

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

(бакалавр/магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

(освітньо-професійної/освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: Проєктування технологічного процесу виготовлення плунжера

352.17.01.02

Здобувача (ки) групи ТМ-01/1

(шифр групи)

Гапченко Денис Едуардович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Денис ГАПЧЕНКО

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

Старший викладач кафедри ТМВІ Віталій

КОЛЕСНИК

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Нормоконтролер

доцент, к.т.н., доцент, Артем ЄВТУХОВ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2024

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<u>TeSET</u>
Кафедра	<u>технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітньо-науковий рівень	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва)
Спеціальність	<u>131 «Прикладна механіка»</u> (шифр і назва)
Освітня програма	<u>«Технології машинобудування»</u> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« ____ » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧА

Гапченко Денис Едуардович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення плунжера 352.17.01.02.

керівник проєкту Колесник Віталій Олександрович, старший викладач кафедри ТМВІ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 29 . 04 . 2024 року № 0454-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) 10 . 06 . 2024 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) _____

3.1 Робоче креслення деталі «плунжер 352.17.01.02».

3.2 Базовий технологічний процес виготовлення плунжера 352.17.01.02

3.3 Річний обсяг випуску деталей – 300 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 організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

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

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Інженерне дослідження

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

5.1 Креслення заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою для установлення заготовки

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі

«плунжер 352.17.01.02»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «06» травня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	18.05.2024	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	20.05.2024	
3	Оформлення пояснювальної записки	25.05.2024	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	30.05.2024	
5	Оформлення креслень та презентації	10.06.2024	

Здобувач

_____ (підпис)

Керівники роботи (проєкту)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Денис ГАПЧЕНКО

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Віталій КОЛЕСНИК

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

Завідувачу кафедри

Віталію ІВАНОВУ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

здобувача (ки) групи ТМ-01/1

(шифр групи)

Денис ГАПЧЕНКО

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАЯВА

Прошу затвердити мені тему кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(бакалавр/магістр)

(код та назва)

освітньо-професійної

програми

«Технології машинобудування» :

(освітньо-професійної/освітньо-наукової)

(назва програми)

Проектування технологічного процесу виготовлення плунжер 352.17.01.02

(назва теми)

(дата та підпис здобувача)

ПОГОДЖЕНО:

Керівник кваліфікаційної роботи:

Віталій КОЛЕСНИК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Записка: 80 с., 10 рис., 27 табл., 16 літературних джерел.

Об'єкт роботи - технологічна операція виготовлення деталі "Плунжер" 352.17.01.02, що є складовою виробу вакуумного агрегату АВЗ 180.

Мета роботи – аналіз технологічних операцій, технологічного процесу механічної обробки деталі плунжер 352.17.01.02

У дипломному проєкті виконано аналіз службового призначення деталі. Здійснено перевірку обґрунтованості та повноти заданих технічних вимог, визначено тип виробництва та форми його організації, вибір методу отримання заготовки, розрахунок припусків на механічну обробку, визначення режиму різання на один перехід та повне технічне нормування операції.

АГРЕГАТ ВАКУУМНИЙ, ПЛУНЖЕР, КОКИЛЬ, ВИЛИВКА, ФРЕЗА
ТОРЦЕВА, ПРИСТРІЙ ПНЕВМАТИЧНИЙ, НОРМУВАННЯ, РЕЖИМИ
РІЗАННЯ

Зміст

Вступ.....	7
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	9
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	13
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	18
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	23
5 Вибір способу одержання заготовки.....	26
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	30
6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь	30
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	33
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	43
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	46
6.5 Розрахунки режимів різання	48
6.6 Технічне нормування операцій.....	57
7 Проектування верстатного пристрою	62
Висновки	71
Перелік джерел посилань	73
Додаток А Креслення деталі плунжер 352.17.01.02	76
Додаток Б Креслення заготовки плунжер 352.17.01.02	77
Додаток В Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	78

					ТМ 22510136 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.		Гапченко Д.Е.			Проектування технологічного процесу виготовлення деталі плунжер 352.17.01.02	Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Колесник В.О.					6	87
Реценз.						СумДУ, ТМ-01/1		
Н. Контр.								
Утверд.								

ВСТУП

Машинобудування одна із найважливіших галузей промисловості, що виробляє машини різного призначення, які постачаються всім галузям економіки країни та за кордон.

Зростання промисловості та виробничих галузей економіки, а також темпи переозброєння їх новою технікою значною мірою залежить від рівня розвитку машинобудування. Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується вдосконаленням технології виготовлення машин, рівнем їх конструктивних рішень та надійності їх у подальшій експлуатації.

На сьогодні важливо - якісно, дешево, у задані терміни з мінімальними витратами живої та уречевленої праці виготовити машину, застосувавши сучасну високопродуктивну техніку, обладнання, інструмент, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробництва. Для становлення нашої держави необхідно постійно збільшувати випуск продукції машинобудування та металообробки, суттєво підняти виробництво машин та обладнання, особливо автоматичних маніпуляторів із системами програмного управління, що дозволяють виключити застосування ручної праці, збільшити випуск високопродуктивних верстатів, прогресивних металорізальних інструментів та оснащення.

У сучасній технології машинобудування намітилися нові тенденції:

а) створення та впровадження прогресивних методів на заготівельних операціях, що дозволяють отримувати заготовку з максимальним наближенням до форми та розмірів готових деталей;

б) вдосконалення існуючих та створення нових методів обробки заготовок, як шляхом зняття стружки, так і за допомогою інших способів впливу на виріб, зокрема пластичним деформуванням, електрофізичними та електрохімічними методами тощо;

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

в) необхідно підвищувати точність металорізальних верстатів, прискорити розвиток виробництва комплексів металообробного обладнання на основі верстатів з ЧПК, обробних центрів з автоматичною зміною інструменту;

г) організувати у широких масштабах виробництво нових видів металорізального інструменту із застосуванням зносостійких покриттів, безфольфрамових твердих сплавів та інших прогресивних ріжучих матеріалів, які слугуватимуть потужною базою для розвитку сучасного машинобудування. Розробка технологічного процесу виготовлення машини не повинна зводитись до формального встановлення послідовності обробки поверхонь деталей, вибору обладнання та режимів. Вона вимагає творчого підходу для забезпечення узгодженості всіх етапів побудови машини та досягнення необхідної якості з найменшими витратами.

Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність та якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталі та машини в цілому, ефективне використання автоматичних та потокових ліній, верстатів з ЧПУ – все це спрямоване на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		8

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

Агрегат вакуумний золотниковий (АВЗ 180) це агрегат призначений для створення вакууму. Він широко застосовується в багатьох галузях промисловості: приладобудуванні, харчовій промисловості, авіації а також для наукової роботи в науково-дослідних інститутах.

Агрегат АВЗ 180 призначений для відкачування повітря, неагресивних газів і парогазових сумішей, попередньо очищених від крапельної вологи та механічних забруднень, із герметичних вакуумних систем у стаціонарних установках, що знаходяться у пожежо-вибухобезпечних.

Приміщеннях при температурі навколишнього середовища від 10 до 35 °С.

Агрегати не придатні для відкачування середовищ: вибухонебезпечних, отруйних, що вступають у реакцію з мастилом і роз'їдає чорні метали, а також для перекачування з однієї ємності в іншу. Агрегат вакуумний золотниковий складається з корпусу в якому виконані роторні камери, клапанна камера, канали підведення та відведення робочого середовища. У роторних камерах обертанням ексцентрика на жорсткому валу наводиться рух плунжер, який здійснюючи обертально-поступальний рух по роторній камері змінює її обсяг за рахунок цього створюється послідовне розрядження правої частини роторної камери, а надлишковий тиск у лівій частині випускається через спеціальний клапан (Табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики АВЗ-180

Показник	Характеристика
Швидкість дії в діапазоні тиску на вході від атмосферного до 0,26 КПа(2 мм рт.ст.),л/с,	180
Граничні залишкові тиски, кПа (мм.рт.ст), не більше % Парціальне без газобаласту	$6,7 \cdot 10^{-4} \cdot (5 \cdot 10^{-3})$
Повне без газобаласту	$6,7 \cdot 10^{-4} \cdot (5 \cdot 10^{-2})$

Повне з газобаластом	0,4(3)
Найбільший допустимий тиск пари води, кПа (мм.рт.ст.)	4,7(35)
Найбільший робочий тиск кПа(мм рт.ст.)	20(150)
Робоча рідина	Вакуумне мастило VM-1 ГОСТ38.01402-86
Найбільша температура робочої рідини К(°С)	356(85)
Кількість мастила на одну заправку, л	28,5±0,5
Витрата мастила на одну заправку, л	1,3
Двигун	
Тип	5A160S4
Потужність, кВт	15,0
Частота обертання, об/мин	1500
Напруга, В	380
Маса, кг	870

З цього агрегату для дослідження в рамках дипломного проекту було обрано плунжер 352.17.01.02, який формує складальний вузол з валом, ексцентриком. Принцип роботи даного вузла полягає в передачі обертального руху від електродвигуна, за допомогою клинопасової передачі на вал, який будучи з'єднаним з ексцентриком, розташованому в плунжері пов.14 (Рис.1), приведе його в рух. Плунжер рухаючись плунжерною камерою, контактуючи пов.16, з одного боку виштовхує робоче середовище, а з іншого, через вікна пов.8, втягує в роторну камеру наступну порцію робочого середовища, створюючи тим самим в об'єкті роботи вакуум. Через забірну трубку в камеру подається олія під тиском, що створює в камері середовище зваженої олії так званий масляний туман. Таким чином, можна зробити висновок, що плунжер служить для витіснення робочого середовища з роторної камери.

Проведемо аналіз поверхонь деталі-плунжер.

Усі поверхні деталей в залежності від свого функціонального призначення діляться на виконавчі, базові та вільні.

Виконавчими поверхнями називають ті поверхні, з яких деталь безпосередньо виконує своє службове призначення.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Базовими поверхнями є поверхні, що визначають положення даної деталі у виробі (основні конструкторські бази ОКБ), або визначальні положення деталей та вузлів, які приєднуються до цього виробу (допоміжні конструкторські бази ДКБ).

Вільними поверхнями є поверхні, які не контактують з іншими поверхнями і лише визначають габарити, масу, жорсткість та інші параметри виробу.

Виконавчі поверхні: 6,7,8,9,11,14,16.

Базові поверхні: 1,14,

Вільні поверхні: 2,3,4,5,10,12,13,15.

Проаналізуємо призначення виконавчих поверхонь.

Поверхні 1 і 9-служать для ковзання напрямних у роторній камері.

Поверхні 6 та 7 –служать шахтою для проходження робочого середовища.

Поверхня 8 представлена у вигляді трьох вікон які служать для виходу робочого середовища в роторну камеру.

Поверхня 11 представлена двома отворами, які служать для подачі мастила.

Поверхні 14 і 15 контактують з ексцентриком.

Поверхня 16 служить для переміщення по роторній камері.

Проаналізуємо вільні поверхні.

Поверхня 2- паз служить для подачі в мастила напрямні.

Поверхні 3,4,10,12,13-фаски службовці для полегшення збирання.

ОКБ – 1, 16 – основні поверхні, якими деталь базується у вузлі.

Загалом деталь позбавлена п'яти ступенів вільності. Поверхня 14 утворює подвійну напрямну базу (ПНБ), вона позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності II, III, V, VI. Поверхня 1 є опорною базою, вона позбавляє деталь одного ступеня свободи.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

На підставі вивчення робочого креслення деталі, можна сказати, що в наведених заводських документах достатньо інформації для чіткого розуміння конструкції, і вона викладена з достатньою точністю та коректністю. На кресленні деталі є розрізи, що дають повне уявлення про деталі без додаткових видів. Розміри проставлені згідно з діючими стандартами, є вимоги до точності розташування поверхонь, їх шорсткості. Є також технічні вимоги, що дають уявлення про матеріал, його допустиму твердість 163...230НВ, є допуски на поверхні, які не позначені на кресленні і які становлять Н14, h14, ±IT14/2.

Деталь «плунжер» виготовлена з СЧ 20 за ДСТУ 8833:2019. Даний матеріал був обраний так як на ряду з відносною дешевизною він добре працює в парах тертя, а такий характер контакту ми спостерігаємо при роботі плунжера в роторній камері. Сірий чавун СЧ 20 ДСТУ 8833:2019 знайшов широке застосування в верстатобудуванні - (станини, деталі верстатів, супорти, бабки, люки, кришки), в двигунобудуванні, авто- та тракторобудуванні (блоки циліндрів, гільзи, головки, розподільні вали, сидла клапанів, напрямні втулки, поршневі кільця, штовхачі, гальмівні барабани, диски зчеплення, картери коробок швидкостей та зчеплення). У хімічному машинобудуванні, електромашинобудуванні при виробництві компресорів, насосів, повітродувок для виготовлення санітарно-технічних виробів. У заготовок із сірого чавуну спостерігається хороша оброблюваність, покращені ливарні властивості, що полегшують отримання виливків найбільш складної конфігурації, та найбільша дешевизна. Механічні властивості та склад сірого чавуну вказані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Механічні властивості СЧ 20

Чавун	σв, МПа	Твердість НВ·10 ⁻¹ МПа	Масова доля елементів, %				
			C	Si	Mn	P	S
						не более	
СЧ20	245	180-250	3,2 -3,4	1,4 -2,2	0,7 -1,0	0,2	0,15

Точність виливки 11Т-0-0-11Т обрана відповідно до ДСТУ 8851:2019. 11-клас розмірної точності. Цей параметр вказує на ступінь точності розмірів моделі, що виплавляється. Чим цей параметр менший, тим точніше розміри отриманого виливка. Виходячи з перерахованого вище, робимо висновок, що дана виливок має середній клас розмірної точності. Відповідність поверхні виливки заданого ступеня точності визначаються за висотою нерівностей та шорсткості поверхні, при розбіжності знайдених оцінок приймають більшу з них. Відповідно до ГОСТ 26645-85 другий і третій параметри шифру позначають - ступінь жолоблення і ступінь точності поверхонь відповідно. Наявність нулів у цих графах свідчить, що ці показники не нормуються. 11Т-клас точності маси та ступінь зміщення виливки [2, с.29].

Відповідність виливки заданому класу точності маси визначається за величиною дійсної маси виливки. Подібна точність обумовлена необхідністю наблизити поверхню заготовки до готової деталі, тим самим, скоротивши витрати на механічну обробку поверхонь.

Виливок піддається штучному старінню для зміцнення поверхневого шару металу. Ця процедура дозволяє уникнути жолоблення деталі при механічній обробці, що певною мірою визначає отримання необхідної точності при механічній обробці.

Допущення раковин з розмірами ($\varnothing 5$ мм і $h=2$ мм), а також пористості 25x25 мм на виливку пояснюється тим, що ці похибки будуть усунуті в процесі механічної обробки і, зрештою, не вплинуть на функціональність деталі.

Твердість 163...230НВ регламентована ДСТУ 8833:2019 та її дотримання необхідне виконання службового призначення деталі. Ця твердість може значною мірою гарантувати високу стійкість до навантажень що стирають. В іншому випадку в процесі роботи може виникнути одностороннє стирання поверхонь деталі і як наслідок підвищений знос, перекося та заклинювання, зокрема, по лінії контакту хвостовика плунжера та напрямних. Також наслідком може бути викошування виконавчих поверхонь (пов.16), що, у свою чергу, може призвести до перетікання повітряних, послаблення тиску в плунжерній камері,

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

проковзування, заклинювання, перекосів, розбовтуванням і зрештою часткової непрацездатності або виходу з ладу всього вузла.

Ненаведені граничні відхилення розмірів H14, h14, $\pm IT14/2$. Усі розміри, на які не призначена точність обробки, виконуються згідно з квалітетом, зазначеним у технічних вимогах.

Технічні вимоги, проставлені на кресленні конструктором, обґрунтовані та не завищені. Їх виконання дозволить отримати деталь з якісними та точними поверхнями та забезпечить надійну та правильну роботу деталі у складальній одиниці.

Розміри, що забезпечуються геометрією різального інструменту: R50, R0.5, R3,3-дані показники обумовлені геометрією ріжучого інструменту.

Низькі вимоги до поверхонь фасок Ra 6.3 пояснюється тим, що дані поверхні не є виконавчими та відповідальними.

Кромка Г не притуплюється, щоб уникнути перетікання повітря. Виконання даного гарантує щільне прилягання по лінії контакту пов.(16), що забезпечує герметичність і функціональність плунжерної камери. У разі порушення цієї вимоги можуть спостерігатися такі порушення в роботі: перетікання повітряних мас і лівої частини плунжерної камери в праву і навпаки, що призведе до зниження тиску, ККД вузла, збільшення зазорів.

Покриття необроблених поверхонь бакелітовим лаком необхідне захисту цих поверхонь у процесі експлуатації від робочого середовища та тертя. Ця вимога також має велику важливість, оскільки деталь працює в непростих експлуатаційних умовах і схильна до тертя з боку роторної камери. У зв'язку з цим захист поверхні лаком забезпечує щільне прилягання по лінії контакту, покращення показників шорсткості, знижує тертя і тим самим захищає поверхню від стирання та викошування. Згубне вплив цих факторів докладно описувалося вище.

Вибрана для таврування та маркування поверхня (5) є вільною, а тому нанесення на неї позначень не погіршить її технологічність.

Таврування ВТК засвідчує відповідність цієї деталі всім технічним вимогам.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Дотримання зазначених на кресленні відхилення від симетричності в межах 0,3Т, відхилення від паралельності в межах 0,05 мм, а також відхилення від перпендикулярності 0,05 мм, необхідно для виконання службового призначення деталі. Недотримання заданих параметрів загрожує непрацездатністю всього виробу, оскільки це може призвести до заклинювання та перетікання повітряних мас, що ставить під сумнів працездатність агрегату.

Таблиця 2.2 – Параметри поверхонь деталі

Назва поверхні	Кількість	Точність (квалітет)	Шорсткість Ra, мкм
1. Зовнішні Ø 210	1	7	3,2
2. Внутрішні Ø 186	1	8	6,3
Ø 185	2	8	1,6
3.Торці			
12,5	1	11	6,3
99	3	14	6,3
60	1	7	6,3
107	1	14	6,3
146	1	13	6,3
410	1	14	6,3
Паз 3 мм	1	14	6,3
4. Довжини та висоти	1	14	6,3
H 52	3	11	25
L 360	1	7	0,8
L 109	3	11	25
L 110	2	14	6,3
L 55	2	14	6,3

L 20	2	14	6.3
L 8	2	14	6.3
5. Отвір Ø 5	2	14	3,2

Висновок. За результатами проведеного аналізу можна дійти висновку, що технічні вимоги містять необхідні вказівки для правильного вибору матеріалу деталі та його твердості. Також можна зробити необхідні висновки про величину граничних відхилень розмірів, шорсткості поверхні, захист необроблених поверхонь. Креслення деталі дає чітке уявлення про розміри та шорсткість поверхонь необхідних для виконання придатної для експлуатації деталі.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва згідно з ДСТУ 2974-95 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{3.0}$, який показує співвідношення всіх технологічних операцій, що виконуються підрозділом протягом місяця до кількості робочих місць. Так як $K_{3.0}$ відображає періодичність обслуговування та забезпечення робочого місця необхідними матеріальними, то $K_{3.0}$ оцінюється відносно дійсного числа робочих підрозділи з розрахунку на одну зміну :

$$K_{3.0} = \frac{P_0}{P_d} \quad (3.1)$$

де P_0 - сумарна кількість різних операцій; P_d - дійсна кількість робочих підрозділи, які виконують різні операції.

У нашому випадку для визначення типу виробництва необхідно розрахувати коефіцієнт закріплення операцій для технологічного процесу, що складається з 14 механічних операцій, а саме:

1. Карусельна чорнова $T_{шт-к} = 12$ хв;
2. Строгальна чорнова $T_{шт-к} = 9$ хв;
3. Фрезерна торців чорнова $T_{шт-к} = 18$ хв;
4. Фрезерна чорнова $T_{шт-к} = 12$ хв;
5. Фрезерна чорнова $T_{шт-к} = 12$ хв;
6. Карусельна напівчистова $T_{шт-к} = 12$ хв;
7. Стругальна напівчистова $T_{шт-к} = 9$ хв;
8. Фрезерна напівчистова $T_{шт-к} = 12$ хв;
9. Фрезерна (мастильні канавки) $T_{шт-к} = 12$ хв;
10. Розточувальна $T_{шт-к} = 30$ хв;
11. Строгальна чистова $T_{шт-к} = 9$ хв;
12. Свердлильна $T_{шт-к} = 6$ хв;
13. Шліфувальна $T_{шт-к} = 7,2$ хв;
14. Фрезерна чистова (торців) $T_{шт-к} = 12$ хв.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Маючи в наявності штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (3.2)$$

де N - Річна програма, шт.; $T_{шт-к}$ - штучно-калькуляційний час, хв.; F_d - фактичний річний фонд часу, год; $\eta_{з.н}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Річна програма $N = 300$ шт.

Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання приймаємо рівним $\eta_{з.н} = 0,8$.

Справжній річний фонд часу $F_d = 4029$. [1]

Розраховуємо кількість верстатів для кожної операції:

1) $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

2) $m_p = \frac{500 \cdot 9}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,023$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

3) $m_p = \frac{500 \cdot 18}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,046$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

4) $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

5) $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

6), $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

7) $m_p = \frac{500 \cdot 9}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,023$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

8), $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$ приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

9) $m_p = \frac{500 \cdot 12}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,03$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

10) $m_p = \frac{500 \cdot 30}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,08$, приймаємо кількість верстатів - 1 шт.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

повторюються, і порівняно великим обсягом випуску. Коефіцієнт закріплення операцій 20-40.

Використовується універсальне та спеціалізоване та частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, і навіть гнучкі автоматизовані системи з урахуванням верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Обладнання розставляється по технологічних групах з урахуванням напряму основних вантажопотоків цеху, предметно-замкнених ділянок.

Технологічне оснащення в основному універсальне, велике поширення має універсально-збірне, технологічне оснащення, що переналагоджується, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

Як вихідні заготовки використовується гарячий і холодний прокат, лиття в землю і під тиском, точне лиття, поковки і точні штампування.

Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, і методами пробних проходів з частковим застосуванням розмітки для складних корпусних деталей.

Кваліфікація робітників вища ніж у масовому виробництві, але нижча ніж у одиничному. Поряд з робочими універсальниками та наладчиками, що працюють на складному універсальному обладнанні, використовуються робітники-оператори, що працюють на налаштованих верстатах.

Залежно від особливості технології виробництва та обсягу випуску забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, проте застосовується і підгонка за місцем, компенсація розмірів.

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних та відповідальних заготовок та спрощеного нормування для простих заготовок.

Режучий інструмент, що застосовується - універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Відповідно до даного типу виробництва та порядку виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, що характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення.

У дрібносерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, закріплені за окремими певними верстатами. Верстати застосовуються універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані агрегати.

Верстатний парк повинен бути спеціалізований такою мірою, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, дещо відрізняється від першої в конструктивному відношенні.

Повинні застосовуватися спеціалізовані та спеціальні пристрої, спеціалізований та спеціальний різальний інструмент та вимірювальний інструмент у вигляді граничних калібрів та шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Як спеціалізовані пристрої (або інструменти) можуть використовуватися нормалізовані конструкції, пристосовані для даної операції.

Дрібносерійне виробництво значно економічніше, ніж одиничне виробництво, оскільки краще використання обладнання, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції [1].

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Одним із факторів, що істотно впливають на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції виробу. Деталь вважається технологічною, якщо її обробка ведеться з максимальною продуктивністю та мінімальною собівартістю. При аналізі на технологічність потрібно прагнути до найменшого числа нетехнологічних елементів. Аналіз деталі проводиться для того щоб дізнатися чи зручна деталь в обробці а також знайти менш трудомісткі і менш дорогі економічні методи отримання деталей.

Показники технологічності ділять на якісні та кількісні. Якісні показники характеризують технологічність конструкції узагальнено виходячи з досвіду виконавця.

Матеріал установка (базування та закріплення) простановка розмірів, допуски форми та розташування, геометрична форма, можливість застосування раціонального та продуктивного способу обробки.

Геометрична форма поверхонь обрана раціонально, поверхні прості: площини, зовнішні циліндричні поверхні, наскрізний отвір.

Розміри поставлені чітко, дотримується принцип єдності та поєднання основ. Значення граничних відхилень розмірів у деяких випадках не відповідають стандартним, що є нетехнологічним. Так розмір товщини стінки циліндричної частини 12,5 мм заданий з граничним нижнім відхиленням $-0,25$ мм, а найближчі стандартні значення відхилень такі: h13: $-0,27$ мм; також відхилення на діаметральний розмір $\varnothing 185$ заданий з граничним верхнім відхиленням $+0,09$ мм, у той час як найближче стандартне значення H8: $+0,072$ мм. Потрібно прийняти найближче менше значення граничного відхилення.

Нетехнологічними є точні поверхні, обробка яких виконується у кілька етапів, а значить, вимагає більше часу, великої кількості інструментів, внаслідок чого собівартість їх виготовлення зростає по відношенню до менш точних поверхонь, що не потребують додаткової обробки. До них можна віднести поверхні $\varnothing 185^{+0,09}$, $\varnothing 210$ f7, 360 f7. Високий квалитет точності поверхнями $\varnothing 210$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

f7, 360 f7 є не технологічним, оскільки ускладнює процес отримання розміру необхідної точності в порівнянні з менш точними розмірами. Застосування обробки в кілька операцій та залучення точного дорогого інструменту та висококваліфікованого персоналу збільшить вартість отримання поверхонь та деталі загалом.

Не технологічними є поверхня 60 d7, у яких низька шорсткість $Ra = 0,8$ мкм, оскільки вимагають застосування додаткових дорогих операцій. На користь не технологічності цього розміру також свідчить висока точність за 7-м квалітетом, що безумовно вимагає обробки поверхні в кілька проходів, що збільшить основний час і призведе до подорожчання виробу. Вимоги по перпендикулярності щодо бази А у розмірі 0,05 мм є високоточним, що робить цю вимогу не технологічною, так як для її виконання необхідно залучення додаткових зусиль з базування, закріплення та обробки заготовки. Теж стосується і вимог щодо симетричності та паралельності щодо бази А, розміру 60 d7.

Паз розміщень на лівому торці деталі представляється не технологічним елементом, оскільки його отримання вимагає здійснення додаткового переходу та спеціального інструменту, що безумовно призведе до збільшення основного часу і як результат позначиться вартості деталі. Свердління двох отворів на циліндричній поверхні є не технологічною дією, тому що вимагає спеціальної налагодження обладнання, що збільшить допоміжний час. Покриття бакелітовим лаком необроблених поверхонь також не технологічно, оскільки змушує залучати додаткову кількість допоміжних робочих та організаційних робіт, що, безумовно, негативно позначиться на вартості деталі.

Слід зазначити, що форма деталі має складну конфігурацію, зокрема через хвостовик. Це ускладнює процес одержання заготовки так як виконання деталі вимагає застосування складних ливарних форм та застосування додаткових стрижнів, зокрема для одержання вікон. Не технологічна форма деталі ускладнює дії з базування та закріплення на верстатах, так як це вимагає застосування додаткових спеціальних пристроїв, які ще потрібно розробити та впровадити, що безумовно позначиться на собівартості деталі. Також через складну конфігурацію

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

деталі в техпроцес була включена термічна операція. Для цього вимоги процесу необхідно залучення додаткових ресурсів: між цехового транспорту, для транспортування деталі в ливарний цех, і навіть устаткування й персоналу цього цеху, що потребує додаткових витрат.

Технологічним є матеріал заготовки СЧ 20, оскільки є найбільш прийнятним матеріалом для отримання виливків складної конфігурації, а також ідеально підходить за своїми фізико-хімічними та техніко-економічними показниками. Технологічною є можливість застосування раціонального та продуктивного способу обробки.

Загалом деталь досить технологічна, допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має розвинені базові поверхні для чорнових операцій.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ

Для забезпечення правильного вибору способу отримання заготовки необхідно керуватися установкою, що заготівля має бути максимально наближена за формою та точністю до готової деталі.[5]

На кресленні деталі всі розміри проставлені відповідно до стандарту і є легко читаними. Глибини отворів проставлені від однієї бази, що є технологічним. Внутрішня поверхня плунжерного яблука є опорною базою. Розміри на кресленні проставлені в такий спосіб, що похибка одного розміру впливає величину інших розмірів.

Допуски форми та взаємного розташування поверхонь. На кресленні проставлені жорсткі допуски розташування поверхонь:

-допуск перпендикулярності правого крайнього торця деталі щодо поверхні А 0,05 мм;

-допуск перпендикулярності лівого крайнього торця деталі щодо поверхні А 0,05 мм;

-допуск паралельності торця на розмірі 60 мм щодо поверхні А 0,05 мм;

-Відхилення від симетричності на розмір 60 мм щодо поверхні А становить Т0,3.

Особливу увагу необхідно привернути дотримання допуску перпендикулярності торцевої розточування щодо осі зовнішньої циліндричної поверхні А, оскільки ці конструктивні елементи обробляються різних установках. Інші допуски розташування поверхонь забезпечуються тим, що контрольовані поверхні та вимірювальні бази обробляються одночасно.

Можливі способи одержання заготівлі. До єдино можливого способу одержання заготовки можна віднести лиття в разові або багаторазові форми. Виливок матиме складну форму і нагадуватиме оброблювану деталь, тобто механічна обробка зведеться до мінімуму. Користуючись даним методом одержання заготівлі, я отримаю мінімальні допуски на розміри, хорошу якість

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

поверхні та низькі припуски на обробку, чим забезпечимо високу продуктивність праці.

Для визначення припуску табличним способом ДСТУ 8833:2019.

Залежно від типу сплаву, технологічного процесу лиття та найбільшого габаритного розміру виливка визначаю клас розмірної точності -11Т [2, табл.9].

Ступінь точності-11 [2, табл.11]:

Ступінь короблення визначається залежно від [2, табл.10]:

-співвідношення між найменшим та найбільшим елементами виливки $60:360 = 0,17$;

-оскільки лиття здійснюється в піщано-глинисті форми, то ступінь короблення приймають -5.

Ряд припусків визначають залежно від рівня точності поверхні [2, табл.14] – 7.

Клас точності маси визначають залежно від технологічного процесу лиття, номінальної маси виливки та типу сплаву [2, табл.13] – 11Т.

Шорсткість поверхні виливки [2, табл.12] - Ra 25 мкм, не більше.

Мінімальний припуск на бік [2, табл.5] - 08 мм.

Для визначення загального допуску [2, табл.16] необхідно визначити:

-допуск розмірів за кожен розрахунковий номінальний розмір оброблюваної поверхні [2, табл.1];

-допуск форми та розташування поверхонь виливків на кожен розрахунковий номінальний розмір залежно від ступеня короблення [2, табл.2].

Значення загального припуску визначають залежно від загального допуску та виду остаточного хутра. обробки (чорнової, напівчистої, чистої та тонкої) [2, табл.6].

Визначимо коефіцієнт використання заготовки, одержання методом лиття в піщано-глинисті форми:

$$K_3 = \frac{M_0}{M_3} \quad (5.1)$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Визначте обсяг заготовки. Для цього розділіть заготовку на елементарні фігури і обчисліть їх загальний об'єм:

$$V_3 = \left(\left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \right) + a \cdot b - c \cdot b \right) \cdot h, \quad (5.2)$$

де D_1 – зовнішній діаметр циліндричної частини плунжера, мм:

D_2 – внутрішній діаметр циліндричної частини плунжера, мм:

a – ширина хвостовика, мм:

b – висота хвостовика, мм:

c – ширина порожнини в хвостовику, мм:

h – висота плунжера, мм.

$$V_3 = \left(\left(\frac{3,14 \cdot 225^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 171^2}{4} \right) + 74 \cdot 236 - 44 \cdot 236 \right) \cdot 382 = 8807774_{\text{мм}^3}$$

Визначимо масу заготовки за формулою :

$$M_3 = V_3 \cdot \rho \quad (5.3)$$

де ρ – густина матеріалу заготовки ($\rho=7,8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³).

$$M_3 = 8807774 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 68,7 \text{ (кг)}$$

Коефіцієнт використання заготовки, одержуваної литтям в кокільну форму за формулою (5.1):

$$K_3 = \frac{30}{68} = 0,44$$

Допуск на розмір, допуск на форму та поверхню, загальний допуск, загальний запас для кожного розміру заготовки (Табл. 5.1)

$$R_{210} = 210 + 5,4 = 215,4 \text{ (мм)};$$

$$R_{186} = 186 - 4,9 = 181,1 \text{ (мм)};$$

$$R_{60} = 60 + 6 = 66 \text{ (мм)};$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь

Розрахунок припусків на механічну обробку будемо проводити на поверхні з параметрами Ø185H8(+0,09;), Ra=1,6мкм. Розрахунок провадимо розрахунково-аналітичним методом, професора В.М.Кована, за допомогою ПЕОМ.

Заповнюємо таблицю 6.1.

Граничні відхилення es, ei вибрали згідно з ГОСТ 25347-82.

Шорсткість Rz, дефектний шар h вибрали згідно [6, стор 188].

Просторове відхилення визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{cm}^2}, \quad (6.1)$$

де ρ_k – місцева кривизна заготовки, мкм;

ρ_{cm} – похибка зацентрування ливарної заготовки, мкм.

Величину зміщення визначаємо згідно [4] .

Величину жолоблення оброблюваної заготовки визначаємо за формулою 6.2:

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l, \quad (6.2)$$

де Δ_k – допустима питома кривизна ливарних заготовок за [11]: = 1 мкм/мм;

l – відстань від перетину, для якого визначається кривизна $L_k = 365$ мм.

Виконаємо розрахунок згідно 6.2

$$\rho_k = 1 \cdot 412 = 365 \text{ мкм.}$$

Знаходимо просторове відхилення на заготівельній операції:

$$\rho = \sqrt{700^2 + 365^2} = 789,446 \text{ мкм} \approx 789 \text{ мкм}$$

Просторове відхилення інших операціях знаходимо з допомогою коефіцієнта уточнення.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Визначення похибки установки.

Скористаємося формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} \quad (6.3)$$

де ε_{δ} – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

Розрахуємо похибку базування для Карусельної чорнкової операції:

$$\varepsilon_{\delta_{183,5}} = \frac{Td}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha/2}; \quad (6.4)$$

$$\varepsilon_{\delta_{183,5}} = \frac{460}{2} \cdot \frac{1}{\sin 120/2} = 266 \text{ мкм};$$

Визначимо похибку закріплення по [4, с 81]. Приймаємо $\varepsilon_3 = 50$ мкм. Розрахуємо похибку базування для Карусельної напівчистої операції:

де – допуск на діаметр базової поверхні заготовки, використаної при зацентруванні, = 3600 мкм.

$$\varepsilon_{\delta_{184,4}} = \frac{185}{2} \cdot \frac{1}{\sin 120/2} = 110 \text{ мкм};$$

Визначимо похибку закріплення по [4, с 81]. Приймаємо $\varepsilon_3 = 50$ мкм.

Розрахуємо похибку базування для Розточувальної чистої операції:

$$\varepsilon_{\delta_{185}} = \frac{90}{2} \cdot \frac{1}{\sin 120/2} = 52 \text{ мкм};$$

Визначимо похибку закріплення по [4, с 81]. Приймаємо $\varepsilon_3 = 50$ мкм.

Визначимо похибку установки за кожною з цих операцій:

Карусельна чорнова : $\varepsilon_{y, \text{Карус. черн}} = \sqrt{266^2 + 50^2} = 270,658 = 271 \text{ мкм};$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$\rho_{чис} = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 789 = 39,45 \approx 39 \text{ мкм}$$

Просторове відхилення при чистовому розточування:

$$\rho_{чис} = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 789 = 31,56 \approx 32 \text{ мкм}.$$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Якість виготовлення деталі великою мірою залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто. орієнтації заготівлі щодо виконавчих

органів верстата, інструменту чи траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто. докладання сил до заготівлі для фіксації положення заготівлі, досягнутого під час базування.

Поверхня, що використовується для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- Великі розміри, геометрично правильна форма;
- Низька шорсткість поверхні (без задир, напливів, буртиків, залишків литникової системи і т.д.);
- безпосередній розмірний зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значних деформацій та низької жорсткості базових поверхонь;
- Використання принципу сталості баз;
- Можливість простого та зручного закріплення заготівлі.

Аналіз та обґрунтування схеми базування та закріплення заготівлі на операції № 120 Вертикально-фрезерна.

Ця операція і двох установ, у яких обробляються дві торцеві поверхні плунжера. Ці поверхні вже попередньо оброблені на попередніх операціях, на яких було знято чорновий припуск.

Аналіз та обґрунтування першої схеми базування та закріплення заготовки представлені на рисунку 6.1

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

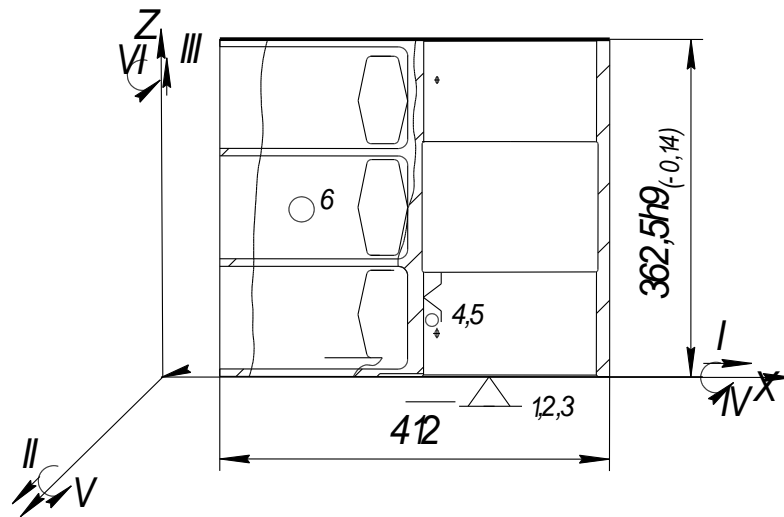


Рисунок 6.1 - Схема базування на фрезерній операції (Установ А).

За цієї схеми базування деталь позбавляється шести ступенів вільності. Мають місце встановлювальна база (точки 1, 2, 3), яка позбавляє трьох ступенів вільності, подвійна опорна база (точка 4,5), яка позбавляє двох ступенів свободи, опорну базу (точка 6), яка позбавляє одного ступеня вільності.

Таблиця 6.2 – Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	ВБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	x	y	z	
<i>l</i>	0	0	1	УБ
<i>α</i>	1	1	0	
<i>l</i>	1	1	0	ПОБ
<i>α</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	1	

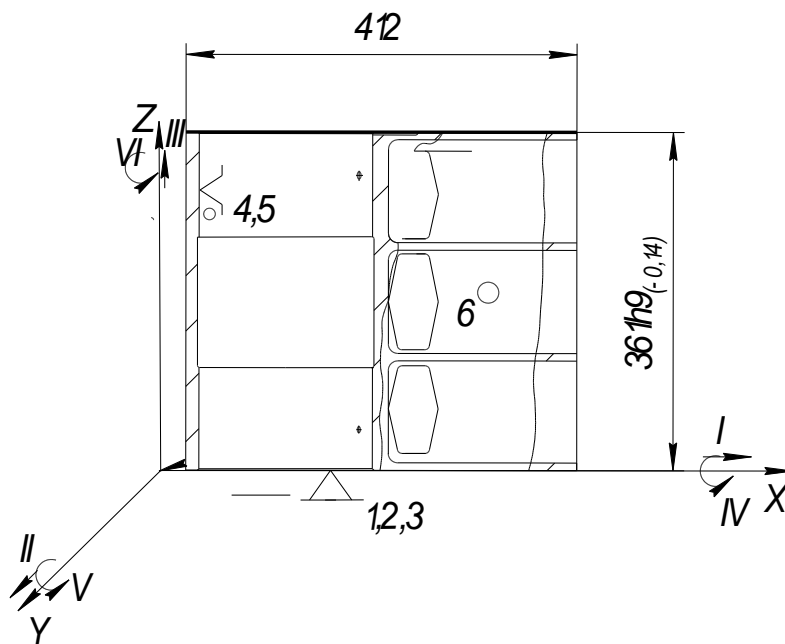


Рисунок 6.2 - Схема базування на фрезерній операції (Установ Б).

Таблиця 6.3 – Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	ВБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

	x	y	z	
l	0	0	1	УБ
α	1	1	0	
l	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	
l	0	0	0	ОБ
α	0	0	1	

Похибка базування при цьому способі базування заготовки

$$\varepsilon_{0362,5h9} = 0;$$

$$\varepsilon_{0361h9} = 0;$$

Оскільки, реалізується принцип суміщення баз, тобто суміщення технологічної та вимірювальної баз.

Аналіз на обґрунтування другої схеми базування та закріплення заготовки наведено на рисунках 6.3 и 6.4.

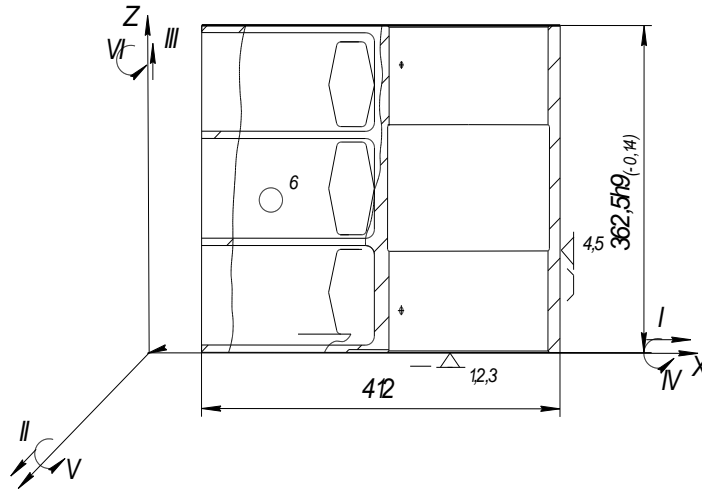


Рисунок 6.3 - Схема базування у призмах (Установ А)

Таблиця 6.5 - Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	УБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.6 - Матриця зв'язків

	x	y	z	
<i>l</i>	0	0	1	ВБ
<i>α</i>	1	1	0	
<i>l</i>	1	1	0	ПОБ
<i>α</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	1	

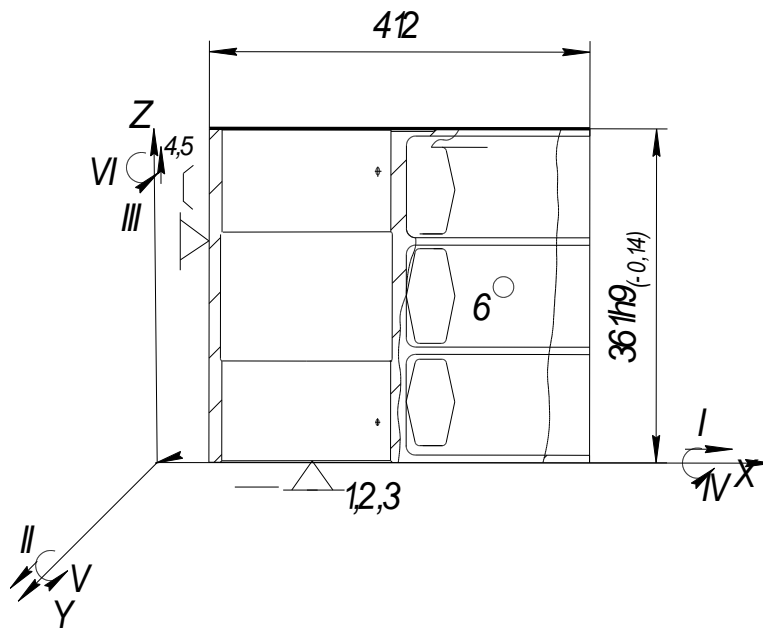


Рисунок 6.5 - Схема базування у призмах (Установ Б)

Таблиця 6.7 - Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	УБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.8 - Матриця зв'язків

	x	y	z	
<i>l</i>	0	0	1	ВБ
<i>a</i>	1	1	0	
<i>l</i>	1	1	0	ПОБ
<i>a</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>a</i>	0	0	1	

Похибка базування при цьому способі базування заготовки:

$$\varepsilon_{0362,5h9} = 0;$$

$$\varepsilon_{0361h9} = 0;$$

На основі даних, отриманих в результаті аналізу схеми базування необхідно вибрати оптимальну схему закріплення заготовки. За підсумками проведеного аналізу очевидно, що схеми базування, з погляду одержуваної точності, є еквівалентними. Проте якщо розглянути ці схеми з погляду зручності застосування, можна виділити такі відмінності:

-схема базування по циліндричній поверхні характеризується невеликими габаритами та вагою оправки, що у свою чергу означає скорочення місця для зберігання, легкість транспортування до робочого місця, простату встановлення та усунення на робочому місці.

-схема базування по призматичній поверхні характеризується великими габаритами і відповідно вагою призми, що створює необхідність використання додаткових площ для зберігання, залучення додаткових механічних пристроїв, для встановлення та зняття пристосування на робочому місці, а також необхідністю залучення більш габаритних верстатів для здійснення обробки в цьому пристосування.

Враховуючи все вище перераховане, можна дійти висновку, що схема базування по циліндричній поверхні більш доцільна, ніж схема базування по призматичній поверхні.

Аналіз та обґрунтування схеми базування та закріплення заготівлі на операції № 110 Розточувальної

Ця операція складається з двох установ, на яких обробляються два внутрішні діаметри плунжера. Ці поверхні вже попередньо оброблені на попередніх операціях, на яких було знято чорновий припуск.

У випадку з першою схемою базування обробка здійснюється в два установи на оправці із зазором.

При обробці за другою схемою базування здійснюється у пристрої з пневматичними затискачами з обробкою заготовки на прохід.

Аналіз та обґрунтування першої схеми базування та закріплення заготовки представлені на рисунку 6.6.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

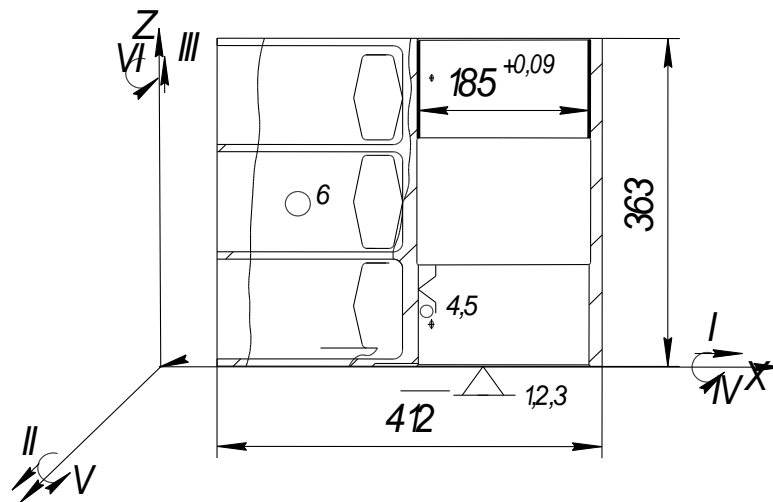


Рисунок 6.6 - Схема базування на розточувальній операції 110 (Установ А)

Таблиця 6.9 - Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	ВБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.10 - Матриця зв'язків

	x	y	z	
l	0	0	1	ВБ
α	1	1	0	
l	1	1	0	ПОБ
α	0	0	0	
l	0	0	0	ОБ
α	0	0	1	

Розрахунок похибки базування для діаметрального розміру $\varnothing 185^{+0,09}$

$$\varepsilon_{\varnothing 185} = \frac{1}{2} S_{\max}; \quad (6.5)$$

$$S_{\max} = D_{\text{отв}}^{\max} - d_{\text{опр}}^{\min}; \quad (6.6)$$

$$S_{\max} = 185,09 - 184,97 = 0,119 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta_{185}} = \frac{1}{2} \cdot 0,119 = 0,0595 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta_{185}} = 59,5 \text{ мкм};$$

У випадку забезпечення достатньої точності базування має виконуватись умова: $\varepsilon_{\delta_{185}} \leq Td$, $0,0595 < 0,09$ мм – відповідно достатню точність базування забезпечено.

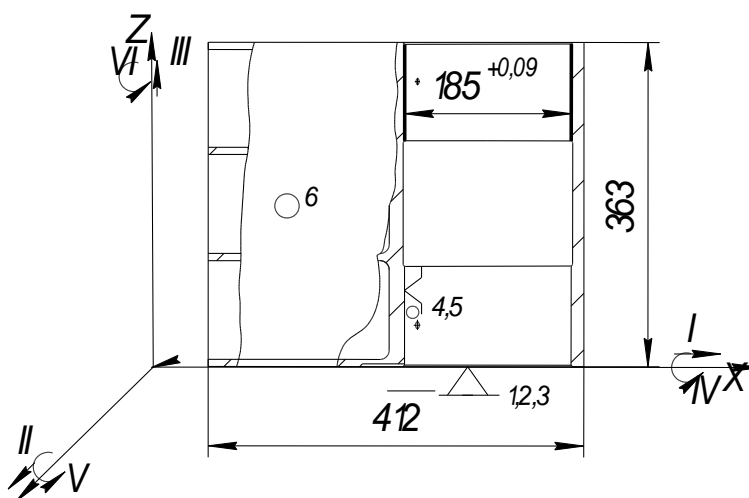


Рисунок 6.7-Схема базирования на расточной операции (Установ Б).

Таблица 6.11 - Матрица відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	ВБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблица 6.12 - Матрица зв'язків

	x	y	z	
<i>l</i>	0	0	1	ВБ
<i>a</i>	1	1	0	
<i>l</i>	1	1	0	ПОБ
<i>a</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>a</i>	0	0	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Розрахунок похибки базування для діаметрального розміру $\varnothing 185^{+0,09}$

$$S_{max} = 185,09 - 184,97 = 0,119 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\varnothing 185} = \frac{1}{2} \cdot 0,119 = 0,0595 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\varnothing 185} = 59,5 \text{ мкм};$$

У випадку забезпечення достатньої точності базування має виконуватись умова: $\varepsilon_{\varnothing 185} \leq Td$, $0,0595 < 0,09$ мм – відповідно достатню точність базування забезпечено.

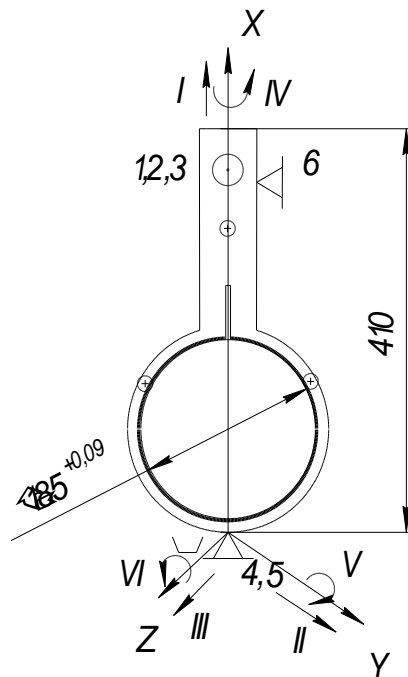


Рисунок 6.8 – Схема базування на розточувальній операції 110 при базуванні у призмах

Таблиця 6.13 - Матриця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,	III,IV,V	ВБ
4,5	I,II	ПОБ
6	VI	ОБ

обробки на один прохід, що скоротить витрату часу на переустановку заготовки. Це означає, що друга схема є більш точною, а її вибір є кращим.

Таким чином, як робоча схема базування обрана схема базування в пристосуванні з пневмонічними затискачами.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Металорізальний верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів в даній операції.

У базовому технологічному процесі вертикально-фрезерний верстат 6P13 використовується для виконання операції вертикального фрезерування.

- необхідність залучення більш кваліфікованих працівників;
- необхідність використання розмічальних робіт, що вимагає додаткових робітників;
- необхідність ручного затиску інструменту, що вносить випадкові похибки при обробці деталей;
- використання методу пробних прогонів і вимірювань для досягнення необхідної точності, що дуже трудомістко і вимагає залучення висококваліфікованого персоналу, що призводить до збільшення собівартості виробництва деталей.

У свою чергу, верстати з ЧПУ мають ряд переваг, які викладені нижче. У цій операції технологічно необхідно використовувати верстати з ЧПУ, так як верстат з ЧПУ забезпечить задану точність автоматичним методом. Верстати з ЧПУ - це робочі і допоміжні автомати, всі рухомі частини яких виконують робочі і допоміжні рухи автоматично за заданою програмою. Ефективність використання верстатів з ЧПУ виражається:

- Підвищення точності однорідності розмірів і форм оброблюваних заготовок, що повністю визначається правильним програмуванням і

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

точність автоматичних переміщень відповідних вузлів верстата; Це особливо важливо при обробці конструктивно складних заготовок з фасонними поверхнями і великою кількістю витримуваних розмірів

- в збільшенні продуктивності обробки, пов'язаному зі зниженням частки допоміжного часу з 70-80% для звичайних верстатів з ручним управлінням до 40-50%, а в ряді випадків і з інтенсифікацією режимів різання.

- в усуненні розмічальних робіт, які призведуть до звільнення працівників;

- зниження витрат на механічну обробку, пов'язане з підвищенням продуктивності, зниженням вимог до кваліфікації верстатників, пов'язаним зі спрощенням виготовлення складних і точних заготовок на налаштованих і автоматично працюючих верстатах з ЧПУ, а також з використанням багатOVERстатного сервісу.

У сучасних умовах, у зв'язку з нестачею висококваліфікованих машинобудівних кадрів, верстати з ЧПУ набувають все більшого поширення, що сприяє більш швидкому вирішенню основних завдань подальшого розвитку промисловості [1].

У світлі всього вищесказаного приходимо до висновку, що найбільш доцільним буде використання верстата з ЧПУ.

Тип виробництва - дрібносерійний, який передбачає використання універсальних верстатів і верстатів з ЧПУ.

Підбір обладнання згідно [6].

Таблиця 6.15 – Вибір обладнання

№ операції	Найменування обладнання у базовому ТП	Найменування обладнання у пропонуваному ТП
120	Вертикально-фрезерний верстат 6P13	Вертикальний фрезерний верстат з ЧПУ 6P13Ф3-01

Технічні характеристики вертикального фрезерного верстата з ЧПУ моделі 6P13Ф3-01:

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Робоча поверхня столу	400×1600 мм;
Швидкість переміщення на прискореному ході (мм/ хв):	
Поздовжні	1000
Поперечна	400
Вертикальні	380
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24)	50
Кількість швидкостей обертання шпинделя	18
Частота обертання шпинделя, об/хв	40-2000
Таблиця подачі, мм/хв:	
Поздовжні і поперечні	0,1-4800
Вертикальні	0,1-4800
Потужність електроприводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	3425
Ширина	3200
Висота	2520
Вага (без виносного обладнання), кг	6760

Підбір обладнання для операції розточувальна з ЧПУ 110

Тип виробництва - дрібносерійний, який передбачає використання універсальних верстатів і верстатів з ЧПУ.

Підбір обладнання згідно [6, с.51].

Таблиця 6.15 – Підбір обладнання для операції 110 Розточувальна

№ операції	Найменування обладнання у базовому ТП	Найменування обладнання у пропонуваному ТП
110	Вертикальний оздоблювально-розточувальний верстат 2733Р	Вертикально-розточувальний верстат з ЧПУ 2Е78ПН

Технічні характеристики вертикально-оздоблювально-розточувального верстата з ЧПУ моделі 2E78ПН.

Діаметр розточувальних отворів	28-200 мм;
Максимальний діаметр свердління в цільному металі, мм:	15
Найбільший об'єм шпindelної головки:	500
Найбільші розміри оброблюваних заготовок:	750x500x450
Кількість швидкостей обертання шпинделя	12
Частота обертання шпинделя, об/хв	26-1200
Робочий потік шпindelної головки, мм/хв:	0,025-0,2
Швидка швидкість ходу шпindelної головки, мм/хв:	2
Потужність електроприводу головного руху, кВт	2,2
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	1250
Ширина	1560
Висота	2125
Вага (без виносного обладнання), кг	2100

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Підбір верстатів, металорізального та вимірювального інструменту для операції 120 Вертикально – фрезерна з ЧПУ.

При виконанні обробки на операції 120 Вертикально – фрезерна з ЧПУ обробляються дві торцеві поверхні. Для закріплення заготовки використовується спеціальний пристрій, що дозволяє позбавити деталь необхідних шести ступенів вільності, необхідних для оброблення торців із заданою точністю. У нашому випадку використовується пристрій П2-1261.00.00.

Для виконання механічного оброблення було призначено наступний різальний інструмент (табл.6.16)

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таблиця 6.18 - Вибір ріжучого інструменту

№ операції	Етапи обробки	Позначення інструменту по ДСТУ	Матеріал робочої частини інструменту
120	Використовувані інструменти		
	Фрезерні	Фреза 2214-0171 ДСТУ 26595-95	ВК6 ДСТУ 19065-95

Позначення фрези виконано згідно [7].

Верстатні пристрої: Оправка 6222-0141 згідно [7, стор.356 таблиця 50]

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-III 400-0,1-2 ДСТУ 166-98;

Кутник УЛП-1-250 ДСТУ 3749-97; Щуп №1-100 ТУ2-034-225-87.

Підбір металорізального та вимірювального інструменту для обробки на операції 110 Розточувальна з ЧПУ.

При обробці на операції 110 Розточувальна з ЧПУ обробляються дві діаметральні поверхні. Для фіксації заготовки використовується спеціальний пристрій, що позбавляє деталь необхідних шести ступенів свободи, необхідних для виконання діаметрів заданої точності. У нашому випадку використовується спеціальний пристрій.

Таблиця 6.10 - Вибір ріжучого інструменту.

№ Операція	Етапи обробки	Позначення інструменту по ГОСТу	Матеріал робочої частини інструменту
110	Використовувані інструменти		
	Розточування	Різець 2140-0023; 2140-0024 ДСТУ 18882-93	ВК6 ДСТУ 19065-95

Вимірювальний інструмент:

Калібр - пробка Ø 185+0,09 СТП 978.79.00.00;

Зразки шорсткості ДСТУ9378-95.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 120 Вертикально-фрезерної з ЧПУ

Вихідні дані.

На вертикальному фрезерному верстаті з ЧПУ відфрезеруйте торець торцевою фрезою. Ширина $b=210$ мм; довжина $l = 412$ мм; Зніміть припуск по 1,5 мм на кожен сторону за один прохід.

Оброблюваний матеріал - СЧ20 ДСТУ 8833:2019 з межею міцності $\sigma_c=245$ МПа, твердістю HB180.

Розрахунок:

1. Вибір торцевої фрези, її геометричних параметрів.

Торцеву фрезу приймаємо механічним кріпленням ріжучих пластин клином - [6, табл. 99, с. 189]. Діаметр фрези $D = 315$ мм; число зубів фрези $z = 18$ [8, т.2, с.188; Карта 65; Аркуш 2];. Геометричні параметри фрези [8, табл., стор. 189]: $\varphi_1 = 5^\circ$. $\varphi=67^\circ$

2. Глибина різання.

Коли фрезерування закінчується торцевою фрезою, глибина різання дорівнює величині припуску на одну сторону. В даному випадку $t = 1,5$ мм.

Так як механічна обробка проводиться за один прохід, то ширина фрезерування дорівнює діаметру яблука плунжера $B = 210$ мм.

3. Призначення подачі на зуб фрези. [8 , карта 108]

Для фрезерування чавуну приймаємо подачу на зуб фрези $S_z = 0,16$ мм/зуб.

Для визначення більш точної подачі на один зуб введемо поправочні коефіцієнти, для цього скористаємося [8, карта 114]

$$K_m = 1; K_{nc} = 1; K_{bc} = 1 \cdot K_{\varphi s} = 1.$$

$$S_{zd} = S_z K_{ms} K_{ps} K_{bs} K_{\varphi s};$$

де K_{ms} - поправочний коефіцієнт в залежності від твердості оброблюваного матеріалу; K_{ps} - поправочний коефіцієнт в залежності від швидкості; K_{Bs} - поправочний коефіцієнт в залежності від відношення ширини фрезерування до

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

діаметра фрези; $K_{\text{фс}}$ - поправочний коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані.

$$S_{zd} = 0,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,16 \text{ мм/зуб.}$$

4. Призначення періоду стійкості різального інструменту [6, табл. 40, стор. 290].

Для торцевої фрези діаметром $D = 315$ мм з п'ятикутними твердосплавними пластинами ВК6 [8в.2 с301, додаток 3] рекомендований термін служби $T = 300$ хв [8, табл. 40, стор. 290].

5. Розрахунок швидкості різання.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (6.8.)$$

Де $z_v =$ коефіцієнт 445 за [СТМ, табл. 39, с.287];

$m = 0,32; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; q = 0,2;$ Градусні показники за [5, табл. 39, стор.287];

K_v - сумарний поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{nv} \quad (6.9)$$

де K_{mv} - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad (6.10)$$

де $n_v = 1,25$ експоненти згідно [6, табл. 2, с.262];

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{180} \right)^{1,25} = 1,07 .$$

$K_{pv} = 0,85$ - поправочний коефіцієнт швидкості різання при фрезеруванні з урахуванням впливу стану поверхні заготовки по [6, табл. 5, с.263].

$K_{nv} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання згідно [6, табл. 6, с.263];

$$K_v = 1,07 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,91$$

Швидкість різання визначається за формулою (6.8):

$$v_p = \frac{445 \cdot 315^{0,2}}{300^{0,32} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,16^{0,35} \cdot 210^{0,2} \cdot 18^0} \cdot 0,91 = 126 \text{ м/мин.}$$

6. Розрахунок частоти обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \quad (6.11)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 315} = 127 \text{ об/хв}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя згідно з паспортними даними верстата і приймаємо найближчу меншу дійсну частоту обертання $n_\partial = 125 \text{ об / хв.}$ [12, с.422].

7. Розрахунок хвилинної подачі.

Хвилинна подача розраховується за формулою [6, с.282]:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n. \quad (6.12)$$

$$S_m = 0,16 \cdot 18 \cdot 125 = 363 \text{ мм/ мин.}$$

Оскільки ця модель верстата має коробку безступінчастих подач, ми приймаємо $S_m = 365 \text{ мм/хв.}$

8. Фактична швидкість (м/хв) основного руху різання:

$$v_\partial = \frac{\pi D n_\partial}{1000} \quad (6.13)$$

$$v_\partial = \frac{3,14 \cdot 315 \cdot 125}{1000} = 124 \text{ м/хв.}$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

9. Розрахунок осевого зусилля різання.

Основною складовою сили різання при фрезеруванні є окружна сила, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (6.14)$$

де $C_p = 825$ - коефіцієнт згідно [6, табл. 41, стор.291]

$x = 1,0$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$ – показники степеня [6, табл. 41, стор.291];

K_{mp} - поправочний коефіцієнт з урахуванням впливу якості оброблюваного матеріалу:

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad (6.15)$$

де $n = 1,0$ - показник степеня згідно [6, табл. 9, с.264]

$$K_{mp} = \left(\frac{180}{190} \right)^{1,0} = 0,95$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,16^{0,75} \cdot 210^{1,0} \cdot 18}{315^{1,3} \cdot 124} \cdot 0,95 = 50,43 \text{ Н.}$$

10. Розрахунок крутного моменту при фрезеруванні.

Формула розрахунку крутного моменту при фрезеруванні за формулою з [6, стор.290]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (6.16)$$

де $D = 315$ мм - діаметр фрези.

$$M_{кр} = \frac{50,43 \cdot 315}{2 \cdot 100} = 79,43 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

11. Розрахунок потужності різання за формулою з [6, с.290]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (6.17)$$

$$N = \frac{50,43 \cdot 125}{1020 \cdot 60} = 0,10 \text{ кВт}$$

12. Перевірка вибору потужності верстата.

Різання можливе за умови:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{верст}} \quad (6.18)$$

Потужність (кВт) на шпинделі верстата $N_{\text{різ}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta$ Верстат 6P13Ф3-1 має $N_{\text{дв}} = 7,5$ кВт, а $\eta = 0,81$; $N_{\text{верст}} = 7,5 \times 0,81 = 6,07$ кВт. $0,1 < 6,07$, тобто оброблення можливе.

13. Розрахунок регулярного часу.

Основний час обчислюється як відношення відстані, пройденої фрезою з урахуванням врізання до хвилинної подачі:

$$T_o = \frac{L}{S_m}; \quad (6.20)$$

$$L = l + y; \quad (6.21)$$

де l – довжина оброблюваної ділянки, $l = 412$ мм;

y - величина зрізу, що визначається за формулою з [6, С282]:

$$y = (0,03 \div 0,05) D \quad (6.22)$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$y = (0,03 \div 0,05) \cdot 315 = 9,45 \div 15,75 \text{ мм};$$

Візьмемо $y = 12,6$ мм

Підставляючи значення в формулу (6.20) для обчислення регулярного часу, отримаємо:

$$T_o = \frac{412 + 12,6}{365} = 1,16 \text{ хв.}$$

Так як обробляються два кінця, то основний час буде в 2 рази довше і буде дорівнює $T_o = 2,32$ хв.

Розрахунок режимів різання на операції 110 Розточувальна з ЧПУ

Вихідні дані.

На вертикально-розточувальному верстаті з ЧПУ необхідно виконати розточування внутрішнього діаметра плунжерного яблука. Діаметр 185 мм; довжина $l = 363$ мм; Припуск під обробку $= 0,3$ мм

Оброблюваний матеріал - СЧ20 згідно з ДСТУ 8833:2019 з межею міцності $\sigma_c = 245$ МПа, твердістю HB180.

Розрахунок:

1. Вибір фрези і настройка її геометричних параметрів.

Для чистової обробки використовується токарно-розточувальний різець з твёрдосплавною різальною пластинкою для обробки наскрізних отворів 2140-0023 по ДСТУ 18882-93. Матеріал різальної пластини - твердий сплав ВК6 по ДСТУ 19065-95 з кутами в плані $\varphi = 30^\circ$, $\varphi_1 = 60^\circ$.

2. Глибина різання.

Припуск на сторону:

$$\Delta = \frac{D - d}{2} = \frac{184,4 - 185}{2} = 0,3 \text{ мм} \quad (6.23)$$

де D - діаметр поверхні заготовки, мм;

d - діаметр поверхні деталі, мм.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Обробка буде проводитися за один прохід. Тому глибина зрізу буде дорівнює бічному припуску:

$$t = \Delta = 0,3 \text{ мм.}$$

3. Вибір подачі згідно з [8, картка 13, с.57].

Для цих умов обробки рекомендований діапазон подачі становить $S_t=0,25$ мм/об. Оскільки жорсткість верстата досить висока, беремо $S_t = 0,25$ мм/об.

4. Розрахунок швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v \quad (6.24)$$

де C_v = коефіцієнт 292 за [6, табл. 17, с.270];

$x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,20$; показники ступенів згідно [6, табл. 17, с.270];

$T = 90$ хв – довговічність різця по [5, с.268].

K_v - сумарний корегуючий коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (6.25)$$

де K_{mv} - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки на швидкість різання:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad (6.26)$$

де $n_v = 1,25$ показник степеня згідно [6, табл. 2, с.262];

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{180} \right)^{1,25} = 1,07.$$

$K_{mv} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання згідно [6, табл. 5, с.263];

$K_{nv} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання згідно [6, табл. 6, с.263];

$$K_v = 1,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,07$$

Обчислимо швидкість різання:

$$v_p = \frac{292}{120^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 1,07 = 195 \text{ м/хв.}$$

5. Розрахунок частоти обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot 195}{3,14 \cdot 185} = 336 \text{ об/хв}$$

Корекція частоти обертання шпинделя згідно з паспортними даними верстата і установка фактичної частоти обертання: $n_\delta = 350 \text{ об / хв.}$

6. Фактична швидкість (м/хв) основного руху різання

$$v_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000}$$

$$v_\delta = \frac{3,14 \cdot 185 \cdot 350}{1000} = 203 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахунок сили різання P_z за формулою [6, с.271]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (6.27)$$

Де C_p = коефіцієнт 92 згідно [5, табл. 22, с.273];

$x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$; показники ступенів згідно [6, табл. 17, с.269];

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \quad (6.28)$$

де K_{mp} - поправочний коефіцієнт для сталі і чавуну з урахуванням впливу якості оброблюваного матеріалу на силові залежності від [6, табл. 9, стор.264]:

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad (6.29)$$

де n - показник ступеня; $n = 0,4$ згідно з [6, табл. 9, с.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{180}{190} \right)^{0,4} = 0,98$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, є поправочними коефіцієнтами, які враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складові сили різання при обробці сталі і чавуну згідно [6, табл. 23, с.275]: $K_{\varphi p}=1,08$; $K_{\gamma p}=1,1$; $K_{\lambda p}=1,0$;

$$K_p = 0,98 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1,16$$

Згідно з формулою, розрахунок осьового зусилля різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,3^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 203^{-0,15} \cdot 1,16 = 119 \text{ N.}$$

8. Розрахунок необхідної потужності різання за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60},$$

$$N_p = \frac{119 \times 203}{1020 \times 60} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Обробка можлива, оскільки $N_p=0,4 \text{ кВт} < N_{st}$

($N_{st} = N_d \cdot \eta = 3,7 \cdot 0,8 = 2,96 \text{ кВт}$).

9. Основний час обчислюється як частка відстані, пройденої різцем, з урахуванням врізання та перебігу до хвилинної подачі:

$$T_o = \frac{l_{px}}{S_M}; \quad (6.30)$$

Довжина ходу:

$$l_{px} = l_{ep} + l_{нов} = 7 + 220 = 227 \text{ мм}$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Хвилинна подача розраховується як добуток оборотної подачі і числа оборотів:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,25 \cdot 350 = 87,5 \text{ мм/хв}$$

Підставляючи значення в формулу 23 розрахунку регулярного часу, отримаємо:

$$T_o = \frac{227}{87,5} = 2,6 \text{ хв.}$$

6.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування операції 120 Фрезерна з ЧПУ

Норма часу та її складові.

Стандартний час виконання операції на верстаті з ЧПУ при роботі на одному верстаті:

$$T_{ум-к1} = \frac{T_{н.з1.}}{n_1} + T_{ум1}, \quad (6.31)$$

де n - партія деталей;

$T_{нз}$ – підготовчий і заключний час, згідно [4, с.217. 6.5]

$$T_{нз} = T_{нз1} + T_{нз2} + T_{нз3} \quad (6.32)$$

де $T_{нз1}$ - стандарт для настройки і установки спеціального пристрою, хв;

$T_{нз2}$ – стандарт для установки фрези, хв;

$T_{нз3}$ – стандарт для виробництва приладу та інструментів, хв.

$$T_{нз} = 18 + 2 + 10 = 30 \text{ хв};$$

$$T_{ум} = (T_{ца} + T_{\epsilon} \cdot K_{тв}) \left(1 + \frac{a_{омл}}{100}\right) + T_{от}, \quad (6.33)$$

де $T_{ца}$ – час автоматичної роботи верстата за циклом, хв;

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}, \quad (6.34)$$

де T_o - основний (технологічний) час обробки однієї деталі, хв;

$T_{мв}$ – верстатно-допоміжний час за програмою (для подачі деталі або інструменту від вихідних точок до ділянок обробки і зняття).

$$T_{мв} = T_{мв.рх} + T_{мв.хх}, \quad (6.35)$$

де $T_{мв.рх}$ - час робочих ходів,

$T_{мв.хх}$ – час простою, хв. $T_{мв.хх} = 0,11$ хв;

$$T_{мв.хх} = \frac{L_{хх}}{S_{м.хх}} = \frac{1000}{4800} = 0,208 \text{ хв}, \quad (6.36)$$

$$T_{мв} = 0,11 + 0,208 = 0,318 \text{ мин.}$$

$$T_{ца} = 2,32 + 0,318 = 2,64 \text{ мин.}$$

Наприклад, установка і зняття заготовки, запуск і зупинка верстата, введення і виведення інструменту, контрольні виміри виробу і т.д.

$$T_e = T_{в.уст1} + T_{в.перест1} + T_{в.он1} + T_{в.изм1} \quad (6.37)$$

де $T_{в.уст1}$ - час установки і зняття деталі вручну або з підйомником, хв, по [8, карта 8, с.61] $T_{в.уст} = 0,45$ хв;

$T_{в.перест1}$ – час на повторну установку деталі, хв;

$$T_{в.перест1} = 0,8 \cdot T_{в.уст};$$

$T_{в.он1}$ – допоміжний час, пов'язаний з операцією (не входить в програму), хв, до [8, карта 8, стор.61] $T_{в.он1} = 0,35$ хв;

$T_{в.изм1}$ – допоміжний час для вимірювань, хв, [8, карта 8, стор.61] $T_{в.изм1} = 0,4$ хв.

$$T_{в.изм1} = 0,8 \cdot 0,45 = 0,36.$$

$$T_{\text{в1}} = 0,45 + 0,36 + 0,35 + 0,4 = 1,56 \text{ хв.}$$

$K_{\text{тв}}$ - поправочний коефіцієнт на час виконання ручних допоміжних робіт в залежності від партії оброблюваних деталей, $K_{\text{тв}}$ - 1,12 по [8, карта 21, стор.124];

$a_{\text{омл}}$ – час на відпочинок та особисті потреби при одномашинному обслуговуванні, % від напрацювання, згідно [8, карта 17, с.91] $t_{\text{аомл}} = 5\%$.

$$T_{\text{ом1}} = \frac{T_{\text{он1}} \cdot P_{\text{об.ом.}}}{100} \quad (6.38)$$

де $P_{\text{обс.}}$ – час на утримання робочого місця [8, додаток 6.1, с. 214].

$$T_{\text{он1}} = T_{\text{о1}} + T_{\text{в1}} \quad (6.39)$$

$$T_{\text{он1}} = 2,32 + 1,56 = 3,88 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ом.1}} = \frac{3,88 \cdot 4}{100} = 0,16 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ум1}} = (2,64 + 1,56 \cdot 1,12) \left(1 + \frac{5}{100}\right) + 0,16 = 4,77 \text{ хв.}$$

Час розрахунку відряджень розраховується за формулою (5.5.1)

Штучно – калькуляційний час операції 120 Фрезерна з ЧПУ складає:

$$T_{\text{ум.к1}} = 4,77 + 30/57 = 5,29 \text{ мин.}$$

Технічне нормування операції 110 Розточувальна з ЧПУ

Розрахунок проводиться за формулами, наведеними у частині нормування операції 120 Фрезерна з ЧПУ

$$T_{\text{нз}}, \text{ при [8]} T_{\text{нз}} = 30 \text{ хв;}$$

Розрахунок машинно-допоміжного часу за формулою (6.35)

$$T_{\text{см.и2}} = 0,25 \text{ хв;}$$

$T_{\text{mv.хх2}}$ – час простою, хв

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$T_{mv.xx2} = \frac{L_{xx}}{S_{m.xx}} = \frac{1000}{4800} = 0,208 \text{ хв.}$$

$$T_{mv2} = 0,11 + 0,208 = 0,318 \text{ хв.}$$

Тобто основний (технологічний) час обробки однієї деталі, хв, наведено в таблиці 6.10.

Розрахунок часу циклу роботи автомата за формулою (6.30)

$$T_{Ца2} = 2,6 + 0,318 = 2,92 \text{ хв.}$$

Розрахунок непродуктивного часу за формулою (6.37)

$T_{в.уст2}$ – час на установку і зняття деталі вручну або з підйомником, хв, згідно [8, карта 3, стор.52] $T_{в.уст2} = 0,65$ хвилини;

$T_{в.он2}$ – допоміжний час, пов'язаний з операцією (не входить в програму), хв, до [8, карта 14, стор.79] Телеканал $T_{в.он2} = 0,32$ хв;

$T_{в.изм2}$ – допоміжний час вимірювань, що не перекриваються, хв, згідно [8, карта 15, с.85] $T_{в.изм2} = 0,55$ хв.

$$T_{e2} = 0,65 + 0,32 + 0,55 = 1,53 \text{ мин.}$$

$K_{тв2}$ - поправочний коефіцієнт на час виконання ручних допоміжних робіт в залежності від партії оброблюваних деталей, $K_{тв2} = 1,12$ по [8, карта 24, стор.135];

$a_{отл}$ – час на відпочинок та особисті потреби при обслуговуванні однієї станції, % від робочого часу, згідно [8, карта 16, с.90] $T_{aext} = 7\%$ від $T_{оп}$.

$$T_{от2} = \frac{T_{оп2} \cdot P_{об.от2}}{100} \quad (6.40)$$

де $P_{об.от}$ – час на утримання робочого місця, $P_{обл.} = 4\%$ [8, додаток 6.1, с. 214].

$$T_{он2} = T_{o2} + T_{e2} \quad (6.41)$$

$$T_{он2} = 2,9 + 1,53 = 4,43 \text{ мин.}$$

$$T_{ом.2} = \frac{4,43 \cdot 4}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Розрахунок штучного часу за формулою (6.31)

$$T_{шт2} = (2,92 + 1,53 \cdot 1,12) \left(1 + \frac{7}{100}\right) + 0,18 = 5,14 \text{ хв.}$$

Розрахунок штучного часу розрахунку за формулою (6.32)

$$T_{шт.к 2} = 5,14 + 30/57 = 5,67 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.11- Результати нормування

№ операції	Перехід (PI)	t	S	V _ф	n _ф	T _о	T _в	T _{мв}	T _{шт}	T _{пз}	T _{шт-к}
		мм	мм/хв	м/хв	об/хв	хв					
120 Фрезерна з ЧПУ	Установ А					2,32	1,56	0,318	4,77	30	5,29
	Торцеве фрезерування 1	1,5	363	124	125						
	Установ Б										
	Торцеве фрезерування 2	1,5	363	124	125						
110 Розточувальна з ЧПУ	Розточування внутрішнього діаметра	0,3	87,5	290	350	2,6	1,53	0,318	5,14	30	5,67

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Обґрунтування вибору систем пристроїв

Проектуємо верстатний спеціальний пристрій для токарної операції обробки деталі «Плунжер 352.23.01.04». В базовому тех. процесі обробка здійснювалася на токарно-гвинторізному універсальному обладнанні.

Згідно із завданням на проектування приймаємо систему пристроїв – НСП (нерозбірних спеціальних пристроїв). Використання такого верстатного пристрою допоможе скоротити час на установку, закріплення і базування заготовки, що значно скоротить допоміжний час, та буде зменшено як результат собівартість обробки.

7.2 Визначення якісних й кількісних результатів виконання заданої операції

Точність розмірів оброблюваних поверхонь.

На цій операції повинен формуватися один з діаметральних розмірів $\varnothing 117$, який обробляється з точністю IT11:

$$T_{\varnothing 117} = 225 \text{ мкм по ГОСТ 25348-85.}$$

Точність форми оброблюваних поверхонь.

Допуск форми поверхні циліндричної $\varnothing 117H11$ характеризується відхиленням від циліндричності і круглості, нормується по ГОСТ 24643-85. Відповідно до нього допуск циліндричності і круглості з рівнем відносної геометричної точності А приймається по 10 ступені точності й становить 62 мкм.

Точність розташування поверхонь оброблюваних поверхонь.

По рівню А та 10 ступені точності допуск радіального биття становить 160 мкм. По рівню А та 10 ступені точності допуск перпендикулярності отвору відносно торця деталі становить значення 62 мкм.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Задана шорсткість отвору $\varnothing 117$ – $Ra = 6,3$ мкм, що є меншим ніж максимальна шорсткість поверхні в залежності від допусків форми і розмірів (12,8 мкм).

7.3 З'ясування якісних й кількісних даних про заготовку, що надходить на задану операцію

На дану токарну операцію заготовка надходить майже не обробленою, одержуваний $\varnothing 110$ мм (діаметральний розмір заготовки) раніш також ще не оброблявся. Припуски на обробку на сторону складають 3,6 мм. Маса заготовки плунжера дорівнює 4,8 кг. Матеріал деталі – чавун СЧ20 ГОСТ 1412-86.

Конструкція плунжера складається із прямокутної і циліндричної частин, цілком досить міцна. Присутні досить розвинені поверхні у неї, вони можуть бути прийнятими базовими. До них відносять як зовнішню поверхню $\varnothing 149$ мм циліндричної частини, так і торець заготовки, а також площини хвостовика та його торці.

Точність розмірів базових поверхонь.

Торцевий розмір дорівнює $54,6_{-0,994}$ мм, це відповідає IT13, $T_{54,6}=0,992$ мм.

$\varnothing 148 \pm 2$ мм – це діаметр зовнішньої циліндричної поверхні, відповідає IT17, $T_{\varnothing 148} = 4$ мм. Довжина цієї поверхні дорівнює 54,5 мм, а відношення $l/d \approx 1/3$, яке свідчить про можливість використання її подвійною опорною базою.

Площина хвостової частини має розмір $56 \pm 1,4$ мм: IT17, $T_{56}=2,8$ мм.

Розмір торця хвостовика дорівнює $265 \pm 2,6$ мм: IT17, $T_{265}=5,2$ мм.

Точність форми базових поверхонь.

На кресленні не задано допуск площинності торців деталі. Згідно з рівнем А геометричної точності, а також ступені точності 12 величина 0,12 мм.

На кресленні не задано допуск круглості та циліндричності для $\varnothing 149$. Згідно з 16 ступенем точності та рівнем А його величина дорівнює 1,22 мм.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

На кресленні не задано допуск площинності хвостовика. Згідно з 16 ступенем точності та рівнем А допуск площинностей хвостовика дорівнює $T=0,65$ мм.

Точність розташування базових поверхонь.

На кресленні не задано допуск радіального биття поверхні $\varnothing 149$. Згідно з 16 ступенем точності та рівнем А він дорівнюватиме 3 мм.

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхонь така:

- площини хвостовика має Rz 20 мкм;
- діаметр $\varnothing 149$ мм має Rz 20 мкм;
- торців хвостовика має Rz 20 мкм;
- торців заготовки має Ra 20 мкм.

Адаптивні властивості також установлювальних елементів верстатного пристроя повинні перебувати в межі допусків лише зазначених розмірів.

Також у верстатному пристрої заплановано оброблювати плунжери з базовими поверхнями таких конкретних розмірів і тільки по зазначеним точнісним параметрам.

7.4 Умови, де буде виготовлятися та експлуатуватися верстатний пристрій, що проектується

Річний обсяг випуску деталей визначено розміром в 1750 шт., до того ж маємо дрібносерійний тип виробництва. Інтенсивність робочого використання пристроя планується невисокою. Тому при заданому терміні виробництва в один рік ш напристрій повинен буде здійснити 1750 циклів.

Плунжер буде оброблятися на токарному обладнанні моделі 1М63Б. Основними параметрами верстата є:

- якнайбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм: 368;
- частоти обертання шпинделя, об/хвилини 12,6-1820;

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

- значення поздовжньої подачі, мм/об:	I – ряд – 0,04...1,3 , II – ряд – 00,081...1,4;
- значення поперечної подачі:	I – ряд – 0,024...0,365 , II – ряд – 0,031...0,514 мм/об;
- значення подачі різцевих полозків:	I – ряд – 0,016...0,34, II – ряд – 0,025...0,431;
- діаметр отвору шпинделя верстата, мм:	75;
- маса вертата m, кг	39012;
- значення потужності електродвигуна, кВт	16,5;
- значення габаритних розмірів	3555×1785×1475.

Верстат моделі 1М63Б як правило обладнано системою охолодження. Проектований верстатний пристрій обслуговується токарем розряду III. При цьому бробку на ньому здійснюють одним різцем. Маса всього пристрою 44,3 кг, тому його потрібно встановлювати на верстаті за допомогою кран-балки. Також кожух, що містить екран на верстаті, не дозволяє рідині та стружці попадати на робітників цеху.

7.5 Функції що реалізують в пристрої

- 0. Створення найнабезпечних умов праці
- 1. Переміщення та попередня орієнтація плунжера
- 2. Закріплення плунжера
- 3. Базування плунжера
- 4. Керування стисненим повітрям (енергоносієм)
- 5. Підведення та відвід стисненого повітря - енергоносія
- 6. Закріплення пристрою на верстаті
- 7. Створення вихідної сили для закріплення
- 8. Базування пристрою на верстаті
- 9. Обробка токарна поверхонь плунжера

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

7.6 Обґрунтування і розробка схем базувань заготовки

На головну базову поверхню з усіх поверхонь, що утворюють заготовку, претендують саме торці плунжера. Дана поверхня плунжера добре розвинена, тому вона забезпечує найсталіше положення плунжера. Застосування цієї поверхні в якості базової не перешкоджає доступу до оброблюваних поверхонь інструментом. База позбавляє заготовку трьох степенів волі, тобто є встановлювальною технологічною базою.

Розглянемо два варіанти при виборі схеми базувань:

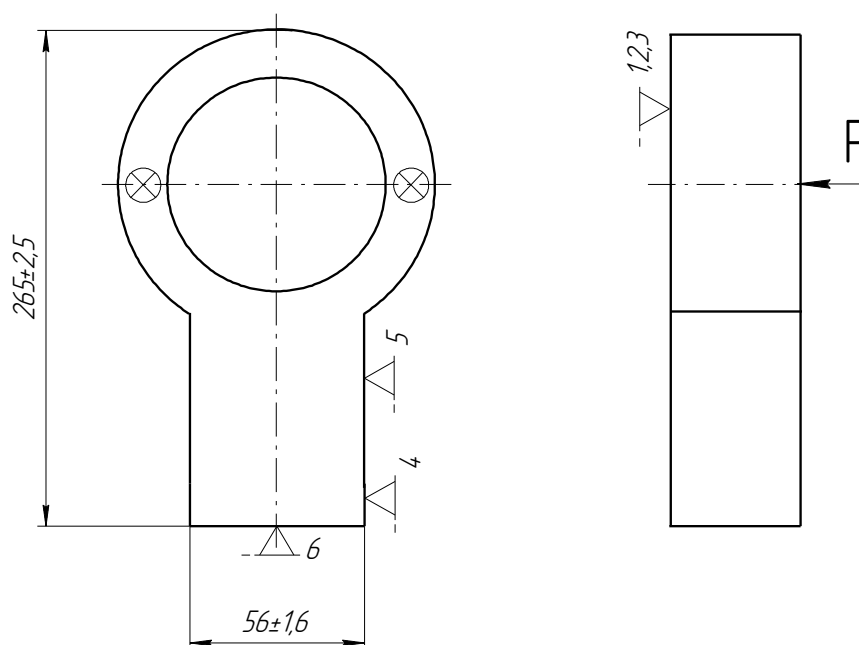


Рисунок 7.1 – Схема базування по першому варіанту

Плунжер позбавлений 5 степенів волі. Відносно верстата плунжер має можливість обертатися, а відносно пристроя він втрачає шість степенів волі. Тому ми бачимо три технологічні бази: установлювальна (позбавляє 3 степенів волі), напрямна (позбавляє заготовку двох степенів волі), та опорна (позбавляє однієї степені волі).

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблиця 7.1 – Таблиця зв'язку при базуванні плунжера

Індекс зв'язка	x	x'	y	y'	z	z'	ω_z	ω'_z	ω_y	ω'_y	ω_x	ω'_x
Реакція		R	R	R		R	R	R	R	R	R	

Необхідно позбавляти плунжер можливостей переміщатися по координатам Z , ω'_x , X .

7.7 Побудова функціональних структур верстатного пристрою

Функціональні структури проектованого пристрою наведемо на мал. 7.4.

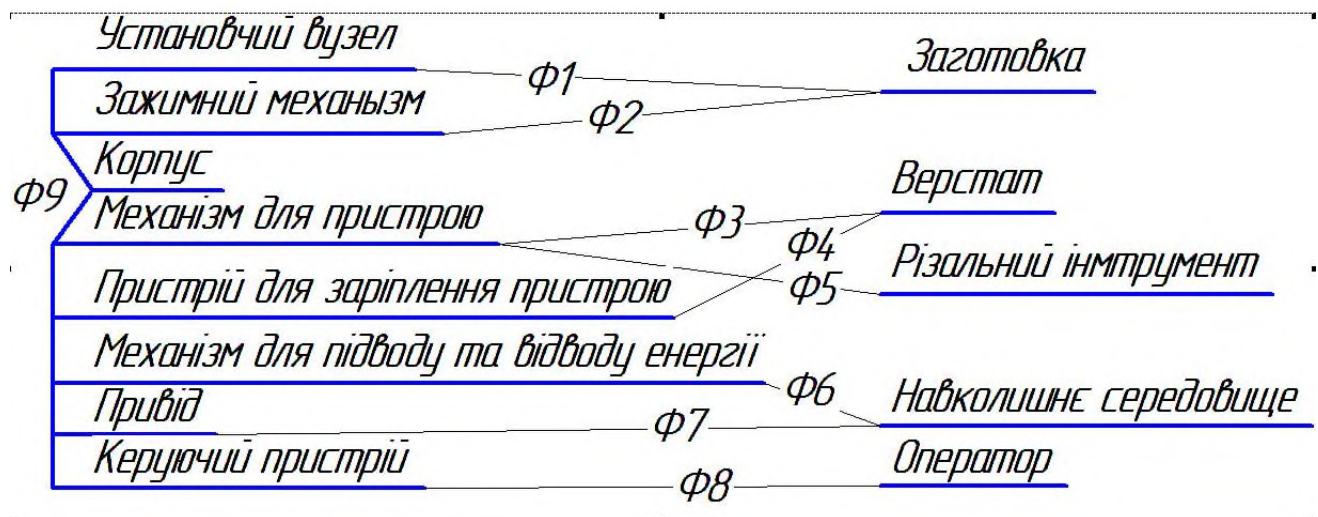


Рисунок 7.4 – Схема функціональної структури

7.8 Обґрунтування і розробка схеми закріплення

З рисунків 7.5 та 7.6 видно, що силові потоки, виникаючі при обробці плунжера, створюють напругу розтягування зі скручуванням. Можливо

скорочення довжини силових потоків в заготовці, бо місце дії зрівноважувальних сил розташовано близько до місця виникнення сил збурюючих.

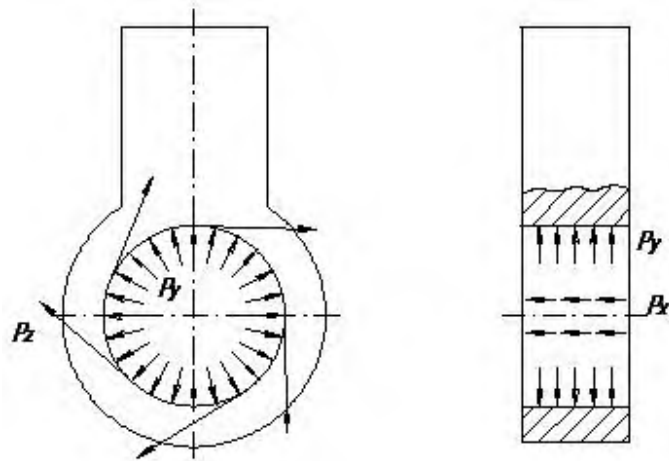


Рисунок 7.5 – Структура полів сил збурюючих

Особливі вимоги до структурної однородності полів силових не виникають завдяки значній твердості плунжера, що гасить ці напруги, не викликаючи її деформації.

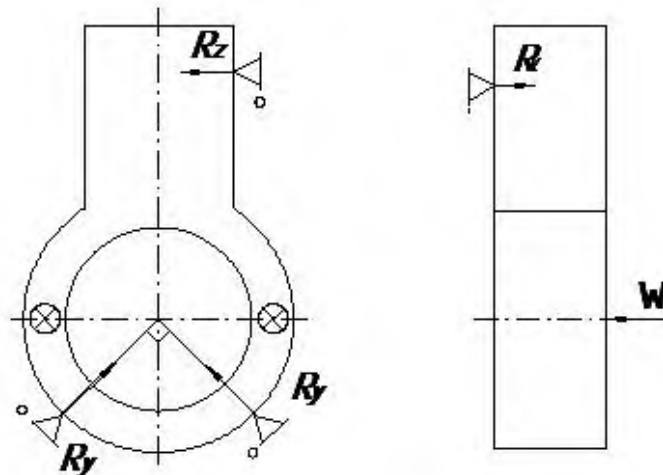


Рисунок 7.6 – Структура полів сил зрівноважувальних

Впливом неоднорідності шорсткості технологічних баз можна зневажати, крім того з механізованим пневмоприводом гарантується сталість сил

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 22510136-00 ПЗ					

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи з проектування технологічного процесу виготовлення плунжера 352.17.01.02 виконаний аналіз призначення деталі з описом конструктивних особливостей і технічних вимог до цієї деталі. В результаті було виявлено, що деталь має ряд технологічних особливостей, які вимагають високої технологічної дисципліни, використання точного сучасного обладнання, оснащення та ріжучого інструменту.

З урахуванням ваги деталі 30 кг, а також кількості деталей в річній програмі виробництва 300 шт., було визначено тип виробництва - дрібносерійний, форма організації виробництва - за видами обладнання, обсяг виробничої партії - 57 шт.

Виходячи з типу виробництва, матеріалу, конструктивних особливостей деталі, а також з розрахунку техніко-економічних показників, був обраний спосіб отримання заготівельного лиття в піщано-глиняних формах.

З урахуванням технічних вимог і конструктивних особливостей деталі в якості маршрутного технологічного процесу був обраний тип виробництва з аналізом і обґрунтуванням схем базування і затиску заготовки, обґрунтуванням використовуваних металорізальних верстатів і обладнання, на основі яких був розроблений оперативний технологічний процес

Для операції фрезерування 120 і операції розточування 110 технологічного процесу розрахунково-аналітичним методом визначали режими різання. Визначено норми відрядного та відрядно-розрахункового часу на цю операцію.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

ВИСНОВКИ

В цій роботі був виконаний аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений технологічний процес обробки деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02», який входить до складу муфти МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ. Цей вузол входить до складу Центрифуги 1/2ФГП-631К-01. Проведено аналіз технічних вимог і виявлено технологічні задачі при виготовленні деталі. Було визначено тип виробництва – дрібносерійний та умови організації праці. Вибрано спосіб одержання заготовки – литтям під тиском. Проведено аналіз існуючого типового технологічного процесу, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір металорізального, вимірювальних інструментів та верстатних пристроїв на операціях 070 токарна із ЧПК та 090 вертикально – свердлильна із ЧПК. Було проведено розрахунки режимів різання для цих операцій та норми часу за табличним методом. Спроектовано верстатний пристрій на операцію 090 вертикально – свердлильна із ЧПК, розроблено та обґрунтовано тип силоутворюючого механізму та схему закріплення, проаналізувано структуру полів зрівноважуючих та збурюючих сил, зроблено опис пристрою та принципу його роботи.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до курсової роботи для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» за напрямом 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання/ Укладачі Захаркін А.У, Євтухов В.Г.,- Суми: Вид-во СумДУ 2000 23 с.

2. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.

3. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

4. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залого та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.

5. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 123 с.

6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.

7. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

8. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей:
навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль: ТНТУ , 2016. – 156 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок: навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль: ТНТУ , 2013. – 56 с.

10. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів: навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль: ТНТУ , 2016. – 198 с.

11. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

12. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

13. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

14. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

15. Паливода Ю. Є. Розмірні ланцюги : навчально-методичний посібник / укладачі: Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.

16. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові данні. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с.

					ТМ 22510136-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		75