

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О. Іванов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА 240-400-2202**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.050502 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Левенець В.В

-

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року № 384

**Форма № Н-9.01**

**Державний вищий навчальний заклад**

**«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів  
та інструментів

\_\_\_\_\_ В.О. Іванов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

***Левенець Владислав Вікторович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Проектування технологічного  
процесу виготовлення гільзи циліндра 240-400-2202  
керівник проекту Динник Оксана Дмитрівна, канд. техн. наук, ст. викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «\_\_\_» червня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3.1 Креслення деталі «гільза циліндра 240-400-2202»

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 3000 штук

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення гільзи циліндру 240-400-2202

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

## 5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	10.05.23	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	12.05.23	
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>	14.05.2	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	16.05.23	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>	18.05.23	
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>	22.05.23	
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>	01.06.23	
8	<i>Висновки</i>	06.06.23	
9	<i>Список літературних джерел</i>	08.06.23	
10	<i>Додатки. Презентація</i>	10.06.23	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Левенець В.В.  
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Динник О.Д.  
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Сумський державний університет**

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

2023.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавра**

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 Прикладна механіка ,

(код та назва)

Технології машинобудування

(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення

гільзи циліндра 240-400-2202

Здобувача (ки) групи ТМс2-91к Левенця Владислава Вікторовича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

(підпис)

Владислав ЛЕВЕНЕЦЬ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник к.т.н. Оксана ДИННИК

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

(підпис)

Консультант<sup>1)</sup>

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

(підпис)

Суми – 2023

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: сторінок 68, рисунків 10, таблиць 15, літературних джерел 20.

Об'єкт дослідження – гільза циліндра 240-400-2202

Мета роботи – аналіз технологічного процесу механічної обробки гільзи циліндра 240-400-2202

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки гільзи циліндра 240-400-2202 проаналізовані вертикально-розточувальна та токарна автоматна операції. При цьому проведено обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В роботі розглянуті основні питання, пов'язані із нормуванням і розрахунком природного та штучного освітлення.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом відцентрового лиття, маршрутний технологічний процес виготовлення гільзи циліндра 240-400-2202, карта наладки на токарну автоматну операцію та креслення оправки секторної

ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВІДЦЕНТРОВЕ ЛИТТЯ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, РОЗТОЧУВАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ХОНІНГУВАННЯ, ЗЕНКЕР.

## ВСТУП

Створення конкурентоспроможного машинобудівного виробництва, здатного оперативно реагувати на вимоги та потреби споживачів, вимагає модернізації технології виробництва з одночасним збільшенням випуску продукції машинобудування.

В розвитку технології обробки матеріалів різанням сьогодні відбуваються принципіальні зміни, зокрема: інтенсифікація технологічних процесів на основі використання ріжучих інструментів із нових матеріалів, розширення в галузі застосування обладнання з ЧПК, створення роботизованих верстатних комплексів і гнучких виробничих систем з керуванням від ПК, підвищення розмірної і геометричної точності, що досягається при обробці.

Практичному здійсненню широкого використання типових технологічних процесів, оснастки і обладнання, засобів механізації і автоматизації відповідних сучасним досягненням науки і техніки, сприяють Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), що забезпечує для всіх підприємств та організацій системний підхід до оптимізації вибору методів і засобів технологічної підготовки виробництва (ТПВ). Єдність структур і положень ТПВ передбачає взаємозв'язок її з іншими функціональними підсистемами автоматизованих систем керування (АСК) всіх рівнів з використанням технологічних засобів обробки інформації.

Технологічна підготовка виробництва, що здійснюється на принципах, встановлених стандартами ЄСТПВ, створює умови для максимального скорочення строків цієї підготовки, швидкого освоєння нової техніки, всебічного вдосконалення технології і організації виробництва, запуск в виробництво виробів, відпрацьованих на технологічність, широке використання типових технологічних процесів, стандартизація і уніфікація обладнання, технологічної оснастки і інструмента, автоматизація і механізація інженерно-технічних і управлінських робіт.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Гільза циліндра 240-400-2202 є однією з найважливіших деталей двигуна внутрішнього згорання автомобіля ЗІЛ 153. Двигун автомобіля ЗІЛ 153 складається з наступних основних вузлів і механізмів:

- блоку циліндрів з кривошипно-шатунним механізмом;
- газорозподільного механізму;
- системи охолодження і змащення;
- системи живлення;
- системи запалювання.

Кривошипно-шатунний механізм сприймає тиск газів, що утворюються в результаті згорання паливної суміші, і перетворює прямолінійні зворотно-поступальні рухи поршнів в обертальні рухи колінчастого валу. Одними з основних деталей механізму є деталі циліндро-поршневої групи (ЦПГ): гільза циліндра 4, поршень 1, поршневі кільця і палець 2 (рис. 1.1) Деталі ЦПГ працюють під впливом високих температур і сил інерції, що виникають при згорянні палива.

Кривошипно-шатунний механізм включає в себе чотири циліндри, розміщених в блоці з поршнями, шатунами і колінчастим валом (рис.1.1).

Двигун автомобіля ЗІЛ 153 характеризується такими параметрами:

- ступінь стиснення 6 ... 15
- середня швидкість поршня: 9 ... 15 м / с;
- коефіцієнт наповнення: 0,75 ... 0,85;
- коефіцієнт надлишку повітря: 0,75 ... 0,95.

Основними вимогами, що ставлять до двигунів внутрішнього згорання, є економічність, надійність роботи, простота складання та обслуговування, зручність маневрування й управління, плавність у роботі і відсутність вібрацій. Двигун автомобіля повинен мати якомога менші габаритні розміри і вагу.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

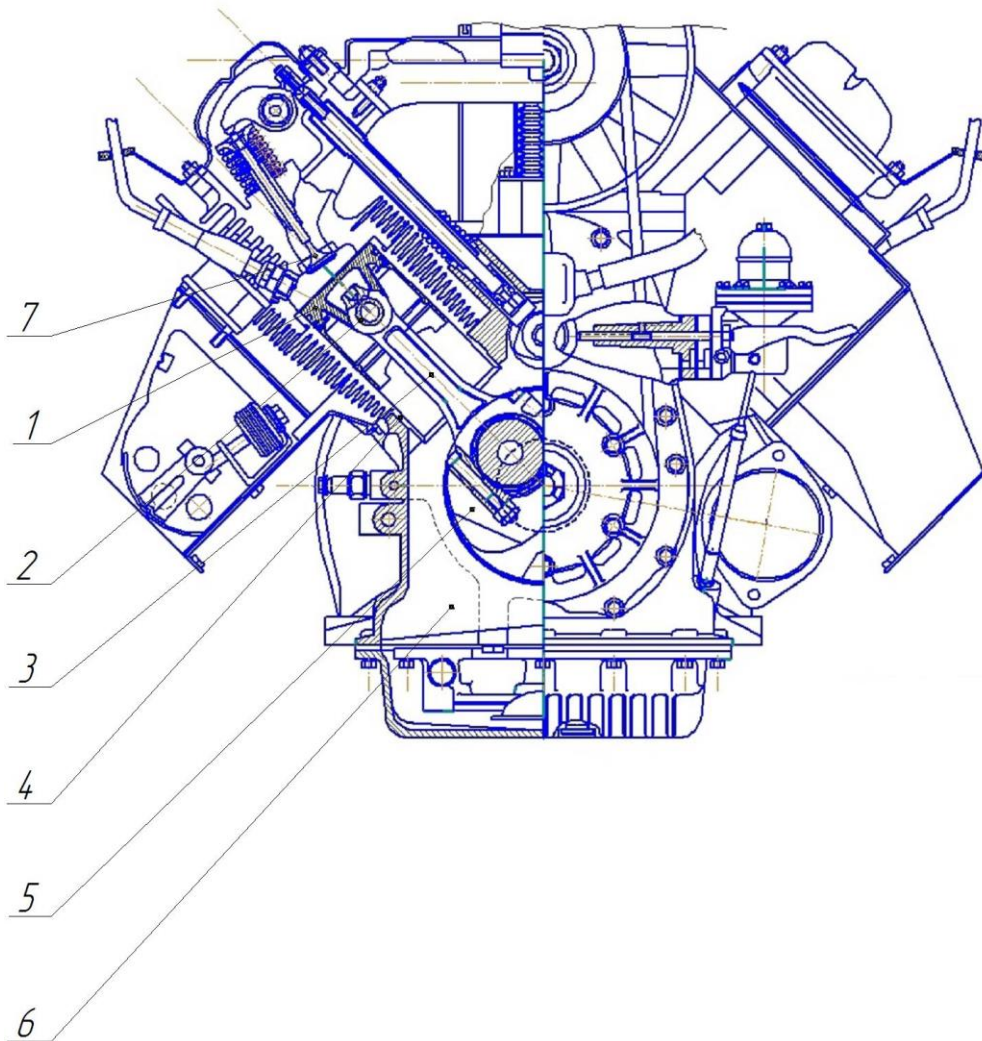


Рисунок 1.1 – Ескіз складального вузла (двигун внутрішнього згорання)

За оцінкою фахівців, однією з ланок, що найбільш лімітують показники надійність ДВЗ, є гільза циліндрів, яка працює разом із поршнями і кільцями, утворюючи об'єм, в якому теплова енергія процесу згорання палива перетворюється в механічну енергію. Її основний показник якості - ресурс, який повинен становити для автомобіля 400 - 500 тис.км пробігу. Гільзи циліндрів ДВЗ працюють в умовах високотемпературного зносу, характеризуються встановленим ресурсом і тому до них висувають такі вимоги:

- здатність витримувати високі тиску від процесу згорання, механічні та теплові впливи, що виникають від роботи двигуна і зберігати постійні розміри;
- висока зносостійкість;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ - 20090026. 00. ПЗ

Арк.

8



– здатність передавати тепло від процесу згоряння в охолоджуючу середу.

Блок циліндрів відливають із чавуну і в нього запресовують гільзи, що виготовляються зі спеціального чавуну (табл.1.1.). Ззовні гільзи омиваються охолоджувальною рідиною. Внутрішня поверхня А (рис.1.2) є напрямною для поршня і камерою спалювання паливної суміші.

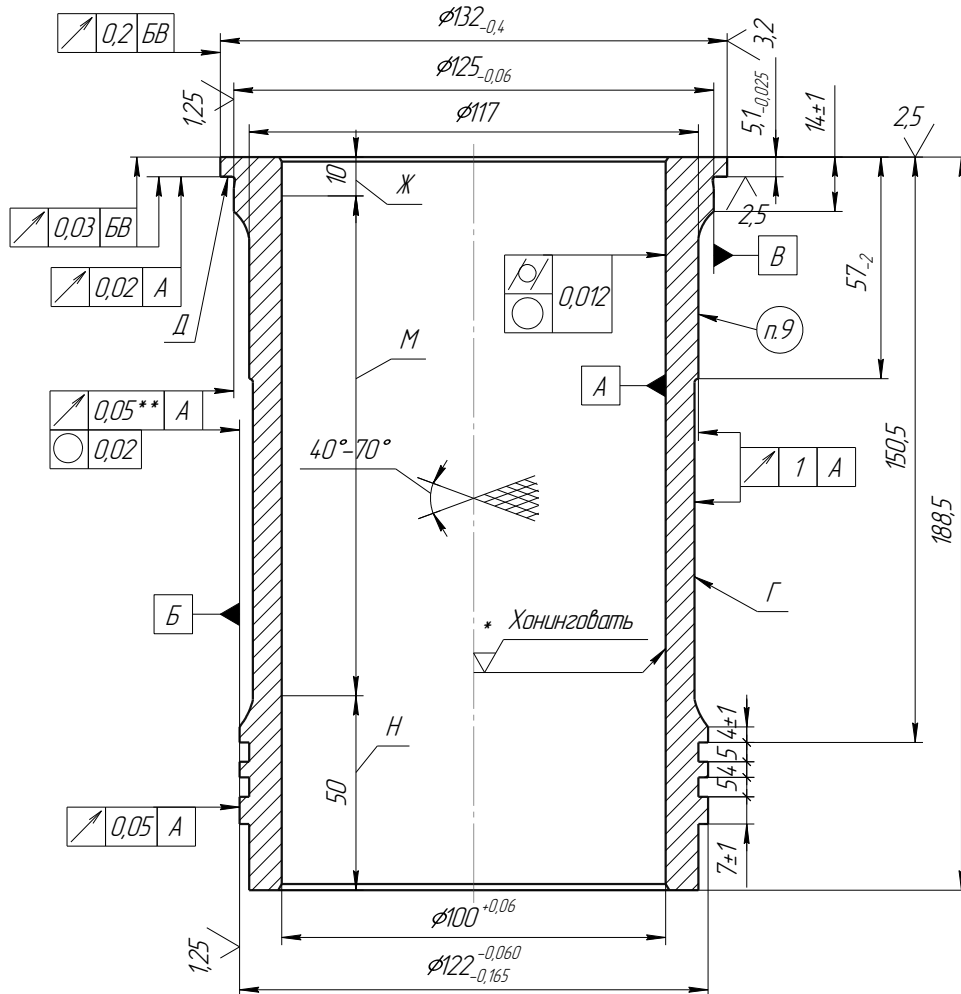


Рисунок 1.2 – Ескіз гільзи циліндра

Гільза циліндра є однією з найбільш важливих деталей блоку циліндрів. Вона відноситься до гільзам "мокрого" типу. Для ущільнення з'єднання гільзи з блоком циліндрів призначені гумові кільця круглого перетину. У верхній частині кільце встановлюється під бурт (поверхня Д) (рис.1.1) в проточку гільзи глибиною  $0,45 \pm 0,15$  мм з  $R = 0,8-0,4$ мм.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ - 20090026. 00. ПЗ

У нижній частині гільзи встановлюється два кільця в канавках гільзи розмірами:  $\varnothing 117 \pm 0,2$ .

Гільза відноситься до тіл обертання. Максимальний діаметр  $\varnothing 132_{-0,4}$ , внутрішній діаметр  $\varnothing 100^{+0,06}$ , довжина  $188,5 \pm 0,575$  мм, максимальна товщина стінки складає 16 мм (на бурти), а мінімальна - 7,5 мм.

Основними поверхнями деталі є робочі поверхні, які несуть функціональне навантаження і базові поверхні. До робочих поверхонь відносяться поверхню А (рис.1.2), яка утворює камеру згоряння палива. Її характеризує висока точність розмірів ( $\varnothing 100^{+0,06}$  мм), форми (допуск круглості і циліндричної 0,012 мм), низька шорсткість (геометрія поверхні А повинна являти собою плосковершинний характер з  $Rz = 6-8$  мкм,  $Ra = 0,6-1,0$  мкм,  $R_{max} = 9-12$  мкм із середнім відстанню між западинами  $S_m = 0,06-0,130$  мм).

В процесі експлуатації деталь працює в дуже важких умовах циклічних навантажень, високих температур (до  $2500^{\circ}\text{C}$ ) і тисків ( $35^{\text{кгс}/\text{см}^2}$ ). Камера згорання, утворена гільзою, повинна бути герметичною і зносостійкою, оскільки по дзеркалу робочої поверхні А (рисунок 1.2) з частотою до 2100 об/хв ковзає поршень з поршневыми кільцями.

Зовнішні поверхні гільзи стикаються з охолоджувальною сорочкою блоку циліндрів, усередині якої циркулює охолоджуюча рідина. Температура охолоджуючої рідини в робочому режимі не повинна перевищувати  $85 \dots 90^{\circ}\text{C}$ .

На основі аналізу креслення гільзи, робимо висновок, що поверхні деталі можна поділити на виконавчі, основні конструкторські бази (ОКБ), допоміжні конструкторські бази (ДКБ) та вільні (рисунок 1.2). Поверхні В, Б і Д є основними конструкторськими базами, за допомогою яких гільза встановлюється в блоці циліндрів. При цьому поверхні В і Б утворюють подвійну напрямну базу, позбавляючи деталь 4-х ступенів свободи, а поверхня Д - опорна база, позбавляє деталь ще 1-го ступеня свободи. Верхній торець деталі є допоміжною конструкторською базою, на яку через ущільнювальну прокладку встановлюється головка блоку циліндрів. Раніше перераховані проточки і канавки у верхній і нижній частинах гільзи також є допоміжними конструкторськими базами для

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ущільнювальних гумових колекцій. Решта поверхні гільзи є вільними, формуючи загальну конструкцію деталі.

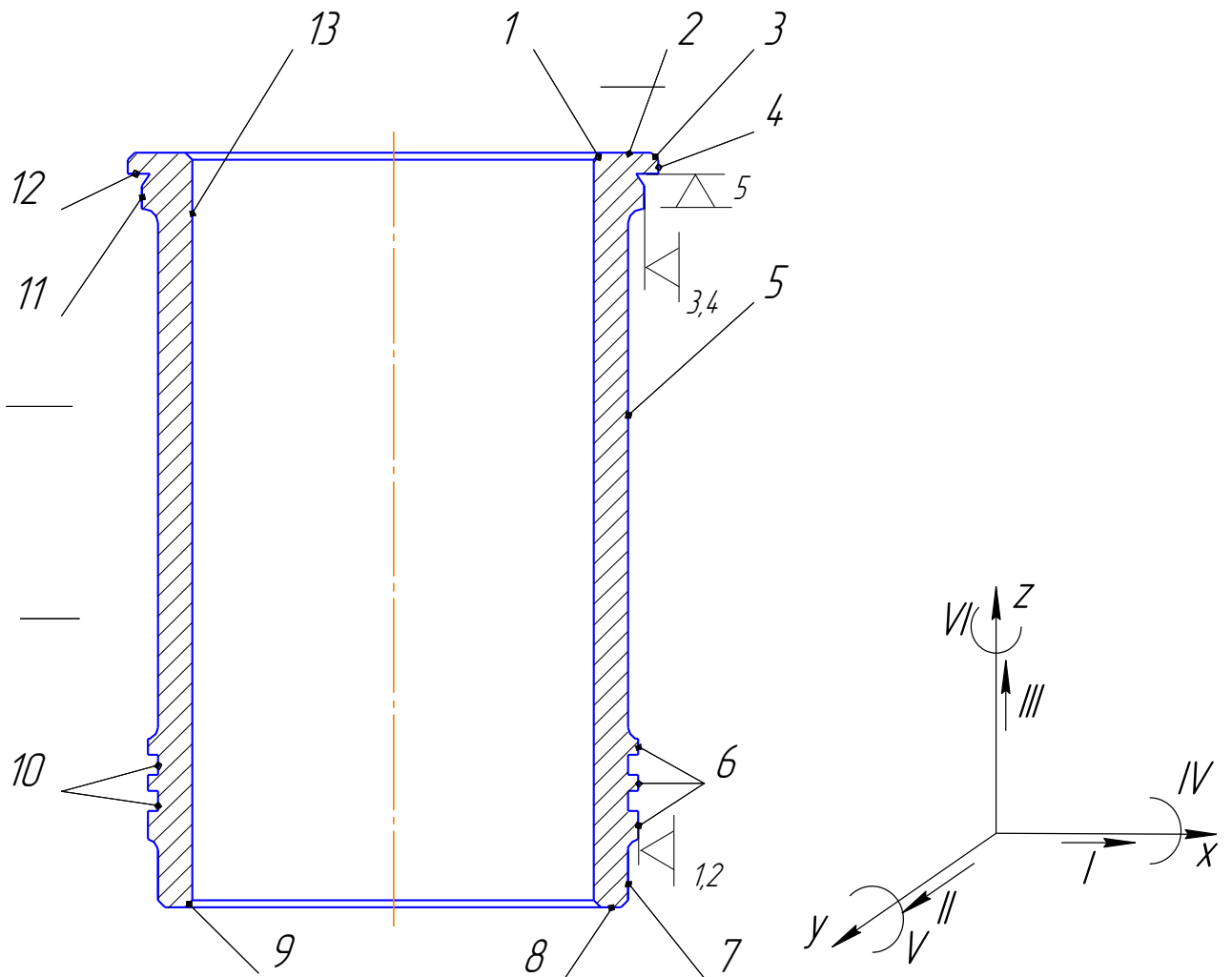


Рисунок 1.2 – Класифікація поверхонь гільзи і схема базування у вузлі

Проаналізувавши схему базування гільзи циліндра у виробі, можемо зробити висновок, що вона відповідає схемі базування довгих циліндричних деталей. Таким чином, зовнішня циліндрична поверхня виступає у ролі подвійної напрямної бази, а торець пояса 4 є опорною базою. Таким чином, під час встановлення гільзи циліндра у вузлі, вона позбавляється п'яти ступенів вільності, що достатньо для виконання її функціонального призначення (таблиці 1.3 - 1.4) [5].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 1.3 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	I,II,IV,V	Подвійна напрямна база
5	III	Опорна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 1.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
$\alpha$	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	0	1	

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Креслення деталі представлено поздовжнім розрізом і двома місцевими виносками. Технічні вимоги викладені на полі креслення у вигляді умовних позначень і текстом над основним написом. Представлена інформація дає повне уявлення про конструкцію деталі і цілком достатня для якісного її виготовлення.

Гільза циліндру має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям.

Матеріал гільзи – чавун спеціальний на основі сірого чавуну, хімічний склад якого наведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну спеціального

Масова частка елемента, %								
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	Mo	P
3,0-3,4	1,8-2,2	0,6-0,8	0,3-0,5	0,22-0,5	0,5	0,1	0,5	0,25

Механічні властивості матеріалу:

- Межа міцності при розтягуванні не менше 21 кгс / мм<sup>2</sup>, при вигині не менше 44 кгс / мм<sup>2</sup>.

Твердість металевої основи 197 ... 241 НВ.

Гільза повинна мати мікроструктуру чавуну по ГОСТ 3443-87:

- Графіт за формою пластинчастий прямолінійний ПГф1, ПГФ2; за розподілом рівномірний з колоніями пластинчастого графіту ПГр1, ПГр3;

- Допускається фосфідна евтектика дрібнозерниста і гольчаста ФЕЗ і ФЕ4, з розподілом включень евтектики у вигляді розірваної сітки ФЕр1, ФЕр2; металева основа - перліт пластинчастий і зернистий ПТ1, ПТ2 за кількістю П96 (Ф4) дисперсністю Пд05-1,0-1,4.

Виходячи з службового призначення робочої поверхні А, до неї ставлять високі вимоги щодо точності:

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ - 20090026. 00. ПЗ				

- Точність розміру ( $\text{Ø}100^{+0,06}\text{мм}$ );
- Точність форми (допуск круглості і циліндричності  $0,012\text{мм}$ );
- Шорсткість (геометрія поверхні А повинна являти собою плосковершинний характер з  $R_z = 6-8\text{мкм}$ ,  $R_a = 0,6-1,0\text{мкм}$ ,  $R_{\text{max}} = 9-12\text{мкм}$  із середньою відстанню між западинами  $S_m = 0,06-0,130\text{мм}$ . Відносна опорна довжина профілю повинна скласти  $60-85\%$  на рівні  $2\text{мкм}$  від базової лінії) і висока міцність (межа міцності при розтягуванні не менше  $21\text{кгс} / \text{мм}^2$ , при вигині не менше  $44\text{кгс} / \text{мм}^2$ ).

Недотримання цих вимог може призвести до виникнення теплових зазорів і заклинювання поршнів, або навпаки, перекоосу останніх і підвищеного зносу робочих поверхонь гільзи і поршня.

Геометрія дзеркала гільзи повинна являти собою сітку пересічних штрихів западин і гребінців шорсткості, одержуваних після хонінгування. Така обробка сприяє утриманню масла в западинах і покращує зносостійкість гільзи.

Виходячи з вимог підвищеної міцності гільза не повинна мати тріщин, раковин, місцевої рихлості, шлакових засмічень, сторонніх включень та інших дефектів. На поверхні А не допускаються подряпини, і інші дефекти, які можуть бути концентраторами напружень і привести до їх "розвитку" і подальшого катастрофічного зносу. Разом з тим, на зовнішніх поверхнях допускаються деякі перераховані вище дефекти

- Раковини трохи більше  $5\text{мм}$  на нижньому торці з виходом фаски і на верхньому посадковому паску;
- Раковини трохи більше  $3\text{мм}$  на кожній циліндричній поверхні нижнього посадочного паска;
- Чорнота глибиною не більше  $1\text{мм}$  за винятком посадочних пасків.

Це пов'язано з тим, що на цих ділянках не відбувається контакту дзеркала гільзи з поршнем.

Обґрунтовано високі вимоги висуваються і до посадочних поверхонь Б і В, розміри яких виконані з точними граничними відхиленнями ( $\text{Ø}122_{-0,06}\text{мм}$  і  $\text{Ø}125_{-0,06}\text{мм}$ ), допуск круглості  $0,02\text{мм}$ , а допуск радіального биття дорівнює  $0,05\text{мм}$ . Невиконання цих вимог може привести до збільшення або зменшення

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зазору при посадці гільзи в блоці циліндрів, що в процесі експлуатації може перерозподілити величину теплових зазорів сполучених пар і привести до підвищеного їх зносу і навіть заклинювання, що, в свою чергу, може призвести до перекосу гільзи при її установці в блоці циліндрів, в результаті чого відбудуться перекоси і в кривошипно-шатунного механізмі, що спричинить за собою різке односторонній знос шатунних пар і шийок колінчастого вала, знизивши термін його служби.

Гільза циліндрів виконує одну з основних функцій в роботі двигуна внутрішнього згоряння автомобіля ЗІЛ 153, і викладені вимоги щодо точності розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь, їх шорсткості і твердості цілком обґрунтовані і відповідають рівню сучасного машинобудування.

На вільні поверхні граничні відхилення беруться по 14 квалітету, а шорсткість поверхонь становить  $Ra = 12,5$  мкм., оо цілком обґрунтовано.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА, ТАКТУ ВИПУСКУ ТА ПАРТІЇ ЗАПУСКУ

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{3,0}$ , який показує відношення всіх різних технологічних операцій, підлягаючих виконанню підрозділом до числа робочих місць [2]

$$K_{3,0} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.1)$$

де  $\Sigma O$  - сумарна кількість операцій;

$\Sigma P$  - сумарна кількість робочих місць.

Річна програма програма виробів  $N = 3000$  шт.

Режим роботи підприємства - 2 зміни на добу. Для зручності розрахунки заносимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 - Обґрунтування типу виробництва

Номер операції	Операція	$T_{шт}$	$m_p$	P	$\eta_{зф}$	O
005	Токарна багаторізева	2,25	0,040	1	0,040	18
010	Вертикально-розточувальна	2,15	0,039	1	0,039	18
015	Автоматна токарна	2,53	0,046	1	0,046	14
020	Вертикально-розточувальна	1,59	0,036	1	0,036	20
025	Автоматна токарна	3,01	0,054	1	0,054	12
030	Хонінгувальна	2,52	0,045	1	0,045	16
035	Токарна копіювальна	1,51	0,034	1	0,034	21
040	Токарна копіювальна	1,54	0,035	1	0,035	21
045	Хонінгувальна	1,70	0,031	1	0,031	22
050	Хонінгувальна	1,03	0,019	1	0,019	37
	Разом			10		199

Маючи штучний час по кожній операції, визначаємо кількість верстатів

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зп}}, \quad (3.2)$$

де  $N$  - річна програма випуску, шт;

$T_{шт}$  - норма штучного часу, хв;

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$F\partial$  - дійсний річний фонд часу, год;

$n_p$  - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

Визначаємо кількість верстатів на операції 005:

$$m_p = \frac{3000 \cdot 2,25}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,029$$

Приймаємо  $P = 2$  верстати . Решту розрахунків заносимо до таблиці 3.1

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ф} = m_p / P, \quad (3.3)$$

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,041}{1} = 0,041$$

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці визначається по формулі:

$$O = \frac{n_{з.н.} \cdot t}{n_{з.ф.}} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,75}{0,041} = 17,5 \approx 18, \text{ приймаємо } O = 18$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{199}{10} = 19,9$$

Значення коефіцієнта закріплення операцій -  $K_{з.о.} = 19,9$  ( $10 < 19,9 < 20$ ) відповідає середньосерійному типу виробництва [5].

Середньосерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями і порівняно великим об'ємом випуску, що періодично повторюються. Коефіцієнт закріплення операцій 10-20.

При середньосерійному типі виробництва використовується універсальне і спеціалізоване устаткування. Широко застосовуються верстати з ЧПК, оброблювальні центри, а також гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПК, зв'язані транспортуючими пристроями.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Устаткування розставляється по технологічних групах, по наочно-замкнених ділянках.

Технологічне оснащення в основному універсальне. Широко застосовується універсально-складальне, переналагоджуване технологічне оснащення.

В якості початкових чавунних заготовок використовується литво в землю, відцентрове і під тиском.

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

Залежно від особливості технології виробництва і об'єму випуску забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, проте застосовується і пригін по місцю, компенсація розмірів.

Кваліфікація робочих вище чим в масовому виробництві, але нижче чим в одиничному. Разом з робочими, що працюють на універсальному устаткуванні використовуються робочі-оператори, що працюють на заздалегідь налагоджених верстатах.

Вживаний ріжучий інструмент - універсальний і спеціальний. Вимірювальний інструмент - калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

Відповідно до даного типу виробництва і порядку виконання операцій, розташування технологічного устаткування встановлюється групова форма організації технологічного процесу, що характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів.

Визначаємо кількість деталей у партії:

$$n = \frac{N_p \cdot a}{254} \quad (3.1)$$

де  $N_p$  - річна програма випуску, шт;

$a$  - періодичність запуску [3].

$$n = \frac{3000 \cdot 24}{254} = 309,7 \text{шт}$$

Приймаємо  $n = 310$  шт.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на проектування, технологічну підготовку виробництва, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт виробу при забезпеченні необхідного його якості.

Аналіз матеріалу деталі показує, що використання для е виготовлення спеціального чавуну цілком обґрунтовано і пояснюється високими характеристиками міцності, тепловими і зносостійкими властивостями. Крім того, чавун добре ллється і обробляється на металорізальних верстатах. При обробці твердосплавними пластинами типу ВК8, ВК6 чавун дає шорсткість поверхонь в межах  $Ra = 20-1,6$  мкм, що цілком прийнятно для проекрованої технології механічної обробки деталі.

Заготовки гільзи виготовлюють в заводських умовах методом відцентрового лиття на машинах з горизонтальною віссю обертання мод. 4937А. Цей метод забезпечує високу продуктивність, точність, мінімальні припуски і собівартість виробництва. Відцентрове лиття не викликає ніяких труднощів, тому що деталь має просту конфігурацію, що і дозволяє отримати форму заготовки близьку до форми готової деталі.

Деталі за своєю конфігурацією проста і являє собою тонкостінний циліндр з відношенням довжини до діаметра  $l / d = 188,5 / 132 = 1,43$ . Таким чином, деталь досить жорстка і дозволяє при механічній обробці використовувати високопродуктивне обладнання. Збільшення діаметрів гільзи плавне, спрямоване в одну сторону без різких перепадів. Внутрішня порожнина гільзи гладка, без ступенів, одного діаметра  $\varnothing 100^{+0,06}$  мм напроход.

До нетехнологічних конструктивних елементів деталі слід віднести отримання проточки під її верхнім бурти на діаметрі  $\varnothing 125_{-0,06}$  мм з поглибленням всередину на величину  $0,45 \pm 0,15$  мм і в бік бурту на величину  $3-0,5$  мм при радіусі  $R0, 8_{-0,4}$  мм.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нетехнологічна обробка трьох кільцевих канавок в нижній частині гільзи. Бурти мають 4 фаски  $0,3-0,2 \times 45^\circ$ , а западини канавок мають скруглення радіусом  $R0,6 \pm 0,3$  мм. Це ускладнює обробку гільзи.

Деяку складність, внаслідок необхідності використання спеціального оснащення або обладнання, являє собою обробка перехідних ділянок між зовнішніми ступенями гільзи  $\varnothing 125_{-0,06} / \varnothing 117$  мм,  $\varnothing 115 / \varnothing 122_{-0,06}$  мм, по радіусу  $R7^{+1,5}$  мм. Нетехнологічним, з точки зору механічної обробки, є отримання точних розмірів  $\varnothing 125_{-0,06}$  мм,  $\varnothing 100^{+0,06}$  мм,  $\varnothing 122_{-0,06}$  мм,  $\varnothing$  мм, забезпечення радіальних і торцевих биття в межах  $0,05-0,03$  мм, допусків профілю поздовжнього перерізу  $0,02$ , а також отримання низької шорсткості в межах  $Ra = 0,6-1,0$  мкм.

На кресленні деталі використовується комбінований метод проставлення розмірів, що забезпечує безпосереднє їх вимір в процесі обробки. У загальному випадку розмірні ланцюги забезпечують однозначне визначення всіх конструктивних елементів деталі.

Порівняно високі вимоги до точності одержуваних розмірів, форми і взаємного розташування забезпечуються шляхом дотримання принципу сталості та єдності баз, а також обробкою максимально можливої кількості поверхонь з однієї установки.

Аналіз деталі на технологічність показав, що в цілому деталь технологічна і в процесі механічної обробки труднощів не передбачається.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основною умовою раціональної технології є максимальне приближення форми та розмірів заготовки до форми та розмірів готової деталі, тому проектування заготовки є важливим етапом проектування технологічного процесу.

Вихідними даними для вибору заготовки є:

матеріал деталі – чавун спеціальний,

маса деталі  $m_{\partial} = 3,89$  кг,

річна програма випуску  $N=3000$  шт,

тип виробництва – середньосерійний.

Данну деталь можна отримувати декількома методами: литвом в металеві форми (кокіль) та відцентровим литтям. Виливки типу тіл обертання (труби, кільця, втулки, гільзи і т. ін.) доцільно отримувати відцентровим способом лиття з обертанням форми навколо горизонтальної осі, цей метод дає можливість отримати щільну дрібнозернисту структуру.

У заводських умовах використовується спосіб відцентрового лиття на машині мод. 4937А з горизонтальною віссю обертання. Це високопродуктивний і досить точний метод отримання лиття, однак для його обґрунтування необхідно провести техніко-економічні порівняння двох альтернативних способів по їх собівартості.

Визначимо собівартості отримання заготовок відцентровим литтям і литтям у кокіль за формулою [2], с. 31:

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_e \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де  $C_{центр} = 2800$  грн / т - вартість отримання 1т заготовок методом відцентрового лиття;

$C_{кокіль} = 2690$  грн. / т - вартість отримання 1т заготовок методом лиття в кокіль.

$S_{відх} = 330$  – вартість 1 тони відходів, грн; [2], с.32, табл.2.7;

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_c = 1,0$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності; [2], с.33, табл.2.8;

$K_g = 1,0$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу; [2], с.33, табл.2.8;

$K_M = 0,82$  – 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;

$q = 3,97$  – маса деталі, кг.

Визначаємо собівартість виготовлення заготовки методом відцентрового лиття:

$$S_{заг} = \left( \frac{2800}{1000} \cdot 6,18 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1,0 \right) - (6,18 - 3,97) \cdot \frac{330}{1000} = 27,16 \text{ грн}$$

При методі отримання заготовок литтям в кокіль, вартість останніх дорівнює:

$$S_{заг} = \left( \frac{2690}{1000} \cdot 6,18 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1,0 \right) - (8,3 - 3,97) \cdot \frac{330}{1000} = 32,36 \text{ грн}$$

Таким чином отримання заготовок методом відцентрового лиття по вартості дешевше, ніж лиття в кокіль.

При конструюванні заготовки користуємося ГОСТ 26645-85 та визначаємо:

- клас розмірної точності 8;
- ступінь жолоблення елементів виливка 7;
- ступінь точності поверхонь 10;
- шорсткість поверхні виливки  $Ra = 12,5 \mu\text{м}$ ;
- клас точності маси 7.

Тоді точність відливки 8-7-10-7т С<sub>м</sub> 0,8 ГОСТ 26645-85.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі по ГОСТ 26645-85. Дані заносимо до таблиці 5.1.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85

Номинальний розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми розміщення елементів вилівка, мм	Загальний допуск, мм	Вид механічної-обробки	Половина загального допуску, мм	Ряд припусків	Величина припуску, мм	Остаточний розмір, мм
	Табл. 1	Табл. 2	Табл. 16		Табл. 9	Табл. 14	Табл. 6	
Ø132	1,6	0,64	1,8	чорнова	0,9	5	1,6	135,2 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,5</sub>
Ø125	1,6	0,5	1,8	тонка	0,9	4	2,6	130,2 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,5</sub>
Ø122	1,6	0,5	1,8	чистова	0,9	4	2,4	126,8 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,5</sub>
Ø115	1,6	0,5	1,8	чорнова	0,9	5	1,6	118,2 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,5</sub>
Ø100	1,4	0,5	1,8	тонка	0,9	4	2,6	94,8±0,9
188,5	1,8	0,8	2,2	чорнова	1,1	5	1,9	192,3 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,6</sub>
5,1	0,7	0,5	1,0	тонка	0,5	4	1,8	6,9 <sup>+0,7</sup> <sub>-0,3</sub>
14	0,9	0,5	1,2	чорнова	0,6	5	1,3	15,3 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>
146,5	1,6	0,64	1,8	чорнова	0,9	5	1,6	148,1 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,5</sub>
25	1,0	0,5	1,2	чорнова	0,6	5	1,3	26,3 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,4</sub>

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

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \rho, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де  $V_{заг}$  - загальний об'єм, який складається з простих фігур, мм<sup>3</sup>;

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

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ - 20090026. 00. ПЗ				

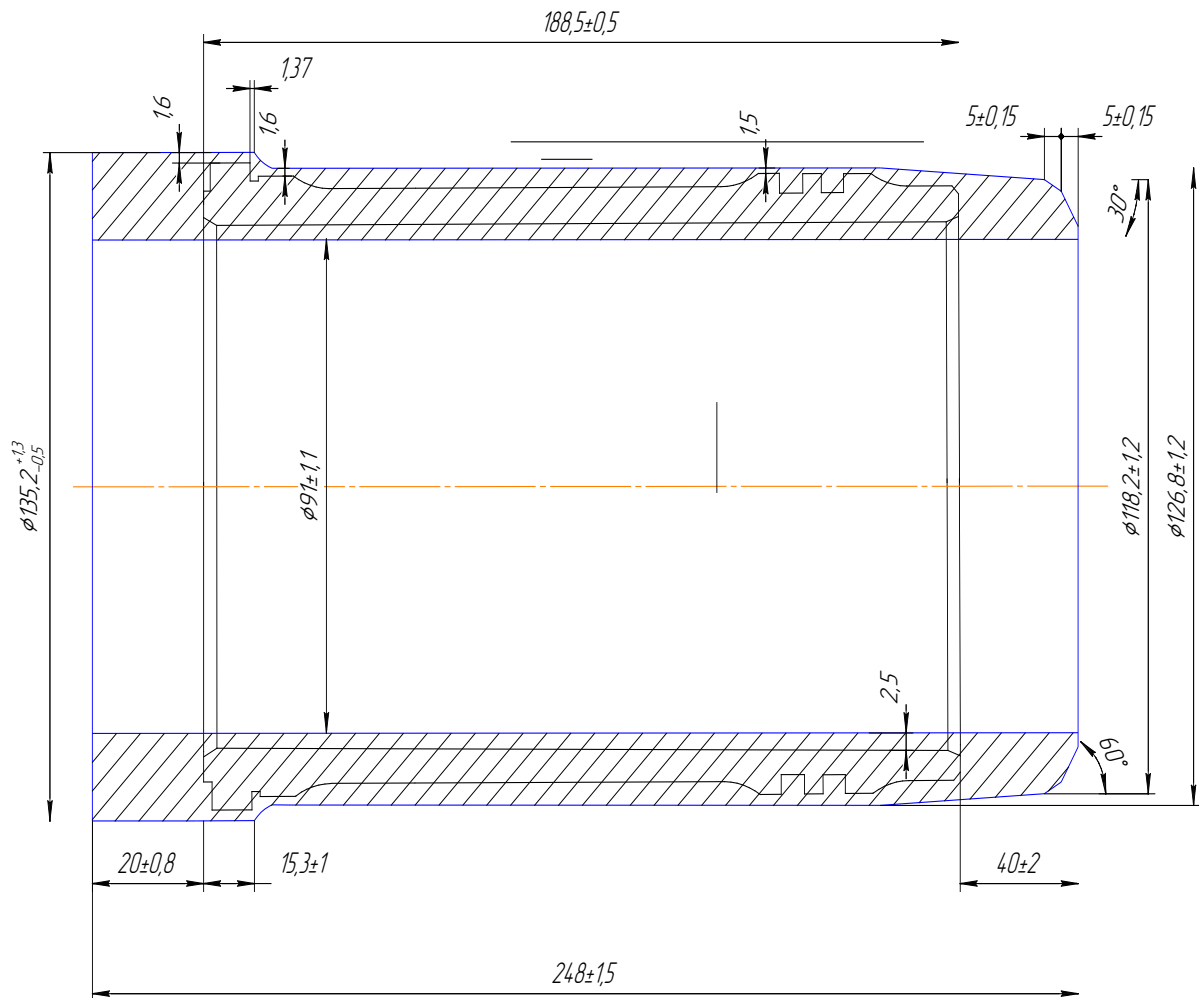


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки, виконаної методом відцентрового лиття

Визначаємо загальний об'єм. Для цього розіб'ємо заготовку на елементарні фігури та знайдемо їх об'єми за формулами:

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

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L, \text{ мм}^3, \text{ мм}^3 \quad (5.3)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 135,9^2}{4} \cdot 6,9 = 100036,31 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 130,2^2}{4} \cdot 8,4 = 111781,75 \text{ мм}^3$$

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H(R^2 + R \cdot r + r^2), \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ - 20090026. 00. ПЗ

Арк.

24



$$V_3 = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 16,5 \cdot (65,1^2 + 65,1 \cdot 59,1 + 59,1^2) = 199731,35 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 118,2^2}{4} \cdot 104,5 = 1146095,75 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 11,8 \cdot (63,4^2 + 63,4 \cdot 59,1 + 59,1^2) = 139059,98 \text{ мм}^3$$

$$V_6 = \frac{3,14 \cdot 126,8^2}{4} \cdot 26,3 = 331943,30 \text{ мм}^3$$

$$V_7 = \frac{3,14 \cdot 118,2^2}{4} \cdot 8,9 = 97610,07 \text{ мм}^3$$

$$V_8 = \frac{3,14 \cdot 91,1^2}{4} \cdot 192,3 = 1255563,39 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг}} = 100036,31 + 111781,75 + 199731,35 + 1146095,75 + 139059,98 + 331943,30 + 97610,07 - 1255563,39 = 870695,45 \text{ мм}^3$$

$$m_3 = 870695,45 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6} = 6,18 \text{ кг}$$

Розробляємо технічні вимоги на заготовку:

1. Відливка 1-ї групи складності ГОСТ 977-88. Точність відливки 8- 7- 10- 7Т СМ 0,8 ГОСТ 26645-85.

2. Хімічний склад чавуну спеціального:

$$C=3,2-3,5\%; \quad Cr=0,25-0,5\%;$$

$$Si=1,9-2,4\%; \quad Cu=0,15-0,4\%;$$

$$Mn=0,6-1\%; \quad P \leq 0,2\%;$$

$$S \leq 0,15\%; \quad Ti \leq 0,08\%;$$

$$C+Si=5,4-5,7\%.$$

3. Твердість металеві основи на робочому діаметрі гільзи 229 – 277 НВ.

4. Механічні властивості чавуну не нижче марки СЧ21 по ГОСТ1412-85.

Межа міцності при розтягуванні не менше 21 кгс / мм<sup>2</sup>.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. На поверхні допускаються окремі чисті раковини розміром не більше 3мм і глибиною до 1,5 мм.

6. Ливарні дефекти на зовнішній і внутрішній поверхнях гільзи не повинні розташовуватися один проти одного.

7. На оброблених поверхнях допускаються дефекти ливарного характеру глибиною 2/3 припуску на механічну обробку;

8 Тріщини та неметалеві включення не допускаються.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Проаналізуємо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Гільза циліндру 240-400-2202».

В ході попередніх розрахунків було проведене техніко-економічне обґрунтування методу отримання заготовки, на основі в якості методу виготовлення заготовки було прийняте відцентрове лиття.

Технологічний процес обробки гільзи циліндру 240-400-2202 забезпечує задану точність і шорсткість поверхні, необхідні фізико-механічні показники поверхневого шару металу та ґрунтується на аналізі службового призначення усіх поверхонь деталі, аналізі технічних вимог і умов її експлуатації. При цьому враховується принцип поетапності: спочатку виконуються всі чорнові операції, потім напівчистові, чистові, дозволяючи в умовах економічно досяжної точності обробки поверхонь, одержати задані параметри точності і якості (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – Технологічний процес обробки гільзи циліндру

Номер операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
1	2	3	4
005	Відцентрове лиття		Машина для відцентрового лиття
010	Термічна		Піч для відпалу
015	Токарно-автоматна	Обрізання кілець на торцях заготовки	Токарний багаторізцевий напівавтомат моделі 1Н713
020	Вертикально – розточувальна	Розточити центральний отвір начорно	Вертикально – розточувальний чотирьох шпindelний верстат моделі КЛ-А120
025	Токарна з ЧПК	Чорнова обробка зовнішніх поверхонь по контуру	Токарний верстат зЧПК моделі GCL-2В
030	Вертикально – розточувальна	Напівчистове розточування центрального отвору	Вертикально-розточувальний верстат з ЧПК моделі ТВ8016

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл.6.1

1	2	3	4
035	Токарна з ЧПК	Напівчистова обробка зовнішніх поверхонь по контуру, обробка канавок	Токарний верстат з ЧПК моделі GCL-2B
040	Термічна	Досягнення необхідних властивостей матеріалу	Установка ТВЧ
045	Вертикально – хонінгувальна	Чорнове хонінгування отвору з шорсткістю $R_a = 3,2\text{мкм}$	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3M86
050	Токарно-копіювальна	Точіння поясків під кільця	Токарно – гідрокопіювальний верстат моделі EM225
055	Вертикально – хонінгувальна	Напівчистове хонінгування отвору з шорсткістю $R_a = 0,8\text{мкм}$	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3M86
060	Вертикально – хонінгувальна	Чистове хонінгування отвору з шорсткістю $R_a = 0,32\text{мкм}$	Вертикально - хонінгувальний верстат моделі 3M86
065	Мийна	Промити деталі	Мийна машина
070	Контрольна	Контролювати розміри деталі у відповідності до креслення	Стіл ВТК

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Раніше в 5 розділі цієї пояснювальної записки ми визначили припуски і допуски на основні розміри деталі «гільза циліндра». В даному розділі, відповідно до завдання, необхідно визначити припуски, допуски і міжопераційні розміри на діаметральний розмір деталі  $\varnothing 100^{+0,06}\text{мм}$  розрахунково-аналітичним методом проф. Кована В.М. за допомогою ПК.

Згідно пропонованого маршруту механічної обробки даної поверхні, останню обробляємо в п'ять етапів: чорнове і чистове розточування, а також триразове хонінгування. Всі необхідні дані для розрахунку на ПК зводимо в додаток А.

Значення  $R_{z_{i-1}}$  і  $H_{i-1}$  визначалися з [5, 8], а величини просторових відхилень  $\rho_m$  розраховувалися за формулою:

									Арк.
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ - 20090026. 00. ПЗ				

$$\rho_i - 1 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.1)$$

де  $\rho_{см}$  - величина зміщення ступенів відливки, мкм;

$\rho_{кор}$  - величина викривлення заготовки, мкм.

В свою чергу:

$$\rho_{кор} = \sqrt{[(\Delta_k \times D)^2 + (\Delta_k \times l)^2]}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $\Delta_k$  - питома величина викривлення заготовки, мкм/мм;

$\Delta_k = 1,0$  мкм/мм;

$l$  - довжина заготовки, мм;

$D$  - діаметр заготовки, мм.

В цьому випадку отримаємо:

$$\rho_{кор} = \sqrt{[(1 \times 160)^2 + (1 \times 222)^2]} = 274 \text{ мкм} \quad (6.3)$$

Значення зміщення елементів відливання рівне:  $\rho_{см} = 1,2$  мм [ 17 ]; У результаті отримаємо:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{1,2^2 + 0,274^2} = 1231 \text{ мкм.}$$

Залишкові значення величин просторових відхилень визначалися з урахуванням коефіцієнта уточнення  $K_u$ :

$$\rho_{ост} = \rho_{i-1} \times K_u; \quad (6.4)$$

де  $K_{y1} = 0,06$  - для чорнового розточування;

$K_{y2} = 0,05$  - для чистового розточування;

$K_{y3} = 0,04$  - для першого хонінгування;

$K_{y4} = 0,02$  - для другого хонінгування.

У результаті отримаємо:

$$\rho_1 = 1231 \times 0,06 = 74 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = 1231 \times 0,05 = 62 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = 1231 \times 0,04 = 49 \text{ мкм.}$$

$$\rho_4 = 1231 \times 0,02 = 25 \text{ мкм.}$$

Значення похибок установки  $\epsilon_y$  при обробці заготовки на лезових операціях

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при базуванні та закріпленні на оправках беремо з [8], а при хонінгуванні вони відсутні, так як хонінгувальна головка в процесі обробки самоцетнтрується по осі оброблюваного отвору. Вихідні дані для розрахунків припусків для розміру  $\varnothing 100^{+0,06}$  мм показані в табл. 6.2

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку  $\varnothing 100^{+0,06}$

Методи обробки поверхні $\varnothing 100^{+0,06}$	Елементи припуску, мкм			
	$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon$
Заготівка	200	300	1312	-
Розточування Чорнове	50	50	79	130
Чистове	20	25	66	110
Хонінгування Чорнове	10	20	52	100
Чистове	5	15	26	90

Подальші розрахунки припусків і операційних розмірів заготовки проводимо за допомогою ПК. Результати розрахунків представлені в додатку Б.

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

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 передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки, багатоінструментальної обробки поверхонь

Проаналізуємо операцію 020 – вертикально-розточна. На цій операції проводиться напівчистова обробка внутрішньої циліндричної поверхні (необхідно отримати розмір  $\varnothing 99,2^{+0,22}$  мм). При розточуванні базування заготовки буде здійснюватися за двома раніше обробленим поверхням: зовнішній циліндричній поверхні та торцю деталі. Деталь в даному випадку позбавляється п'яти ступенів свободи. Мають місце 2 технологічні бази: подвійна напрямна - зовнішня циліндрична поверхня деталі  $\varnothing 118,6^*$  з відношенням  $d/l < 1$ , позбавляє 4-х ступенів свободи: переміщення і обертання по осях X і Y; опорна - торець деталі, позбавляє 1-го ступеня свободи: переміщення по осі Z (рис. 6.1).

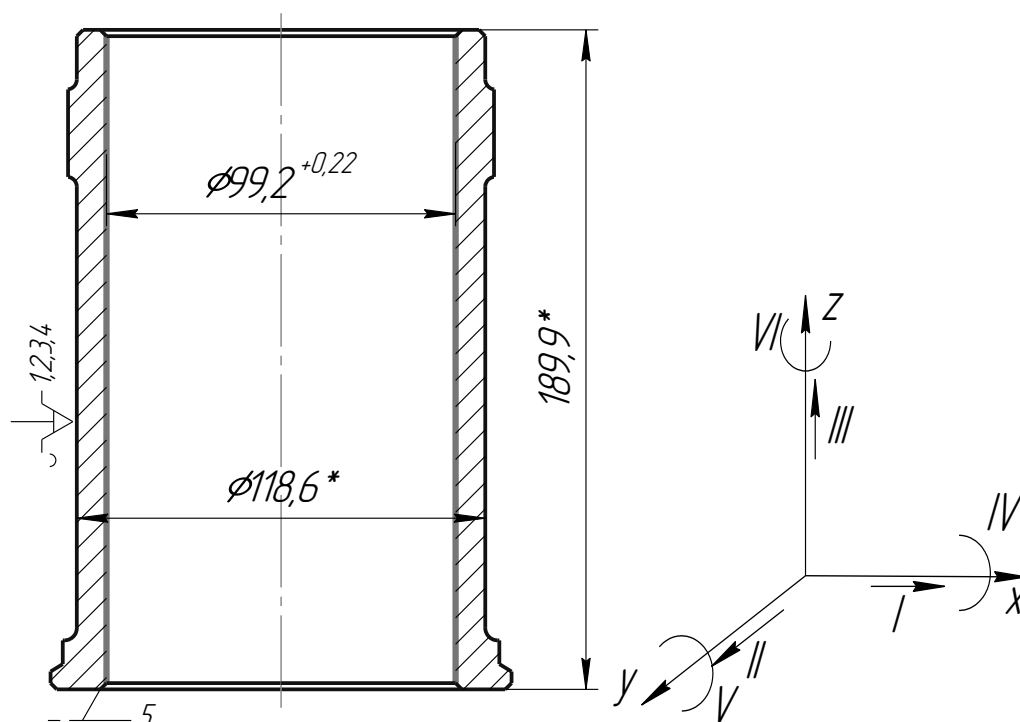


Рисунок 6.1 – Схема базування на 020 операції

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ - 20090026. 00. ПЗ

Арк.

31

Дана схема є єдиною можливою схемою базування. Закріплюється заготовка в спеціальному пристосуванні, яке кріпиться на столі верстата. При такій схемі установки похибка базування відсутня, так як технологічна та вимірювальна бази співпадають; деталь закріплюється у спеціальному пристосуванні. Складаємо таблицю відповідностей та матрицю зв'язків (табл.6.2, 6.3)

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	ПНБ
$\alpha$	1	1	0	
L	0	0	1	ОБ
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	0	1	

Розглянемо схему базування на токарно-автоматній операції 015 (рисунок 6.2). На цій операції відбувається відрізання кілець, куди під час заготівельної операції (відцентрового лиття) витискаються неметалеві включення, може утворитися газова порожнистість, крім того, торці (поверхні 2 і 1 відповідно) виступають у якості чистових технологічних баз. Під час обробки витримується розмір 190h14 мм і з шорсткістю поверхонь Ra 3,2 мкм.

Схема, наведена на рисунку 6.2, є єдиною можливою схемою базування для розглянутої операції. Закріплюється заготовка в спеціальній секторній оправці.

Деталь в даному випадку позбавляється п'яти ступенів свободи. Має місце 2 технологічні бази: подвійна напрямна - внутрішня циліндрична поверхня деталі Ø125мм з відношенням  $d/l < 1$ , яка позбавляє деталь 4-х ступенів вільності:



переміщення і обертання по осях X і Y; опорна – лівий торець гільзи, позбавляє 1-го ступеня свободи: переміщення по осі Z.

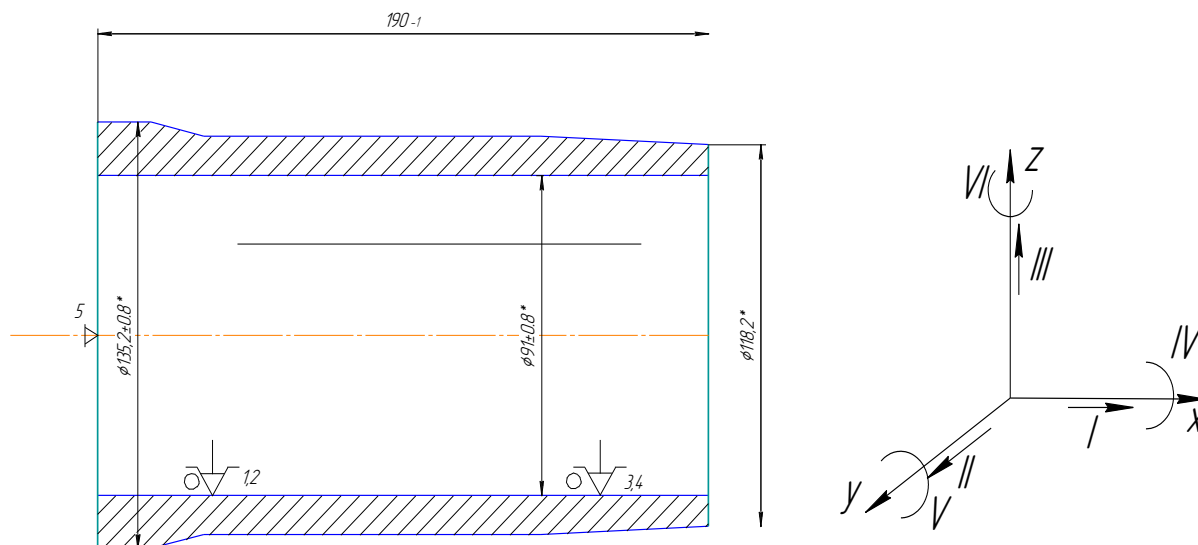


Рисунок 6.2 – Схема базування на 015 операції

При такій схемі установки похибка базування відсутня, так як технологічна та вимірвальна бази співпадають. Таблиця відповідностей і матриця зв'язків для розглянутої схеми базування представлені у табл. 6.4 та 6.5

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	ПНБ
$\alpha$	1	1	0	
L	0	0	1	ОБ
$\alpha$	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
$\alpha$	0	0	1	

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

У заводському технологічному процесі на розглянутих операціях використовуються: на токарній автоматній операції - токарний багаторізцевий напівавтомат автомат моделі EM140, на розточній операції – Вертикально – розточний напівавтомат 2E78П. Аналіз обладнання, що застосовується показує, що воно відповідає серійному типу виробництва. Методи обробки визначені з урахуванням форми оброблюваних поверхонь, їх необхідної точності і шорсткості. Використання зазначеного обладнання передбачає досягнення необхідної точності заданих розмірів методом автоматичного отримання на налаштованому верстаті. Кваліфікація верстатників - токар третього розряду, розточувальник та хонінгувальник - четвертого. У той же час, аналіз застосовуваного обладнання показує, що у деяких верстатів, що застосовуються у заводському техпроцесі для обробки даної гільзи циліндра, габарити робочого простору завищені. Тому вважаємо за доцільне підібрати подібні за ступенем автоматизації верстати, проте з меншими розмірами.

У зв'язку з цим, на основі аналізу застосовуваних методів обробки поверхонь, а також з огляду на потужність електродвигуна, габарити робочого простору і тип виробництва, пропонується використовувати верстати автомати та напівавтомати (таблиця 6.6).

Таблиця 6.6 – Вибір обладнання на операції, що аналізуються

Найменування операції	Найменування обладнання, що використовується в заводському технологічному процесі	Пропоноване найменування обладнання
1	2	3
015 Автоматна токарна	Токарний гідрокопіювальний автомат моделі EM140	Токарний багаторізцево-копіювальний напівавтомат 1Н713
020 Вертикально – розточна	Вертикально – розточний напівавтомат 2E78П	Вертикально – розточний чотирьохшпindelний напівавтомат КЛІ-А120

Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблицях 6.7 – 6.8

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 015 Токарна автоматна. Верстат моделі 1Н713 призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного, крупносерійного виробництва.

Таблиця 6.7 – Основні технічні характеристики токарного багаторізево-копіювального верстата 1Н713

Найменування параметру	Значення параметру
Діаметр деталі над станиною, мм	400
Діаметр деталі над супортом, мм	250
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	500
Число супортів	2
Частота обертання шпинделя, об / хв	63...1250
Кількість швидкостей шпинделя	14
Швидкість руху повздовжньої і поперечної подачі супортів, мм/хв	25...400
Кількість подач	13
Найбільше поперечне робоче переміщення поперечного супорта, мм	200
Найбільше повздовжнє робоче переміщення повздовжнього супорта, мм	385
Електродвигун приводу головного руху, кВт	18,5
Габарити верстата, включаючи хід столу (довжина x ширина x висота), мм	2435 x 1250 x 1985
Маса верстата, кг	4700

Операція 020 Вертикально – розточна. Верстат моделі 2Е78П призначений для розточування блоків циліндрів і гільз судових, автотракторних і мотоциклетних двигунів, а також для свердління, підрізування торців і розточування отворів в окремих деталях.

Таблиця 6.8 – Основні технічні характеристики вертикально – розточного чотирьохшпindelного напівавтомата КЛ-А120

Найменування параметру	Значення параметру
Діаметр розточувального отвору найбільший / найменший, мм	200/ 28
Найбільші розміри виробу, мм	750 x 500 x 450
Відстань від осі шпинделя до стійки (виліт шпинделя), мм	320
Найбільше вертикальне переміщення шпindelної бабки, мм	500
Частота обертання шпинделя, об / хв	26..120
Кількість швидкостей шпинделя	12
Межі робочих подач на один оборот шпинделя, мм	0,025..0,200
Кількість подач	4
Робоча поверхня стола, мм	1000 x 500
Електродвигун приводу головного руху, кВт	8,5
Габарити верстата, включаючи хід столу (довжина x ширина x висота), мм	1750 x 1560 x 2125
Маса верстата, кг	2680

Пропоноване металорізальне обладнання дозволяє вести високопродуктивну обробку заданих поверхонь на попередньо налаштованих верстатах методом автоматичного отримання необхідної точності розмірів, незалежно від кваліфікації робітників. При цьому скорочується тривалість і собівартість механічної обробки заготовок.

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Під час проектування технологічного процесу механічної обробки деталі вибір різального та вимірювального інструменту, його виду, конструкції і розмірів залежить від методів обробки, властивостей матеріалу заготовки, необхідної точності та якості оброблюваної поверхні.

На основі попереднього аналізу і з урахуванням серійного типу виробництва в проєктованому технологічному процесі на аналізованих операціях приймаємо спеціальні нерозбірні верстатні пристосування (НСП), оснащені пневматичними приводами (таблиця 6.9).

При виборі ріжучих інструментів враховувалися методи обробки поверхонь, а саме: підрізання торця, розточування, хонінгування, а також етапи обробки, габарити деталі і верстата, матеріал заготовки. При обробці сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85 обраний матеріал ріжучої частини різців та ножів зенкеру - ВК8 ГОСТ 3882-74.

Базування і закріплення заготовки на даній операції проводиться в спеціальному пристосуванні з пневмоприводом, яке встановлюється на стіл верстата і кріпиться болтами до пазів.

Таблиця 6.9 Вибір технологічного оснащення на аналізовані операції

Найменування операції	Верстатні пристосування	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4
015 Автоматна токарна	Спеціальна секторна оправка	Різець 2690-1019 ВК6 ГОСТ 19052-80 (2 шт)	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
020 Вертикально - розточна	Спеціальне пристосування	Зенкер 2808-1114 ВК8 ГОСТ 19052-80	Нутромір НИ-100-160-1-0,01 ГОСТ 868-82 штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 зразки шорсткості ГОСТ 3789-73

## 6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунки режиму різання на вертикально – розточну операцію проводимо за довідником [5]. Інструмент: зенкер зі вставними ножами  $D=99,2$  мм

Для чорнової обробки чавуну приймаємо зенкер зі вставними ножами з багатогранними непереточуваними пластинами 2808-1114 BK6 ГОСТ 19052-80.

Вимірювальний інструмент: нутромір НИ-100-160-1-0,01 ГОСТ 868-82.

Призначаємо режим різання.

1. Призначення глибини різання:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{99,2-98,4}{2} = 0,4 \text{ мм}$$

2. Призначаємо подачу:

$S_0 = 0,9 - 1,2$  мм/об, приймаємо  $S = 1,0$  мм/об

3. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (6.5)$$

де  $C_v$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$ ,  $q$  – коефіцієнт та показники степеня (табл. 29, с.279):

$$C_v = 243$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,4$$

$$m = 0,2$$

$T$  – період стійкості,  $T = 30$  хв;

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

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{U_v} \cdot K_{\phi_r} \cdot K_{\phi_{lv}} \cdot K_r \quad (6.6)$$

де  $K_{m_v}$  – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється:

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{m_v} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (6.7)$$

$$K_{m_v} = \left( \frac{190}{220} \right)^{1,25} = 0,83$$

$K_{n_v}$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, (обробка попередньо розточеної поверхні)

$$K_{n_v} = 1,0 \text{ (табл. 5, с.263);}$$

$K_{i_v}$  – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, (для ВК6)

$$K_{i_v} = 1,0 \text{ (табл. 6, с.263);}$$

$$K_{\phi_v} = 1,0 \text{ (для } \phi = 45^\circ)$$

$$K_{\phi_{1v}} = 0,87 \text{ (для } \phi_1 = 30^\circ)$$

$$K_r = 1,03 \text{ (для } r = 3 \text{ мм);}$$

Тоді  $K_v = 0,78$ .

$$K_v = 0,83 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 \times 1,03 = 0,78$$

Тоді

$$V = \frac{0,9 \cdot 243}{30^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 1^{0,4}} \cdot 0,78 = 99,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \text{ об / хв} \quad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 99,6}{3,14 \cdot 99,2} = 319 \text{ об / хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним верстата  $n_d = 315$  об/хв.

5. Дійсна швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi \times D \times n_{\partial}}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 99,2 \cdot 315}{1000} = 98,12 \frac{м}{хв}$$

6. Визначаємо силу різання  $P_z$ :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H \quad (6.10)$$

де  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коефіцієнт та показники степеню (табл. 32, с.281):

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

$K_p$  – поправний коефіцієнт, визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (6.11)$$

$K_{m_p}$  – поправний коефіцієнт що враховує фізико – механічні властивості матеріалу, який оброблюється (табл. 9, с.264):

$$K_{m_p} = \left( \frac{HB}{190} \right)^{n_v} = \left( \frac{220}{190} \right)^{0,4} = 1,06$$

$$K_{\phi_p} = 1,0$$

$$K_{\gamma_p} = 1,0$$

$$K_{\lambda_p} = 1,0$$

$$K_{r_p} = 1,04$$

Отже,

$$K_p = 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,04 = 1,10$$

8. Визначаємо потужність різання:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, кВт \quad (6.12)$$

$$N_{рез} = \frac{404,8 \cdot 98,12}{1020 \cdot 60} = 0,65 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстата для розрахованих режимів різання. Необхідно, щоб виконувалась умова:

$$N_{рез} \leq N_{шп}$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $N_{\text{шп}}$  – потужність шпинделя верстата, кВт

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де  $N_{\text{дв}}$  - потужність електродвигуна верстата, кВт

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії

$$N_{\text{шп}} = 8,5 \cdot 0,8 = 6,8 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} = 0,65 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 6,8 \text{ кВт}$$

Умова виконується, тобто обробка можлива.

9. Визначаємо основний час обробки на даному переході:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i \quad (6.13)$$

де  $i$  – кількість проходів,  $i = 1$ ;

$L$  – довжина робочого ходу інструмента, мм:

$$L = l_0 + y + \Delta, \text{ мм}$$

де  $l_0$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$y$  – величина врізання, мм;

$$y = y_{\text{под}} + y_{\text{вр}} + y_{\text{п}}, \text{ мм}$$

где: согласно [6, стр. 300]

$$y_{\text{под}} + y_{\text{п}} = 1,5 \text{ мм}; \quad y_{\text{вр}} = 1,5 \text{ мм.}$$

$\Delta$  – величина перебігу, мм. приймаємо  $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L = 189,7 + 3,0 + 2 = 194,7 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{194,7 \cdot 1}{1 \cdot 315} = 0,62 \text{ хв}$$

Таблиця 6.10 – Режими обробки на переходи операції 020

Назва переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>0</sub> , хв
	t, мм	S, мм/об	n, хв <sup>-1</sup>	V, м/хв	i		
Розточити отвір Ø99,2мм	0,4	1,0	315	98,12	1	194,7	0,62

Розрахунок режиму різання на токарно-автоматну операцію

Розрахунки на вертикально токарно-автоматну операцію проводимо за довідником [5]

На операції 010 токарно-автоматній здійснюється підрізання торців з обох боків підрізними різцями з твердого сплаву ВК6 , припуск на обробку 2,2 мм.

Вибираємо геометричні параметри різців (с.95 табл.45)

Головний кут в плані  $\varphi = 90^{\circ}$ ,

– задній кут  $\alpha = 6^{\circ}$  ;

– передній кут  $\gamma = 5^{\circ}$  ;

– кут нахилу ріжучої частини :  $\lambda = 0^{\circ}$

Визначаємо глибину різання при підрізанні торця буде рівною припуску на сторону

$$t = h = 2,2 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу за формулою:

$$S_0 = S_{\text{табл}} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SN} \cdot K_{SM} \cdot K_{SY} \cdot K_{SP} \cdot K_{S\varphi}, \text{ мм/об} \quad (6.14)$$

де  $S_{\text{табл}} = 0,8$  мм/об – табличне значення подачі по табл.11, с.266 [7];

$K_{Sd} = 0,8$  – перетин державки різця;

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

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

$K_{SY} = 0,85$  – схема закріплення;

$K_{SP} = 1,0$  – стан поверхні;

$K_{S\varphi} = 1,0$  – геометрія різця.

$$S_0 = 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,55 \text{ мм/об}$$

Остаточну подачу скорегуємо за паспортними даними токарно-багаторізевого верстата 1Н713 після визначення швидкості руху подачі  $V_s$  поперечного супорту

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо період стійкості різця. Період стійкості токарного різця приймаємо  $T = 60$  хв ([6], с.268).

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S_o^y} \cdot K_V, \text{ м/хв}, \quad (6.15)$$

де  $C_V=243$  – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу на швидкість різання (табл.17, с.269);

$T=60$  хв. – період стійкості (с.268);

$m=0,2$   $x=0,15$   $y=0,4$  - показники степені, що враховують вплив елементів режиму різання на швидкість різання (табл.17, с.269);

Поправочний коефіцієнт  $K_V$  визначаємо за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{IV} K_{YV} K_{RV}, \quad (6.16)$$

де  $K_{MV}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки і для заготовки з чавуну визначається за формулою(табл.1, с.261):

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_V}, \quad (6.17)$$

де  $HB=220$  – параметр твердості заготовки;

$n_V=1,25$  – показник степені для заготовки з чавуну, що обробляється різцем з твердого сплаву (табл.2 с. 262);

Визначаємо коефіцієнт  $K_{MV}$ : для заданих умов:

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{220} \right)^{1,25} = 0,78,$$

$K_{IV}=0,85$  – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні на швидкість різання (табл. 5 с.263);

$K_{IV}=1$  – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучого інструменту (табл. 6 с.263);

$K_{YV}=0,87$  ;  $K_{RV}=1$  – коефіцієнти, що враховують геометричні параметри різця (табл. 18 с.271);

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо поправочний коефіцієнт  $K_V$  :

$$K_V = 0,78 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 = 0,58;$$

Тоді

$$V_p = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2 \cdot 2^{0,15} \cdot 0,55^{0,4}} \cdot 0,58 = 70,12 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D}, \text{об / хв.} \quad (6.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 70,12}{3,14 \cdot 135,2} = 165,34 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення по паспортним даним верстата моделі 1Н713:  $n_d = 160$  об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_p = \frac{\pi D n_d}{1000}, \text{м / хв} \quad (6.19)$$

$$V_p = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135,2 \cdot 160}{1000} = 68 \text{ м / хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі поперечного супорту:

$$V_s = S_o \cdot n_d, \text{мм / хв} \quad (6.20)$$

Для визначених умов обробки

$$V_s = 0,55 \cdot 160 = 88 \text{ мм / хв}$$

Коректуємо швидкість руху подачі за паспортними даними верстата 1Н713:

$$V_s = 80 \text{ мм / хв}$$

Тоді дійсне значення подачі на оберт поперечного супорта

$$S_{od} = \frac{V_s}{n_d} = \frac{80}{160} = 0,5 \text{ мм / хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V_o^n \cdot K_p, H \quad (6.21)$$

Обираємо коефіцієнт  $C_p$  і показники степені  $x$ ,  $y$ ,  $n$  (табл. 22, с.273)

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

Поправочний коефіцієнт  $K_p$  визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{RP}, \quad (6.22)$$

де  $K_{MP}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки і для заготовки з чавуну визначається за формулою (табл.9, с.264):

$$K_{MP} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n, \quad (6.23)$$

де  $n=0,4$  – показник степені для заготовки з чавуну для сили різання  $P_z$  (табл.9 с. 264);

$$K_{MP} = \left( \frac{220}{190} \right)^{0,4} = 0,93,$$

по табл. 23 знаходимо коефіцієнти:

$K_{\varphi P}=1$  – коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані;

$K_{\gamma P}=1$ ; – коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута;

$K_{\lambda P}=1$ ; – коефіцієнт, що враховує вплив нахилу головного леза;

$K_{RP}=1$ ; – коефіцієнт, що враховує вплив радіуса вершини,

$$K_p = 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,93.$$

Отже,

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 68^0 \cdot 0,93 = 1120 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність, витрачену на різання.

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z V_o}{60 \times 1020} = \frac{1120 \times 68}{60 \times 1020} = 1,25 \text{ кВт}$$

Так як під час обробки одночасно працює два інструменти, то сумарна потужність різання

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum N_{\text{різ}} = N_1 + N_2 = 1,25 + 1,25 = 2,5 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність верстату. Перевіряємо умову :

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шпн.}}$$

де  $N_{\text{шпн}}$  – потужність на шпинделі верстату, кВт

$$N_{\text{шпн}} = N_{\text{д}} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.24)$$

$N_{\text{д}}$  – потужність двигуна верстата кВт;  $N_{\text{д}} = 18,5$  кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,80$ .

$$N_{\text{шпн}} = 18,5 \cdot 0,85 = 14,8 \text{ кВт},$$

Умова виконується ( $2,5 < 14,8$ ), отже обробка можлива.

Визначаємо основний час :

$$T_o = \frac{L}{V_s} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу інструмента, мм

$i$  – кількість проходів

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.26)$$

де  $l$  – довжина обробки, мм;

$y$  – величина врізання, мм;

$\Delta$  – величина перебігу, мм;  $\Delta = 1 \dots 5$  мм, приймаємо  $\Delta = 2$  мм.

Довжина обробки визначається за формулою:

$$l = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.27)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр заготовки, мм;

$d$  – внутрішній діаметр заготовки, мм;

$$l = \frac{130,2 - 91}{2} = 19,6 \text{ мм}$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = t \cdot ctg90^\circ, \text{ мм} \quad (6.28)$$

$$y = 1,4 \cdot ctg90^\circ = 0$$

$$L = 19,6 + 0 + 2 = 21,6 \text{ мм},$$

$$T_o = \frac{21,6 \cdot 1}{80} = 0,27 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.11 – Режими обробки на переходи операції 015

Назва переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t, мм	S, мм/об	n, хв <sup>-1</sup>	V, м/хв	i		
Підрізати торці одночасно, витримати розмір 190 мм	2,2	0,5	125	65	1	22	0,27

## 6.6 Технічне нормування операцій

На операцію 015 – токарно-автоматну виконуємо технічне нормування за нормативами [8]. Знаходимо норму допоміжного часу за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де  $T_{уст} = 0,4$  хв – час на установку і зняття деталі (с.32-63, карта 2)

$T_{пер} = 0,05$  хв – час пов'язаний з переходом (с.64-74 карта 18, поз.4; 47; 68; 69; 70; 75; 78; 80; 83);

$T_{вим} = 0,07$  хв – час на вимірювання (с.191 карта 86, поз.163; 160)

$$T_d = 0,4 + 0,05 + 0,07 = 0,52 \text{ хв}$$

$T_{обсл}$  – час на обслуговування робочого місця, у відсотках від оперативного часу  $\alpha_{обсл} = 5,0\%$  [8, с.70 карта 19]

$$T_{обсл} = (T_o + T_d) \frac{\alpha_{обсл}}{100\%} \quad (6.30)$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ОБСЛ}} = (0,62 + 0,52) \frac{5}{100\%} = 0,06 \text{ (мин)}$$

$T_{\text{ОТД}}$  – час на відпочинок і особисті потреби, у відсотках від оперативного часу.  $\alpha_{\text{ОТД}} = 8,0\%$  [8, с.203 карта 88]

$$T_{\text{ОТД}} = (T_{\text{О}} + T_{\text{В}}) \frac{\alpha_{\text{ОТД}}}{100\%} \quad (6.31)$$

$$T_{\text{ОТД}} = (0,65 + 0,52) \frac{8}{100\%} = 0,09 \text{ (мин)}$$

Остаточню штучний час на розточувальних операцію 020 складе:

$$T_{\text{шт.}} = 0,62 + 0,52 + 0,06 + 0,09 = 1,30 \text{ мин.}$$

Оскільки дана деталь «гільза циліндра» виготовляється в умовах середньосерійного виробництва, розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/N_{\text{зап}}, \text{ хв} \quad (6.32)$$

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{\text{шт-к}} = 1,32 + 20/236 \approx 1,40 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу на операцію 020 вертикально- розточну.

Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [6].

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.33)$$

де  $T_{\text{оп}}$  – операційний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$  – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;  $a_{\text{орг}} = 4\%$ ;

$a_{\text{відп}}$  – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %;  $a_{\text{відп}} = 4\%$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.34)$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $T_o$  – основний час на операцію, хв;

$T_d$  – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим} + T_{зв}, \text{ хв} \quad (6.35)$$

де  $T_{уст}$  – час на установку та зняття деталі, хв;  $T_{уст} = 0,12$  хв.

$T_{пк}$  – час на прийоми керування, хв;  $T_{пк} = 0,376$  хв.

$T_{вим}$  – час на вимірювання, хв;  $T_{вим} = 0,09$  хв.

$T_{зв}$  – час на засоби вимірювання,  $T_{зв} = 0,2$  хв.

$$T_d = 0,12 + 0,376 + 0,09 + 0,2 = 0,79 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,27 + 0,79 = 1,06 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 1,2 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,36 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою:

$$T_{п-з} = T_{п-з_1} + T_{п-з_2} + T_{п-з_3}, \text{ хв} \quad (6.36)$$

$T_{п-з_1}$  – час на прийоми які увійшли в комплекс, хв. (табл.. 5.6 [10]);

$T_{п-з_2}$  – час на додаткові роботи, хв. (табл.. 5.6 [10]);

$T_{п-з_3}$  – час на пробну обробку деталі, хв. (табл.. 5.6 [10]).

$$T_{п-з} = 14 + 3 + 7 = 24 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

$n$  – кількість деталей в партії, шт..

$$T_{ш-к} = 1,36 + \frac{24}{330} = 1,43 \text{ хв}$$

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

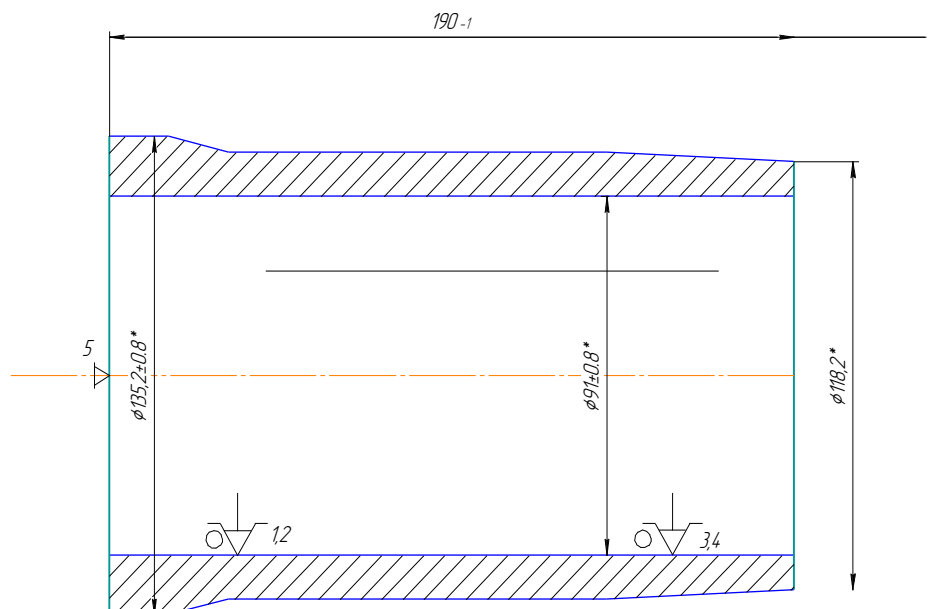
## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Згідно з завданням, необхідно спроектувати верстатне пристосування для базування і закріплення заготовки при обробці на токарно-автоматній операції 055 деталі «гільза циліндра 280-100-2402-K2».

У заводському технологічному процесі на розглянутій токарно-автоматній операції 015 проводиться обрізання кілець та підрізання двох торців гільзи одночасно, при цьому витримується розмір  $188,5 \pm 0,8$  мм

В заводському технологічному процесі обробка здійснюється на токарному багаторізцевому копіювальному напівавтоматі моделі 1Н713. Робочий на даній операції має четвертий розряд. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції до третього розряду і, крім того, знизить трудомісткість обробки і підвищить стабільність точностних параметрів операції. У зв'язку з цим орієнтовно приймаємо систему нерозбірних спеціальних пристосувань.

Операційний ескіз деталі представлений на рисунку 7.1



\* Розмір для довідок

Рисунок 7.1 Операційний ескіз гільзи циліндру

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На даній операції виробляється, чорнове підрізання торців гільзи. Точність лінійного розміру 190 мм задана квалітетом IT14 з допуском  $T_1 = 1000$  мкм.

Точність форми розглянутих поверхонь на кресленні не обумовлено і ми приймаємо їх в межах допусків на відповідні розміри.

Зокрема, для лінійних розмірів обговорюємо відхилення від циліндричності. При цьому, розглядаємо допуск торцьового биття. В цьому випадку, для нормальної відносної геометричної точності «А» допуск торцьового биття становить 30% від допуску на розмір [10]:

$$T_{b190} = 0,3 \times T_{190} = 0,3 \times 1000 = 0,300 \text{ мм,}$$

Ступінь шорсткості оброблюваних поверхонь задано в межах 12,5 мкм Ra.

В якості головної базової поверхні використовуємо центральний отвір заготовки  $\varnothing 94,8 \pm 0,9$ , який є подвійною направляючою базою, яка позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи - двох поступальних і двох обертальних переміщень уздовж і навколо осей Z та Y при горизонтальному розташуванні осі X і осі заготовки. В якості опорної бази приймаємо верхній торець деталі, який позбавляє заготовку ще одного ступеня свободи - поступального переміщення уздовж осі X. Таким чином, на даній операції заготовка позбавлена п'яти ступенів свободи. Вакантним залишається обертання навколо власної осі - X, чого цілком достатньо для точної токарної обробки заданих поверхонь. Для такої схеми базування при використанні секторних оправок на діаметральні розміри заготовки похибки базування дорівнюють нулю. Точність обробки лінійних розмірів визначається поєднанням вимірювальної та технологічної баз. Для нашого випадку похибки базування на лінійні розміри також дорівнюють нулю.

Подальший аналіз показує, що точностні параметри базових поверхонь можна порівняти з точностними параметрами оброблюваних поверхонь і тому приймаємо схему базування з рис. 7.1.

Остаточний аналіз структури зав'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зав'язків, (таблиця 7.1).

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Недоліком такої схеми є значний енергетичний рівень, оскільки урівноваження здійснюється непрямим методом - силами тертя. Однак цей недолік компенсується простотою силообразуючого механізму - секторної оправлення з пневматичним приводом від верстата.

Таблиця 7.2 - Структура зав'язків, що виникають при закріпленні заготовки

Індекс зв'язку	x	x'	y	y'	z	z'	$\omega_x$	$\omega'_x$	$\omega_y$	$\omega'_y$	$\omega_z$	$\omega'_z$	
Спосіб реалізації	реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R
	сила закріплення			P	P	P	P			P	P	P	P
	Сила тертя	F(P)						F(P)	F(P)				

З огляду на, що при точінні напрямок дії горизонтальної (вісевої) складової сили різання  $R_x$  здійснюється уздовж осі оброблюваних поверхонь заготовки на опору (уздовж осі X), (див. рисунки 7.1 і 7.3), то розрахунок зусилля закріплення заготовки з умови не відриву від опори проводити не будемо

У підсумку, величину сумарного зусилля закріплення визначимо з умови непровороту заготовки на опорних поверхнях оправлення від тангенціальної складової сили різання  $P_z$ .

Для надійного закріплення заготовки необхідно, щоб момент тертя перевищував момент різання:

$$M_{тр} \geq M_{рез}; \quad (7.1)$$

або:

$$M_{тр} = K_{зап} \times M_{рез}; \quad (7.2)$$

де  $M_{тр}$  - момент тертя, що створюється силами закріплення;

$M_{рез}$  - момент різання від сил різання;

$K_{зап}$  - коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт запасу визначаємо з умови [5, 8, 19]:

$$K_{зап} = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6; \quad (7.3)$$

де  $K_0 = 1,5$  - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,1$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при затупленні

інструменту;

$K_2 = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує зміну припуску на обробку;

$K_3 = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує переривчасті умови різання;

$K_4 = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує рід приводу;

$K_5 = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує зручність в обслуговуванні приводу;

$K_6 = 1,5$  - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть

повернути заготовку на опорах.

В результаті отримаємо:

$$K_{зап} = 1,5 \times 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,5 = 2,475.$$

Приймаємо  $K_{зап} = 2,5$ .

Момент різання дорівнює

$$M_{різ} = P_z \times r; \quad (7.4)$$

де  $P_z$  - тангенціальна сила різання при точінні;

$r$  - максимальний радіус прикладання сили різання при найбільш навантажених умовах обробки;  $r = r_{max} = 80$  мм.

Сила різання при точінні дорівнює:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \text{ Н} \quad (7.5)$$

де  $C_p = 92$  - для зовнішнього поздовжнього точіння чавуну твердосплавними різцями [8];

$$x = 1,0$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0;$$

$t = 0,35$  мм - глибина різання;

$S = 0,15$  мм/об - подача різця;

$V = 178,4$  м/мин - швидкість різання;

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_r \times K_{rp}; \quad (7.6)$$

$K_{mp} = (HB/190)^n = (190/190)^{0,4} = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцність оброблюваного матеріалу;

$K_{\varphi} = 0,89$  - коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані ( $\varphi = 90^\circ$ );

$K_{\gamma} = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута різця ( $\gamma = 10^\circ$ );

$K_{\lambda} = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу головної різальної кромки різця ( $\lambda = 0^\circ$ );

$K_r = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця.

$$K_p = 1,0 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,89.$$

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,35^{1,0} \times 0,150,75 \times 178,4^0 \times 0,89 = 68 \text{ Н.}$$

З урахуванням багатоінструментальною обробки сумарна сила різання буде дорівнювати:

$$\sum P_z = P_z \times n \times K, \quad (7.7)$$

де  $n = 6$  - кількість одночасно працюючих різців;

$K = 0,7$  - коефіцієнт, що враховує ймовірність роботи на максимальних режимах різання одночасно;

$$\sum P_z = 68 \times 6 \times 0,7 = 286 \text{ Н.}$$

Момент тертя визначається з умови:

$$M_{тр} = F_{тр} r_1; \quad (7.8)$$

де  $F_{тр}$  - сила тертя;

$r_1$  - радіус прикладання сили тертя;  $r_1 = 64,8$  мм;

$$F_{тр} = P \times f; \quad (7.9)$$

де  $P$  - сили закріплення;

$f$  - коефіцієнт тертя;  $f = 0,2$ ;

У підсумку, сила закріплення дорівнює:

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{K_{зан} \times \sum P_z \times r}{r_1 \times f};$$

Після підстановки даних отримаємо:

$$P = \frac{2,5 \times 286 \times 80}{64,8 \times 0,2} = 4414 \text{ Н.}$$

Тепер визначимо силу на штоках секторної оправлення. Її конструкція передбачає двуштоковий привід разжима секторних кулачків оправлення.

Загальна осьова сила Q визначається за формулою:

$$Q = P[\text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \text{tg}\varphi_2], \text{ Н} \quad (7.11)$$

де  $\alpha = 10^\circ$  - кут клина секторів;

$\varphi_1, \varphi_2$  - с відповідно кути тертя на клині і напрямних секторів.

При  $\varphi_1 = 0,15$ ;  $\varphi_2 = \text{arc tg } f - \text{arc tg } 0,15 = 8,5^\circ$ , получим:

$$Q = 4414[\text{tg}(10^\circ + 8,5^\circ) + \text{tg}8,5^\circ] = 2339 \text{ Н.}$$

Враховуючи що:  $Q = Q_1 + Q_2$ , а також, що:

$$Q_1 = Q_2 = Q/2 = 2339/2 = 1169,5 \text{ Н.}$$

Визначимо діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \times p \times \eta} + 2,5d_{ш}^2}, \text{ мм}$$

де  $d_{ш} = 2,5$  см - діаметр штока пневмоциліндра;

$p$  - тиск в пневмосистемі;  $p = 4$  кгс / см<sup>2</sup>;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії пневмопривода;  $\eta = 0,8$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 116,95}{\pi \times 4 \times 0,8} + 2,5 \times 25^2} = 73 \text{ мм} = 7,3 \text{ см}$$

Приймаємо найближчий більший діаметр пневмокамери зі стандартного

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ряду:  $D = 100$  мм [19].

До розрахунковим параметрам, які в більшій мірі вплинуть на досягнення заданих допусків оброблюваної заготовки, буде радіальне биття посадочних поверхонь оправлення. Цей параметр є однорідним з похибкою, обумовленою на операційному ескізі при виконанні токарно-копіювальної операції: радіальне биття становить  $T \uparrow = 0,08$  мм і  $T \uparrow = 0,06$  мм. Тоді допустиму похибку пристосування визначимо [5, 19]: [5, 19 ]:

$$E_{np} = T \uparrow - K \sqrt{(K_1 \times E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_n^2 + (K_2 \times \omega)^2}, \text{ мкм}$$

де  $K = 1,2$  - коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального закону розподілу окремих складових;

$K_1 = 0,8$  - для випадків, коли  $E \neq 0$

$E_6$ - похибка базування, в нашому випадку при базуванні в разжимной оправці, вісь останньою поєднується з віссю заготовки і  $E_6 = 0$ ;

$E_3$  - похибка закріплення, в нашому випадку  $E_3 = 20$  мкм;

$E_y$  - похибка установки пристосування на столі верстата; приймаємо  $E_y = 20$  мкм;

$E_n$  - похибка від зносу настановних елементів пристосування. При рівномірному зносі оправлення це не буде позначатися на радіальному битті заготовки, тому приймаємо  $E_n = 0$  мкм;

$E_{II}$  - похибка установки і прекос інструменту на верстаті. У нашому випадку це не вплине на результати обробки і приймаємо  $E_{II} = 0$ ;

$K_2 = 0,6$  - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega = 40$  мкм [8] - середня економічна точність обробки.

Для узгодження умов отримаємо:

$$E_{nz} = 60 - 1,2 \sqrt{0 + 20^2 + 20^2 + 0 + 0 + (0,6 \times 40)^2} = 15 \text{ мкм.}$$

З урахуванням отриманих даних приймаємо допуск на радіальне биття посадочної поверхні оправлення в межах 15 мкм.

Спроектована верстатне пристосування - секторальна оправлення

						ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
							57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

складається з корпусу 1, в лівій частині якого виконано посадковий конус метричний 80, за допомогою якого секторная оправлення консолюно встановлюється в шпинделі токарно-копіювального верстата моделі 1Н713. Крім того, для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до оправці, на останній щодо загвинчування встановлюється фланець 2, в отворах якого, розміщуються поводиок 13 і шість кріпильних гвинтів 19.

У внутрішній частині корпусу 1 розташовані назустріч один одному по посадці  $\text{Ø}98\text{H}7/\text{f}7$  два розтискних конуса 5, які отримують зустрічні осьові переміщення за допомогою двох тяги 8 і 9. При цьому, тяга 8 ковзає усередині корпусу 1 по посадці  $\text{Ø}50\text{H}11/\text{d}11$ , а тяга 9, в свою чергу, переміщається в осьовому напрямку всередині тяги 8 по посадці  $\text{Ø}40\text{H}11/\text{d}11$ . З'єднуються тяги 8 і 9 з розтискними конусами 5 за допомогою двох пальців 7. у радіальних пазах корпусу 1 на зовнішніх поверхнях розтискних конусів 5 встановлено два комплекти конічних секторів 4, при радіальних переміщеннях яких і відбувається закріплення заготовки. Для запобігання «розпаданню» секторів 4, останні притискаються до розтискним конуса 5 за допомогою притискних кілець 10. У середній частині оправки для запобігання потрапляння бруду, а також пошкодження рухомих елементів, встановлений кожух 6. З правого боку корпус 1 оправлення закритий кришкою 3. Крім того, в центральній частині корпусу 1 встановлений упор 12, що фіксується від проворота трьома гвинтами 17. Тяги 8 і 9 секторної оправлення по внутрішнім різьбленням М33 і М20 з'єднуються зі штоками пневмоцилиндрів верстата.

Оброблювана заготовка посадковим отвором  $\text{Ø}129,6 + 0,1$  встановлюється на сектора 4 оправлення з упором в лівий торець про упор 12. Після подачі повітря до відповідних порожнини пневмоциліндрів токарно-копіювального напівавтомата 1Н713, штоки останнього переміщують в протилежні сторони тяги 8 і 9 оправлення спільно з розтискними конусами 5, які і розтискають сектора 4, закріплюючи оброблювану заготовку. Розкріплення заготовки відбувається в зворотній послідовності.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було виконане:

– проведений аналіз службового призначення машини – двигуна внутрішнього згорання; аналіз службового призначення вузла, що в нього входить – блоку циліндра та його складової деталі – гільзи циліндра. Крім цього виконаний опис конструктивних особливостей деталі та умови її експлуатації;

– проведений аналіз технічних вимог на виготовлення деталі – гільза циліндра 240-400-2202, охарактеризований матеріал деталі, точність розмірів, та вимог, які ставлять до деталі;

– був проведений розрахунок типу виробництва – середньосерійний (при річному випуску деталей 3000 штук);

– виконаний вибір метода отримання заготовки та її розрахунок. Перевагу було надано методу відцентрового лиття так, як при даному методі виготовляють якісні відливки з дрібнозернистою структурою, також відливки мають підвищену щільність і міцність у поверхневому шарі. Був проведений розрахунок розмірів відливки по ГОСТ 26645-85 за результатами якого було спроектоване креслення заготовки з відповідними вимогами до нього;

– виконаний аналіз двох технологічних операцій технологічного процесу виготовлення гільзи циліндру. Для аналізу була обрані операції 015 – токарна автоматна та 020 – вертикально-розточна. Було розглянуто схеми базування та закріплення заготовки, обґрунтовано вибір ріжучих і вимірювальних інструментів та верстатних пристроїв;

– виконані розрахунки режиму різання та нормування часу технологічних операцій 015 та 020.

– виконаний комплект технологічної документації КТП, операційна карта та карта ескізу на операції 015 та 020.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с

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

3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред: [Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп., – Мн.:Выш. Школа, 1983. – 256 с., ил.

4. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Издательство стандартов, 1989.

5. 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.

6. 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.

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

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

9. 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.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні 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.

11 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

12. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» за освітнім рівнем «Бакалавр» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Укл.: В.В. Ведь, В.О. Яріз. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 72 с.

13. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”: П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

14. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.

15. Дичковський, М. Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / М. Г. Дичковський. — Херсон : Олді-плюс, 2011. — 324 с.

16. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довід. у 2-х ч. Ч. 1 : (А-Н) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима [та ін.] ; за заг. ред. Ю. В. Буца; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (2,71 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. - 181 с.

17. Охорона праці при роботі на металорізальних верстатах [Текст] : навч. посіб. / І.П. Пістун, І.О. Трунова, Т.В. Олянишен, Р.А. Яцюк. — Львів : Українська академія друкарства, 2011. — 372 с.

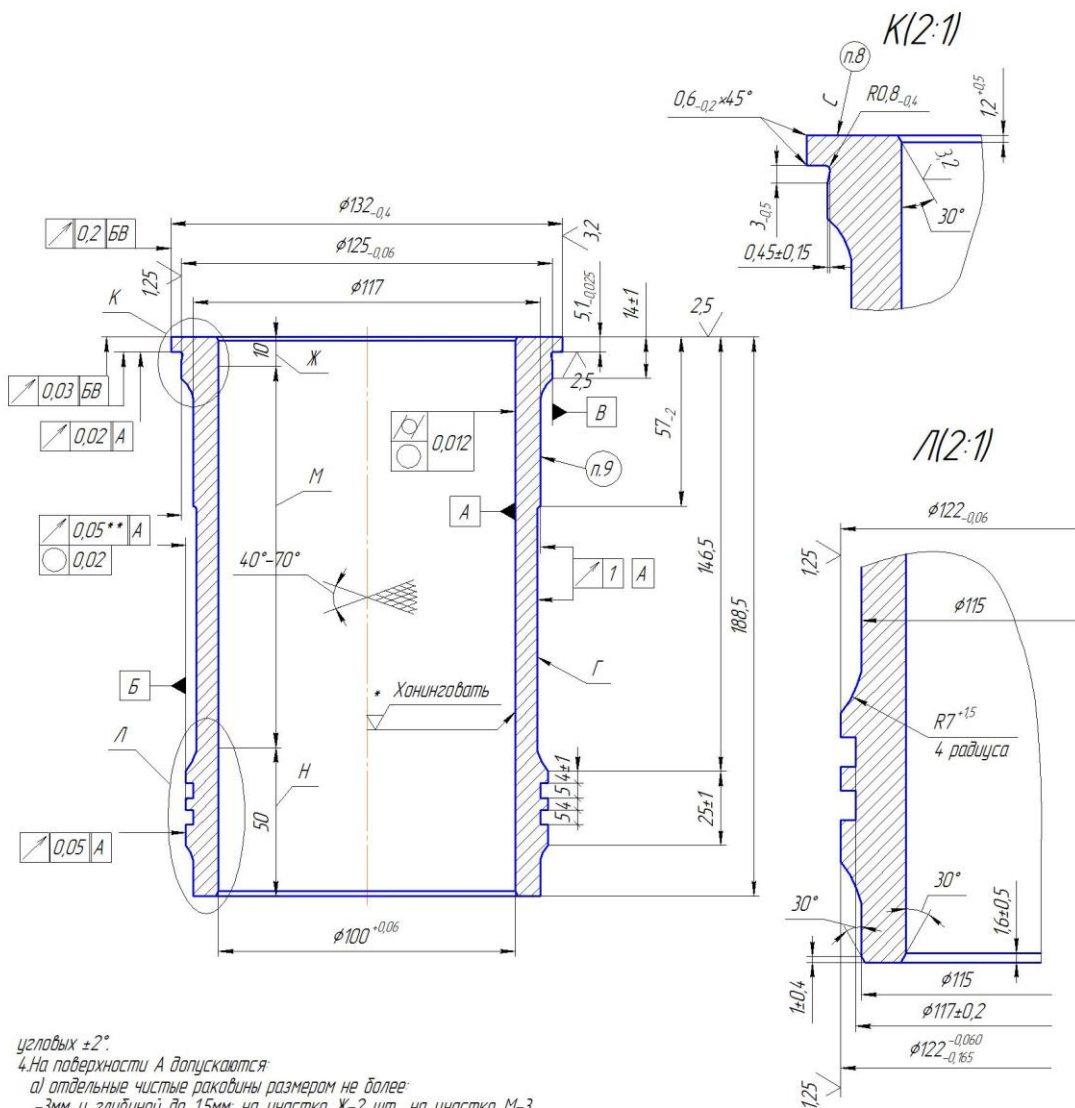
18. Основи охорони праці: Навч. посіб./ В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; за заг. ред.. В.В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.:Факт, 2007. – 480 с.

					ТМ - 20090026. 00. ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

# Додаток А – Креслення деталі «Гільза циліндра 240-400-2202»

240-400-2202



угловых  $\pm 2^\circ$ .

4. На поверхности А допускаются:

а) отдельные чистые раковины размером не более: -3мм и глубиной до 15мм; на участке Ж-2 шт., на участке М-3 шт.;

-5мм и глубиной до 2,5мм на участке Н-3 шт.;

б) точечные пористости размером не более 20мм (с отдельными порами размером до 0,5мм) на расстоянии не менее 30мм друг от друга не более 5-ти и не более 2-х в одном пояске.

5. На наружных цилиндрических поверхностях гильзы допускаются:

а) отдельные чистые раковины:

-размером не более 5мм и глубиной до 2,5мм - не более 8-ми, за исключением посадочных поясков, и не более 3-х на нижнем торце с выходом на фаску;

-размером не более 3мм и глубиной до 1мм - не более 2-х на каждой цилиндрической поверхности нижнего посадочного пояска, расположенные на расстоянии не менее 1мм от кромки канавки и опорного пояска с выходом на торцы;

-размером не более 5мм и глубиной до 2,5мм - не более 3-х на верхнем посадочном пояске;

б) Литейные дефекты на наружной и внутренней поверхностях гильзы не должны располагаться друг против друга.

7. Маркировать товарный знак или наименование предприятия-изготовителя, обозначение гильзы ударным способом, глубина знаков 0,7мм, шрифт 5/Pr3 ГОСТ 26.008-85.

8. На поверхности Г допускаются выступы до 0,5мм с радиусом R7 мм, как следствие многорезцовый обработки.

9. Микрогеометрия поверхности А должна представлять собой плосковершинный характер с Rz=6-8мкм, Ra=0,6-1,0мкм, R<sub>max</sub>=9-12мкм со средним расстоянием между впадинами Sm=0,06-0,130мм.

1. Твердость металлической основы 197..241 HB 5/750. Механические свойства чугуна не ниже марки СЧ 21 по ГОСТ 14.12-85. Предел прочности при растяжении не менее 21 кгс/мм<sup>2</sup>, при изгибе не менее 44 кгс/мм<sup>2</sup>.

2. Микроструктура чугуна по ГОСТ 3443-87:

- графит по форме пластинчатый прямолинейный и завитый ПГФ1, ПГФ2; по распределению равномерный с колониями пластинчатого графита ПГр1, ПГр3, допускается до 20% от площади шлифа ПГр7, с содержанием включений ПГ6, ПГ10 длиной ПГд45, ПГд90, ПГд180;

- допускается фосфидная эвтектика по строению тройная мелкозернистая и игольчатая ФЗ3, ФЗ4, с распределением включений эвтектики в виде разорванной сетки ФЗр1, ФЗр2; металлическая основа-перлит пластинчатый и зернистый Пм1, Пм2 по количеству П...П96 (Ф4) дисперсностью Пд05-1,0-1,4.

3. Неуказанные предельные отклонения размеров: φH14, φh14, ±T12,

				240-400-2202		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
				Гильза цилиндра		
				Чугун специальный см п.1 ТТ		
Лист	3,97	11				
				ОАО "Мотордеталь" г.Канопол		
				Формат А2		

Лист 1 из 1  
Стор. 1Р  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1





## **Додаток В – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **Нормування і розрахунок природного і штучного освітлення**

Природне освітлення в будь-якій точці приміщення характеризується коефіцієнтом природного освітлення (КПО). КПО є вираженим у відсотках відношенням освітленості, яка створюється в деякій точці приміщення світлом неба, до одночасної освітленості точки, що знаходиться зовні приміщення на відкритому просторі і яка освітлюється розсіяним світлом всього небосхилу. Аналітично КЕО виражається формулою

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_3} 100\% \quad (\text{В.1})$$

де  $E_{\text{вн}}$  - освітленість усередині приміщення, лк;

$E_3$  - освітленість зовнішня на горизонтальній поверхні, лк.

Отже, КПО показує, яку частку від одночасної горизонтальної освітленості на відкритому просторі при дифузному світлі небосхилу складає освітленість в даній точці приміщення.

Введення відносної одиниці - коефіцієнта природного освітлення - пов'язано з непостійністю в приміщеннях природного освітлення в часі, яке пояснюється природними особливостями сонячного і небесного випромінювань (час дня, пора року, метеорологічні умови (хмарність) і властивостей земного покриву, що віддзеркалює світло).

Якнайменша розрахункова освітленість, яка створюється природним світлом в приміщенні, визначається при зовнішній освітленості, яка дорівнює 5000 лк.

### **Розрахунок природного освітлення**

Існує декілька методів визначення значення КПО, у тому числі точковий, метод Данилюка, орієнтовний метод.

Орієнтовно - необхідну площу світлових прорізів можна визначити з формули залежно від площі підлоги. Для бічного освітлення

$$100 \frac{S_B}{S_{\Pi}} = \frac{e_{\min} \cdot \eta_B \cdot K_3 \cdot K_{\text{буд}}}{\tau_B \cdot r_1} \quad (\text{В.2})$$

де  $S_B$  - площа віконних прорізів;

$S_{\Pi}$  - площа підлоги;

$\eta_B$  - світлова характеристика вікна залежить від конфігурації і розмірів вікон і приміщень;

Зокрема,  $\eta_B$  залежить від відношення довжини приміщення А до глибини приміщення Б. Необхідно мати на увазі, що за довжину приміщення береться довжина стіни з вікнами, а за глибину приміщення береться відстань від вікон до протилежної стіни (див рис 4.1).

$K_3$  - коефіцієнт запасу (30-50%) ( $K_3 = 1,3-1,5$ );

$K_{\text{буд}}$  - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон будівлями, що стоять навпроти вікон;

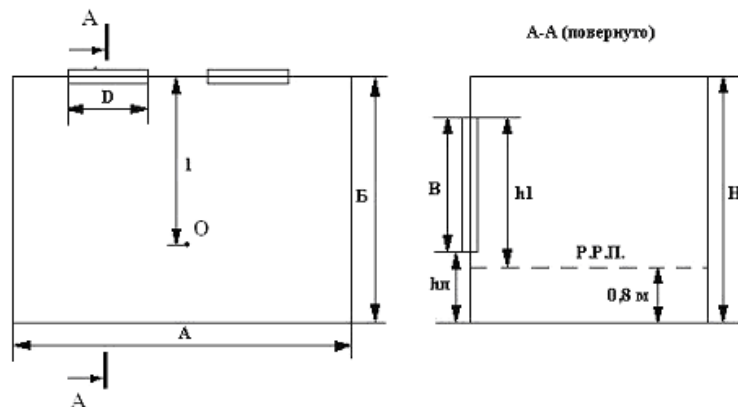


Рисунок 8.1 - Схема приміщення

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує вплив світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, залежить від розмірів приміщення і коефіцієнтів віддзеркалення стелі, стін, робочої поверхні.

Формула може бути використана в двох варіантах:

1 Знаючи тип роботи і площу підлоги, можна знайти необхідну площу вікон.

2 Маючи приміщення з відомими вікнами, визначити відповідність площі вікон розряду зорових робіт, тобто знайти фактичне значення КПО:

$$e_{\phi} = \frac{100 \cdot S_{\text{в}} \cdot \tau_{\text{в}} \cdot r_1}{S_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{в}} \cdot K_3 \cdot K_{\text{буд}}} \quad (\text{В.3})$$

При визначенні коефіцієнтів  $\eta_{\text{в}}$  та  $r_1$  необхідно мати на увазі, що довжиною приміщення є довжина стіни з вікнами, а глибиною – відстань від зовнішньої стіни з вікнами до протилежної стіни в приміщенні.

Допускається відхилення фактичної освітленості від нормованої на  $\pm 5+10\%$ .

Основні санітарні вимоги до проектування і улаштування природного освітлення:

1 У всіх будівлях повинні бути вжиті заходи до максимального використання природного освітлення.

2 Доцільно вбудувати одне велике вікно, ніж декілька невеликих тієї самої сумарної площі.

3 Вікна повинні розміщуватися на однаковій відстані один від одного і від кутів будівлі (відстань між вікнами не повинна перевищувати двократної ширини вікна).

4 Верхній край вікна повинен розміщуватися по можливості ближче до стелі.

5 Світло повинне падати на робоче місце з лівого боку.

### **Нормування і розрахунок штучного освітлення**

Джерела світла штучного освітлення характеризуються:

- 1) напругою живлення, споживаною потужністю;
- 2) економічними характеристиками (термін служби в годинах, світловіддачею);
- 3) світлотехнічною характеристикою (загальний світловий потік);
- 4) конструкційними характеристиками (розміри ламп, форма і розміри цоколя).

Переваги і недоліки існуючих джерел штучного освітлення

**Газорозрядні лампи.** Переваги:

- 1) більш довговічні (5000 тисяч годин горіння);

2) більша світловіддача (50- 130 лм/Вт);

3) задовільний спектральний склад світла, який можливо корегувати, підбираючи необхідний тип лампи: ЛБ – лампи білого світла, ЛД – лампи денного світла, ЛДЦ – лампи з поліпшеною кольоропередачею, ЛТБ – лампи тепло-білого світла.

Недоліки:

1) складніші в експлуатації;

2) улаштуванні;

3) дорожчі;

4) стробоскопічний ефект - це помилкове сприйняття людиною стану речей внаслідок пульсації світлового потоку від люмінесцентних ламп з частотою пульсації змінного струму (50Гц): предмети, що обертаються з такою частотою здаються нерухомими і можуть (методи боротьби: застосування світильників з декількома лампами, причому сусідні лампи включають в різні фази пульсації за допомогою індукційних і ємнісних опорів, тобто штучно зміщують фази);

5) час загоряння до 10 хв;

6) наявний ефект старіння (до кінця терміну роботи початковий світловий потік зменшується до 50%).

Лампи випускаються потужністю до 120 ватів марки:

ЛД - лампи денного світла;

ЛБ - лампи білого світла;

ЛХБ - лампи холодно-білого світла;

ЛТБ - лампи тепло-білого світла;

ЛДЦ - з поліпшеною кольоропередачею.

### **Лампи розжарювання**

Те, що позитивне для газорозрядних, негативне для ламп розжарювання, і навпаки: не економічні, недосконалий спектральний склад, але немає пульсації, простота конструкції, експлуатація за потужністю до 1500 Вт. Термін служби до 1000 годин.

## **Світильники**

Світильники - це комплект, що складається з джерела світла, освітлювальної арматури і підвідних дротів. Вони класифікуються:

1 За розподілом світлового потоку в просторі (прямого світла, розсіяного, віддзеркаленого);

2 За формою кривої сили світла (рівномірного, концентрованого, косинусного, синусного);

3 Залежно від виконання, призначення, способу установки.

Світильники характеризуються коефіцієнтом використання світлового потоку  $\eta=0,5-1$ .

Існують щілисті світловоди.

Щілистий світловод - це циліндрична труба великої довжини. Більша частина внутрішньої поверхні труби по всій довжині покрита шаром, що дзеркально відбиває світло.

Потужні лампи встановлені в торцях світловоду - за межами освітлюваного приміщення (дуже важливо для вибухонебезпечних виробництв). Нижня частина труби (щілина) виконана з прозорого матеріалу, через яку світло проходить і освітлює приміщення.

## **Вимірювання освітленості**

Люксометр складається з селенового фотоелемента і стрілкового гальванометра, який градуирований, Лк.

Принцип роботи - під дією світла у фотоелементі (селенова пластинка) виникає фотострум, який вимірюється гальванометром.

Допускається відхилення фактичної освітленості від нормованої в нижню сторону не більше, ніж на 10%.

Збільшення освітленості (в порівнянні з нормами) до будь-кого практично досяжної величини - бажано. Обмежує в першу чергу перевитрату електроенергії і вартість освітлювальної техніки.

При проектуванні штучного освітлення допускається перевищення фактичної освітленості над нормованою не більше ніж на 20%.

## **Вимоги до установалення штучного виробничого освітлення**

1 Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру виконуваної роботи.

Згідно з СНиП II-4-79 всі роботи за зоровими умовами підрозділяються на 8 розрядів у залежності від розміру об'єкта розпізнання:

I - розмір об'єкта розпізнання менше 0,15 мм;

VIII - загальний нагляд за ходом технологічного процесу.

2 Створення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні за рахунок вибору відповідної системи освітлення і типу світильників.

3 Оптимальна спрямованість світлового потоку.

4 Рівномірна освітленість в часі. Спеціальне включення газорозрядних ламп.

5 Необхідний спектральний склад випромінювань.

6 Зведення до мінімуму чинників: тепловиділень, випромінювання, шуму, зменшення вибухової небезпеки, пожежної і електронебезпеки.

7 Зручність і надійність експлуатації.

### **Розрахунок штучного освітлення. Методи розрахунку**

Існують декілька методів розрахунку штучного освітлення:

- 1) за методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- 2) розрахунок точковим методом;
- 3) розрахунок методом питомої потужності.

#### **1 Розрахунок за методом коефіцієнта використання світлового потоку:**

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{мін}} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\eta \cdot N \cdot n} \quad (\text{B.5})$$

де  $F_{\text{л}}$  - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи для забезпечення освітленості  $E_{\text{мін}}$ , яку вимагає СНиП. Необхідна мінімальна освітленість береться за СНиП. Вона залежить від розряду та підрозряду зорової роботи, виду джерела світла та системи освітлення, лк;

$S$  - площа підлоги, м<sup>2</sup>;

$K_3$  - коефіцієнт запасу ( $K_3 = 1,5 - 2$ );

$Z$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення (відношення середньої освітленості до мінімальної), для ламп розжарювання  $Z=1,15$ , для люмінесцентних ламп –  $Z=1,1$ ;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку світильника в частках одиниці (від 0,2 до 0,8), він залежить від:

- а) типу світильника;
- б) коефіцієнта віддзеркалення стелі, стін і робочої поверхні;
- в) індексу приміщення  $I$ :

$$I = \frac{A \cdot B}{h_p(A + B)} \quad (B.6)$$

де  $A$  та  $B$  – довжина та ширина приміщення;

$h_p$  – висота підвісу світильників над робочою поверхнею;

$N$  - кількість світильників, допускається округлення - 10% + 20%;

$n$  - кількість ламп у світильнику.

## 2 Точковий метод розрахунку

$$F_{л} = \frac{1000E_{\min} \cdot K_3}{\mu \cdot \Sigma E} \quad (B.7)$$

де  $F_{л}$  - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи, лм;

$\mu$  - коефіцієнт, що враховує вплив віддалених джерел світла;

$\Sigma E$  - сумарна умовна освітленість від найближчих світильників, визначається за графіками просторових ізолюкс.

Для кожного типу світильника побудовані графіки просторових ізолюкс.

Точковий метод розрахунку передбачає і другий варіант - пов'язує освітленість і силу світла:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (B.8)$$

де  $I_{\alpha}$  сила світла в напрямі від джерела на дану точку робочої поверхні, кд;

$r$  - відстань від світильника до розрахункової точки, м;

$\alpha$  - кут між нормаллю до робочої поверхні і напрямом світлового потоку від джерела світла.

### Розміщення світильників

Бажано розмістити їх по сторонах квадрата зі стороною  $L=(1,4-1,6) h_p$ .

Для ліній, що світяться, теж відстань між лініями повинна дорівнювати  $L$ .

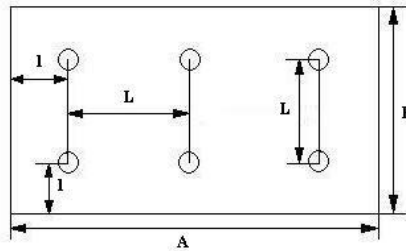


Рисунок В.2 – Схема розміщення світильників

Відстань від стіни до світильника або до лінії, що світиться, повинна складати  $l=0,3-0,5 L$ .

Порядок розрахунку штучного освітлення:

1 Задати або вибрати вихідні дані: розміри приміщення, вид виконуваної роботи, вид джерела світла, система освітлення та ін.

2 Вибрати тип світильника залежно від категорії виробництва з пожежної безпеки і від метеорологічних умов.

3 Скласти в масштабі план приміщення.

4 Розмістити світильники на плані.

5 Вибрати норму штучної освітленості.

6 Вибрати метод розрахунку.

7 Розрахувати необхідний світловий потік однієї лампи.

8 Підібрати найближчу стандартну лампу.

9 Перевірити значення фактичної освітленості (відхилення фактичної освітленості від норми допускається  $-10 +20\%$ ).

Особливості розрахунку аварійного освітлення, евакуаційного, місцевого освітлення визначаються їх призначенням і вимогам до них.

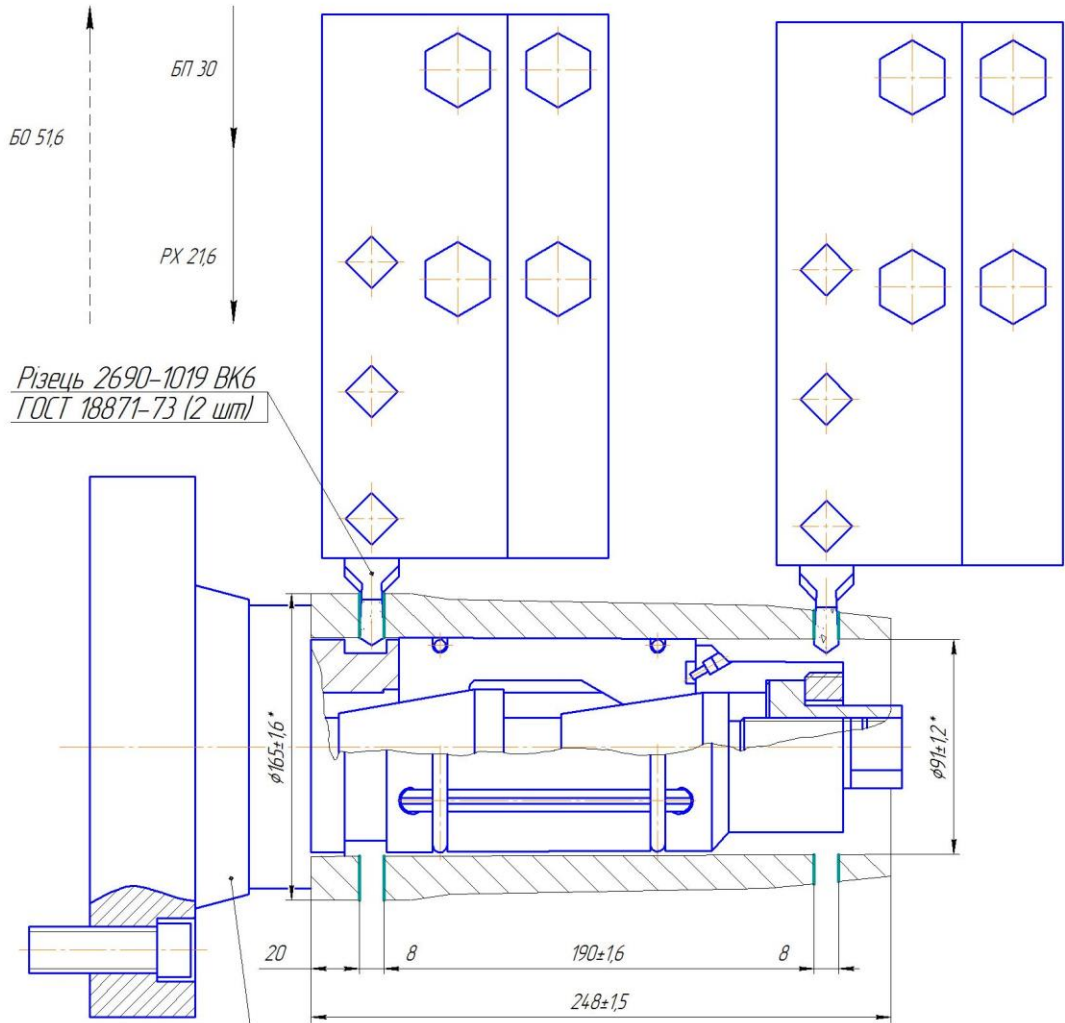






Операція 015. Токарно-автоматна. Верстат моделі 1Н713,  
18,5 кВт

ТМ20090026-06-010Н



Оправка  
секторна спеціальна

\* Розміри для довідок

Різальний інструмент	t <sub>мм</sub>	S <sub>нм/об</sub>	V <sub>м/хв</sub>	f <sub>об/хв</sub>	T <sub>а,хв</sub>	T <sub>д,хв</sub>	
Різець ВК6 ГОСТ 18879 -73	2,2	0,5	65	125	0,27	0,52	
ТМ20090026-06-010Н							
Налагодження на операцію 015						Лист	Масштаб
						1	1:1
						СумДУ, ТМ-91к	

Лист № листа  
Листів у даній  
Всього листів  
Лист № листа  
Листів у даній  
Всього листів  
Лист № листа  
Листів у даній  
Всього листів

Вид: М. вид	Изм. в. дата	Взам. инв. №	Изм. № инв.	Изм. в. дата

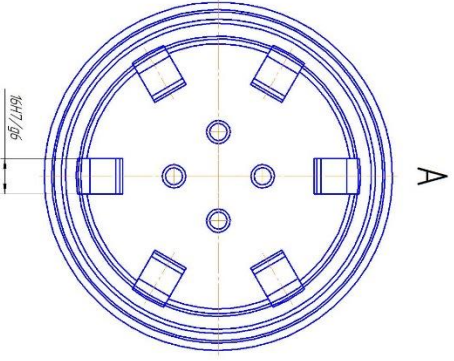
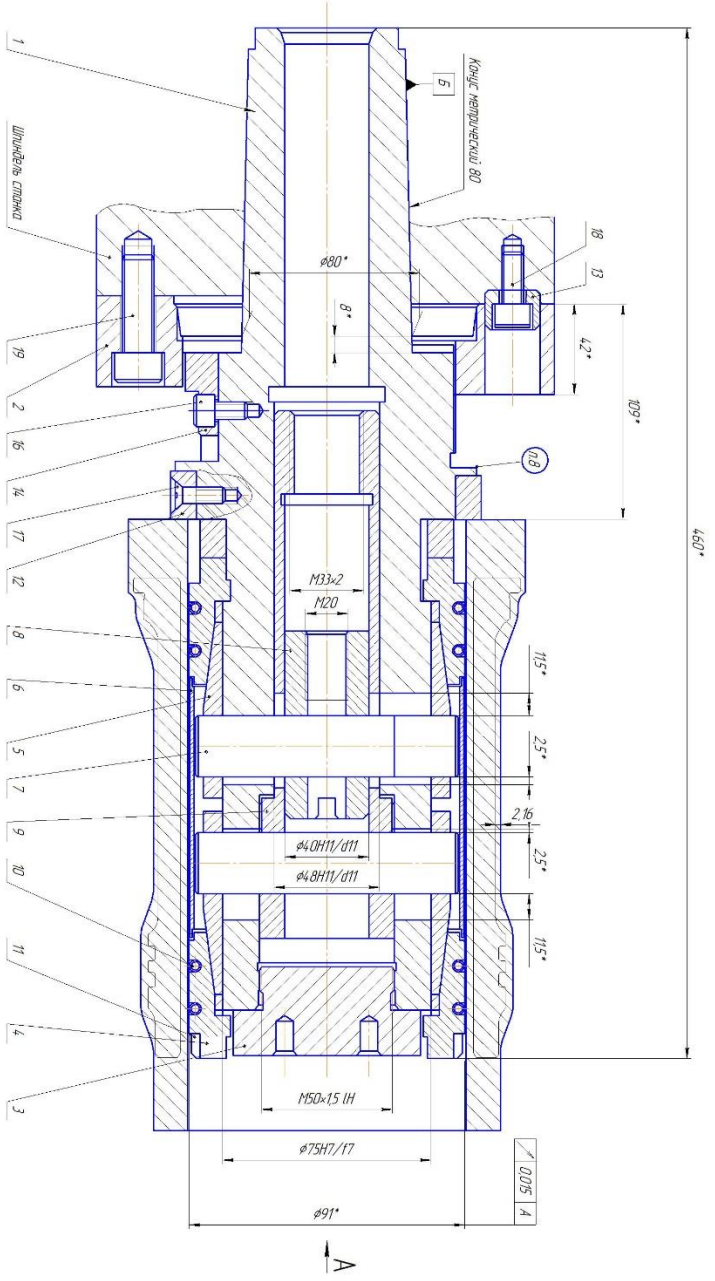
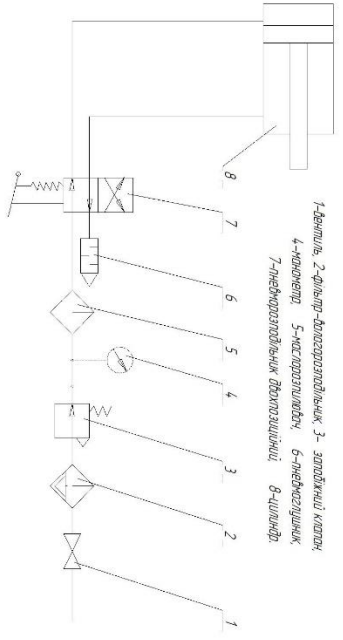


Схема включения пневмоцилиндра в пневмосеть



- 1-вентиль, 2-фильтр-регулятор давления, 3- запорный клапан,
- 4-инжектор, 5-маслоотделитель, 6-пневмоцилиндр,
- 7-пневморазводный коллектор, 8-шланг

- 1 Резервуар для хранения азота - 4,83 м³
- 2 Резервуар для хранения азота - 8,1 м³
- 3 Резервуар для хранения азота - 12 м³
- 4 Резервуар для хранения азота - 10 м³
- 5 Резервуар для хранения азота - 15 м³
- 6 Резервуар для хранения азота - 15 м³
- 7 Резервуар для хранения азота - 15 м³

TM.20090026-07-01.05	
Описание	Сварочные работы
№ документа	ИЗМ. 01
Исполнитель	И.И.И.
Проверенный	И.И.И.
Утвержденный	И.И.И.
Дата	01.01.01