

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))

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

перший (бакалаврський)
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу
1.2859–16.00–02

Виконав: студент 5 курсу,
групи ТМз–61к
напряму підготовки (спеціальності)
131 – Прикладна механіка (Технології
машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Черевко В. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Іванов В. О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
технології машинобудування,
верстатів та інструментів

_____ В. О. Залога

«_____» _____ 2020 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

КОРПУСУ 1.2859–16.00–02

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

Сумський державний університет
(Технології машинобудування)
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Студент

В. С. Черевко

Керівник

В. О. Іванов

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Реферат

Записка: 37 с., 8 рис., 16 табл., 3 додатка, 10 літературних посилань.

Об'єкт розробки – корпус гвинтового насоса із циклоїдним зачепленням 3В16/25.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення корпусу 1.2859–16.00–02.

Виконаний аналіз службового призначення насоса, корпусу та його технічних вимог. За коефіцієнтом закріплення операцій розрахований тип виробництва – дрібносерійний та форма його організації – групова. Вибраний і обґрунтований спосіб виготовлення вихідної заготовки – лиття в піщано-глинясті форми, виконаний аналіз технологічності конструкції деталі за якісними показниками.

Виконаний аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення корпусу. Обрані та обґрунтовані схеми базування і закріплення заготовок на операціях 020 «Токарна з ЧПК» і 025 «Фрезерна з ЧПК». Для аналізованих операцій обрані моделі верстатів, пристроїв, різальний та вимірювальний інструменти. Розрахунково-аналітичним методом розраховані припуски на зовнішню циліндричну поверхню діаметром 125h6. На визначені операції розраховані режими різання та норми часу.

Розроблений пристрій для фрезерування поверхонь на операцію 025 «Фрезерна з ЧПК».

Розроблені заходи по охороні праці та техніки безпеки для працюючих на дільниці.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТОВКА, ОПЕРАЦІЯ, ПРИПУСК, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ, ПРИСТРІЙ

Зміст

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення виробу, деталі. Опис конструкції деталі та умов її експлуатації.....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	9
3 Визначення типу та форми організації виробництва.....	11
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	14
5 Вибір способу виготовлення заготовки.....	15
6 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	18
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	18
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	18
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	23
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів.....	24
6.5 Розрахунок режимів різання.....	25
6.6 Технічне нормування операцій.....	28
7 Проектування верстатного пристрою.....	30
7.1 Обґрунтування мети операції та завдання на проектування.....	30
7.2 Розробка та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки в пристрої.....	31
7.3 Розрахунок точності елементів пристрою.....	34
7.4 Опис конструкції та роботи пристрою.....	35
Виводи.....	36
Список літературних посилань.....	37
Додаток А Креслення корпусу 1.2859-16.00-02.....	38
Додаток Б Розрахунок припусків на ЕОМ.....	39
Додаток В Специфікація.....	40
Додаток Г Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	42

					ТМЗ17190008–00 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	Черевко				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	Іванов					4	37
<i>Н. Контр.</i>	Ленисенко				СумДУ, ТМЗ–61к		
<i>Утв.</i>	Залога						
					Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу 1.2859-16.00-02. Пояснювальна записка		

Вступ

Виготовлення насосів є однією із важливих галузей промисловості. Її продукція поставляється практично до всіх машинобудівних підприємств народного господарства. Насоси різних типів і марок широко застосовують при розробленні нових видів виробів, технологічних процесів виготовлення деталей із нових матеріалів та заготовок, вони впливають на розширення номенклатури виробів і підвищують рівень інших галузей промисловості.

При виготовленні насосів різних конструкцій значну роль відіграє правильно спроектований технологічний процес виготовлення окремих деталей та їх складання. Проектування оптимального технологічного процесу виготовлення насосів для визначеного типу виробництва, є важливим завданням для конструкторів і технологів машинобудівних підприємств. Важливо якісно і в заданий строк виготовити насос із мінімальними витратами матеріалу, енергії, живої і уречевленої праці.

Одним із розповсюджених типів насосів є гвинтові насоси із циклоїдним зачепленням. Насоси такого типу виготовляються на підприємстві СМПО, де розроблений і є сталим технологічний процес їх виготовлення, відпрацьовані окремі операції виготовлення деталей та їх складання. Але збільшений об'єм випуску таких виробів потребує удосконалення конструкції та технологічного процесу їх виготовлення.

Введення в виробничий процес нових видів верстатного обладнання, розроблення удосконалених високоточних пристроїв, нових матеріалів різального інструменту, проектування більш точних контрольно-вимірювальних приладів – це ті задачі, які треба вирішувати цілодобово конструкторам і технологам при виготовленні насосів.

В комплексній роботі бакалавра аналізується існуючий технологічний процес виготовлення корпусу насоса із циклоїдним зачепленням та вирішуються питання базування деталі на окремих операціях, вибору прогресивного технологічного обладнання і оснастки. При виготовленні деталей насоса треба забезпечити заходи по охороні праці робітників та їх безпеки у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ317190008 – 00 ПЗ

1 Аналіз службового призначення виробу, деталі. Опис конструкції деталі та умов її експлуатації

Гвинтові насоси із циклоїдним зачепленням застосовуються у різних галузях промисловості. Такий тип насосів знаходить широке застосування в системах керування, регулювання і змащування машин, в гідравлічних пресах, для подання рідкого палива, перекачування в'язких рідин в нафтовій, коксохімічній і цукровій виробництвах, перекачування води, гасу, вина пива, молока. В деяких країнах названі насоси знайшли широке розповсюдження в судовому будівництві.

Конструкція гвинтового насоса із циклоїдним зачепленням може працювати у зворотному режимі, як двигун. Гвинтовий двигун застосовується в гідравлічному приводному органі для систем керування і регулювання, вальцювання, центрифуг, рульових машин, піднімальних пристроїв, для загвинчування гайок і т. ін.

Якщо гвинтовий вал приводного двигуна з'єднати із відліком обертів і послідовно приєднувати його патрубками до трубопроводу, то він може працювати як витратомір. Гвинтові насоси виготовляються із продуктивністю до 150 л/с (540 м³/ч) і тиском до 175 кг/см². Технічна характеристика насоса 3В 16/25 наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика насоса 3В 16/25

Подача л/с (м ³ /ч) при в'язкості 0,75 см ² /с (не менше)	6,1 (22)
Тиск насоса МПа (кгс/см ²) (не більше)	2,5 (25)
Вакумометрична висота (м) всмоктування (не більше)	5
Потужність насоса, (кВт) (не більше)	20,5
Частота обертання, об/хв	2900
Перекачувача рідина	Мінеральне мастило
Напрямок обертання вала насоса	Ліве
Маса насоса, кг	88
Габаритні розміри, мм	555 x 190 x 305

Корпус є основною деталлю гвинтового насоса. Він встановлюється (базується і закріплюється) у виробі поверхнями 7, 8, 21 (див. рис. 1.1 і 1.2).

Поверхні 7, 8 і 21 є основними конструкторськими базами (ОКБ) і визначають розташування деталі в корпусі насоса. Поверхня 8 є подвійною напрямною базою і позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності (двох переміщень і двох обертів). Поверхня 7 є опорною базою і позбавляє деталь однієї ступені вільності (одного переміщення). Поверхня 21 є опорною базою і позбавляє деталь однієї ступені вільності (одного переміщення).

Виконавчими поверхнями (ВП) будуть поверхні 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Поверхні 17, 18, 19 є також допоміжними конструкторськими базами (ДКБ) і визначають розташування трьох гвинтів в корпусі насоса.

					ТМ317190008 – 00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

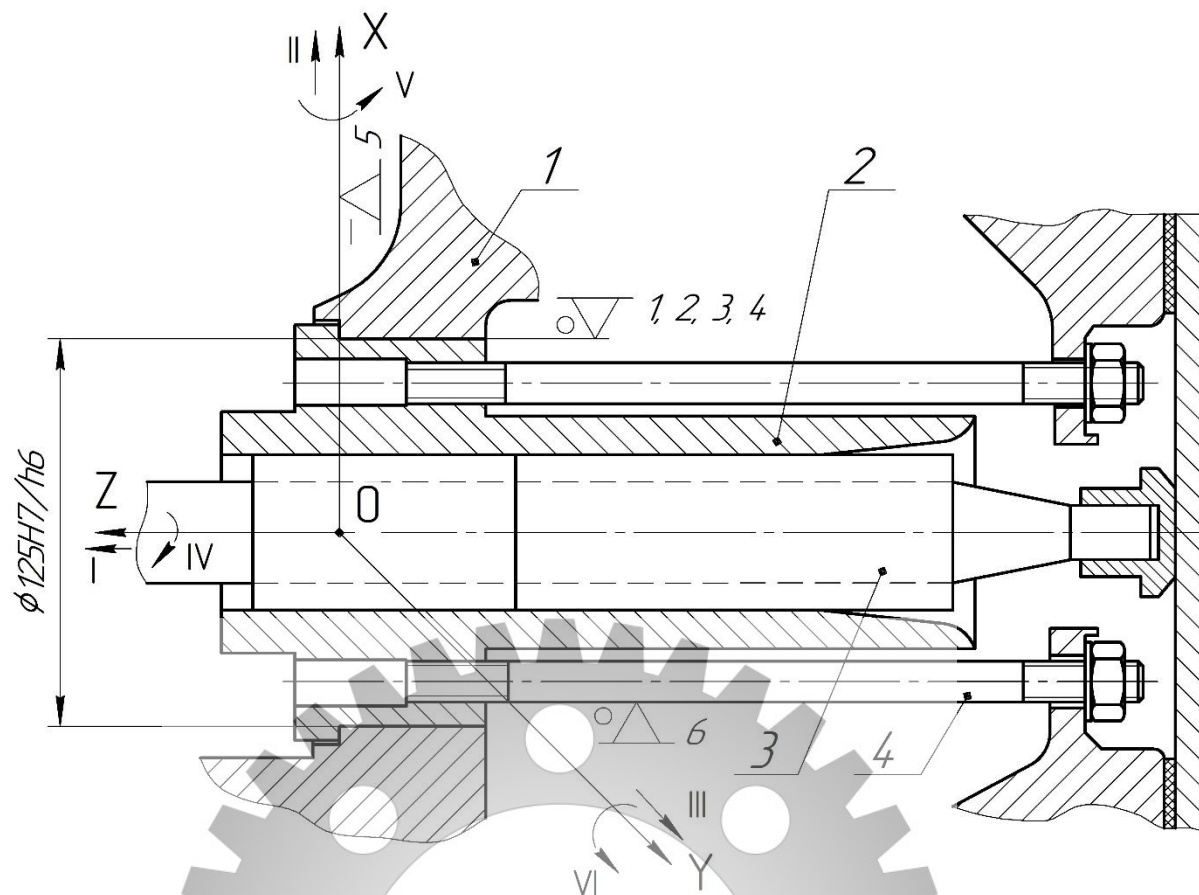


Рисунок 1.1 – Складальна одиниця гвинтового насоса: 1 – корпус насоса; 2 – корпус; 3 – гвинт; 4 – шпилька

Корпус 2, який розташований в насосі, позбавляється шести ступенів вільності (див. табл. 1.2 і 1.3).

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступені вільності	База
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	ПНБ
5	I	ОБ
6	IV	ОБ

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

1, α / X, Y, Z	X	Y	Z	База
1	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
1	0	0	0	ОБ
α	0	0	1	
Всього	2	2	2	б-ь зв'язків

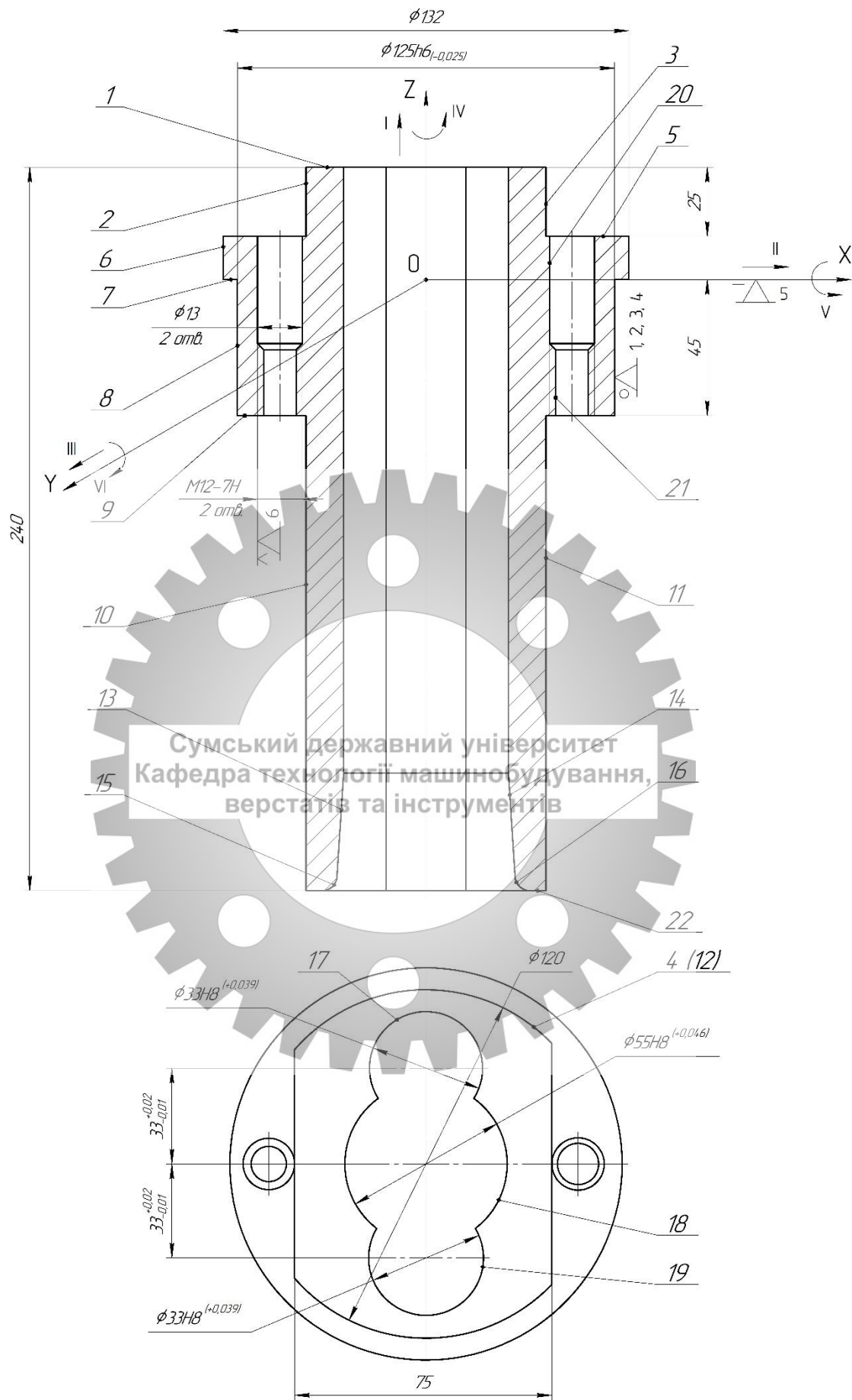


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі із номерами поверхонь

					Лист
ТМ317190008 – 00 ПЗ					8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Аналіз креслення «Корпус 1.2859–16.00–02» визначив, що він виконаний відповідно до ЄСКД і вміщує усю потрібну інформацію для виготовлення деталі. Креслення має достатню кількість проекцій, видів, розмірів, щоб виготовити заготовку та деталь. Конструктор в кресленні визначив потрібну точність розмірів, шорсткість поверхонь, точність взаємного розташування поверхонь.

Матеріал деталі – бронза марки БрО5Ц4С5 ГОСТ 613–79 зазначена на кресленні, але не відповідає стандартному позначенню. Олов'яна бронза, яка виготовлена литтям, має таке позначення: БрОЦС5-5-5 ГОСТ 613–79 [8].

Раніш встановлено, виконавчими поверхнями корпусу є внутрішні поверхні одного циліндричного отвору діаметром 55Н8 і двох діаметрів 33Н8, в яких обертаються гвинти.

Отвір діаметром 55Н8 виконаний із допуском $T_{55} = 0,046$ мм, а відхилення від співвісності не повинно перевищувати 0,02 мм на базовій довжині 240 мм. Ця вимога забезпечує обертання ведучого вала без затирання та заклинювання.

Два отвори діаметром 33Н8 виконуються із допуском $T_{33} = 0,039$ мм. Позиційний допуск не повинен перевищувати 0,03 мм на базовій довжині 240 мм. Наведена вимога забезпечує якісне зчеплення гвинтів, заповнення канавок рідиною і відтворює потрібний тиск у виробі. Параметр шорсткості $R_a = 0,8$ мкм внутрішніх поверхонь корпусу потрібний для проходження рідини без відкладення на мікроскопічних нерівностях поверхонь отворів і окремих фрагментів, а також ковзання поверхонь гвинтів без заїдань та виділення тепла.

Відстань між осями двох отворів діаметрами 33Н8, а також між цими осями і віссю діаметра 55Н8 складає $33(+0,02; -0,01)$ мм. Точність міжосьових відстаней зазначена конструктором правильно. Ця вимога забезпечує надійну роботу насоса, виключає його заклинювання та затирання гвинтів у отворах корпусу.

Виконання всіх вимог до внутрішніх поверхонь деталі забезпечує роботу насоса без вібрацій, перегрівання і заїдання гвинтів за час його праці.

Підвищення якості точності на розміри внутрішніх поверхонь деталі може призвести до зниженню ККД насоса (збільшуються зазори, знижується вихідний тиск). Також, підвищення точності розмірів, призведе до збільшенню вартості обробки, що потребує припасуванню всіх деталей за місцем при складанні, та введення в технологічний процес фінішних операцій (притирання, припрацювання).

Щоб забезпечити якісне складання та виключити перекіс корпусу у виробі, зовнішній діаметр 125h6 не має перевищувати задану технічну вимогу – радіальне биття 0,02 мм відносно осі деталі. Шорсткість названої поверхні становить $R_a = 1,6$ мкм і відповідає точності виконуемого розміру. Якщо підвищити квалітет розміру

						ТМ317190008 – 00 ПЗ	Лист
							9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

поверхні діаметром 125h6, то це може ускладнити збирання виробу. Зниження якості ускладнить складання і підвищить вартість обробки деталі.

Позиційний допуск розташування двох отворів М12-7Н не повинен перевищувати 0,2 мм на діаметрі 95 мм, щоб виключити перекіс шпильок при складанні.

Незазначені граничні відхилення розмірів відповідають чотирнадцятому якості Н14, h14, $\pm t/2$, а шорсткість – $R_a = 12,5$ мкм.

Матеріал деталі – олов'яна бронза Бр.ОЦС5-5-5 ГОСТ 613-79, її хімічний склад та фізико-механічні властивості наведені в таблицях 2,1 та 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад бронзи БрОЦС5-5-5 ГОСТ 613-79 (в процентах)

Pb	Zn	Sn	Cu
0,4 – 6,0	4,0 – 6,0	4,0 – 6,0	Решта

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні характеристики виливки із бронзи БрОЦС5-5-5

Параметр характеристики	σ_B , кгс/см ²	δ , %	НВ, мм ²
Виливка в кокіль	18	4	60
Виливка в піщано-глинясті форми	15	6	60

Наведений в таблицях матеріал використовується як антифрикційний. Бронза цієї марки передбачає фасонну виливку, яка має високу міцність та корозійну стійкість. Матеріал бронзи дуже стійкий на повітрі, в морській воді, в розчинах більшості органічних кислот, вуглецевих розчинах [8]. Цей матеріал дуже добре оброблюється різанням.

Кресленням передбачений матеріал-замінник – олов'яна бронза марки Бр.ОФ6,5-0,15 ГОСТ 5017-74, яка легко піддається деформації. Цю марку бронзи можна легко штампувати, кувати, а також використовувати інші види обробки тиском. Хімічний склад: Sn = (6,0-7,0) %; P = (0,10-0,25) %; Cu – решта.

Таким чином, технічних вимог на кресленні достатньо для якісного виготовлення деталі.

3 Визначення типу та форми організації виробництва

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о}$. [7].

Вихідні дані: $N = 2000$ штук – річний об'єм випуску виробів; режим роботи підприємства – 2-і зміни за добу; фонд роботи обладнання за рік $F_0 = 4015$ годин. Штучно-калькуляційний час $T_{ш-к}$ окремих операцій технологічного процесу виготовлення корпусу прийнятий за даними підприємства.

Кількість верстатів окремих механічних визначається за формулою

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60F_0 \cdot \eta_{з.н.ср.}}$$

де $\eta_{з.н.ср.} = 0,8$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Приймаємо кількість робочих місць P . Для цього округлюємо до ближнього більшого цілого числа значення m_p .

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця визначається за формулою

$$\eta_{з.ф.} = \frac{P}{m_p}$$

Кількість операцій O , які виконуються на робочому місці

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

Коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}$$

Результати розрахунків коефіцієнта закріплення операцій наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення коефіцієнта закріплення операцій

Номер операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	Токарна	50,92	0,528	1	0,528	1,515
015	Токарна	10,32	0,107	1	0,107	7,477
020	Фрезерна	3,65	0,038	1	0,038	21,05
025	Свердлильна	0,98	0,01	1	0,01	80,0
030	Координатна-розточувальна	44,35	0,46	1	0,46	1,739
035	Координатна-розточувальна	17,0	0,176	1	0,176	4,545
040	Токарна	4,86	0,05	1	0,05	16,0
045	Токарна	1,45	0,015	1	0,015	53,3
050	Токарна	1,45	0,015	1	0,015	53,3
055	Шліфувальна	3,86	0,05	1	0,05	16
060	Токарна	2,87	0,03	1	0,03	26,7
	Всього	141,71		11		281,62

Визначимо $K_{з.о}$:

$$K_{з.о.} = \frac{281,62}{11} = 25,6.$$

Якщо $20 < K_{з.о.} = 25,6 \leq 40$, то це буде дрібносерійне виробництво [4].

Визначимо добовий випуск деталей

$$N_d = \frac{N}{254} = \frac{2000}{254} = 8 \text{ шт.},$$

де 254 – кількість робочих днів у році.

Визначаємо добову продуктивність Q потокової стрічки, якщо вона завантажена на 60%

$$Q = \frac{F_d \cdot 0,6}{T_{ср}} = \frac{948,5 \cdot 0,6}{12,88} = 45 \text{ шт.},$$

де $F_d = \frac{F_d \cdot 60}{254} = \frac{4015 \cdot 60}{254} = 948,5$ хв – час роботи обладнання за дві зміни.

$T_{ср} = \frac{\sum T_{ш-к}}{n_p} = \frac{141,71}{11} = 12,88$ хв – середня трудомісткість основних механічних операцій;

$n_p = 11$ – кількість основних механічних операцій за технологічним процесом.

Якщо $N_d < Q$, то застосування одно номенклатурної потокової стрічки недоцільно. Тому приймаємо групову форму організації виробництва.

Запуск деталей виконується партіями із заданою періодичністю, що є ознакою серійного виробництва. Визначимо кількість деталей $N_{п}$ в партії запуску

$$N_{п} = N_d \cdot a = 8 \cdot 12 = 96 \text{ шт.},$$

де $a = 12$ діб – періодичність запуску деталей для виготовлення.

Визначимо кількість змін C для оброблення партії запуску за формулою

$$C = \frac{T_{ср} \cdot N_{п}}{F_3 \cdot \eta_{з.н.ср.}} = \frac{12,88 \cdot 96}{474,25 \cdot 0,8} \approx 3,3,$$

де $F_3 = \frac{F_d}{в} = \frac{948,5}{2} = 474,25$ хв – час роботи обладнання за одну зміну;

$в = 2$ – кількість змін за добу.

Приймаємо кількість змін $C_{п} = 4$.

Остаточню корегуємо кількість деталей в партії

$$N_{п} = \frac{F_3 \cdot C_{п} \cdot \eta_{з.н.ср.}}{T_{ср}} = \frac{474,25 \cdot 4 \cdot 0,8}{12,88} = 118 \text{ шт.}$$

Основна характеристика групової форми організації виробництва визначається згідно ГОСТ 14.004–83 [5]. Групова форма організації виробництва заснована на застосуванні групового технологічного процесу за яким організуються предметно-замкнуті дільниці. Обладнання на дільницях розташовуються за ходом технологічного процесу.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

В дрібносерійному виробництві виготовляють партії деталей та серії виробів, які регулярно повторюються через визначений проміжок часу. Серійне виробництво є багато номенклатурним. Характерна ознака дрібносерійного виробництва – виконання на більшості робочих місць операцій, які періодично повторюються. Продукцією серійного виробництва є вироби сталих типів (металорізальні верстати, двигуни внутрішнього згорання, насоси, компресори, обладнання для виготовлення їжі і т. ін.). Випуск зазначених виробів виконується в незначній їх кількості і через деякий проміжок часу – виробництво повторюється.

В дрібносерійному виробництві застосовується як універсальне, та і спеціалізоване обладнання. Верстати на дільниці розташовуються за технологічними групами: наприклад, група токарних, свердлильних, фрезерних верстатів. Широко застосовується нормалізований, робочий, універсальний різальний та вимірювальний інструменти.

Кваліфікація робочих-верстатників вища ніж у масовому виробництві, але нижче ніж у одиничному. На робочих дільницях працюють робочі високої кваліфікації (на універсальних верстатах), а також оператори, що працюють на налагоджувальних верстатах.

Дрібносерійне виробництво є значно економічним ніж одиничне, тому що більш якісно використовується технологічне обладнання, використовується спеціалізація робочих певної кваліфікації. Зростання продуктивності праці зменшує собівартість виготовленої продукції.

Групова форма організації виробництва визначає певний порядок виконання операцій технологічного процесу, напрямок руху деталей при їх виготовленні, розташування технологічного обладнання і робочих місць.



4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінювання елементів конструкції деталі виконувалось за якісними показниками.

Корпус виготовляється із олов'яної бронзи Бр.ОЦС5-5-5 ГОСТ 613–79 литтям. Конфігурація зовнішніх і внутрішніх поверхонь складається із циліндричних та площинних поверхонь і не викликає будь-яких труднощів при виготовленні вихідної заготовки.

Внутрішні циліндричні поверхні розташовані близько друг від друга і не забезпечують хороших умов різання лезовим інструментом. Ці поверхні є переривчастими і мають велику довжину відносно їх малих діаметрів, що є частково нетехнологічними елементами деталі. Для поліпшення умов механічної обробки трьох внутрішніх циліндричних поверхонь, у виливку передбачається застосувати один центральний отвір діаметром $33 \pm 1,2$ мм і два отвори діаметром $29 \pm 1,2$ мм. Це зробить конструкцію деталі більш технологічною.

Дві конічні поверхні розташовані на діаметрах 33Н8, вони мають кут 3° і довжину 57 мм, а на кінцях цих поверхонь знаходяться радіуси $R = 5$ мм. Наведені поверхні є нетехнологічними. Але конструктивні елементи цих поверхонь визначають експлуатаційні властивості насоса і змінювати їх не вважається можливим.

Шорсткість поверхонь отворів діаметрами 33Н8 і 55Н8 становить $R_a = 0,8$ мкм. Забезпечення наведеної шорсткості на поверхні матеріалу із бронзи є трудомістким процесом і таку шорсткість можна віднести до нетехнологічних елементів деталі. Для забезпечення цієї вимоги креслення, треба в технологічному процесі передбачити оздоблювальну операцію. Застосування абразивного інструменту на операціях шліфування або хонінгування при обробленні матеріалів із бронзи призводить до появи «задирок» на оброблюваній поверхні, а на робочій частині абразивного інструменту налипає шлам [7]. Таким чином, обробку поверхонь, які мають низьку шорсткість, треба виконувати різцями із використанням пластин ельбору, гексаніту або штучного алмазу.

Інші елементи конструкції деталі є технологічними, їх можна обробляти із застосуванням високопродуктивних режимів різання, вони мають добре розвинуті базові поверхні і просту конструкцію (циліндричні або площинні поверхні).

За проведеним аналізом пропонується змінити спосіб виготовлення вихідної заготовки, її конфігурацію, а для цього виконати потрібні техніко-економічні розрахунки.

В цілому, конструкцію корпусу можна вважати технологічною.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

5 Вибір способу виготовлення заготовки

Вихідна заготовка деталі вибирається за розмірами деталі, маркою матеріалу, технічних вимог на її виготовлення, об'єму випуску, маси. Згідно рекомендацій довідкової літератури [5, 8], деталь, матеріал якої є олов'яна бронза, в дрібносерійному виробництві економічно вигідно виготовляти литтям в піщано-глинясті форми при ручній формовки по дерев'яним моделям.

Заготовка, яка виготовляється на підприємстві, має великий залишок матеріалу, що видаляється при механічній обробки у вигляді стружки. Визначимо вартість заготовки S_1 , яка виготовляється литтям в піщано-глинясті форми на підприємстві (див. рис. 5.1), за формулою [7]:

$$S_1 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_1 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \right) - (Q_1 - g) \frac{S_{\text{від}}}{1000},$$

де $C_i = 18500$ грн – базова вартість однієї тони заготовок;

$k_T = 1,0$ – коефіцієнт, який залежить від класу точності виливки;

$k_C = 0,98$ – коефіцієнт, який залежить від групи складності виливки;

$k_B = 0,97$ – коефіцієнт, який залежить від маси виливки;

$k_M = 0,72$ – коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу виливки;

$k_{\Pi} = 1,0$ – коефіцієнт, який залежить від об'єму виробництва заготовок;

$S_{\text{від}} = 1850$ грн – вартість відходів (приймається 10% від вартості заготовки);

$Q_1 = 19,7$ кг – маса виготовленої заготовки на підприємстві;

$g = 11,6$ кг – маса деталі.

$$S_1 = \left(\frac{18500}{1000} \cdot 19,7 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,72 \cdot 1 \right) - (19,7 - 11,6) \frac{1850}{1000} = 236,2 \text{ грн.}$$

В запропонованому варіанті конструкція заготовки наближена до конструкції деталі (див. рис. 5.2). Визначимо вартість заготовки S_2 за цим варіантом за наведеною формулою із урахуванням зміни в конструкції деталі.

$$S_2 = \left(\frac{18500}{1000} \cdot 16 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,72 \cdot 1 \right) - (16 - 11,6) \frac{1850}{1000} = 194,5 \text{ грн,}$$

де $Q_2 = 16$ кг – маса заготовки запропонованого варіанту.

В варіанті який пропонується, конструкція заготовки має три виливаних внутрішніх отвори, що виключає додаткові механічні операції свердління і зменшує кількість видаленого матеріалу до 3,2 кг на кожну заготовку. Таким чином, для виготовлення вихідної заготовки приймаємо запропонований варіант.

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ТМ317190008 – 00 ПЗ	

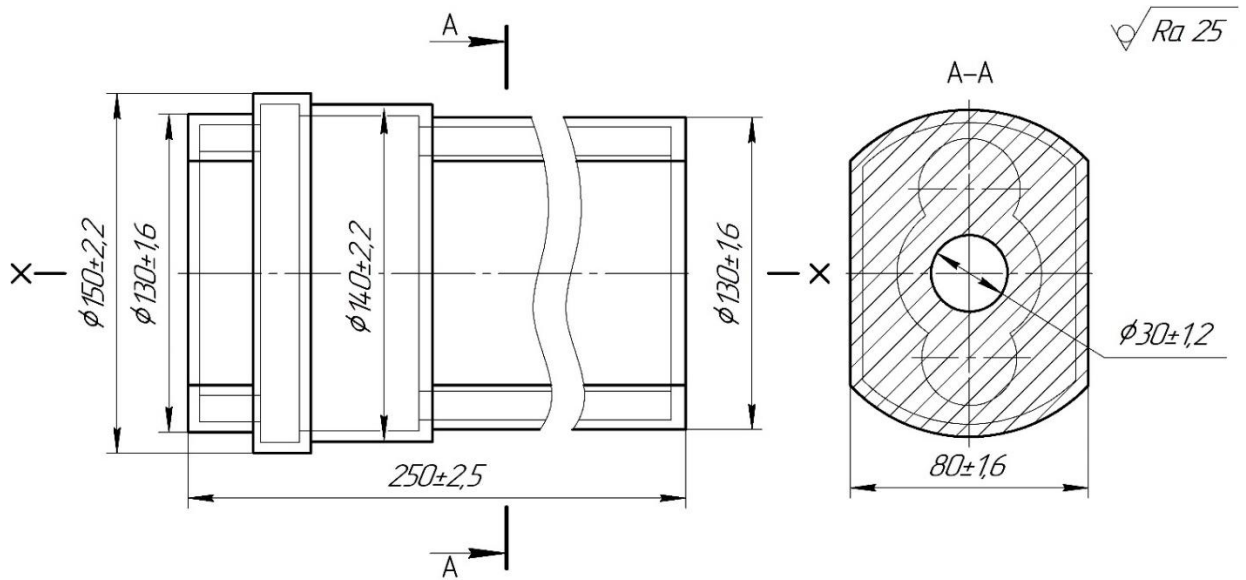


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки, яка виготовлена на підприємстві

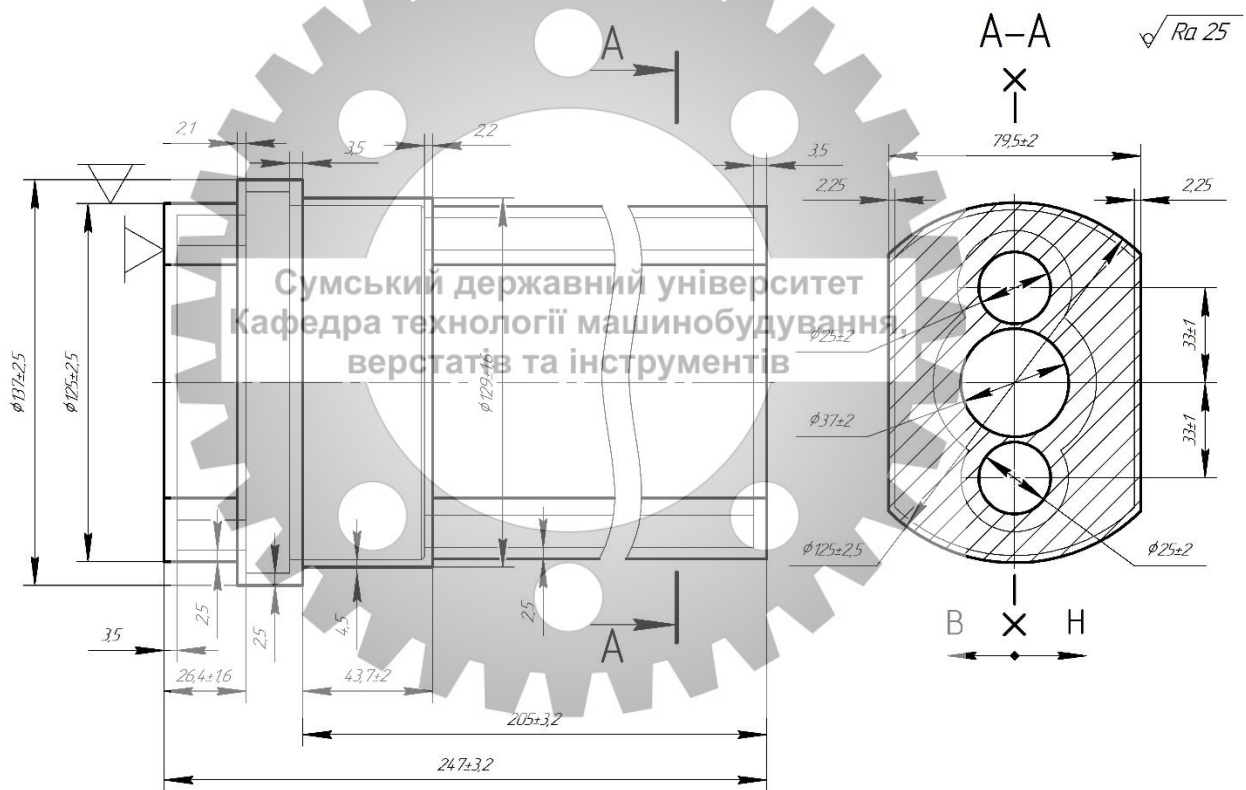


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки запропонованого способу виготовлення

Конструювання литої заготовки згідно ГОСТ 26645-85.

1 Визначаємо площину рознімання, виходячи з умов вільного видалення моделі із форми. За площину рознімання беремо площину, яка проходить крізь отвори трьох внутрішніх діаметрів деталі (див. рис.5.2).

2 За рекомендаціями ГОСТ 26645–85 (див. табл. 9, додаток 1) визначаємо лиття в піщано-глинясті форми з ручною формовкою по дерев'яним моделям.

3 За встановлювальні бази першої механічної операції беремо торець корпусу Ø120/75 мм і зовнішню поверхню діаметром 120 мм.

4 Визначаємо положення виливки у опоках. Корпус симетрично розташований в верхньому та нижньому опоках (див. рис.5.2).

5 Визначаємо клас розмірної точності (табл. 9, додаток 1) – 7–12. Згідно примітки таблиці 9 приймаємо 11.

6 Визначаємо ступінь жолоблення елементів виливка (табл. 10, додаток 2). Якщо співвідношення розміру товщини корпусу 75 мм до довжини 240 мм ($75/240 = 0,3125$) дорівнює 0,3125, то ступінь жолоблення елементів виливки буде 8–11. Приймаємо 8.

7 За таблицею 11, додатка 3 визначаємо ступінь точності поверхонь 11–18. Приймаємо – 14.

8 За таблицею 12, додатка 4 згідно ступеня точності 14 визначаємо шорсткість поверхні виливка $R_a = 40$ мкм.

9 За таблицею 13, додатка 5 визначаємо клас точності маси виливки 7т – 14. Приймаємо 11.

10 Визначаємо допуск зміщення виливка за площиною рознімання (див. пункт 2.8, с. 4). Для 11 класу розмірної точності виливка, за номінальним розміром 2 мм (при найбільш тонкій товщині деталі, що формується за участі стрижнів), що виходить на площину рознімання, допуск зміщення складе 1,0 мм.

11 За таблицею 14, додатка 6 залежно від ступеня точності поверхні визначаємо ряд припусків 5–8. Приймаємо 6.

12 Розрахунки розмірів виливка здійснюємо в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Визначення розмірів заготовки (в міліметрах)

Номер поверхні	Номінальний розмір елементів деталі	Допуск розміру	Допуск форми розташування елементів виливки	Загальний допуск	Вид механічної обробки	Половина загального допуску	Ряд припусків	Величина припуску на сторону	Остаточний розмір елементів заготовки
Рис. 1.2	Рис. 1.2	Т.1	Т.2	Т.16	Т.7	П.4.2.1	Т.14	Т.6	
6	Ø132 ₋₁	5,0	0,80	5,0	Чорновий	2,5	8	2,6	Ø137 ± 2,5
8	Ø125h6(-0,025)	5,0	0,64	5,0	Тонкий	2,5	8	4,4	Ø134 ± 2,5
4 (12)	Ø120 _{-0,87}	5,0	0,64	5,0	Чорновий	2,5	8	2,6	Ø125 ± 2,5
17 (19)	Ø33H8(+0,039)	3,6	0,64	4,0	Тонкий	2,0	8	3,6	Ø25 ± 2,0
18	Ø55H8(+0,046)	4,0	0,64	4,0	Тонкий	2,0	8	3,6	Ø37 ± 2,0 Напуск
1, 22	240 _{-1,15}	5,6	1,2	6,4	Чорновий	3,2	8	3,4	247 ± 3,2
7, 22	205±0,575	5,6	1,2	6,4	Чорновий	3,2	8	3,4	205 ± 3,2
2, 3, 10, 11	75 _{-0,74}	4,4	0,64	4,0	Чорновий	2,0	8	2,2	79,5 ± 2,0
7, 9	45±0,31	4,0	0,64	4,0	Чорновий	2,0	8	2,2	43,7 ± 2,0
1, 5	25±0,26	3,2	0,64	3,2	Чорновий	1,6	8	2,1	26,4 ± 1,6

6 Аналіз існуючого технологічного процесу

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.

Розрахунок виконується для зовнішнього діаметра $125h6(0;-0,025)$ мм.

Технологічний маршрут обробки діаметра складається із чорнового (операція 010 «Токарно-гвинторізна»), чистового (операція 020 «Токарна з ЧПК») та фінішного (операція 050 «Токарна з ЧПК») точіння.

Визначимо вихідні елементи припуску для кожної технологічної операції.

1 Шорсткість $R_{z_{i-1}}$ і дефектний шар h_{i-1} : заготовки 200 мкм і 300 мкм; чорнового точіння 50 мкм і 50 мкм; чистового точіння 30 мкм і 30 мкм відповідно.

2 Просторові відхилення ρ_{i-1} : заготовки 125 мкм; чорнового точіння 50 мкм; чистового точіння 5 мкм.

3 Похибка установлення заготовки ϵ_{yi} : чорнового точіння 140 мкм; чистового і фінішного точіння – 0.

Розрахунок за програмою «rgr.» наведений в додатку Б пояснювальної записки. Схема припусків і допусків наведена на рисунку 6.1.

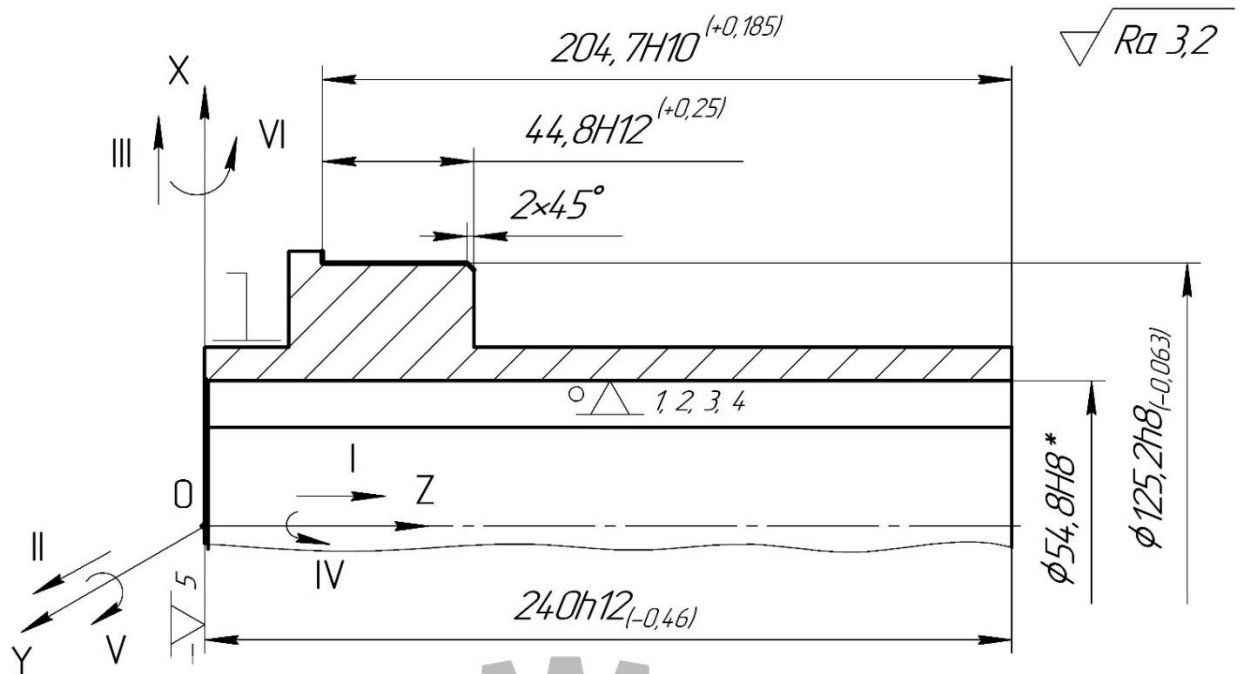
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.

Операція 020 «Токарна з ЧПК». Верстат моделі 16К20Ф3. Аналізом технічних вимог креслення встановлено, що базування на операції можна виконати за однією схемою (див. рис. 6.2). Заготовка встановлюється на оправку циліндричною поверхнею діаметром $54,8H8(+0,046;0)$ мм (подвійна напрямна база). Ця база позбавляє заготовку чотирьох ступенів вільності і орієнтує її уздовж осі OZ.

Для позбавлення заготовки одного переміщення уздовж осі OZ передбачена торцева поверхня $\varnothing 120/75$ (опорна база), яка технологічною і пов'язана із вимірювальною базою розміром $240h12(0;-0,46)$ мм. Для розмірів $204,7H10(+0,185;0)$ мм і $44,8H12(+0,25;0)$ мм виникає похибка базування, яка дорівнює допуску $T = 0,46$ мм розміру $240h12(-0,46;0)$ мм. Щоб забезпечити виконання цих розмірів, треба поєднати технологічну і вимірювальну бази.

Операція 020 «Токарна з ЧПК» виконується на верстаті з ЧПК і налагоджувальний розмір буде витримуватися від правого торця $\varnothing 120/75$, який є вимірювальною базою. Таким чином, технологічна і вимірювальна бази будуть поєднані і похибка базування для наведених розмірів буде дорівнювати нулю. Схеми відповідності і зв'язків визначених базових поверхонь заготовки наведені в таблицях 6.1 і 6.2.

Операція 025 «Фрезерна з ЧПК». Верстат вертикально-фрезерний моделі 6520Ф3. Схеми, які пропонуються для базування і закріплення заготовки на операції, наведені на рисунку 6.3.



* Розміри для довідок

Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на операції 020

Таблиця 6.1 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 6.2 – Матриця зв'язків

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

Аналіз технічних вимог креслення показує, що базування можна виконати за двома схемами. За схемою №1 заготовка установлюється на дві оправки, які розташовані паралельно на відстані $66 \pm 0,01$ мм. Одна із оправок має циліндричну форму із відношенням довжини L до діаметру D ($L:D = 120:32,8 = 3,6$) більше одиниці. Друга оправка має форму «зрізаного пальця». Довжина цієї оправки $L = 120$ мм, діаметр циліндричного пояску $D = 32,8H8$. Наведені оправки дозволяють компенсувати допуск відстані двох отворів діаметром $32,8H8$ ($T_{\phi 32,8} = 0,06$ мм) при обробці партії заготовок.

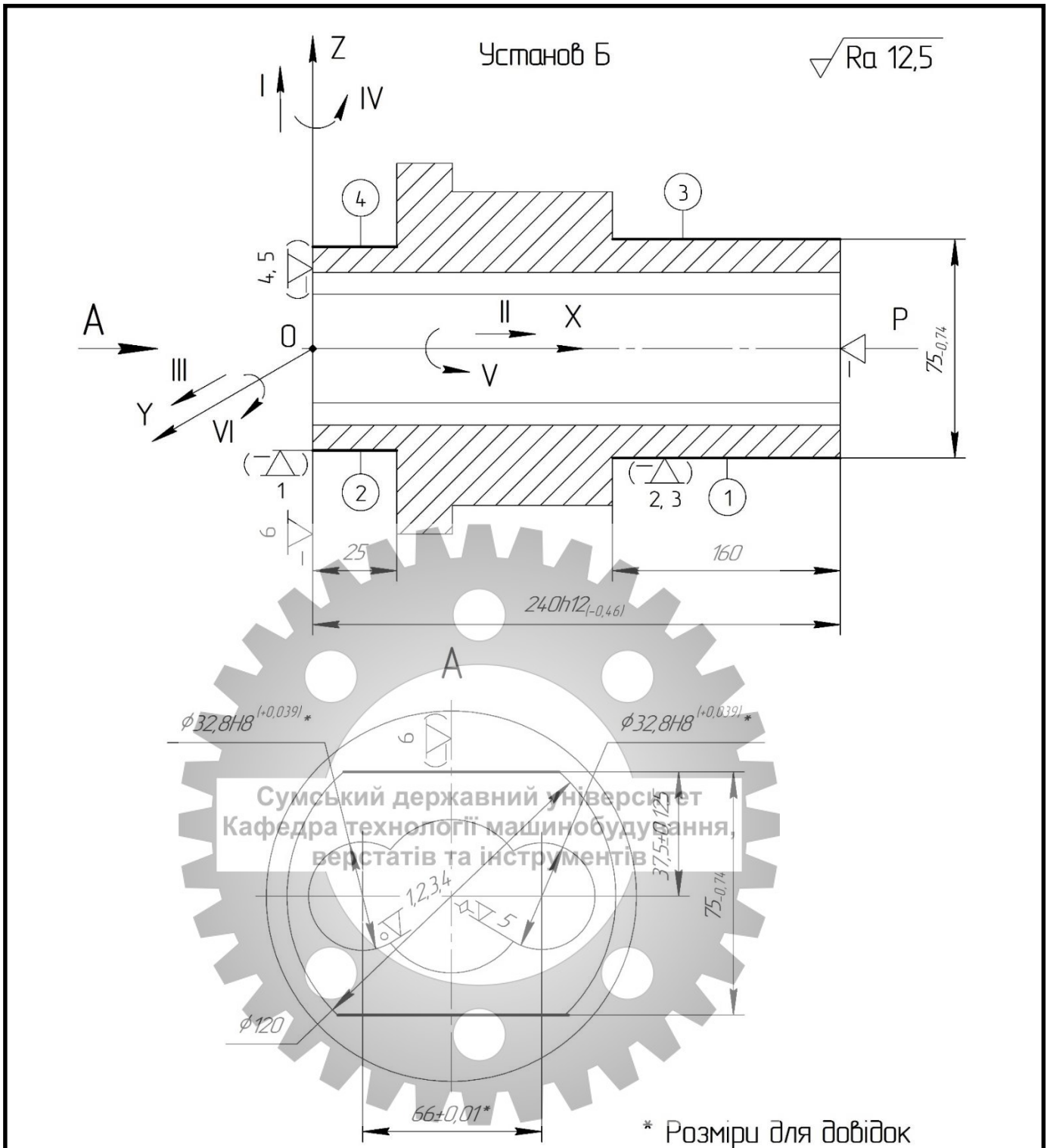


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на операції 025, схема №1. В дужках схема №2

Базування заготовки на циліндричній оправці реалізує подвійну напрямну базу (ПНБ) і позбавляє заготовку чотирьох ступенів вільності. Базування заготовки на «зрізаному пальці» позбавляє її однієї ступені вільності (опорна база). Торцева поверхня $\phi 120/75$ базує заготовку по площині нерухомій губі і позбавляє її однієї ступені вільності – опорна база (ОБ). В таблицях 6.3 і 6.4 наведена схема №1 установлення заготовки в пристрої верстата.

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

l, α / X, Y, Z	X	Y	Z	База
1	0	1	1	ПНБ
α	0	1	1	
1	0	0	0	ОБ
α	1	0	0	
1	1	0	0	ОБ
α	0	0	0	
Всього	2	2	2	6-ь зв'язків

Схема №1 базування реалізує допуск розміру $37,5 \pm 0,125$ мм (установ А). На установі Б витримується розмір $75(0; -0,74)$ мм ($T_{37,5} = 0,25$ мм < $T_{75} = 0,74$ мм).

За схемою №2 заготовка установлюється на дві поверхні довжиною $25 \pm 0,26$ мм і 160 мм відповідно. Наведені поверхні реалізують встановлювальну базу (ВБ) і позбавляють заготовку трьох ступенів вільності. Торцева поверхня $\varnothing 120/75$ реалізує напрямну базу (НБ) і позбавляє заготовку двох ступенів вільності.

Опорна база, що позбавляє заготовку однієї ступені вільності, матеріалізована у вигляді «риски», яка нанесена на заготовку (вісь симетрії). Аналогічна «риска» нанесена на площині нерухомих туби печата. При їх поєднанні реалізується опорна база. В таблицях 6.5 і 6.6 наведена схема №2 установки заготовки на верстаті.

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступень вільності	База
1, 2, 3	I, V, VI	ВБ
4, 5	II, IV	НБ
6	III	ОБ

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

l, α / X, Y, Z	X	Y	Z	База
1	0	0	1	ВБ
α	1	1	0	
1	1	0	0	НБ
α	0	0	1	
1	0	1	0	ОБ
α	0	0	0	
Всього	2	2	2	6-ь зв'язків

Схема № 2 реалізує допуск розміру $75(0;-0,74)$ мм, спочатку при обробленні поверхонь 1 і 2 (установ А), а потім поверхонь 3 і 4 (установ Б). За наведеною схемою реалізується принцип взаємозамінності баз – технологічної (ТБ) і вимірювальної (ВБ).

На обох установках заготовки ТБ і ВБ поєднані і в напрямку витриманого розміру $75(0;-0,74)$ мм похибка базування дорівнює нулю. Але за схемою №2 точність розміру $37,5\pm 0,125$ мм не буде витримана. Можливі випадки, коли вісь, на якій розташовані три діаметри 33,2Н8 і 54,8Н8, будуть зміщені. Наприклад, поверхня 3 буде розташована ближче до осі, а поверхня 1 далі. Таке несиметричне розташування поверхонь корпусу вплине на його складання із другими деталями, що призведе до появи бракованих виробів.

Таким чином, для базування заготовки на операції 025 приймається схема №1, яка забезпечує точність розмірів $37,5\pm 0,125$ мм і $75(0;-0,74)$ мм і розташування поверхонь 1, 2, 3, 4 при їх обробленні.

6.3 Обґрунтування вибору металорізального обладнання.

На операції 020 «Токарна з ЧПК» можна застосувати дві моделі токарно-гвинторізних верстатів з ЧПК [6] (див. табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Технічна характеристика пропонуємих моделей верстатів

Параметр	16К20Ф3	16К30Ф305
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:		
над станиною	400	630
над супортом	220	320
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	1000	1400
Крок нарізаної різі (метричної), мм	до 20	до 10
Частота обертання шпинделю, об/хв	12,5-2000	6,3-1250
Кількість швидкостей шпинделю	22	24
Подача супорта, мм/хв:		
повздожня	3-1200	1-200
поперечна	1,5-600	1-600
Кількість ступенів подач - безступеневе регулювання	б/р	б/р
Кількість позицій револьверної головки	6	6
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	10	22
Габаритні розміри (без ЧПК), мм:		
довжина	3360	4360
ширина	1710	2925
висота	1750	1600
Маса	4000	6800
Дискретність системи керування розмірами, мм:		
повздожніх	0,01	0,01
поперечних	0,005	0,005

Із двох запропанованих моделей токарних верстатів беремо верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3, який має меншу масу, габарити, вартість. За іншими показниками технічної характеристики верстатів, вони приблизно однакові.

На операції 025 «Фрезерна з ЧПК» застосовується вертикально-фрезерний верстат з ЧПК моделі 6520Ф3 [6] див. табл. 6.8).

Таблиця 6.8 – Технічна характеристика верстата моделі 6520Ф3

Розміри робочої поверхні стола, мм	250×630
Найбільше переміщення стола, мм:	
повздожне	500
поперечне	250
Найбільше переміщення шпindelної бабки, мм	350
Відстань від торця шпindelю до поверхні стола, мм	100–450
Дискретність розмірів за координатами, мм	0,01
Внутрішній конус шпindelю (згідно ГОСТ15945–82), мм	45
Кількість швидкості шпindelю	18
Частота обертання шпindelю, об/хв	31,5–1600
Подача (безступеневе регулювання), мм/хв:	
стола	5–1500
шпindelної бабки	5–5000
Швидкість швидкого переміщення, мм/хв:	
стола	5000
шпindelної бабки	5000
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	4
Загальна потужність всіх електродвигунів, кВт	9,39
Габаритні розміри, мм:	
довжина	3050
ширина	2150
висота	3700
Маса, кг	3700

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, різального і вимірювального інструментів.

На операції 020 «Токарна з ЧПК», застосовується повідковий патрон для передавання крутного моменту заготовки та її закріплення. Умовне позначення патрона: 7108–0021 ГОСТ 2571–71.

Різальний інструмент. Для точіння поверхонь корпусу застосовується різець 2103–0007 BK8 ГОСТ 18879–73.

Вимірювальний інструмент. Для вимірювання діаметрального розміру застосовується калібр-скоба гладка 125,2h8 ПР-НЕ ГОСТ 18364–73. Довжина поверхонь деталі вимірюється штангенциркулем ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166–89. Фаска вимірюється шаблоном 2x45°, шорсткість поверхонь – зразками шорсткості ГОСТ 9378–75.

На операції 025 «Фрезерна з ЧПК» застосовується спеціальний пристрій. За основу пристрою прийняті пневматичні, обертові лещата, в яких є можливість переустановлення опорної губи [6] (див. табл. 6.9). Для базування корпусу по внутрішнім поверхням двох діаметрів 33,2Н8 лещата доопрацьовані спеціальними оправками (циліндричною і у формі «зрізаного пальця»).

Таблиця 6.9 – Технічна характеристика лещат

Розмір оброблювальної заготовки, мм	20–260
Рух затискної губи, мм	20
Розмір губок, мм	250 x 105
Діаметр пневматичного циліндра, мм	260
Зусилля затиснення (при тиску повітря 0,4 МПа), кН	25

Різальний інструмент. Розміри і форма оброблюваних поверхонь дозволяє застосувати один інструмент – фрезу торцеву, насадну (ГОСТ 9304–69) із швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265–73.

Розміри фрези: $D = 100$ мм; $L = 50$ мм; $d = 32H7$; кількість зубців $Z = 12$, для типу 2, кут нахилу канавок $\omega = 35-40^\circ$. Кріплення фрези – на торцевої шпонки. Умовне позначення інструмента: фреза 2210-0025 Р6М5 ГОСТ 9304–69. Оправка для кріплення фрези – К2478.000–03 згідно ТВ 035–534–76.

Вимірювальний інструмент. Штангенциркуль ШЦ–П–250–0,1 ГОСТ 166–89, зразки шорсткості ГОСТ 9378–75.

6.5 Розрахунок режимів різання.

Операція 020 «Токарна з ЧПК». На технологічному переході обробляється вихідний діаметр 126(0;–0,4) мм до діаметра 125,2h8(0;–0,063) мм. Різальний інструмент: різець 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879–73 [8, т. 4, с. 175].

1. Глибина різання $t = (126 - 125,2)/2 = 0,4$ мм [6, с. 265].
2. Подача при чистовому точінні різцем із твердого сплаву з радіусом $r = 0,4$ мм при вершині $S = 0,25$ мм/об [6, т.14, с. 268].
3. Швидкість різання V , м/хв [6, с. 265–268]:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{182 \cdot 19,44}{60^{0,23} \cdot 0,4^{0,12} \cdot 0,25^{0,3}} = 2322,2 \text{ м/хв,}$$

де $C_v = 182$; $x = 0,12$; $y = 0,3$; $m = 0,23$ [6, т. 17, с. 269–270];

$T = 30 - 60$ хв. [6, с. 268], приймаємо $T = 60$ хв;

$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{NV} = 8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 19,44$.

$K_{MV} = 8$ [6, т. 4, с. 263]; $K_{PV} = 0,9$ [6, т. 5, с. 263]; $K_{NV} = 2,7$ [6, т. 6, с. 263].

4. Частота обертання заготовки n , об/хв:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 2322,2}{3,14 \cdot 126} = 5869,5 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата $n_{\Pi} = 2000$ об/хв (максимальна), тоді

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 2000}{1000} = 791,3 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача $S_M = S \cdot n_{\Pi} = 0,25 \cdot 2000 = 500$ мм/хв (безступеневе регулювання).

5. Сила різання $P_{z,x,y}$ Н [6, с. 271]:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^u \cdot K_p,$$

де $C_{PZ} = 55$; $x = 1,0$; $y = 0,66$; $u = 0$ (для P_Z) [6, т. 22, с. 273–274];

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\Phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 2,1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,87.$$

$K_{MP} = 1,7 - 2,1$ (приймаємо 2,1); $K_{\Phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$;

K_{rP} – немає [6, т. 23, с. 275].

$$P_Z = 10 \cdot 55 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,25^{0,66} \cdot 791,3^0 \cdot 1,87 = 165 \text{ Н};$$

6. Потужність різання N , кВт:

$$N = \frac{P_Z \cdot V_{\Phi}}{1020 \cdot 60} = \frac{165 \cdot 791,3}{1020 \cdot 60} = 2,14 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата $N_B \cdot \eta = 7,1 \cdot 0,75 = 5,4$ кВт $> N = 2,14$ кВт – обробка на розрахованих режимах можлива.

7. Основний час T_{01} технологічного переходу визначиться за формулою:

$$T_{01} = \frac{(l_0 + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S_M} = \frac{(45 + 1,5 + 0) \cdot 1}{500} \approx 0,1 \text{ хв,}$$

де $l_0 = 45$ мм – довжина поверхні за кресленням; $l_{вр} = 1,5$ мм – величина врізання інструменту; $l_{пер} = 0$ – величина перебігу інструменту; $i = 1$ – кількість рухів інструменту; $S_M = 500$ мм/об – хвилинна подача інструменту.

На інші технологічні переходи операції режими різання призначені за таблицями довідника [10] (див. табл. 6.10).

Таблиця 6.10 – Режими різання на операції 020 «Токарна з ЧПК»

Номер поверхні	Різальний інструмент	t, мм	i	S ₀ , мм/об	S _M , мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T ₀ , хв
1	Різець 2103-0007	0,4	1	0,25	500	791,3	2000	0,1
2	ВК6	0,1	1	0,08	80	414,5/393,1	1000	0,02
3	ГОСТ 18879–73	1,41	1	0,1	100	393,1	1000	0,02
Разом								0,14

Операція 025 «Фрезерна з ЧПК».

1. Глибина різання $t = 1,25$ мм.

Діаметр фрези залежить від ширини фрезерування $B = 80$ мм і розраховується із співвідношення $D = (1,25 \div 1,5)B = 100 \div 120$ мм. Приймаємо $D = 100$ мм, кількість зубців фрези $Z = 12$.

де $\alpha = 7\%$ - відсоток від оперативного часу [9, карта 18, лист 12, с. 425].

$$T_{ш-к} = \frac{21}{240} + 0,14 + 1,34 + 0,11 = 1,68 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час $T_{ш-к}$ операції 025 «Фрезерна з ЧПК» визначається за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{N_p} + T_{шт},$$

де $T_{п-з} = 16$ хв – підготовчо-завершальний час, який визначається на партію оброблених заготовок [15, карта 32, с. 110];

Штучний час операції розраховується за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{отд}.$$

Основний час операції $T_o = 2,53$ хв.

Допоміжний час T_d визначається за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим},$$

де $T_{уст}$ – час на установлення, зняття деталі, інструмента;

$T_{пер}$ – час переходів операції;

$T_{вим}$ – час контрольних вимірювань розмірів деталі.

Час на установлення та зняття деталі руками $T_{уст,д} = 0,8$ хв [9, карта 2, с. 32].

Час на установлення інструмента (фрези) $T_{уст,фр} = 0,4$ хв [9, карта 27, с. 58].

Загальний час на установлення:

$$T_{уст} = T_{уст,д} + T_{уст,фр} = 0,8 + 0,4 = 1,2 \text{ хв.}$$

Час допоміжних переходів складається із підведення інструмента до заготовки, вмикання і вимикання подачі, відведення інструмента у вихідне положення: $T_{пер} = 1,06$ хв [9, карта 31, с. 108].

Визначаємо час контрольних вимірювань. Призначаємо один контрольний вимір на кожну сторону. Вимірювання одного розміру виконується штангенциркулем і становить $T_{вим} = 0,19$ хв [9, карта 86, лист 7, с. 191]. Час вимірювання двох розмірів $T_{вим} = 2 \cdot 0,19 = 0,38$ хв.

Тоді допоміжний час T_d :

$$T_d = 1,2 + 1,06 + 0,38 = 2,64 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця $T_{об}$ (заточування і доставка інструмента):

$$T_{об} = 5,5\% T_{оп},$$

де $T_{оп} = T_o + T_d$ – оперативний час. $T_{оп} = 2,53 + 2,64 = 5,17$ хв.

Час відпочинку та особистих потреб працівника $T_{від}$ становить 4% від $T_{оп}$.

$$T_{об} + T_{від} = (5,5 + 4)\% T_{оп} = 0,095 \cdot 5,17 = 0,49 \text{ хв.}$$

$$T_{ш-к} = \frac{16}{240} + 2,53 + 2,64 + 0,49 = 5,73 \text{ хв.}$$

7 Проектування верстатного пристрою

7.1 Обґрунтування мети операції та завдання для проектування.

На операції 025 «Фрезерна з ЧПК» фрезеруються чотири поверхні і забезпечуються два розміру $75(0;-0,74)$ мм. За технічними вимогами креслення оброблені поверхні повинні розташовуватися симетрично відносно осей двох поверхонь діаметром $33H8(+0,039;0)$ мм. Точність розмірів, шорсткість оброблених поверхонь ($R_a=12,5$ мкм) не має труднощів при їх фрезеруванні. Технічна вимога симетричності поверхонь витримується в межах допуску 14-го квалітету точності розміру і складає $T = 0,6T_{75} = 0,6 \cdot 0,74 = 0,45$ мм.

Для виконання операції вибраний верстат моделі 6520Ф3, різальний інструмент, розраховані режими різання. При розрахунку верстатного пристрою треба уточнити силове навантаження, яке виникає при обробленні поверхонь заготовки (див. рис. 7.1).

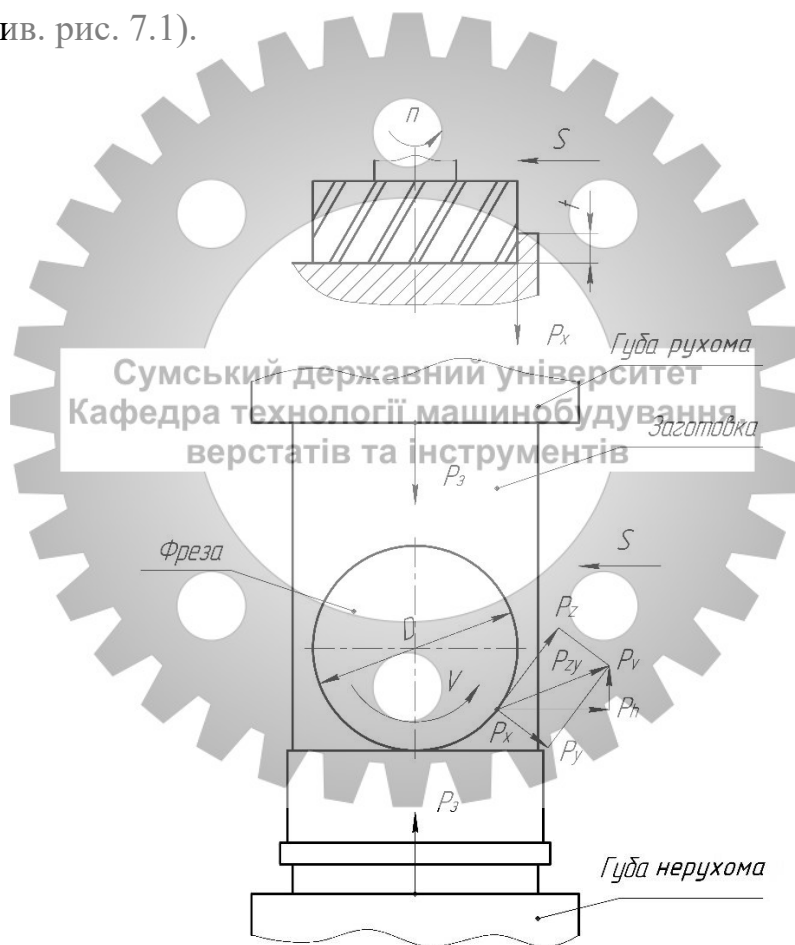


Рисунок 7.1 – Складові сили різання при фрезеруванні

Заготовка встановлюється в лещата, де рухома губа рухається під дією пневматичного привода вбудованого в корпус пристрою. Рухома губа створює силу затиснення P_3 , а нерухома губа створює силу реакцію сили R_3 . При симетричному торцевому фрезеруванні складові сили різання мають напрямок і скалярні величини, які розраховуються за формулами [10, т. 4.2, с. 292]:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ317190008 – 00 ПЗ

Лист

30

$T_o = 0,039$ мм – допуск розміру отвору заготовки; $\phi 32,8H8$;
 $T_p = 0,025$ мм – допуск розміру ромбічного пальця $\phi 32,8f7$;
 $d = 32,8$ мм – номінальний розмір ромбічного пальця.
 Приймаємо $B = 21$ мм.

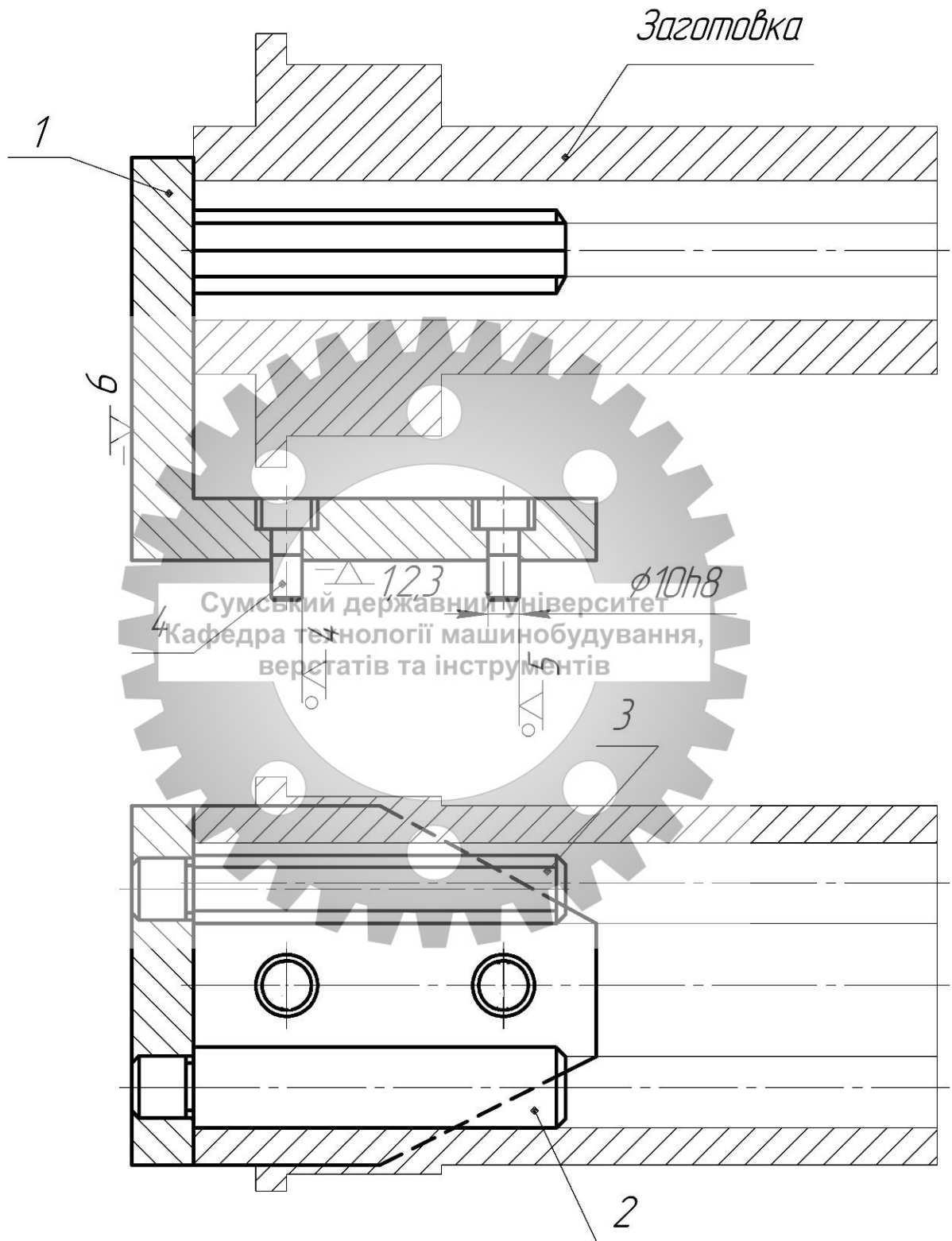


Рисунок 7.2 – Ескіз складальної одиниці для установки заготовки на пальці:
 1 – косинець; 2 – циліндричний палець; 3 – ромбічний палець; 4 – штифт

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ317190008 – 00 ПЗ

Лист

32

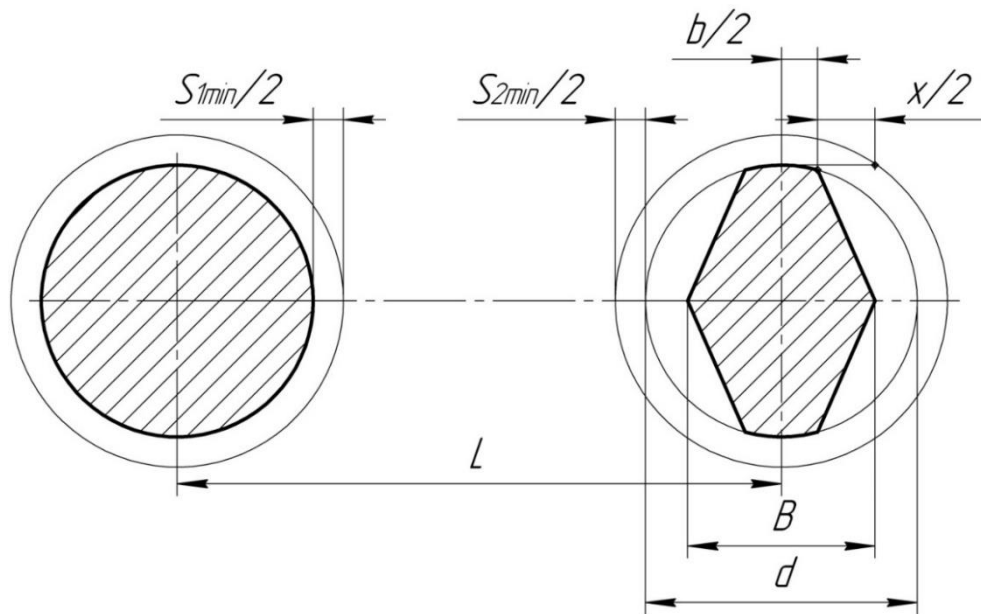


Рисунок 7.3 – Схема для визначення зазору в напрямку розміру L

Потім визначимо силу закріплення заготовки. Сила P_v буде прийматися нерухомою губою лещат, а сила P_h прямує виштовхнути заготовку із пристрою. Тому треба розрахунок виконувати за величиною сили $P_h = 844$ Н. Величину сили визначимо із схеми наведеної на рисунку 7.4.

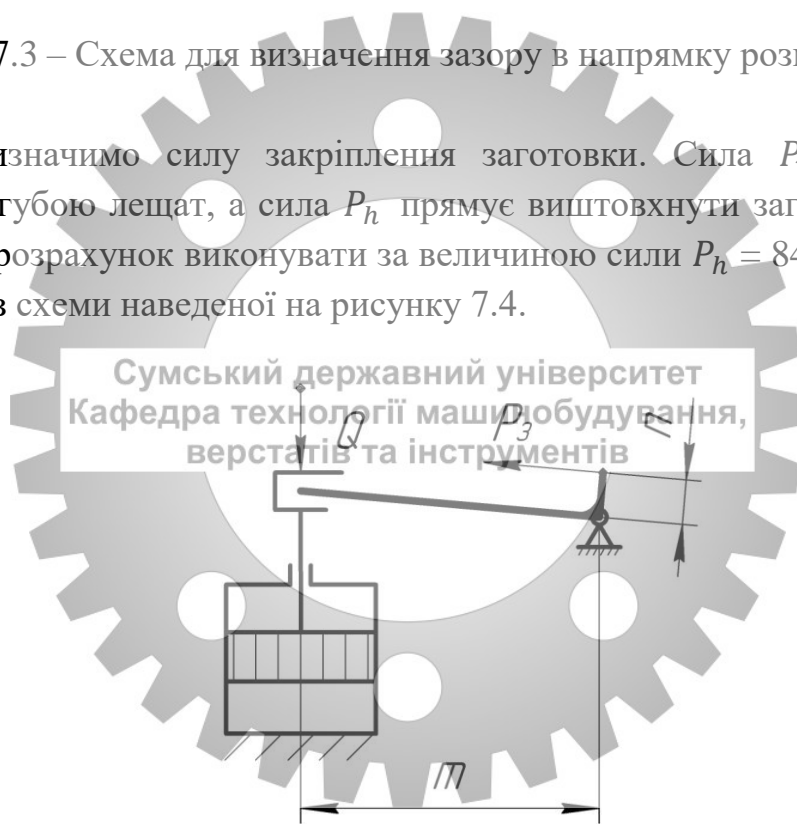


Рисунок 7.4 – Схема для розрахунку сили закріплення

Сила Q на пневматичному приводі визначиться із рівняння [6, т.15, с.89]:

$$Q = \frac{P_3 \cdot n}{t \cdot \eta} = \frac{8177 \cdot 30}{160 \cdot 0,9} = 1704 \text{ Н,}$$

де $n = 30$ мм; $t = 160$ мм – плечі важеля, який з'єднує шток пневматичного приводу із рухомою губою лещат (розміри взяті із креслення «Пристрій для фрезерування»);

$\eta = 0,85-0,95$ – ККД передавального механізму, приймаємо $\eta = 0,9$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$P_3 = 8177 \text{ Н}$ – сила закріплення, яка визначається за формулою:

$$P_3 = \frac{K \cdot P_h}{f_1 + f_2} = \frac{3,1 \cdot 844}{0,16 + 0,16} = 8177 \text{ Н},$$

де $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,1$ [6, с.85];

$P_h = 844 \text{ Н}$ – складова сили різання;

$f_1 = f_2 = 0,16$ – коефіцієнти сил тертя, які виникають при контакті заготовки з опорами та затискним механізмом пристрою обробленими поверхнями [6, т.10, с.85].

Основні параметри стандартного поршневого пневматичного циліндра визначаються із довідника [6, т. 17, с. 91]. Статична сила на штоку при тиску повітря 0,4 МПа буде: сила штовхання $Q_{шт} = 2700 \text{ Н} > 1704 \text{ Н}$, сила тяги $Q_{тяг} = 2550 \text{ Н} > 1704 \text{ Н}$. Діаметр циліндра $D_{ц} = 100 \text{ мм}$; діаметр штока $d_{шт} = 25 \text{ мм}$.

Визначимо рух рухомої губи $h(P_3)$ мм із умови [6, с. 86]:

$$h(P_3) = \Delta_{гар} + \Delta + \frac{P_3}{J} + \Delta S(P_3) = 0,3 + 0,46 + \frac{8177}{3500} + 0,3 = 3,4 \text{ мм},$$

де $\Delta_{гар} = 0,3 \text{ мм}$ – гарантований запас для вільного установлення заготовки;

$\Delta = 0,46 \text{ мм}$ – відхилення розміру заготовки за кресленням;

$P_3 = 8177 \text{ Н}$ – сила закріплення;

$J = 3500 \text{ Н/мм}$ – жорсткість передавального механізму;

$\Delta S(P_3) = 0,3 \text{ мм}$ – запас руху затискної губи.

Тоді рух штока $h(Q)$ пневматичного циліндра визначиться:

$$h(Q) = \frac{h(P_3) \cdot m}{n} = \frac{3,4 \cdot 160}{30} \approx 18,2 \text{ мм}.$$

7.3 Розрахунок точності елементів пристрою.

До розрахункових параметрів елементів пристрою віднесемо точність розташування поверхонь складальної одиниці відносно площини стола лещат і поверхні нерухомої губи. Допуск точності розташування зазначених поверхонь пристрою $T_{пр}$ визначиться за формулою:

$$T_{пр} \leq T_d - 1,2 \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{и}^2 + \varepsilon_{пер}^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{обр}^2 + \varepsilon_{поз}^2},$$

де $T_{пр} = 0,6 \cdot 0,74 = 0,45 \text{ мм}$ – допуск на симетричність розташування осі отворів (дивись технічні вимоги креслення 1.2859–16.00–02);

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт корекції;

$\varepsilon_6 = 0,5S_{min} = 0,5 \cdot 0,025 = 0,0125 \text{ мм}$ – похибка базування;

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення;

$\varepsilon_{и} = 0$ – похибка зносу установчих елементів (оброблюваний матеріал бронза і фрезерний верстат з ЧПК компенсує цей знос);

$\varepsilon_{пер} = 0$ – похибка перекосу інструмента;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$\varepsilon_{\text{уст}} = 0,1 \text{ мм}$ – похибка установлення пристрою на столі верстата;

$\varepsilon_{\text{обр}} = K_2 \cdot \omega = 0,6 \cdot 0,25 = 0,15 \text{ мм}$ – похибка обробки;

$\omega = 0,25 \text{ мм (JT12)}$ – середня економічна точність обробки (фрезерування площин);

$\varepsilon_{\text{поз}} = 0$ – похибка позиціонування стола верстата.

$$T_{\text{пр}} \leq 0,45 - 1,2\sqrt{(1,2 \cdot 0,0125)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,1^2 + 0,15^2 + 0^2} = 0,233 \text{ мм.}$$

Приймаємо $T_{\text{пр}} = 0,1 \text{ мм}$ і знесемо її в технічні вимоги креслення пристрою.

7.4 Опис конструкції та роботи пристрою.

Пристрій складається із косинця 1, ромбічного 21 і циліндричного 22 пальців на які встановлюється заготовка, двох напрямних опор 20. Для обробки косинець 1 із заготовкою встановлюється на площину стола 5 лещат. Дві напрямні опори 20 входять в паз стола лещат, а вертикальна площина косинця з'єднується із нерухомою губою 6. Рухома губа 7 розташовується на відстані 3-4 мм від затискної поверхні заготовки. Стисле повітря знаходиться в порожнині циліндра під тиском, де відсутній шток, і яка з'єднана із магістральним трубопроводом. Порожнина циліндра, де знаходиться шток, з'єднана з атмосферою. Для змінювання подання стислого повітря в різні порожнини циліндра застосовується кран керування 2.

Затиснення заготовки виконується рухомою губою 7, коли стисле повітря через кран керування 2 поступає в порожнину циліндра, де знаходиться шток. Після обробки заготовки, кран керування змінює подачу повітря в іншу порожнину циліндра, де шток відсутній. Рухома губа 7 відходить від поверхні заготовки (заготовка розтискується) і верстатник може її знімати або переустановлювати.

Для точного установлення лещат на столі верстата, до нижньої поверхні 4 пристрою приєднані дві напрямні шпонки 12. Спроекований пристрій для фрезерування, дозволяє швидко, надійно і просто виконати переустановлення заготовки. Після зняття з пристрою косинця (складальної одиниці), лещата можна використовувати для установлення інших конструкцій заготовок. Це робить пристрій універсальним і його економічно доцільно застосовувати в дрібносерійному виробництві.

Пристрій обслуговується верстатником невисокої кваліфікації.

Висновки

1. Виконаний аналіз службового призначення насоса та деталі – корпусу, наведений опис конструктивних особливостей та умов його експлуатації.
2. Зроблений аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.
3. За заданим об'ємом випуску виробів по коефіцієнту закріплення операцій визначений тип виробництва – дрібносерійний та форма його організації – групова.
4. Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі. Згідно оцінювання конструкції деталі за якісними показниками деталь визнана технологічною.
5. Запропонований спосіб виготовлення вихідної заготовки – лиття в піщано-глинясті форми з машинною формовкою. Виконаний розрахунок собівартості виливки та розроблені технічні вимоги для виготовлення вихідної заготовки.
6. Виконаний аналіз двох технологічних операцій виготовлення корпусу. Розрахунково-аналітичним методом із використанням ЕОМ розраховані припуски на механічну обробку діаметра 125h6. Вибрані і обґрунтовані схеми базування і закріплення заготовки на операції 20 «Токарна з ЧПК» та 025 «Фрезерна з ЧПК». Запропоновані моделі верстатів для аналізованих операцій, технологічна оснастка, різальний і вимірювальний інструменти, розраховані режими різання та норми часу.
7. Для операції 025 «Фрезерна з ЧПК» розроблений спеціальний верстатний пристрій – лещата із вбудованим пневматичним приводом. Застосування пристрою дозволяє швидко виконувати базування і закріплення заготовки і забезпечити потрібну точність розмірів її поверхонь при обробки.
8. Вирішені питання охорони праці та безпеки працюючих в надзвичайних ситуаціях.
9. Розроблена технологічна документація – карти КТП, КЕ для двох операцій, що аналізуються.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування
верстатів та інструментів

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						36

Список літературних посилань

- 1 Жмудь А. Е. Винтовые насосы с циклоидным зацеплением – Москва : МАШГИЗ, 1963. – 258 с.
- 2 Черкасский В. М., Романова Р. А. Насосы, компрессоры, вентиляторы. – Москва : Госэнергоиздат, 1962. – 397 с.
- 3 Белецкий С. Г. Технология насосостроения. – Москва : МАШГИЗ, 1966. – 486 с.
- 4 Маталин А. А. Технология машиностроения. – Ленинград : Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 5 ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Москва : Изд. стандартов, 1989.
- 6 Справочник технолога машиностроителя. В 2 т., Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. – 496 с.
- 7 Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие для машиностроительных специальностей 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. – 256 с.
- 8 Справочник металлиста. В 5 т., Т.2 / Под ред. М. П. Новикова и П. И. Орлова. – Москва : Машиностроение, 1977. – 628 с.
- 9 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, обслуживания рабочего места, подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 5-е, Москва : Машиностроение, 1974. – 423 с.
- 10 Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1983. – 277 с.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

ТМ317190008 – 00 ПЗ