

ЗАТВЕРДЖЕНО
НАКАЗ Міністерства освіти і науки,
Молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384

Форма № Н-9.01
Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет _____ *технічних систем та енергоефективних технологій*
Кафедра _____ *технології машинобудування, верстатів та інструментів*
Освітній рівень _____ (шифр і назва)
Напрямок підготовки _____ *131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)*
_____ (шифр і назва)
Спеціальність _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

Залога В. О.

«_____» 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Заводовський Михайло Валерійович
_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____ *Проектування технологічного процесу виготовлення*
_____ *деталі Кришка 102.96.008 ПД*

керівник проекту _____ *Нешта Анна Олександрівна, канд. техн. наук, асистент*
_____ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «9» квітня 2020 року № 0523-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ «1» червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
_____ *креслення деталі – «Кришка 102.96.008».*
_____ *річний обсяг випуску деталей – 2000 шт.*

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

ЗАТВЕРДЖЕНО
НАКАЗ Міністерства освіти і науки,
Молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384

Форма № Н-9.01

Студент

(підпис)

Заводовський М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Нешта А. О.
(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.О. Залога

« ____ » _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ**

КРИШКА 102.96.008 ПД

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

Студент

М.В. Заводовський

Керівник

А. О. Нешта

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

ЗМІСТ

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	17
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	22
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	28
5 Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	29
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	38
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	30
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	37
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	58
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	62
6.5 Розрахунки режимів різання	63
6.6 Технічне нормування операцій	
7 Проектування верстатного пристрою	90
7.1 Обґрунтування вибору системи пристрою	90
7.2 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції	91
7.3 З'ясування кількісних та якісних даних про заготовку, що надходить на операцію.....	92
7.4 Визначення умов у яких буде виготовлятися та експлуатуватися спроектований пристрій.....	95

<u>7.5 Складання переліку реалізованих функцій</u>	96
<u>7.6 Розробка та обґрунтування схеми базування</u>	97
<u>7.7 Побудова функціональної структури верстатного пристрою</u>	99
<u>7.8 Розробка та обґрунтування схеми закріплення</u>	100
<u>7.9 Розрахунок пристрою на міцність</u>	106
<u>7.10 Точнісні розрахунки пристрою</u>	109
<u>7.11 Опис пристрою та принцип його роботи</u>	110
Висновки	
Перелікджерел посилання	111
ДОДАТОК А – Креслення деталі «Кришка 102.96.008»	
ДОДАТОК Б – Розрахунок припусків	
ДОДАТОК В – Специфікація	
ДОДАТОК Г – Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Характеристика, дія на організм людини, нормування та захист від іонізуючого випромінювання	

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 100 с., 25 рис., 12 табл., 24 джерел.

Метою роботи є проектування технологічного процесу виготовлення Кришки 102.96.008

Об'єкт розробки – технологічний процес виготовлення деталі «Кришка 102.96.008».

Предмет розробки – деталь «Кришка», що входить до складу центрифуги «ОГШ-502К-12».

В кваліфікаційній роботі бакалавра проаналізовано службове призначення виробу і деталі, технічні вимоги та якісні показники технологічності конструкції деталі. Обґрунтовано вибір способу отримання вихідної заготовки (штампування на КГШП)

Для операцій 050 и 035 (токарни з ЧПК) проведено аналіз та обґрунтування схеми базування оброблюваної заготовки; обґрунтовано вибір металорізального обладнання, пристроїв, різального та вимірювального інструментів; також проведено розрахунок режимів різання і нормування двох операцій.

Оформлено карти технологічного процесу обробки деталі «Кришка».

УСТАНОВКА КОМПРЕСОРА, ПОКОВКА, МЕХАНІЧНЕ ОБРОБЛЕННЯ,
СХЕМА БАЗУВАННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЦЕННЯ,
РЕЖИМИ РІЗАННЯ

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Машинобудування, поставляє нову техніку всім галузям народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази суспільства. У зв'язку з цим його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення машин необхідної якості у встановленому виробничою програмою кількістю і в задані строки при найменших затратах живої і уречевленої праці, тобто при найменшій собівартості [1].

В даний час поглиблюється розробка проблеми впливу технології на фізико-хімічний стан металу поверхневого шару оброблюваних заготовок, його дислокаційна будова, розміри кристалічних блоків і на експлуатаційні властивості та надійність деталей машин. Триває розробка проблеми технологічної спадковості і зміцнюючої технології. Розробляються методи оптимізації технологічних процесів досягається точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей та надійності роботи машини.

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

Надзвичайно велика зв'язок технології машинобудування з такими дисциплінами, як теорія різання, металорізальні верстати та інструменти, допуски, технічні вимірювання, матеріалознавство та термічна обробка. Розгляд технологічних питань без використання цих наук взагалі неможливо.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

1.1 Стислий опис виробу

Центрифуга типу ОГШ-502К-12 - осадна горизонтальна безперервної дії з шнековим вивантаженням осаду. Вона призначена для розділення суспензій високої й середньої дисперсності при температурі до 80°C, а також для обезводнення осаду стічних вод.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики центрифуги ОГШ-502К-12

Діаметр ротора внутрішній (найбільший), мм	500
Довжина циліндричної частини ротора, мм	377
Ставлення робочої довжини ротора до внутрішнього максимального діаметру	1,86
Частота обертання ротора максимальна, (об/хв)	50 (3000)
Фактор поділу (при максимально допустимій частоті обертання ротора)	2515
Індекс продуктивності, м ²	2811
Радіус зливу (змінний), мм	180;187,5; 200
Матеріал ротора	Сталь 12Х18Н10Т
Максимальний момент, (редуктором) кгм	600
Габаритні розміри центрифуги з електродвигуном і віброізолюючим пристроєм, мм не більше:	-
- довжина	2505
- ширина	1965
- висота	1020
Маса центрифуги з електродвигуном і віброізолюючим пристроєм, кг не більше	2800

Центрифуга (рис. 1) складається з наступних основних вузлів: ротора, шнека, редуктора, корінних опор ротора, живильника, підстави і кришки кожуха, механізму блокування, станини з віброізоляцією, муфти приводу.

Центрифуга комплектується спеціальним інструментом і пристосуваннями, необхідними в процесі монтажу, експлуатації та ремонту, а також запасними частинами.

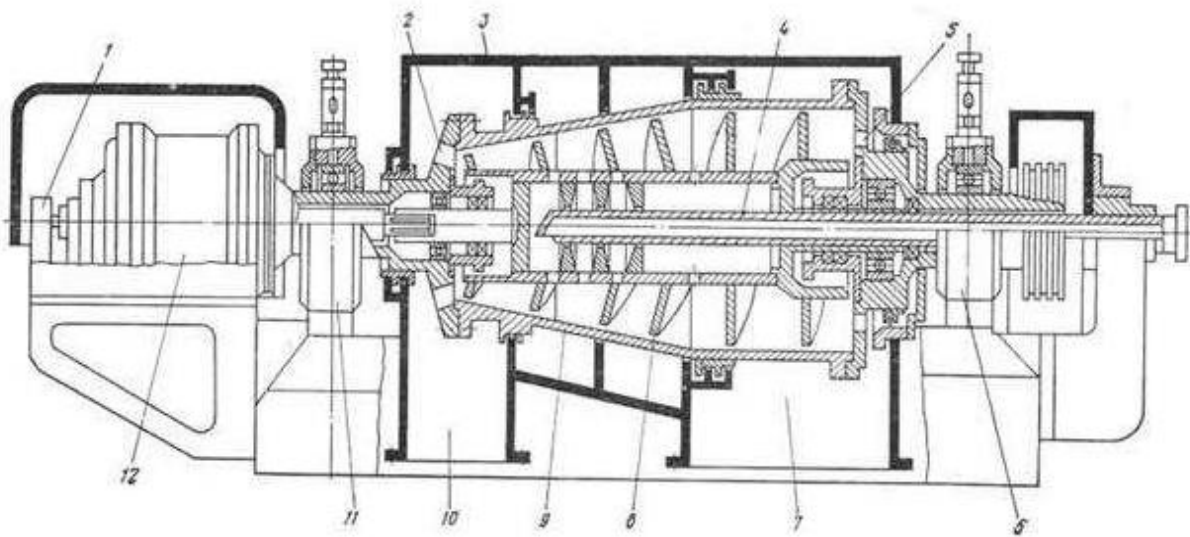


Рисунок 1.1 – Центрифуга типу ОГШ-502К-12

Головним вузлом центрифуги є ротор циліндро-конічної форми, розташований горизонтально. Обертання ротора здійснюється від електродвигуна за допомогою клиноременної передачі.

Всередині ротора співвісно розташований шнек, призначений для транспортування осадженої твердої фази до вивантажувальних вікон ротора.

Ротор обертає шнек через редуктор. Шнек обертається в ту ж сторону, що і ротор, але з меншою швидкістю. Різниця в швидкості обертання шнека і ротора необхідна для примусового переміщення осаду уздовж внутрішньої поверхні ротора.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	

Через ліві цапфи ротора і шнека проходить живильна труба, що подає суспензію у внутрішню порожнину шнека, що утворює собою камеру. З камери суспензія через вікна в обичайці шнека надходить в ротор.

Під дією відцентрових сил в суспензії відбувається відділення твердої фази від рідкої. Тверда фаза осідає на стінки ротора і транспортується шнеком у напрямку до конічної частини ротора. В кінці шляху руху осаду до вивантажувальних вікон, в зоні зневоднення, відбувається віджимання вологи з осаду.

Відцентровими силами тверда фаза викидається через розвантажувальні вікна ротора в приймальний відсік осаду кожуха центрифуги. Освітлена рідка фаза (фугат) рухається до більшого діаметру ротора і через зливні вікна правої цапфи викидається в приймальний відсік кожуха центрифуги.

Процес відділення твердої фази від рідкої, вивантаження осаду і злив фугата відбуваються безперервно.

Ротор в зібраному вигляді складається з циліндроконічного барабану і двох цапф. Цапфи одночасно служать днищами, які закривають торці ротора, а також опорами шнека.

Шнек є одним з основних вузлів центрифуги і призначений для транспортування осадженої твердої фази в процесі її відділення від рідкої фази і для вивантаження осаду з ротора.

Шнек складається з полого циліндро-конічного барабана і приварених до його зовнішньої поверхні витків, захищених від абразивного зносу. Шнек однозаходний, напрямок витків - лівий. У середині полого барабана уварені конус і перегородка, що утворюють собою камеру. Камера має вікна для подачі суспензії в ротор.

Шнек за допомогою підшипників кочення спирається на цапфи ротора і через шліцьовий вал з'єднується з планетарним редуктором.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Планетарний редуктор призначений для передачі обертання від ротора до шнеку з деяким зменшенням швидкості обертання шнека в порівнянні зі швидкістю обертання ротора.

Ротор центрифуги своїми цапфами спирається на дві опори. Опори представляють собою корпус з підшипником, який фіксується кришками. Опори кріпляться до станини центрифуги шпильками. Положення опори на станині фіксується конічними штифтами. Мاستило опор – циркуляційна рідка.

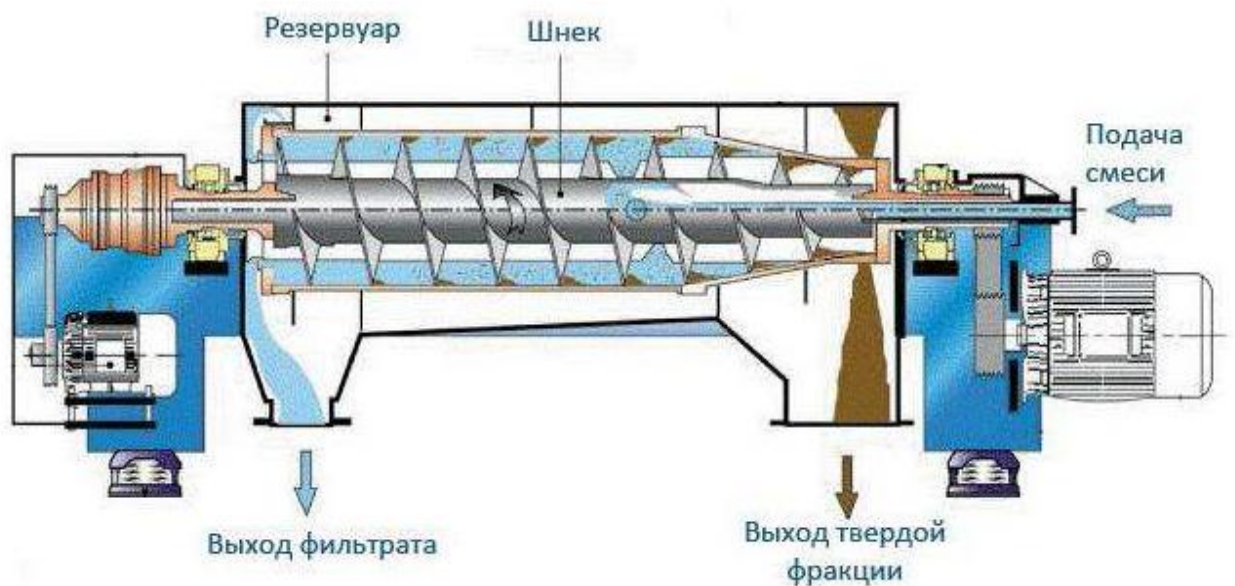


Рисунок 1.2 – ОГШ-502К-12

Кожух центрифуги служить для роздільного відведення осаду, закриває обертіві частини центрифуги. Кожух роз'ємний. Складається з підстави кожуха і кришки, яка відкривається на петлях. Ущільнення на виході цапф ротора лабіринтове.

Живильна труба призначена для подачі суспензії в центрифугу, а також води або іншої рідини для її промивання.

Механізм блокування редуктора призначений для відключення електродвигуна і припинення подачі суспензії в центрифугу при перевантаженні редуктора.

Привід центрифуги здійснюється від електродвигуна, через відцентрову колодкову муфту, встановлену на валу електродвигуна і клиноременну передачу. Частота обертання ротора 2400 об/хв.

Зміна числа обертів ротора досягається зміною шківів на відцентровій муфті. Відцентрова колодкова муфта складається з водила із ребрами, між якими розташовані колодки, і шківів, в ступиці якого в окремих корпусах встановлені підшипники закриті кришкою.

Після включення електродвигуна, розміщене на його валу водило захоплює за собою колодки, які в міру розгону центрифуги притискаються відцентровою силою до внутрішньої поверхні ступиці шківів і приводять його в обертальний рух. Відбувається плавний розгін ротора центрифуги.

Порядок роботи центрифуги

Запустити електродвигун приводу центрифуги. Після досягнення ротором робочої швидкості обертання в центрифугу можна подавати суспензію. Завантаження центрифуги робиться плавно і доводиться до робочої продуктивності впродовж 5÷10 хвилин.

Суспензія має бути досить текучою і однорідною. Попадання сторонніх предметів не допускається. Зміст твердої фази в суспензії не має бути занадто високим.

У разі коливання (особливо збільшення) змісту твердої фази в суспензії, подання її має бути зменшене, оскільки може виникнути перевантаження шнека твердим продуктом і як наслідок, спрацює механізм блокування.

При перевантаженні центрифуги спрацьовує механізм блокування редуктора, який за допомогою важеля натискає на шток кінцевого вимикача, контакти останнього при цьому розмикаються, катушка пускача знеструмлюється і електродвигун відключається від мережі.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Після усунення причин перевантаження і установки важеля механізму блокування вручну в початкове положення кінцевий вимикач готує електричний ланцюг до повторного включення.

В процесі експлуатації центрифуги необхідно стежити за тим, щоб:

- 1) температура нагріву корінних опор не перевищувала температуру довкілля більше, ніж на 60°C, температура нагріву мастила редуктора не перевищувала температуру довкілля більше, ніж на 50°C;
- 2) не було витoku мастила з редуктора;
- 3) не було зависань осаду в приймальному бункері;
- 4) не було частих спрацьовувань механізму блокування редуктора.

В ході експлуатації необхідно не рідше за один раз в тиждень робити ретельне промивання ротора і кожуха центрифуги.

При погіршенні технологічних параметрів роботи, появи підвищеної вібрації, необхідно перевірити величину зносу витків шнека.

Для цієї операції на обичайці ротора є два отвори, заглушені пробками з конічним різьбленням К 3/8" ГОСТ 6111-52.

Величина зносу витка шнека визначається як різниця розмірів, фактичного після виміру і величини, вказаної у формулярі (тобто величина отримана при виготовленні).

При значному зносі витків шнека, визначеного шляхом виміру, необхідно демонтувати шнек з ротора. Візуальний огляд дасть повнішу картину зносу витків і дозволить визначити необхідність його заміни або ремонту.

Кожного разу, після проведення операції по орієнтовному виміру міри зносу витків, необхідно стежити за тим, щоб контрольні отвори для виміру були щільно закриті пробками. Через 4000 годин роботи мастило з редуктора слід злити і залити новим. Через 400 годин експлуатації необхідно зробити заміну мастила в підшипниках шнека.

Особливо уважно слід стежити за наявністю достатньої кількості мастила

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в редукторі. Його рівень має бути на рівні третьої пробки, при поєднанні інших двох, діаметрально протилежних з вертикаллю. Для редуктора повинне застосовуватися мастило МС- 20 ГОСТ 21743-76.

Зупинку центрифуги необхідно робити в наступній послідовності:

- 1) припинити подання суспензії в ротор;
- 2) при тривалому обертанні ротора, після повного вивантаження шнеком осаду, зробити промивання ротора шляхом подання в ротор води або іншої промивної рідини впродовж 5÷10 хвилин;
- 3) вимкнути електродвигун приводу центрифуги;
- 4) очистити кожух від осаду і при необхідності промити його після зупинки ротора.

Контроль температури опор ротора робиться ртутним термометром, встановленим в гнізді опори.

Якість розділення суспензії, тобто міра очищення рідкої фази від твердих часток і осушення осаду, може регулюватися шляхом зміни частоти обертання ротора і радіусу зливу фугата з ротора.

Чим вище частота обертання ротора, тим вище чинник розділення, а отже, і якість розділення суспензії.

Проте слід зважати на те, що при меншій частоті обертання режим роботи центрифуги менш напружений і термін служби при цьому збільшується.

Завжди слід експлуатувати центрифугу на мінімально можливій за умовами розділення частоті обертання.

Робота центрифуги при частоті обертання ротора, що перевищує максимальну вказану у формулярі машини, не допускається.

Залежно від вимог до вологості осаду встановлюється радіус зливу фугата з ротора. Величина порогу зливу фугата регулюється поворотом кільця на цапфі ротора. Більшому радіусу зливу відповідає найбільша довжина зони осушення осаду і, отже, найменша вологість осаду. При меншому радіусі ліворуч, навпаки,

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

осад виходить з більшою вологістю, а фугат з найменшим змістом твердої фази.

1.2 Опис деталі

Призначення деталі: відноситься до деталей типу кришки. Головна вимога, що пред'являється до подібних деталей, полягає в досягненні концентричності зовнішніх і внутрішніх поверхонь, перпендикулярності торців до осі центрального отвору. Досягнення концентричності може бути забезпечене різними способами механічної обробки заготовки, а це, у свою чергу, позначається на виборі чорнових баз механічної обробки і на розподіл припусків при проектуванні заготовки.

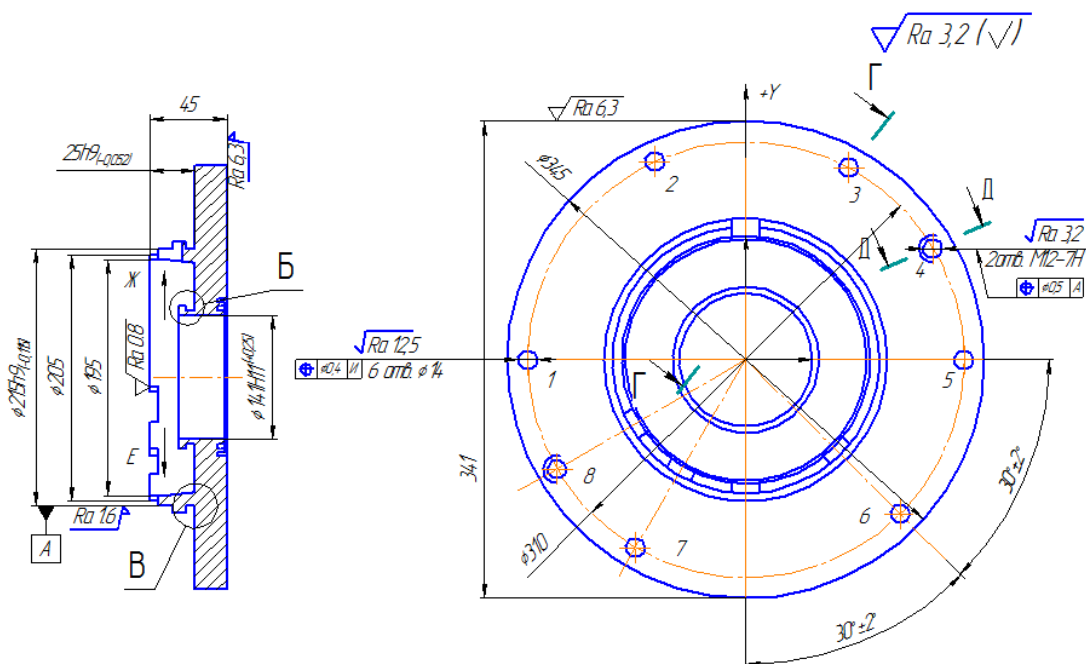


Рисунок 1.3 – Деталь Кришка

Кришка лівим торцем 125 щільно притискається до стакану підшипника і закріплюється гвинтами. Оскільки кришка щільно прилягає до підшипника, то її лівий торець має високий клас шорсткості Ra 0,8 мкм.

Кільцеві канавки на правому торці деталі і отвір $\varnothing 141$ призначені для установки кришки в лабіринт.

Канавки 3,5x2 і 7x4,8 призначені для запресовки в них ущільнень манжетів.

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

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

Лист

13

Лиска призначена для установки шайби.

Для індивідуального змащування підшипника через стакан підшипника і паз 20x15 кришки проходить трубка крану.

Пази 20x5 виконані для зливу фугата в отвори цапфи.

Інші поверхні є вільними, тобто в процесі роботи не контактують з іншими деталями.

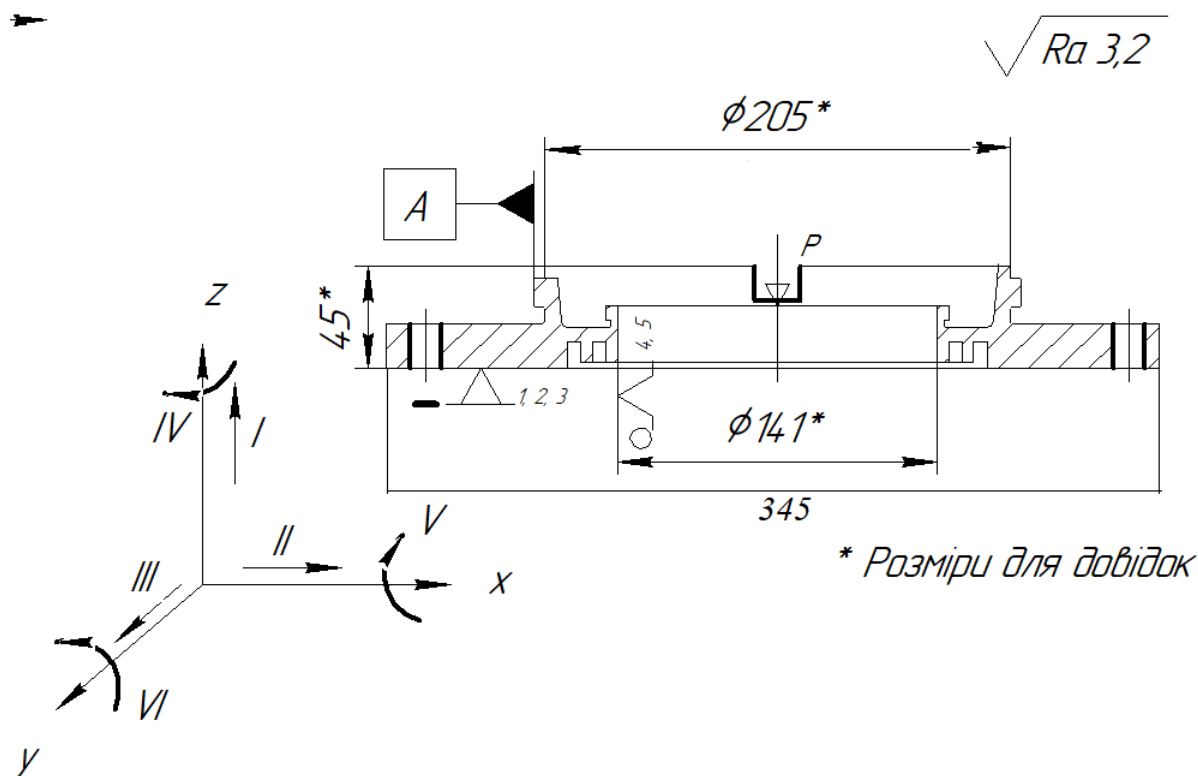


Рисунок 1.4 – Схема базування деталі Кришка у вузлі

Таблиця 1.3 – Зв'язки, забезпечені базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1,2,3	I, V, VI
ПОБ	4,5	II, III

Таблиця 1.4 – Матриця зв'язків

Установ А				
	X	Y	Z	
УБ	0	0	1	↔
	1	1	0	○
ПОБ	1	1	0	↔
	0	0	0	○

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Аналіз деталі на технологічність

Показники технологічності поділяються на якісні і кількісні. До якісних показників відносяться наступні чинники:

- матеріал деталі;
- базування і закріплення;
- простановка розмірів;
- допуски форми і розташування;
- взаємозамінюваність;
- нетехнологічні конструктивні елементи.

До кількісних показників технологічності відносяться:

- коефіцієнт використання заготовки і матеріалу;
- коефіцієнт точності;
- коефіцієнт шорсткості;
- собівартість;
- коефіцієнт уніфікації.

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці і мінімальною собівартістю.

Якісна оцінка технологічності конструкції

Конструкційна легована сталь Марка 10Г2 використовується для виготовлення деталей (кріпильних та інших), які працюють під тиском при температурах до -700С°.

Матеріал деталі – сталь конструкційна низьколегована для зварних конструкцій 10Г2 по ГОСТ 19281-73*.

Замінник – сталь 09Г2.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сталь призначена для виготовлення кріпильних і інших деталей, працюючих при температурі від - 70°C під тиском.

Хімічний склад та механічні властивості сталі див. відповідно таблицю 1 і таблицю 2.

Технологічні властивості сталі 10Г2:

Температура кування, °С: початку 1250, кінця 800-780. Заготовки перерізом до 100 мм охолоджуються на повітрі.

Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання:: РДГ, АДС під флюсом і газовим захистом.

Схильність до відпускнуї крихкості – не схильна.

Якщо розглянути конструкцію деталі в її геометричній формі в цілому, то вона технологічна, оскільки деталь є тілом обертання. Обробка поверхонь деталі проста. Є зручні поверхні для базування і закріплення на верстаті

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 10Г2 та механічні властивості

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не більше				
0,07÷0,15	0,17÷0,37	1,20÷,60	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

⊕

Стан поставання, режими термообробки	Переріз, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ	δ_5	ψ	КСО, Дж/см ²	НВ, не більше
			МПа		%			
			не менше					
Пруток. Нормалізація 920°C	25	-	245	420	22	50	-	-
Поковки. Нормалізація 900-920°C, повітря. Отпуск 600-620°C, повітря.	До 100 100-300 300-500	215	215	430	24 20 18	53 48 40	54 49 44	123÷167

Базування деталі можна здійснити практично на усіх поверхнях, тобто ця деталь технологічно доцільна для базування. В якості пристрою для закріплення заготовки використовується трьохкулачковий патрон, що самоцентрується.

В якості чорнових баз у заготовок, що обробляються по усіх поверхнях, слід приймати поверхні з найменшими припусками. Чистові бази слід вибирати так, щоб чистові настановні бази були конструкторськими.

Робоче креслення має технологічну простановку розмірів, оскільки розміри проставлені без повторень, доступні для контролю, не затіняють креслення і задовольняють вимогам ГОСТ 2.307.

Допуски форми і розташування поверхонь вказані згідно ГОСТ 2.308 - *. Усі допуски проставлені відносно однієї загальної бази – осі циліндричної поверхні $\emptyset 215$.

Нетехнологічними елементами цієї деталі є:

- розташування отворів і пазів під кутом $30^\circ \pm 2^\circ$;
- наявність конуса $5^\circ \pm 1^\circ$ і галтелі R3;
- наявність скруглень і кута на пази 7x4,8.

Кількісна оцінка технологічності конструкції

Коефіцієнти використання заготовки і матеріалу для базового і пропонованого технологічних процесів визначаються в пункті 4.

Для розрахунку коефіцієнта шорсткості і коефіцієнта точності необхідно скласти таблицю, в якій будуть вказані характеристики (параметр шорсткості і квалітет точності) поверхонь деталі. Після складання таблиці по формулах визначаються коефіцієнти шорсткості і точності.

Коефіцієнт шорсткості визначається по формулі:

$$K_{ш} = \frac{1}{A_{cp}} \langle 0,32, \quad (2.1)$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де A_{cp} – середнє арифметичне значення шорсткості, за даними таблиці 3,
 $A_{cp}=209,1/39=5,36$ мкм.

$$K_{ш} = \frac{1}{5,36} = 0,19 < 0,32.$$

Оскільки коефіцієнт шорсткості вийшов менше, ніж 0,32, то означає, що за цим критерієм деталь технологічна.

Коефіцієнт точності обробки визначається по формулі:

$$K_T = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > 0,8; \quad (2)$$

де B_{cp} – середнє арифметичне значення квалитета точності, за даними таблиці 3, $B_{cp}=486/39= 12,4$ б.

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,46} = 0,92 > 0,8;$$

Оскільки коефіцієнт точності вийшов більше, ніж 0,8, то означає, що за цим критерієм деталь технологічна.

Таблиця 2.2 – Звідна таблиця для визначення коефіцієнтів точності і шорсткості деталі

Найменування поверхні	Кількість поверхонь	Параметр шорсткості Ra, мкм	Квалітет точності
Зовнішні:			
$\emptyset 345$	1	6,3	14
$\emptyset 215$	1	1,6	9
$\emptyset 151$	1	3,2	11
Внутрішні:			
$\emptyset 141$	1	1,6	11
Лінійні:			
торець $\emptyset 205 / \emptyset 195$	1	0,8	9
торець $\emptyset 345 / \emptyset 215$	1	3,2	9

торець Ø195 / Ø151	1	6,3	14
торець Ø151 / Ø141	1	3,2	14
торець Ø345 / Ø185	1	6,3	14
торець Ø173 / Ø141	1	3,2	14
Інші:			
ліска 1341	1	6,3	14
паз 20x5	1	3,2	14
паз 20x15	5	6,3	14
отвір Ø14	6	12,5	14
різьблення M12	2	3,2	7
конус Ø95, 45°	1	6,3	14
уступ Ø205, b5	1	3,2	14
канавка 3,5x2	1	6,3	14
канавка 7x4,8	1		
- основа	1	3,2	9
- бічна сторона	2	3,2	12
кільцева канавка:	2		
- основа	1	3,2	12
- бічна сторона	2	3,2	11
фаска 1x45°	2	3,2	14
Всього	39	209,1	486

Вимоги щодо точності розмірів: незазначені граничні відхилення розмірів: H14, h14; $\pm IT14 / 2$.

Вимоги по шорсткості: шорсткість основних і базових поверхонь $Ra = 0,8$ мкм, $Ra = 1,6$ мкм. Шорсткість не вказаних поверхонь $Ra = 3,2$ мкм.

Враховуючи порівняно важкі умови експлуатації деталі, до неї надають достатньо жорсткі вимоги по розмірній точності, точності форми і взаємного розташування поверхонь, визначаючих її положення в насосі.

отвори M12-7H (2 отворів) призначені для установки в них гвинтів для фіксації інших деталей виробу відносно "кришки". зазвичай шорсткість різі складає 3,2 мкм за критерієм Ra. Також для отворів M12-7H бажаним є встановлення вимог щодо позиційного допуску, що дозволить покращити умови складання виробу.

Кришка лівим торцем 125 щільно притискається до стакану підшипника і закріплюється гвинтами. Оскільки кришка щільно прилягає до підшипника, то її лівий торець має високий клас шорсткості ($Ra0,8$).

Кільцеві канавки на правому торці деталі і отвір $\varnothing 141$ призначені для установки кришки в лабіринт.

Канавки 3,5x2 і 7x4,8 призначені для запрессовки в них ущільнень манжетів.

Лиска призначена для установки шайби.

Для індивідуального змащування підшипника через стакан підшипника і паз 20x15 кришки проходить трубка крану.

Пази 20x5 виконані для зливу фугата в отвори цапфи.

Інші поверхні є вільними, тобто в процесі роботи не контактують з іншими деталями.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

3.1 Характеристика типу виробництва

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова.

Виходячи з річної програми випуску N=2000 шт. і маси деталі 12,7 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь – середньосерійний [4].

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва. Підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування України. За технологічним та виробничим характеристикам середньосерійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

У середньосерійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають обробку на одному і тому ж обладнанні.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Виробничий процес ведеться таким чином, що після виконання обробки заготовок на одній операції проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

При середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним управлінням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПУ. Переналагодження верстатів, пристосувань і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньої технологічної підготовкою.

Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і наладчиками використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на настроєних верстатах.

Технологічна документація та технічне нормування докладно розробляються для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно-статистичного нормування найпростіших заготовок.

3.2 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних на протязі місяця до кількості робочих місць.

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

де $\sum O$ – сумарне число різноманітних операцій;

$\sum P$ – число робітників виконуючих ці операції.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Визначення штучно-калькуляційного Тш-к на всіх операціях. Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1. Розрахункова кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{N_{\text{річ}} \cdot T_{\text{ш-к}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.ср.}}},$$

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

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4029$ год;

$\eta_{\text{з.н.ср.}}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання для операції 055:

$$m_p = \frac{2000 \cdot 28,84}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,86 \text{ шт.}$$

Число робочих місць P знаходимо шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення m_p : $P=1$. Результати розрахунків для всіх інших механічних операцій приведені в таблиці 3.1. Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця знаходиться за формулою:

$$\eta_{\text{з.ф.}} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.1)$$

$$\eta_{\text{з.ф.}} = \frac{0,86}{1} = 0,86.$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

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

$$O = \frac{0,8}{0,86} = 0,93 \approx 1$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

№ операції	Найменування операції	T _{ш-к} , хв	m _p , шт.	P, шт.	η _{з.ф.}	O
035	Торцепідрізна	5,88	0,06	1	0,06	13,3
045	Токарна чорнова	6,32	0,06	1	0,06	13,3
055	Токарна напівчист.	16,64	0,17	1	0,17	4,7
Разом:		28,84	0.29	1	0,29	31,3

Результати розрахунків для інших операцій заносимо до таблиці 3.1. Знаходимо $\sum P$, $\sum O$, $\sum T_{ш-к}$, результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1. Коефіцієнт закріплення операцій знаходимо по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{21}{7} = 3$$

Розраховане значення коефіцієнта ($20 < K_{з.о.} < 40$) відповідає дрібносерійному типу виробництва. У відповідності до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій складає для дрібносерійного виробництва від 20 до 40 включно. Дрібносерійне виробництво наближається за своїми технологічними особливостями до одиничного виробництва.

Цьому типу виробництва властива велика номенклатура виробів, порівняно невеликий обсяг випуску і велика кількість виконуваних на різних робочих місцях операцій. Коефіцієнт закріплення операцій визначається відношенням числа всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню протягом місяця, до числа робочих місць.

Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій становить для дрібносерійного типу виробництва – понад 20 до 40 включно.

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Якщо розглянути конструкцію деталі в її геометричній формі в цілому, то вона технологічна, оскільки деталь є тілом обертання. Обробка поверхонь деталі проста. Є зручні поверхні для базування і закріплення на верстаті.

Базування деталі можна здійснити практично на усіх поверхнях, тобто ця деталь технологічно доцільна для базування. В якості пристрою для закріплення заготовки використовується трьохкулачковий патрон, що самоцентрується.

В якості чорнових баз у заготовок, що обробляються по усіх поверхнях, слід приймати поверхні з найменшими припусками. Чистові бази слід вибирати так, щоб чистові настановні бази були конструкторськими.

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічністю називають сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних затрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом. Креслення деталі виконане відповідно до ГОСТу, на ньому вказана достатня кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень.

Найбільш високу якість в деталі «Кришка» мають такі поверхні:

1) Внутрішній діаметр $\varnothing 205$, Ra 0,8 мкм

Найбільш точними поверхнями деталі є зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 215h9_{-0,115}$ та 2 отвори M12-7H

Твердість деталі складає в межах 167-207 НВ. До деяких поверхонь деталі

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструктором надані вимоги щодо розташування:

4.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Показники технологічності поділяються на якісні і кількісні. До якісних показників відносяться наступні чинники:

- матеріал деталі;
- базування і закріплення;
- простановка розмірів;
- допуски форми і розташування;
- взаємозамінюваність;
- нетехнологічні конструктивні елементи.

До кількісних показників технологічності відносяться:

- коефіцієнт використання заготовки і матеріалу;
- коефіцієнт точності;
- коефіцієнт шорсткості;
- собівартість;
- коефіцієнт уніфікації.

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці і мінімальною собівартістю.

Якісна оцінка технологічності конструкції

Маса деталі складає 21,7 кг, деталь є легкою.

Простановка розмірів виконана грамотно відповідно до вимог стандартів, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання та контроль розмірів в процесі механічної обробки.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна отримати за допомогою спеціального устаткування, пристосувань і різального інструменту.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

5.1 Базовий метод отримання заготовки

Заводський метод отримання заготовки – кована на молотах.

Для виготовлення деталі типу «Кришка» приймається тип поковки - диск з отвором по [6] с.4, таблиця 1. Для перевірки правильності вибору необхідно перевірити виконання співвідношення розмірів: $H \leq 0,5D$; $d \leq 0,5D$.

Підставляючи дані з креслення, отримуємо: $45 < 172,5$; $141 < 172,5$. Співвідношення розмірів вірно, отже, тип поковки обраний правильно.

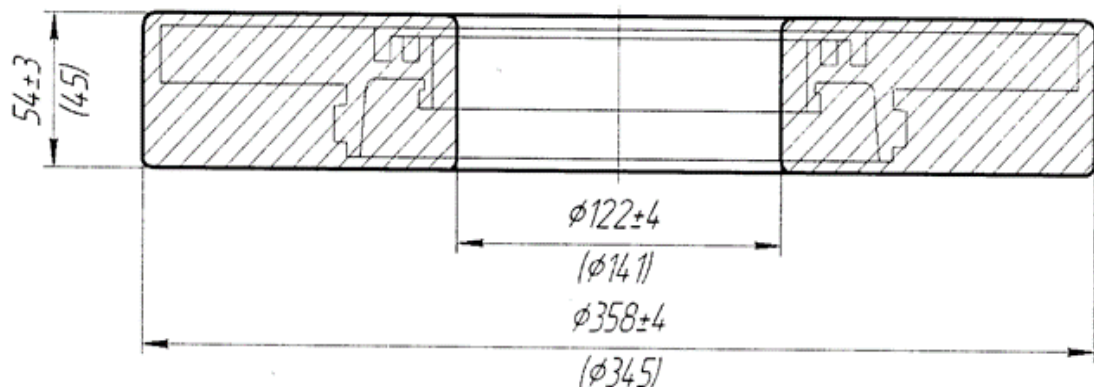


Рисунок 5.1 – Ескіз поковки кованої на молотах

Припуски і граничні відхилення на розміри деталі призначаються по [6] с.13, таблиця 7:

- на зовнішній діаметр 345 мм припуск і граничне відхилення - 13 ± 4 мм;
- на внутрішній діаметр 141 мм припуск і граничне відхилення - 19 ± 4 мм;
- на висоту кришки 45 мм припуск і граничне відхилення - 9 ± 3 мм.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

Остаточні розміри поковки визначаються за формулою:

(3)

$$P'_i = (P_i + \delta_i) \pm \Delta_i / 2,$$

де P'_i – і-й розмір заготовки, мм;

P_i – і-й розмір деталі, мм;

δ_i – припуск на відповідний і-й розмір деталі, мм;

$\pm \Delta_i / 2$ – граничні відхилення на відповідний і-й розмір деталі, мм.

Використовуючи формулу (3) визначаємо кінцеві розміри поковки:

$$D' = (345 + 13) \pm 4 = 358 \pm 4 \text{ мм}$$

$$d' = (141 - 19) \pm 4 = 122 \pm 4 \text{ мм}$$

$$H' = (45 + 9) \pm 3 = 54 \pm 3 \text{ мм.}$$

Отвір в поковці виконується, якщо діаметр внутрішнього отвору більше 40 мм і виконується умова:

$$\frac{H'}{d'} < 2,5, \quad (4)$$

де: H' - загальна висота поковки, мм;

d' - внутрішній діаметр поковки, мм.

Умова (4) виконується, так як $\frac{54}{122} = 0,44 < 2,5$, отже, отвір в поковці можливо отримати.

Кінцеві розміри поковки з призначеними на неї основними припусками після перевірки здійсненності отвору приведенного на рисунку 3.

Маса заготовки визначається по формулі:

$$m_3 = \rho \cdot V, \quad (5)$$

де: ρ – густина сталі, $\rho = 7790 \text{ кг/м}^3$;

V – об'єм заготовки, м^3 .

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Об'єм заготовки визначається як сума об'ємів геометричних тіл, складових деталей:

$$V = \frac{\pi \cdot D'^2}{4} \cdot H' - \frac{\pi \cdot d'^2}{4} \cdot H', \quad (6)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,358^2}{4} \cdot 0,054 - \frac{3,14 \cdot 0,122^2}{4} \cdot 0,054 = 0,00480 \text{ м.}$$

Тоді маса заготовки рівна:

$$m_3 = 7790 - 0,00480 = 37,4 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання заготовки визначається по формулі:

$$K_3 = \frac{m_D}{m_3}; \quad (7)$$

де m_D - маса деталі, $m_D = 12,7$ кг.

$$K_3 = \frac{12,7}{37,4} = 0,34.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається по формулі:

$$K_{B.M} = \frac{m_D}{m_3 + m_{BB3}}, \quad (8)$$

де m_{BB3} - маса відходів виробництва заготовок; для поковок кованих

$$m_{BB3} = 1 \div 3\% m_3 \quad m_{BB3} = 0,75 \text{ кг.}$$

$$K_{B.M} = \frac{12,7}{37,4 + 0,75} = 0,33.$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Собівартість заготовок, отриманих ковкою на молотах розраховується за формулою:

$$S = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot S_{отх} \quad (5.4)$$

де C_i - базова вартість однієї тони заготовок, грн/т;

K_T - коефіцієнт, який залежить від класу точності заготовки;

K_C - коефіцієнт, який залежить від групи складності заготовки; K_B - коефіцієнт, який залежить від маси заготовки;

K_M - коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

K_n - коефіцієнт, який залежить від обсягу виробництва;

Q - маса заготовки;

q - маса деталі;

$S_{отх}$ - вартість однієї тони відходів, грн.

Для заготовки, отриманої ковкою на молотах:

$C_i = 18000$ грн/т;

$K_T = 1$;

$K_C = 1,1$;

$K_B = 0,98$;

$K_M = 1,22$;

$K_n = 0,95$;

$Q = 24,7$ кг (виходячи з габаритних розмірів, а також густини матеріалу заготовки, $\rho = 7,8$ г/см³);

$q = 12,7$ кг;

$S_{отх} = 1960$ грн/т.

Вартість заготовки, отриманої ковкою на молотах:

$S = 183$ грн.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Визначимо собівартість заготовки при штампуванні на КГШП за формулою (5.2).

Для цього способу:

$C=28100$ грн базова вартість 1 тони заготовки, грн;

$Q = 24,7$ кг маса заготовки;

$q = 12,7$ кг маса деталі;

$K_m = 1$ коефіцієнт враховуючий точність поковки;

$K_M = 0,93$ коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_n = 1,15$ коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_h = 1$ коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_e = 1$ коефіцієнт враховуючий масу поковки;

$S_{відх} = 7500$ грн ціна 1 тони відходів.

$$S_{заг} = \left(\frac{28100}{1000} * 2,75 * 1 * 0,93 * 1,15 * 1 * 1 \right) - (2,75 - 1,63) * \frac{7500}{1000} = 217 \text{ грн}$$

Економічний ефект розраховують за формулою:

$$E = (S_{1заг} - S_{2заг}) \cdot N \quad (5.5)$$

де N - річний обсяг випуску, шт .

$$E_{\phi} = (217 - 183) \cdot 2000 = 68000 \text{ грн.}$$

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

5.2 Запропонований метод отримання заготовки

Залежно від матеріалу деталі, типу виробництва, розмірів і конфігурації деталі по [7], запропонований метод отримання заготовки: поковка штампована на кривошипному гарячештамповочному пресі (КГШП) виконана в закритих штампах.



Рисунок 5.2 – Ескіз поковки КГШП

Для визначення припусків табличним способом проводяться наступні розрахунки по [8]:

Клас точності поковки – Т2 (8, с.28, таблиця 19, додаток 1).

Група сталі – М1 (8, с. 8, таблиця 1).

Коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки $K_P=1,6$ (8, с.31, таблиця 20, додаток 3).

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається по формулі:

$$m_3^P = m_D \cdot K_P, \quad (9)$$

$$m_3^P = 12,7 \cdot 1,6 = 20,3 \text{ кг.}$$

Для визначення ступеня складності необхідно визначити відношення маси G_{Π} поковки до маси G_{Φ} геометричної фігури.

Маса геометричної фігури (циліндра) визначається за формулою:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$G_{\phi} = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H, \quad (10)$$

де D - діаметр циліндра (найбільший діаметр деталі), D = 0,345 м;

H - висота циліндра (довжина деталі), H = 0,045 м.

$$G_{\phi} = 7790 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,345^2}{4} \cdot 0,045 = 32,75 \text{ кг}$$

Тоді відношення фігур $G_{\Pi}/G_{\phi} = 20,3/32,75 = 0,62$.

Ступінь складності – С2 (8, с.29, додаток 2).

Вихідний індекс – 15 (8, с.10, таблиця 2).

Конфігурація поверхні рознімання штампа - П (плоска) (с.8, таблиця 1).

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості Ra, який необхідно досягти після механічної обробки, визначає основні припуски на механічну обробку (8, с. 12, таблиця 3), допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів (с.17, таблиця 8) і допускаються припуски (с. 20, таблиці 9-13).

Основні припуски на розміри (на сторону), мм:

3,0 – діаметр 345 мм і шорсткість поверхні Ra = 6,3 мкм;

2,7 – діаметр 215 мм і шорсткість поверхні Ra = 1,6 мкм;

2,7 – діаметр 191 мм і шорсткість поверхні Ra = 6,3 мкм;

2,5 – діаметр 141 мм і шорсткість поверхні Ra = 1,6 мкм;

2,0 – довжина 20 мм і шорсткість поверхні Ra = 3,2 мкм;

2,0 – довжина 28 мм і шорсткість поверхні Ra = 3,2 мкм;

2,5 – довжина 45 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм

Додаткові припуски, що враховують:

– зміщення по поверхні рознімання штампа – 0,3 мм (8, с.14, таблиця 4);

– зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності - 0,4 мм (8, с.14, таблиця 5);

Розміри поковки, мм:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

діаметр $345 + (3,0 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 352,4$ мм приймається 353 мм;
діаметр $215 + (2,7 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 221,8$ мм приймається 222 мм;
діаметр $191 - (2,7 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 184,2$ мм приймається 184 мм;
діаметр $141 - (2,5 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 134,6$ мм приймається 135 мм;
довжина $20 + 3,0 + 2,0 + 0,3 + 0,4 = 25,7$ мм приймається 26 мм,
довжина $28 + 3,0 + 2,0 + 0,3 + 0,4 = 33,7$ мм приймається 34 мм;
довжина $45 + (2,5 + 0,3 + 0,4) \cdot 2 = 51,4$ мм приймається 51 мм.

Допустима висота торцевї задирки, що утворилася по контуру пуансона при штампуванні в закритих штампах – 8 мм

Допустиме відхилення по зігнутості, від площинності і від прямолінійності – 0,8 мм (8, с. 23, таблиця 13).

Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору щодо зовнішнього контуру поковки – 1,0 мм (с.23, таблиця 12). Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відповідає початку пробивки (з боку входу пуансона в поковки). В кінці пробивки (з боку виходу пуансона) це відхилення може бути збільшено на 25%.

Результати розрахунків припусків і допусків з граничними відхиленнями розмірів зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Зведена таблиця для визначення розмірів заготовки, в міліметрах

Розмір деталі	Основний припуск на сторону	Додатковий припуск на сторону	Розрахунковий розмір заготовки	Допуск і граничні відхилення	Прийнятий розмір заготовки
Ø345	3,0	0,3; 0,4	352,4	$4, 5^{+3,0}_{-1,5}$	$353^{+3,0}_{-1,5}$

Ø215	2,7	0,3; 0,4	221,8	$4,0^{+2,7}_{-1,3}$	$222^{+2,7}_{-1,3}$
Ø191	2,7	0,3; 0,4	184,2	$4,0^{-1,3}_{+2,7}$	$184^{-1,3}_{+2,7}$
Ø141	2,5	0,3; 0,4	134,6	$3,6^{-1,2}_{+2,4}$	$135^{-1,2}_{+2,4}$
20	3,0; 2,5	0,3; 0,4	25,7	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$26^{+1,8}_{-1,0}$
28	3,0; 2,5	0,3; 0,4	33,7	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$34^{+1,8}_{-1,0}$
45	2,5	0,3; 0,4	51,4	$3,2^{+2,1}_{-1,1}$	$51^{+2,1}_{-1,1}$

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (7):

$$K_s = \frac{12,7}{20,3} = 0,63$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (8) (для штамповок на КГШП $m_{опз} = 10\% \cdot m_з = 10\% \cdot 20,3 = 2,03$ кг):

$$K_{BM} = \frac{12,7}{20,3 + 2,03} = 0,57.$$

Вигідніше використовувати заготовку – поковку штамповану на кривошипному горячештамповочному пресі (КГШП), що виконана в закритих штампах, ніж поковку ковану на молотах, тому що коефіцієнти використання заготовки і матеріалу в першому випадку вище, ніж ті ж коефіцієнти в другому випадку.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

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

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь. Усі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Згідно завдання робиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 215h9$.

Маршрут обробки цієї поверхні вибирається по [7] с. 8, таблиця 4 і зводиться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні $\varnothing 215h9$

Найменування операції (переходу)	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
Заготівельна	T4	50
Точіння чорнове	h12	50-6,3
Точіння чистове	h9	1,6

Величина мінімального припуску при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (11)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції) (зневуглецьований або вибілений шар) мкм;

ρ_{i-1} - сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції) мкм;

ε_{yi} - похибка установки заготівлі на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару h вибираються по таблицях [7]:

- для заготовки (7, с. 186, таблиця 12): $Rz = 200$ мкм; $h = 250$ мкм;
- для точіння чорнового (7, с. 188, таблиця 25): $Rz = 50$ мкм; $h = 50$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в патроні отворів визначається по формулі:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{екс}}^2} \quad (12)$$

де $\rho_{\text{см}}$ - похибки поковки, що припускається, по зміщенню осей фігур, по [9] с. 169, таблиця 6: $\rho_{\text{см}} = 1300$ мкм;

$\rho_{\text{екс}}$ похибки поковки, що припускається, по ексцентричності отворів, по [9] с.169, таблиця 6: $\rho_{\text{екс}} = 1000$ мкм.

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{1300^2 + 1000^2} = 1640 \text{ мкм}$$

Величина залишкового сумарного значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу(операції) визначається по формулі:

$$\rho_1 = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y \quad (13)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення вибирається по [7] с. 190, таблиця 29:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для точіння чорнового: $K_y=0,05$.

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах рівні:

Необхідне положення $\rho_{чорн} = 1640 \cdot 0,05 = 82 \text{ мкм}$ заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її установки. Процес установки включає базування і закріплення. Відхилення в положенні заготовки, що виникає при базуванні, називається похибкою базування ε_6 , а при закріпленні - похибкою закріплення ε_3 .

Погрішність установки ε_y визначається по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (14)$$

При укрупнених розрахунках точності обробки похибка ε_y що відповідає формулі (14), можна визначити по таблицях [14 с.138, таблиця 5]:

- для точіння чорнового: $\varepsilon_y = 150 \text{ мкм}$;
- для точіння чистового: $= 120 \text{ мкм}$.

Елементи припуску заносяться в таблицю 6.

Підставивши вибрані (Rz , ε_y h) і розраховані (ρ) значення у формулу (11) визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\text{мін чорн}} = 2 \cdot \left(200 + 250 + \sqrt{1640^2 + 150^2} \right) = 4194 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{мін чист}} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{82^2 + 120^2} \right) = 490 \text{ мкм};$$

Допуск заготовки визначений в п. 4 і рівний $= 4,0 \text{ мм}$ ($es=2,7 \text{ мкм}$; $ei= -1,3 \text{ мкм}$).

Допуски по переходах визначаються по [9]:

- для точіння чорнового: $0,46 \text{ мм}$ ($es = 0 \text{ мм}$, $ei = -0,46 \text{ мм}$);
- для точіння чистового: $0,115 \text{ мм}$ ($es = 0 \text{ мм}$; $ei = -0,115 \text{ мм}$).

Розміри поверхні після напівчистового точіння визначаються по формулах:

$$d_{\text{мін чист}} = d_{\text{ном чист}} + ei_{\text{чист}} \quad (15)$$

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$d_{\min\text{чист}} = 215 - 0,115 = 214,885\text{мм},$$

$$d_{\max\text{чист}} = d_{\text{ном.чист}} + eS_{\text{чист}} \quad (16)$$

$$d_{\max\text{чист}} = 215 + 0 = 215,0\text{мм}.$$

Номинальний і максимальний припуски на напівчистове точіння визначаються по формулах:

$$2Z_{\text{ном.чист}} = 2Z_{\min\text{чист}} + \delta_{\text{чорн.}} \quad (17)$$

$$2Z_{\text{ном.чист}} = 0,490 + 0,460 = 0,950\text{мм},$$

$$2Z_{\max\text{чист}} = 2Z_{\text{ном.чист}} + \delta_{\text{чист.}} \quad (18)$$

$$2Z_{\max\text{чист}} = 0,950 + 0,115 = 1,065\text{мм}.$$

Розміри поверхні після точіння чорнового визначаються по формулах:

$$d_{\min\text{чорн}} = d_{\max\text{чист}} + 2Z_{\min\text{чист}}, \quad (19)$$

$$d_{\min\text{чорн}} = 215,0 + 0,490 = 215,490\text{мм},$$

$$d_{\text{ном.чорн}} = d_{\max\text{чорн}} = d_{\min\text{чорн}} + \delta_{\text{чорн.}} \quad (20)$$

$$d_{\text{ном.чорн}} = d_{\max\text{чорн}} = 215,490 + 0,460 = 215,950\text{мм}.$$

Номенклатурний і максимальний припуски на точіння чорнове визначаються по формулах:

$$2Z_{\text{ном.чорн}} = 2Z_{\min\text{чорн}} + eI_{\text{зоз.}} \quad (21)$$

$$2Z_{\text{ном.чорн}} = 4,194 + 1,3 = 5,494\text{мм},$$

$$2Z_{\max\text{чорн}} = 5,494 + 0,460 + 2,7 = 8,654\text{мм}.$$

Розміри заготовки визначаються по формулах:

$$d_{\text{ном.зоз}} = d_{\text{ном.чорн}} + 2Z_{\text{ном.чорн}} \quad (23)$$

$$d_{\text{ном.зоз}} = 215,950 + 5,494 = 221,444\text{мм}.$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приймаємо номінальний діаметр отвору заготовки 222 мм

$$d_{\max.302} = d_{\text{НОМ.302}} + eS_{302}, \quad (24)$$

$$d_{\max.302} = 222 + 2,7 = 224,7 \text{ мм},$$

$$d_{\min.302} = d_{\text{НОМ.302}} + eI_{302}, \quad (25)$$

$$d_{\min.302} = 222 - 1,3 = 220,7 \text{ мм}.$$

Розраховані значення номінальних і максимальних припусків і проміжних розмірів зводяться в таблицю 6.

Розрахунок загального припуску на обробку поверхні робиться по формулі:

$$2Z_{\text{НОМ.ОБЦ}} = \sum 2Z_{\text{НОМ.М.О.}}, \quad (26)$$

де $\sum 2Z_{\text{НОМ.М.О.}}$ – сума номінальних міжопераційних припусків, мм.

$$2Z_{\text{НОМ.ОБЦ}} = 0,950 + 5,494 = 6,444 \text{ мм}$$

приймаємо 7,0 мм.

Таблиця 6.1 – Початкові і розрахункові дані на заданий розмір

Технологічні операції (переходи)	Елементи припуску, мм				Розрахунок припусків, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	R Z _{i-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _{i-1}	2Z _m in	2Z _n om.	2Z _{max}	d _{min}	d _{ном.}	d _{max}
Заготівельна	-	-	-	-	-	-	-	220,7	222,0	224,7
Точення чорнове	200	250	1640	150	4,19	5,49	8,65	215,4	215,9	215,95
Точення чистове	50	50	82	120	0,49	0,95	1,06	214,8	215,0	215,0

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення

Похибка базування є результатом неспівпадання технологічної та вимірювальної баз. Тому, при виборі баз необхідно:

1) в якості технологічної бази брати поверхню, яка одночасно була б і вимірювальною;

2) необхідно дотримуватись принципу постійності баз;

3) якщо за умовами обробки не вдається витримати принцип постійності баз, то в якості нової бази приймають оброблену поверхню, яка по можливості є найбільш точною та забезпечує жорсткість встановлення заготовки.

Обираємо операцію 055 Фрезерна з ЧПК и

Деталь базується і закріплюється в спеціальному пристосуванні з пневматичним приводом.

В цілому деталь позбавлена п'яти мір свободи. Мають місце дві технологічні бази:

- установча, торець деталі, позбавляє деталь трьох мір свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань довкола осей X і Y;

- подвійна опорна, внутрішня циліндрова поверхня $\varnothing 141\text{мм}$, позбавляє деталь двох мір свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

005 Токарно-гвинторізна. Верстат моделі 16К30

010 Контроль ВТК. Стіл ВТК

015 Токарна з ЧПК. Верстат моделі 1П732РФ3

020 Контроль ВТК. Стіл ВТК

025 Розміточна. Плита розміточна

030 Свердлильна з ЧПК. Верстат моделі 2Р135РФ2

035 Фрезерна з ЧПК. Верстат моделі ГФ2171Ф3

040 Контроль ВТК. Стіл ВТК

045 Слюсарна. Лещата ручні шарнірні

050 Контроль ВТК. Стіл ВТК

На токарних операціях пропонованого технологічного процесу використовуються верстати моделі 16Р30Ф30, оскільки вони більш дешеві і дозволяють, за своїми технічними даними, вести обробку всіх поверхонь деталі

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Кришка». Використовуються системи ЧПК; НЦ-31 замість СЧПК 2Н221М, які більш застарілі і практично не використовуються на підприємствах.

На фрезерній з ЧПК операції спеціальне пристосування, що складається з трикулачкового патрона і прихватів, замінюється на спеціальне пристосування, що складається з пневмостола і настановної плити, що дозволяє з більш меншою похибкою встановити і закріпити деталь, а отже і точнішу обробку. При контролі розмірів використовуються, в основному, спеціальні вимірювальні інструменти.

При нарізуванні різьби М12-7Н використовується машинний мітчик, а не ручні мітчики, як в базовому технологічному процесі і обробка виконується не на слюсарній операції, а на фрезерному верстаті з ЧПК, де як допоміжний інструмент використовується різьбонарізальний патрон.

Таблиця 6.2 – Короткий опис пропонованого технологічного процесу по операціям

<i>Базовий технологічний процес</i>			<i>Пропонований технологічний процес</i>		
<i>№ операції</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Устаткування</i>	<i>№ операції</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Устаткування</i>
005	Токарно-звинтарізна	16К30	005	Заготівельна	
010	Контрольна ВТК		010	Контрольна ВТК	
015	Токарна з ЧПУ	1П732РФ3	015	Термічна	
020	Контрольна ВТК		020	Контрольна ВТК	
025	Размічальна		025	Маркувальна	
030	Свердлувальна з ЧПУ	2Р135РФ3	030	Токарна з ЧПУ	16Р30Ф3
035	Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171Ф3	035	Токарна з ЧПУ	16Р30Ф3
040	Контрольна ВТК		040	Контрольна ВТК	
045	Слюсарна		045	Токарна з ЧПУ	6Р30Ф3
050	Контрольна ВТК		050	Контрольна ВТК	
			055	Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171Ф3
			060	Слюсарна	
			065	Контрольна ВТК	
			070	Маркувальна	

6.3 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Вибір верстатів рекомендується виконувати згідно з та існуючих сучасних каталогів-довідників металорізальних верстатів, дотримуючись таких вимог [1]: враховувати технологічні методи оброблення поверхонь, що вміщені у цю операцію; потужність двигунів; габарити робочого простору; тип виробництва; встановлену кількість інструментів.

Для прийнятої операції обираємо багатоцільовий верстат з ЧПК ГФ2171ФЗ. Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 6.3. Даний тип верстату обираємо по декільком факторам, його габарити, потужність двигуна та жорсткість дозволяють оброблювати такий тип деталей. Також верстат має широку номенклатуру вибору інструменту, так як він являється багатоцільовим, він виконує токарну, свердлильну та фрезерну обробку, в майбутньому це дозволить виконати на цьому верстаті фрезерну операцію, таким чином, завдяки багатофункціональності верстата, ми скорочуємо шлях обробки деталі, що значно зменшує час на підготовку до наступної операції. Також система ЧПК WL4M дозволяє точно і без особливих складнощів виконати обробку деталі.

В даному пункті розглядається короткий опис траєкторій руху ріжучого інструменту на токарній з ЧПК операції. Обробка деталі ведеться на токарному верстаті моделі 16РЗОФЗ з системою ЧПК «WL4Т».

Система числового програмного керування WL4Т є базовою моделлю 2-х – координатної контурної системи управління другого покоління сімейства WL4 і призначена для використання в карусельних верстатах і токарних верстатах з базовими функціями автоматичного управління. В СЧПК сімейства WL закладені наступні можливості:

- підключення цифрових і аналогових датчиків положення до 8 каналів оцифрування + можливість розширення;

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ				

- аналогове (16-бітний ЦАП 10В) і цифрове управління регульованими приводами подач до 6 каналів управління + можливість розширення; частота оновлення керуючих впливів на привід задається параметрично, до 4.885 кГц;
- лінійна, кругова, гвинтова, сплайнова інтерполяції; частота сервоцикла інтерполяції;
- нарізування різьблення з постійним і змінним кроком; обробка зворотно-поступального нарізного руху;
- корекція на довжину і радіус інструменту; індивідуальна прив'язка інструментів;
- вимірювання розмірів за допомогою контактних щупів; автоматична прив'язка інструментів;
- можливість розширення СЧПК для управління багатосупортними верстатами (до 4 супортів); незалежна обробка програм для кожного супорта; синхронізація відпрацювання програм на різних супортах;
- захист від помилок програмування з корекцією розгону і гальмування;
- незалежна зонна корекція розмірів і компенсація люфтів до 2000 точок для кожного виду корекції, величина корекції до 255 дискрет;
- режим автоналаштування СЧПК; можливість зняття перехідної характеристики приводу і її відображення на екрані;
- сумісність керуючих програм з EIA RS-274-D (Interchangeable Block Data Format for NC Machines);
довгострокова енергонезалежна пам'ять програм від 64 МБ;
- введення/виведення і виконання керуючих програм по RS-232, протоколах FTP, USB і з довготривалою пам'яттю;
- редагування програм безпосередньо на верстаті; діалоговий режим редагування програм: фаски, галтелі, заокруглення, сполучення і т.ін.

						Лист
					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- використання потужної макромови (змінні, функції; галуження, цикли, підпрограми);
- цикл чорнової обробки деталі по заданому контуру;
- пошук кадру з позиціюванням в крапку початку кадру; запуск програми з кадру; прискорений і покадровий режим відробітки програм; виконання кадру у переднаборі;
- відладка програми у графічному режимі без її відробітки на верстаті;
- сервісні можливості і внутрішня діагностика; відображення стану оцифрування, виходів ЦАП, проміжних сигналів; відображення стану вхідних і вихідних сигналів електроавтоматики; можливість ручного включення/відключення сигналів електроавтоматики безпосередньо з СЧПК;
- інтуїтивно зрозумілий графічний русифікований інтерфейс користувача; можливість налаштування інтерфейсу відповідно до потреб і смаків користувача (тип і розмір шрифтів, колірне розфарбовування); можливість налаштування інтерфейсу на іншу мову; вбудований калькулятор.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 6.3 – Технічна характеристика системи ЧПК WL4T

Число керованих координат	2+1 (план-шайба)
Число одночасно керованих координат	2+1 (план-шайба)
Типи вихідних дій, що управляють, на контролери приводів	Аналоговий $\pm 10V$ 16 розрядів ЦАП
Типи використовуваних датчиків зворотного зв'язку по переміщенню	Лінійний (оптичний), круговий
Способи інтерполяції	Лінійна Кругова
Швидкість прискореного переміщення	До 32 м/хв
Швидкість робочої подачі	Від 0 до 32 м/хв
Оперативна зміна швидкості подачі	Плавне ручне регулювання від 0% до 120%
Оперативна зміна частоти обертання шпинделя	Плавне ручне регулювання від 0% до 120%
Код носія	ASCII
Час безперервної роботи	Необмежений
Величина корекції радіусу інструменту	До 32 мм
Редагування програм	Спеціальний редактор

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для необхідного результату для обробки деталі «Кришка» необхідно обрати необхідні для даної операції верстатні пристрої, верстатні та металорізальні інструменти. При правильному виборі вище сказаного оснащення, можна досягти ефективності при обробці, а також збільшити зносостійкість ріжучого інструмента, та економічно вигідно використовувати його.

Для операції 055 – фрезерна з ЧПК, застосовуємо наступні вимірювальні, ріжучі інструменти та верстатні пристрої:

Верстатні пристрої: патрон 6-1-B12 ГОСТ 15935-88

Ріжучий інструмент: фреза кінцева з циліндровим хвостовиком $d=20$ мм.

Позначення: фреза 2220-0021 P6M5 ГОСТ 17025-78*.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-89*, калібр-пробка 8133-0928 Н14 ГОСТ 14810-69*, пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72*

6.4.1 Опис траєкторії руху ріжучого інструменту.

На даній операції виробляється обробка деталі на одному установі. Для обробки деталі на даній операції використовується два ріжучих інструменту. Опис траєкторії руху (рис. 6.6).

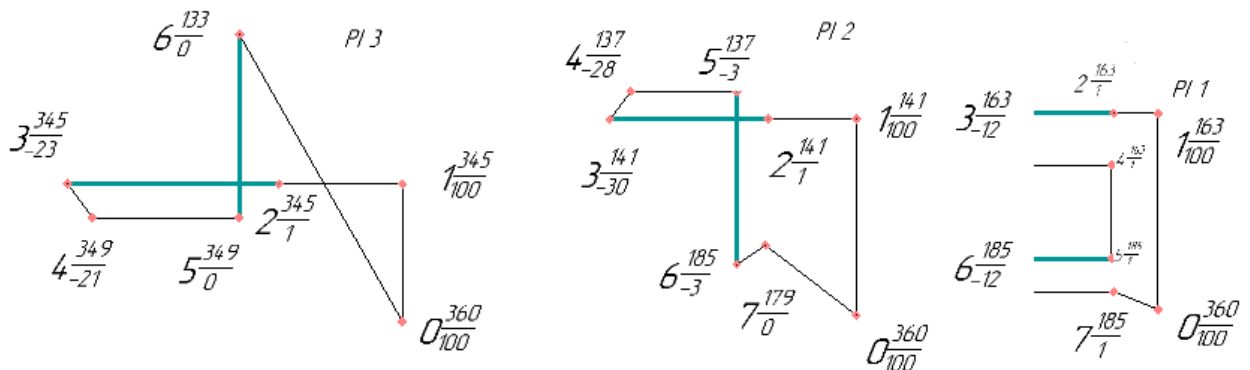


Рисунок 6.6 – Траєкторія руху ріжучого інструменту №1 на операції 035 (токарна з ЧПК)

0-1 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату X)

1-2 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату Z)

2-3 PI на робочій подачі точить торець $\varnothing 222 / \varnothing 184$

3-4 PI на прискореній подачі робить відскок

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 4-5 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату X)
- 5-6 РІ на робочій подачі точить поверхню $\varnothing 216$
- 6-7 РІ на на прискореній подачі здійснює відскок
- 7-8 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату X)
- 8-9 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату Z)
- 9-10 РІ на робочій подачі точить торець деталі $\varnothing 353/\varnothing 216$
- 10-11 РІ на прискореній подачі робить відскок
- 11-0 РІ на прискореній подачі повертається у вихідну точку

Траєкторія руху ріжучого інструменту №2 на операції 055 (фрезерна з ЧПК)

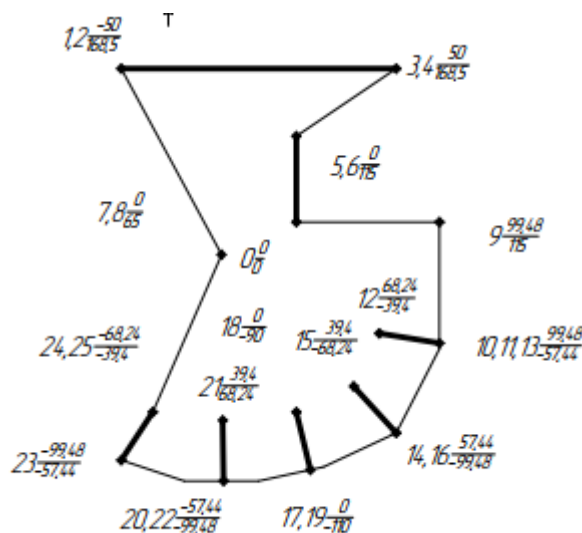


Рисунок 6.7 – Траєкторія руху ріжучого інструменту №2 на операції 055 фрезерній з ЧПК

6.5 Розрахунки режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання для операції 055 – Фрезерна за ЧПК. Рекомендації для напівчистої наведені в таблиці 11, с. 271 [6]: для матеріалу, що оброблюється – сталь 45, матеріалу ріжучої частини Т5К10.

055 Фрезерна з ЧПК

Вибір режимів різання проводиться по [12].

Режими різання при фрезеруванні

Глибина різання при фрезеруванні:

1 – фрезерування лиски- $t=4\text{мм}$;

2 – фрезерування паза 20×15 : $t = 20\text{ мм}$;

3 – фрезерування 5 пазів 20×5 : $t = 20\text{ мм}$

Вибір подачі

Подача на зуб при фрезеруванні лиски вибирається по карті 79. При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм, глибиною різання до $t=4,0\text{ мм}$ і шириною фрезерування до 30 мм рекомендується подача $S_{zT} = 0,06\text{ мм/зуб}$.

Подача на зуб при фрезеруванні пазів вибирається по карті 81. При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм і шириною фрезерування до 10 мм рекомендується подача $S_{zT} = 0,07\text{ мм/зуб}$, шириною фрезерування до 15 мм рекомендується подача $S_{zT} = 0,05\text{ мм/зуб}$.

По карті 82 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу при фрезеруванні для змінених умов обробки в залежності від:

- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{SM} = 1,1$;
- матеріалу ріжучої частини фрези $K_{SM} = 1,0$;
- відношення фактичного числа зубів до нормативного $K_{SZ} = 0,6$;
- відносини вильоту фрези до діаметру. $K_{SI} = 1,0$.

Остаточна подача на зуб визначається за формулою:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_Z = S_{Z_T} \cdot K_{S_M} \cdot K_{S_H} \cdot K_{S_Z} \cdot K_{S_1}, \quad (39)$$

$$S_Z = 0,06 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,04 \text{ мм / зуб};$$

$$S_Z = 0,07 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,05 \text{ мм / зуб};$$

$$S_Z = 0,05 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,03 \text{ мм / зуб}.$$

$$S_Z = 0,06 \text{ мм / зуб}$$

Подача, допустима по шорсткості обробленої поверхні.

Остаточні приймаються мінімальні $1 - S_Z = 0,04 \text{ мм / зуб}$; $2 - S_Z = 0,05 \text{ мм / зуб}$;
значення: $3 - S_Z = 0,03 \text{ мм / зуб}$.

Вибір швидкості і потужності різання

Швидкість і потужність різання при фрезеруванні лиски вибираються по карті 84, а при фрезеруванні пазів - по карті 87.

При фрезеруванні лиски кінцевою фрезою діаметром 20 мм, глибиною фрезерування $t = 4,0$ мм

і подачею на зуб $S_Z = 0,04 \text{ мм/зуб}$) швидкість різання $V_T = 36 \text{ м/хв}$ і потужність різання $N_T = 0,68 \text{ кВтКТ}$.

При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм і шириною фрезерування до 15 мм і подачею на зуб $S_Z = 0,05 \text{ мм/зуб}$) рекомендується швидкість різання $V_T = 20 \text{ м/хв}$ (поз. 14, інд. в) і потужність різання $N_T = 1,25 \text{ кВт}$ (поз. 14, інд. г); шириною фрезерування до 10 мм і подачею на зуб $S_Z = 0,03 \text{ мм/зуб}$) рекомендується швидкість різання $V_T = 23 \text{ м/хв}$ (поз. 13, інд. а) і потужність різання $N_T = 0,63 \text{ кВт}$ (поз. 13, інд. б)

По карті 84-вибираються інші поправочні коефіцієнти на швидкість різання і потужність різання для змінених умов в залежності від:

- групи оброблюваності матеріалу $K_{V_O} = K_{N_O} = 0,8$;
- твердості оброблюваного матеріалу $K_{V_M} = 1,35$, $K_{N_M} = 0,75$;
- матеріалу ріжучої частини фрези $K_{V_H} = K_{N_H} = 1,0$;
- періоду стійкості ріжучої частини $K_{V_T} = K_{N_T} = 1,0$;

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- відносини фактичної ширини фрезерування до нормативної :

$$\text{поверхня 1, 2: } K_{V_B} = K_{N_B} = 1,0;$$

$$\text{поверхня 3: } K_{V_B} = K_{N_B} = 1,2;$$

- стану поверхні заготовки $K_{V_{\Pi}} = K_{N_{\Pi}} = 1,0$;

- наявність охолодження $K_{V_{Ж}} = K_{N_{Ж}} = 1,0$.

Остаточна швидкість і потужність різання визначається за формулами:

$$V = V_T \cdot K_{V_O} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_H} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_B} \cdot K_{V_{\Pi}} \cdot K_{V_{Ж}} \quad (40)$$

$$N = N_T \cdot K_{N_O} \cdot K_{N_M} \cdot K_{N_H} \cdot K_{N_T} \cdot K_{N_B} \cdot K_{N_{\Pi}} \cdot K_{N_{Ж}} \quad (41)$$

Поверхня 1: $V = 36 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 38,9 \text{ м / хв};$

$$N = 0,68 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,41 \text{ кВт};$$

Поверхня 2: $V = 20 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 21,6 \text{ м / хв};$

$$N = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75 \text{ кВт};$$

Поверхня 3: $V = 23 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 29,8 \text{ м / хв};$

$$N = 0,63 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,45 \text{ кВт};$$

Частота оберту шпинделя визначається за формулою (32):

$$1- \quad n = \frac{1000 \cdot 38,9}{3,14 \cdot 20} = 619 \text{ об / хв};$$

$$2- \quad n = \frac{1000 \cdot 21,6}{3,14 \cdot 20} = 344 \text{ об / хв};$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$3- \quad n = \frac{1000 \cdot 29,8}{3,14 \cdot 20} = 47506 / \text{хв};$$

Так як верстат мод. ГФ2171Ф3 має безступінчасте регулювання частоти обертання, то коригувати швидкість різання немає необхідності.

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_M = n \cdot S_Z \cdot z, \quad (42)$$

$$1- \quad S_M = 344 \cdot 0,05 \cdot 6 = 103,2 \text{ мм} / \text{хв};$$

$$2- \quad S_M = 619 \cdot 0,04 \cdot 6 = 148,6 \text{ мм} / \text{хв};$$

$$3- \quad S_M = 475 \cdot 0,03 \cdot 6 = 85,5 \text{ мм} / \text{хв};$$

6.6 Технічне нормування операцій

Норма підготовчо-заключного часу $T_{ПЗ}$ складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування -9,0 хв;

- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією -2,0 хв;

- часу на інструктаж майстра -6,0 хв;

- часу на установку вихідних режимів роботи верстата - 0,15 хв;

- часу на налаштування пристрою для подачі ЗОР – 0,25 хв.

$$T_{ПЗ} = 9,0 + 2,0 + 6,0 + 0,15 + 0,25 = 17,4 \text{ хв}.$$

Вибір подачі

Для чорнової стадії обробки значення подач визначаються по карті 4. При точінні деталі з діаметром до 500 мм і глибиною різання до $t=3,0$ мм рекомендується подача $S_{OT}= 1,60$ мм/об. (поз. 2, інд. г). Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від інструментального матеріалу $K_{СИ} = 1,15$ і способу

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						53
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

кріплення пластини $K_{Sp} = 1,0$.

Рекомендовані подачі заносяться в таблицю 8.

По карті 5 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу чорновій стадії обробки для змінених умов обробки в залежності від:

- перетину державки різця $K_{Sd} = 0,95$;
- міцності ріжучої частини $K_{Sh} = 1,0$;
- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{Sm} = 1,15$;
- схеми установки заготовки $K_{Sy} = 1,2$;
- стану поверхні заготовки $K_{Sp} = 0,85$;
- геометричних параметрів різця $K_{Sφ} = 1,0$;
- жорсткості верстата $K_{Sj} = 0,75$.

Остаточна подача чорновій стадії визначається за формулою:

$$S_0 = S_{0T} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sy} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sφ} \cdot K_{Sj} \cdot K_{Sm} \quad (27)$$

$$S_0 = 1,60 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 1,54 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S_0 = 1,5 \text{ мм/об.}$

Для чорнової стадії обробки, розраховані подачі перевіряються по осьовій P_x і радіальній P_y складовим сили різання, допустимі міцністю механізму подачі верстата.

По карті 32 визначаються табличні значення складових сил різання: при точінні легованої сталі з глибиною різання до $t = 3,0 \text{ мм}$ і подачею $S_0 = 1,5 \text{ мм/об.}$ - $P_{xT} = 1360 \text{ Н}$ (поз. 3, інд. е); $P_{yT} = 530 \text{ Н}$ (поз. 4, інд. е);

По карті 33 визначаються поправочні коефіцієнти на сили різання для змінених умов обробки в залежності від:

- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{PMx} = K_{PMY} = 0,9$;

					<i>ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						54
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- головного кута в плані $K_{P_{\phi x}} = K_{P_{\phi y}} = 1,0$;
- головного переднього кута $K_{P_{\gamma x}} = K_{P_{\gamma y}} = 1,0$;
- кута нахилу кромки $K_{P_{\lambda x}} = K_{P_{\lambda y}} = 1,0$.

Остаточні складові сили різання визначаються за формулами:

$$P_x = P_{x_T} \cdot K_{P_{M_x}} \cdot K_{P_{\phi x}} \cdot K_{P_{\gamma x}} \cdot K_{P_{\lambda x}}, \quad (28)$$

$$P_y = P_{y_T} \cdot K_{P_{M_y}} \cdot K_{P_{\phi y}} \cdot K_{P_{\gamma y}} \cdot K_{P_{\lambda y}}, \quad (29)$$

$$P_x = 1360 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1224 \text{ Н},$$

$$P_y = 530 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 477 \text{ Н}.$$

Розраховані значення складових сил різання менше, ніж допускається механізмом подач верстата: $P_{x \text{ доп.}} = 8000 \text{ Н}$; $P_{y \text{ доп.}} = 3600 \text{ Н}$.

Вибір швидкості різання

Рекомендовані значення швидкості різання для чорнової стадії обробки вибираються з карти 21. При точінні легованої сталі з коркою: з глибиною різання до $t = 3 \text{ мм}$ і подачею $S_0 = 1,5 \text{ мм/об}$ швидкість різання $V_T = 110 \text{ м/хв}$ (поз. 1, інд. к).

По карті 21 вибирається поправочний коефіцієнт для чорнової стадії обробки в залежності від інструментального матеріалу $K_{\text{вн}} = 0,85$.

По карті 23 вибираються інші поправочні коефіцієнти на швидкість різання при чорнової стадії обробки для змінених умов залежно від:

- групи обробки матеріалу $K_{\text{vc}} = 0,9$;
- виду обробки $K_{\text{vo}} = 1,0$;
- жорсткості верстата $K_{\text{vj}} = 1,0$;
- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{\text{vm}} = 1,3$;

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- геометричних параметрів різця $K_{v\phi}=1,0$;
- періоду стійкості ріжучої частини $K_{vt}=1,0$;
- наявність охолодження $K_{vj}=1,0$.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання визначається за формулою:

$$K_v = K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vd} \cdot K_{vj} \cdot K_{vn} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vm} \cdot K_{vx}, \quad (30)$$

$$K_v = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,99.$$

Остаточно швидкість різання при напівчистої стадії обробки визначається за формулою:

$$V = V_T \cdot K_v, \quad (31)$$

$$V = 110 \cdot 0,99 = 109 \text{ м/хв.}$$

Табличні і скориговані значення швидкості різання заносяться в таблицю 8.

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (32)$$

При чорновій стадії обробки поверхні 1:

$$n = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 222} = 156 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо частоту обертання, наявну на верстаті, $n_{\phi} = 160 \text{ об/хв.}$

Фактична швидкість різання визначається за формулою:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}, \quad (33)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 222 \cdot 160}{1000} = 111,5 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок частоти обертання шпинделя, коригування її за паспортом верстата і розрахунок фактичної швидкості різання для інших поверхонь проводяться аналогічно.

Так як верстат 16РЗОФЗ оснащений автоматичною коробкою швидкостей, то прийняті значення частот обертання шпинделя задаються безпосередньо в керуючій програмі.

Перевірка вибраних режимів по потужності привода головного руху

Для чорнової стадії обробки таблична потужність різання визначається по карті 21 аналогічно табличній швидкості різання, тобто значення N_T визначається з тієї ж клітини в карті 21, що і значення V_T .

При точінні легованої сталі с коркой: з глибиною різання до $t=3$ мм і подачею $S_0=1,5$ мм об потужність різання $N_T = 12,0$ кВт (поз. 1, інд. к).

По карті 24 визначається поправочний коефіцієнт на потужність в залежності від твердості оброблюваного матеріалу $K_N = 0,8$.

Таблична потужність різання коригується за формулою:

$$N = N_T \cdot K_N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T}, \quad (34)$$

При чорнової стадії обробки для поверхні 1:

$$N = 12,0 \cdot 0,8 \cdot \frac{111,5}{109} = 9,9 \text{ кВт.}$$

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

За паспортними даними верстата мод. 16P30Ф3: потужність електродвигуна приводу верстата $N=22$ кВт; ККД верстата $\eta=0,85$. Потужність шпинделя верстата визначається за формулою:

$$N_{\text{шп}} = N \cdot \eta, \quad (35)$$

$$N_{\text{шп}} = 22 \cdot 0,85 = 18,7 \text{ кВт}.$$

Аналогічно розраховуються інші значення потужності різання. Результати розрахунків занесені в таблицю 8. Жодне з розрахованих значень не перевищує потужності приводу головного руху верстата. Отже, встановлений режим різання по потужності здійснимо.

Визначення хвилинної подачі

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_M = n_\phi \cdot S_0, \quad (36)$$

При чорновій стадії обробки для поверхні 1:

$$S_M = 160 \cdot 1,5 = 240 \text{ мм/хв}.$$

Значення хвилинної подачі для останніх поверхонь і стадій обробки розраховуються аналогічно і заносяться в таблицю 1.9.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Визначення часу автоматичної роботи верстата за програмою
Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{\text{ч}} = T_{\text{ч.уст.}} + T_{\text{ч.оп.}} + T_{\text{ч.вим.}}, \quad (37)$$

де: $T_{\text{ч.уст.}}$ – час на установку і зняття деталі, по [13] с. 52, карта 3 при установці деталі при установці деталі в самоцентруючому патроні $T_{\text{ч.уст.}} = 0,5\text{хв}$;

$T_{\text{ч.оп.}}$ – час пов'язаний з операцією, по [13] с.79, карта 14 $T_{\text{ч.оп.}} = 0,32\text{хв}$;

$T_{\text{ч.вим.}}$ – час на виміри, по [13] с. 80, карта 15 - $T_{\text{ч.вим.}} = 1,33\text{хв}$.

$$T_{\text{в}} = 0,50 + 0,32 + 1,33 = 2,15 \text{ хв.}$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{шт} = (T_{цА} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (38)$$

де: $a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}$ - час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} = 9\%$$

$$T_{шт} = (1,32 + 2,15) \cdot \left(1 + \frac{9}{100} \right) = 3,78 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [13] с.96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування – 9,0 хв;
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічної документації - 2,0 хв;
- часу на інструктаж майстра – 7,0 хв;
- часу на установку первісний режим роботи верстата – 0,15 хв;
- часу на свій пристрій для подачі ЗОР – 0,25хв.

$$T_{ПЗ} = 9,0 + 2,0 + 7,0 + 0,15 + 0,25 = 18,4 \text{ хв.}$$

055 Фрезерна з ЧПК

Режими різання при фрезеруванні

Глибина різання при фрезеруванні:

1 – фрезерування лиски – $t=4\text{мм}$;

2 – фрезерування паза 20×15 : $t = 20 \text{ мм}$;

3 – фрезерування 5 пазів 20×5 : $t = 20 \text{ мм}$

Вибір подачі

Подача на зуб при фрезеруванні лиски вибирається по карті 79. При

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм, глибиною різання до $t=4,0$ мм і шириною фрезерування до 30 мм рекомендується подача $S_{Z_T} = 0,06$ мм/зуб.

Подача на зуб при фрезеруванні пазів вибирається по карті 81. При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм і шириною фрезерування до 10 мм рекомендується подача $S_{Z_T} = 0,07$ мм/зуб, шириною фрезерування до 15 мм рекомендується подача $S_{Z_T} = 0,05$ мм/зуб.

По карті 82 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу при фрезеруванні для змінених умов обробки в залежності від:

- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{SM} = 1,1$;
- матеріалу ріжучої частини фрези $K_{SM} = 1,0$;
- відношення фактичного числа зубів до нормативного $K_{SZ} = 0,6$;
- відносини вильоту фрези до діаметру. $K_{S1} = 1,0$.

Остаточна подача на зуб визначається за формулою:

$$S_Z = S_{Z_T} \cdot K_{SM} \cdot K_{S_{II}} \cdot K_{SZ} \cdot K_{S_1}, \quad (39)$$

$$S_Z = 0,06 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,04 \text{ мм / зуб};$$

$$S_Z = 0,07 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,05 \text{ мм / зуб};$$

$$S_Z = 0,05 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,03 \text{ мм / зуб}.$$

Подача, допустима по шорсткості обробленої $S_z = 0,06$ мм / зуб поверхні.

Остаточні приймаються мінімальні $1 - S_z = 0,04$ мм / зуб; $2 - S_z = 0,05$ мм / зуб;
значення: $3 - S_z = 0,03$ мм / зуб.

Вибір швидкості і потужності різання

Швидкість і потужність різання при фрезеруванні лиски вибираються по карті 84, а при фрезеруванні пазів – по карті 87.

При фрезеруванні лиски кінцевою фрезою діаметром 20 мм, глибиною фрезерування $t=4,0$ мм і подачею на зуб $S_Z = 0,04$ мм/зуб швидкість різання $V_T = 36$ м/хв (поз. 17, інд. в) і потужність різання $N_T = 0,68$ кВт.

При фрезеруванні кінцевою фрезою діаметром 20 мм і шириною

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ				

фрезерування до 15 мм і подачею на зуб $S_z = 0,05\text{мм/зуб}$ рекомендується швидкість різання $V_T = 20\text{м/хв}$ (поз. 14, інд. в) і потужність різання $N_T = 1,25\text{кВт}$ (поз. 14, інд. г); шириною фрезерування до 10 мм і подачею на зуб $S_z = 0,03\text{мм/зуб}$ рекомендується швидкість різання $V_T = 23\text{м/хв}$ (поз. 13, інд. а) і потужність різання $N_T = 0,63\text{кВт}$ (поз. 13, інд. б)

По карті 84-вибираються інші поправочні коефіцієнти на швидкість різання і потужність різання для змінених умов в залежності від:

- групи оброблюваності матеріалу $K_{V_O} = K_{N_O} = 0,8$;
- твердості оброблюваного матеріалу $K_{V_M} = 1,35$, $K_{N_M} = 0,75$;
- матеріалу ріжучої частини фрези $K_{V_{И}} = K_{N_{И}} = 1,0$;
- періоду стійкості ріжучої частини $K_{V_T} = K_{N_T} = 1,0$;
- відносини фактичної ширини фрезерування до нормативної :
 - поверхня 1, 2: $K_{V_B} = K_{N_B} = 1,0$;
 - поверхня 3: $K_{V_B} = K_{N_B} = 1,2$;
- стану поверхні заготовки $K_{V_{П}} = K_{N_{П}} = 1,0$;
- наявність охолодження $K_{V_{Ж}} = K_{N_{Ж}} = 1,0$.

Остаточна швидкість і потужність різання визначається за формулами:

$$V = V_T \cdot K_{V_O} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_{И}} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_B} \cdot K_{V_{П}} \cdot K_{V_{Ж}} \quad (40)$$

$$N = N_T \cdot K_{N_O} \cdot K_{N_M} \cdot K_{N_{И}} \cdot K_{N_T} \cdot K_{N_B} \cdot K_{N_{П}} \cdot K_{N_{Ж}} \quad (41)$$

Поверхня 1: $V = 36 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 38,9\text{м/ хв}$;

$N = 0,68 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,41\text{кВт}$;

Поверхня 2: $V = 20 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 21,6\text{м/ хв}$;

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75 \text{кВт};$$

Поверхня 3: $V = 23 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 29,8 \text{м / хв};$

$$N = 0,63 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,45 \text{кВт};$$

Частота оберту шпинделя визначається за формулою (32):

$$4- \quad n = \frac{1000 \cdot 38,9}{3,14 \cdot 20} = 619 \text{об / хв};$$

$$5- \quad n = \frac{1000 \cdot 21,6}{3,14 \cdot 20} = 344 \text{об / хв};$$

$$6- \quad n = \frac{1000 \cdot 29,8}{3,14 \cdot 20} = 475 \text{об / хв};$$

Так як верстат мод. ГФ2171Ф3 має безступінчасте регулювання частоти обертання, то коригувати швидкість різання немає необхідності.

Хвилинна подача розраховується за формулою:

$$S_M = n \cdot S_Z \cdot z, \quad (42)$$

$$4- \quad S_M = 619 \cdot 0,04 \cdot 6 = 148,6 \text{мм / хв};$$

$$5- \quad S_M = 344 \cdot 0,05 \cdot 6 = 103,2 \text{мм / хв};$$

$$6- \quad S_M = 475 \cdot 0,03 \cdot 6 = 85,5 \text{мм / хв};$$

Режими різання під час свердління:

Подача, швидкість, потужність і осьова сила різання обираються по карті 46-51 для найближчого більшого табличного значення діаметра інструмента.

Вибрані режими різання зводяться в таблицю 10.

Величини частот обертання для табличних значень швидкості різання визначається за формулою (32):

$$\text{центрування отвору } \varnothing 4 - \quad n_r = \frac{1000 \cdot 27,3}{3,14 \cdot 4} = 2174 \text{об / хв};$$

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ					

Таблиця 6.12 – Скориговані значення режимів різання під час свердління, зенкування і та різьбонарізання

Перехід	S_o , мм/об	V , м/хв	N , кВт	P , Н	$M_{кр}$, Н·м	n , об/хв
Центрування Ø4	0,07	24,0	0,24	725	-	1910
Свердління Ø14	0,23	18,5	1,38	6083	-	420
Свердління Ø10,2	0,11	21,6	0,75	2875	-	675
Зенкування фаски	0,04	13,6	0,38	120	-	270
Нарізання різьби	1,75	8,6	-	50	2,25	228

Хвилинна подача розраховується за формулою (36):

- при центруванні Ø4 - $S_M=1910 \cdot 0,07=134$ мм/хв;
- при свердлінні Ø14 - $S_M=420 \cdot 0,23=97$ мм/хв;
- при свердлінні Ø10,2 - $S_M=675 \cdot 0,11=74$ мм/хв;
- при зенкуванні фаски - $S_M=270 \cdot 0,04=11$ мм/хв;
- при нарізанні різьби - $S_M=228 \cdot 1,75=400$ мм/хв;

Згідно з паспортом верстата потужність його двигуна $N = 10,0$ кВт, коефіцієнт корисної дії $\eta=0,8$. Потужність шпинделя верстата визначається за формулою (35):

$$N_{um} = 10,0 \cdot 0,8 = 8,0 \text{ кВт.}$$

З усіх розрахованих переходів найбільша потужність різання відповідає свердлінню отворів Ø14 - $N = 1,38$ кВт. Жодне з розрахованих значень не перевищує потужності приводу головного руху верстата. Отже, встановлений режим різання по потужності здійснимо.

Норми часу на операції фрезерної з ЧПК

Допоміжний час визначається за формулою (37):

- час на установку-зняття деталі $T_{B,уст} = 0,60$ хв по [13] карта 13;
- час, пов'язаний з операцією $T_{B,от} = 0,35$ хв по [13] карта 14;
- час на вимірювання $T_{B,вим} = 1,80$ хв по [13] карта 15.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$T_B = 0,60 + 0,35 + 1,80 = 2,75 \text{ хв}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби по [13] с. 90, карта 16: $a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_o = 9\%$.

Норми штучного часу розраховуються по формулі (38):

$$T_{\text{шт}} = (12,20 + 2,75) \cdot (1 + 9/100) = 16,30 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.13 – Режими різання і норми часу на операцію 055

Переходи	Вибір і розрахунок режимів різання і часу									
	D, мм	f, мм	S ₀ , мм/хв	n, об/хв	V _B , м/хв	N _ф , кВт	S _{мин} , мм/хв	T _о , хв	T _{ца} , хв	T _в , хв
Лиска І341	20	4,0	0,24	619	38,9	0,41	148,6	0,67	12,2	2,75
Паз 20x15	20	20,0	0,30	344	21,6	0,75	103,2	0,48		
Паз 20x5	20	20,0	0,18	475	29,8	0,45	85,5	2,34		
Центрувати отвір 1-8	4,0	2,0	0,07	1910	24,0	0,24	134	1,05		
Сверлити отвір 1-3, 5-7	14,0	7,0	0,23	420	18,5	1,38	97	2,86		
Сверлити отвір 8, 4	10,2	5,1	0,11	675	21,6	0,75	74	1,2		
Зенкувати фаски отв. 4, 8	12,0	1,0	0,04	270	13,6	0,38	11	1,40		
Нарізати різьбу отв. 8,4	12,0	1,75	1,75	228	8,6	-	400	0,85		
Штучний час T _{шт} , хв								16,30		

Норма підготовчо-заключного часу T_{пз} визначається по [13] с. 96, карта 21 і складається з:

- часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування -9,0 хв;
- часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною

документацією -2,0 хв;

- часу на інструктаж майстра -6,0 хв;

- часу на установку вихідних режимів роботи верстата - 0,15 хв;

- часу на налаштування пристрою для подачі ЗОР - 0,25 хв.

$$T_{пз} = 9,0 + 2,0 + 6,0 + 0,15 + 0,25 = 17,4 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.14 – Режими різання і норми часу на операції 035

Оброблювана поверхність	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t, мм	Число проходів i	Подача S, мм/об	Частота оберту шпинделя n, об/хв	Швидкість різання V, м/хв	Основний час T _о , хв	Допоміжний час T _{доп} , хв	Штучний час T _{шт} , хв	Підготовчо- заключний час T _{пз} , хв
Поверхня Ø 345	4,0	1	1,5	100	108,3	0,16	3,00	5,52	18,4
Торець Ø345/Ø135	3,0	1	1,5	100	108,3	0,72			
Поверхня Ø141	3,0	1	1,5	200	88,5	0,10			
Торець Ø141/Ø185	3,0	1	1,5	160	92,9	0,10			
Канавка Ø185/Ø173	6,0	1	1,0	160	92,9	0,08			
Канавка Ø63/Ø151	6,0	1	1,0	160	83,4	0,08			
Всього	-					2,06			

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою

Згідно завдання необхідно спроектувати верстатний пристрій для установки та закріплення заготовки для обробки 6 отворів $\varnothing 14$ мм та 2 отворів під різь M12-7H.

Обладнання – фрезерний станок мод. ГФ2171Ф3; система ЧПК - WL4M.

Для середньосерійного типу виробництва рекомендується застосовувати пристрій з механізованим приводом.

Застосування: спеціальний пристрій з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, збільшити точність виготовлення, продуктивність праці, час виготовлення та дозволить зменшити кваліфікацію робітника, що виконує обробку. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональну систему універсальних безналадочних пристроїв.

Даний пристрій застосовується для установки і закріплення групи деталей, близьких по конструктивно-технологічним розмірам, способам обробки і за спільністю настановних поверхонь.

Пристрій повинен забезпечувати можливість обробки пазів, які виконані по 14 квалітету точності (0,3 мм), мають позиційний допуск 0,4 мм та шорскість 3,2 мкм по Ra.

7.2 Уточнення мети технологічної операції

7.1 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

7.1.1 Точність розмірів

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На даній операції формуються два типи розміру: лінійний ($L = 20$ мм), і діаметральний ($\varnothing 14H14$) на діаметрі 310 мм (8 отворів).

Знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 14} = 430 \text{ мкм};$$

$$T_{88} = 88 \pm 1.$$

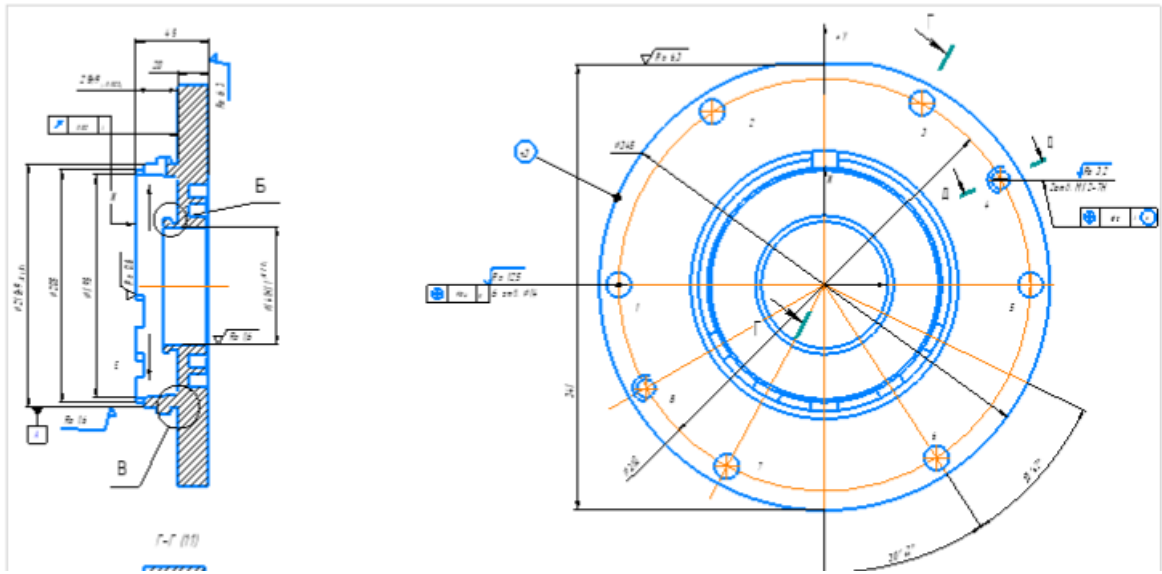


Рисунок 7.1 – Ескіз деталі

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 14H14$ характеризують відхилення від циліндричності (ГОСТ 24642-81*) і нормується за ГОСТ 24643-81.

Незазначений допуск циліндричності приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр.

$$T = 0,3 \cdot T_{\varnothing 15} = 0,3 \cdot 430 = 129 \text{ (мкм)} \quad (7.1)$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності:

$$T = 120 \text{ (мкм)}, \text{ що відповідає 13 ступеню точності.}$$

Розглянемо допуск паралельності осі отворів до осі деталі ($\varnothing 15H14$):

$$T_{\varnothing 15} = 430 \text{ мкм}$$

Значення в межах допуску на розмір 60%.

$$T = 0,6 \cdot T_{\varnothing 15} = 0,6 \cdot 430 = 258 \text{ (мкм)} \quad (7.2)$$

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ				

Найближче стандартне значення $T=300$ мкм, що відповідає 15 ступеню точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що зазначена на кресленні, має значення $Ra = 12,5$ мкм.

7.3 Визначення кількісних і якісних відомостей про заготовку, котра надходить на операцію

На початковому етапі розроблення схеми базування проводимо аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових. Для кількісної оцінки параметрів поверхонь, які можуть виступати в ролі базових, проводимо аналіз точності їхніх розмірів, точності форми, точності розташування та ступеня їхньої шорсткості.

Оскільки для обробки втулки застосовуємо циліндричну оправку разом із зрізаним пальцем, то базовими поверхнями можуть виступати: отвори $\varnothing 205H14$ та $\varnothing 141H11$, а також торець заготовки $\varnothing 345h14$.

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри:

$$T_{\varnothing 205} = 1150 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 141} = 250 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 345} = -1400 \text{ мкм}.$$

Це означає, що діаметри базових розмірів виконані з параметрами: $\varnothing 205H14 (+1,15)$, $\varnothing 141H11 (+0,25)$, $\varnothing 345h14(-1,4)$ мм.

Похибка форми отвору $\varnothing 141H11$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах допуску на розмір:

$$T_{\varnothing 141} = 0,3 * 250 = 75 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

					<i>ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$T_{\varnothing 205} = 75 \text{ мкм},$$

що відповідає 5 ступеню точності [1, с. 110].

Похибка форми циліндричного отвору $\varnothing 18H14$, також характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він також може бути встановлений у межах допуску на розмір.

$$T_{\varnothing 205} = 0,3 * 1150 = 345 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\varnothing 141} = 500 \text{ мкм},$$

що відповідає 12 ступеню точності [1, с. 110].

Похибка форми торця $345h14(-1,4)$ характеризується відхиленням від площинності. Оскільки допуск площинності не вказується, то це означає, що він входить до складу допуску на номінальний розмір.

Розраховуємо значення допуску площинності:

$$T_{\varnothing 345} = 0,6 * 1400 = 840 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\varnothing 140} = 1000 \text{ мкм},$$

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю: отвори $\varnothing 205H14$ та $\varnothing 141H11$, а також торця заготовки $345h14(-1,4)$

$$T_{\varnothing 205} = 0,6 * 1150 = 690 \text{ мкм},$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 205} = 700 \text{ мкм},$$

що відповідає 15 тупеню точності.

Для отвору $\varnothing 141H11$:

$$T_{\varnothing 141} = 0,6 * 250 = 150 \text{ мкм},$$

відповідного до 3 стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 141} = 300 \text{ мкм},$$

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

що відповідає 8 ступеню точності.

Для торця $\varnothing 345h14$:

$$T_{\varnothing 345} = 0,6 * 1400 = 840 \text{ мкм,}$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 345} = 850 \text{ мкм,}$$

що відповідає 16 ступеню точності.

Шорсткість поверхонь, зазначена на кресленні, і має такі значення:

Для $\varnothing 205H14$ вона становить $Ra = 0,8$ мкм.

Для $\varnothing 141H11$ вона становить $Ra = 1,6$ мкм.

Для $\varnothing 345h14$ відповідає $Ra = 12,5$ мкм.

7.4 Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій

Річна програма випуску задана в 2000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає дрібносерійному типу виробництва. Можна стверджувати, що пристрій будуть використовувати з досить великою інтенсивністю.

Заготовка буде оброблюватися на верстаті із ЧПК моделі ГФ2171Ф3; система ЧПК – WL4M.

Основні технічні характеристики верстата ГФ2171Ф3

Розміри робочої поверхні стола, мм	400x1600
Найбільша маса деталі, яка встановлюється на столі (кг)	400
Частота обертання шпинделя, (хв-1)	50-2500
Потужність приводу головного руху, (кВт)	11
Переміщення столу, мм:	
поздовжнє (вісь X)	1010

поперечне (вісь Y)	400
вертикальне (установче)	250
Кількість інструментів в магазині	12
Кількість керованих координат	3
Габарити верстата, мм	3350x4170x3150
Маса верстата з електро- і гідروобладнанням, кг не більше	6580

7.5 Складання переліку функцій, які реалізуються

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 Утворення вихідної сили для закріплення;

7 Керування енергоносієм;

8 Об'єднання функціональних вузлів;

9 Обробка отворів;

10 Створення безпечних умов праці.

7.6 Розробка і обґрунтування схеми базування

6.1 Вибір подвійної опорної, установчої та опорної базових поверхонь

Із усього комплексу поверхонь, що утворюють заготовку, на базову поверхню може претендувати циліндричний отвір $\varnothing 141H11$. На її користь свідчить таке:

- вона найбільш точно оброблена: IT11, $T_{\varnothing 141} = 250$ мкм;

- вона досить чисто оброблена: шорсткість її поверхні $Ra = 1,6$ мкм.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Крім того, застосування цієї поверхні як базової не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

Циліндрична поверхня $\varnothing 141H11$, будучи прийнятою в якості базової, позбавляє заготовку двох ступенів свободи, тобто являються подвійною опорною базою – але це при використанні короткої оправки (рисунок 6.1).

Вона забезпечує паралельність осі оброблюваних отворів до осі центрального отвору (осі заготовки).

У якості установчої бази беремо торець деталі $\varnothing 140$, вона позбавляє заготовку трьох ступенів свободи.

І для позбавлення останньої шостої ступені волі, ми використовуємо у вигляді опорної бази зрізаний палець, який вставляємо у отвір $\varnothing 18$. Забезпечує позиційний допуск розташування отриманих отворів. Дана схема базування показана на рисунку 6.1.

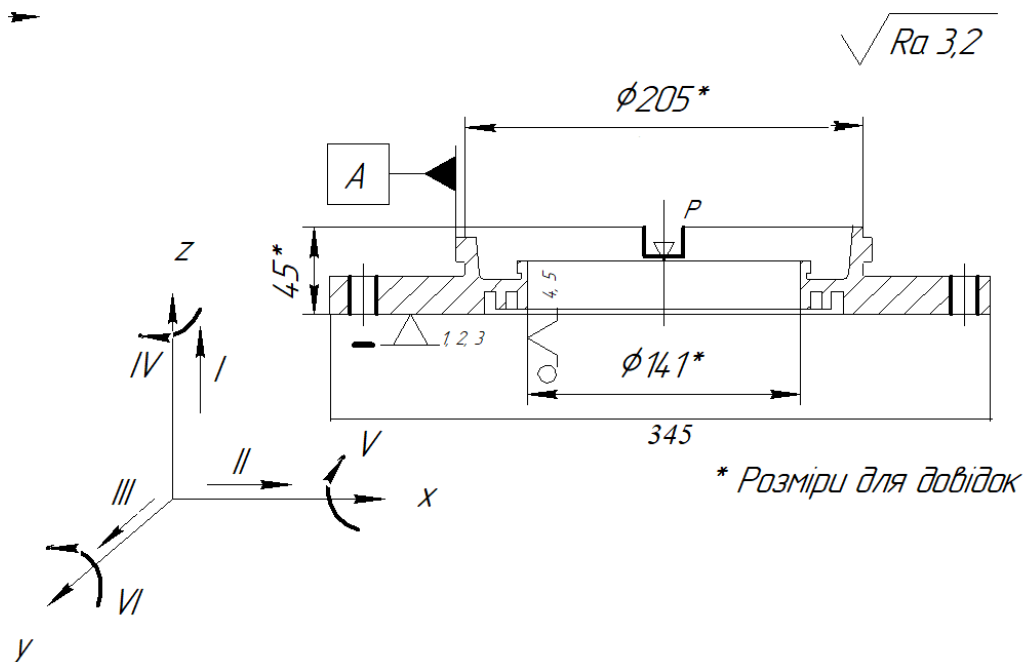


Рисунок 7.2 – Схема базування та схема однобічних зв'язків, що покладають на заготовку

					Лист
					74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

Таблиця 7.1 – Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1,2,3	I, V, VI
ПОБ	4,5	II, III

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків.

Установ А				
	Х	У	Z	
УБ	0	0	1	↔
	1	1	0	○
ПОБ	1	1	0	↔
	0	0	0	○

7.7 Побудова функціональної структури пристрою

З набору функцій, що наведені в пункті 5, виділимо ті, які реалізуються на протязі оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. Функції 3,4 впливають на підготовчо-заклучний час; функції 8,10 прямого впливу на штучний час не здійснює. (Свердління 8 отворів діаметром $\varnothing 14$)

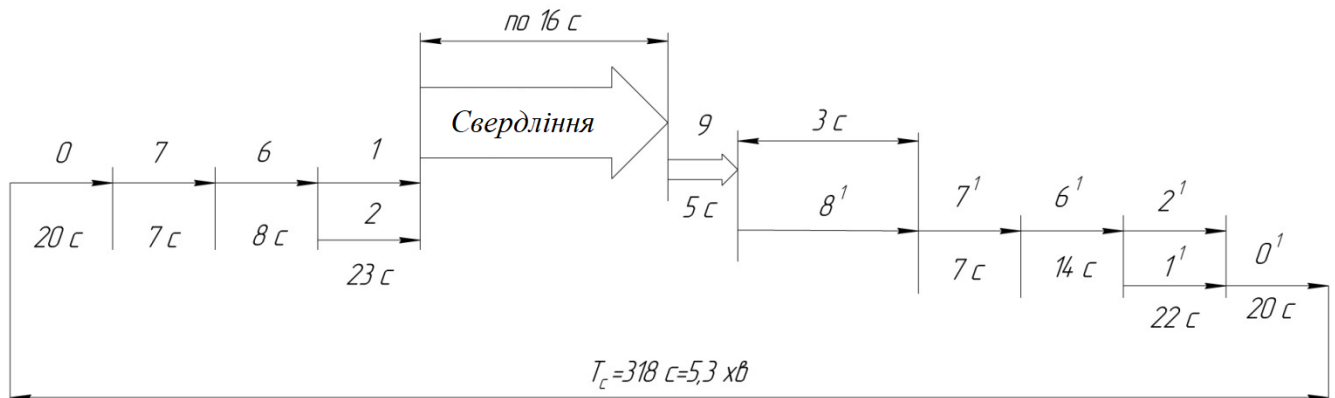


Рисунок 7.3 – Схема послідовної реалізації функцій

Функціональна структура пристрою представлена на рисунку 7.2.

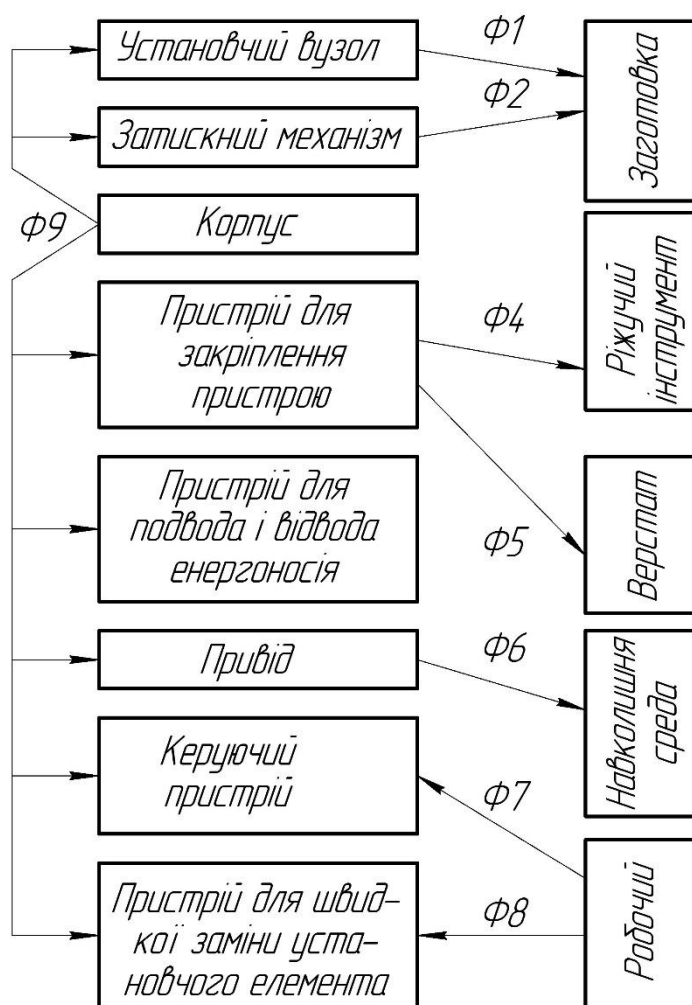


Рисунок 7.4 – Функціональна структура проектованого пристрою

7.8 Розробка та обґрунтування схеми закріплення

7.8.1 Аналіз структури полів зрівноважувальних та збурюючих сил

Для визначення взаємного впливу поля збурюючих сил та поля зрівноважуючих сил будемо графічну модель збурюючих сил (рисунок 8.1) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

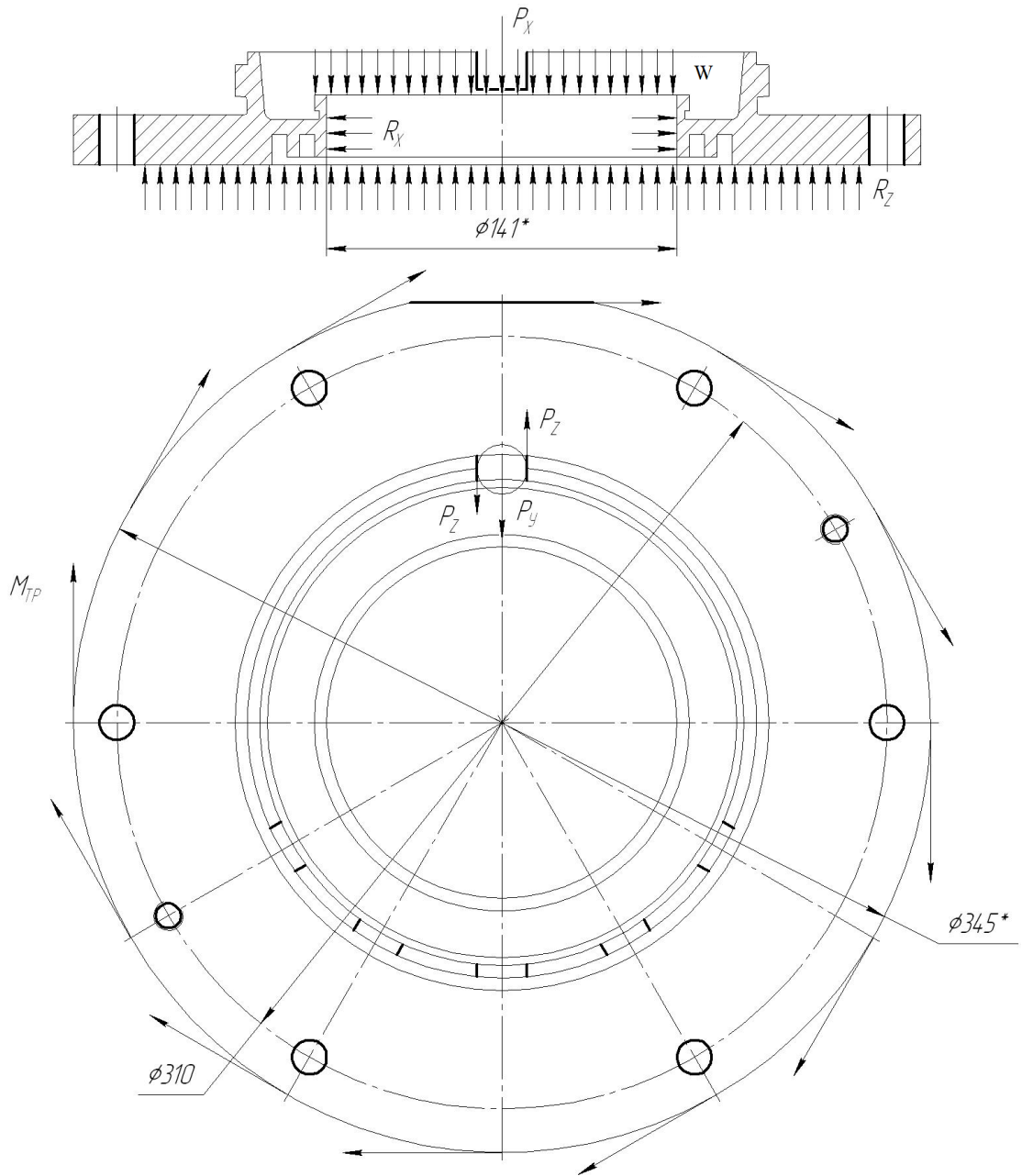


Рисунок 7.5 – Структура поля зрівноважувальних та збурюючих сил

З рисунку 8.1 бачимо, що складова P_x' поля збурюючих сил зрівноважується реакцією R_x' ($R_x' = P_x'$). Інші складові поля збурюючих сил не зрівноважені та потребують прикладання додаткових сил закріплення. При даній схемі базування доцільно застосовувати пневмокамеру, яка створює поле зрівноважувальних сил, що й представлено також на рисунку 8.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

Лист

77

Для аналізу структури та якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю однобічних зв'язків.

Таблиця 7.3 – Однобічні зв'язки

<u>Індекс зв'язку</u>		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
<u>Спосіб реалізації</u>	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	R	R
	<u>Сила закріплення</u>	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F(W)	F(W)

7.8.1 Розрахунок сил затиску

Визначаю крутящий момент, діючий під час свердлування (по [6], с.277) по формулі:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \quad (8.1)$$

де, $C_M=0,0345$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки ([6],табл. 32);

$D=14$ - діаметр свердла;

$q=2,0$ - показник ступеня при D ([6], табл. 32, с.281);

$S=0,25$ - оборотна подача ([6], табл. 25, с.277);

$y=0,8$ - показник ступеня при S ([6], табл. 32, с.281).

Коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу K_p , визначають по формулі ([6], табл. 9, с.264):

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.5)$$

де σ_B Тимчасовий опір, $\sigma_B = 520$ МПа;

-

показник ступеню, по [13] с.264, таблиця 9,

$$n - n = 0,3.$$

$$\cdot K_{MP} = \left(\frac{520}{750} \right)^{0,3} = 0,90$$

$$\text{А момент: } M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^{2,0} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,96 = 24,58 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

При затиску момент сили тертя, що виникає між заготовкою й оправкою, повинен бути більше моменту кручення при обробці:

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot K, \quad (8.3)$$

де, $M_{тр}$ – момент тертя,

K – коефіцієнт запасу по формулі ([7], с.382-384):

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (8.4)$$

де, $K_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу сил затиску;

$K_1=1,0$ – стан технологічної бази;

$K_2=1,3$ – збільшення сили резання від прогресуючого затуплення інструмента;

$K_3=1,0$ – ударне навантаження на РІ;

$K_4=1,0$ – стабільність силового приводу;

$K_5=1,0$ зручність розташування рукояток у ручних затискних механізмах пристроя;

$K_6=1,0$ – наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку.

$$\text{Тоді: } K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,95$$

Під час розрахунку $M_{тр}$ розглядаю точку на поверхні заготовки: $R = 55,25$

Також момент тертя дорівнює добутку:

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot R \quad (8.5)$$

де, $F_{тр}$ - сила тертя розраховується по формулі:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{mp} = Q' \cdot f \quad (8.6)$$

де, Q' – складова сили Q , прагнуча повернути заготовку;

$f=0,16$ – коефіцієнт тертя (по [7], табл. 3, с. 384).

Виконуючи математичні операції над формулами (8.5) і (8.6) виводжу формулу для обчислення сили Q :

$$Q = \frac{M_{кр} \cdot K}{R \cdot f} \quad (8.7)$$

Згідно цій формулі маємо: $Q = \frac{24.58 \cdot 10^3 \cdot 3.75}{55.25 \cdot 0.16} = 10730 \text{ (Н)}$

7.8.2 Обґрунтування вибору привода

Затиск заготовки виконується при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмциліндра. При цьому максимальна сила на штоку розраховується по формулі (для вихідного положення штока) (див. [22], с. 94):

$$Q = \frac{\pi}{16} [(D + d)^2 - d_1^2] \cdot p \quad (8.8)$$

де, D – діаметр діафрагми усередині пневмокамери, см;

d – діаметр опорного диска діафрагми, см;

d_1 - діаметр штока, см;

$p = 4 \text{ кгс/см}^2 \approx 39.2 \text{ Н/см}^2$ - тиск стиснутого повітря.

Діаметр опорного диска діафрагми визначається по формулі ([22], с.92)

$$d = D - 2h - (2 \div 4) \text{ мм} \quad (8.9)$$

де, $h=4-8$ мм – товщина діафрагми (приймаю $h=7$ мм).

Тоді: $d = D - 2 \cdot 7 - 3 = D - 17 \text{ (мм)} = D - 1,7 \text{ (см)}$.

Діаметр штока дорівнює:

$$d_1 = (0,08 \div 0,12) D \quad (8.10)$$

Приймаю значення $d_1 = 0,1D$.

Підставляючи співвідношення по формулах (8.9) і (8.10) у формулу (8.11), маємо наступне вираження:

$$Q = 0,196 \cdot p \cdot \left[(2D - 1,7)^2 - (0,1D)^2 \right] \quad (8.11)$$

Урахувавши те, що необхідна сила затиску дорівнює $Q=10730$ Н, а тиск стисненого повітря $p=39.2$ Н/см², маємо:

$$10730 = 0.196 \cdot 39.2 \cdot (4D^2 - 2 \cdot 2D \cdot 1,7 + 1,7^2 - 0,01D^2)$$

Вирішуємо квадратне рівняння:

$$30,7 \cdot D^2 - 52,2 \cdot D - 10710,8 = 0$$

$$D = \frac{52,2 \pm \sqrt{52,2^2 + 4 \cdot 30,7 \cdot 10710,8}}{2 \cdot 30,7} \approx 114,8^2 > 0$$

$$D_1 = \frac{52,2 - 114,8}{2 \cdot 30,7} < 0$$

$$D_2 = \frac{52,2 + 114,8}{2 \cdot 30,7} = 19,55(\text{см})$$

Приймаю стандартне значення діаметра пневмокамери $D=300$ мм. Тоді діаметр опорного диска рівний : $d=250-2 \cdot 7-3=233$ (мм). Приймаю $d=232$ мм. А діаметр штока: $d_1=0,1 \cdot 300=30$ (мм).

Сила на штоку в його початковому положенні визначається по формулі:

$$Q = \frac{3.14}{16} \left[(25 + 23.2)^2 - 2.5^2 \right] \cdot 39.2 \approx 17825(\text{Н})$$

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, а, отже, пристрій забезпечує фіксоване положення при обробці.

Оптимальна довжина ходу штока пневмокамери визначається по формулі:

$$l = \frac{L}{2} = (0,17 \div 0,22)D \quad (8.12)$$

Тоді, приймаю значення $l=0,2D$, маємо: $l=0,2 \times 250=50$ (мм).

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7.9 Розрахунок на міцність

Для розрахунку на міцність береться шток. Він виготовлений зі сталі 40, у якої межа $\sigma_r=300$ МПа. На даному штоку при затиску заготовки саме вразливе місце - різь М12, за допомогою якої шток прикріплюється до штока пневмоциліндра.

Для того щоб не було розриву різі на штоку, необхідне виконання умови:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

У свою чергу, допустиме навантаження штока $[\sigma_p]$ визначається по формулі:

$$[\sigma_p] \approx 0,67\sigma_0$$

Тобто: $[\sigma_p] \approx 0,67 \cdot 300 = 201$ МПа.

Небезпечним є перетин, ослаблене нарізанням різі, найменший діаметр якого визначається по формулі:

$$d_1 = d - 2H = d - 1,08 \cdot P, \quad (9.1)$$

де, d_1 - внутрішній діаметр різі;

d – зовнішній (номінальний) діаметр різі;

H – висота витка;

P – крок різі (прийнятий $P=1,5$ мм).

Тому для різі М12-7Н: $d = 15,38$ мм

Навантаження штока визначається по формулі:

$$\sigma = \frac{Q}{S}, \quad (9.2)$$

де, Q – зусилля на штоці ($Q=24834$ Н);

S – площа розглянутого перетину штока.

Отже, найбільша напруга виникає в перетині з найменшою площею, у нашому випадку - по внутрішньому діаметрі різі М12

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Будую ескіз штока (рис. 9. 1) і розбиваю його на три ділянки:

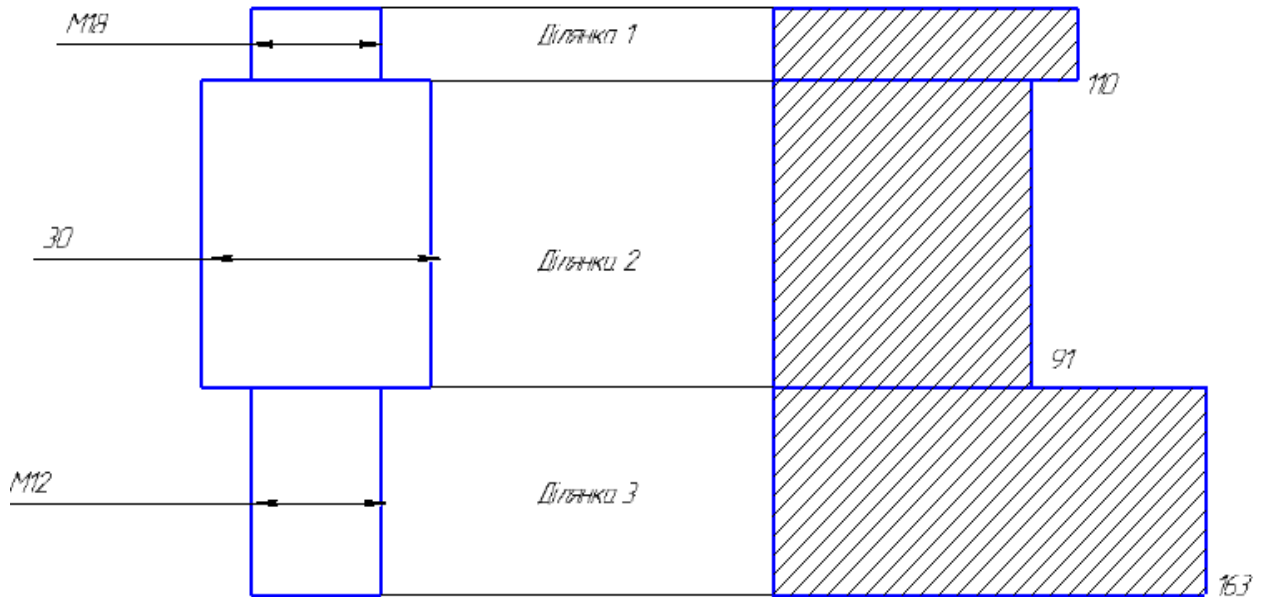


Рисунок 7.5 – Ескіз штока

Рисунок 7.5.1 – Епюра

Обчислюю навантаження, що виникають на ділянках:

$$\text{I: } \sigma_I^P = \frac{4Q}{\pi d_I^2} = \frac{4 \cdot 24834}{3.14 \cdot 15.58^2} \approx 110 \text{ МПа}$$

$$\text{II: } \sigma_{II}^P = \frac{4Q}{\pi d_{II}^2} = \frac{4 \cdot 24834}{3.14 \cdot 30^2} \approx 91 \text{ МПа}$$

$$\text{III: } \sigma_{III}^P = \frac{4Q}{\pi d_{III}^2} = \frac{4 \cdot 24834}{3.14 \cdot (14.38)^2} \approx 163 \text{ МПа}$$

Максимальна напруга буде на ділянці III, але вона не перевищує припустиме значення $[\sigma_p]$, виконується умова, а значить різь М12 на штоку витримає навантаження. Для наочності поруч із ескізом штока будує епюру навантаження (рис. 9.2).

7.10 Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [4, с.26]:

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

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

$T = 400$ мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (з тих, які одержують на даній операції, а саме позиційний допуск отворів);

$K_T = 1,2$ - коефіцієнт що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0,80$ - коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_6 = 250$ мкм - похибка базування;

$\varepsilon_3 = 0$ мкм - похибка закріплення (табл. 3.3) [4];

$\varepsilon_y = 0$ мкм - похибка установки пристрою на верстаті [4, с. 21];

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$ – похибка перекосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);

$\varepsilon_{\text{зн}} = 0$ – похибка зношування (при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки) [4];

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. п 3.2) [2];

$\omega = 8$ мкм - значення допуску для 6 квалітету середньої економічної точності свердління отвору (див. табл. 3.7) [4];

$\varepsilon_{\text{поз}} = 5$ мкм – похибка позиціювання (відповідно до паспорта верстата)

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 400 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 250)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 8)^2 + 5^2} = 159 \text{ (мкм)}.$$

Пристрій в зборці повинно відповідати технічним вимогам креслення загального виду та забезпечувати якісну обробку заготовки за заданими розмірами

7.11 Опис пристрою та принцип його роботи

1. Встановити і закріпити пристрій на верстаті з урахуванням нульової точки верстата.

2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.

3. Встановити заготовку на плиту.

4. Поворотом рукоятки пневморозподільника поз. 1 провести закріплення заготовки.

5. Обробити заготовку.

6. Поворотом рукоятки пневморозподільника поз. 1 в зворотну сторону відкріпити заготовку.

7. Пристрій зберігати на дерев'яній основі. Вплив атмосферних опадів і агресивних середовищ неприпустимо.

З пневмомережі повітря під тиском подається в нижню порожнину поршня, переміщаючи поршень вертикально вгору. Таким чином здійснюється переміщення прихвату і розтиск заготовки. При подачі тиска в верхню порожнину поршня здійснюється вертикальне переміщення вниз і відбувається зажим заготовки. Герметичність з'єднань забезпечують манжети-ущільнювачі. Оброблювана деталь служить також упором для переміщення пневмоциліндра вертикально вниз. Упором для переміщення поршня вертикально вгору служить корпус, що обмежує хід поршня. Для транспортування пристроя призначені рим-болти, які кріпляться в кришці пристроя.

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ				

8 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. [20]

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
										86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ					

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 проектуванні 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 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

- 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

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань 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 різновида 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.

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 технологічного 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).

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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 (каска, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.

										Лист
										91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ					

ВИСНОВОК

В даній роботі був виконаний аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, проаналізований технологічний процес деталі «Кришка», який входить до складу складальних одиниць центрифуги типу ОГШ-502К-12. Проведено аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі, було визначено тип виробництва та форми його організації, порівняно декілька способів одержання заготовки з яких було обрано більш продуктивний метод штамповки на кривошипних гаряче-штампованих пресах, за рахунок більшої продуктивності, та якості виготовленої продукції, також проаналізовані технічні вимоги до операції 055 горизонтально-фрезерна. Виконано аналіз існуючого технологічного процесу до операції 035, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювального інструментів. Також були розраховані режими різання для операції 035 токарна, також були розраховані норми.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

2. Ванеев С.М. Исследование вихревой расширительной машины с периферийным каналом с помощью виртуального стенда [Текст] /С.М. Ванеев, Д.В. Мирошниченко // Журнал инженерных наук. - 2015 - Т.2;№2. - С.В1 - В12. 3. Ванеев С.М. Исследование и оптимизация конструкции проточной части вихревой расширительной машины с внешним периферийным каналом /С.М. Ванеев, Д.В. Мирошниченко // Компрессорное и энергетическое машиностроение: научно технический и производственный журнал. – 2015 –№4(42). – С. 9 – 14

4. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті 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.

5. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйш. школа, 1983. – 256 с.

6. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.

7. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування : навч. посіб. / І.Г. Міренський. – Х. : Тимченко, 2008 – 256 с.

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

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. Методичні вказівки до практичних робіт із курсів «Теоретичні основи технології виготовлення та складання машин» та «Технологія машинобудування» Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 67 ТМ 15010058-00 ПЗ для студентів напряму 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / укладачі: В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 76 с.

10. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т. 2 – 496 с.

11. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т. 1 – 656 с.

12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. – Москва: Машиностроение, 1974. – 416 с.

13. Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов заочной формы обучения специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / сост. Г. С. Чумаков. – Харьков: ХПИ, 1986. – 34 с.

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

15. В.С. Корсаков "Основы конструирования приспособлений" М.: Машиностроение. 1983.

16. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л: Машиностроение, Ленингр. 1983. – 464 с., ил.

17. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Москва, Ленинград : Машиностроение, 1964. – 652 с.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

18. Методичні рекомендації щодо розробки розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» у дипломних проектах (роботах) студентів для випускних курсів університету. / Укладачі: Сусло С.Т. – доцент, доцент кафедри суспільних наук УДУФМТ; Кобзиста О.П. – к.б.н., старший викладач кафедри суспільних наук УДУФМТ; Хорькова Г.В. - старший викладач кафедри суспільних наук УДУФМТ – Вид-во Київ – 2011. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 68 ТМ 15010058-00 ПЗ

19. Основи охорони праці В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

20. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

21. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

22. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

23. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

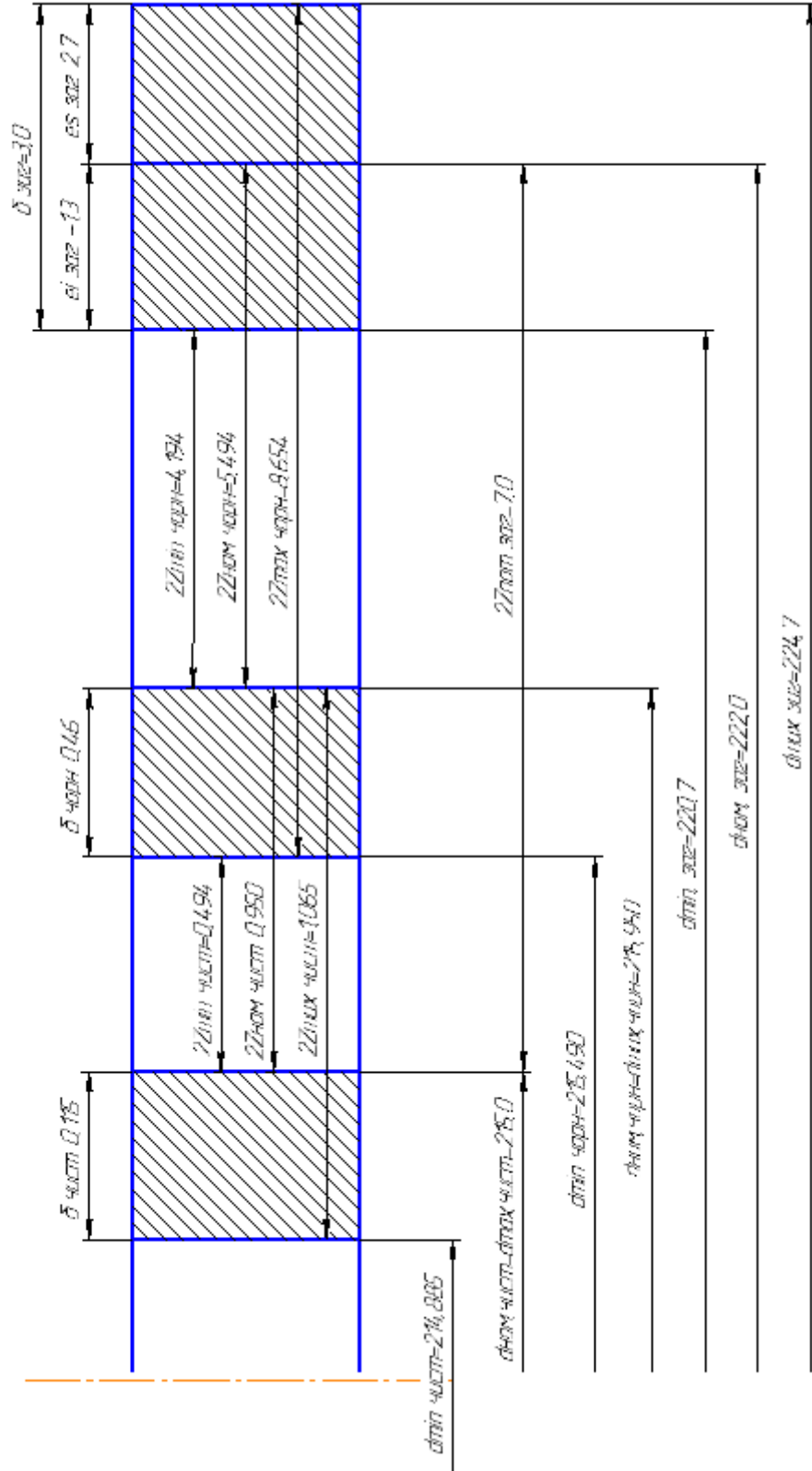
24. ГОСТ 3.1104-81. Общие требования к документам.

					ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДОДАТОК А

Схема розташування припусків і допусків на розмір 215h9

Схема розташування допусків та припусків
поверхні $\phi 215h9$



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

ТМ 18510226 - 00.00 ПЗ

Лист

96

ДОДАТОК Б

Специфікація лист 1 до верстатного пристрою

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			СумДУ ТМ 18510226 ТО КП 06.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Сборочные единицы</u>		
*)	1		СумДУ ТО КП 06.00.01	Пневмостіл	1	*Д/к
				<u>Детали</u>		
*)	4		СумДУ ТО КП 0.00.04	Скоба притискна	1	*Д/к
*)	2		СумДУ ТО КП 06.00.02	Плита	1	*Д/к
*)	3		СумДУ ТО КП 06.00.03	Шток	1	*Д/к
*)	5		СумДУ ТО КП 06.00.05	Шайба	1	*Д/к
				<u>Стандартные изделия</u>		
	6			Болт 7002-2519		
				ГОСТ 13152-72*	4	
	7			Гайка М12.5		
				ГОСТ 2524-70*	4	
	8			Гайка М30.5		
				ГОСТ 5927-70*	1	
	9			Шайба 12.01.05		
	1			ГОСТ 6958-68*	4	