

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення втулки 2694.01.06.005

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кривенко В.Р

(прізвище та ініціали)

Керівник: Гуманова Ю.В

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВТУЛКИ 2694.01.06.005**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кривенко В.Р.

Керівник

Туманова Ю.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 6.050502 Інженерна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020 р.

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

Кривенко Володимир Ростиславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення втулки 2694.01.06.005

керівник проекту Туманова Юлія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 201__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «втулка 2694.01.06.005»

Річний обсяг випуску деталей –5500 шт

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї

4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>		
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>		
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		

Студент

(підпис)

Кривенко В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Туманова Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: сторінок 71, рисунків 12, таблиць 20, літератури 14.

Об'єкт дослідження – втулка 2694.01.06.005.

Мета роботи – Проектування технологічного процесу виготовлення втулки 2694.01.06.005.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та самої деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, її технологічність та спосіб отримання заготовки.

У роботі розроблені дві операційні технології для двох операцій технологічного процесу. Також для них розраховані режими різання та виконано нормування часу, вибрані верстатні пристрої та ріжучий інструмент для обробки даної деталі на аналізованих технологічних операціях.

Виконаний розрахунок припусків на механічну обробку для найточнішої поверхні – внутрішньої циліндрична поверхня $\varnothing 35H9(0^{+0,062})$, який було проведено на ЕОМ за допомогою програми. За результатами розрахунків була побудована схема розташування припусків та допусків.

Спроектований верстатний пристрій на операції 055 та 060, на яких відбувається фрезерування лисок.

ВТУЛКА, БАЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ.

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	13
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску	14
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	27
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	38
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	40
6.5 Розрахунки режимів різання	41
6.6 Технічне нормування операції.....	50
7 Проектування верстатного пристрою	54
Висновки	63
Список літератури.....	64
Додаток А.....	66
Додаток Б	69

					ТМ 17090018-00 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кривенко			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гуманова			4	71	
Н. Контр.					КІСумДУ, ТМ – 61к		
Затверд.					Проектування технологічного процесу виготовлення втулки 2694.01.06.005		

ВСТУП

Головна умова життя людину – виробництво матеріальних і культурних благ, за допомогою яких люди задовольняють свої потреби.

Найважливішою галуззю важкої індустрії є машинобудування. Темпи розвитку й технічний рівень промисловості, сільського господарства, енергетики, транспорту залежать від того, у якому ступені задовольняються їх потреби в машинах і наскільки вони досконалі. Слово «технологія» походить від двох грецьких слів: «техно» – майстерність і «логос» – наука. Інакше кажучи, технологія – наука про майстерності, про способи виробництва різних виробів. Технологія машинобудування – наука про способи виготовлення деталей машин, а також складання їх у вузли і готові машини.

Процес виготовлення машин або механізмів складається з комплексу робіт необхідних для виробництва заготовок, їх обробки, збірки з готових деталей складових частин (складальних одиниць) і, нарешті, збірки з складальних одиниць (і окремих деталей) готових машин.

Для становлення нашої держави необхідно постійно збільшувати випуск продукції машинобудування і металообробки, істотно підняти виробництво машин і устаткування, особливо автоматичних маніпуляторів з системами програмного управління, що дозволяють виключити вживання ручної праці, збільшити випуск високопродуктивних верстатів, прогресивних металорізальних інструментів і оснащення. Вживання прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталі і машини в цілому, ефективне використання автоматичних і потокових ліній, верстатів з ЧПУ – все це направлено на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Задану деталь для проектування технологічного процесу слід розглядати як деталь-представник середньої складності з середньою трудомісткістю з групи деталей, що подібні за конструктивно-технологічними ознакам до класу «втулок».

									Арк.
									5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації

Службове призначення штовхальника гідравлічного моторного ШГМ

Штовхальники гідравлічні моторні ШГМ призначені для управління шахтними механізмами із зворотно-поступальним рухом, що коливається, які при відключенні живлення повинні повертатися в початкове положення.

Штовхальники відносяться до апаратури автоматизації. Використовуються в шахтах, небезпечних по газу (метану) і вугільному пилу, або на поверхні їх під навісом, в умовах помірного, холодного або тропічного клімату.

Типові характеристики ШГМ:

- штовхальне зусилля на штоці, N (кг), не менше: 3000-12000;
- хід штока, мм: 250-350;
- час робочого ходу, с: 1,5-3,5;
- час зворотного ходу, с: 0,05-1;
- режим роботи: тривалий, повторно-короткочасний. ПВ=60%. Тривалість циклів не менше 7 хв;
- гранично-допустима частота вмикань за хвилину: від 2 до 7;
- споживана потужність, Вт: 1500;
- необхідна потужність, W: 1150;
- номінальна напруга, V: 380/660;
- номінальна частота, Hz: 50;
- об'єм робочої рідини, л: 12-15;
- гідравлічна рідина, що використовується при температурі повітря від + 45°C до - 10°C: мастило індустріальне И-12А або И-20А;
- гідравлічна рідина, що використовується при температурі повітря від - 10°C до - 40°C: мастило гідравлічне ВМГЗ.

Умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря від - 40°C до + 45°C. Відносна

									Арк.
									6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

вологість навколишнього повітря до 100% при температурі + 35°C;

- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. ст.);

- запиленість до 1600 мг/м³;

- вібрація місць установки з частотою від 5 до 120Гц з максимальним вібропереміщенням 0,25мм при частоті до 45Гц і максимальним віброприскоренням 20 м/с² при частоті від 45 до 120Гц. Відхилення напруги від мережі живлення від 0,85 до 1,1U_{ном};

Щодо техніки безпеки даний штовхальник відповідає ГОСТ 22782.0-81, ГОСТ 22782.6 – 81, ГОСТ 24719 – 81, «Правилам безпеки у вугільних та сланцевих шахтах». Для потреб народного господарства та експортних поставок штовхальники відповідають ТУ 12.0165709.004 - 87.

Службове призначення гідроблока

Конструктивно штовхальник є компактним механізмом (див. рис.1.1), що складається з електродвигуна і гідроблока, сполучених між собою болтами. Вал електродвигуна з'єднується з насосом гідроблока за допомогою обгінної муфти, що оберігає насос від поломки при можливій зміні напрямку обертання електродвигуна.

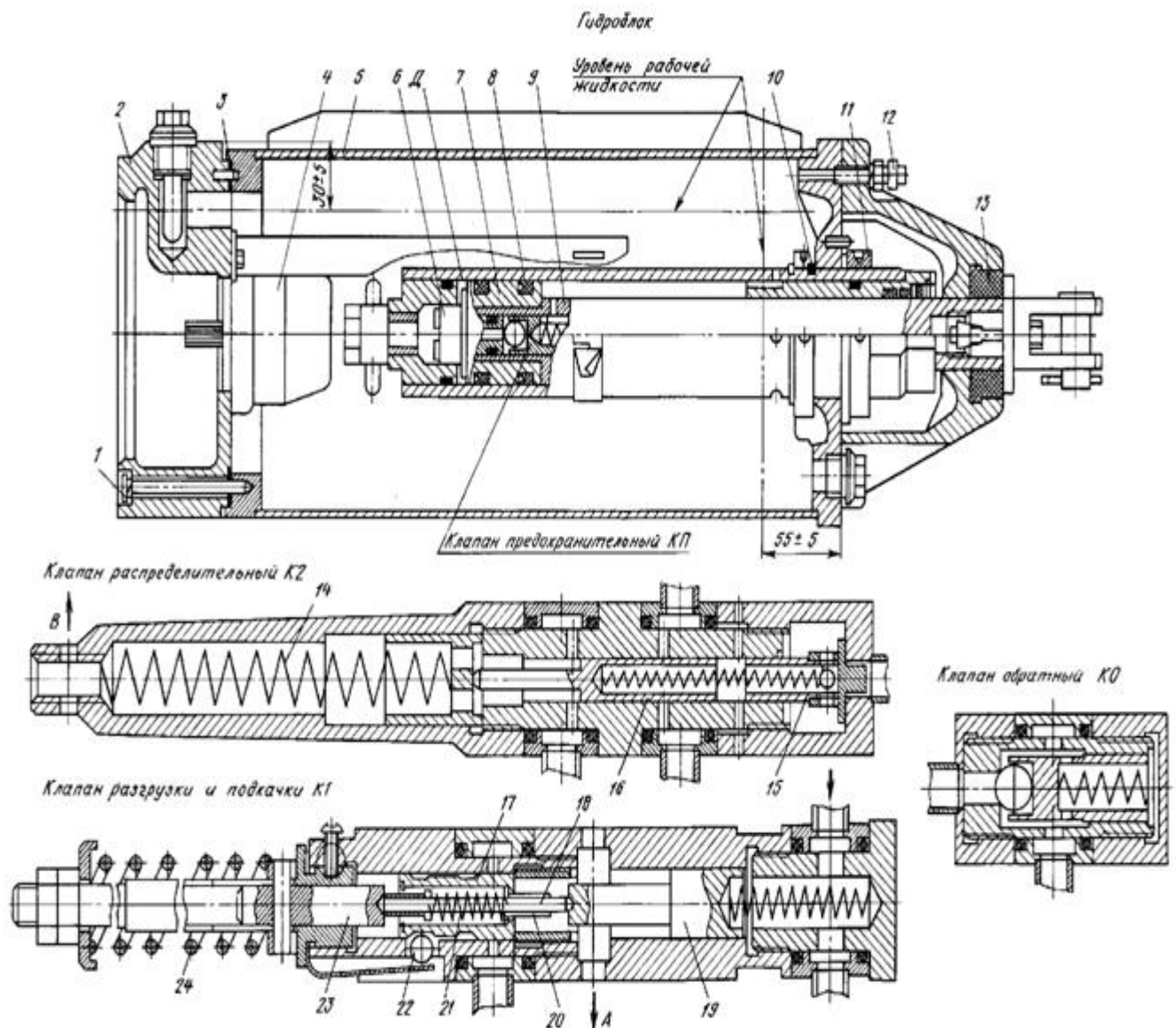
При включенні електродвигуна (робочий хід) обертання ротора через муфту передається насосу, насос створює тиск в патрубках 1, примушуючи спрацювати клапан розподільний К2. При цьому плунжер 16 клапана К2 зачинить отвір патрубків 2 і відкриє отвір патрубків 3.

Робоча рідина з клапана розподільного К2 поступить одночасно на зворотний клапан К0 і клапан розвантаження і підкочування К1. Оскільки зливний отвір А клапана К1 перекрито плунжером-фіксатором 17, а перемістити його із зафіксованого положення може тільки плунжер 19, утримуваний від переміщення пружиною 24, робоча рідина під тиском через клапан зворотний К0 поступить в робочий циліндр, шток висуватиметься. Після того, як шток повністю висунеться або дійде до упору, тиск в патрубках 2 і камері почне зростати, плунжер 19 почне переміщатися і через штовхальники 18 і 23

									Арк.
									7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

стискати пружину 24. Пружина 24 відрегульована на зусилля, що створює тиск в камері вище, ніж необхідно для переміщення штоку та утримання його.



1 – болт; 2 – основа; 3 – прокладка; 4 – шестерінчастий насос; 5 – корпус;
 6 – демпфуючий пристрій; 7 – поршень; 8 – циліндр; 9 – шток; 10 – гумове кільце;
 11 – гайка; 12 – сапун; 13 – амортизатор; 14 – пружина; 15,16,19 – плунжери;
 17 – плунжер-фіксатор; 18, 23 – штовхальники; 20 – втулка; 21, 24 – пружини;
 22 – кульки; В – зливний отвір; Д – камера.

Рисунок 1.1 – Схема гідроблока

Переміщаючись, плунжер 19 через втулку 20 стисне пружину 21, увійде до зіткнення з плунжером-фіксатором 17 і почне його переміщати до тих пір,

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

поки кульки 22 вийдуть з фіксуючої канавки плунжера-фіксатора. Як тільки кульки 22 вийдуть з фіксуючої канавки, пружина 21 перекине плунжер-фіксатор 17 в друге фіксоване положення. При перекиданні плунжера-фіксатора підвищення тиску в системі не відбувається.

В іншому фіксованому положенні плунжера-фіксатора канал А відкритий, робоча рідина без тиску зливається у бак, двигун працює практично вхолосту. Зворотний клапан при цьому закритий.

Оскільки в клапанах і циліндрі є втрати, то з часом об'єм робочої рідини в камері зменшується, плунжер 19 під дією пружини 24 переміщається, підтримуючи заданий тиск в робочому циліндрі. Переміщаючись, плунжер 19 спочатку звільняє пружину 21, а потім штовхальником 23 знову починає її стискати, штовхальник 23 підходить до плунжера-фіксатора і переміщає його у зворотний бік до виходу кульок з фіксуючої канавки. Далі плунжер-фіксатор 17 в початкове положення перекидається пружиною 21. Камера через патрубки 2 і 3 поповниться робочою рідиною - відбудеться підкачування. І так увесь час роботи двигуна.

При зупинці електродвигуна (зворотний хід) потік рідини в патрубку 1 припиняється, плунжер 15 під дією пружини повернеться в початкове положення і дасть можливість переміститися плунжеру 16 під дією пружини 14 і відкрити отвір на злив робочої рідини з циліндра. При необхідності збільшення часу зворотного ходу зливні отвори В можна перекрити болтом.

Поршень зі штоком під дією зусилля керованого механізму повертається в початкове положення.

У кінці зворотного ходу, за 10 мм до крайньої точки його (якщо величина ходу не обмежена керованим механізмом), вступить в роботу демпфуючий пристрій 6 (рідина з камери Д видавлюється через кільцеву щілину), яке гасить швидкість переміщення штока.

За 5 мм до крайньої точки в роботу включиться амортизатор 13 в кришці гідроблока. Шток зупиниться.

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Службове призначення втулки

Деталь втулка 2694.01.06.005 являє собою тіло обертання та відноситься до класу «втулка». Втулка слугує для закріплення деталей на циліндричних ділянках валів і осей. Вона забезпечує точне розміщення деталей на валах і фіксує їх при закріпленні. Втулка має складну східчасту внутрішню та зовнішню поверхні. На зовнішній поверхні даної втулки знаходиться канавка в якій розміщується кільце під гумове ущільнення.

Матеріал деталі сірий чавун ГОСТ 1412-85.

Сірий чавун має добрі антифрикційні властивості, зносостійкість, здатність гасити вібрації та мала чутливість до концентраторів напружень. Проте сірий чавун характеризується низькою міцністю на розтягування, згинання, скручування й дуже низькою пластичністю. Максимальна границя міцності на розтягування чавуну не перевищує 450 МПа.

Деталь має просту геометричну форму і складається з таких конструктивних елементів:

- зовнішні циліндричні поверхні: $\varnothing 45\text{мм}$, $\varnothing 44\text{мм}$, $\varnothing 52\text{мм}$;
- торці: 10мм, 45мм, 36мм, 22мм, 18мм, 125мм;
- три фаски: $1 \times 45^\circ$;
- внутрішні циліндричні поверхні: $\varnothing 32\text{мм}$, $\varnothing 32,4\text{мм}$, $\varnothing 40\text{мм}$, $\varnothing 42\text{мм}$;
- зовнішня різь: $M48 \times 1,5\text{-g}8\text{ мм}$;
- внутрішня різь: $M32 \times 1,5\text{-H}6\text{ мм}$;
- канавки зовнішні: $h = 4,7\text{мм}$; $h = 3,2\text{мм}$;
- канавка внутрішня: $h = 1,85\text{мм}$;
- чотири зовнішні лиски.

Всі поверхні втулки можна поділити на виконавчі, базові та вільні (рис.1.2).

Виконавчі – поверхні, за допомогою яких виріб виконує своє службове призначення безпосередньо.

Базові – поверхні, за допомогою яких виконується базування, тобто визначається положення самого виробу у виробі більш високого рівня або положення інших виробів, що приєднуються до нього.

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Вільні – поверхні, що не контактують з поверхнями інших виробів, але визначають габарити, масу, жорсткість і інші параметри деталей.

Ці поверхні можуть підлягати обробці, а можуть не оброблятися, тобто залишатися в стані вихідної заготовки.

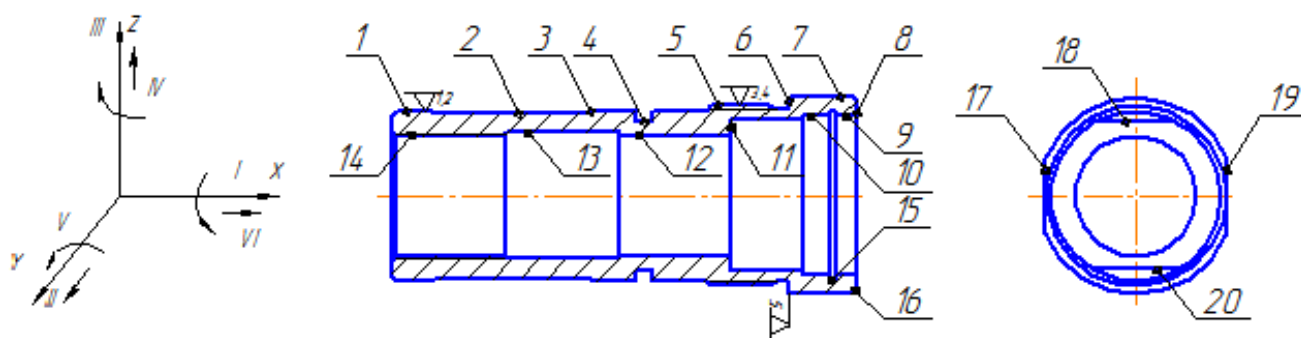


Рисунок 1.2 – Ескіз втулки з класифікацією поверхонь

Таблиця 1.1 – Класифікація поверхонь

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	10,12
ОКБ	1,2,3,5,6
ДКБ	4,9,11,14,15,17,18,19,20
Вільні	8,13,16

Поверхні 10 і 12 – східчасті внутрішні поверхні, є виконавчими, так як завдяки їм деталь кріпиться на циліндричній ділянці штовхальника.

Поверхні 8,13,16 – вільні поверхні, так як не торкаються поверхонь інших деталей у виробі.

Інші поверхні (див. табл.1.1) – базові. З їх допомогою визначається положення деталі у виробі.

Канавки 4 і 15 – необхідні для установки на зовнішній циліндричній поверхні кільця під гумове ущільнення та на внутрішній поверхні штопорного кільця. Поверхня 6 – канавка для виходу різця для нарізання різі.

Деталь базуючись у вузлі позбавляється 5 ступенів вільності (рис. 1.2), що є достатнім для виконання її службового призначення.

Зовнішня циліндрична поверхня слугує подвійною напрямною базою, а торець – опорною. Таблиця відповідності та матриця зв'язків зображені в табл.1.2 та табл. 1.3 відповідно.

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II,III,V,VI	ПНБ
5	I	ОБ
–	IV	Вакансія

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Деталь втулка має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Також дана деталь дозволяє застосувати новітні методи обробки, наприклад, точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішою поверхнею є внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 32H9$.

До заданої деталі висуваються такі вимоги:

- точність зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 45$ не гірше 9-го квалітету точності;
- шорсткість зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 44$ не гірше $Ra = 1,6\mu m$;
- шорсткість внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 40$ не гірше $Ra = 1,6\mu m$, та квалітет точності не нижче 9;
- шорсткість внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 32$ не гірше $Ra = 0,8\mu m$, та квалітет точності не нижче 9;
- шорсткість внутрішнього торця 33 не гірше $Ra = 3,2\mu m$;
- допуск радіального биття розміру $M48 \times 1,5-g8$ відносно поверхні Г становить $0,1\text{ мм}$
- допуск радіального биття розмірів $\varnothing 45d9$ та $\varnothing 40H9$ відносно поверхні В становить $0,1\text{ мм}$.

Всі інші діаметральні розміри повинні бути виконані не гірше 12-го квалітету точності.

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць.

Виконуємо розрахунок $K_{з.о.}$.

Вихідні дані:

- річна програма випуску виробів $N = 5500$ штук;
- режим роботи підприємства – у дві зміни;
- дійсний річний фонд роботи устаткування (у дві зміни), $F_d = 4029$ годин [2, таблиця. 2.1, с. 22].

Для розрахунку $K_{з.о.}$ необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучний час виготовлення деталі "Втулка" на механічних операціях візьмемо з базового технологічного процесу.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для визначення $K_{з.о.}$

№	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
015	Токарно-копіювальна	1,8	0,05	1	0,05	16
020	Токарна з ЧПК	3,3	0,09	1	0,09	9
025	Токарна з ЧПК	2,79	0,08	1	0,08	10
030	Токарно-копіювальна	1,78	0,05	1	0,05	16
035	Токарно-багаторіздева	0,8	0,02	1	0,02	40
040	Різьбонарізна	0,4	0,01	1	0,01	80
045	Різьбонарізна	0,32	0,01	1	0,01	80
050	Внутрішньошліфувальна	0,37	0,01	1	0,01	80
055	Вертикально-фрезерна	0,84	0,02	1	0,02	40
060	Вертикально-фрезерна	0,94	0,03	1	0,03	27
	Разом	13,34	-	10	-	398

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою [2, с.20]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ шт} \quad (3.1)$$

де N – річна програма випуску, шт;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв;

F_d – дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, для дрібносерійного виробництва $\eta_{з.н.} = 0,8 \div 0,9$ [2, с. 20]. Для розрахунків приймаємо $\eta_{з.н.} = 0,8$.

Кількість верстатів на 005 операції становить:

$$m_p = \frac{5500 \cdot 1,8}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ шт}$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця [2, с. 20] за формулою:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.2)$$

де P – прийнята кількість обладнання, відповідає округленому значенню верстатів у більшу сторону.

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на одному робочому місці [2, с. 21] за формулою:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф}}, \quad (3.3)$$

Підставляємо значення:

$$O = \frac{0,8}{0,05} = 16$$

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

Аналогічно проводимо розрахунки для інших операцій, які заносимо до таблиці 3.1.

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій [2, с. 19] за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.4)$$

Таким чином, коефіцієнт закріплення операцій становить:

$$K_{з.о.} = \frac{398}{10} = 39,8$$

що відповідає дрібносерійному типу виробництва, так як $20 < K_{з.о.} < 40$

Визначаємо форму організації виробництва:

Визначаємо добовий випуск деталей [2, с. 22] за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N}{254}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

$$N_{доб} = \frac{5500}{254} = 22 \text{шт}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

254 дні – кількість робочих днів у році [2, с. 22].

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% [2, с. 22] розраховується за формулою:

$$Q = \frac{F_{доб}}{T_{cp}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.6)$$

де $F_{доб}$ – добовий фонд часу роботи устаткування, хв;

T_{cp} – середня трудомісткість механічних операцій, хв.

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування [2, с. 22] за формулою:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_d}{254}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв}$$

Розраховуємо середня трудомісткість механічних операцій [2, с. 22] за формулою:

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_{\text{ум}}}{m}, \text{ хв} \quad (3.8)$$

де m – число операцій.

$$T_{\text{cp}} = \frac{13,34}{10} = 1,33 \text{ хв}$$

Отже, добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{952}{1,33} \cdot 0,6 = 429 \text{ шт}$$

При порівнянні $N_{\text{доб}} = 22 \text{ шт.} < Q = 429 \text{ шт.}$ бачимо, що добовий випуск деталей набагато більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском партій, тому визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску за формулою:

$$n = \frac{N_{\text{пів}} \cdot a}{254}, \text{ шт} \quad (3.7)$$

де $a = 24$ дні – періодичність запуску деталей у виготовлення.

$$n = \frac{5500 \cdot 24}{254} = 520 \text{ шт}$$

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють партіями або дрібними серіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції і однакових за розмірами виробів, що запускаються у виробництво одночасно.

										Арк.
										17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Використовується універсальне, спеціалізоване і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПУ, обробні центри, а також гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розставляються по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічна оснастка в основному універсальна, Велике поширення має універсально-збірна, переналагоджувати технологічне оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

Застосовуваний різальний інструмент – універсальний і спеціальний.

Вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

Кваліфікація робітників вище ніж в масовому виробництві, але нижча ніж в одиничному. Поряд з робітниками універсальщиками та наладчиками, працюючими на складному універсальному обладнанні використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

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

У відповідності з даним типом виробництва та порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яка характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення.

Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, кілька відрізняється від першої в конструктивному відношенні.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне виробництво, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

									Арк.
									18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Втулка має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, наприклад, точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь можна виконати на верстатах нормальної точності.

Матеріал деталі – сірий чавун СЧ15 ГОСТ 1412-85. Сірий чавун має добрі антифрикційні властивості, зносостійкість, здатність гасити вібрації та має чутливість до концентраторів напружень. Проте сірий чавун характеризується низькою міцністю на розтягування, згинання, скручування й дуже низькою пластичністю. Максимальна границя міцності на розтягування чавуна не перевищує 450 МПа, а мінімальна – 260 МПа, твердість металевої основи становить 250 НВ.

Дана втулка з нумерацією поверхонь представлена на рисунку 1.2.

Поверхні 4 і 15 являють собою канавки, які необхідні для установки на зовнішній циліндричній поверхні – гумове ущільнення та на внутрішній поверхні штопорного кільця. Ці поверхні являються нетехнологічними, так як вони мають різну конфігурацію, тобто для їх виготовлення потрібний спеціальний ріжучий інструмент різних розмірів, що підвищує трудомісткість виготовлення інструменту та знижує продуктивність праці. Також вони знижують жорсткість самої деталі.

Поверхня 5 (різь М48х1,5-8g) являється нетехнологічною, так як для нарізання різі потрібна канавка для виходу різця, що також знижує жорсткість самої деталі.

Поверхні 17-20 – лиски являються нетехнологічними, так як для їх виготовлення потрібний спеціальний пристрій для закріплення та повороту заготовки на 180°.

Не технологічним являється також те що шорсткість внутрішніх поверхонь 12 та 14 становить Ra 0,8, але вони не послідовно розташовані і тому збільшиться

									Арк.
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

час на переміщення інструменту.

Під час виготовлення деталі, механічній обробці підлягають всі поверхні, що являється нетехнологічним, так як деталь має поверхні, які під час роботи механізму, не контактують з іншими поверхнями, наприклад поверхня 13.

Нетехнологічним являється також те, що с поміж токарних операцій мають місце фрезерні та свердлильна операції. Також нетехнологічною являється і сама деталь, так як вона має малі розміри, що знижує її жорсткість і не дає можливості одночасному застосуванню багатоінструментальної обробки.

Загалом деталь має просту конфігурацію. Зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні мають ступінчасту форму, які необхідні з конструкторських міркувань для виконання свого службового призначення. Майже всі поверхні розташовуються одна відносно іншої паралельно або перпендикулярно. Всі поверхні, крім канавок, можна обробляти стандартним інструментом.

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Вибір способу виготовлення заготовки та розробка технічних вимог до неї

Для вибору раціонального методу отримання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів отримання заготовки. Перший варіант – заготовка отримана методом відцентрового лиття.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі по ГОСТ 26645-85. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85

Розмір деталі, мм	Припуски, мм			Допуски розмірів відливки, мм	Розміри відливки, мм
	Основний	Допоміжний	Загальний		
ø52	1,6	-	1,6·2	2,0	ø55,2±1
ø48	1,6	-	1,6·2	2,0	ø51,2±1
ø45	1,6	-	1,6·2	2,0	ø48,2±1
ø32	1,4	-	1,4·2	1,6	ø29,2±0,8
125	2,0	-	2,0·2	2,4	129±1,2
22	1,4	-	1,4-1,4	1,6	22±0,8
18	1,4	2,0	1,4+2,0	1,6	21,4±0,8

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої методом відцентрового лиття (див. рис. 5.1)

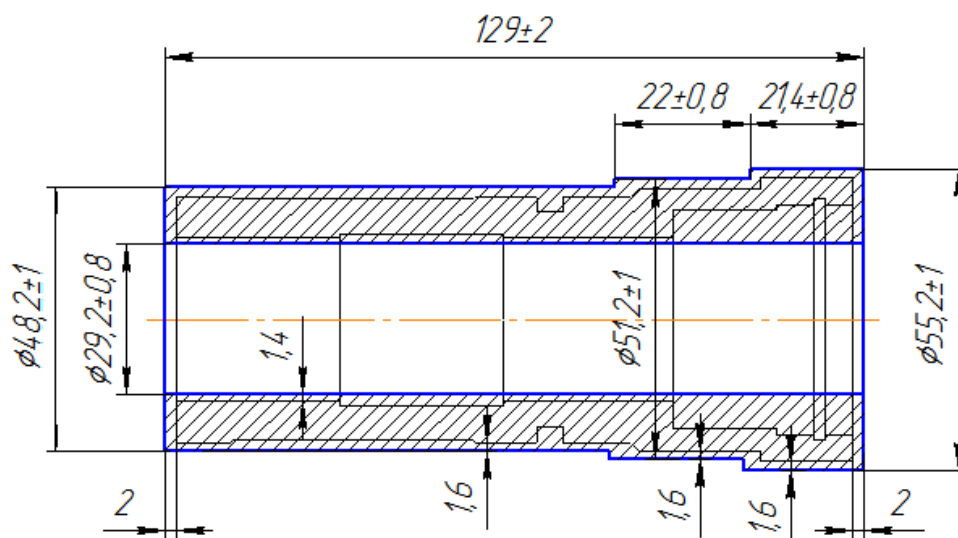


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки отриманої методом відцентрового лиття

									Арк.
									21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V_{заг} \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $V_{заг}$ – загальний об'єм, який складається з простих фігур;

$\rho = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$ – густина чавуна.

Визначаємо загальний об'єм, для цього розіб'ємо заготовку на чотири простих циліндри та знайдемо їх об'єми.

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 - V_4, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot l_1, \text{ мм}^3 \quad (5.3)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 55,2^2}{4} \cdot 21,4 = 51187,2 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot l_2, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 51,2^2}{4} \cdot 22 = 45272,3 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot l_3, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 48,2^2}{4} \cdot 85,6 = 156112,4 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{\pi D_4^2}{4} \cdot l_4, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 29,2^2}{4} \cdot 129 = 86342,6 \text{ мм}^3$$

Підставляємо значення:

$$V_{заг} = 51187,2 + 45272,3 + 156112,4 - 86342,6 = 166229,3 \text{ мм}^3$$

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Отже, маса заготовки отриманої методом відцентрового лиття становить:

$$m_3 = 166229,3 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 1,18 \text{ кг}$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [2, с. 31]:

$$S_{\text{загл}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_{\epsilon} \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де $C_i = 48000$ – базова вартість 1 тони заготовки, грн; [2, с.31, табл.2.6];

$S_{\text{відх}} = 3300$ – вартість 1 тони відходів, грн; [2, с.32, табл.2.7];

$K_m = 1,05$ – коефіцієнт, що залежить від точності; [2, с.33];

$K_c = 0,7$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності; [2, с.33, табл.2.8];

$K_{\epsilon} = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; [2, с.33, табл.2.8];

$K_m = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки; [2], с.34;

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки; [2, с.31, табл.2.6];

$Q = 1,18$ – маса заготовки, кг;

$q = 0,75$ – маса деталі, кг.

Отже, собівартість заготовки буде становити:

$$S_{\text{загл}} = \left(\frac{48000}{1000} \cdot 1,18 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (1,18 - 0,75) \cdot \frac{3300}{1000} = 40,21 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{q}{Q}, \quad (5.8)$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу становить:

$$K_{\text{вм}} = \frac{0,75}{1,18} = 0,64$$

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Другий варіант – заготовка одержана методом лиття в кокіль.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі. Дані заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85

Розмір деталі, мм	Припуски, мм			Допуски розмірів відливки, мм	Розміри відливки, мм
	Основний	Допоміжний	Загальний		
Ø52	2,4	-	2,4·2	2,0	Ø56,8±1
Ø48	3,1	-	3,1·2	2,0	Ø 54,2±1
Ø45	2,7	-	2,7·2	2,0	Ø50,4±1
Ø32	3,0	-	3,0·2	1,8	Ø26±0,9
125	2,7	2,9	2,7+2,9	2,4	130,6±1,2
22	2,9	-	2,9-2,9	1,6	22±0,8
18	2,9	-	2,9·2	1,6	23,8±0,8

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої методом лиття в кокіль (див. рис.5.2).

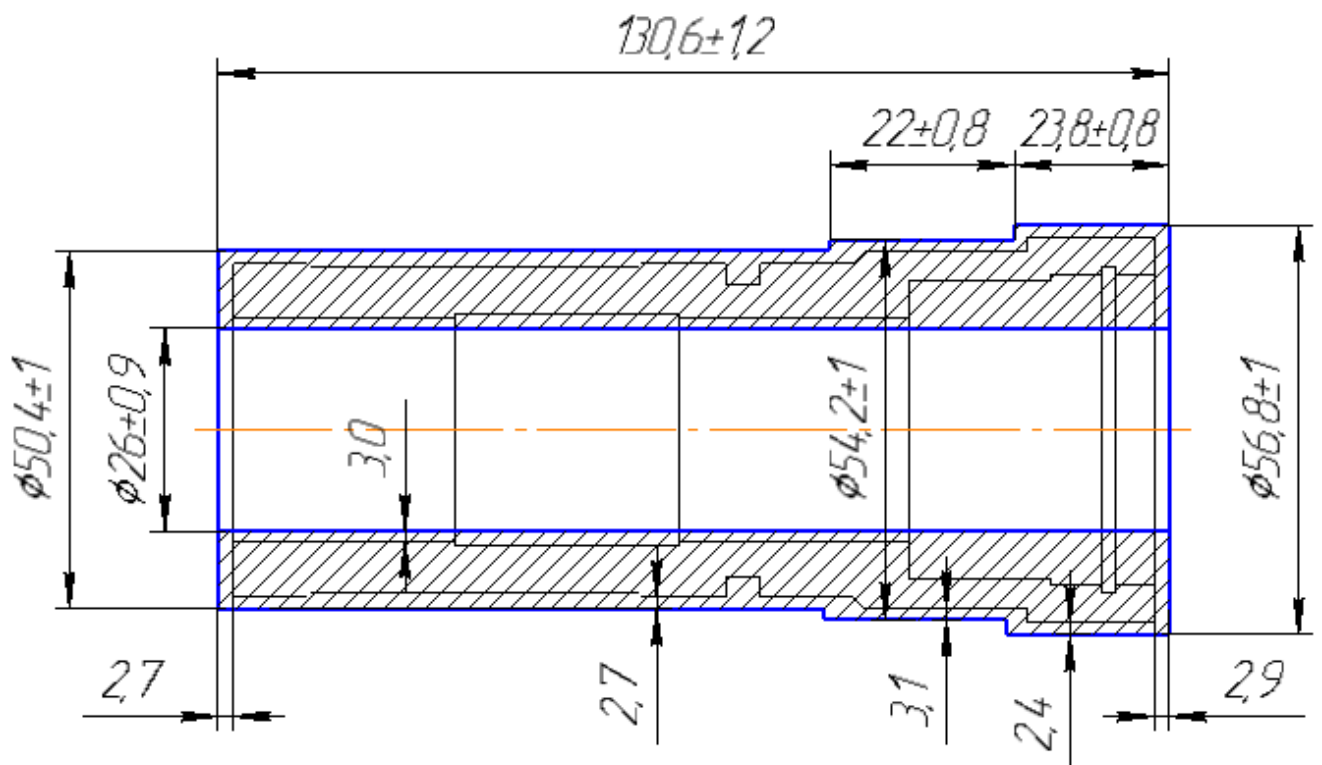


Рисунок 5.2 – Ескіз заготовки отриманої методом лиття в кокіль

										Арк.
										24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ					

Визначаємо об'єми простих фігур за формулами 5.3-5.6:

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 56,8^2}{4} \cdot 23,8 = 60275,8 \text{мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 54,2^2}{4} \cdot 22 = 50733 \text{мм}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 50,4^2}{4} \cdot 84,8 = 169093,4 \text{мм}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 26^2}{4} \cdot 130,6 = 69304,2 \text{мм}^3$$

Загальний об'єм визначаємо за формулою 5.2:

$$V_{\text{заг}} = 60275,8 + 50733 + 169093,4 - 69304,2 = 210798 \text{мм}^3$$

Масу заготовки отриманої методом лиття в кокіль розраховуємо за формулою 5.1:

$$m_3 = 210798 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 1,5 \text{кг}$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою 5.7:

$$S_{\text{заг2}} = \left(\frac{48000}{1000} \cdot 1,5 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (1,5 - 0,75) \cdot \frac{3300}{1000} = 50,22 \text{грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою 5.8:

$$K_{\text{ам}} = \frac{0,75}{1,5} = 0,5$$

Визначаємо економічний ефект за формулою:

$$E_3 = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}}) \cdot N, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де $S_{\text{заг1}}$, $S_{\text{заг2}}$ – вартість зіставлених заготовок, грн.;

						ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
							25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$E_3 = (50,22 - 40,21) \cdot 5500 = 55055 \text{ грн}$$

Отже, доцільніше виготовляти заготовку методом відцентрового лиття .
При цьому методі витрачається менше матеріалу, а отже і менше відходів.

Технічні вимоги на заготовку:

- матеріал – СЧ15 ГОСТ 1412 – 85;
- твердість металевої основи на робочому діаметрі 229 – 277 НВ;
- мікроструктура чавуну повинна відповідати вимогам по ГОСТ 3443-87;
- овальність і конусність в межах допуску;
- не вказані граничні відхилення розмірів $\pm IT14/2$;
- на оброблених поверхнях допускаються дефекти ливарного характеру глибиною 2/3 припуску на механічну обробку;
- тріщини та неметалеві включення не допускаються.

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

На основі розробленого технологічного процесу для найточнішої поверхні – внутрішньої циліндричної $\varnothing 32H9^{(+0,062)}$ визначаємо міжопераційні розміри за допомогою ЕОМ.

Вихідні дані:

Кількість стадій обробки поверхні разом із заготівельною – 3:

- чорнове точіння;
- чистове точіння;
- шліфування.

Послідовність вибору елементів припуску:

1 Визначаємо висоту мікронерівностей Rz та глибину дефектного шару h:

а) для заготовки Rz = 200; T = 300 мкм [2, с.63, табл.4.3];

б) для переходів [2, с.64, табл.4.5]:

- чорнове точіння Rz = 100; T = 100 мкм;
- чистове точіння Rz = 50; T = 50 мкм;
- шліфування Rz = 10; T = 20 мкм.

2 Визначаємо просторові відхилення:

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

де $\rho_{зм}$ – величина відхилення розташування, мкм;

$\rho_{кор}$ – величина питомого короблення, мкм.

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot D, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де Δ_k – питома кривизна заготовки, мкм/мм; $\Delta_k = 0,7$ мкм/мм;

D – діаметр заготовки мм, D = 32мм.

$$\rho_{кор} = 0,7 \times 32 = 22,4 \text{ мкм}$$

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\rho_{зм} = \delta, \text{ мкм}$$

де δ – допуск, мкм, $\delta = 1000 \text{ мкм}$.

$$\rho = \sqrt{22,4^2 + 1000^2} = 1000,3 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою:

$$\rho_{зая} = k_y \cdot \rho_z, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки:

- для чорнового точіння $k_y = 0,06$;
- для чистового точіння $k_y = 0,05$;
- для шліфування $k_y = 0,03$.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{чор} = 0,06 \cdot 1000,3 = 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_{чис} = 0,05 \cdot 1001 = 50 \text{ мкм}$$

$$\rho_{шліф} = 0,03 \cdot 1001 = 30 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибку базування та закріплення деталі для кожного переходу:

- для чорнового точіння $\varepsilon_{баз} = 0$ мкм, $\varepsilon_{закр} = 0$ мкм;
- для чистового точіння $\varepsilon_{баз} = 80$ мкм, $\varepsilon_{закр} = 100$ мкм;
- для шліфування $\varepsilon_{баз} = 80$ мкм, $\varepsilon_{закр} = 50$ мкм.

Отримані вихідні дані вводимо в програму на ЕОМ, яка виконує підрахунки припусків та міжопераційних розмірів результати представлені в таблиці 6.1.

									Арк.
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 6.1 – Результати підрахунку на ЕОМ припусків та міжопераційних розмірів на Ø32Н9

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	25.944	25.9	26,7	+0.800	25.9	27.5	-	-	-
					-0.800					
3001	4601	30.547	30.545	46.4	+0.125	30.545	30.795	3045	4645	4895
					-0.125					
683	933	31.486	31.48	45.46	+0.050	31.48	31.58	685	935	1035
					-0.050					
414	514	32	32	45	+0.062	32	32.062	420	520	582
					0					

На основі підрахунків будуюмо схему розташування припусків та допусків, зображену на рисунку 6.1, яку потім розміщуємо на кресленні заготовки.

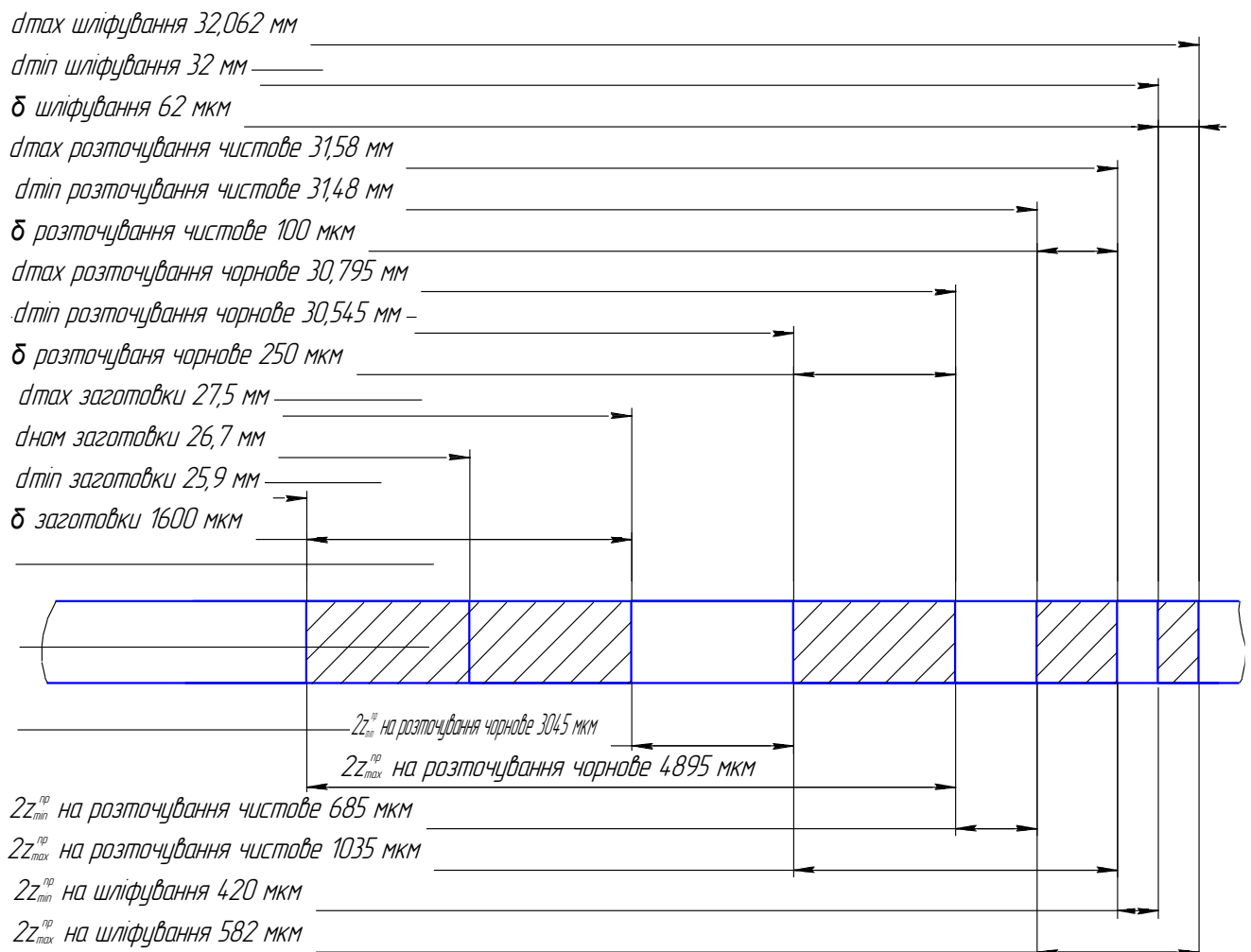


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків та допусків

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

Розглянемо заводський аналог технологічного процесу виготовлення деталі «втулка».

Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (див. табл.6.2).

Таблиця 6.2 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Лиття металів та сплавів		Машина для лиття
010	Відпуск	Досягнення необхідних властивостей матеріалу	Піч
015	Токарно-копіювальна	Точити зовнішні поверхні по копіру (чорнова обробка)	Токарно-копіювальний напівавтомат моделі 1А734
020	Токарна з ЧПК	Підрізати торець. Розточити отвори	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3
025	Токарна з ЧПК	Підрізати торець. Розточити отвори. Точити внутрішню канавку	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3
030	Токарно-копіювальна	Точити зовнішні поверхні по копіру (чистова обробка)	Токарно-копіювальний напівавтомат моделі 1А734
035	Токарно-багаторіздева	Точити зовнішню поверхню (чистова обробка) та зовнішні канавки	Токарний багаторіздевий напівавтомат моделі 1Н713
040	Різенарізна	Нарізати різь на зовнішній циліндричній поверхні	Різенарізний напівавтомат моделі 5Д07
045	Різенарізна	Нарізати різь на внутрішній циліндричній поверхні	Токарно-револьверний верстат моделі 1П365
050	Внутрішньо-шліфувальна	Шліфувати внутрішню циліндричну поверхню	Внутрішшліфувальний верстат моделі 3К227В
055	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р12
060	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати лиски	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р12

									Арк.
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

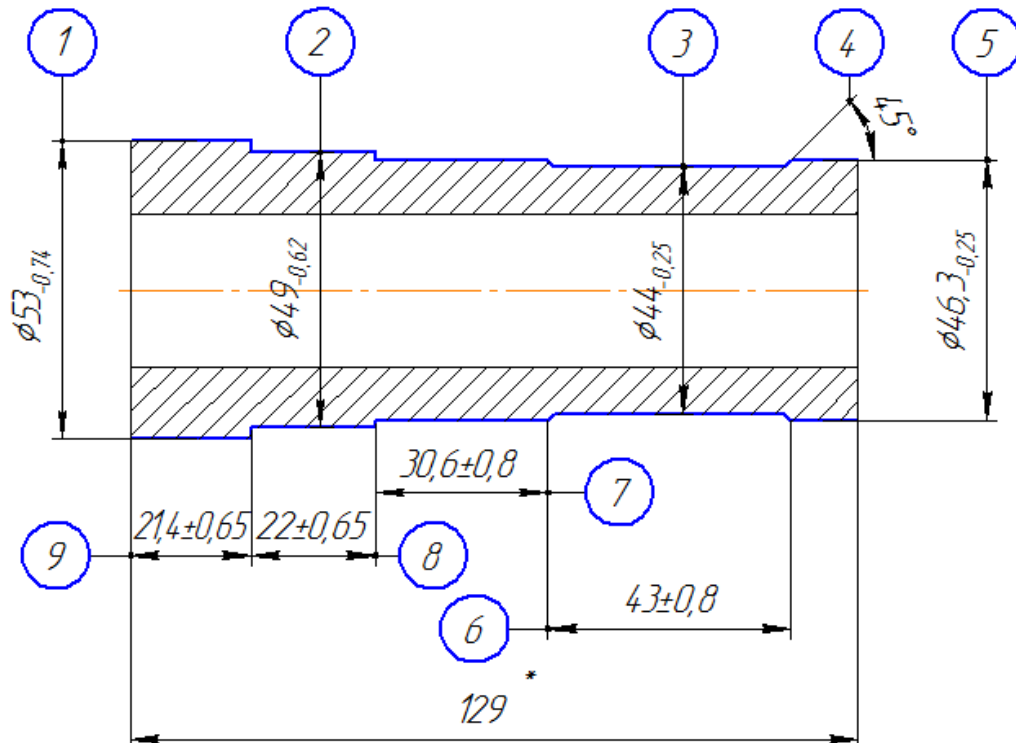
Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4
065	Промивальна		Ванна
070	Маркувальна		
075	Технічний контроль		Стіл ВТК

Операція 015 токарно-гвинторізна.

На даній операції на токарно-копіювальному верстаті моделі 1А734 виконується чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні в наступній послідовності згідно з рисунком 6.2:

- 1 установити, закріпити та зняти заготовку;
- 2 точити поверхню по копіру, витримуючи розмір 5;
- 3 точити поверхню по копіру, витримуючи розміри 3,4,6;
- 4 точити поверхню по копіру, витримуючи розміри 5,7;
- 5 точити поверхню по копіру, витримуючи розміри 2,8;
- 6 точити поверхню по копіру, витримуючи розміри 1,9.



129* – розмір для довідки

Рисунок 6.2 – Ескіз обробки заготовки на операції 015

										Арк.
										31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ					

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна забезпечувати як принцип постійності, так і принцип суміщення технологічної, конструкторської і виміральної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багатоінструментальної обробки поверхонь.

На цій операції заготовку можна встановити двома різними способами.

Перший спосіб, що представлений на рисунку 6.3 – заготовка встановлена на центрах з правим обертальним центром та лівим рифленим.

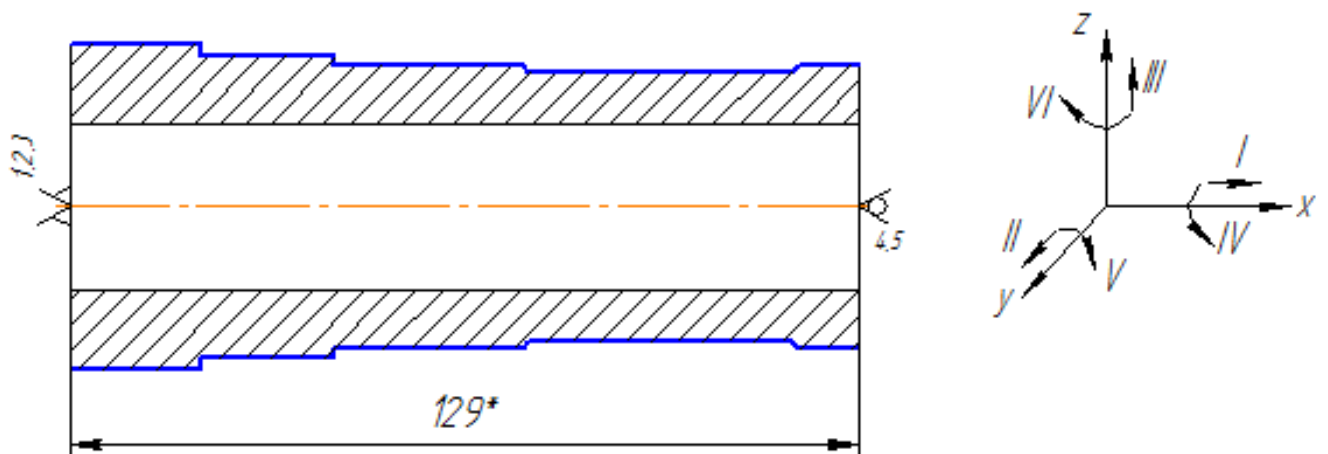


Рисунок 6.3 – Перший спосіб базування та закріплення заготовки

При використанні центрів для діаметральних розмірів похибка базування становить $\varepsilon_{\delta} = 0$.

Для лінійних розмірів:

розмір $21,4 \pm 0,8$

$$\Delta_{21,4} = \varepsilon_{\psi} + \varepsilon_{\kappa}, \text{ МКМ} \quad (6.1)$$

де ε_{ψ} – похибка центрування;

ε_{κ} – похибка виготовлення копіру;

$\varepsilon_{\kappa} = 0,05 \text{ мм}$.

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо похибку центрування за формулою:

$$\varepsilon_y = \frac{TD}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де TD – допуск на діаметр 29,2 мм;

TD=1,6 мм;

α – кут центру;

$\alpha = 60^\circ$.

$$\varepsilon_y = \frac{1,6}{2 \operatorname{tg} \frac{60^\circ}{2}} = 1,39 \text{ мкм}$$

$\Delta_{21,4} = 1,39 + 0,05 = 1,44$ мм – розмір виконати можливо;

розмір $22 \pm 0,8$ $\Delta_{22} = \varepsilon_k = 0,05$ мм – розмір виконати можливо;

розмір $30,6 \pm 1$ $\Delta_{30,6} = \varepsilon_k = 0,05$ мм – розмір виконати можливо;

розмір 43 ± 1 $\Delta_{43} = \varepsilon_k = 0,05$ мм – розмір виконати можливо;

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.3 і табл. 6.4.

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I, V, VI	УБ
4,5	II, III	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Другий спосіб, що зображений на рисунку 6.4 – заготовка встановлена на спеціальній оправці з зазором.

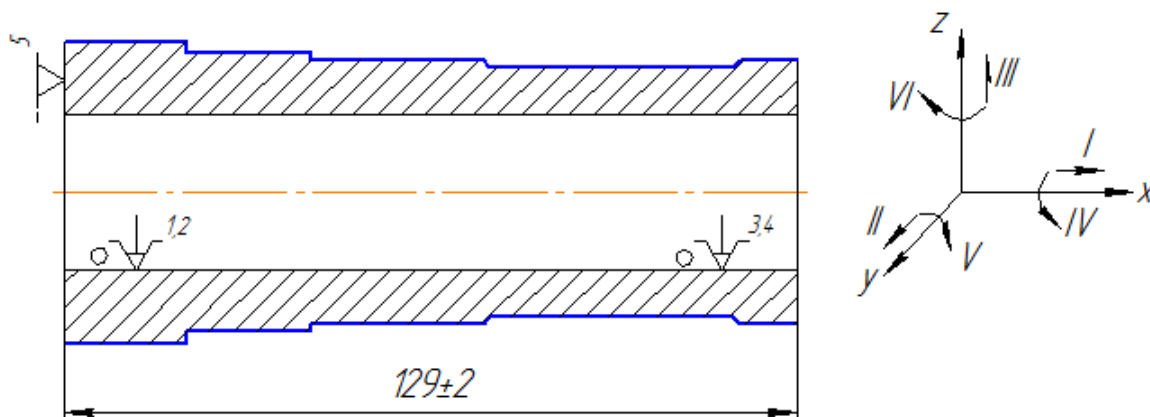


Рисунок 6.4 – Другий спосіб базування та закріплення заготовки

Для даної схеми встановлення заготовки похибка базування на діаметральні розміри становить $\varepsilon_{\delta} = 2S_{\max}$, де S_{\max} – максимальний зазор між поверхнями отвору та оправки. Ця похибка компенсується розміром припуску на зовнішні поверхні. На лінійний розмір 21,4 мм ця похибка рівна нулю, а на інші існує похибка виготовлення копіру, яка становить $\varepsilon_k = 0,05$ мм.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.5 і табл. 6.6.

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, V, VI	ПНБ
5	I	ОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

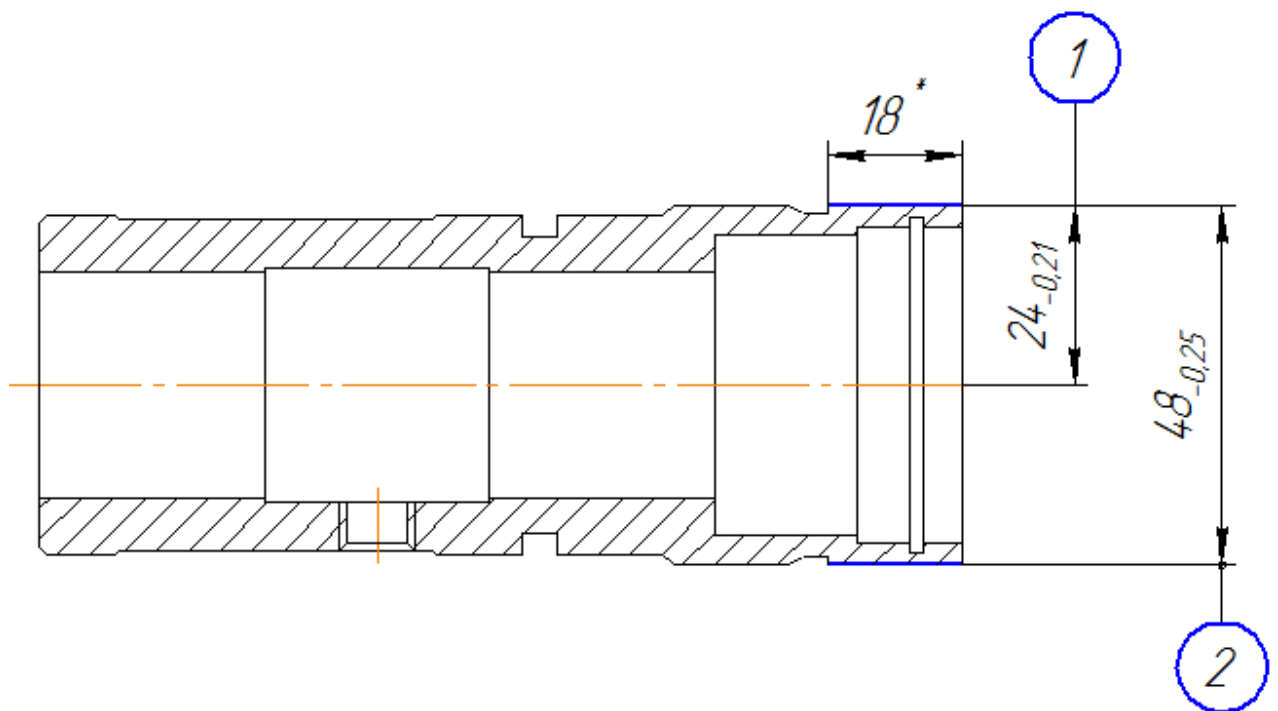
Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Перелічені варіанти базування можна застосовувати для закріплення заготовки, але найдоцільніший є варіант встановлення заготовки на центрах, так як він простий, не потребує багато часу для закріплення заготовки та дає можливість отримати задані розміри з відповідним допуском на них. Варіант встановлення заготовки на спеціальній оправці не є доцільним, так як така оправка створює додаткові похибки у радіальному напрямі.

Операція 060 вертикально-фрезерна.

На даній операції на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6P12 виконується фрезерування двох лисок у наступній послідовності згідно з рисунком 6.5:

- 1 установити, закріпити та зняти заготовку;
- 2 фрезерувати лиску, витримуючи розмір 1;
- 3 повернути заготовку на 180° ;
- 4 фрезерувати лиску, витримуючи розміри 2.



18* - розмір, що отримується автоматично

Рисунок 6.5 – Ескіз обробки заготовки на операції 050

На цій операції заготовку можна встановити двома різними способами.

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Перший спосіб рисунок 6.6 – заготовка встановлена на жорсткій циліндричній оправці з однієї сторони та підтискається конічною оправкою з іншої сторони.

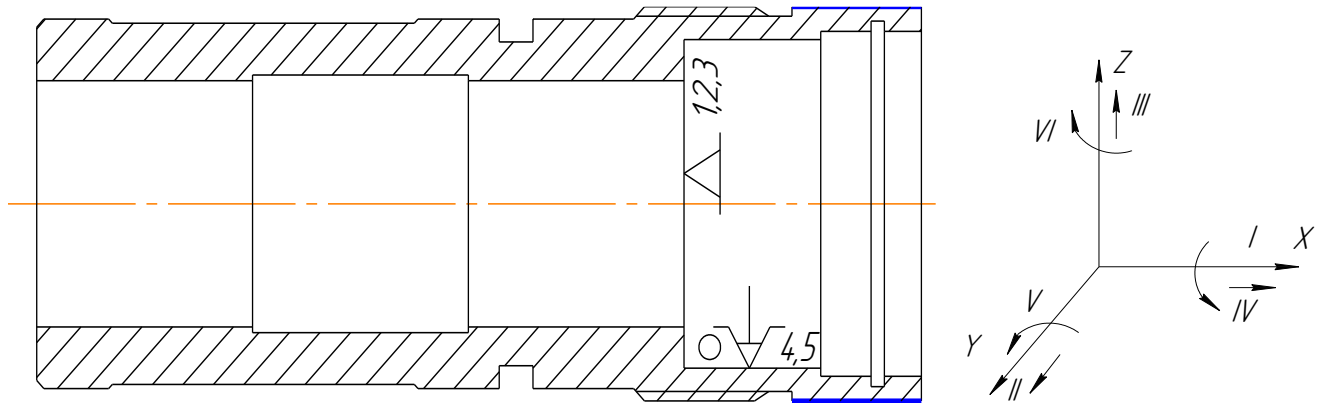


Рисунок 6.6 – Схема базування та закріплення заготовки

При використанні жорсткої циліндричної оправки для отримуваних розмірів похибка базування визначаємо за формулою [3], с.46 схема 11:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5TD + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta, \text{ мкм} \quad (6.6)$$

де TD – допуск на розмір, мкм;

e – ексцентриситет, мкм;

δ_1 – допуск на діаметр отвору, мкм;

δ_2 – допуск на діаметр оправки;

Δ – мінімальний радіальний зазор посадки заготовки на оправку.

розмір $48_{-0,25}$ $\varepsilon_{\sigma} = 125 + 23 + 62 + 16 + 15 = 241$ мкм – розмір виконати можливо;

розмір $24_{-0,21}$ $\varepsilon_{\sigma} = 23 + 62 + 16 + 15 = 116$ мкм – розмір виконати можливо.

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.7 і табл. 6.8.

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	I, V, VI	УБ
4,5	II, III	ПОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Другий спосіб рисунок 6.7 – заготовка встановлена у призмах.

При даній схемі базування для розміру $48_{-0,25}$ похибку базування визначаємо за формулою [3], с.45 схема 3:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right), \text{ мкм} \quad (6.7)$$

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5 \cdot 250 \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 51,7 \text{ мкм}$$

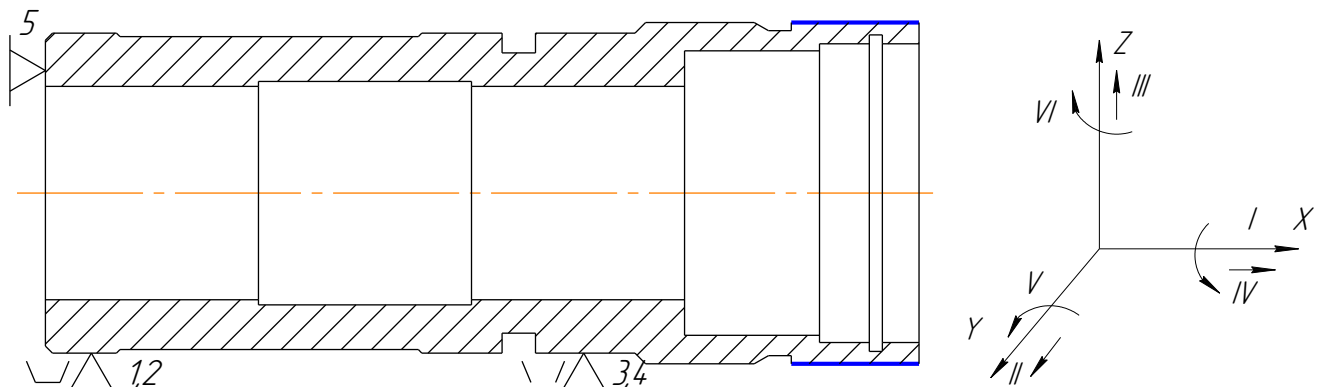


Рисунок 6.7 – Схема базування та закріплення заготовки

Для розміру $24_{-0,21}$ похибку базування визначаємо за формулою [7], с.45 схема 3:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5TD \frac{1}{\sin \alpha}, \text{ мкм} \quad (6.8)$$

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5 \cdot 250 \frac{1}{\sin 45^{\circ}} = 88,4 \text{ мкм}$$

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.9 і табл. 6.10.

Таблиця 6.9 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II,III,V,VI	ПНБ
5	I	ОБ
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.10 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Отже, перераховані вище варіанти базування можна застосовувати для закріплення заготовки. Приймаємо перший варіант, так як заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, який має жорстку оправку. Це підвищує жорсткість системи та зменшує деформацію заготовки, що виникає при фрезеруванні лиски.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;
- тип виробництва;

- габарити робочого простору;
- необхідну потужність двигунів;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 015 застосовується токарно-копіювальний верстат моделі 1А734, який має наступні характеристики:

- найбільші розміри оброблюваної заготовки:
 - над станиною – 560 мм;
 - над супортом – 320 мм;
- найбільше переміщення супорта:
 - подовжнє або вертикальне – 600 мм;
 - поперечне або горизонтальне – 240 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- потужність електродвигуна головного приводу – 24 кВт.

Як альтернативу можна запропонувати токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1Б732, який має наступні характеристики:

- найбільші розміри оброблюваної заготовки:
 - над станиною – 590 мм;
 - над супортом – 320 мм;
- найбільше переміщення супорта:
 - подовжнє/вертикальне – 985/1985 мм;
 - поперечне або горизонтальне – 161 мм;
- частота обертання шпинделя – 56-90 об/хв;
- потужність електродвигуна головного приводу – 40 кВт.

На операції 060 застосовується вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р12, який має наступні характеристики:

- розміри робочої поверхні столу 320×1250мм;
- найбільше переміщення столу:
 - подовжнє – 800мм;
 - поперечне – 280мм;
 - вертикальне – 420мм;

- переміщення гільзи зі шпинделем – 70мм;
- потужність електродвигуна головного приводу – 7,5кВт.

Як альтернативу можна вибрати верстат з ЧПК 6Р13Ф3-01, який має наступні характеристики:

- розміри робочої поверхні столу 400×1600мм;
- найбільше переміщення столу:
 - подовжнє – 1000мм;
 - поперечне – 400мм;
 - вертикальне – 380мм;
- переміщення гільзи зі шпинделем – 150мм;
- потужність електродвигуна головного приводу – 7,5кВт.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатного пристрою пов'язаний з типом виробництва і конфігурацією деталі.

На операції 015 токарно-копіювальній використовується згідно схеми базування задній центр, що обертається А-1-4Н ГОСТ 8742-75 та спеціальний лівий рифлений центр.

Оскільки на даній операції відбувається чорнове обточування зовнішньої циліндричної поверхні, то для зручності обробки застосовуємо копір спеціальний.

На операції 060 вертикально-фрезерній використовується спеціальний механічний пристрій, який має циліндричну оправку діаметром 40h6 та спеціальну конусну оправку.

При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;
- габарити верстатів;

									Арк.
									40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

- матеріал заготовки та її стан.

Спочатку обирають матеріал різальної частини. Вибираючи різальний інструмент, орієнтуємося на універсальні та стандартизовані інструменти.

На операції 015 обробка виконується різцем прохідним 281112 ГОСТ 19043-80 з матеріалом ріжучої пластини ВК8 [6, с.115, табл.2], так як відбувається чорнове обточування заготовки з чавуну.

На операції 060 обробка виконується кінцевою фрезою 2223-0003 ГОСТ 17026-71 з матеріалом ріжучої частини Р6М5.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

- точність вимірювання;
- трудомісткість вимірювання;
- тип виробництва.

Для контролю поверхонь даної втулки на операції 015 де відбувається чорнове обточування використовуються: калібр-скоби ПР-Ø46,3h14-HE; ПР-Ø44h14-HE; ПР-Ø49h14-HE; ПР-Ø53h12-HE ГОСТ 18361-73; шаблон спеціальний та штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

На операції 050 для контролю поверхонь де відбувається фрезерування лисок застосовується штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

6.5 Розрахунки режимів різання

На операцію 015 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режими різання на поверхню діаметром 55,2 мм. На решту поверхонь режими різання визначаємо табличним методом, результати розрахунків заносимо до таблиці 5.7.

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.9)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр який отримуємо на даній операції, мм.

Підставляємо значення:

$$t = \frac{55,2 - 53}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначаємо подачу:

$$S_o = S_{\text{табл}} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SN} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\phi}, \text{ мм/об} \quad (6.10)$$

де $S_{\text{табл}} = 0,9$ мм/об – табличне значення подачі [3, с.266, табл.11];

$K_{Sd} = 0,9$ – перетин державки різця;

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

$K_{SM} = 1,0$ – механічні властивості оброблюваного матеріалу;

$K_{SY} = 0,8$ – схема закріплення;

$K_{SP} = 1,0$ – стан поверхні;

$K_{S\phi} = 1,0$ – геометрія різця.

$$S_o = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,65 \text{ мм/об}$$

Корегуємо подачу за паспортними даними токарно-гвинторізного верстата моделі 1A734.

$$S_d = 0,6 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_\phi^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.11)$$

де C_v , x , y , m – коефіцієнт та показники степеня [3, с.269, табл.17]:

$$C_v = 215;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,45;$$

$$m = 0,20;$$

$T = 60$ хв – період стійкості;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання;

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{и_v} \cdot K_{\phi_v} \cdot K_{r_v}, \quad (6.12)$$

									Арк.
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

де $K_{n_v} = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує стан заготовки, [3, с.263, табл.5];

$K_{и_v} = 0,83$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, [3, с.263, табл.6];

$K_{ф_v} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив параметрів різця, [3, с.271, табл.18];

$K_r = 1,03$ – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, [3, с.271, табл.18];

K_{m_v} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [3, с.260, табл.1]:

$$K_{m_v} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (6.13)$$

$$K_{m_v} = \left(\frac{190}{250} \right)^{1.25} = 0,71$$

Тоді, значення поправочного коефіцієнта на швидкість різання становить:

$$K_v = 0,71 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,03 = 0,52$$

Отже, швидкість різання становить:

$$V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,52 = 62 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 55,2} = 359 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним токарно-копіювального верстата моделі 1А734.

$$n_d = 350 \text{ об/хв}$$

Фактична швидкість різання:

									Арк.
									43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

$$V_{\phi} = \frac{\Pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.15)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 55,2 \cdot 350}{1000} = 60,4 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V_{\phi}^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.16)$$

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеня [3, с.274, табл.22]:

$$C_p = 92; x = 1,0; y = 0,75; n = 0;$$

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{r_p}, \quad (6.17)$$

де K_{m_p} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [6, с.264, табл. 9];

$K_{\phi P}$, $K_{\gamma P}$, $K_{\lambda P}$, K_{r_p} – коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця, відповідно головний кут в плані ϕ , переднього кута γ , кута нахилу різальної кромки λ та радіуса при вершині різця r [3, с.275, табл.23]:

$$K_{\phi P} = 1,0; K_{\gamma P} = 1,1; K_{\lambda P} = 1,0; K_{r_p} = 1,0.$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v}, \quad (6.18)$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0.4} = 1,12$$

Тоді, значення коефіцієнта становить:

$$K_p = 1,12 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,23$$

Отже, сила різання становить:

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,1^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 60,4^0 \cdot 1,23 = 771,4 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

									Арк.
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.19)$$

Підставляємо значення:

$$N_{\text{різ}} = \frac{771,4 \cdot 60,4}{1020 \cdot 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу токарно-копіювального верстата моделі 1А734. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}, \text{ кВт}$$

де $N_{\text{ун}}$ – потужність на шпинделі верстата кВт;

$$N_{\text{ун}} = N_{\text{д}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.20)$$

де $N_{\text{д}} = 22$ – потужність двигуна, кВт;

$\eta = 0,75$ – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{ун}} = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт}$$

$$0,76 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час обробки за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – довжина робочого ходу інструмента, визначається за формулою:

$$L = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \text{ мм} \quad (6.22)$$

де, l_o – довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_o = 21,4$ мм

$l_{\text{вр}}$ – довжина врізання, мм;

$l_{\text{пер}}$ – довжина переходу, мм.

$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4$ мм [6, с.374, лист 6, додаток 4].

$$L = 21,4 + 4 = 25,4 \text{ мм}$$

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Отже, основний час на переході становить:

$$T_o = \frac{25,4}{0,6 \cdot 350} \cdot 1 = 0,13 \text{ хв}$$

Таблиця 6.11 – Режими обробки на переході операції 015

Номер та текст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T _o , хв	Вид режиму
	t, мм	S, мм/об	n, хв ⁻¹	V, м/хв	i			
2 Точити поверхню Ø46,3 мм	0,95	0,6	350	53	1	12	0,08	Табличний
3 Точити поверхню Ø44 мм	2,1	0,6	350	53	1	43	0,24	Табличний
4 Точити поверхню Ø46,3 мм	0,95	0,6	350	53	1	30,6	0,18	Табличний
5 Точити поверхню Ø49 мм	1	0,6	350	53	1	22	0,13	Табличний
6 Точити поверхню Ø53 мм	1,1	0,6	350	60,4	1	21,4	0,13	Розрахунковий

Операція 060 вертикально-фрезерна.

На операцію 060 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режимі різання при фрезеруванні лиски. На даній операції використовуємо фрезу кінцеву Ø16мм 2223-0003 ГОСТ 17026-71 матеріал ріжучої частини Р6М5. Кількість зубів $z = 4$. Результати розрахунків заносимо до таблиці 6.12.

Визначаємо глибину різання [4], с.282: $t = 2\text{мм}$

Визначаємо подачу на зуб [4], табл.35 с.284:

$$S_z = (0,08 \div 0,05)\text{мм/зуб}$$

Приймаємо $S_z = 0,08 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо швидкість різання за формулою [4], с.282:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \text{м/хв} \quad (6.23)$$

Значення коефіцієнта C_v та показників степені визначаємо за [4], табл.39 с.288: $C_v = 72$; $q = 0,7$; $x = 0,5$; $y = 0,2$; $u = 0,2$; $p = 0,3$; $m = 0,25$.

									Арк.
									46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

$T = 80 \text{ хв}$ – період стійкості інструменту [4], табл.40 с.290.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання визначається за формулою [4], с.282:

$$K_v = K_{Mv} K_{Iv} K_{Iv}, \quad (6.24)$$

де $K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}$ – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

[4], табл.1 с.262;

$n_v = 0,95$ [4], табл.2 с.262;

$K_{Iv} = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки [4], табл.5 с.263;

$K_{Iv} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента [4], табл.6 с.263.

$$K_{Mv} = \left(\frac{190}{250}\right)^{0,95} = 0,77$$

$$K_v = 0,77 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,65$$

$$V = \frac{72 \cdot 16^{0,7}}{80^{0,25} \cdot 2^{0,5} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 18^{0,2} \cdot 4^{0,3}} \cdot 0,65 = 47,3 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання за формулою 6.14:

$$n = \frac{1000 \cdot 47,3}{3,14 \cdot 16} = 941,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним вертикально-фрезерного верстата моделі 6Р13Ф3-01:

$$n_d = 900 \text{ об/хв}$$

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою 6.15:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 900}{1000} = 45,2 \text{ м/хв}$$

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \cdot z \cdot n_\partial, \text{ мм/хв} \quad (6.25)$$

$$V_s = 0,08 \cdot 4 \cdot 900 = 288 \text{ мм/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним вертикально-фрезерного верстата моделі 6P13Ф3-01:

$$V_{\text{зд}} = 300 \text{ мм/хв}$$

Визначаємо фактичну подачу за формулою:

$$S_{z_\partial} = \frac{V_{\text{зд}}}{z n_\partial}, \text{ мм/зуб} \quad (6.26)$$

$$S_{z_\partial} = \frac{300}{4 \cdot 900} = 0,08 \text{ мм/зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою [4], с.282:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_{z_\partial}^y B^n z}{D^q n_\partial^w} K_{Mp}, \text{ Н} \quad (6.27)$$

де C_p – значення коефіцієнта та показників степені визначаємо за [4], табл.41 с.291: $C_p = 68,2$; $x=0,86$; $y=0,72$; $u=1,0$; $q=0,86$; $w=0$.

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n - \text{коефіцієнт, що залежить від якості оброблюваного}$$

матеріалу [4], табл.9 с.264;

$$n = 0,55 \text{ [4], табл.9, с.264.}$$

Підставляємо значення:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 18 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 900^0} \cdot \left(\frac{250}{190} \right)^{0,55} = 1545,8 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі за формулою [4], с.290:

$$M_{kp} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \times \text{м} \quad (6.28)$$

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$M_{KP} = \frac{1545,8 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 123,7 \text{ Н} \times \text{м}$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [4], с.290:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}, \text{кВт} \quad (6.29)$$

$$N_e = \frac{1545,8 \cdot 45,2}{1020 \cdot 60} = 1,14 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу вертикально-фрезерного верстата моделі 6P13Ф3-01. Необхідно щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{ун}, \text{кВт} \quad (6.30)$$

де $N_{ун}$ – потужність на шпинделі верстата, кВт.

$$N_{ун} = N_o \eta, \text{кВт} \quad (6.31)$$

де $N_o = 7,5$ – потужність двигуна, кВт;

$\eta = 0,75$ – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{ун} = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}$$

$$1,14 \text{ кВт} < 5,6 \text{ кВт}$$

Отже, умова різання виконується, тобто обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{V_s} \cdot i, \text{хв} \quad (6.32)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – повна довжина обробки, мм.

Довжину обробки визначаємо за формулою:

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.33)$$

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де l – довжина поверхні, що оброблюється, мм;

y – величина врізання, мм;

Δ – величина перебігу, мм.

При чистовому торцевому фрезеруванні величину врізання і перебігу приймають: $y + \Delta = D + (2 \dots 5)$ мм.

Отже, $y + \Delta = 40 + 2 = 42$ мм

$$L = 18 + 42 = 60 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{60 \cdot 1}{1250} = 0,05 \text{ хв}$$

Таблиця 6.12 – Режими обробки на переходи операції 060

Перехід	Параметри режимів обробки						L, мм	T _o , хв	Вид режиму
	t, мм	S _z , мм/зуб	n, хв ⁻¹	V, м/хв	i	V _{сд} , мм/хв			
1 Фрезерувати лиску h = 18мм	2	0,08	900	45,2	1	300	60	0,05	Розрахунковий
2 Фрезерувати лиску h = 18мм	2	0,08	900	45,2	1	300	60	0,05	Розрахунковий

6.6 Технічне нормування операції

На операцію 015 розраховуємо технічне нормування, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.12.

Знаходимо норму допоміжного часу:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.34)$$

де $T_{уст}$ – час на установку і зняття деталі [6], с.38 карта 6, поз.4;

$T_{пер}$ – час пов'язаний з переходом [6], с.64-74 карта 18, поз.4; 47; 68; 69;

$$T_{пер} = T_{пер2} + T_{пер3} + T_{пер4} + T_{пер5} + T_{пер6} = 0,09 + 0,09 + 0,09 + 0,09 + 0,09 = 0,45 \text{ хв}$$

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання [6], с.186 карта 86, поз.15; 16;

$$T_{\text{вим}} = T_{\text{вим2}} + T_{\text{вим3}} + T_{\text{вим4}} + T_{\text{вим5}} + T_{\text{вим6}} = 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,07 = 0,27 \text{ хв}$$

Отже, допоміжний час становить:

$$T_{\text{д}} = 0,16 + 0,45 + 0,27 = 0,88 \text{ хв}$$

Оскільки дана втулка виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу.

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/N_{\text{зап}}, \text{ хв} \quad (6.35)$$

де $T_{\text{шт}}$ – штучний час виконання операції;

$T_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заклучний час;

$N_{\text{зап}}$ – кількість заготовок в партії запуску.

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{техн.обсл}} + T_{\text{орг.обсл}} + T_{\text{відп}}, \text{ хв} \quad (6.36)$$

де $T_{\text{оп}}$ – оперативний час виконання операції;

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.37)$$

Підставляємо значення:

$$T_{\text{оп}} = 0,76 + 0,88 = 1,64 \text{ хв}$$

$T_{\text{техн.обсл}} = 3,5 \%$ від $T_{\text{оп}}$ – технічне обслуговування робочого місця [6], с.32-63 карта 2, поз.17;

$T_{\text{орг.обсл}} = 4,3 \%$ від $T_{\text{оп}}$ – організаційне обслуговування робочого місця [6], с.32-63 карта 2, поз.17.

$T_{\text{відп}} = 2,2 \%$ від $T_{\text{оп}}$ – час на відпочинок і особисті потреби [6], с.203, карта 88.

Підставляємо значення:

$$T_{\text{шт}} = 1,64 + 0,057 + 0,07 + 0,036 = 1,8 \text{ хв}$$

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{\text{шт-к}} = 1,8 + 18/333 = 1,85\text{хв}$$

Таблиця 6.13 – Нормування операції 015

Номер та назва переходу	T _о , хв	T _д , хв	T _{оп} , хв	T _{техн.обсл} хв	T _{орг.обсл} , хв	T _{відп} , хв	T _{шт} , хв	T _{п.з} хв	T _{шт-к} хв
1 Встановити, закріпити, зняти	–	0,16	–	3,5 % від T _{оп}	4,3% від T _{оп}	2,2% від T _{оп}	–	–	–
2 Точити поверхню Ø46,3 мм	0,08	0,14	–				–	–	–
3 Точити поверхню Ø44 мм	0,24	0,14	–				–	–	–
4 Точити поверхню Ø46,3 мм	0,18	0,14	–				–	–	–
5 Точити поверхню Ø49 мм	0,13	0,14	–				–	–	–
6 Точити поверхню Ø53 мм	0,13	0,16	–				–	–	–
Разом	0,76	0,88	1,64	0,057	0,07	0,036	1,8	18	1,85

Для операції 060 виконуємо технічне нормування, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.14.

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою 6.34:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вим}}, \text{хв}$$

де $T_{\text{уст}} = 0,19$ хв [6], с.42 карта 8 поз.7;

$T_{\text{пер}} = 0,18$ хв [6], с.108 карта 31 поз.2, 17;

$$T_{\text{пер}} = T_{\text{пер}2} + T_{\text{пер}3} + T_{\text{пер}4} = 0,18 + 0,04 + 0,18 = 0,4 \text{ хв}$$

$T_{\text{вим}} = 0,1$ [6], с.191 карта 86 поз.158;

$$T_{\text{вим}} = T_{\text{вим}2} + T_{\text{вим}3} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ хв}$$

									Арк.
									52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

Отже, допоміжний час становить:

$$T_d = 0,19 + 0,4 + 0,2 = 0,79 \text{ хв}$$

Результати заносимо до таблиці 6.14.

Технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових розраховуємо за формулами 6.35-6.37:

$$T_{оп} = 0,1 + 0,79 = 0,89 \text{ хв}$$

Підставляємо значення:

$$T_{шт} = 0,89 + 0,031 + 0,038 + 0,019 \approx 0,98 \text{ хв}$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{шт-к} = 0,98 + 23/333 \approx 1,05 \text{ хв}$$

Таблиця 6.14 – Нормування операції 060

Перехід	T_o , хв	T_d , хв	$T_{оп}$, хв	$T_{техн.обсл}$, хв	$T_{орг.обсл}$, хв	$T_{відп}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{п.з}$, хв	$T_{шт-к}$, хв
1 Встановити, закріпити, зняти	-	0,19	-	3,5 % від $T_{оп}$	4,3% від $T_{оп}$	2,2% від $T_{оп}$	-	-	-
2 Фрезерувати лиску 1	0,05	0,28	-				-	-	
3 Повернути заготовку на 180°	-	0,04	-				-	-	
4 Фрезерувати лиску 2	0,05	0,28	-				-	-	
Разом	0,1	0,79	0,89	0,031	0,038	0,019	0,98	23	1,05

										Арк.
										53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ					

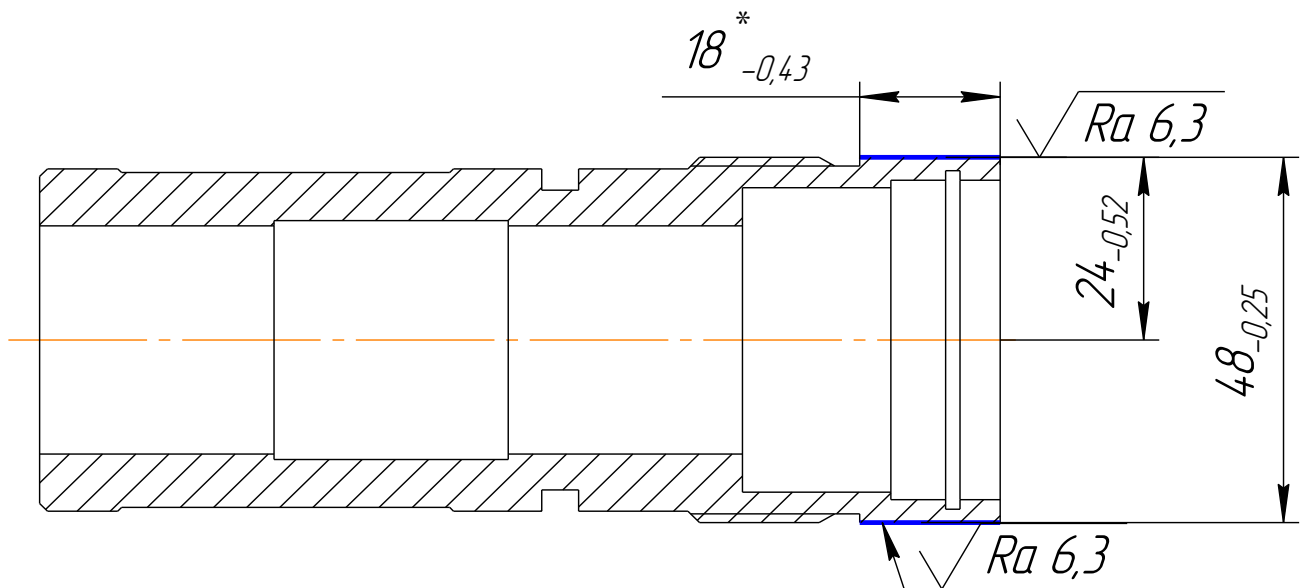
7 Проектування верстатного пристрою

На фрезерній операції виконується фрезерування двох лисок, які паралельні одна одній. Дана деталь є однією з складових частин гідравлічного штовхальника і до неї ставлять вимоги щодо точності розмірів, форми та розташування поверхонь. Для виконання даних вимог застосовується спеціальний пристрій, який має низьку похибку базування.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції рекомендую замість ручного затиску використовувати пневматичний.

Застосування пневмокамери має певний ряд переваг:

- збільшення продуктивності роботи;
- зменшення допоміжного часу;
- зменшення трудомісткості роботи;
- швидкість дії та простота в управлінні;
- забезпечення необхідних зусиль затиску;
- зменшення розряду працівника;
- збільшення стабільності параметрів по точності виконання операції.



					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Рисунок 7.1 – Ескіз фрезерної операції

Точність розмірів

На даній операції (рисунок 7.1) повинні формуватися два лінійних розміри ($24_{-0,52}$; $48_{-0,25}$).

$$T_{24} = 520 \text{ мкм};$$

$$T_{48} = 250 \text{ мкм.}$$

Для даних розмірів значення допусків відповідають стандартним.

Точність форми

Похибка форми торця ($\varnothing 42/\varnothing 52$) характеризується відхиленням від площинності (ГОСТ 24642-81) і нормується за ГОСТ 24643-81. Оскільки розглянута поверхня на ескізі не містить допуску форми, то зазначений допуск площинності беремо орієнтовно в межах 60% від допуску номінального розміру (48). Тому спочатку знаходимо значення допуску на даний лінійний розмір.

$$T_{48} = 250 \text{ мкм}$$

Тоді розрахункове значення допуску площинності буде дорівнювати:

$$T_{\square 48} = 0,6 \cdot 250 = 150 \text{ мкм}$$

Згідно [10] беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\square 48} = 160 \text{ мкм}$$

що відповідає 13 ступеню точності.

Точність розташування

Відхилення від паралельності не вказане на кресленні, тому його значення може перебувати в межах допуску на розмір, тобто:

$$T_{//48} = 0,6 \cdot 250 = 150 \text{ мкм}$$

Згідно [10, с.108] беремо найближче стандартне значення допуску паралельності:

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$T_{//48} = 100 \text{ мкм}$$

що відповідає 11 ступеню точності.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що зазначена на кресленні, має значення $Ra = 6,3$ мкм.

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 конструкція проектованого пристрою припускає застосування циліндричної оправки, то базовими поверхнями можуть виступати отвір $\text{Ø}40\text{H}9$ та один з торців заготовки ($\text{Ø}32/\text{Ø}40$; $\text{Ø}42/\text{Ø}52$).

Точність розмірів

Відповідно до креслення отвір діаметром 40 оброблений по IT9. Згідно [10, с.46] знаходимо значення допуску:

$$T_{\text{Ø}40} = 62 \text{ мкм}$$

Це означає, що діаметр отвору виконаний з параметрами:

$$\text{Ø}40 \text{ H}9 (+0,062)$$

Довжина отвору $33^{+0,62}$ мм. Відношення довжини отвору до його діаметра менше двох, що дає можливість використання отвору як подвійну опорну технологічну базу.

Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\text{Ø}40\text{H}9$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності.

Оскільки допуск циліндричності та круглості площинності не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах

									Арк.
									56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

допуску на розмір.

$$T_{\text{c}/\varnothing 40} = 0,3 \cdot 62 = 18,6 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{\text{c}/\varnothing 40} = 20 \text{ мкм},$$

що відповідає 8 ступеню точності [10, с. 110].

Похибка форми торця ($\varnothing 42/\varnothing 52$) характеризується відхиленням від площинності. Оскільки допуск площинності не вказується, то це означає, що він входить до складу допуску на номінальний розмір. Знаходимо значення допуску на номінальний розмір (найточніший розмір):

$$T_{\varnothing 42} = 250 \text{ мкм}$$

Тоді розрахункове значення допуску площинності:

$$T_{\square \varnothing 42/\varnothing 52} = 0,6 \cdot 250 = 150 \text{ мкм}$$

Згідно [10, с. 107] беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\square \varnothing 42/\varnothing 52} = 160 \text{ мкм}$$

що відповідає 13 ступеню точності.

Аналогічно розглядаємо торець отвору ($\varnothing 32/\varnothing 40$). Знаходимо значення допуску на номінальний розмір (найточніший розмір):

$$T_{\varnothing 32} = 52 \text{ мкм}$$

Тоді розрахункове значення допуску площинності:

$$T_{\square \varnothing 32/\varnothing 40} = 0,6 \cdot 52 = 31,2 \text{ мкм}$$

Згідно [10, с. 107] беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\square \varnothing 32/\varnothing 40} = 30 \text{ мкм}$$

									Арк.
									57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

що відповідає 10 ступеню точності.

Точність розташування

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю $\text{Ø}40\text{H}9$ і биття двох торців. Відносно поверхні отвору $\text{Ø}40\text{H}9$ допуск на радіальне биття згідно креслення:

$$T_{\nearrow \text{Ø}40} = 100 \text{ мкм}$$

Зазначене значення не відповідає стандартному, і тому згідно [10, с. 109] обираємо найближче стандартне значення.

$$T_{\nearrow \text{Ø}40} = 80 \text{ мкм}$$

що відповідає 9 ступеню точності.

Допуски торцевого биття торців $\text{Ø}32/\text{Ø}40$; $\text{Ø}42/\text{Ø}52$ не вказано на кресленні, тому беремо їх такими, що дорівнюють 60% від допуску на відповідні номінальні розміри (найточніші):

$$T_{\nearrow \text{Ø}32/\text{Ø}40} = 0,6 \cdot 52 = 31,2 \text{ мкм}$$

$$T_{\nearrow \text{Ø}42/\text{Ø}52} = 0,6 \cdot 250 = 150 \text{ мкм}$$

Згідно [10, с. 108] беремо найближчі стандартні значення допусків торцевого биття:

$$T_{\nearrow \text{Ø}32/\text{Ø}40} = 30 \text{ мкм}$$

$$T_{\nearrow \text{Ø}42/\text{Ø}52} = 160 \text{ мкм}$$

що відповідає 9 і 12 ступеням точності відповідно.

Шорсткість поверхонь зазначена на кресленні має $R_a = 6,3$ мкм. Це відповідає вимогам з точності, що висувається до базової поверхні.

Розрахунок сил затиску

Визначаємо силу затиску оправки за формулою:

$$W = \frac{2 \cdot k \cdot P_z \cdot D}{(D_1 + d) \cdot f}, \text{ Н} \quad (7.1)$$

де k – коефіцієнт запасу [3, с. 46];

									Арк.
									58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (7.2)$$

де $k_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання із-зі випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, $k_1 = 1,2$ – при чорновому фрезеруванні;

$k_2 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту [3, с.46, табл.9];

$k_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці поверхонь деталі які перериваються;

$k_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує постійність сили затиску в ЗМ;

$k_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ;

$k_6 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховується при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8$$

Приймаємо значення коефіцієнта запасу – $k = 1,8$

$D = 48$ мм – діаметр оброблюваної поверхні;

$D_1 = 40,031$ мм – діаметр бурта;

$d = 40,008$ мм – діаметр оправки;

$f = 0,7$ – коефіцієнт тертя [3, с. 46, табл.9];

$P_z = 926,7$ Н – сила різання.

Отже, сила затиску оправки становить:

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 926,7 \cdot 48}{(40,031 + 40,008) \cdot 0,7} = 2858 \text{ Н}$$

Пояснення вибору привода

Застосування механізованих верстатних пристроїв забезпечує значне підвищення продуктивності роботи верстатів та полегшує працю робітників при затисканні та розтисканні оброблюваних деталей в пристрої.

Для закріплення втулки в пристрої застосовуємо пневмокамеру двосторонньої дії.

Щоб визначити діаметр пневмокамери використовуємо формулу:

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 17090018-00 ПЗ				

$$W = \frac{\Pi}{4} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де D – діаметр пневмокамери;

$p = 0,4 \text{ МПа}$ – тиск стиснутого повітря;

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує втрати в пневмокамері.

Підставляємо всі значення в формулу та знаходимо діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\Pi \cdot \eta \cdot p}}, \text{ мм} \quad (7.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2858}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 0,4}} = 100,5 \text{ мм}$$

Приводимо до стандартного значення:

$D = 100 \text{ мм}$.

Розрахунок на міцність

Перевіряємо міцність деталі вісь за формулою:

$$\sigma = \frac{4 \cdot W}{\Pi \cdot D^2} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (7.5)$$

де $W = 2858 \text{ Н}$ – сила затиску оправки;

$D = 25 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр вісі;

$[\sigma] = 400 \text{ МПа}$ – допустиме значення межі міцності для вуглецевої сталі.

Підставляємо значення:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 2390}{3,14 \cdot 25^2} = 5 \text{ МПа}$$

Виконуємо перевірку:

$$\sigma = 5 \text{ МПа} < [\sigma] = 400 \text{ МПа}$$

Отже, вісь відповідає заданим параметрам міцності.

Розрахунки пристрою на точність

									Арк.
									60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \text{ мкм} \quad (7.6)$$

де $T = 250$ мкм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

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

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

$\varepsilon_6 = 11,6$ мкм – похибка базування заготовки в пристрої;

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили. Так, як на операції використовується механізований затискний пристрій то даною похибкою нехтують;

$\varepsilon_y = 15$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті;

$\varepsilon_n = 0$ – похибка перекосу інструменту (існує при обробці отвору осьовим інструментом);

ε_u – похибка, що виникає внаслідок зношування настановних елементів пристрою. Визначається за формулою:

$$\varepsilon_u = N \cdot \beta, \text{ мкм} \quad (7.7)$$

де $\beta = 0,001$ – постійний коефіцієнт, що залежить від виду елементів, що встановлюються і умов контакту поверхонь [4, с.109, табл.3.2];

$N = 10000$ шт – кількість контактів заготовки з опорою в рік;

$$\varepsilon_u = 10000 \cdot 0,001 = 10 \text{ мкм}$$

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

ω – середня економічна точність обробки. Так, як операція виконується на вертикально-фрезерному верстаті, то квалітет точності = 7 і становить 25 мкм

									Арк.
									61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

[4, с.214];

$\varepsilon_{\text{поз}} = 20$ мкм – похибка позиціонування.

Підставляємо значення:

$$\varepsilon_{np} = 250 - 1,2 \sqrt{(1,2 \cdot 112)^2 + 0^2 + 15^2 + 0^2 + 10^2 + (0,6 \cdot 25)^2 + 20^2} = 79 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск площинності відносно поверхні А, [11, с.109]:

$$\varepsilon_{np} = 100 \text{ мкм}$$

Опис та принцип дії пристрою

При обробці деталь встановлюється на жорстку оправку 12 з однієї сторони. Після цього повітря подається до без штокової порожнини пневмокамери. Тяга 7 переміщується та через конус 11 прижимає деталь з іншої сторони. Для того щоб розтиснути деталь потрібно повітря подати через пневморозподільник 2 до штокової порожнини пневмокамери і конус 11 повернеться в початкове положення.

									Арк.
									62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

ВИСНОВКИ

Під час виконання даного дипломного проекту було виконано наступне:

- проведено аналіз службового призначення виробу (штовхальника гідравлічного моторного) та його складової деталі – втулки. Крім цього було виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації;
- проведено аналіз технічних вимог на виготовлення втулки, де було проаналізовано точність розмірів та шорсткості, що ставлять до деталі;
- визначено тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску 5500 штук);
- базовий технологічний процес відповідає принципам проектування: поетапної обробки, постійності баз та суміщення конструкторських, вимірювальних і технологічних баз, тому не зазнав значних змін в маршрутній обробці;
- однак у зв'язку з оновленням обладнання токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1Н713 був замінений на верстат з ЧПК моделі 1723Ф3, це дало нам змогу зменшити час на обробку, та допоміжний час;
- на операції 015 токарно-копіювальна та 060 вертикально-фрезерна були розраховані режими різання на кожній перехід та норми часу;
- було розроблено креслення заготовки, та маршрутну карту на якій висвітлені операції 015 та 060;
- у відповідності з дрібносерійним типом виробництва та вимогами до дипломного проекту розроблено спеціальний верстатний пристрій, що забезпечує точність базування і надійність закріплення заготовки на операціях 055 та 060.

Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі

									Арк.
									63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

та надання їй конкурентоспроможності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» /Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 53 с.

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

3 Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.

4 Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.

5 Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.

6 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.

7 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні

									Арк.
									64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

9 ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов.

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

11 Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Минск, 1986.- 240 с.

12 Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков: Расчеты и конструкции. - 3-е изд., стереот. - М.: Машиностроение, 1966.

13 Чумаков Г.С. “Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов специальностей: 7.090202, 7.090203, 7.090204 всех форм обучения” – Сумы изд-во СумГУ, 1997 – 36с.

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

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Выбор способа получения исходной заготовки.

Расчет произвел(а) 23.05.2020 студент(ка) группы ТМ-61к Кривенко

Исходные данные

Форма детали - Тело вращения
Материал детали - Серый чугун и литейные стали (например 25Л)
Производственная программа - 5500 шт
Масса детали - 0,75 кг
Наибольший размер - 125 мм
Минимальная толщина - 4 мм
Форма детали - Маслота компрессора
Группа сложности отливки - 1 группа
Класс точности отливки - 7т

Допустимые методы получения и их стоимость

Литье в песчаные формы (машинная формовка): 0,66 грн
Кокильное литье: 0,55 грн

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Характеристика та дія на організм людини шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі.

Шкідлива речовина – це речовина, яка при контакті з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, які виявляють сучасними методами як у процесі роботи, так і у віддалені терміни життя теперішнього і наступних поколінь.

На промислових підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються в результаті технологічного процесу, або містяться в сировині, продуктах чи напівпродуктах, у відходах виробництва. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів або пари і діють негативно на організм людини.

Всі шкідливі речовини за характером дії на організм людини поділяються на шість груп:

I – загальнотоксичні або загальносоматичні речовини – речовини, які діють на центральну нервову систему, кров і кровотворні органи (сірководень (H_2S), ароматичні вуглеводні, чадний газ (CO), ціаністий водень (HCN), хлор (Cl_2), бром (Br_2)). За концентрацією цих речовин у повітрі повинен бути забезпечений безперервний контроль із сигналізацією про перевищення гранично допустимих концентрацій;

II – подразнюючі речовини – речовини, які діють на слизові оболонки очей, носу, гортані, шкіри (пари кислот, лугів, оксид Нітрогену (NO_2), оксиди Сульфуру (SO_2 і SO_3));

									Арк.
									67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

III – сенсibiliзуючі або алергени – речовини, які призводять до виникнення алергії (альдегіди, ароматичні нітро-, нітросо-, аміносполуки, акрилонітрил);

IV – канцерогенні або бластомогенні речовини – речовини, що призводять до виникнення ракових пухлин. Це продукти перегонки нафти і кам'яного вугілля (похідні антрацену, бензпірен, мазути, гудрони, бітуми, асфальти, мастила, дьоготь, бензол, хлористий вініл), пил азбесту, арсен(As), молібден (Mo), нікель), радіоактивні речовини;

V – мутагенні речовини – речовини, які призводять до зміни спадкової інформації (Pb, Mn, радіоактивні речовини);

VI – такі, що пригнічують репродуктивну функцію (меркурій, плюмбум, манган (Mn), радіоактивні сполуки, хлоропрен, нікотин).

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини, спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію даної речовини, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 год чи іншої тривалості (але не більше 40 год на тиждень) не призводить до зниження працездатності й захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не чинить несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні.

За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (Санитарных нормх проектирования промышленных предприятий” СН 245-71; ГОСТ 12.1005-88, ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-технические требования, а також ДСП 201-97):

1-й – речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше 0,1 мг/м³ (свинець, ртуть, озон та ін.);

									Арк.
									68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

2-й – речовини високонебезпечні, ГДК 0,1-1,0 мг/м³ (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги та ін.);

3-й – речовини помірно небезпечні, ГДК 1,1-10,0 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий та ін.);

4-й – речовини малонебезпечні, ГДК понад 10,0 мг/м³ (аміак, бензин, ацетон, гас та ін.).

У державних стандартах наведено більше 700 речовин, для яких встановлені значення ГДК (ГДК бензпірена = 0,00015мг/м³, ГДК_{Be} = 0,001мг/м³, ГДК_{Pb} = 0,01мг/м³).

За одночасного знаходження в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні користуються такою залежністю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1$$

де C_n – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

ГДК_n – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

До шкідливих речовин односпрямованої дії відносяться шкідливі речовини, які схожі за хімічною будовою та характером впливу на організм людини. Наприклад: фенол і ацетон, сірчистий газ і нітрогендіоксид, органічні кислоти.

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

Для речовин, які не мають ГДК, встановлені орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

Повітря робочої зони може забруднюватися пилом. Наслідки впливу виробничого пилу на організм залежать від його фізико-хімічних властивостей, токсичності, дисперсності, концентрації.

Пил буває органічним (рослинного та тваринного походження, наприклад:

									Арк.
									69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

деревний, бавовняний, кістковий), неорганічним (цементний, металевий) і змішаним.

Пил може бути токсичний і нетоксичний. Токсичний пил – це пил плумбуму, мангану, хрому тощо. Він може призводити до гострих або хронічних отруєнь. Нетоксичний пил – це пил чавуну, заліза, алюмінію, пластмас, скла, деревини тощо.

Вплив нетоксичного пилу на організм людини зводиться до фіброгенної дії, тобто викликає подразнення слизових оболонок, верхніх дихальних шляхів, а потрапляючи в легені викликає пневмоконіоз. Для цієї хвороби характерною ознакою є утворення в легенях фіброзних вузлів – ділянок ущільненої легеневої тканини. Відомі такі види пневмоконіозу: силікоз, металококоніоз, цементоз, азбестоз та інші. Найпоширенішим видом є силікоз – хвороба гірників, що спричинена пилом діоксиду кремнію (SiO₂).

Для контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень та робочих зон використовують наступні методи:

- експрес-метод, який ґрунтується на явищі колориметрії (зміні кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини) і дозволяє швидко та з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо у робочій зоні. Для цього використовують газоаналізатори (УГ-2, ГХ-4, СТХ-17, ФОН-1 та ін.);

- лабораторний метод, що полягає у відборі проб повітря з робочої зони і проведенні фізико-хімічного аналізу (хроматографічного, фотоколориметричного та ін.) у лабораторних умовах. Цей метод дозволяє одержати точні результати, однак вимагає значного часу.

- метод неперервної автоматичної реєстрації вмісту в повітрі шкідливих хімічних речовин з використанням газоаналізаторів та газосигналізаторів (ФКГ-ЗМ на хлор, "Сирена-2" на аміак, "Фотон" на сірководень, стаціонарні широкого спектра: ЩИТ-2, СПА-1, СТХ-18).

Запиленість повітря можна визначити ваговим, електроіндукційним, фотометричним та іншими методами. Найчастіше використовують ваговий метод.

						ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
							70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для цього зважують спеціальний фільтр до і після протягування через нього певного об'єму запиленого повітря, а потім вираховують вагу пилу в міліграмах на метр кубічний повітря.

Періодичність контролю стану повітряного середовища визначається класом небезпеки шкідливих речовин, їх кількістю, ступенем небезпеки ураження працюючих тощо. Контроль (вимірювання) може відбуватись неперервно, періодично протягом зміни, щоденно, щомісячно і таке інше. Неперервний контроль із сигналізацією (перевищення ГДК) повинен бути забезпечений, якщо в повітря виробничих приміщень можуть потрапити шкідливі речовини з гостроспрямованим механізмом дії.

До загальних заходів та засобів попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих належать:

- вилучення шкідливих речовин у технологічних процесах, заміна шкідливих речовин менш шкідливими і т. ін. Наприклад, свинцеві білила замінені на цинкові; метиловий спирт - іншими спиртами; органічні розчинники для знежирювання - мийними розчинами на основі води;

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосовування замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів тощо);

- автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами, за яких можливий безпосередній контакт працюючих з шкідливими речовинами;

- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укриттів;

- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очищення викидів у атмосферу;

- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;

- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;

									Арк.
									71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 17090018-00 ПЗ

- використання засобів індивідуального захисту.

					ТМ 17090018-00 ПЗ	Арк.
						72
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		