

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування верстатів та інструментів

(повна назва кафедри, (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему

*«Проєктування технологічного процесу виготовлення
обойми 1.3000-357.31.01»*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-91
спеціальності:

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Технології машинобудування»

(назва освітньої програми)

Михайло ІЛЮХІН

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Юлія ДЕНИСЕНКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

Іван ДЕГТЯРЬОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Спеціальність	<i>131 «Прикладна механіка»</i>
Освітня програма	(шифр і назва) <i>«Технології машинобудування»</i> (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Віталій ІВАНОВ

«__» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Глюхін Михайло Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення обойми*
1.3000-357.31.01.

керівник проекту *Денисенко Юлія Олександрівна, канд. техн. наук, ст.викладач*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «4» квітня 2023 року № 0338-VI

2. Строк подання студентом проекту (роботи) *«1» червня 2023 року*

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

3.1 Робоче креслення деталі «обойма 1.3000-357.31.01».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 2000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «обойма 1.3000-357.31.01».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі обійма

5. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання <<__>> _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	30.04.2023	
2	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	06.05.2023	
3	Оформлення пояснювальної записки	13.05.2023	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	20.05.2023	
5	Оформлення креслень	24.05.2023	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Михайло ІЛЮХІН

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Юлія ДЕНИСЕНКО

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Віталій ІВАНОВ

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітньо-професійної програми
«Технології машинобудування»

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення
обойми 1.3000-357.31.01

Здобувача групи ТМ-91 Ілюхіна Михайла Ігоровича

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

_____ Михайло ІЛЮХІН

Керівник старший викладач, к.т.н., Юлія ДЕНИСЕНКО _____

РЕФЕРАТ

Записка: 79 с., 18 рис., 15 табл., 17 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь «Обойма», яка входить до складу торцевого ущільнення валу забезпечує герметичність корпусу насоса.

Мета роботи – розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення деталі «Обойма».

Торцеве ущільнення застосовується під час перекачування токсичних, горючих, отруйних та інших видів рідин, тобто, у тих випадках, коли витік продукту неприйнятний. Удосконалення технології виробництва деталі «Обойма» є актуальним завданням.

В роботі виконано аналіз службового призначення насоса, вузла торцеве ущільнення та деталі «Обойма». Також проаналізовано технічні вимоги, що пред'являються до деталі та виконано аналіз технологічності її конструкції. За допомогою техніко-економічного обґрунтування був обраний раціональний метод отримання заготовки для даних умов виробництва.

На прикладі двох механічних операцій: токарної з ЧПК та вертикально-фрезерної з ЧПК було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі. Також виконано обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання, верстатного пристрою, ріжучого та вимірювального інструмента. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування досліджуваних операцій.

У графічній частині роботи виконані креслення заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційної наладки на операцію токарну з ЧПК. Представлено комплект технологічної документації на картах КТП.

ОБОЙМА, ТОРЦЕВЕ УЩІЛЬНЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, БАЗУВАННЯ

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	13
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	17
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	21
5 Вибір способу отримання заготовки і розроблення технічних вимог до неї.....	25
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу	31
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	31
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки	34
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата	39
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	41
6.5 Визначення режимів різання.....	43
6.6. Технічне нормування операції.....	51
7 Проектування верстатного пристрою	55
Висновок	67
Перелік джерел посилання	68
Додаток А. Креслення деталі	70
Додаток Б. Результати розрахунку припусків.....	71
Додаток В. Специфікація до верстатного пристрою	72
Додаток Г. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	74

					ТМ 19510003–00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення обойми 1.3000-357.31.01	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Люхін				4	80	
Перевір.		Денисенко				СумДУ, ТМ-91		
Реценз.								
Н. Контр.		Євтухов						
Затверд.		Іванов						

ВСТУП

Машинобудування - галузь обробної промисловості з виробництва різноманітних машин і устаткування, що виготовляє засоби виробництва.

Машинобудування характеризує промисловий розвиток країни і робить великий внесок, пов'язаний зі створенням матеріальної бази суспільства. До його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування - це галузь науки, яка займається вивченням, удосконаленням виготовлення машин необхідної якості, покращенням технологічних процесів їх виготовлення, у встановленій виробничою програмою кількості і в задані строки при найменшій собівартості.

В даний час помічається швидке і багаторазове ускладнення машин, об'єднання їх у великі комплекси, зменшення їх металоємності і підвищенням їх силової та електричної напруженості. З підвищенням зносостійкості деталей машин зменшуються витрати матеріалів на їх виготовлення, зменшується кількість працівників і трудомісткість при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті. Розробляються способи оптимізації технологічних процесів, спрямованих на досягнення необхідної точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей та надійності роботи машини.

Створюються і розвиваються системи автоматизованого управління ходом технологічного процесу з його оптимізацією за всіма основними параметрами виготовлення і необхідним експлуатаційним якість. Розгортаються роботи по створенню гнучких автоматизованих виробничих систем на основі використання ЕОМ, автоматизації міжопераційного транспорту та контролю і робототехніки.

Таким чином, розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення «Обойми» є актуальним завданням.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

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

Деталь «Обойма», що запропонована для розгляду у дипломному проекті є однією з найважливіших деталей торцевого ущільнення, що входить до складу живильного відцентрового насоса.

Живильні насоси призначені для подачі чистої води в магістралі. Вони забезпечують подачу води в барабанні або прямоточні парові котли, що працюють на дровах, вугіллі, дизельному паливі. Насос рекомендується для агрегатів, тиск пари в яких становить не більше 4,5 МПа.

Живильні насоси НЦН – Е 800 – 80 – 1 (табл. 1.1) призначені для живлення парогенераторів середнього та високого тиску живильною водою з температурою не більше 448К (155 ° С), водневим показником рН 7 ... 9,5, вмістом твердих часток не більше 5 мг / л, розміром не більше 0, 2 мм, а також інших нейтральних рідин схожих з живильною водою за в'язкістю та хімічної активності.

Таблиця 1.1 Технічна характеристика насоса

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Числове значення
Подача	м ³	270
Напір	м	1650
Частота обертання	Об/мин	2873
Потужність	кВт	1445
ККД	%	76
Допустимий кавітаційний запас	м	11

Конструкція насоса типу НЦН розроблена з урахуванням створення на одній корпусних базі насосів з напорами 1900 , 1775 , 1650 , 1525 , 1422 , 1250 , 1125 , 1000 метрів шляхом зміни кількості ступенів.

Насос типу НЦН - відцентровий, горизонтальний секційний , однокорпусний з одностороннім розташуванням коліс, підшипниками ковзання , автоматичним

розвантажувальним пристроєм і кінцевими ущільненнями валу торцевими або сальниковими .

Для розвантаження осьових сил, що виникають при роботі насоса, служить автоматичне розвантажувальний пристрій (гідролята). Робоча пара гідролят являє собою роторне і статорне кільця з релітовим наплавленням , які можна змінювати в процесі експлуатації.

Для контролю осьового переміщення ротора (при зносі деталей (гідролят) передбачений датчик осьового зміщення.

Ущільнення валу в місці виходу його з насоса здійснюється ущільненням торця .

У конструкції торцевого ущільнення передбачена промивка його від кристалів солей , що утворюються при роботі насоса, а так же стоянці. Підведення для промивання ущільнення виробляється з штатного переказного трубопроводу. Рекомендований регламент промивання торцевого ущільнення - 1 раз на зміну.

Насос складається з корпусних та роторної частин.

Насоси та агрегати виготовляються в загальнопромисловому виконанні і можуть встановлюватися в приміщеннях класу вибухонебезпечної зони В у відповідності з ПУЕ та ВНД- 8 - 73 (наявність сірководню в зоні гранично допустимої концентрації).

Вхідний і напірний патрубок - спрямовані вертикально вгору. У уникнення перетікання води по валу , є щільний металевий контакт в стиках. У секціях по посадці посаджені направляючі апарати . Від проворота направляючі апарати стопоряться в секціях.

Ротор насоса складається з робочих коліс , посаджених на вал по посадці на шпонки, захисних втулок, гільз , і інших деталей збираються на валу . Для запобігання попадання масла до підшипників, передбачені колеса маслоотбойние на валу . Опорами ротора служать підшипники.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Насос не може працювати в лужних умовах. Експлуатуватися агрегат повинен в закритих приміщеннях, встановлюватися в горизонтальній площині без вібрацій, закріплюватися на настановній поверхні.

Вал ротора насоса ущільнюється механічним ущільненням торця. Розвантаження осевих сил здійснюється за допомогою гідравлічної п'яти. Напрямок обертання ротора насоса - праве (за годинниковою стрілкою) якщо дивитися з боку приводного кінця вала, і зазначено стрілкою на вхідній кришці. В якості приводу насоса використовується асинхронний двигун типу 4AM275M2У3. Насос з електродвигуном з'єднується за допомогою пластинчастої напівмуфти.

Комплектно з агрегатом поставляються конструкторські прилади зокрема, манометр і манометр - вакуумметр для контролю тиску на вході і виході з насоса.

До живильним насосів пред'являється ряд специфічних вимог:

- Конструкція насоса повинна мати зовнішню і внутрішню герметичність і допускати температурне розширення при змінній температурі рідини, що перекачується.

- Насос повинен бути динамічно стійким у всьому діапазоні робочих режимів.

- Насоси повинні працювати надійно і тривало (не менше 10 тис. ч) без помітного зниження параметрів і заміни основних деталей і вузлів.

- Для запобігання зворотного обертання і недопустимого нагріву води при малих подачах насоси повинні забезпечуватися зворотними клапанами з лінією рециркуляції.

Даний виріб «Торцеві ущільнення 1.3000-357.30.00 СК» – механічне ущільнення, що використовується в обертовому обладнанні для забезпечення герметизації вала, використовується в насосах, мішалках, компресорах та в хімічних реакторах. Загальний вигляд виробу показаний на рисунку 1.1.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

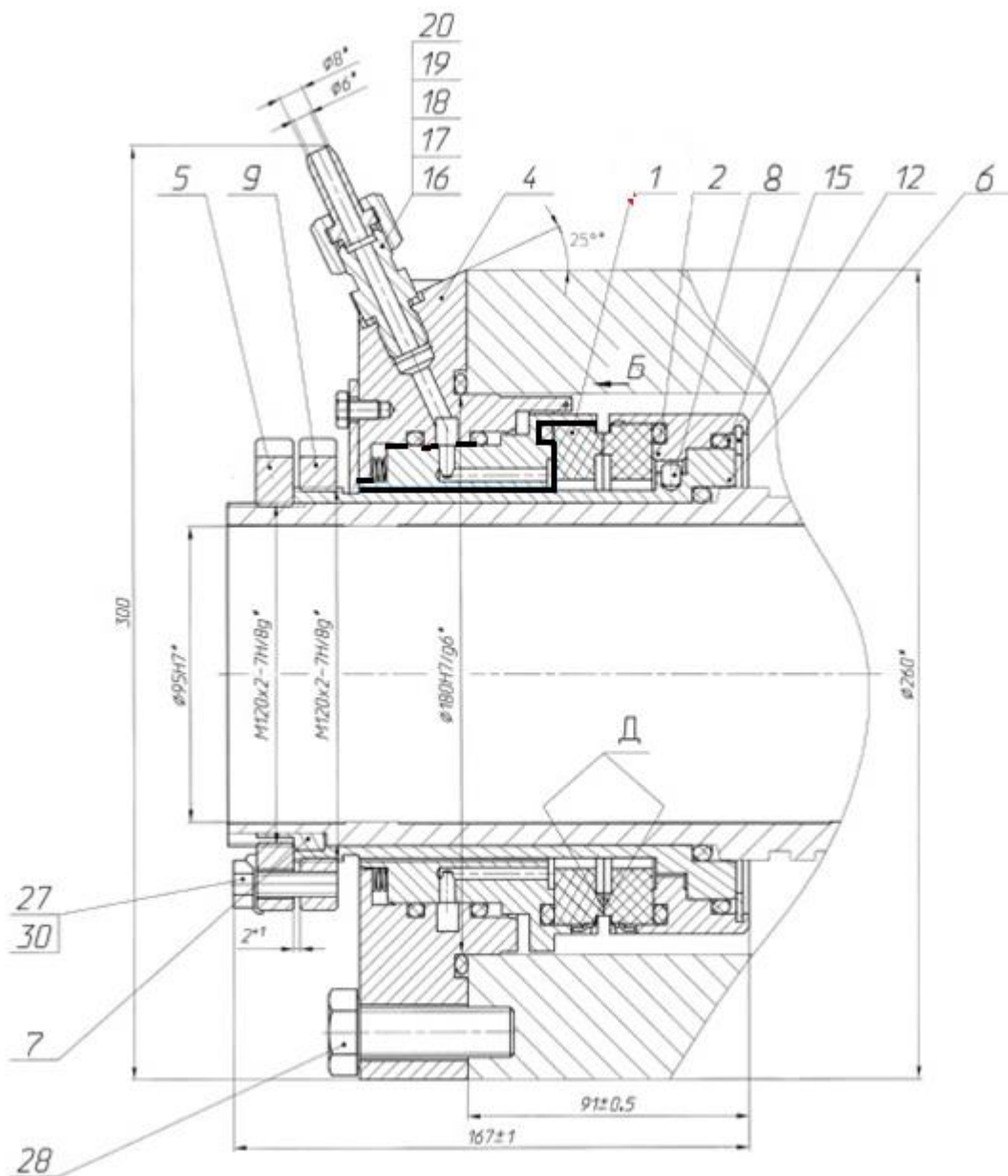


Рисунок 1.1– Фрагмент креслення виробу
«Торцеві ущільнення 1.3000-357.30.00 СК»

Торцеві механічні ущільнення успішно замінюють сальникові набивки у всіх застосуваннях. Завдяки використанню торцевих ущільнень зменшується втрата рідини в обладнанні.

Узагальнюючи все сказане вище, торцеве ущільнення валу насоса – це пристрій, який герметизує простір між корпусом насоса і приводним валом, що обертається, який заходить в рідинну камеру насоса.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 19510003-00 ПЗ

Лист

9

Ефективність торцевого ущільнення визначається двома основними факторами - це його здатність протистояти тиску створюваного в рідинній камері насоса і тертю обертового вала. Інакше кажучи, насос не повинен протікати.

Торцеві ущільнення позбавлені більшості недоліків набивання сальника, але вони значно дорожчі і вимагають більш кваліфікованого підходу при підборі, установці, експлуатації та заміні.

Торцеве ущільнення складається із двох базових частин. Одна частина ущільнення нерухома, інша частина закріплена на валу насоса і обертається разом із, щільно прилягаючи до нерухомої частини з допомогою спеціальних пружин, тобто. одна поверхня ущільнення ковзає по іншій.

Технічна характеристика виробу «Торцеві ущільнення»:

- тиск рідини $p = 12$ бар (174 PSI);
- температура робочого середовища $t = -20$ °C ... +160 °C;
- швидкість обертання валу (лінійна швидкість): до 3000 об/хв (15 м/с)
- зміст твердої фази ... 7 %;
- матеріали основних деталей: рухоме кільце та контркільце: карбід кремнію (Q1), карбід вольфраму (U7), повторні ущільнення: FKM (V), металеві деталі: сталь 08X18H10T.

Деталь «Обойма 1.3000-357.31.00» призначена для монтажу ущільнень 1, які забезпечують герметичність виробу «Торцеві ущільнення».

Деталь «Обойма 1.3000-357.31.00 належить до класу «втулки» і має основні та допоміжні конструкторські бази, які позначені на рисунку 1.2.

На рисунку 1.2 зображена деталь «обойма» з нумерацією поверхонь, а в таблиці 1.2 вказана класифікація поверхонь деталі.

Поверхні 15, 17 є виконавчими, з їх допомогою деталь виконує своє службове призначення, а саме це поверхні піджимають ущільнюючі кільця.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19510003-00 ПЗ

Таблиця 1.2 – Класифікація поверхонь деталі

Класифікація поверхні	№ Поверхні
Виконавчі	15,17
Основні конструкторські бази	7,11
Допоміжні конструкторські бази	12,15,17
Вільні	1,2,3,4,5,6,8,9,10,14,16

Поверхні 7, 11 є основними конструкторськими базами, ці поверхні визначають положення самої деталі у вузлі.

Поверхні 12, 15, 17 є допоміжними конструкторськими базами, до цих поверхонь приєднуються інші деталі – ушільнюючі кільця та рубашка.

Всі інші поверхні є вільними і визначають лише форму і розміри деталі та з'єднують виконавчі та базові поверхні.

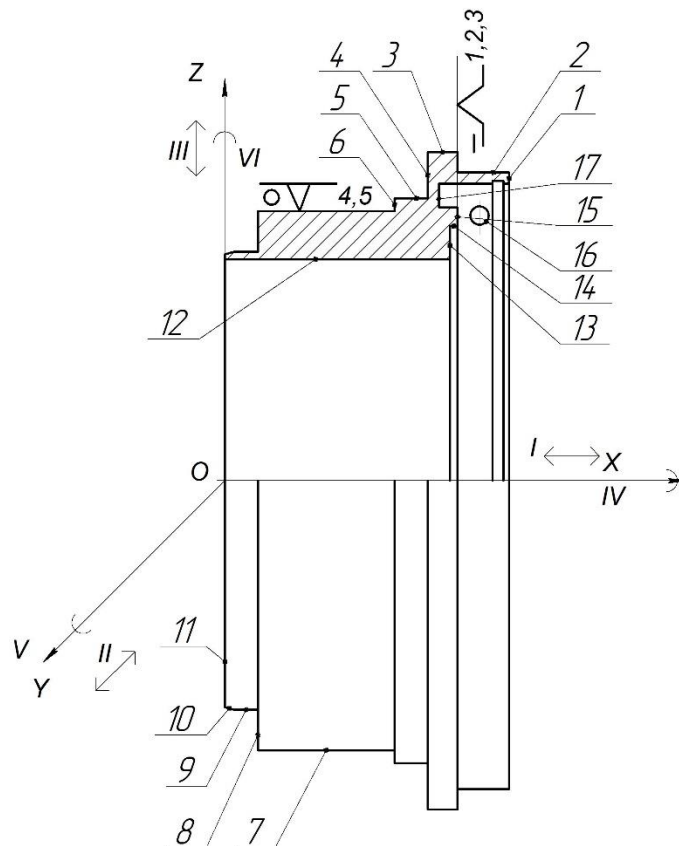


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі з базами

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги для виготовлення виробу або складальної одиниці визначають основні параметри якості, які підлягають перевірці під час остаточного контролю або випробування. Таким чином, правильне визначення технічних вимог деталі є важливим аспектом під час проектування.

Креслення деталі передає всю необхідну інформацію щодо її конфігурації, конструкції, розмірів, точності форми всіх поверхонь, а також матеріалу і його властивостей. Це дозволяє зрозуміти повну геометрію та характеристики деталі, що є основою для виробництва, монтажу або контролю якості. Креслення використовується як комунікаційний засіб між конструктором, інженерами та виробничими працівниками для забезпечення відповідності виробу заданим технічним вимогам і забезпечення його функціональності та якості.

Деталь обойма являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра виготовлена зі сталі 08X18H10T яка є стандартним хромонікелевим нержавіючим сталевим сплавом (хімічний склад, таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 - Фізико-механічні властивості сталі 08X18H10T та її заміників

Матеріал	σ_b , МПа	Ψ , %	Твердість НВ	Хімічний склад, %					
				C	Ni	Ti	Cr	P	S
Сталь 08X18H10T	630	45	193-198	0,06- 0,1	9,8- 10,3	0,8- 1,1	17,8- 19,2	дуже мала доля	
Сталь 12X18H10T	640	40	190-194	0,08- 0,16	9,8- 10,3	0,8- 1,1	17,8- 19,2		
Сталь 14X17H2	650	40	196-199	0,1- 0,15	1,9- 2,3	-	16,8- 18,2		

Сталь 08X18H10T відноситься до аустенітичних нержавіючих сталей і має хорошу корозійну стійкість у багатьох середовищах, зокрема відносно кислих, нейтральних та слабощелочних середовищ. Він широко застосовується в промисловості, включаючи виробництво харчових продуктів, хімічну

промисловість, фармацевтику, медичні апарати, будівництво та інші галузі, де важлива висока стійкість до корозії та міцність матеріалу. Відомості про механічні властивості зведені в таблицях 2.2 і 2.3. Матеріали замітники – сталь 14ХН2МА, сталь 12Х18Н10Т.

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 08Х18Н10Т

Сортамент	Термообробка	Показник	T= +20 °C	T= -25 °C
Пруток	Закалювання при 1050 °C, вода	KCV, Дж/см ²	216	181
Пруток		KCV, Дж/см ²	167	147

Таблиця 2.3 – Механічні властивості сталі 08Х18Н10Т при випробуваннях на тривалу міцність

Температура випробувань °C	Межа текучості МПа	Швидкість текчості %/час	Межа міцності МПа	Час випробувань, год
600	74	1/100000	147	10000
650	29 - 39	1/100000	78 - 98	10000

Даний матеріал був обраний закономірно, так як деталь в процесі роботи деталь повинна забезпечувати умови міцності, та безвідмовності у продовж певного часу, тому сталь 08Х18Н10Т є гарним вибором. Хоча вона і дорожча ніж сталь 45, проте для подібних деталей її застосування з точки зору нормальної і безвідмовної роботи всього механізму необхідно. До того ж сталь 08Х18Н10Т досить погано обробляється різанням.

Розглянемо функціональне призначення деяких конструктивних елементів : конструктивними елементами на даному корпусі являються чотири отвори, які слугують для демпферів що тримають кільце, двадцяти отворів для демпферів що тримають саму обойму, та чотирьох пазів що слугують для утримання обойми.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19510003-00 ПЗ					

Матеріал, який використовується для виготовлення деталі, повинен відповідати вимогам, які встановлені державними та галузевими стандартами, а також вимогам, які зазначені на кресленні деталі. При виготовленні деталі необхідно дотримуватись ряду допусків, які встановлені для забезпечення необхідної якості та точності виробу. Розгляньмо кілька з цих допусків.

Вимоги щодо точності розмірів: найбільш точними поверхнями деталі є циліндричні поверхні отвору $\square 161H9$, 2 отворів $\varnothing 5H7$ які потребують використання кутової головки та більш точного інструменту. Отвори $\varnothing 4$ мм, на глибину 35 мм що потребує використання додаткового різального інструменту.

Багато поверхонь мають низьку шорсткість $Ra=1,6$ мкм.

Пази що ущільнюють кільця мають складну конфігурацію. Наявність поверхонь з шорсткість поверхонь – $Ra 6,3$ мкм та $Ra 1,6$ мкм викликає необхідність застосування багатоетапної обробки. Малі радіуси заокруглення $R0,2$ $R0,3$ також ускладнюють виготовлення пазів. .

Незазначені граничні відхилення розмірів $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$ відповідають вимогам точності обробки для поверхонь, на які не накладено спеціальних вимог. Це означає, що розміри отворів повинні бути у межах $H14$, а розміри валів - у межах $h14$, з допустимим відхиленням лінійних розмірів $\pm IT14 / 2$. Ці поверхні не виконують важливу функцію і використовуються лише для конфігурації деталі, такі як посилення або технологічні поверхні. Ця вимога дозволяє вносити розміри без необхідності зазначення їх на кресленні.

Для підвищення продуктивності виробництва та відповідності чинних стандартів рекомендовано використовувати позначення відхилень за нормами ДСТУ ISO 2768-1 та ДСТУ ISO 2768-2.

Щодо вимог до шорсткості поверхонь, необхідно забезпечити певний ступінь прилягання та контактної жорсткості між з'єднаними поверхнями. Шорсткість впливає на площину контакту та опорну поверхню: чим більша шорсткість, тим менша площина контакту. Основні та базові поверхні повинні мати шорсткість на рівні $Ra = 1,6$ мкм. Усі інші поверхні повинні мати шорсткість на рівні $Ra = 6,3$ мкм.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на чистовій операції.

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме шпонкові пази. Для отримання їх доцільно застосовувати верстати з ЧПК та спеціальні верстатні пристрої.

В цілому ж креслення має бути виконане з усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні (додаток А) досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва – це сумарна характеристика технологічних, організаційних та економічних особливостей машинобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, обсягом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який дорівнює відношенню всіх різних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок $K_{з.о.}$ за [3] з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей – $N_p = 2000$ шт.;
- усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання – $\eta_{з.н.} = 0,75$;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 5;
- штучний час обробки деталі за операціями $T_{шт}$ – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (див. табл. 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання – $F_d = 4015$ год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

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

де O – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

P – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}} \quad (3.2)$$

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де $\eta_{з.н.}$ – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання за [4], $\eta_{з.н.} = 0,75$.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Найменування операції	$T_{шт, хв}$	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
1	Токарно-гвинторізна	5,78	0,0319	1	0,0319	23,51
2	Токарна з ЧПК	4,59	0,025	1	0,025	30
3	Вертикально-фрезерна	5,34	0,029	1	0,029	15,86
4	Свердлильна	6,33	0,035	1	0,035	21,43
5	Вертикально-фрезерна	6,33	0,035	1	0,035	11,43
Сума:				5		105,87

Кількість робочих на кожній операції обираємо:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 1 \text{ особа.}$$

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (3.4)$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{з.о.} = \frac{105,87}{5} = 21,3$$

Таким чином умова ($20 < K_{з.о.} < 40$) виконується, що відповідає дрібносерійному типу виробництва.

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

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де N – річна програма, шт.;

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

Призначаємо 6 днів.

$$n = \frac{2000 \cdot 12}{254} = 94,24 \approx 95 \text{ шт}$$

Цей тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою продукції, що випускається, при цьому вироби кожного найменування випускаються певними партіями, що повторюються через певні відрізки часу.

Дрібносерійне виробництво є найбільш поширеним типом виробництва. На машинобудівних підприємствах дрібносерійного типу виробництва виготовляється досить велика номенклатура виробів, хоча й більш обмежена ніж в одиничному виробництві. Частина виробів є спорідненими конструктивно-технологічними ознаками.

Відносно великі розміри програм випуску однотипних виробів, стабільність конструкції, уніфікація деталей дозволяють використовувати для їх виготовлення разом з універсальним спеціальне високопродуктивне обладнання та спеціальне оснащення.

Оскільки в серійному виробництві випуск виробів повторюється, економічно доцільно розробляти технологічні процеси обробки і збірки детально; представляти кожну операцію у вигляді переходів; встановлювати режими обробки, точні назви верстатів і спеціального оснащення і технічні норми часу.

Технологічне оснащення в основному універсальне. Великого поширення набули універсальні збірні переналагоджувані пристрої, що дозволяють істотно підвищити коефіцієнт оснащення виробництва. Ріжучий інструмент: в основному стандартний, рідше – спеціальний.

Вимірювальний інструмент: в основному спеціальний, рідше – стандартний. Технічне нормування робіт ведеться за допомогою розрахунку.

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Технологічна документація детально розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації для простих заготовок. Для них використовується гарячий і холодний прокат, лиття, поковки і штампування. Необхідна точність досягається методами автоматичного отримання розмірів, рідше – методом пробних ходів і замірів [5].

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Виконуємо аналіз технологічності конструкції деталі обійма з метою підвищення продуктивності, зниження витрат та скорочення часу, пов'язаного з проектуванням, технологічною підготовкою виробництва, виготовленням, технічним обслуговуванням та ремонтом, при цьому забезпечуючи необхідну якість виробу і дотримання безпечних умов праці та екологічних вимог виробництва. Чим простіша конструкція виробу, тим менша вона є трудомісткою і дешевшою у виготовленні, що відповідає поняттю технологічності.

Аналіз матеріалу аналізованої заготовки показує, що вона виготовляється із сталі 08X18H10T, яка є однією з нержавіючих сталей, яка широко використовується в різних галузях промисловості, зокрема в хімічній, нафтово-газовій, харчовій та фармацевтичній промисловості. Вона належить до класу австренітичних хромонікелевих сталей.

Основні хімічні компоненти сталі 08X18H10T наведені в таблиці 2.1. Ця сталь має високу корозійну стійкість в агресивних середовищах, особливо у водних розчинах хлоридів і хлоридних іонів, які часто зустрічаються у морській воді та хімічних процесах. Одним з головних переваг сталі 08X18H10T є її висока стійкість до окислення, корозії та впливу високих температур. Вона також відповідає стандартам харчової безпеки і може використовуватись у контакті з харчовими продуктами.

Оброблюваність такої сталі погана, що є не технологічним фактором. Ця сталь має погану зварюваність і оброблюваність, що дозволяє виготовляти складні деталі та з'єднання з високою точністю. Вона може бути піддана термічній обробці, включаючи загартування і відпускання, для досягнення оптимальних фізико-механічних властивостей.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Застосування сталі 08X18H10T включає виготовлення труб, фітингів, клапанів, насосів, теплообмінників, резервуарів із зберігання рідин, обладнання для обробки харчових продуктів, фармацевтичної техніки.

Ціна сталі 08X18H10T може варіюватись залежно від ринкових умов, постачальників та обсягу замовлення. Взагалі, нержавіюча сталь, включаючи сталь 08X18H10T, є високоякісним матеріалом і, зазвичай, має вищу вартість порівняно з не сталевими сплавами. На вартість сталі 08X18H10T можуть впливати такі фактори, як розмір, форма і складність виробу, спосіб виготовлення та обробки, а також регіон і постачальник.

Деталь, яка потребує обробки, має форму, яка відрізняється від готової деталі. Коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,278, що свідчить про недоцільність способу отримання заготовки. Фізико-механічні властивості матеріалу, який характеризується високою міцністю, твердістю та в'язкістю, роблять його важким у обробці.

Обробка 20 отворів діаметром 8,7 мм та довжиною L=14 мм, які розташовані по Ø134, викликає труднощі при механічній обробці. Її можливо реалізувати на спеціальному обладнанні або із застосуванням складних пристроїв, що значно знижує технологічність.

Фрезерування двох пазів R3 з довжиною L=25 мм та чотирьох торцевих пазів розміром 11x5,5 мм є не технологічним, оскільки вимагає використання додаткового різального інструменту та кутової головки.

Свердління 4 отворів Ø5мм потребує використання кутової головки, а свердління двох отворів Ø5H7 ще потребує додаткового інструменту, що суттєво знижує технологічність.

Значні труднощі викликають при свердленні отворів Ø4 мм, на глибину 35 мм що потребує використання додаткового різального інструменту та збільшує трудомісткість виготовлення деталі.

Конструкція деталі є тонкостінною, що зменшує її жорсткість і може негативно вплинути на точність та розміри готової деталі.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Багато поверхонь мають низьку шорсткість $Ra=1,6$ мкм, що є не технологічним.

Пази що ущільнюють кільця мають складну конфігурацію. Наявність поверхонь з шорсткість поверхонь – $Ra 6,3$ мкм та $Ra 1,6$ мкм викликає необхідність застосування багатоетапної обробки. Малі радіуси заокруглення $R0,2$ $R0,3$ також ускладнюють виготовлення пазів.

Інші оброблювальні поверхні з точки зору точності та шорсткості не викликають технологічних труднощів і дозволяють проводити обробку на прохід, а також можуть бути оброблені високопродуктивними методами. Враховуючи всі ці фактори, можна стверджувати, що технологічність деталі знижена..

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це вже зроблено у кресленні без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Кількісний аналіз технологічності деталі.

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - 1/T_{cp} > 0.8 \quad (4.1)$$

де T_{cp} – середньоарифметичне значення квалитетів точності.

$$T_{cp} = \frac{14 \cdot 22 + 11 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 9 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1}{28} = \frac{308 + 11 + 10 + 18 + 8 + 7}{28} = 12,93$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{12,93} = 0,92 > 0,8.$$

За цим показником деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{д.ср.}}, \quad (4.2)$$

де $Ш_{д.ср.}$ - середня шорсткість усіх поверхонь.

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\text{Ш}_{\text{д.ср.}} = \frac{6,3 \cdot 16 + 1,6 \cdot 7}{24} = \frac{100,8 + 11,2}{24} = 4,67$$

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{4,67} = 0,89 > 0,32.$$

За цим показником деталь технологічна.

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_{\text{в.м}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (4.3)$$

де $M_{\text{д}}$ - маса деталі, $M_{\text{д}} = 2,8 \text{ кг}$;

$M_{\text{з}}$ - маса заготовки, $M_{\text{з}} = 4,57 \text{ кг}$;

$$K_{\text{в.м}} = \frac{2,8}{4,57} = 0,61.$$

У цілому, аналізуючи технологічність деталі «Обойма торцевого ущільнення» можемо сказати, що деталь має ряд нетехнологічних елементів, які ускладнюють обробку та збільшують трудомісткість її виготовлення. Але, не зважаючи на те, всі елементи обумовлені службовим призначенням, умовами експлуатації та технічними вимогами до неї.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанта виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі.

Вибір оптимального методу отримання заготовки має прямий вплив на собівартість виготовлення деталі. Цей вибір залежить від різних факторів, таких як тип виробництва, маса деталі, складність її форми та вимоги креслення.

При врахуванні новітніх тенденцій у машинобудуванні, зокрема скорочення витрат матеріалу, зменшення обсягу механічного оброблення та допусків, все частіше використовуються верстати з числовим програмуванням (ЧПК), верстати-автомати та автоматичні лінії.

Остаточний вибір методу отримання заготовки здійснюється шляхом порівняння собівартості виготовлення деталі з урахуванням альтернативних методів. Собівартість деталі визначається шляхом підсумовування собівартості заготовки та вартості подальшого механічного оброблення за загальноприйнятим методом.

Таким чином, правильний вибір методу отримання заготовки дозволяє знизити собівартість виробу, забезпечуючи ефективне використання матеріалів і ресурсів, а також оптимальне використання сучасних технологій виробництва.

						ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			25

Згідно з заводським ТП методом отримання заготовки є прокат ($\varnothing 180$, L80, $m = 10$ кг)

Його основна перевага – дешевизна. Він виготовляється зі сталі і кольорових металів у вигляді прутків з різною формою поперечного перерізу (коло, квадрат, шестигранник, труба, кутник, тавр і т. п.). Заготовки з прокату знайшли саме широке застосування завдяки своїй простоті та дешевизні. Істотним недоліком є низький коефіцієнт використання матеріалу. Коефіцієнт використання матеріалу такої заготовки становить 0,286.

Для техніко-економічного порівняння візьмемо заготовку за формою наближеною до готової деталі з зовнішніми та внутрішніми ступенями.

Визначаємо собівартість заготовки прокату за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (S_M * M_3 * K_c * K_B * K_M * K_{\Pi}) - (M_3 - M_D) * S_{\text{відх}} \quad (5.1)$$

де S_M – базова вартість 1 кг заготовки, $S_M = 126$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість відходів, $S_{\text{відх}} = 8,2$ грн/кг;

K_T – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_T = 1,0$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_c = 0,84$;

K_B – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_B = 1,14$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_M = 0,79$;

K_{Π} – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{\Pi} = 1,0$;

Таким чином,

$$S_{\text{заг}} = (126 * 10 * 1 * 0,84 * 1,14 * 0,79 * 1) - (10 - 2,86) * 8,2 = 894,65 \text{ грн.}$$

Враховуючи тип деталі її матеріал, масу і собівартість, більш доцільним способом отримання заготовки є штампування на КГШП.

На КГШП штамнуються поковки складної конфігурації масою до 100 кг. Умова деформування відрізняється від умови деформування на молотах. Це пояснюється різною

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19510003-00 ПЗ	

швидкістю деформування, яка на молотах становить 5-8 м/с, а на пресах 0.5 – 0.6 м/с, тому і процес заповнення порожнини штампа металом на пресах відбувається менш інтенсивно, ніж на молотах. На молотах порожнину струмка заповнюється металом за кілька ударів, а на пресі – за один хід повзуна. Це вимагає більш ретельного фасонування заготовки при штампуванні складних поковок.

Точність штампування на КГШП вище, ніж на молоті, що пояснюється відсутністю ударного навантаження, точний напрям половин штампа внаслідок наявності напрямних елементів, а також фіксованим положенням верхньої частини штампа в нижній мертвій точці та жорсткою конструкцією станини.

Наявність у пресів виштовхувачів дозволяє:

- зменшити штампувальні ухили;
- застосовувати закриті штампування;
- застосовувати штампування видавлюванням.

При штампуванні на КГШП у відкритих штампах в нижній мертвій точці вони не стикаються між собою і між ними існує зазор. У зв'язку з цим немає дзеркала штампа, а зазор виконують внаслідок товщини облойної канавки.

Визначаємо собівартість заготовки КГШП штампування за формулою 5.1, де:

де S_m – базова вартість 1 кг заготовки, $S_m = 247$ грн./кг;

$S_{відх}$ – вартість відходів, $S_{відх} = 8,2$ грн/кг;

K_t – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_t = 1,0$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_c = 0,84$;

K_b – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_b = 1,14$;

K_m – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_m = 0,79$;

K_p – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_p = 1,0$;

$$S_{заг} = (247 * 4,57 * 1 * 0,84 * 1,14 * 0,79 * 1) - (4,57 - 2,86) * 8,2 = 839,91 \text{ грн.}$$

Визначаємо розміри заготовки користуючись ГОСТом 7505-89 [1]. За ГОСТ вибираємо:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Клас точності – Т4 (вибираємо з додатку 1 табл.19 в залежності від основного деформуючого обладнання)

Групу сталі – М1 (сталь з масовою часткою вуглецю до 0,35% включно і сумарній масовій частці легуючих елементів до 2% включно.)

Ступінь складності – С, визначається в залежності від чисельного значення відношення M_{Π}/M_{Φ} де:

M_{Π} – розрахункова маса поковки

$$M_{\Pi} = M_{д} \cdot K_{р} \quad (5.2)$$

$M_{д}$ – маса деталі $M_{д} = 2,86$ кг.

$K_{р}$ – розрахунковий коефіцієнт $K_{р} = 1,6$.

$$M_{\Pi} = 2,86 \cdot 1,6 = 4,57 \text{ (кг)}.$$

M_{Φ} – маса описуваної фігури

$$M_{\Phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot \rho \text{ (кг)} \quad (5.3)$$

де d – діаметр;

l – довжина;

ρ – густина сталі.

$$M_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 17,8^2}{4} \cdot 7,7 \cdot 7,85 = 11207,3 \approx 15,0 \text{ (кг)}$$

Відношення $M_{\Pi}/M_{\Phi} = 4,57/15,0 = 0,30$ – тому ступінь складності С1.

Конфігурація поверхні рознімання штампа - плоска; по поперечній осі деталі і по площині найбільшого діаметра корпусу.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Вихідний індекс – 14

Припуски на механічну обробку:

- основні припуски на розміри, мм:

- 2 - діаметр 178 і чистота поверхні 6,3;
- 2,3 - діаметр 146 і чистота поверхні 6,3;
- 2,3 - діаметр 124 і чистота поверхні 6,3;
- 2,1 - діаметр 120 і чистота поверхні 6,3;
- 2,1 - діаметр 161 і чистота поверхні 3,2;
- 2,7 - товщина 22 і чистота поверхні 6,3;
- 2,7 - товщина 46 і чистота поверхні 6,3;
- 2,4 - товщина 77 і чистота поверхні 6,3;

- додаткові припуски, враховуючі:

- зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,5 (мм);
- зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності - 0,8 (мм).

Розміри поковки, мм:

діаметр 178 + (2,0 + 0,3) · 2 = 182,6 - приймаємо 183 (мм);

діаметр 153 + (2,0 + 0,3) · 2 = 157,6 - приймаємо 158 (мм);

діаметр 146 + (2,0 + 0,3) · 2 = 150,6 - приймаємо 151 (мм);

діаметр 124 + (2,0 + 0,3) · 2 = 128,6 - приймаємо 129 (мм);

діаметр 120 - (1,8 + 0,3) · 2 = 115,8 - приймаємо 116 (мм);

діаметр 161 - (1,8 + 0,3) · 2 = 156,8 - приймаємо 157 (мм);

товщина 22 + (2,3 + 0,4) · 2 = 27,2 - приймаємо 27(мм);

товщина 9 + (2,3 + 0,4) · 2 = 14,4 - приймаємо 14(мм);

товщина 46 + (2,3 + 0,4) · 2 = 51,2 - приймаємо 51 (мм);

товщина 77 + (2,0 + 0,4) · 2 = 81,6 - приймаємо 82 (мм).

Отже, порівнюючи вартість отримання заготовки, обираємо з економічної точки зору отримання заготовки на КГШП за ГОСТ 7505-89, так як цим способом

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

ми отримаємо більш дешевшу, ущільнену та зміцнену заготовку. Ескіз заготовки наведено на рис. 5.1.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Поковка Гр. III НВ 223...262 ГОСТ 25054-81.
2. Поковка штампована на КГШП ГОСТ 7505-89.
3. Клас точності - Т4, група сталі - М2, ступінь складності - С2, вихідний індекс - 16.
4. Незазначені радіуси закруглень - R 5...6 мм.
5. Незазначені ухили 2-3 .
6. Допустима величина зміщення по поверхні роз'єму штампа - 1 мм.
7. Допустимі відхилення по зігнутості від площинності і прямолінійності не більше 0,6 мм.
8. Маркірувати номер замовлення, номер позиції ударним способом шрифтом 3...5 ГОСТ 2930 - 62.

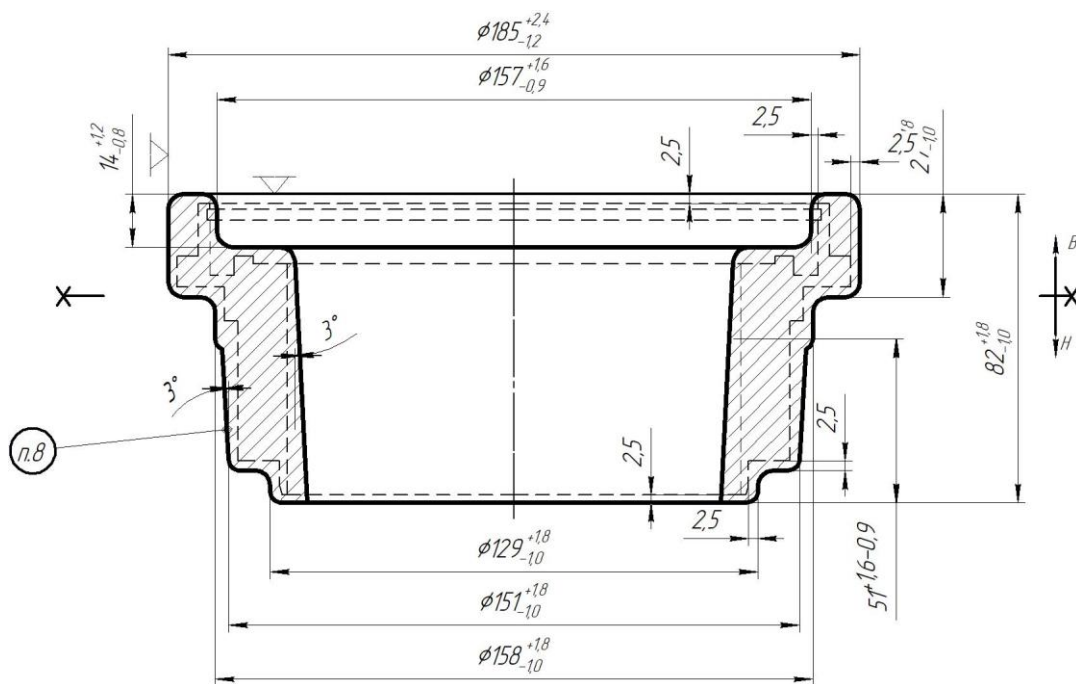


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки виконаної на КГШП.

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19510003-00 ПЗ

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу та інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, що виникають при конкретних умовах обробки заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 180g6$. Маршрут обробки даної поверхні вибирається за [11] і зводиться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні $\varnothing 36g6$ мм

Назва стадії	Квалітет	Допустимі відхилення розмірів
Заготівельна	T4	+2,4 -1,2
Точіння чорнове	h12	0 -1
Точіння напівчистове	h8	0 -0,4
Точіння чистове	g6	-0,014 -0,043

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 180g6$ мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

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

де $R_{z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{екс}^2 + \rho_{см}^2} = 1119 \text{ мкм},$$

а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$ тоді

$$\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y, \quad (6.2)$$

де $k_y = 0,04-0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1119 \cdot 0,06 = 127 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{п/ч} = 1119 \cdot 0,05 = 85 \text{ мкм}.$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в табл. 6.2, а самі результати розрахунку у додатку Б.

Таблиця 6.2 – Вихідні данні

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм				
			R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	$\varepsilon_{y, \text{MKM}}$	
						$\varepsilon_6 \text{ MKM}$	$\varepsilon_3, \text{MKM}$
Заготовка (поковка)	T4	+2,4; -1,2	-	-	-	-	-
Точіння чорнове	кв. 12	-1,0	200	250	1118	100	160
Точіння напівчистове	кв. 8	-0,4	50	50	56	100	160
Точіння чистове	кв. 6	-0,043; -0,143	25	25	45	0	0

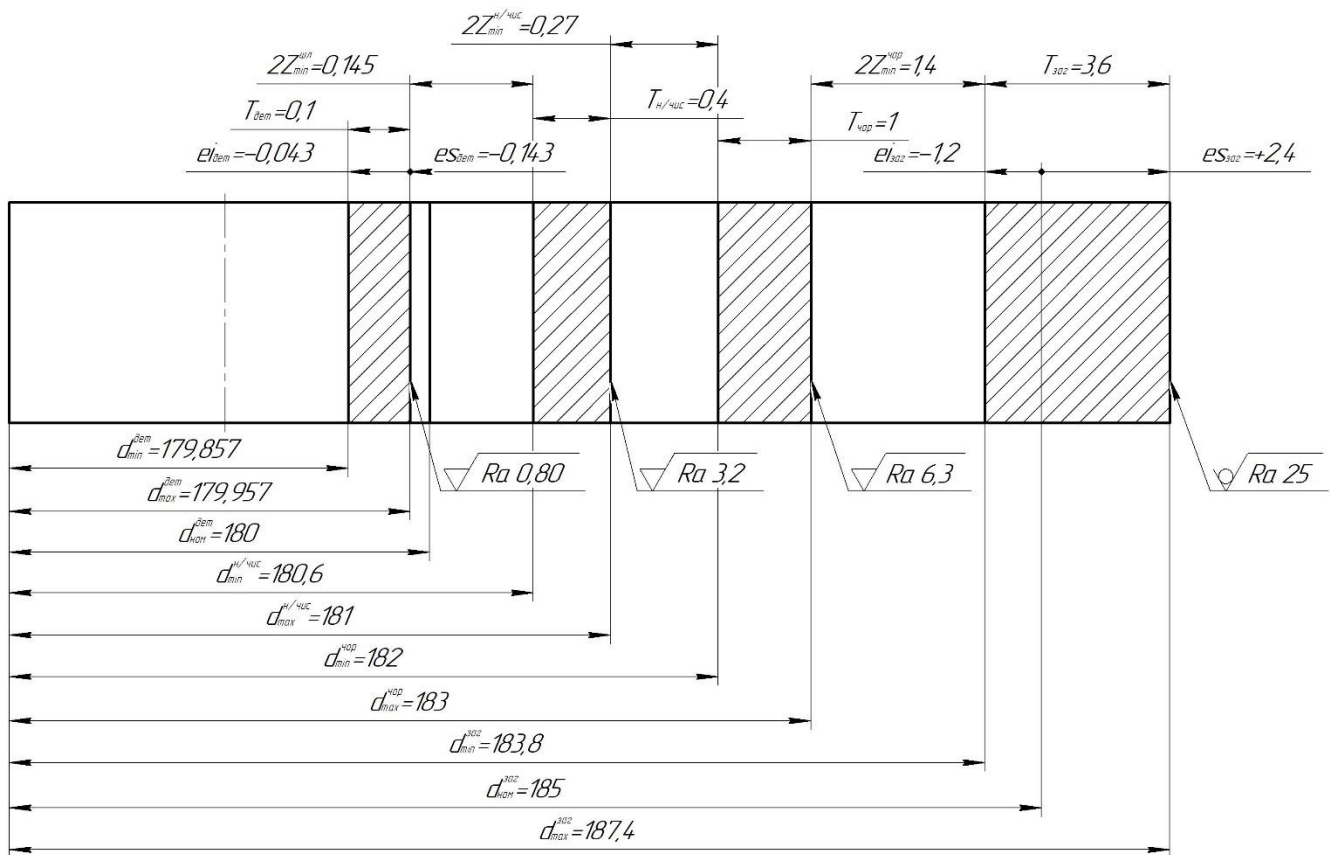


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\varnothing 180\text{г6}$ мм

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

ТМ 19510003-00 ПЗ

Лист

33

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

Для виконання цього пункту в якості технологічної операції були прийняті операції: 015 – токарна з ЧПК та 030 свердлильна з ЧПК.

Похибка базування є результатом неспівпадіння технологічної та вимірювальної баз. Тому, при виборі баз необхідно суміщувати технологічні і вимірювальні бази, дотримуватись принципу постійності баз, та за умови, коли не вдається витримати принцип постійності баз, то приймати оброблену поверхню, яка по можливості є найбільш точною.

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схеми базування заготовки на токарній з ЧПК операції приведені на рис. 6.2-6.3. В обох аналізованих випадках використовуємо трьохкулачковий патрон для базування, адже деталь типу втулки так і базуються. Але для базування будемо обирати різні поверхні на другому установі, так як на першому в нас вже вказані чорнові бази і ми маємо використовувати саме їх і ні як по іншому. При цьому виникають установча база на торці та подвійна опорна на циліндричній поверхні (табл. 6.2, 6.3), проте похибка базування буде різною.

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування тільки на установі Б.

На даній операції виконується обробка деталі з двох установів, де відбувається чорнове точіння поверхонь покавки під наступну механічну обробку на чистовій операції.

Похибки базування, на виконавчі розміри даної операції на установі Б:

- для розміру $14 \pm 0,2$ (варіант 1 по рис.6.2) $\varepsilon_{\delta 14} = T_9 = 0,4 = T_{14} = 0,4$ мм – брак може виникнути;
- для розміру $14 \pm 0,2$ (варіант 2 по рис.6.3) похибка базування буде відсутня, адже дані розміри ми обробляємо на одній операції, тобто $\varepsilon_{\delta 14} = 0$ мм.

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

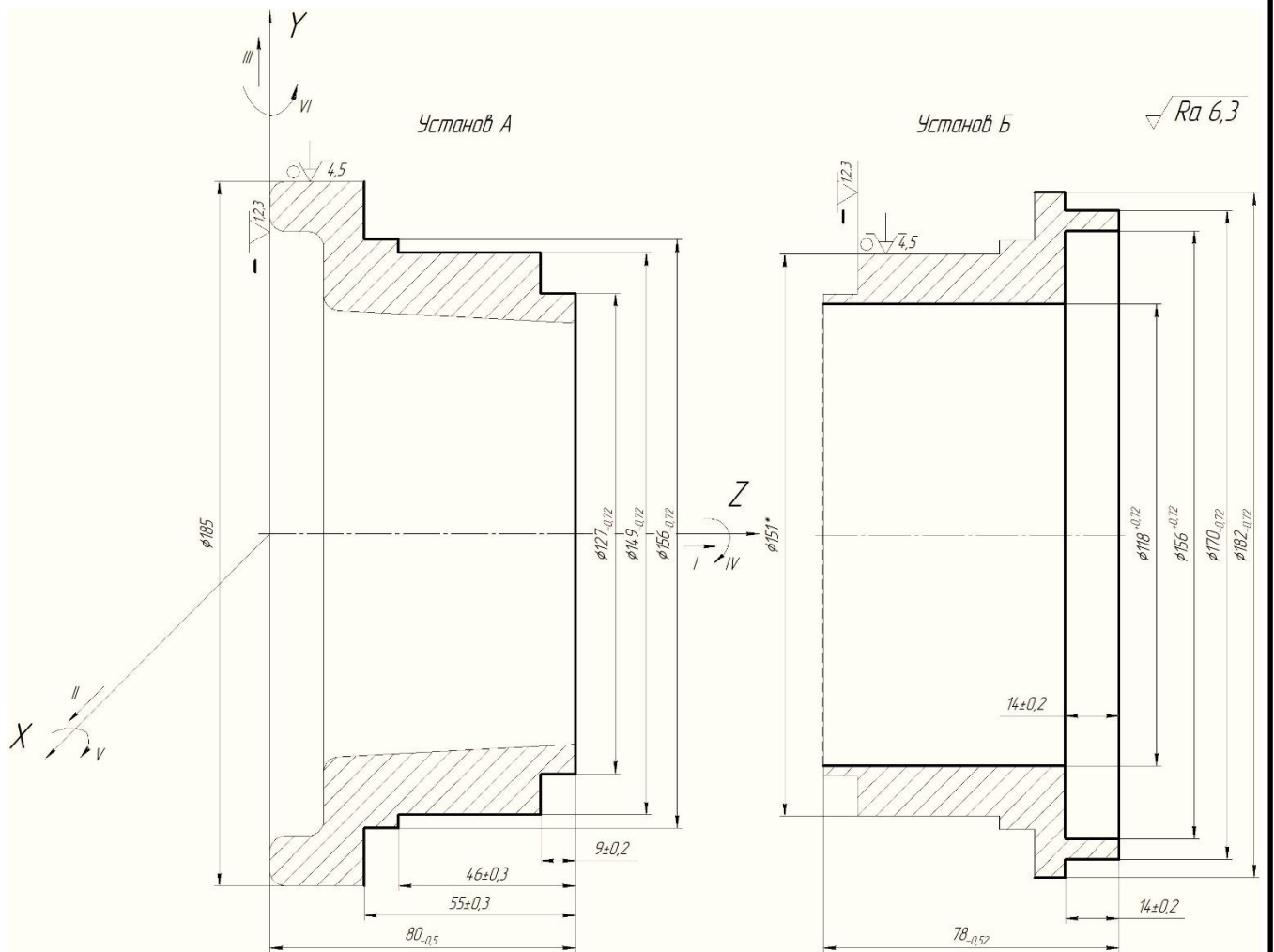


Рисунок 6.2 - Схема установки заготовки на токарній операції (варіант 1)

Таблиця 6.2– Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	I,V,VI	УБ
5	II, III	ПОБ
-	IV	

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

База		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0

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

ТМ 19510003-00 ПЗ

Лист

35

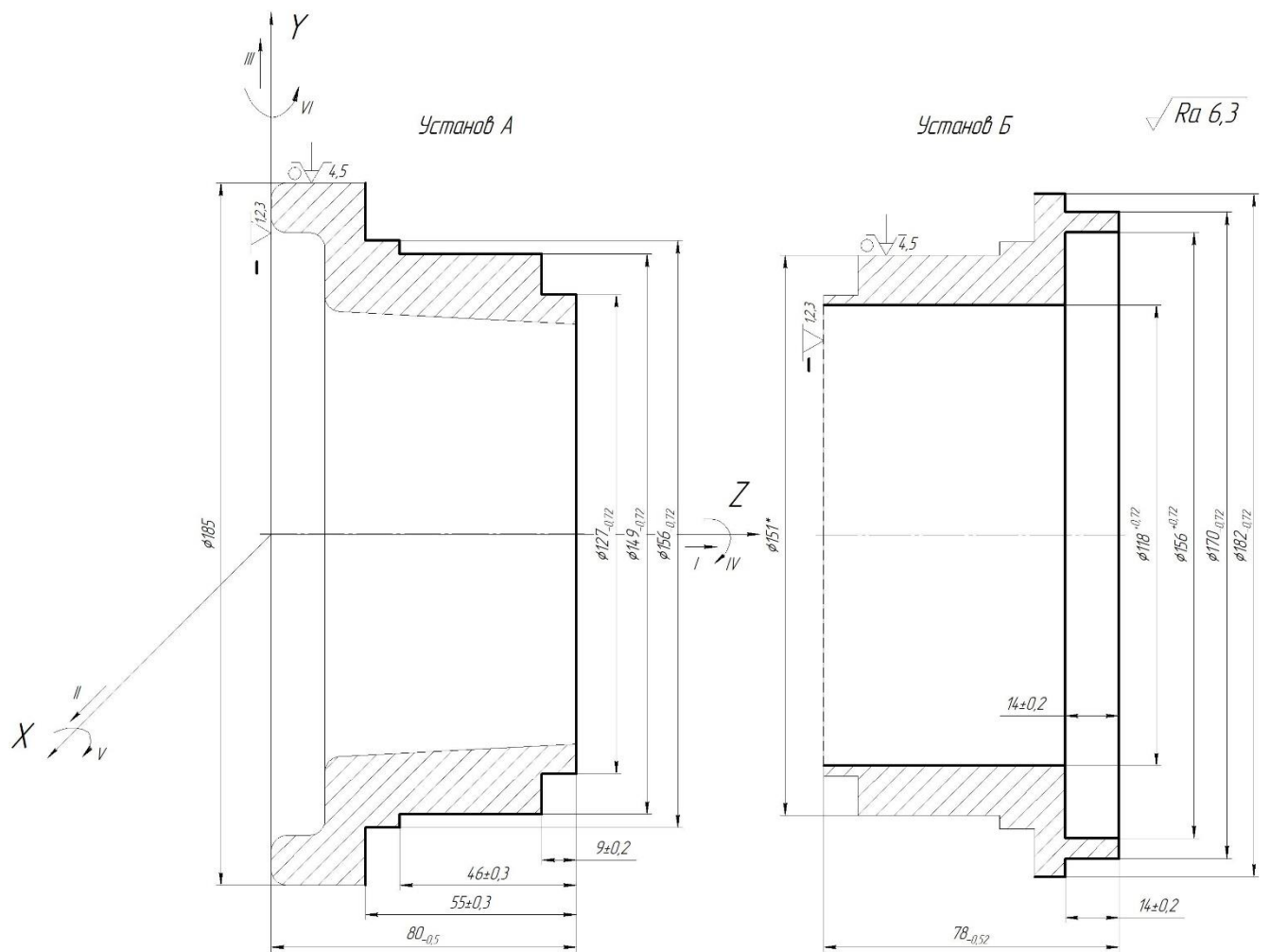


Рисунок 6.3 – Схема установки заготовки на токарній операції (варіант 2)

Отже проаналізувавши дві схеми виберемо схему базування на установі Б за варіантом 2 (рис. 6.3), тобто за зовнішню циліндричну поверхню та лівий торець.

Операція 030 – свердлильна з ЧПК.

На свердлильній з ЧПК операції відбувається свердління отворів діаметром 8,7 мм. На даній операції розглянемо дві схеми закріплення заготовки: на оправці Ø120 мм та з упором у різні з торців рис. 6.5, 6.6.

При цьому в обох варіантах виникають дві бази: установча на торці деталі, яка позбавляє її трьох ступенів свободи та подвійна опорна база на внутрішній циліндричній поверхні, яка позбавляє деталь двох ступенів свободи (табл. 6.4, 6.5).

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 19510003-00 ПЗ					

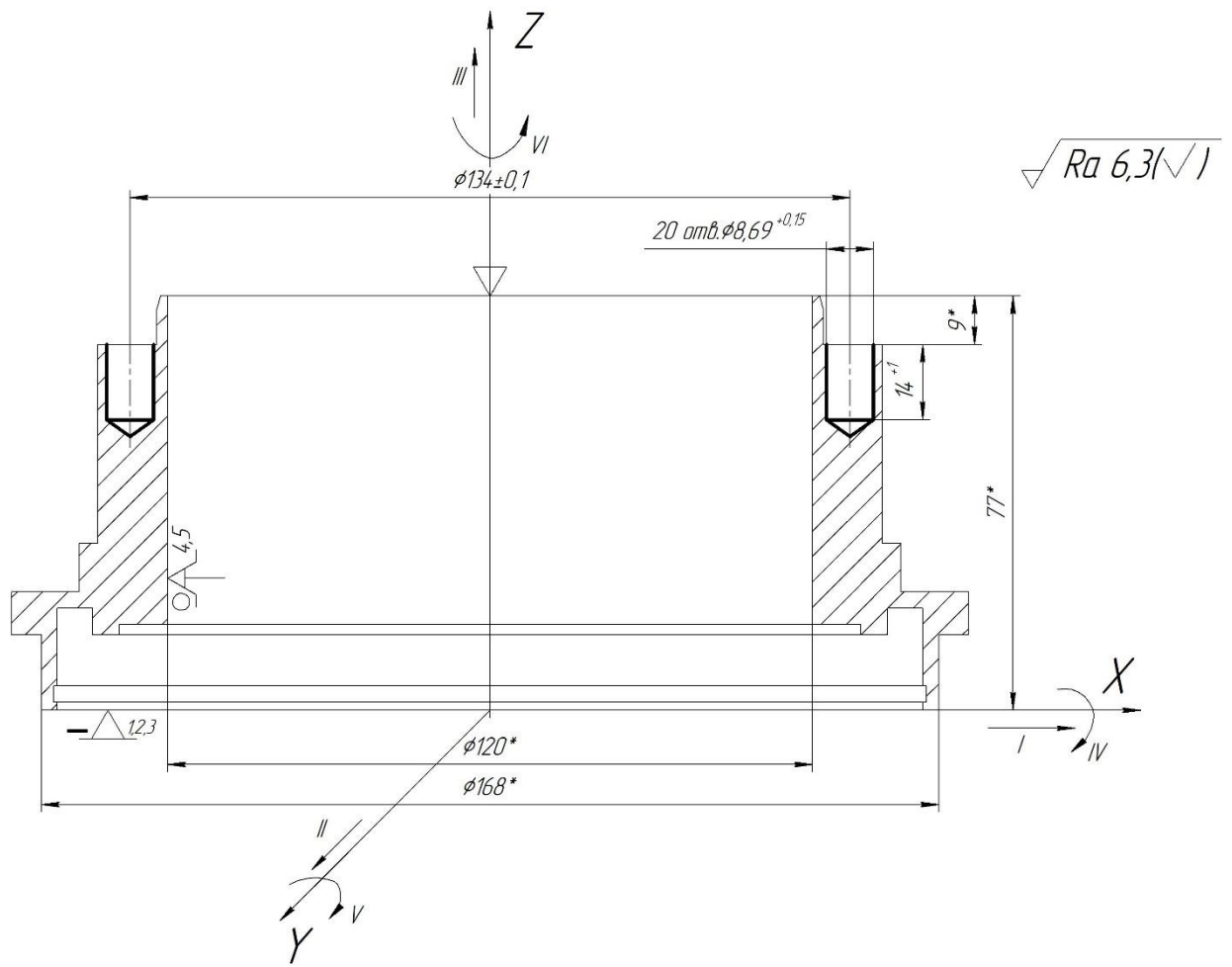


Рисунок 6.4 - Операційний ескіз операції 030 (варіант 1)

Таблиця 6.4– Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	III,IV,V	УБ
5	I, II	ПОБ
	VI	-

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

База		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
ПОБ	L	1	1	0
	α	0	0	0

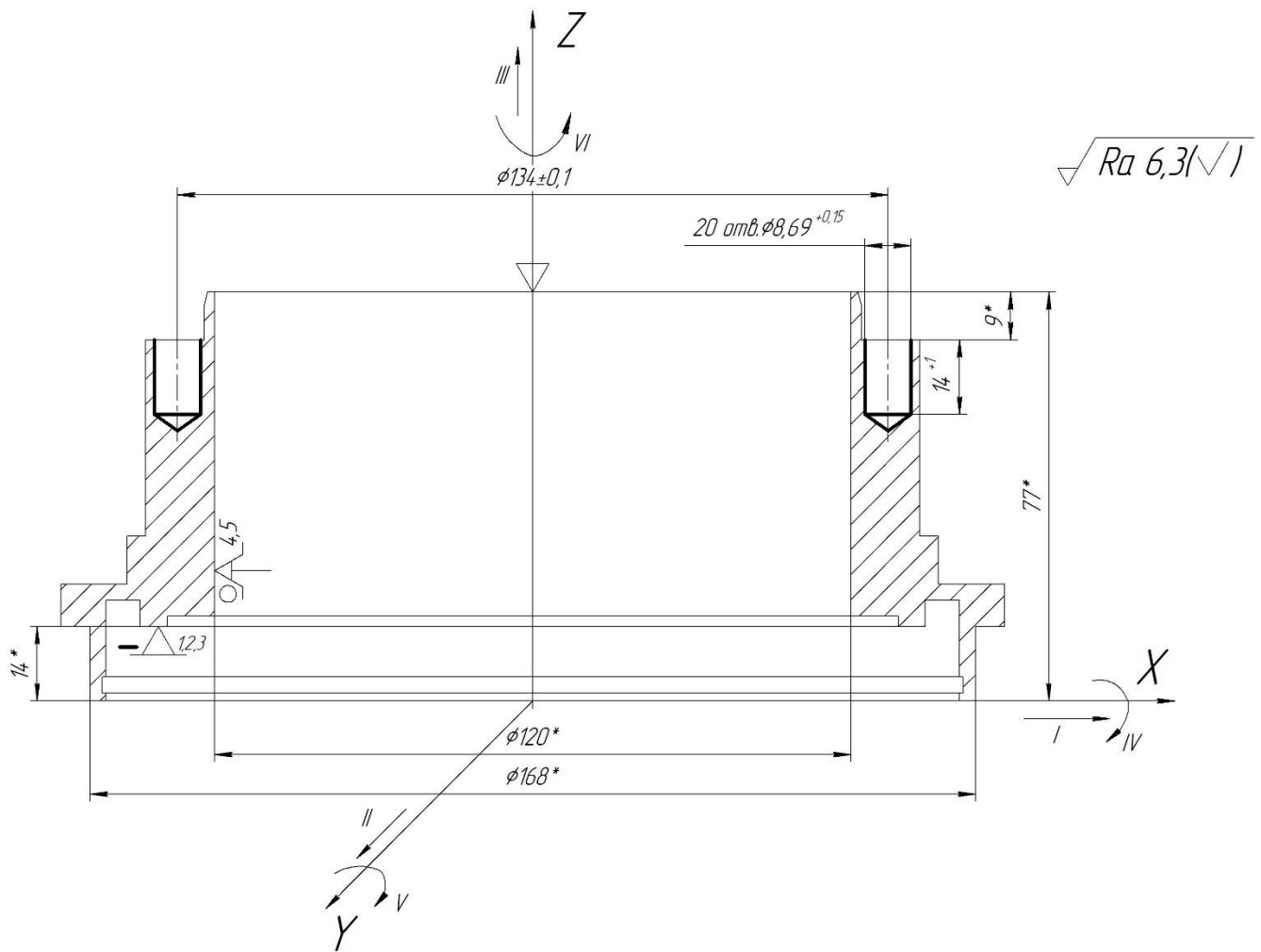


Рисунок 6.5 - Операційний ескіз операції 030 (варіант 2)

Визначимо похибки базування для двох варіантів на розмір $14(+1;0)$ мм:

- варіант 1 по рис.6.4 $\varepsilon_{b14} = T_9 + T_{77} = 0,4 + 0,3 = 0,7 < T_{14} = 1\text{мм}$ –браку нема;

- варіант 2 по рис.6.5 $\varepsilon_{b14} = T_9 + T_{77} + T_{14} = 0,4 + 0,3 + 0,4 = 1,1 > T_{14} = 1\text{мм}$ – брак може виникнути.

Виходячи з розрахунків похибки базування обираємо варіант 1, тобто схему базування за рис. 6.4.

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

ТМ 19510003-00 ПЗ

Лист

38

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

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

Токарна з ЧПК операція 015

У базовому технологічному процесі для токарної операції використовують універсальний токарний верстат 1K62. Пропонуємо токарний верстат з ЧПК HAAS ST-10, який має переваги: дозволяє зменшити час виготовлення деталі, орієнтований на використання в умовах одиничного типу виробництва, габарити верстата дозволяють обробку даної деталі.

Технічна характеристика верстата:

- а) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом – 200 мм;
- б) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною – 300 мм;
- в) найбільша довжина оброблюваної заготовки – 1000мм;
- г) частота обертання шпинделя – $1 \dots 6000 \text{ хв}^{-1}$;
- д) система ЧПК – FANUC;
- е) межі робочих подач (поздовжніх та поперечних): 0,01-16 мм/об;
- ж) потужність електродвигуна головного привода, кВт – 11,5;
- з) найбільша допустима сила приводу подач верстата по осям X,Z – 30000 Н;
- і) точність позиціонування по осям X, Z – 0,01 мм;
- к) маса з шафою ЧПК, кг: 2260.

Проаналізувавши технічні характеристики верстата на операції 015 токарна з ЧПК, будемо використовувати верстат моделі HAAS ST-10, тому що його технічні характеристики та технологічні можливості повністю забезпечують безперешкодну обробку деталі.

Для операції 030 - свердлильна з ЧПК пропонуємо використовувати металорізальний верстат моделі Leaderway V650 (V2516).

Верстати типу Leaderway відрізняються великою швидкістю різання, високою точністю позиціонування і надійністю. Це досягається завдяки використанню прецизійних механічних та електронних комплектуючих від таких відомих фірм, як Fanuc, Siemens, Heidenhain, Renishaw. Вони забезпечують високу якість та надійність обладнання за більш доступні ціни, порівняно з аналогами.

Верстати Leaderway V-серії мають контролер Fanuc, з послідовним інтерфейсом RS-232 та функцією Look-ahead для високошвидкісного фрезерування. Приводи по осях XYZ також використовують компоненти Fanuc. На вибір можлива поставка верстата з контролером Heidenhain або Siemens.

Стандартно верстати V-серії мають шпиндель зі швидкістю 10 000 об/хв і піковою потужністю 11 кВт. Проте, якщо потрібно обробляти легко оброблювані матеріали або виконувати багато робіт з дрібним інструментом, можна встановити високошвидкісний шпиндель (до 12 000/15 000 об/хв). Для обробки глибоких отворів передбачена установка спеціального шпинделя з можливістю подачі змащуючої та охолоджувальної рідини всередині інструменту.

Для забезпечення плавних холостих і робочих переміщень верстати V-серії мають загартовані сталеві шліфовані фасонні напрямні кочення.

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції.

Потужність даного обладнання становить 7,5 кВт, що має бути достатньо для здійснення даної операції.

Габарити робочого простору цілком задовольняють умовам даної операції, а саме:

Розміри робочої поверхні столу, мм – 1200x800

Виліт шпинделя, мм – 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм – 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг – 300

Найбільше переміщення столу:

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

- Поздовжнє, мм – 600

- Поперечне, мм – 500

Найбільший діаметр:

свердління в сталі, мм – 35;

розсвердлювання в сталі, мм – 65;

Дискретність відліку координат по осях, мм – 0,01

Точність установки координат, мм – 0,01

Число Т-подібних пазів – 5

Ширина паза, мм – 18

Конус шпинделя – ISO 50.

Верстат також обраний відповідно до рекомендацій по вибору обладнання в дрібносерійному виробництві. Цей верстат оснащений системою з ЧПК що дозволяє робити його швидко переналагодження на обробку інших деталей.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Виходячи з типу виробництва (дрібносерійне) найбільш доцільно застосовувати систему універсально складальних пристроїв (УСП) .

Для установки і закріплення деталі на операції 015 в якості пристроїв використовуємо трьохкулачковий патрон 7102-0071-3-1 ДСТУ 24351-2010 з розточеними кулачками. Патрон з ручним приводом. Трьохкулачковий патрон був обраний, враховуючи дрібносерійний тип виробництва. В даному пристосуванні шляхом нескладного переналагодження можуть оброблятися деталі подібні заданої (диски, фланці з $l / d < 1$).

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі прогресивні ріжучі інструменти, взамін інструментів з напайними пластинами:

- різець прохідний упорний PCLNR2525K12 з BK8 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19510003-00 ПЗ

- різець розточний прохідний упорний S32PCLNR з BK8 - для розточування внутрішніх поверхонь і підрізання торців.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в різцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 015 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент, а саме штангенциркулі ШЦ-I-125-0,1 та ШЦ-II-250-0,1 ДСТУ 166-2009, застосування якого обумовлено дрібносерійним типом виробництва. Даними інструментами можна проконтролювати всі розміри.

Для установки і закріплення деталі на операції 030 доцільно буде використати спеціальний пристрій, так як він буде пневматичним та давати постійні зусилля закріплення та зменшить допоміжний час на закріплення. Також даний пристрій буде жорсткішим за універсальний патрон, що дозволить підвищити режими різання.

Всі поверхні на даній операції обробляються начорно (по 14-му квалітету).

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо свердло спіральне d 8,7 мм зі швидкорізальної сталі типу P6M5 свердло Sandvik Coromant SD203A-0500-020-06R1-P.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуючу рідину 7-10% Укрінол1 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Для даної операції передбачаємо допоміжні інструменти - свердлильний патрон 10-B10 ДСТУ 8522-2010 так як свердло не може бути установлене у шпиндель верстата без перехідних втулок.

Для контролю розмірів на операції 035 застосовуємо універсальний шкальний інструмент а саме штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166 – 89, яким можна проконтролювати отвори.

Застосування даних інструментів економічно обґрунтовано в дрібносерійному виробництві.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

6.5 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання будемо проводити для операцій 015 токарна з ЧПК та 030 свердлильна з ЧПК. Розрахунок режимів різання виконуємо для одного переходу на кожній з досліджуваних операцій.

Режими різання аналітичним способом для операції 015 - токарна з ЧПК.

Дано: $D = 185$ мм, $d = 182$ мм, $L = 25$ мм, матеріал – 08X18H10T, ріжучий інструмент із матеріалу ВК8.

Алгоритм визначення режиму різання: $t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow n \rightarrow T_o$.

Глибина різання, мм:

$$t = \frac{D-d}{2}, \quad (6.1)$$

де D – діаметр заготовки до обробки, $D = 185$ мм;

d – діаметр деталі після обробки, $d = 182$ мм.

Тоді $t = \frac{185-182}{2} = 1,5$ мм, що можна зняти за один прохід.

Вибираємо подачу по [5]: $S_m = S_o = 0,2$ мм/об.

Розраховуємо швидкість різання за емпіричною формулою згідно [5], м/хв:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V, \quad (6.2)$$

де T – стійкість інструменту, хв; згідно [5]: $T = 60$ хв;

Коефіцієнти для даної формули рівні згідно [5]: $C_V = 220$, $x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$;

K_V – загальний поправочний коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV}, \quad (6.3)$$

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де K_{MV} – коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою згідно [5]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}, \quad (6.4)$$

де $\sigma_b = 685$ МПа - межа міцності оброблюваного матеріалу, сталь 08Х18Н10Т;
 K_{Γ} - характеризує групу сталі по оброблюваності, $K_{\Gamma} = 0,95$, сталь хромиста;
 n_v - показник ступеня, $n_v = 1$.

Отже:

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,04;$$

$K_{пв}$ - враховує стан поверхні заготовки, $K_{пв} = 1,0$, прокат без кірки [5];

$K_{ив}$ - враховує матеріал інструменту, $K_{ив} = 1,0$, ВК8 [5].

Таким чином:

$$K_V = 1,04 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{220}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,04 = 93,7 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою, об / хв:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.5)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 93,7}{\pi \cdot 185} = 341,96 \text{ об/мин.}$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Тому приймаємо $n = 342$ об/хв.

Так як верстат на якому ведеться обробка має безступінчасте регулювання, то можемо не корегувати оберти і відповідно фактична швидкість різання буде дорівнювати розрахунковій.

Визначимо хвилинну подачу по формулі, мм / хв:

$$S_M = S_O n. \quad (6.6)$$

$$S_M = 0,2 \cdot 342 = 68,4 \text{ мм/хв.}$$

Розрахуємо силу різання. Основною складовою сили різання є тангенціальна складова, значення якої знаходимо за формулою згідно [5]:

$$P_z = 10 C_{Pl}^x S^y V^n K_P. \quad (6.7)$$

Коефіцієнти для даної формули визначаються згідно [5]: $C_P = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$.

Поправочний коефіцієнт K_{MP} враховує вплив якості оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою [5]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n, \quad (6.8)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{685}{750} \right)^{0,75} = 0,93.$$

Тангенціальна сила різання дорівнює:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 97,6^{-0,15} \cdot 0,93 = 147 \text{ Н.}$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [5], кВт:

$$N = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020} \quad (6.9)$$

$$N = \frac{147 \cdot 97,6}{60 \cdot 1020} = 2,35 \text{ кВт.}$$

Для можливості реалізації різання на верстаті повинно виконуватися умова:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.10)$$

де N_d - потужність двигунів верстата, 10 кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата, 0,75.

Перевіряємо умову:

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

Дані розрахунків режимів різання та основного часу по даній операції зводимо в таблицю 6.7.

Таблиця 6.7 – Параметри режимів обробки на операцію 015

Найменування переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T_o , хв.
	t, мм	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
1	2	3	4	5	6	7	8
Установ А							
Підрізання торця Ø160/Ø116	2	0,2	428	93,7	1	25	0,2
Точіння Ø156 на довжину 55	2	0,2	431	93,7	2	58	1,35
Точіння Ø149 на довжину 46	2	0,2	439	93,7	2	49	1,12
Точіння Ø127 на довжину 9	2	0,2	463	93,7	5	12	1,25

Установ Б							
Підрізання торця Ø185/Ø150	2	0,2	342	93,7	1	23	0,18
Точіння Ø182 на довжину 27	2	0,2	338	93,7	1	30	0,28
Точіння Ø170 на довжину 14	2	0,2	407	93,7	3	17	0,58
Розточування Ø118 на довжину 78	2	0,2	478	93,7	3	84	2,15
Розточування Ø156 на довжину 14	2	0,2	431	93,7	5	17	1,05
Всього							10,92

Операція 030 Свердлильна з ЧПК.

Перехід 1 - свердлити 20 отв. Ø8,7H14 на глибину 14±0,215 мм, з дотриманням розмірів Ø134±0,1 мм;

Оброблювана поверхня – глухий отвір Ø8,7H14, глибина отвору – 14 мм.

Оброблюваний матеріал – сталь 08X18H10T.

Матеріал інструменту – P6M5.

Вид заготовки – поковка після точіння.

Відповідно до методики [5] маємо.

1. Глибина різання – $t = 0,5D = 0,5 \cdot 8,7 = 4,35$ мм.

2. Подача на оберт – $S_o = 0,15$ мм/об [5].

3. Період стійкості свердла – $T = 30$ хв. [5].

Розраховуємо швидкість різання за емпіричною формулою згідно [5], м / хв:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} \cdot K_V, \quad (6.11)$$

де T - середнє значення періоду стійкості інструменту, хв; згідно [5]:

$T = 240$ хв.

Коефіцієнти для даної формули рівні згідно [5]: $C_v = 3,5$, $q = 0,5$, $y = 0,45$, $m = 0,12$.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19510003-00 ПЗ

K_V - загальний поправочний коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV}K_{ПV}K_{IV}, \quad (6.12)$$

де K_{mv} - коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою згідно [5]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_V}, \quad (6.13)$$

де $\sigma_b = 685$ МПа - межа міцності оброблюваного матеріалу, сталь 40ХН2МА;
 K_{Γ} - характеризує групу стали по оброблюваності, $K_{\Gamma} = 0,95$, сталь хромиста;
 n_V - показник ступеня, $n_V = 1$.

Отже:

$$K_{MV} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 0,94;$$

$K_{ПV}$ - враховує стан поверхні заготовки, $K_{ПV} = 1,0$ [5];

K_{IV} - враховує матеріал інструменту Р6М5, $K_{IV} = 0,8$, [5].

Таким чином:

$$K_V = 0,94 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,75.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{3,5 \cdot 8,7^{0,5}}{30^{0,12} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 0,8 = 11,3 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою, об / хв:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.14)$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$n_p = \frac{1000 \cdot 11,3}{\pi \cdot 8,7} = 413,7 \text{ об/хв.}$$

Враховуючи безступінчасте регулювання частот обертання шпинделя, остаточно приймаємо $n_{\text{пр}} = 414$ об/хв:

Визначимо хвилинну подачу по формулі, мм / хв:

$$S_M = S_o n. \quad (6.15)$$

$$S_M = 0,15 \cdot 414 = 62,1 \text{ мм/хв.}$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі за формулою [5], Нм:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M D q s y K_{\text{мр}}. \quad (6.16)$$

де $C_M = 0,041$, $q = 2,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти та показники в формулі [5];

$K_{\text{мр}}$ – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив оброблюємого матеріалу [5];

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

де $n = 0,75$ – показник ступені [9].

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,73.$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів маємо:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,7^2 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,73 = 7,3 \text{ Нм.}$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [5], кВт:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} V}{9750}. \quad (6.17)$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_e = \frac{7,3 \cdot 413,7}{9750} = 0,31 \text{ кВт.}$$

Для можливості реалізації різання на верстаті повинно виконуватися умова:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.18)$$

де N_d - потужність двигунів верстата, 10 кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата, 0,75.

Перевіряємо умову:

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

Основний час роботи верстата на переході визначаємо за формулою, хв:

$$T_o = \frac{L}{S_m} i, \quad (6.19)$$

де L - довжина шляху інструменту, що враховує довжину врізання;

S_m - хвилинна подача, мм / хв;

i - кількість проходів.

Тоді:

$$T_o = \frac{14+2}{62,1} \cdot 20 = 5,15 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку режимів різання наведені в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 - Режими обробки на переході операції 030

Номер і текст переходу	Параметр режимів обробки					L, мм	T _o , хв
	t, мм	S, мм/хв	n, об/хв	V, м/хв	i		
Свердлити 20 отворів	4,35	62,1	414	11,3	20	16	5,15

6.6. Технічне нормування операції

В основі розрахунків продуктивності праці лежить технічне нормування операцій. З цією метою розраховують технічні норми штучно-калькуляційного часу, так як раніше було визначено тип виробництва – дрібносерійне.

Технічне нормування будемо проводити для операції 015 токарна з ЧПК. Технічне нормування операцій здійснюємо згідно вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу [12].

Дані щодо режимів різання та основного часу обираємо з табл. 6.7.

Основний час: $T_0 = 10,92$ хв.

Визначаємо допоміжний час, для операції 015, за формулою:

$$T_d = T_{вст} + T_{кв} + T_{вим} \quad (6.20)$$

де $T_{вст} = 1,2$ хв – час на установку і зняття заготовки [13];

$T_{кв} = 0,42$ хв – допоміжний час, пов'язаний з керуванням верстата [13];

$T_{вим} = 0,86$ хв – час на вимірювання [13].

$$T_d = 1,2 + 0,42 + 0,86 = 2,48 \text{ хв} \quad (6.21)$$

Оперативний час розраховуємо за формулою:

$$T_{оп} = T_0 + T_d \quad (6.22)$$

$$T_{оп} = 10,92 + 2,48 = 13,4 \text{ хв}$$

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

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot 0,08 \quad (6.23)$$

$$T_{дод} = 13,4 \cdot 0,08 = 1,22 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучний час за формулою:

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{дод} \quad (6.24)$$

$$T_{шт} = 13,4 + 1,21 = 14,61 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шк-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N} \quad (6.25)$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, що складається з часу:

- 1) на отримання креслення і наряду, $T = 4$ хв;
- 2) на ознайомлення з роботою та кресленням, $T = 2$ хв;
- 3) інструктаж майстра, $T = 2$ хв;
- 4) отримання основного та допоміжного інструменту, верстатного пристрою та заготовки, $T = 9$ хв.
- 5) час на встановлення вихідних режимів роботи станка, $T = 0,15$ хв;
- 6) час налаштування пристрою для подачі ЗОР: $0,20$ хв.

$$T_{п-з} = 4 + 2 + 2 + 9 + 0,15 + 0,2 = 17,35 \text{ хв}$$

$N = 1$ шт. – кількість деталей у партії

$$T_{шк-к} = 14,61 + \frac{17,35}{95} = 14,8 \text{ хв.}$$

Операція 030 свердлильна з ЧПК

Дані щодо режимів різання та основного часу обираємо з табл. 6.8.

Основний час $T_о = 5,15$ хв.

Визначаємо допоміжний час за формулою 6.21, де:

$$T_{вст} = 1,54 \text{ хв, } T_{кв} = 1,18 \text{ хв, } T_{вим} = 0,95 \text{ хв [13].}$$

$$T_д = 1,54 + 1,18 + 0,95 = 3,67 \text{ хв}$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Сума основного і допоміжного часу становить час оперативної роботи $T_{оп}$ за формулою:

$$T_{оп} = 5,15 + 3,67 = 8,82 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час за формулою:

$$T_{дод} = 8,82 \cdot 0,08 = 0,71 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = 8,82 + 0,71 = 9,53 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шк-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N}$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, що складається з часу:

- 1) на отримання креслення і наряду, $T = 6$ хв;
- 2) на ознайомлення з роботою та кресленням, $T = 2$ хв;
- 3) на інструктаж майстра, $T = 2$ хв;
- 4) на отримання інструменту, верстатного пристрою та заготовки $T = 8$ хв.

$$T_{п-з} = 6+2+2+8=18 \text{ хв}$$

$N = 95$ шт. – кількість деталей у партії

$$T_{шк-к} = 9,53 + \frac{18}{95} = 9,72 \text{ хв.}$$

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

В проєкті розробляється пристрій для обробки деталі – «Обойма» на операції 030 – свердлильна з ЧПК.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні з ручним зажимом прихватами. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість, підвищити якість параметрів операції.

На даній операції повинні формуватися такі розміри: 20 отворів $\varnothing 8,7$ мм на глибину 14 мм (рис. 7.1).

Отвори $\varnothing 8,7$ мм є вільними розміром, а значить відповідно до технічних вимог на виготовленні деталі, допуск беремо по 14 квалітету точності [10].

$$T_{\varnothing 50} = 620 \text{ мкм}$$

Точність лінійних розмірів вказана 14 (+1;0) мм, отже

$$T_{14} = 1000 \text{ мкм}$$

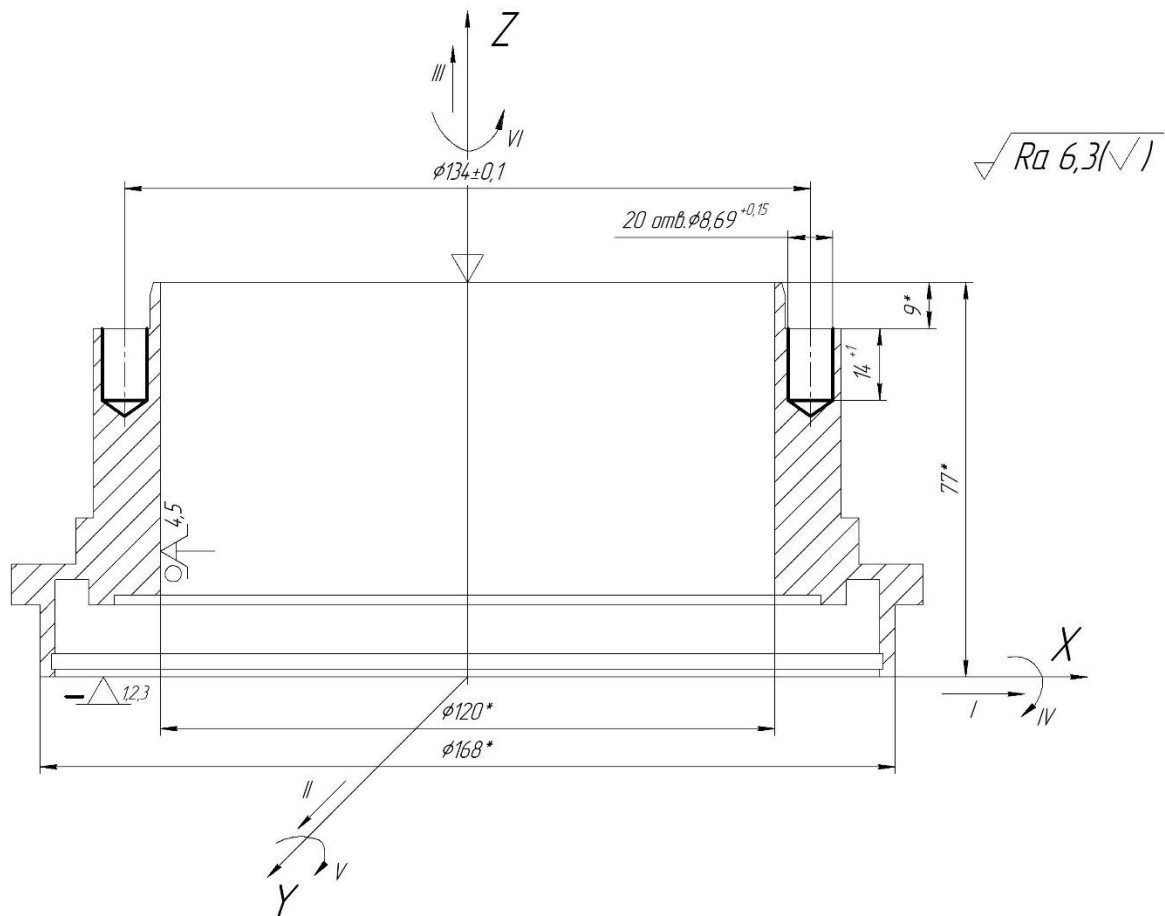


Рисунок 7.10 – Схема базування заготовки на свердлильній з ЧПК операції

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, яка вказана на кресленні, має значення 6,3 мкм за критерієм Ra.

Аналіз базових поверхонь.

Конструкція пристосування буде припускати базування заготовки по торцю і по внутрішній циліндричній поверхні Ø120H7.

Згідно креслення отвір Ø120 обробляється по IT7. Згідно [10] знаходимо значення допуску: $T_{\text{Ø120}} = 30$ мкм.

Це означає, що діаметр отвору виконаний з параметрами Ø120H7 (+0,03; 0). Довжина отвору 64 мм. Відношення $l / d < 1$, що свідчить про можливість використання отвори як подвійної опорної бази.

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для діаметра Ø120H7 та торцю відповідає за критерієм Ra 1,6 мкм, що є достатнім досягнення необхідної точності на даній операції.

У проєктованому пристрої планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах ± 10 мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проєктоване пристосування.

Річна програма випуску визначена в 1000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проєктування даного пристосування проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на багатоцільовому верстаті Leaderway V650 з системою ЧПК. Паспортні дані верстата наведені в пункті 6.2.

Обробка на даній операції здійснюється свердлом Ø8,7 мм. Пристрій має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.
1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристрою на верстаті.
4. Закріплення пристрою на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Освіта вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
9. Обробка поверхонь згідно ескізу.
10. Створення безпечних умов праці.

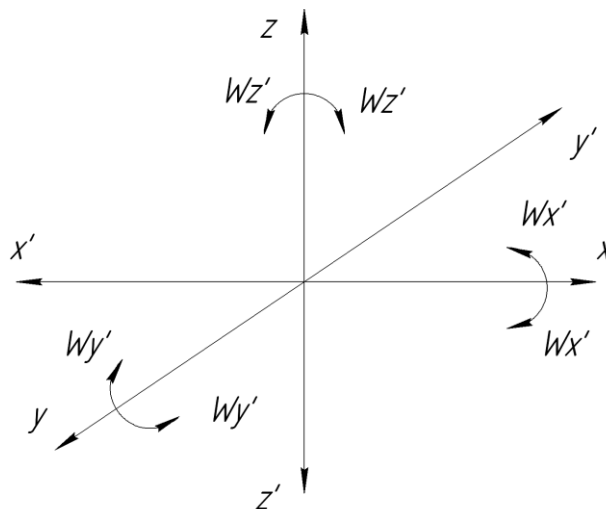


Рисунок 7.2 – Система координат

З таблиці 7.1 видно, що на заготовку накладено 11 односторонніх зв'язків, причому усі повні, що обумовлено відсутністю зазору між деталлю і пристроєм.

Щоб система стала врівноваженою під час обробки, необхідно позбавити заготовку можливості переміщатися по координаті Z.

Побудова функціональної структури і загальної компоновки пристрою.

З набору функцій, наведених вище, виділимо ті, які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. 3,4 Функції впливають на підготовчо-заклучний час; 9 функція прямого впливу на штучний час не робить.

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблиця 7.1 – Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		X	X'	Y	Y'	Z	Z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	R	R

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації. Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при дрібносерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим. Функціональна структура проектного пристосування представлена на рис. 7.3.

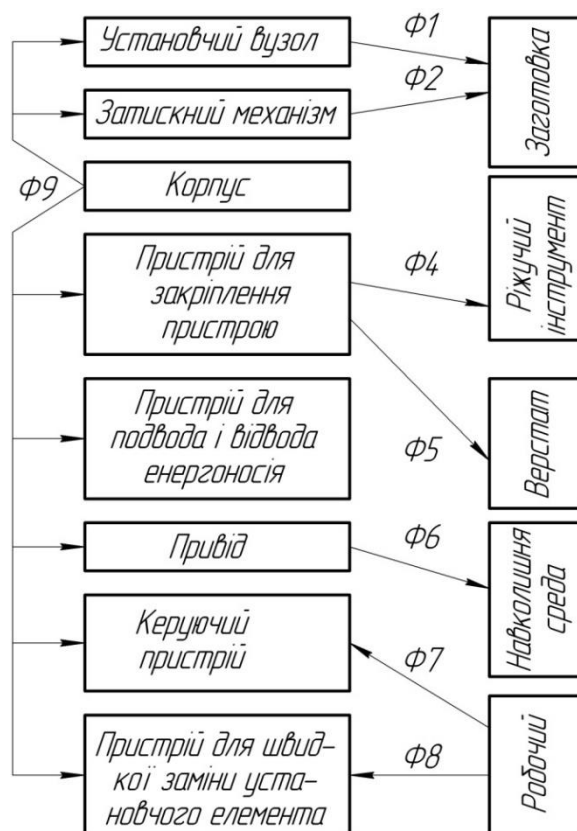


Рисунок 7.3 - Функціональна структура проектного пристосування

Розробка і обґрунтування схеми закріплення. Аналіз взаємодії силових полів з позицій врівноваженості системи: ріжучий інструмент - заготовка - пристрій – верстат.

Розрахунок сил закріплення

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.1)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу ($k_0 = 1,5$);

k_1 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ($k_1 = 1,1$);

k_2 - коефіцієнт що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ($k_2 = 1,7$);

k_3 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ($k_3 = 1$);

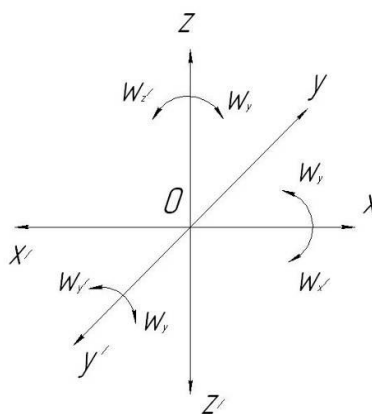
k_4 - коефіцієнт що характеризує сталість сили закріплення зажимного механізму ($k_4 = 1,2$);

k_5 - коефіцієнт що характеризує ергономіку ручних ЗМ ($k_5 = 1$);

k_6 - коефіцієнт враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку;

За формулою 7.1:

$$K = 1,5 \times 1,1 \times 1,7 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,1 = 3,366.$$



$$W \times f_1 \left(\frac{R_1}{2} \right) + W \times f_2 \times \left(\frac{R_2}{2} \right) = K \times l \times Pz \quad (7.5)$$

$$R_1 = \frac{D_{ш} + D_o}{2} = \frac{126 + 120}{2} = 123 \text{ мм},$$

де $D_{ш}$ - зовнішній діаметр шайби

$R_2 = (168 + 156) / 2 = 162$ мм, де 168 і 156 – розміри, що характеризують опорний торець деталі.

$$l = 134 / 2 = 67 \text{ мм}$$

$f_1 = f_2 = 0,25$ – коефіцієнти тертя по площинах шайби - деталь і деталь-торець пристосування відповідно.

Виразимо силу закріплення W

$$W = \frac{K \times l \times Pz}{f \times (R_1 + R_2) / 2} = \frac{3,366 \times 67 \times 192}{0,25 \times (123 + 162) / 2} = 3024 \text{ Н}.$$

Обґрунтування вибору приводу.

Для розкріплення досить ходу 5-10 мм, отже, раціонально вибрати тарілчасту гумовотканинну пневмокамеру однобічної дії з діаметром діафрагми визначається за формулою [12]:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{3024}{0,4}} = 157,3 \text{ мм} \quad (7.6)$$

де $p = 0,4$ МПа - тиск повітря в мережі.

Приймаємо по ДСТУ найближчий більший діаметр $D = 160$ мм.

Отже розраховуємо фактична силу закріплення при діаметрі пневмокамери 160 мм по ДСТУ.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$W_{\phi} = \frac{D^2 \times p}{1,13^2} = \frac{160^2 \times 0,4}{1,13^2} = 3080H$$

Точнісні розрахунки пристрою.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про обробки поверхонь деталі на даній операції в точнісні до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків об-розробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести найбільш жостким допуском на кресленні є $134 \pm 0,2$ мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні $\varnothing 120H7$ *тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність верхнього торця стакану до настановчої поверхні плити за формулою [12]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2}, \quad (7.7)$$

де T - допуск розміру $T = 0,4\text{мм} = 400$ мкм;

K_T - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, приймаємо $K_T = 1,2$;

K_{T1} - коефіцієнт, який враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування, що приймається до уваги, коли похибки базування не дорівнюють нулю, в даному випадку $K_{T1} = 0,85$;

ε_{δ} - похибка базування заготовки, яка в даному випадку буде дорівнює максимальному зазору між оправленням і отвором деталі.

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = 120,03 - 119,98 = 0,05 \text{ мм} = 50\text{мкм}.$$

						Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ε_3 - похибка закріплення заготовки, тому привід механізований і похибка закріплення буде постійною, то враховуємо її один раз при налаштуванні верстата, приймаємо $= 0$;

ε_y - похибка установки пристосування на верстаті, враховує зазори між установочними елементами пристосування і посадочними елементами верстата (шпонками). Пристосування встановлюється на стіл за двома шпонками по посадці 18H9 / h9. Але величина зазору на похибку отримуваних розмірів не впливає, так як вони вимірюються в різних напрямках.

ε_n - похибка перекосу інструменту. Обробка вестиметься спіральними свердлами відповідного діаметру, але перед цим отвори необхідно зацентрувати центрувальним свердлом, щоб виключити (або принаймні мінімізувати відведення свердла). Тобто похибка перекоса $= 0$.

ε_u похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування. Величина зносу залежить від програми випуску деталей і форму настановної поверхні.

Похибка зносу настановних елементів пристосування визначаємо за формулою :

$$\varepsilon_u = \beta_2 \cdot N, \quad (7.8)$$

де $\beta_2 = 0,001$ - постійний коефіцієнт, узятий за рекомендаціями [9];

N - Число контактів заготовки з опорою. Річний випуск деталей = 1000 шт. Пристосування передбачається експлуатувати без ремонту і заміни деяких настановних елементів 2 роки, тому

$$N = N_r \cdot n = 1000 \cdot 2 = 2000 \text{ штук.}$$

$$\varepsilon_u = 0,001 \cdot 2000 = 0,1\text{мм}=100 \text{ мкм.}$$

						ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			63

K_{T2} - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки, приймаємо за рекомендаціями [12] $K_{T2} = 0,6$;

w - середня економічна точність обробки, по [12] при свердлінні отворів середня економічна точність - 12 квалітет. Отже в розрахунках приймаємо допуск на найбільший діаметр оброблюваного отвору по 12-му квалітету тобто для отвори $\varnothing 8,7H12$ $w = 80$ мкм;

ε_{noz} - Похибка позиціонування верстата. З паспорта верстата Leaderway V650, на якому буде проводиться обробка = 10 мкм.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристрою, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{np} = 400 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 50)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 100^2 + (0,6 \cdot 80)^2 + 10^2} = 400 - 258 = 142 \text{ мкм}$$

За рекомендаціями [12] приймаємо найближче менше значення допуску паралельності торцевої поверхні деталі стакан до основи плити. Дана вимога, а саме паралельність двох поверхонь прийнято тому, що саме ця похибка буде надавати найбільший вплив на точність обробки, а саме витримування в заданих межах допуску.

Найближче стандартне значення допуску паралельності по [12] 120 мкм для діапазону розмірів 160-200 мм, в який входить розмір $\varnothing 170$ - плоскості торця, відповідає 10-й ступені точності.

Отже, на кресленні пристрою проставляємо допуск паралельності торця стакану до основи плити рівний 0,12 мм.

Опис пристрою і принципу дії пристрою.

Пристосування у збірці має задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Пристрій складається з плити під якою змонтована пневмокамера і на якій встановлено стакан. При подачі стисненого повітря в і верхню порожнину

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

відбувається закріплення заготовки. Подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран. При відключенні подачі повітря по-засобом перемикач триходового крана відбувається процес розкріплення заготовки за допомогою пружини (камера односторонньої дії).

Розрахунок на міцність. Розраховуємо на міцність різьблення штока. По конструктивних міркувань і попередньої компонуванні пристосування приймемо різьбу на штоку М12х1,75-6g. Сила на штоку $W = 3080$ Н, матеріал гвинта - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_H - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.9)$$

де d_H – зовнішній діаметр різьби;

P – шаг різьби.

$$d_B = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,20 \text{ мм}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi d_B^2}{4} \quad (7.10)$$

де d_B – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\min \text{рез}} = \frac{\pi \cdot 10,2065^2}{4} = 60,22 \text{ мм}^2$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.11)$$

Тобто

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Запишемо умова міцності на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{W}{S_{\min_{рез}}} \leq [\sigma_p] \quad (7.12)$$

$$\sigma_p = \frac{8100}{60,22} = 135 < 150 \text{ МПа.}$$

Отже міцність штока забезпечується, так як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовій ділянці).

Специфікація на верстатний пристрій наведена в додатку В.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

ВИСНОВОК

В даній роботі був виконаний аналіз службового призначення насоса, вузла торцеве ущільнення та деталі «Обойма». Проведено аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі. При аналізі технічних вимог описані властивості сталі 08X18H10T, а також були проаналізовані вимоги, пропоновані при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам. Виконано аналіз технологічності конструкції згідно ЕСТПШ.

Визначено тип виробництва - дрібносерійний і організаційні умови роботи.

Зроблений вибір методу отримання заготовки - штампування на КГШП.

Проведений аналіз технологічних операцій та запропоновано прогресивний технологічний процес. Для аналізу було взято операції 015 токарна та 030 свердлильна. У порівнянні з базовим технологічним процесом операції здійснюються на верстатах з ЧПК. Це дає можливість скоротити кількість обладнання, виробничої площі і час на механічну обробку, а так само дає можливість виключити розмітку. Крім того, була проаналізована схема базування заготовки. В результаті прийнято закріпити деталь в спеціальній пристрій, в якому заготовка буде позбавлена п'яти ступенів свободи. Так само для операцій були вибрані необхідні ріжучі та вимірювальні інструменти.

У розділі «Охорона праці» були розглянуті питання небезпечних зон устаткування, а також класифікація та призначення засобів захисту.

Також виконано комплект технологічної документації і креслення маршрутного технологічного процесу на обрані операції та карта налагодження на свердлильну з ЧПК операцію.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проєкті зі спеціальності та дипломному проєкті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.

2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи “Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів” /Укладач М.М.Коротун. – Суми: Вид – во СумДУ, 2009. – 23 с.

3. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з теми «Проектування та розрахунки привода верстатів» / укладачі: М.М. Коротун, О.В. Івченко – Суми :Сумський державний університет, 2013. – 35 с.

4. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва. – К.: Кондор, 2007 – 726 с.

5. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т., Гордєєв А.І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ; Хмельницький: ХНУ, 2004. – 230 с.

6. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; под общ. Ред. В. М. Плескача. – К.: Выща шк., 1991. – 247 с.

7. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и ковальские напуски».

8. Довідник технолога - машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., Перероб. і доп. - М.: Машинобудування, 1985. 656 с., іл.

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 19510003-00 ПЗ

9. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

10. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт виконуваних на металорізальних верстатах з ЧПК. - Ч.1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточні, свердлильні, довбальні і фрезерні верстати. – Москва: Машинобудування, 1974. – 416 с.

11. Барановський Ю.В. Режими різання металів. Довідник. Вид. 3-е, пререраб. і доп. М.: Машинобудування. 1972. - 408 с., іл.

12. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

13. Кирилюк Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. 135., 3 ил., 26 табл.

14. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.

15. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.

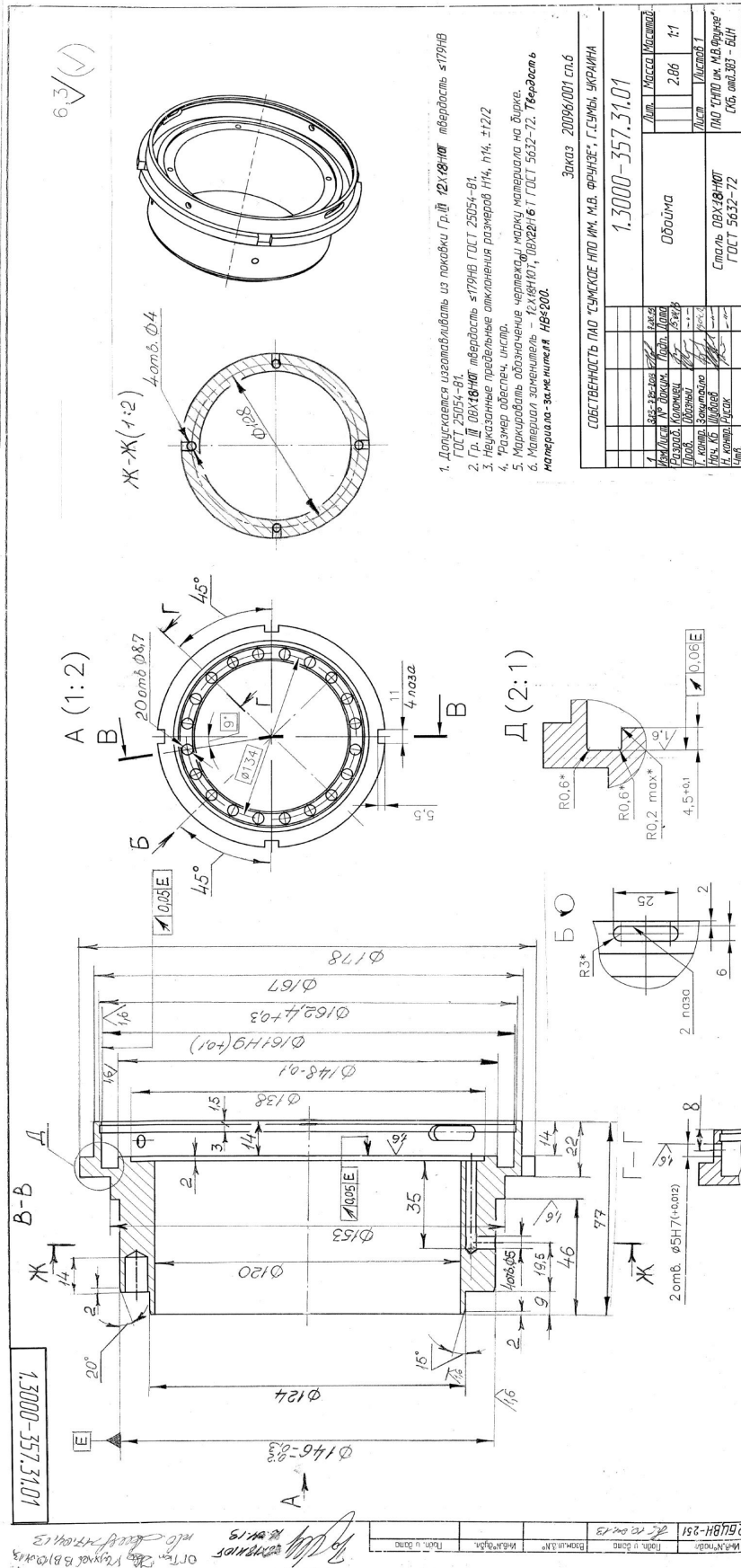
16. Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

17. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз’яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 19510003-00 ПЗ

ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ



1. Допускається виготовляти з покриття Гр. II $12 \times 18 \text{ мкм}$ твердість $\approx 179 \text{ НВ}$ ГОСТ 25034-81.
2. Гр. II $0.8 \times 18 \text{ мкм}$ твердість $\approx 179 \text{ НВ}$ ГОСТ 25054-81.
3. Невказані предельные отклонения размеров IT14, IT14, IT14, $\pm 12/2$
4. Размер овесеч, инспир.
5. Маркировка обозначение чермета, фн марки материала на бирке.
6. Материал заменитель - $12 \times 18 \text{ мкм}$, $0.8 \times 18 \text{ мкм}$ ГОСТ 5632-72. Твердость материал-заменитель 185 ± 200 .

Заказ 20096/001 сл.6

СОБСТВЕННОСТЬ ПАО СУМСКОЕ НПО ИМ. М.В. ФРУНЗЕ, Г.СУМЫ, УКРАИНА	
1.3000-357.31.01	
Имя, Фамилия, Инициалы	Масса, Масса
Объем	2.86
Лист	1:1
Сталь 08Х18Н10Т ГОСТ 5632-72	
ПАО "СРПО" им. М.В.Фрунзе Сумы, обл.Сум - 54Н	

ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ

РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА ДІАМЕТРАЛЬНІ РОЗМІРИ

Програма - 'prip' ver.7.1

СумДУ. Обчислювальний центр факультету ТЕСЕТ

10.06.2023

Розрахунок виконаний для Ілюхін М. група - ТМ-91

ВИХІДНІ ДАНІ:

оброблювальна поверхня - зовнішня циліндрична

φ 180-0.043

-0.143

Найменування переходу або операції маршрута обробки поверхонь	Позначення точності	Граничні відхилення, мм	Елементи припуску, мкм				
			шорсткість Rz (i-1)	дефект шар h (i-1)	простр відхил р (i-1)	похибка базув EB (i)	закр. Ez (i)
Поковка	ГОСТ 7505-89	+2.400 -1.200	-	-	-	-	-
Chernovay	квалитет 12 0 -1.000	0 -1.000	250	1000	2119	500	500
Polychistovay	квалитет 8 0 -0.400	0 -0.400	125	240	127	200	100
Chistovay	квалитет 6 -0.043 -0.143	-0.043 -0.143	20	125	105	0	0

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ :

Розрахункові знач.		Прийняті значення, мм								
припуск, мкм		розрахунковий розмір, мм	розрахунковий розмір	номінальний розмір з граничними відхиленнями	граничний розмір	граничний розмір		припуск, мкм		
мін	розр.					мінімальний	максимальний	мінім	розр.	макс.
-	-	184.832	185	185	+2.400 -1.200	183.8	187.4	-	-	-
968	1968	182.925	183	183	0 -1.000	182	183	1400	1340	1430
145	1875	181.945	181	181	0 -0.400	180.6	181.0	270	900	1055
50	655	180	180	180	-0.043 -0.143	179.857	179.957	145	170	373

К І Н Е Ц Ь Р О З Р А Х У Н К У

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15		Болт М10-6дх30 ГОСТ 7798-70	4	
		16		Гайка М6 ГОСТ 5915 - 80*	6	
		17		Шайба А16.31 ГОСТ 11371-78	12	
		18		Гвинт М6-6дх20 ГОСТ11738-72	2	
		19		Шпонка 16х16х30 ГОСТ 23360-80	2	
		20		Кільце СТ 22-16-3 ГОСТ 288-72	2	
		22		Рим - болт М8х1,25-8д ГОСТ4751-73	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМ 19510003-07.00.00	Лист
						2

ДОДАТОК Г

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту

Створення безпечних умов праці на виробництві було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю держави є людина – це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого.

Безпечні умови праці – це стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або вплив шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих значень.

В разі появи небезпеки є можливість завдати шкоду здоров'ю людини, тому потрібно робити всі необхідні заходи, спрямовані на її ліквідацію. В літературі можна зустріти такі визначення поняття «небезпека»:

– небезпека – це негативна властивість живої та неживої матерії, що здатна спричинити шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям;

– небезпека – це умова чи ситуація, яка існує в наколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення та/чи пошкодження.

Безпека людини – це поняття, що відображає саму суть людського життя, її ментальні, соціальні і духовні надбання. Безпека людини є невід'ємною складовою характеристики стратегічного напрямку людства, що визначений ООН

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

як «сталий людський розвиток», такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними, (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.).

При проєктуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні, індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

- охоронні;
- запобіжні;
- блокуючі;
- сигналізуючі;
- системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);
- індивідуальні захисні засоби (ЗІЗ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності

- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристроїв або технологічних процесів;
- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Захисні пристрої – засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин. Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновиду устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Стаціонарні огорожі демонтуються лише періодично (зміна робочого інструменту, мастило, перевірка контрольних вимірювань і т.д.). Вони виконуються так, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки робочого. Такі огорожі можуть бути повними, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковою, коли ізолюється лише небезпечна частина машини. Прикладом повної огорожі є огорожі розподільчих пристроїв електрообладнання, вентиляторів, корпусу електродвигунів, насосів.

Рухома огорожа закриває доступ в робочу зону при настанні небезпечного моменту (особливо поширено у верстатобудуванні).

Переносні огорожі використовуються при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також від механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювачів.

Огорожі виконуються у вигляді зварних і литих кожухів, ґрат, сіток, щитків, екранів, вірьовок з прапорцями і т.д.

						Лист
					ТМ 19510003-00 ПЗ	77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу. У разі утворення вибуху, пожежонебезпечних сумішей, при концентраціях 5-50% від вибухонебезпечної, спрацьовує аварійна вентиляція. При підвищеному тиску в ресиверах застосовують теплові реле, що вимикають двигун при збільшенні температури зріджуваного повітря понад припустимого значення.

У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому і перенесення різних виробів слід передбачити запасну проводку від запасного джерела живлення, обмежувачі руху, кінцеві вимикачі, гальмівні і утримуючі пристрої і т.д. Введення слабкої ланки полягає у внесенні до конструкції технологічного устаткування деталей і вузлів, розрахованих на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях (штифти, що зрізають, шпонки, фрикційні муфти, плавкі запобіжники в електроустановках, розривні мембрани і т.д.).

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій зоні (механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані).

Сигналізуючі пристрої - це засоби інформації про роботу технологи-чеського устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають. За призначенням системи сигналізації діляться на оперативні; попереджуючі; пізнавальні. За способом інформації: звукові; візуальні; комбіновані; одоризаційні (по запаху, в газовому господарстві).

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести опізнавальне забарвлення трубопроводів, електропроводів і знаки безпеки.

					ТМ 19510003-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Трубопроводи фарбують в наступні кольори: вода - зелений; пара - червоний; повітря - синій; горючі і негорючі гази - жовтий; кислоти - оранжевий; луж - фіолетовий, горючі рідини - коричневий; інші речовини - сірий.

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів:

- чорний - для провідників в силових ланцюгах;
- червоний - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму;
- синій - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму;
- зелено-жовтий (двобарвний) - для провідників в ланцюгах заземлення;
- блакитний - для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад:

- що забороняють (не включати - працюють люди; наскрізний проїзд заборонений);
- застережливі (стій - напруга; не влізай - уб'є; небезпечний поворот);
- що вирішують (працювати тут);
- вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: ізолюючі костюми; засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.); спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.); спецвзуття (черевики, чоботи і ін.); засоби захисту голови (каски, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.