Параметр	Величина
Діаметр заготовки над станиною, мм	480
Діаметр заготовки над супортом, мм	321
Частота обертання шпинделя, об/хв	4500
Подача (прискорений хід), мм/хв	30000
Кількість позицій інструм. магазину, шт.	10
Розміри хвостовика інструмента, мм	25x25
Потужність двигуна гол. приводу, кВт	11
Розміри верстата (ДхШхВ), мм	3099x1390x1690
Маса, кг	5900

Обґрунтування і вибір моделі металорізального верстата на операції 045 – свердлильна з ЧПК

Для обробки чотирьох отворів на периферії $\varnothing 54$, розглянемо обладнання з урахуванням наступних показників:

- технологічні методи обробки – надамо перевагу верстату з ЧПК 2P135Ф2, так як це обладнання дозволить виконати обробку в автоматичному режимі;
- потужність двигуна;
- розміри робочої зони – верстат 2P135Ф2 має робочий стіл розмірами 400x710 мм. Цього досить для встановлення верстатного пристрою.

Основні технічні характеристики верстатів наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Основні характеристики верстата 2P135Ф2

Характеристика	Значення для моделі верстату
	2P135Ф2-1
клас точності по ГОСТ 8-77	Н
конус Морзе №	4
найбільший діаметр обробки, мм	35
осьова сила, Н	15000
найбільший крутний момент, Нм	200
частота обертання шпинделя, $об/хв$	36-1600
кількість інструментів в магазині, шт	6
потужність ел. двигуна головного руху, кВт	10
маса верстата, кг	4700

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Операція 020 – Токарна з ЧПК.

На токарній операції пропонується застосовувати таке оснащення [9,10]:

- для закріплення заготовки – патрон трихулачковий 7100-0052 ГОСТ 2675-80;

- різець 2102-1367 ВК6 ГОСТ 24996-81 –токарний різець, зі змінною твердосплавною пластиною із матеріалу ВК6, для обробки циліндричних поверхонь і торців. Розмір державки 20x20 мм;
- різець 2145-0601 ВК6 ГОСТ 20874-75 – розточувальний токарний різець, зі змінною твердосплавною пластиною із матеріалу ВК6, для обробки циліндричних поверхонь і торців. Розмір державки 20x20 мм;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю розмірів виготовлених поверхонь.

Операція 040 – Свердлильна з ЧПК.

- УДГ-100 ГОСТ 8615-89 – забезпечує базування та закріплення (патрон самоцентруючий трьохкулачковий в комплекті);
- свердло 2301-3555 Р6М5 ГОСТ 10903-77, спіральне свердло $\varnothing 6$, конус хвостовика - Морзе №1, для свердління отворів $\varnothing 6$ мм;
- втулка 6100-258 ГОСТ 13598-85, перехідна втулка з конусу Морзу №1 на №4, для установки свердла в шпindelь верстата;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 – для контролю розмірів виготовлених поверхонь.

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 020 – Токарна з ЧПК.

На операції на двох установках ведеться чорнова обробка поршня.

Вхідні дані: точіння $\varnothing 63$ мм, різець – прохідний контурний, матеріал заготовки – СЧ18 ГОСТ 1412-85 з межею міцності $\sigma_b=200$ МПа, має габаритні розміри деталі «Поршень» $\varnothing 67 \times 78$ та її маса 0,8 кг. Спосіб отримання заготовки – виливок, обробка чорнова, різцем з твердого сплаву ВК6. Модель верстата KNUTH Comract 480, пристрій – патрон токарний.

Глибина різання дорівнює $t = \frac{67 - 63}{2} = 1,5$ мм.

Подача $S = 0,3$ мм/об [9, с.277].

$K_{Sd}=0,9$ – перетин державки;

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист 33
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{SN}=1,0$ – міцність різальної частини;

$K_{SM}=0,8$ – механічні властивості оброблюваного матеріалу;

$K_{SY}=0,9$ – схема установки;

$K_{SP}=1,0$ – стан поверхні;

$K_{S\phi}=1,0$ – геометрія різця.

$S=S_{дон} \cdot K_{sd} \cdot K_{SN} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,34$ мм/об, при коригуванні згідно з паспортом верстата $S=0,3$ мм/об.

3. Стійкість різця $T=50$ хв.

4. Знаходимо швидкість різання за формулою [9, с.276]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} s^x y^y} K_v, \quad (6.5)$$

де $C_v=292$, $x=0,15$, $y=0,2$, $m=0,2$ – коефіцієнти та показники в формулі швидкості різання [9, табл.28, с.278];

K_v – поправочний коефіцієнт, враховуючий умови різання фактичні. Він знаходиться за формулою [9, с.282]:

$$K_v = K^{Mv} K^{Pv} K^{Iv}, \quad (6.6)$$

де K^{Mv} – поправочний коефіцієнт, враховуючий вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

$K^{Pv} = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки [9, табл.5];

$K^{Iv} = 0,65$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий марку інструментального матеріалу [9, табл.6].

Коефіцієнт K^{Mv} розраховується за формулою [9, табл.1]:

$$K_{MV} = (190/HV)^n, \quad (6.7)$$

де $K^r = 1,0$ – коефіцієнт, враховуючий групу сталі [9, табл.2];

$n_v = 1,7$ – показник ступіня [9, табл.2].

Тоді: $K_{MV} = (190/190)^{1,7} = 1,0$.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

З урахуванням зазначених вище показників швидкість різання рівна:

$$V = \frac{292}{50^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,0 = 127,3 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя знаходимо по формулі:

$$n_{ш} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \quad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 127,3}{3,14 \cdot 63} = 643 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо значення обертання шпинделя згідно паспорту $n^{np} = 600$ об/мин.

З урахуванням цього значення фактична швидкість різання скоригується:

$$V\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.9)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 600}{1000} = 118,6 \text{ м/хв.}$$

8. Силу різання розраховують за формулою:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (6.10)$$

Значення параметрів в формулі сили різання при точінні по [9]

$C_p = 123$, $x = 1,0$, $y = 0,85$, $n = 0$;

$K_p = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки,

$$P_z = 10 \cdot 123 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,85} \cdot 118,6^0 \cdot 0,9 = 795 \text{ Н.}$$

Потужність різання знаходять за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{795 \cdot 118,6}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт.} \quad (6.11)$$

Потужність різання є меншою, ніж потужність верстата з урахуванням КПД 0,85% ($1,5 < 7,1 \cdot 0,85 = 6,0$ кВт), отже обробка можлива.

Формула розрахунку основного часу:

$$T_o = \frac{L}{S_M} i \quad (6.12)$$

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 18320684-00 ПЗ

де $L = 42$ мм – довжина оброблення з урахуванням врізання;

$n = 600$ об/хв – частота обертів шпинделя;

$S = 0,3$ мм/об – подача;

$i=1$ – кількість проходів.

$$T_0 = \frac{42}{600 \cdot 0,3} = 0,23 \text{ хв.}$$

На інші переходи режими розраховують аналогічно, таблиця 6.4.

Таблиця 6.4 – Таблиця режимів різання для операції 020

Поверхня	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	L, мм	T ₀ , хв
Установ А							
Підрізати торець 77	1	1	0,3	118,6	600	18	0,1
Точити $\varnothing 63$	1,5	1	0,3	118,6	600	42	0,23
Розточити $\varnothing 43$	1	1	0,3	108,1	800	18	0,08
Підрізати торець 16	1	1	0,3	108,1	800	22	0,09
Фаска 1x45	1	1	0,3	108,1	800	5	0,01
Установ Б							
Підрізати торець 76	1	1	0,3	110,5	1600	15	0,03
Точити $\varnothing 22$	1	1	0,3	110,5	1600	45	0,09
Підрізати торець 35	1	1	0,3	118,6	600	23	0,13
Фаска 1x45	1	1	0,3	110,5	1600	5	0,01
Разом							1,1

Операція 040 – Свердлильна з ЧПК.

Свердлильна операція проводиться на одному установі та чотирьох позицій – обробка отворів.

Вхідні дані: свердління чотирьох отворів $\varnothing 6$ мм, тип свердла – спіральне з конічним хвостовиком, оброблюваний матеріал – СЧ18 ГОСТ 1412-85 з межею

$$V = \frac{14,7 \cdot 6^{0,25}}{30^{0,125} \cdot 0,14^{0,55}} 1,1 = 16,5 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо частоту обертання шпинделя по формулі (6.8)

$$n = \frac{1000 \cdot 16,5}{3,14 \cdot 6} = 875 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо значення обертання шпинделя з паспортним $n^{np} = 850$ об/мин.

З урахуванням прийнятого значення розраховуємо фактичну швидкість різання по формулі (8.9)

$$v = \frac{3,14 \cdot 850 \cdot 6}{1000} = 16,0 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо крутячий момент по формулі [7, с. 276]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \quad (6.14)$$

де $C_M = 0,021$, $q = 2,0$, $y = 0,8$ – коефіцієнти та показники в формулі [7, табл.32];

K_p – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив оброблюємого матеріалу (6.7);

де $n = 0,3$ – показник.

$$K_p = (190/190)^{0,3} = 1,0.$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів маємо:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 6^{2,0} \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,0 = 1,5 \text{ Нм.}$$

Знаходимо осьове зусилля по формулі:

$$P_o = C_p D^q S^y K_p, \quad (6.15)$$

де $C_p = 143$, $q = 1,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти та показники сил різання [9, табл.32].

$$P_o = 143 \cdot 6 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1,2 = 259 \text{ Н.}$$

9. Знаходимо потужність необхідну для обробки по формулі (6.11):

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{1,5 \cdot 850}{9750} = 0,13 \text{ кВт.}$$

Потужність різання менше потужності верстата з урахуванням КПД (0,85) ($0,13 < 3,7 \cdot 0,85 = 3,4$ кВт), обробка можлива.

						Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ	

Розраховуємо основний час по формулі (6.12):

де $L = 4+5=9$ мм – довжина обробки з урахуванням врізання;

$n = 850$ об/хв – частота обертів шпинделя;

$S = 0,14$ мм/об – подача;

$i=4$ – кількість оброблюваних отворів.

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i = \frac{9}{850 \cdot 0,14} \cdot 4 = 0,28 \text{ хв.}$$

6.6 Технічне нормування операцій

Операція 020 – Токарна з ЧПК.

Допоміжний час визначають за формулою [11]:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.16)$$

де $T_{уст} = 2,1+1,8=3,9$ хв - час на установку і зняття заготовки вручну;

$T_{уп} = 2,6$ хв – допоміжний час з управління верстата карта;

$T_{вим} = 1,1$ хв – час на вимірювання карта.

$$T_d = 3,9+2,6+1,1=7,6 \text{ хв.}$$

Оперативний час [11]:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.17)$$

$$T_{оп} = 0,28+7,6=7,88 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час – сума часу на обслуговування та часу на відпочинок, у відсотках від оперативного часу:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 6\% = 7,88 \cdot 0,06 = 0,47 \text{ хв.}$$

Штучний час за формулою [11]:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}. \quad (6.18)$$

$$T_{шт} = 7,88+0,47=8,35 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час [11]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}, \quad (6.19)$$

$T_{п.з} = 10$ хв - підготовчо-заклучний час – сума часу на отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 49$ шт. – кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 9,2 + 10/49 = 9,4 \text{ хв.}$$

Операція 040 – Свердлильна з ЧПК.

Визначаємо допоміжний час за формулою (6.17):

де $T_{уст} = 2,5$ хв - час на установку і зняття заготовки вручну;

$T_{уп} = 7,5$ - допоміжний час з управління верстата;

$T_{вим} = 1,0$ хв - час на вимірювання.

$$T_{д} = 2,5 + 7,5 + 1,0 = 11 \text{ хв.}$$

Оперативний час за формулою (6.18):

$$T_{оп} = 11 + 0,28 = 11,28 \text{ хв.}$$

Додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 8\% = 11,28 \cdot 0,08 = 0,92 \text{ хв.}$$

Штучний час за формулою (8.21):

$$T_{шт} = 11,28 + 0,92 = 12,2 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час за формулою (6.19):

$T_{п.з} = 12$ хв – підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 49$ шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 12,2 + 12/49 = 12,4 \text{ хв.}$$

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Обґрунтування вибору верстатного пристрою

Задачею розділу є проектування пристрою для операції 030 – токарна з ЧПК. В базовому ТП заготовка обробляється на універсальному верстаті в трюхкулачковому патроні. У проектованому ТП універсальний верстат замінений на з системою ЧПК. Використання спеціальних пристроїв верстатів скоротить час на УЗС заготовки, знизити розряд оператора, і тим самим значно зменшити допоміжний час, а значить зменшити собівартість деталі. Також необхідно відмітити що використання такого пристрою збільшить точність та стабільність параметрів (точність форми та розміщення, шорсткість).

Система координат пропонованого пристрою відповідає системі верстата – вісь z – вздовж вісі деталі.

7.2 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції.

Згідно з ескізом операції, ведеться обробка досить великої кількості поверхонь, циліндричні, плоскі (торці).

На операції витримуються розміри з такою точністю, згідно з операційним ескізом:

- $\varnothing 62(-0,1;-0,29)$ мм, допуск $T=0,19$ мм, згідно з ДСТУ ISO 286-2 - 11 квалітет точності;

- $32(-0,16)$ мм, допуск $T=0,16$ мм – 11 квалітет точності;

Точність форми.

На кресленні не зазначено точність форми отриманих поверхонь, тому назначаємо їх за нормальною геометричною точністю – А. Допуск циліндричності або ж профілю повздовжнього перерізу, відповідно розрачується в відсотковій частині від допуску на розмір, що складатимуть 30% від допуску розміру $\varnothing 62$ мм, $T=0,19 \cdot 0,3=0,056$ мм приймаємо 40 мкм – 9 ступінь точності.

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ				

Для торцю розглянемо допуск площинності, що складатиме 60% від допуску на розмір 32, тоді $T=0,6 \cdot 0,16=0,086$ мм, приймаємо 80 мкм – 11 ступінь точності.

Точність розміщення поверхонь.

На креслені проставлено вимогу – допуск співвісності поверхні $\varnothing 62$ не більше 100 мкм відносно $\varnothing 20$ – 11 ступінь точності.

Для торцю допуск перпендикулярності складе 60 % допуску на розмір $\varnothing 32$ мм, тоді $T=0,6 \cdot 0,16=0,086$ мм, приймаємо 80 мкм – 11 ступінь точності.

Шорсткість циліндричної поверхні $\varnothing 62$ – $Ra=2,5$ мкм, а торця – $Ra=6,3$ мкм.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

Попередньо заготовка оброблюється на токарному верстаті, де підготовлюється чистова база - оброблюється хвостовик $\varnothing 20$ та підрізаються торці.

Поверхні деталь не дуже розвинуті з причин її невеликих габаритів. Виконання канавок приводить до ослаблення деталі, тому при закріпленні необхідно враховувати сили затиску.

Оскільки на попередній операції оброблюється поверхня $\varnothing 20$ то більш логічно саме її взяти з базову.

Точність розмірів.

Базовий торець виконаний в розмір $74_{(-0,74)}$ мм, допуск $T=0,74$ мм – 14 квалітет – це технологічний розмір, припуск по торцю 1 мм під чистову обробку;

Базовий діаметр $20_{(-0,065;-0,195)}$ мм, $T=0,13$ мм – 11 квалітет точності.

Точність форми.

Допуск площинності торцю приймаємо як 60% від допуску на розмір 74, маємо $T=0,6 \cdot 0,74=0,44$ мм, приймаємо 50 мкм – 10 ступінь точності (ввігнутість, випуклість).

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	Подвійно напрямна база
5	I	Опорна база
6	IV	Вакансія

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування бази
l	0	1	1	Подвійно напрямна база
α	0	1	1	
l	1	0	0	Опорна база
α	0	0	0	
l	0	0	0	Вакансія
α	1	0	0	
	1	2	2	

Розробка та обґрунтування схеми закріплення.

Для знаходження поля утворюючих сил, збудуємо графічну модель даних сил, рисунок 7.2.

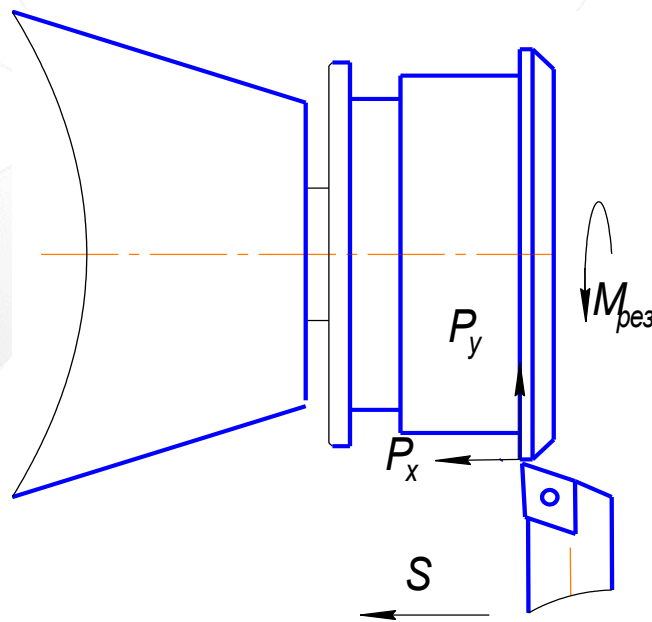


Рисунок 7.2 – Структура поля утворюючих сил

$$V = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 650}{1000} = 126,5 \text{ м/хв.}$$

Сила різання за формулою (6.10), при цьому значення коефіцієнтів та показників в формулі при точінні із [9]: $C_p = 123$, $x = 1,0$, $y = 0,85$, $n = 0$; $K_p = 0,9$ – коефіцієнт враховуючий фактичні умови обробки,

$$P_z = 10 \cdot 123 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,3^{0,85} \cdot 126,5^0 \cdot 0,9 = 397 \text{ Н.}$$

Необхідне зусилля при умові не провороту заготовки знайдемо::

$$W = \frac{KM_{\text{рез}}}{f} \quad (7.1)$$

де $K = 2,57$ – коефіцієнт запасу, залежить від умов обробки.

$$K = K^0 K^1 K^2 K^3 K^4 K^5 K^6, \quad (7.2)$$

де $K_0 = 1,3$ – гарантований коефіцієнт запасу, для всіх випадків;

$K^1 = 1,2$ – коефіцієнт залежний від поверхні (оброблена не оброблена);

$K^2 = 1,1$ – коефіцієнт враховуючий збільшення сил різання при зносі різального інструменту;

$K^3 = 1$ – коефіцієнт враховуючий сили різання при обробці поверхонь які мають вікна;

$K^4 = 1,5$ – коефіцієнт враховуючий постійність сил різання (від приводу);

$K^5 = 1,2$ – коефіцієнт враховуючий сили які намагаються повернути заготовку;

$K^6 = 1$ – коефіцієнт враховуючий ергономіку пристрою[4];

тоді, $K = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,57$;

$f^1 = 0,2$ – коефіцієнт тертя між заготовкою та установчою поверхнею;

Знайдемо силу, яку необхідно прикласти до заготовки:

$$W = \frac{2,57 \cdot 397}{0,2} = 5101 \text{ Н.}$$

Обґрунтування вибору приводу.

Для розкріплення достатньо ходу штока 15-20 мм, у зв'язку з цим раціонально примінити тарільчату резино-тканинову пневмокамеру дох сторонньої дії, діаметр діафрагми розраховується за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\pi}} \quad (7.3)$$

де $Q = 5101 \text{ Н}$ – вихідне зусилля пневмокамери;

$p = 0,63 \text{ МПа}$ – тиск повітря в системі.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5101}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 10^6}} = 0,103 \text{ м, приймаємо найближче стандартне значення - 125 мм.}$$

Знаходимо дійсне зусилля пневмокамери по формулі:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \quad (7.4)$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 10^6 = 7727 \text{ Н, приймаємо } 7700 \text{ Н.}$$

7.4 Точностні розрахунки пристрою.

Від точності пристрою, його биття залежить отримання необхідної співвісності – не більше 100 мкм:

$$E_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_{\text{II}}^2 + E_{\text{И5}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + E_{\text{поз}}^2}, \quad (7.5)$$

де $K_T = 1,2$ – коефіцієнт, враховуючий можливий відступ від нормального розподілення окремих показників;

$K_{T1} = 0,80$ - коефіцієнт, враховуючий можливий відступ від нормального розподілення допусків базових поверхонь;

$E_6 = 0 \text{ мкм}$ – похибка базування, для діаметральних поверхонь;

$E_3 = 50 \text{ мкм}$ – похибка закріплення, на розжимній цанговій оправці;

$E_y = 0 \text{ мкм}$ – похибка установки пристрою на верстаті, токарний патрон базується по конічній поверхні;

$E_{\text{II}} = 0 \text{ мкм}$ – похибка перекосу інструмента;

$E_{\text{И}} = 8 \text{ мкм}$ – похибка виникаюча внаслідок зносу установчих поверхонь:

$$E_{\text{И}} = \beta \cdot N = 0,002 \cdot 4000 = 8 \text{ мкм};$$

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18320684-00 ПЗ					

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт враховуючий ймовірність з’явлення похибки обробки;

$\omega = 80$ мкм – середня економічна точність обробки [10, с. 150];

$E_{\text{ПОЗ}} = 0$ мкм - похибка позиціонування інструмента[11, табл. 4.1].

Тоді похибка пристрій складе:

$$E_{\text{пр}} = 100 - 1,2 \sqrt{(0 \cdot 0,8)^2 + 50^2 + 0^2 + 0^2 + 8^2 + (0,6 \cdot 80)^2 + 0^2} = 100 - 83 = 16 \text{ мм.}$$

З урахуванням отриманих даних приймаємо допуск биття цангової оправки $T=0,01$ мм. Похибка в даному діапазоні виникає як наслідок окремих похибок елементів пристрою.

7.5 Опис пристрою і принцип дії пристрою.

Оправка за допомогою конічної посадки базується на фланці шпинделя верстату 3, затягується болтами 7. Шток пневмокамери протягується через оправку 3. На оправку вдягається стакан і після цього продівається вісь 7, яка фіксується гайкою 8.

Деталь установлюється в пелюстки цанги після чого подається робоче стиснене повітря через пневморозподільник 2 в праву порожнину пневмокамери 1. Шток пневмокамери тягне стакан рухаючись вліво, через вісь 6, заготовка центрується та затискається.

Для розкріплення заготовки, скидається повітря з правої порожнини та через розподільник подається в ліву порожнину, шток рухаючись вправо зтягує стакан та розкриває пелюстки, заготовка розкріплюється.

Пристрій зберігати в сухому місці, законсервованим, на дерев’яному настилі.

					ТМ 18320684-00 ПЗ	<i>Лист</i>
						48
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано службове призначення поршня 265Б-1.005 та виробу «Авторежим вантажний 265Б-1».

Був зроблений аналіз поверхонь деталі поршня 265Б-1.005, розглянуті функції, які ними виконуються. Проаналізовано креслення, властивості матеріалу, а також вимоги, що пред'явлені до деталі конструктором, їх відповідність нормативним документам.

Визначений тип виробництва за коефіцієнтом закріплення операцій – дрібносерійний. Прийнята заготовка – виливок в піщано-глинисту суміш, так як це найбільш раціональний метод отримання заготовки враховуючи масу, форму, тип виробництва та собівартість.

В роботі розглянуті два варіанти схем базування і обрано спосіб закріплення заготовки для двох механічних операцій 025 – токарна з ЧПУ та 050 – свердлильна з ЧПУ. Обрано оптимальні технологічне оснащення, верстати. Виконано розрахунок режимів різання для одного переходу аналітичним методом, а для інших – призначено табличним методом. Проведено для операцій і технічне нормування.

Для операції 030 – токарна з ЧПУ розроблено пристрій спеціальний з пневмоприводом. Для його конструювання проаналізовано дані про заготовку, розраховано силу закріплення та точнісні розрахунки пристрою.

Також розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності, що стосується параметрів мікроклімату приміщення.

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Автоматические регуляторы режимов торможения (авторежимы) [Электронный ресурс] /Режим доступа: http://pomogala.ru/tormoza/tormoza_24.html
2. Методические указания к практическим занятиям «Анализ служебного назначения машины и детали» по курсу «Технология Машиностроения» для студентов специальности 0501 дневной и вечерней форм обучения / Сост. О.А. Топоров. – Харьков: ХПИ, 1987. – 16 с.
3. **Євтухов, В. Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів [Текст]: для студ. спец. 6.05050201 "Технології машинобудування" / В. Г. Євтухов. – Суми: СумДУ, 2017. – 44 с. – 15-57.
4. **Євтухов, В. Г.** Методичні вказівки до практичних робіт з курсів "Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин" та "Технологія машинобудування" [Текст]: для студ. напряму 6.0902 "Інженерна механіка" усіх форм навчання / В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. – Суми : СумДУ, 2004. – 75 с. – 2-05.
5. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.
6. ГОСТ 2.305-68. Изображения, виды, разрезы, сечения.
7. ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений.
8. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения 5-е изд./ В.А.Шкред/А.Ф. Горбацевич- М.: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К.. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 /Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К.. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К.. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени. – Москва : Экономика, 1990.

13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых Изм. станках с ЧПУ, Часть II (нормативы режимов резания). – Москва : Экономика, 1990.

14. **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологи машиностроения [Текст] : учеб. пос. / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая шк., 1983. – 256 с. + Гриф МОН.

15. **Ансеров, М. А.** Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.

16. **Москальова, В.М.** Охорона праці. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне:НУВГП, 2009

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					ТМ 18320684-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51