

**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 МАТОЧИНИ 401.118.0015**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Коропець Є.М.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Форма № Н-9.01**

**Державний вищий навчальний заклад  
«Сумський державний університет»**

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів  
та інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Іванов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

*Коропець Євгеній Михайлович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення маточини 401.118.0015*

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 «17» травня 2023 року № 0362-VI\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «15» червня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)  
*Креслення деталі «маточина 401.118.0015»*  
*Базовий технологічний процес виготовлення маточини 401.118.0015*  
*Річний обсяг випуску деталей –2000 шт.*

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

*4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі*

*4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі*

*4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації*

*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 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2023	1
2	Охорона праці та безпека праці в надзвичайних ситуаціях	15.05.2023	2
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2023	3
4	Оформлення комплексу технологічної документації	25.05.2023	4
5	Додатки. Презентація	31.05.2023	5

Студент

Керівник проекту (роботи)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

Коропець Є.М.

(прізвище та ініціали)

Динник О.Д.

**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 маточини 401.118.0015

Здобувача (ки) групи ТМс3-91к Коропця Євгенія Михайловича

(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)

Коропець ЄВГЕНІЙ

(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: 60 сторінок, 11 рисунків, 17 таблиць, 17 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – «Маточина 401.118.0015».

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення маточини 401.118.0015.

В роботі проведено аналіз службового призначення автомобіля Isuzu Trooper та його переднього ведучого моста, проаналізовані конструктивні особливості маточини 401.118.0015 та технічні вимоги, що пред'являються до деталі. Визначений тип виробництва – середньосерійний. Вибраний спосіб отримання заготовки – лиття в кокіль.

Для операцій 015 Токарної з ЧПК та 030 Свердлильної з ЧПК обгрунтовані схеми базування, призначені металорізальні верстати, верстатне пристосування, металорізальні та вимірювальні інструменти, розраховані режими різання і норми часу.

Розглянуто фактори, які визначають наслідки ураження електричним струмом людини та види уражень.

ПЕРЕДНІЙ МІСТ, МАТОЧИНА, ЗАГОТОВКА, ВІДЛИВКА,  
ПНЕВМАТИЧНЕ ПРИСТОСУВАННЯ, РІЗЕЦЬ, СВЕРДЛО, ПАТРОН.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	13
3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи.....	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	21
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	23
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	27
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	29
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки....	32
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	37
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	39
6.5 Розрахунок режимів різання.....	41
6.6 Технічне нормування операцій.....	51
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	55
Висновки.....	58
Перелік джерел посилання.....	59
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	
Додаток Д	

					<b>ТМ 21850016-00 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коропець Є.М.			Проектування технологічного процесу виготовлення маточини 401.118.0015	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Динник О.Д.					5	60
Реценз.						КІ Сум ДУ, ТМс3-91к		
Н. Контр.		Динник О.Д.						
Затверд.		Іванов В.О.						

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, перехід до ринкових принципів господарювання, посилення конкуренції передбачає розширення номенклатури виробів, зменшення їх числа в серії. В результаті цього зростає число підприємств і цехів, орієнтованих на серійний і крупносерійний типи виробництва. Особливості сучасного машинобудівного виробництва, прагнення до його інтенсифікації в умовах частотої змінюваності продукції, що випускається висувають на перший план завдання скорочення термінів розробки технологічних процесів та підвищення якості проектних рішень.

Проектування технологічного процесу з урахуванням характеру виробництва і оперативна можливість коригування технологічного процесу в залежності від зміни виробничої ситуації багато в чому зумовлює ефективність роботи виробничої системи. Оновлення сучасного промислового потенціалу повинно здійснюватися в умовах зростання фондооснащеності, технічного переозброєння та модернізації виробництва, прискореного оновлення основного капіталу, скорочень життєвого циклу нової техніки, що тягне за собою скорочення термінів її розробки та освоєння, підвищення конкурентоспроможності продукції. Така стратегія передбачає залучення наукового потенціалу країни, її вчених до розробки інноваційних проектів.

Прогнозуючи перспективи розвитку машинобудування України, слід мати на увазі два напрямки: так зване «природне», тобто розвиток на базі фундаментальних і теоретичних досліджень у галузі природничих наук, і розвиток технологій машинобудування, пов'язаний зі станом економіки і динамікою організаційних перетворень в промисловості

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Технічні характеристики автомобіля:

Кількість дверей - 5

Кількість місць – 5

Об'єм багажнику, л - 1300

Об'єм паливного бака, л - 50

Споряджена маса, кг – 1555

Довжина, см - 4145

Ширина, см - 1651

Висота, см - 1816

Колісна база, см - 2301

Розташування двигуна - Попереду, поперечно

Об'єм двигуна, см<sup>3</sup> - 2.771

Тип палива – Дизельне паливо

Потужність к.с – 106

Коробка передач - МКПП5

Тип приводу – AWD

Передні поворотні кулаки є частиною переднього ведучого моста автомобілів Isuzu Trooper, за рахунок яких забезпечується поворот автомобіля і передача крутного моменту на передні колеса.

Будова переднього ведучого моста Isuzu Trooper зображена на рисунку 1.2.

Середня частина переднього ведучого моста Isuzu являє собою майже точну копію заднього, окрім маслозгінного кільця ведучої шестерні.

На відміну від заднього маслозгінного кільця, яке має ліву різьбу, переднє виконане з правою різьбою. Через це взаємозамінність недопустима, оскільки заміна призведе до протікання мастила через сальник.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

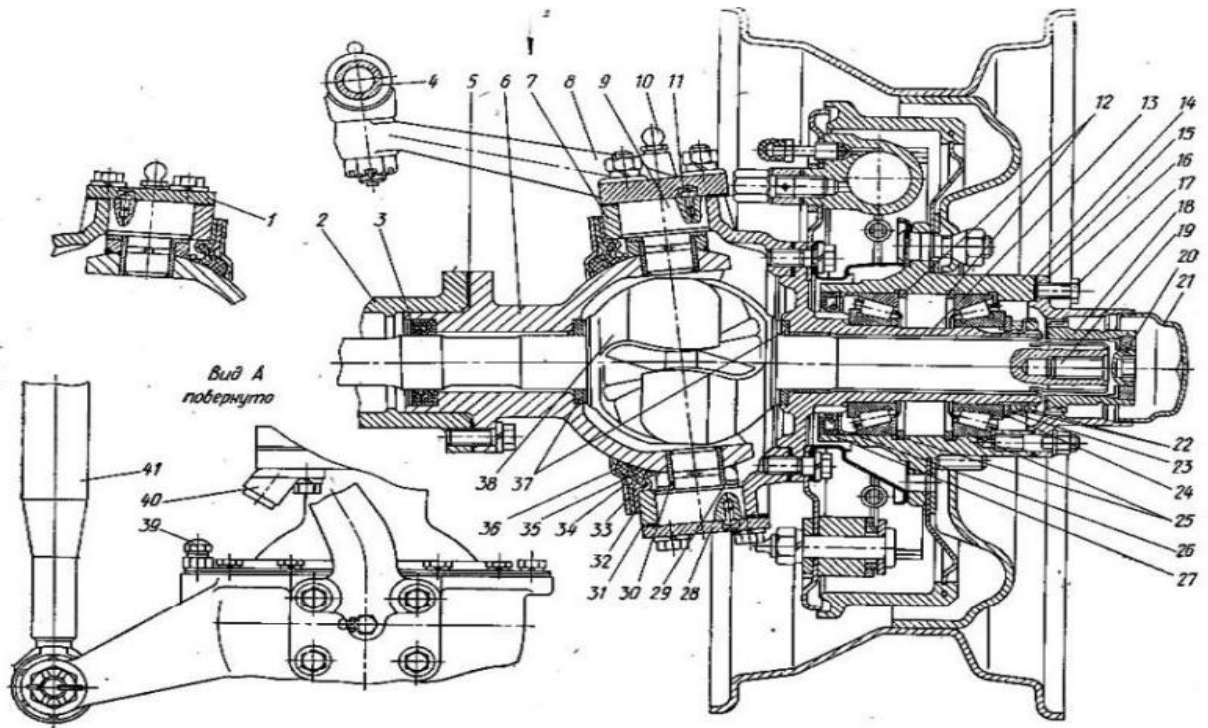


Рисунок 1.2 – Передній міст автомобіля Isuzu Trooper:

- 1 – накладка верхня; 2 – кожух напіввісі; 3 – сальник шарніру;  
 4 – повздовжня рульова тяга; 5 – прокладка; 6 – шарова опора; 7 – корпус;  
 8 – ричаг; 9 – шкворень; 10 – прес-масльонка; 11- штифт стопорний;  
 12 – кільце упорне; 13 – цапфа; 14 – маточина; 15 – Прокладка ведучого фланця;  
 16 – фланець; 17 – болт демонтажний; 19 – рухома муфта;  
 19 – стопорний болт; 20 – кулька фіксації болта; 21 – захисний ковпак;  
 22 – гайка кріплення підшипників маточини; 23 – замкова шайба;  
 24 – стопорна шайба; 25 – підшипники маточини; 26 – розпірні кільця;  
 27 – сальник маточини; 28 – нижня накладка; 29 – опорна шайба;  
 30 – втулка шворня; 31 – регулювальна прокладка;  
 32 – внутрішня обойма сальника; 33 – проміжне кільце; 34 – обойма сальника;  
 35 – резинова манжета; 36 – войлочне кільце; 37 – упорні шайби;  
 38 – шарнір поворотного кулака; 39 – регулювальний болт повороту колес;  
 40 – упоробмежувач повороту коліс; 41 – поперечна тяга.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 21850016-00 ПЗ

Арк.

9

Оскільки ведучої шестерні головної передачі переднього моста зміщена щодо осі автомобіля вправо, тому кожухи напіввісей і внутрішні вали шарнірів поворотних кулаків мають різні довжини. На лівому кожусі напіввісі встановлений сапун для запобігання тиску в картері моста при нагріванні переднього моста під час роботи.

До кожуха напіввісі п'ятьма болтами прикручена кульова опора з запресованими в неї втулками шкворнів.

Цапфа поворотного кулака і гальмівний щит кріпляться до корпус поворотного кулака через шість болтів, який, в свою чергу закріплений на шаровій опорі.

Поворотні кулаки кріпляться на шарові опори шкворнями, які встановлюються з попереднім натягом, величина якого становить 0,02-0,10 мм і регулюється прокладками які встановлюють між важелем поворотного кулака або накладкою і корпусом поворотного кулака і внизу – між накладками і корпусом поворотного кулака. Між шкворнями і шаровою опорою встановлені опорні шайби.

Для герметизації корпусу поворотного кулака встановлюють сальник, обойми якого закріплені болтами на корпусі поворотного кулака. Він складається з зовнішнього войлочного кільця і гумової манджети с пружиною.

Між картером моста і корпусом поворотного кулака також встановлено сальник всередині шарової опори.

Для змащення верхніх шворнів і додавання масла в кульову опору на важелі поворотного кулака (зліва) і верхньої накладки шкворня (праворуч) є прес-маслянки. Нижні шкворні змащуються маслом, що надходять з кульової опори самопливом.

Деталь «Маточина 401.118.0015» входить у вузол переднього моста автомобіля Isuzu Trooper і призначена для встановлення в неї напіввісі.

Деталь має такі поверхні (рисунок 1.3):

– основна виконавча база, за допомогою якої визначається положення даної деталі у виробі (основна конструкторська база);

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 21850016-00 ПЗ

– допоміжна виконавча база, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної (допоміжна конструкторська база);

– виконавча поверхня, яка виконує службове призначення даного виробу;

– вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

Для зручності складемо таблицю (таблиця 1.1).

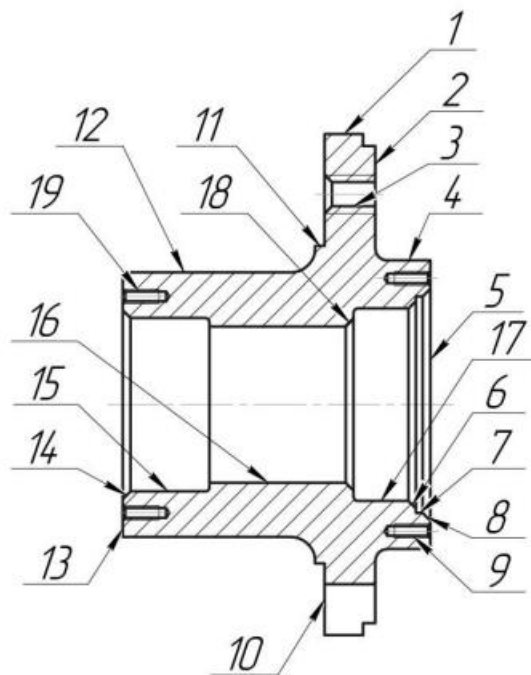


Рисунок 1.3 - Маточина

Таблиця 1.1 – Поверхні деталі

Вид поверхні	Номери поверхонь
Виконавча	15,17
ОКБ	2,3,4,5
ДКБ	9,10,12,13,19
Вільні	1, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 18

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Проаналізувавши робоче креслення деталі «Маточина 1488.09.131» можна сказати, що креслення деталі має достатню кількість перерізів та видів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування та виконання відповідає вимогам ряду стандартів ЄСКД, а саме: ГОСТ 2.305-2008, ГОСТ 2.307-2011, ГОСТ 2.309-73, ГОСТ 2.308-2011.

Деталь «Маточина 1488.09.131» є представником деталей типу втулка. Маточина виготовлена з сірого чавуну марки СЧ18 ГОСТ 1412-85. Цей сплав має високі механічні властивості, відносно низьку температуру плавлення і дуже гарні ливарні властивості: високу рідкоплинність, низькі лінійну та об'ємну усадку. Матеріал має задовільні властивості щодо оброблюваності та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

Хімічний склад та механічні властивості чавуну СЧ18 ГОСТ 1412-85 наведені в таблицях 2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад чавуну СЧ18 ГОСТ 1412-85

C	Mn	Si	P	S	Cr
			Не більше		
0.35-0.45	0.4-0.9	0.2-0.4	0.04	0.04	0.8-1.1

Таблиця 2.2 – Механічні властивості чавуну СЧ18 ГОСТ 1412-85

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	НВ
491	638	12	25	217

До виконавчих та базових поверхонь ставлять такі вимоги щодо точності та якості: поверхням, які не підлягають обробці, не висувається високих вимог щодо точності та шорсткості. Вони виконані по 14 квалітету точності з шорсткістю Ra 6,3 мкм.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Найвідповідальнішими поверхнями, є отвори під підшипники  $\varnothing 72K7$  та  $\varnothing 80P7$  з шорсткістю Ra 0,8, правий торець з шорсткістю Ra 3,2 мкм; різьбові отвори з квалітетом H7 та кріпильні отвори з квалітетом H7 та шорсткістю Ra 3,2 мкм.

Допуски призначені тільки на поверхні сполучення, тому що, вони є базовими поверхнями деталі і забезпечують необхідне положення деталі у вузлі.

На кресленні деталі також вимоги до хіміко-термічної обробки:

- твердість поверхні деталі HB 217. Оскільки деталь працює під дією динамічних навантажень, сприймає вібрації та ривки при запуску машини, то механічні властивості матеріалу повинні задовольняти вимогам її функціонального використання, тому задана твердість матеріалу дозволить мати відповідні механічні показники матеріалу деталі і забезпечить надійну роботу деталі;

- не вказані ливарні ухили  $2...3^\circ$ , радіуси – 2 мм. Конструктором оговорюються розміри, отримані після лиття для поверхонь, які не підлягають обробці. Дана вимога дозволяє проставляти розміри без захаращення креслення.

- не вказані граничні відхилення розмірів h14; H14; IT14/2. Поверхні, на яких не стоять вимоги точної обробки, повинні оброблятися з квалітетом точності отвору H14, валу h14 (зовнішні циліндричні поверхні), лінійні розміри -  $\pm IT14/2$ . Ці поверхні не є відповідальними і служать для утворення конфігурації деталі. Дана вимога дозволяє проставляти розміри без захаращення креслення.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{30}$ , який показує відношення всіх різних технологічних операцій виконуючих або підлягаючих виконанню підрозділом протягом місяця до числа робочих місць.

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.1)$$

де  $\Sigma O$  – сумарна кількість операцій;

$\Sigma P$  – сумарна кількість робочих місць.

Визначення штучно-калькуляційного Тш-к на всіх операціях. Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Розрахунок типу виробництва

№	Назва операції	$t_{шт}$	$m_p$	P	$P_{зф}$	O
05	Токарно-гвинторізна	6,1	0,06	1	0,06	13,3
010	Токарно-гвинторізна	5,85	0,06	1	0,06	13,3
015	Радіально-свердлильна	6,37	0,06	1	0,06	13,3
020	Вертикально-свердлильна	5,34	0,05	1	0,05	16
025	Внутрішньошліфувальна	4,44	0,04	1	0,04	20
030	Внутрішньошліфувальна	3,18	0,03	1	0,03	26,6
	Разом	31,28	0,3	6	0,3	102,5

Визначення типу виробництва [3, с. 228; дод. 8.3; с. 19-21].

Розрахункова кількість верстатів за операціями:

$$m_p = \frac{N \cdot t_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_z}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

Для операції 005

$$m_p = \frac{2000 \cdot 6.1}{60 \cdot 4029 \cdot 0.8} = 0,06 \text{ шт}$$

де  $N$  – річна програма випуску, шт;  $N = 2\,000$  шт.;

$t_{шт}$  – норма штучного часу, хв. ;

$F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год. ; при 2-х змінному режимі роботи підприємства  $F_d = 4029$  год. ; [3, с. 22 : таблиця 2.1]

$n_z$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання; приймається в межах 0,75...0,8.

Установити визначене число робочих місць  $P$ , округляючи до найближчого більшого цілого числа значення  $m_p$ .

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця :

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

Для операції 005

$$n_{зф} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



$$O = \frac{n_z}{n_{зф}} \quad (3.4)$$

Для операції 005

$$O = \frac{0,8}{0,06} = 13,3$$

Результати розрахунків по решті операцій заносимо до таблиці 3,1 і визначаємо  $\Sigma T_{ш-к}$ ,  $\Sigma P$ ,  $\Sigma O$ .

Коефіцієнт закріплення операцій :

$$K_{зо} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.5)$$

$$K_{зо} = \frac{102,5}{6} = 17$$

$10 < K_{зо} \leq 20$  – Середньсерійне виробництво

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей:

$$N_{доб} = \frac{N}{D_p} = \frac{2000}{254} = 7,87 \approx 8 \text{ шт} \quad (3.6)$$

де  $N$  – річна програма випуску, шт. ;

$D_p$  – кількість робочих днів у році, приймаємо 254 дні.[3, с. 22]

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{F_{доб}}{T_{ср}} \cdot 0,6 \quad (3.7)$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $F_{\text{доб}}$  – добовий фонд часу роботи устаткування;

$T_{\text{ср}}$  – середня трудомісткість механічних операцій.

Добовий фонд часу розраховуємо за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 951,2 \approx 952 \text{ хв} \quad (3.8)$$

Середню трудомісткість визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{шт.}}}{n} = \frac{31,28}{6} = 5,21 \text{ хв.} \quad (3.9)$$

$$Q = \frac{952}{5,21} \cdot 0,6 = 109,6 \approx 110 \text{ шт.}$$

Оскільки порівняння  $N_{\text{доб}} = 8 \text{ шт.} < Q = 110 \text{ шт.}$  показало, що добовий випуск деталей набагато менший від добової продуктивності потокової лінії на 60 %, тому застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно. Отже застосуємо групову форму організації виробництва.

Розрахункова кількість деталей у партії розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{парт}} = N_{\text{доб}} \cdot a \quad (3.10)$$

де  $a$  - періодичність запуску в днях; приймаємо  $a=24$  дні.

$$N_{\text{парт}} = 8 \cdot 24 = 192 \text{ шт.}$$

Корегуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на оброблення всієї партії :

					<b>TM 21850016-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$3 = \frac{T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{парт}}}{F_3 \cdot n_{3,н}} \quad (3.11)$$

де  $F_3$  – змінний фонд часу роботи верстатів

$$F_3 = \frac{F_{\text{доб}}}{b} \quad (3.12)$$

де  $b$  – кількість змін за добу,  $b = 2$ .

$$F_3 = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$$3 = \frac{5,21 \cdot 192}{476 \cdot 0,8} = 2,626 \approx 3$$

Число змін округлюємо до найбільшого цілого значення, приймаємо  $3=3$ .

Число деталей у партії :

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_3 \cdot 3_{\text{пр}} \cdot n_{3,н}}{T_{\text{ср}}} \quad (3.13)$$

$$N_{\text{пар}} = \frac{476 \cdot 3 \cdot 0,8}{5,21} = 219,27 \approx 220 \text{ шт.}$$

Характеристика обраного типу виробництва:

Номенклатура та обсяг випуску: Незначна, з поступовим зменшенням номенклатури та збільшенням обсягу.

Вид обладнання: Універсальне, верстати з ЧПК з поступовим підвищенням рівня автоматизації до напівавтоматів.

Пристрої: Універсальні, УСП, переналагоджувальні, та спеціальні.

Різальний інструмент: Універсальний, спеціалізований.

					<b>ТМ 21850016-00 ПЗ</b>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимірювальний інструмент: Універсальний, граничні калібри.

Рівень глибини технологічних рішень: Маршрутний, маршрутно-операційний, операційний.

Метод технічного нормування: Дослідно-статистичний, розрахунково-аналітичний.

Види вихідних заготовок: Сортовий прокат, кування, литво.

Методи досягнення точності при механічній обробці: Метод автоматичного досягнення точності з використанням жорстких упорів, лімбів, верстатів з ЧПК, автоматів та ін.

Методи досягнення точності замикаючої ланки при складанні: Пригінка, регулювання, групової взаємозамінності, повної та неповної взаємозамінності.

Розташування обладнання: Предметно-замкнуті ділянки для виготовлення групи технологічно подібних деталей, потокові лінії.

Рівень кваліфікації основних робітників: Вимоги поступово знижуються, але зростає вимога до кваліфікації робітників, що налагоджують обладнання (додаткові робітники).

Собівартість виробництва: Середня.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Якість деталі залежить в тому числі і від якісного оцінювання, метою якого є придатність конструкції деталі до задоволення тих вимог, що забезпечують її технологічність на всіх етапах виробництва.

Маточина 401.118.0015 є тілом циліндричної форми з центральним скрізним отвором і отворами з різьбами, розташованими по колу.

Отвори  $\varnothing 72K7$  та  $\varnothing 80K7$  є найбільш точними і призначені для впресування в них підшипників кочення.

Матеріалом маточини є сірий чавун СЧ18 ГОСТ 1412-85, перевагами якого є низька ціна, гарні механічні і ливарні властивості та низька температура плавлення, завдяки яким отримуються високоякісні заготовки без дефектів.

Тому цей матеріал є найбільш розповсюдженим у машинобудівному виробництві і визнаний цілком технологічним для даної деталі.

З урахуванням матеріалу деталі для отримання заготовки вибираємо спосіб лиття в кокіль, який є найбільш технологічним, зважаючи на те, що при даному методі отримуються найбільш точні заготовки, які мають невелику шорсткість поверхонь і незначну кількість браку, що дає йому перевагу, незважаючи на більшу вартість. Тому даний спосіб визнаний технологічним.

В даній деталі більшість поверхонь є легкими і доступними, що значно сприяє швидкості і якості обробки, але присутні і нетехнологічні елементи, такі, як різьбові отвори, для яких потрібен спеціалізований інструмент. Але, незважаючи на це, а також на те, що деякі поверхні не обробляються, можемо зробити висновок, що за формою поверхонь деталь технологічна.

Найбільш відповідальними поверхнями з підвищеними вимогами є отвори під підшипники  $\varnothing 72K7$  та  $\varnothing 80K7$  з шорсткістю Ra 0,8 мкм, правий торець з шорсткістю Ra 3,2 мкм, різьбові отвори з квалітетом Н7 та кріпильні отвори з квалітетом Н7 та шорсткістю Ra 3,2 мкм.

До поверхні отворів під підшипники ставиться вимога радіального биття 0,02 мкм відносно бази Б.

										Арк.
										20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 21850016-00 ПЗ

До правого торця маточини ставиться вимога торцевого биття 0,16 мкм відносно бази Г;

позиційний допуск на різьбові отвори є залежним, і дорівнює 0,4 мкм (в діаметральному вираженні) відносно баз Б тв. В. Зазначені вимоги є обов'язковими для використання даної деталі в механізмі, і, на жаль, немає можливості змінити їх. Оскільки поверхонь з високою точністю та шорсткістю мало, то можна визнати, що за шорсткістю та точністю поверхонь деталь є цілком технологічна.

Загалом, конструкція деталі є технологічною, хоча має окремі конструктивні елементи, які не є технологічними і пов'язані з функціональним призначенням та умовами експлуатації. Оброблювані поверхні чітко визначені, а вимоги до цих поверхонь деталі є добре обґрунтованими.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для вибору способу отримання заготовки враховуємо матеріал деталі, а саме сірий чавун СЧ 18. Для даного матеріалу є два основних способи, серед яких лиття в піщано-глинисті форми і лиття в кокіль.

Кожен з них має свої переваги і недоліки. Перевагами лиття в кокіль є: багаторазова форма, краща точність розмірів і низька шорсткість, високі механічні властивості. Проте перевагами лиття в піщано-глинисті форми є економічний фактор та низька трудомісткість.

Для даної заготовки, враховуючи особливості матеріалу та кількість деталей в партії (220 шт), призначаємо спосіб з литтям в кокіль.

Згідно з ГОСТ 26645-85, розрахунок розмірів складається з 4 етапів:

- призначення вихідних даних (норм точності);
- вибір допусків;
- вибір припусків;
- розрахунок розмірів заготовки.

Для призначення норм точності відливки необхідно скористатися вихідною інформацією (серійність виробництва, матеріал деталі, наявність термічної обробки і т.д.).

Отже для заданого способу:

клас розмірної точності – 7;

ступінь жолоблення – 3;

ступінь точності поверхонь – 9;

клас точності маси відливки – 7;

ряд припусків – 5;

шорсткість поверхні – Ra 12,5 мкм.

Використовуючи знайдені норми точності, вибираємо допуски і припуски відливки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів відливки в кокіль

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск	Допуск	Розмір заготовки
∅ 72	7	0.8	2.9×2	±2.2	∅ 66.4 ±2.2
∅ 80	7	0.8	2.9×2	±2.2	∅ 74.2±2.2
∅ 65	14	6.3	2.5×2	±2.2	∅ 60±2.2
128	14	3.2	2.8×2	±2.4	132.8 ±2.4
44	14	3.2	2.8×4	±3.2	50.8±2.4
21	14	6.3	4.0	±1.6	25±1.6

За отриманими розрахунковими розмірами виконуємо ескіз заготовки (рисунок 5.1).

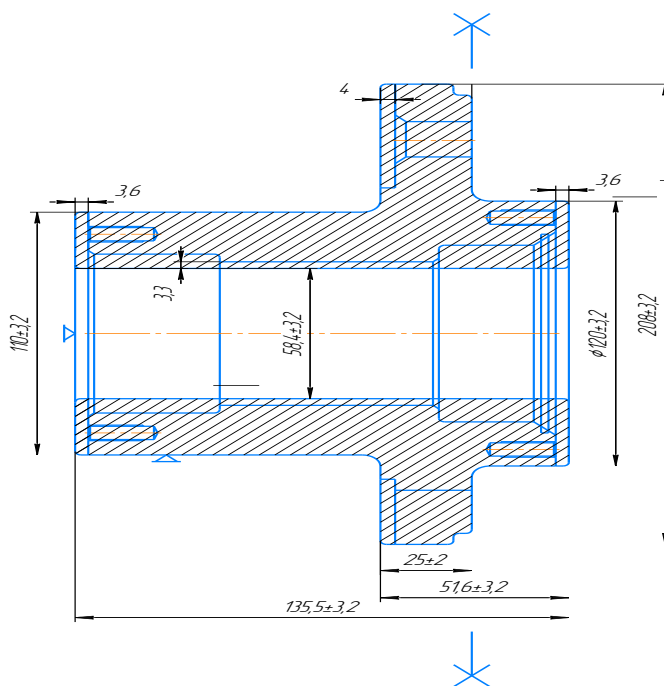


Рисунок 5.1 – Ескіз відливки в кокіль

Визначаємо масу заготовки за формулою:



$$M_3 = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де  $V_{\text{заг}}$  – загальний об'єм;

$\gamma$  – густина матеріалу;  $\gamma = 7,0 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$  ;

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} + \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} + \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} + \frac{\pi D_5^2 l_5}{4} + \frac{\pi D_6^2 l_6}{4}; \quad (5.2)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3.14 \cdot 110^2 \cdot 82}{4} + \frac{3.14 \cdot 120^2 \cdot 25.8}{4} + \frac{3.14 \cdot 208^2 \cdot 25}{4} + \frac{3.14 \cdot 64.4^2 \cdot 36}{4} + \frac{3.14 \cdot 60^2 \cdot 64.8}{4} + \frac{3.14 \cdot 74.2^2 \cdot 32}{4} = 147353 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 147353 \cdot 7.0 \cdot 10^{-6} = 10.3 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою (5.3):

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} \quad (5.3)$$

де  $M_{\text{д}}$  – маса деталі, кг;

$M_3$  – маса заготовки, кг.

$$K_{\text{вм}} = \frac{7.5}{10.3} = 0.73$$

Визначаємо собівартість відливки:

$$S_{\text{заг}} = (22.8 \cdot 10.3 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.88 \cdot 1.0 \cdot 1.0) - (10.3 - 7.5) \cdot 2.28 = 200.32 \text{ грн}$$

Отже, вибираємо відливки в кокіль, так як це більш виправданий для заданої річної програми випуску.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До заготовки ставляться наступні технічні вимоги:

1 НВ 217.

2 Точність відливки 10-5-10-14 ГОСТ 26645-85.

3 Незазначені ливарні ухили  $2^{\circ}$  ...  $3^{\circ}$ , радіуси 2 мм.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## 6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Маточина 401.118.0015», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (рисунок 1.3, таблиця 6.1).

Маршрут обробки відповідає технологічному процесу обробки деталей даного типу.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
005 Лиття	Отримати заготовку	-	Кокіль
010 Токарна з ЧПК	Підрізати торець 13; розточити отвори 15 і фаску 14; підрізати торець 10; точити поверхню 11	Патрон трьохкулачковий самоцентруючий (установча та напрямна бази )	Токарний верстат з ЧПК СК 6140
015 Токарна з ЧПК	Підрізати торець 5; розточити отвори 7, 16, 17 і фаски 6, 8, 18	Патрон трьохкулачковий самоцентруючий (установча та напрямна бази )	Токарний верстат з ЧПК СК 6140
020 Свердлильна з ЧПК	Центрувати 4 отвори 9; свердлити 4 отвори 9, зенкувати фаски в отворах 9; нарізати різьбу в отворах 9	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Свердлильний верстат з ЧПК GZC3030

Продовження таблиці 6.1

025 Свердлильна з ЧПК	Свердлити 4 отворів 3, зенкувати фаски в отворах 3; нарізати різьбу в отворах 3	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Свердлильний верстат з ЧПК GZC3030
030 Свердлильна з ЧПК	Свердлити 5 отворів, зенкувати фаски в отворах; нарізати різьбу в отворах	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Свердлильний верстат з ЧПК GZC3030
035 Внутрішньо- шліфувальна	Шліфувати отвір 17	Патрон трьохкулачковий самоцентруючий (установча та напрямна бази )	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3K227
040 Внутрішньо- шліфувальна	Шліфувати отвір 15	Патрон трьохкулачковий самоцентруючий (установча та напрямна бази )	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3K227
045 Слюсарна	Притупити гострі кромки	-	Верстак
050 Промивання	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ-1
055 Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

Проаналізувавши базовий технологічний процес можемо зробити висновок, що для виготовлення маточини в умовах середньосерійного типу виробництва використовувати токарні і свердлильні верстати з ЧПК. Це забезпечить зниження трудомісткості і підвищення продуктивності праці на цих операціях.

						ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
							27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для отвору  $\varnothing 72K7$  за допомогою ЕОМ.

Величина розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначається за формулою:

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

де  $R_{zi-1}$  - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$T_{i-1}$  - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$\rho_{i-1}$  - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм.

Елементи припуску  $R_z$  та  $T$  визначаємо за [2], табл.4.3, 4,6 с.63-65.

Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{жол}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $\rho_{зм}$  - похибка зміщення, мкм;  $\rho_{зм} = 3200$  мкм (ГОСТ 26645-85);

$\rho_{жол}$  - похибка жолоблення, мкм;  $\rho_{жол} = \Delta_k D = 1 \cdot 208 = 208$  мкм;

$$\rho = \sqrt{3200^2 + 208^2} = 3235 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де  $k_y$  - коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [2], с.73. 34

Для розточування чорнового  $k_y = 0,05$ ; для розточування чистового  $k_y = 0,04$ ; для шліфування  $k_y 0,02$ .

Розраховуємо  $\rho$  для кожного переходу:

$$\rho_{\text{розт.чорн.}} = 0,05 \cdot 3235 = 162 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{розт.чист.}} = 0,04 \cdot 3235 = 129 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шліф}} = 0,02 \cdot 3235 = 65 \text{ мкм}$$

Так як заготовка закріплюється в трьохкулачковому патроні, то похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де  $\varepsilon_6$  – похибка базування, мкм;  $\varepsilon_6 = 0$  при базуванні в трьохкулачковому патроні;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення, мкм;

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 500^2} = 500 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину похибки установки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{зал}} = k_y \cdot \varepsilon_y, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

$$\varepsilon_{\text{розт.чорн.}} = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{розт.чист.}} = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{шліф}} = 0,02 \cdot 500 = 10 \text{ мкм}$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм			
			$R_z$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$
Заготовка	16	-	600		3235	500
Розточування чорнове	12	+0,3 0	50	50	162	25
Розточування чистове	10	+0,12 0	20	25	129	20
Шліфування попереднє	9	+0,074 0	10	20	65	10
Шліфування остаточне	7	+0,009 -0,021	5	15	-	-

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				миним	максим	миним	расч.	макс	
-	-	62.449	62.4	62.4	+0.300	62.4	62.7	-	-	-
7771	8071	70.522	70.52	70.52	+0.190	70.52	70.71	7820	8120	8310
527	717	71.245	71.24	71.24	+0.120	71.24	71.36	530	720	840
349	469	71.715	71.715	71.715	+0.074	71.715	71.788	355	475	549
190	264	71.979	71.979	72	+0.009 -0.021	71.979	72.009	190	264	294

<Enter> – продолжение работы      <Esc> – возврат

Рисунок 6.1 – Розрахунок припусків

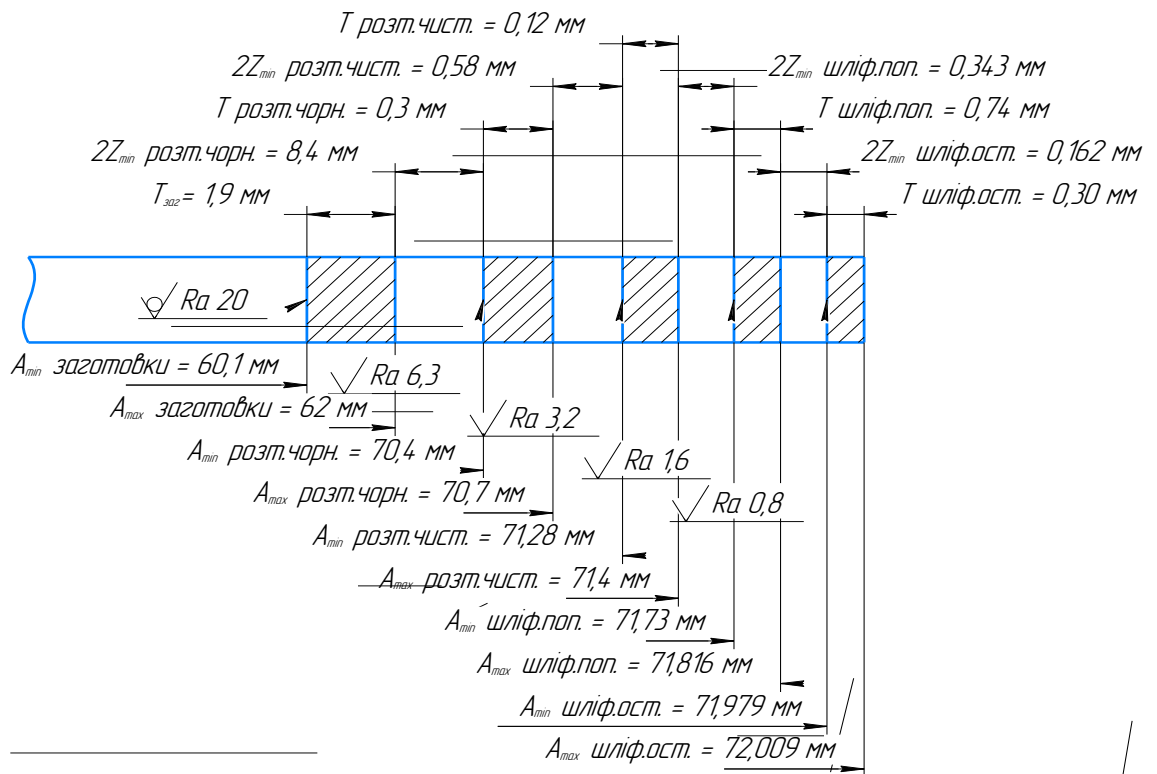


Рисунок 6.2 – Схема розміщення припусків на обробку отвору  $\varnothing 72K7 \text{ мм}$

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 015 Токарна з ЧПК. На даній операції підрізається торець, розточуються отвори та канавка. Єдиним способом закріплення заготовки є базування по зовнішній поверхні  $\varnothing 110 \text{ мм}$  з упором в лівий торець в трьохкулачковому самоцентруючому патроні. За установчу базу приймаємо зовнішню циліндричну поверхню маточини, яка позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а лівий торець є подвійною опорною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (рис 6.3, табл. 6.3, 6.4). Похибка базування для діаметральних розмірів буде дорівнювати нулю.

						ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
							31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



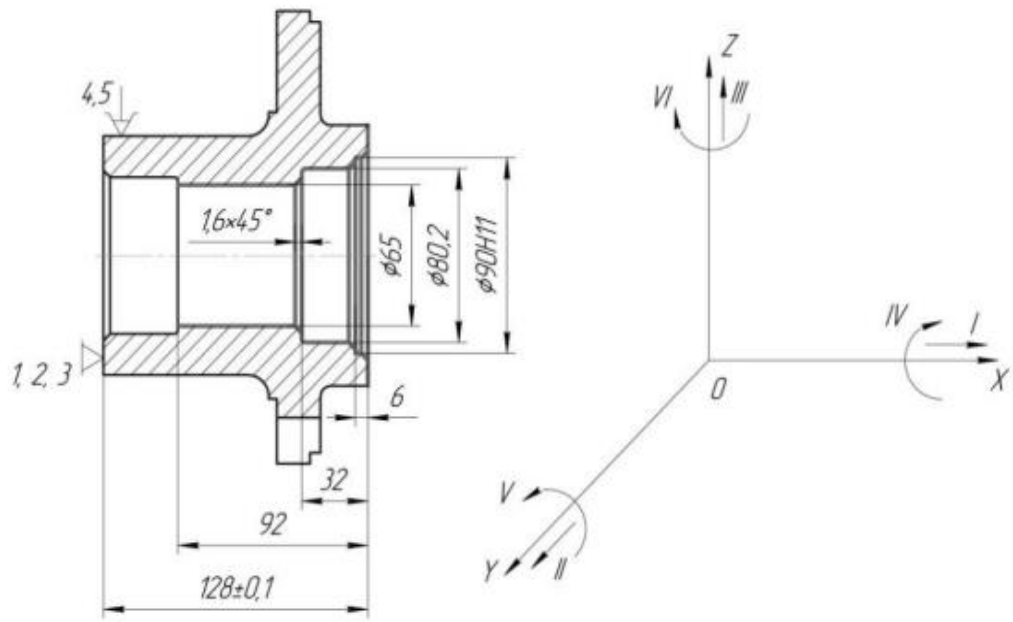


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки в трьохкулачковому патроні на універсальному верстаті

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей операції 015

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	I, V, VI	Установча база
4,5	III, II	Подвійна опорна база
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків операції 015

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	$\alpha$	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	1	0	0

При використанні токарного верстата з ЧПК СК 6140 на даній операції похибка базування для розміру 92 мм буде дорівнювати допуску на розмір, що з'єднує вимірювальну та технологічну бази – це розмір 128 мм,  $\varepsilon_{32} = T_{128} = 1$  мм

При використанні токарного верстата з ЧПК СК 6140 на даній операції, при прив'язці системи ЧПК до правого торця маточини похибка базування для розміру 92 мм буде дорівнювати нулю. Таким чином, використовуємо другий спосіб закріплення заготовки.

Операція 030 Свердлильна з ЧПК. На даній операції свердяться та зенкуються отвори і нарізається в них різьба. Заготовку можна базувати по зовнішній поверхні  $\varnothing 110$  мм з упором в торець (призми) або по отвору  $\varnothing 72$  мм з упором в торець.

Розглянемо перший спосіб базування заготовки – базування в призмах, одна з яких прикріплена до станини пристосування, а інша – рухома (рисунок 6.4).

За установчу базу приймаємо торець заготовки, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 110$  мм є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (таблиця 6.5 і таблиця 6.6).

Похибка базування буду дорівнювати допуску на діаметр, по якому закріплюється деталь,  $\varepsilon = \delta_{\varnothing 110} = 3,2$  мм

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

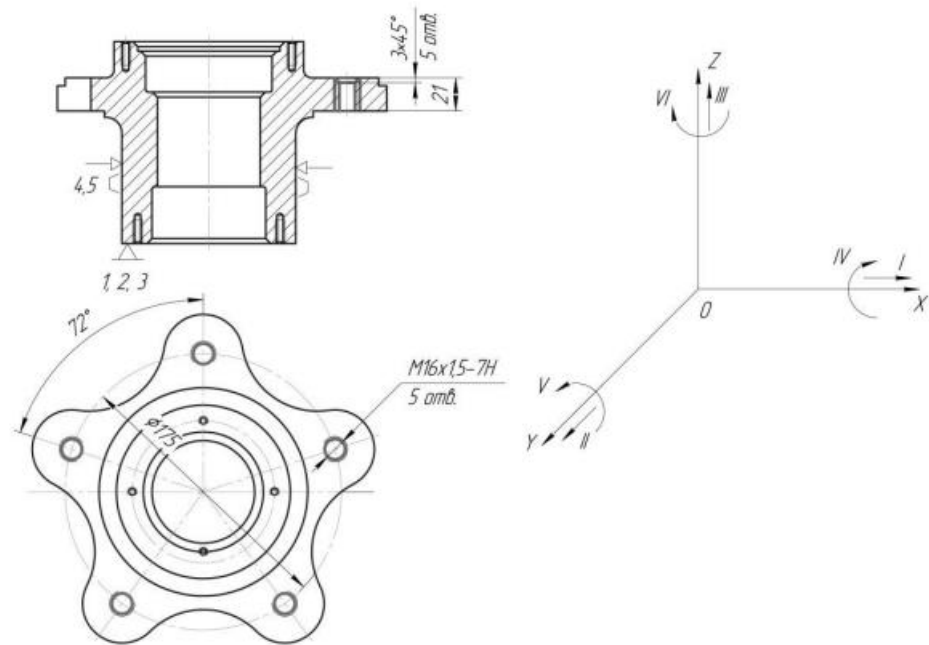


Рисунок 6.4 – Схема базування заготовки в призмах

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей операції 030 базування в призмах

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	III, IV, V	Установча база
4, 5	I, II	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків операції 030 базування в призмах

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	$\alpha$	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	0	0	1

Розглянемо другий спосіб базування заготовки – по отвору  $\varnothing 71,4$  мм з упором в торець (рис. 6.5). За установчу базу приймаємо торець маточини, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а отвір є напрямною базою і позбавляє

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.7 і табл. 6.8).

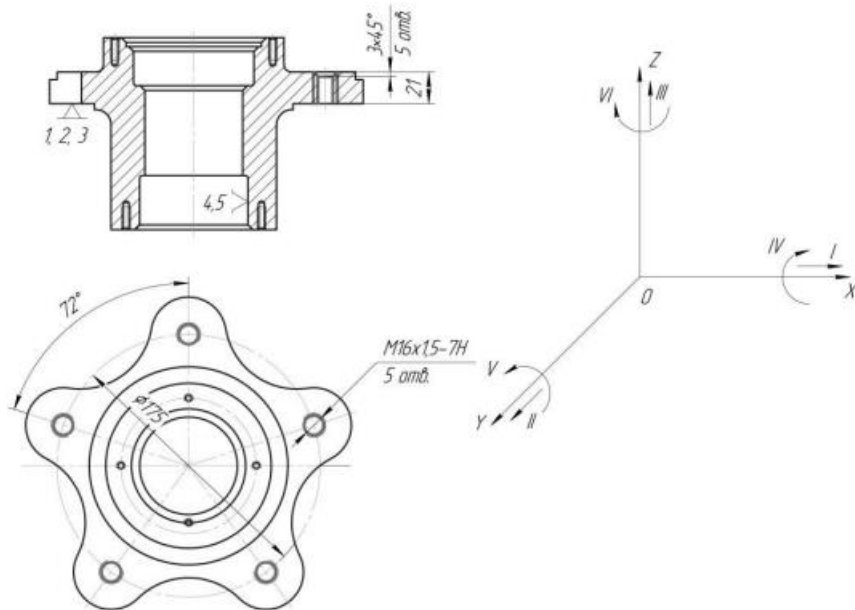


Рисунок 6.5 – Схема базування заготовки по отвору

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей операції 030 базування по отвору

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V	Установча база
4, 5	I, V	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків операції 030 базування по отвору

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	$\alpha$	1	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	0	0	1

У такий спосіб базування похибка буде дорівнювати половині допуску на діаметр отвору, по якому базується заготовка:  $\varepsilon = \delta_{\varnothing 71,4} = \frac{0,074}{2} = 0,037$  мм

Отже, порівнявши два способи базування заготовки, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати другий спосіб – базування по отвору.

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

#### Операція 015 Токарна з ЧПК

Виходячи із вихідних даних, на заданій операції використовується токарний верстат з ЧПК моделі СК 6140 (Рисунок 6.6).

Він призначений для токарної обробки складних за конфігурацією заготовок в патроні або спеціальній оправці в серійному типі виробництва. Аналізуючи технічні характеристики верстата (таблиця 6.9), можна сказати, що верстат забезпечує високу продуктивність та точність обробки, високу якість оброблених поверхонь, а отже може бути використаний на операції 015.

Таблиця 6.9 – Технічна характеристика верстата СК 6140

Параметри верстата	Числові дані
Потужність (загальна), кВт	11
Потужність (двигун шпинделя), кВт	5.5
Мах. діаметр заготовки, мм	Ø200
Мах. довжина заготовки, мм	750
Інстр. каретка (тип закріплення інстр.)	4-х позиційна електрична вежа з серво-приводом.
Інстр. каретка (розмір інструменту), мм	20/20
Крутний момент по осям X / Z, Нм	4/6
Швидкість переміщення по осям X / Z, м/хв	8/10
Шпиндель (швидкість обертання), об/хв	150-1800
Габаритні розміри, мм	2200 / 1160 / 1650
Вага, кг	1800



Рисунок 6.6 – Токарний верстат СК 6140

### Операція 030 Свердлильна з ЧПК

Зміст операції:

Встановити, закріпити заготовку.

Розточити отвір, витримуючи розмір 2.

Зняти деталь.

Таким чином, операція складається з одного установа, двох допоміжних переходів та одного технологічного переходу.

Проаналізувавши технічні характеристики свердлильних верстатів, які доцільно застосувати для обробки деталей заданих розмірів, був обраний свердлильний верстат з ЧПК моделі GZC3030 (рисунок 6.7). Технічні характеристики верстата наведені в таблиці 6.10

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37



Рисунок 6.7 – Сведильний верстат з ЧПК GZC3030

Таблиця 6.10 – Технічна характеристика верстата GZC3030

Технічна характеристика	Параметр
Максимальний розмір заготовки, мм	3000x3000
Максимальна товщина заготовки, мм	300
Максимальний діаметр свердління, мм	60
Максимальна глибина свердління, мм	До 300
Розмір верстата, ДхШхВ, м	7.5X6.4X3.6
Вага верстата, т.	25

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент.

Операція 015 Токарна з ЧПК

- патрон 7100-0007 трьохкулачковий самоцентруючий пневматичний ГОСТ 2675-80;

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Ріжучий інструмент:

- різець прохідний відігнутий правий 2107-0030 ВК8 ГОСТ 18877-73;
- різець розточний 2141-0010 ВК8 ГОСТ 18883-73;
- різець канавковий ВК8 спеціальний.

Вимірювальний інструмент:

- калібр-пробка спеціальна – для контролю отвору діаметром  $\varnothing 79,4$  мм;
- калібр-пробка 8133-1107 Н9 ГОСТ 144812-69 для контролю отвору діаметром  $\varnothing 65$  мм;
- нутромір індикаторний ГОСТ 868-82 – для контролю глибини канавки;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;
- шаблон спеціальний – для контролю ширини 2,8 мм канавки.
- зразки шорсткості 3,2; 6,3 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

Операція 030 Свердлильна з ЧПК

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;

Ріжучий інструмент:

- свердло спіральне 2300-6173 Р6М5 ГОСТ 10903-77;
- зенківка 2353-4006 Р6М5 ГОСТ 14953-80;
- мітчик 2621-1220 Р6М5 ГОСТ 3266-81 – для обробки заданих отворів;

Вимірювальний інструмент:

- калібр-пробка різьбова 8221-3030 ГОСТ 17758-72 – для контролю отриманих різьбових отворів.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 015 Токарна з ЧПК

Перехід 1. Підрізання торця. Для інших переходів методика аналогічна.

Дані заносимо до таблиці 6.11.

Визначаємо глибину різання. При підрізанні торця вона буде рівною припуску на сторону, отже  $t = 3,2$  мм.

Визначаємо подачу на оберт заготовки  $S_{\text{табл.}} = 0,8 - 1,9$  мм/об (табл. 11, с.266). Приймаємо  $S_{\text{табл.}} = 1,5$  мм/об.

Коректуємо вибране значення за паспортними даними верстата:

$$S_o = 1,4 \text{ мм/об}$$

Визначаємо період стійкості різця. Період стійкості токарного різця приймаємо  $T = 60$  хв ([7], с.268).

Визначаємо швидкість головного руху різання, що допускається ріжучими властивостями різця:

$$V_n = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_o^{y_v}} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.6)$$

де  $C_v, m, x_v, y_v$  – коефіцієнти та показники степені в формулі для визначення швидкості:  $C_v = 292, m = 0,2, x_v = 0,15, y_v = 0,20$  (таблиця 17, с 269);

$K_v$  – загальний коефіцієнт, що враховує зміну умов різання

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_{1v}} \cdot K_{\varphi_v}, \quad (6.7)$$

де  $K_{m_v}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості оброблюємого матеріалу (табл. 1 с 261).

$$K_{m_v} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (6.8)$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $n_v$  – показник степені, що залежать від оброблюваного матеріалу;

$$K_{m_v} = \left(\frac{190}{217}\right)^{1,25} = 0,85$$

$K_{n_v}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки.  $K_{n_v} = 0,8$ ;

$K_{u_v}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал.  $K_{u_v} = 0,83$  ;

$K_{\varphi_{1v}}, K_{\varphi_v}$  – поправочні коефіцієнти, що враховують геометричні параметри різця,  $K_{\varphi_{1v}} = 0,9$  ,  $K_{\varphi_v} = 1,0$ .

$$K_v = 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,51$$

$$V_n = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 3,2^{0,15} \cdot 1,4^{0,25}} \cdot 0,51 = 50 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя відповідна знайденої швидкості головного руху різання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.9)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 105} = 152 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата та приймаємо  $n_d = 160$  об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.10)$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 160}{1000} = 53 \text{ м/хв}$$

Визначаємо головну складову сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_o^{y_p} \cdot V_d^{n_p} \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.11)$$

де  $C_p, x_p, y_p, n_p$  – коефіцієнти та показники степені в формулі:  $C_p = 92, x_p = 1, y_p = 0,75, n_p = 0$ .

Поправний коефіцієнт на силу різання  $K_p$  визначається по формулі:

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p}, \quad (6.12)$$

де  $K_{m_p}$  – поправочний коефіцієнт, враховуючий фізико-механічні властивості оброблюємого матеріалу, визначається за формулою:

$$K_{m_p} = \left( \frac{HB}{190} \right)^{n_p} \quad (6.13)$$

$$K_{m_p} = \left( \frac{217}{190} \right)^{0,4} = 1,05$$

де  $K_{\varphi_p}, K_{\gamma_p}, K_{\lambda_p}$  – поправочні коефіцієнти, що враховують геометричні параметри різця,  $K_{\varphi_p} = 1, K_{\gamma_p} = 1, K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_p = 1,05 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 3,2^1 \cdot 1,5^{0,75} \cdot 53^0 \cdot 1,05 = 4190 \text{ Н}$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність, що витрачається на різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 1020}, \text{кВт} \quad (6.14)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{4190 \cdot 53}{60 \cdot 1020} = 3,63 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатньо потужності привода верстата. Необхідно, щоб виконувалась умова  $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шт}}$

$$N_{\text{шт}} = N_d \cdot \eta, \text{кВт} \quad (6.15)$$

$$N_{\text{шт}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$3,63 \leq 8,25$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S_o}, \text{хв} \quad (6.16)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу різця, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{мм} \quad (6.17)$$

де  $l$  – довжина обробки, мм;

$y$  – величина врізання, мм;

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

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина обробки визначається за формулою:

$$L = 22,8 + 3,9 + 2,3 = 29 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{29 \cdot 1}{160 \cdot 1,4} = 0,13 \text{ хв}$$

Для інших переходів розрахунки аналогічні, дані заносимо в таблицю 6.11

Таблиця 6.11 – Режими різання та норми часу на операцію 015 токарну з ЧПК

Зміст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв	T <sub>o</sub> Σ, хв	T <sub>д</sub> , хв	T <sub>шт</sub> , хв
	t, мм	S <sub>o</sub> , мм/об	n, хв <sup>-1</sup>	V, м/хв	i					
Підрізати торець	3,2	1,4	160	53	1	29	0,13	0,82	0,79	1,51
Розточити отвори	2,65	1,4	160	53	1	92	0,41			
Розточити канавку	2,8	1,4	160	53	1	1,4	0,013			

Операція 030 Свердлильна з ЧПК

Перехід 1. Свердління отвору. Призначаємо режими різання.

Глибина різання. При свердлінні отвору під подальше нарізання різьби глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{d}{2}; \text{мм} \quad (6.18)$$

де d – діаметр отвору, мм;

$$t = \frac{14,43}{2} = 7,215 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу за табл.25, с.277 [5].

При діаметрі свердла до 8 мм і обробці сірого чавуну з твердістю НВ 163...229, приймаємо  $S_{o \text{ табл.}} = 0,30$  мм/об. Уточнюємо знайдене значення, враховуючи поправні коефіцієнти за формулою:

$$S_o = S_{o \text{ табл.}} \cdot K_{oS} \cdot K_{жS}, \text{ мм/об} \quad (6.18)$$

де  $K_{oS}$  – коефіцієнт, що враховує наступну обробку отвору; при наступному нарізанні різьби  $K_{oS} = 0,5$ ;

$K_{жS}$  – коефіцієнт, що враховує жорсткість системи СПД; при середній жорсткості системи  $K_{жS} = 0,75$ ;

$$S_o = 0,30 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 0,1125 \text{ мм/об}$$

Коректуємо знайдену подачу за паспортними даними верстата:

$$S_o = 0,12 \text{ мм/об}$$

Призначаємо період стійкості свердла за табл.30, с.279 [5]. При діаметрі сверла 5 мм і обробці сірого чавуну з твердістю НВ 163...229, приймаємо  $T = 60$  хв.

Визначаємо швидкість головного руху різання, що допускається властивостями свердла за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m \cdot S_V}} \cdot K_V, \text{ м/хв} \quad (6.19)$$

де:  $C_V, q, y, m$ - відповідно коефіцієнт і показники степенів, табл.28, с.278, [5].

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обробці сірого чавуну з твердістю HB 163...229, подачі до 0,3 мм/об,  
 $C_V = 14,7; q = 0,25; y = 0,55; m = 0,125$ .

$K_y$  - загальний поправний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (6.20)$$

де  $K_{MV}$  - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [5]. Для обробки сірого чавуну маємо:

$$K_{m_v} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}, \quad (6.21)$$

де HB – твердість матеріалу по Брінелю;

$n_v$  – показник степеню на швидкість, табл.2, с.262, [5]. При обробці сірого чавуну  $n_v = 1,3$ ;

$$K_{m_v} = \left(\frac{190}{229}\right)^{1,3} = 0,78$$

$K_{IV}$  – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263, [5]);  $K_{IV} = 1,0$ ;

$K_{IV}$  – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 280, [5]);  $K_{IV} = 1,0$ ;

$$K_V = 0,78 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,78$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 14,43^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,78 = 43 \text{ м/хв}$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо частоту обертання свердла за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.22)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 43}{3,14 \cdot 14,43} = 949 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання за паспортними даними верстата:

$$n_d = 1000 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.23)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 14,43 \cdot 1000}{1000} = 45,31 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент від сил опору різанню при свердлінні за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p \quad (6.24)$$

де  $C_M, q, y$  – коефіцієнт та показники степенів, що враховують фактичні умови різання (табл. 31, с. 280, [5]); При обробці сірого чавуну  $C_M = 0,021; q = 2,0; y = 0,8$ ;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки (табл. 9, с. 264, [5]);

$$K_{m_v} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n, \quad (6.25)$$

де  $n$  – показник степеню крутного моменту,  $n = 0,6$  (табл. 9, с. 264, [5]);

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850016-00 ПЗ				



$$K_{m_v} = \left(\frac{229}{190}\right)^{0,6} = 1,12$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 14,43^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1,12 = 9Nm$$

Визначаємо осьову силу різання при свердлінні за формулою :

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p \quad (6.26)$$

де  $C_p, q, y$  – коефіцієнт та показники степенів, що враховують фактичні умови різання (табл. 31, с. 280, [5]);  $C_p = 42,7; q = 1,0; y = 0,8;$

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки (табл. 9, с. 264, [5]);

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 14,43^{1,0} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1,12 = 1,3Кн$$

Визначаємо потужність, що витрачається на різання за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{кВт} \quad (6.27)$$

$$N_e = \frac{9 \cdot 1000}{9750} = 0,92 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова  $N_e \leq N_{шп}$

$$N_{пв} = N_d \cdot \eta, \text{кВт} \quad (6.28)$$

де  $N_d$  – потужність верстата за паспортними даними;  $N_d = 5,5$  кВт;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії;  $\eta = 0,85$ .

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{пв}} = 5,5 \cdot 0,85 = 4,7 \text{ кВт}$$

$$0,92 < 4,7$$

Отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{\text{осв}} = \frac{L}{S_o \cdot n_d}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу свердла, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.30)$$

де  $y$  – врізання свердла, мм;  $y = 0,4D = 5,772$  мм;

$\Delta$  – перебіг свердла, мм;  $\Delta = 1 \dots 5$  мм.

$$L = 22 + 5,772 + 2,228 = 30 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{30}{0,12 \cdot 1000} \cdot 5 = 1,25 \text{ хв}$$

Таблиця 6.12 – Режими різання та норми часу на операцію 015 Свердлильну з ЧПК

1	2	3	4	5	6	7
Операція 030 Свердлильна з ЧПК						
Свердлити 5-ть отворів	7,215	0,12	1000	45,31	30	1,25
Зенкувати 5-ть отворів	3,0	0,12	1000	50,24	5,0	0,21
Нарізати різьбу в 5-х отворах	-	-	250	13	31	0,76
						2,22

					TM 21850016-00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [9]. Дані заносимо до таблиці 5.1.

### Операція 015 Токарна з ЧПК

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де  $T_{\text{пз}}$  – підготовчо-заключний час, хв;

$n_3$  – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт;

$T_{\text{шт}}$  – штучний час на операції, хв;

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} \cdot \left( 1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.32)$$

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

$a_{\text{орг}}$  – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;  $a_{\text{орг}} = 5\%$ ;

$a_{\text{відп}}$  – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %;  $a_{\text{відп}} = 8\%$

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де  $T_0$  – основний час на операцію, хв;

$T_{\text{д}}$  – допоміжний час на операцію, хв.

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}} + T_{\text{зв}}, \text{ хв} \quad (6.34)$$

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

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

TM 21850016-00 ПЗ

$T_{ПК}$  – 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.

$$T_{д} = 0,12 + 0,376 + 0,09 + 0,2 = 0,79 \text{ хв}$$

$$T_{оп} = 0,55 + 0,79 = 1,34 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 1,34 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 1,51 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми,  $T_{пз} = 15$  хв.

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-шк} = \frac{15}{220} + 1,51 = 1,57 \text{ хв}$$

Операція 030 Свердлильна з ЧПК

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \text{ хв} \quad (6.35)$$

де  $T_{пз}$  – підготовчо-заклучний час, хв;

$T_{шт}$  – штучний час, хв;

$n$  – кількість деталей у партії, шт.

Визначаємо підготовчо-заклучний час:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}, \text{ хв} \quad (6.36)$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $T_{пз1}=21$  хв – час на наладку верстата і встановлення пристрою;

$T_{пз2}=9$  хв – час на допоміжні прийоми.

$T_{пз}=21+9=30$  хв

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left( \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.37)$$

де  $T_{оп}$  – операційний час, хв.;

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

$a_{орг} = 5\%$ ;

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

Розраховуємо допоміжний час  $T_d$  за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.38)$$

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

$T_{пк}$  – час на прийоми керування, хв;

$T_{вим}$  – час на вимірювання, хв;

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

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.39)$$

$$T_{оп} = 0,55 + 0, = 3.27 \text{ хв}$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді штучний час:

$$T_{шт} = 2,78 \cdot \left(1 + \frac{5+8}{100}\right) = 3,14 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час дорівнює:

$$T_{шт-к} = \frac{30}{220} + 3,14 = 3,27 \text{ хв}$$

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

В цьому розділі проектуємо пристосування на операцію 030 Свердлильна з ЧПК, оскільки, згідно базового технологічного процесу, заготовка була закріплена в універсальному пристосуванні.

Для збільшення точності та якості деталі, зменшення часу на встановлення, базування та закріплення деталі, доцільно проектувати пристосування з пневмоприводом.

На даній операції, за технологічним процесом свердлять 5 отворів, зенкують фаски та нарізають в них різьбу.

Точність деталі залежить від точності базування деталі в пристосуванні та точності верстата, які визначаються наступними параметрами:

Згідно вимог креслення на заданій операції необхідно отримати отвір з метричною різьбою M16x1,5-7H відповідно до ГОСТ 2470-2004 з допуском T = 236 мкм відповідно до ГОСТ 16093-2004.

Точність форми. Конструктором не відзначено точність форми отриманих поверхонь, тому назначаємо їх відповідно з нормальною відносною геометричною точністю – А згідно з ГОСТ 24643-81.

Точність розміщення поверхонь. Конструктором заданий позиційний допуск, відхилення якого становить 0,4 мм на діаметр відносно зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 132 \pm 0,3$  мм. При цьому цей допуск є залежним.

Шорсткість отвору Ra = 6,3 мкм.

Розрахунок пристосування на точність Точність пристосування розрахуємо за формулою, виходячи з умови:

$$\pm y_{\text{Лииз}} \geq F \cdot y_{\text{Лккон}} \pm K \frac{D_{\text{зк}} - D_{\text{к}}}{2} \pm K \frac{D_{\text{вн}} - D_{\text{см}}}{2} + K \frac{d_{\text{вн}} - d_{\text{см}}}{2} \pm m \cdot \varepsilon_{\text{рб}} \pm P(d_{\text{вн}} - d_{\text{см}}) \cdot \frac{h+b}{l}, \text{ мм} \quad (7.1)$$

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 21850016-00 ПЗ

де  $D_{зк} - D_k$  – величина зазору між направляючим пояском кондукторної плити та базовим отвором заготовки;

$D_{вн} - D_{см}$  – величина зазору в посадочному отворі змінної робочої втулки;

$d_{вн} - d_{см}$  – величина зазору в направляючому отворі робочої втулки під свердло;

$\epsilon_{рб}$  – ексцентриситет робочої втулки; ;

$b$  – глибина свердління;  $b = 14$  мм;

$l$  – довжина направляючого отвору робочої втулки;  $l = 14$  мм;

$h$  – відстань між нижнім торцем робочої втулки та заготовки;  $h = 4$  мм;

$F$  – коефіцієнт, що враховує найбільш можливу границю відхилення координат центрів отвору в кондукторі;  $F = 0,8$ ;

$K$  – коефіцієнт, що враховує найбільш можливу границю зазору в спряженнях та найбільш можливе зміщення;  $K = 0,5$ ;

$m$  – коефіцієнт, що враховує найбільш можливу величину ексцентриситету змінної втулки;  $m = 0,4$ ;

$P$  – коефіцієнт, що враховує найбільш можливу величину перекосу свердла;  $P = 0,35$ ;

$$\pm 0,87 \geq 0,8 \cdot 0,87 \pm 0,5 \frac{6,609 - 6,66}{2} \pm 0,5 \frac{14,023 - 14}{2} + 0,5 \frac{6,6 - 6,59}{2} \pm 0,4 \cdot 0,005 \pm 0,35(6,6 - 6,59) \cdot \frac{4 + 14}{14} = 0,70 \text{ мм}$$

Отже, умова виконується. Пристосування забезпечить необхідну точність.

Призначення та принцип дії пристосування.

Для свердління отворів використовується пристрій, який складається з основи, оправки, що монтується на палець, кондукторної плити і пневмоциліндра.

Пристрій закріплюється на верстаті за допомогою чотирьох пазів, розташованих в основі пристосування.

Для закріплення заготовки на основі пристосування використовується шайба і болт.

											Арк.
											55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850016-00 ПЗ						



Шайба встановлена з прорізом для зручного знімання та установки деталі. Заготовка центрується на підставі за допомогою фіксатора, а орієнтування щодо основи забезпечується двома упорами. Кондукторна плита кріпиться на палець, а орієнтація здійснюється за допомогою штифта, вставленого в палець, та пазів у платі.

При затиску заготовки стиснуте повітря подається в штокову порожнину. Поршень і шток рухаються вниз, шайба притискає кондукторну плиту до заготовки.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

Проведено аналіз службового призначення автомобіля Isuzu Trooper та його переднього ведучого моста, в який входить деталь «Маточина 401.118.0015».

Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення маточини.

За коефіцієнтом закріплення операцій встановлено, що тип виробництва – середньосерійний.

Форма організації виробництва – групова.

Аналіз технологічності конструкції деталі показав, що конструкція маточини є технологічною.

В якості способу отримання заготовки прийнята відливка в кокіль.

Під час виконання роботи було проаналізовано токарну та свердлильну операції з ЧПК:

- порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна;
- обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання;
- обране верстатне технологічне оснащення;
- проведений розрахунок режимів різання;
- проведено технічне нормування операцій.

					ТМ 21850016-00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

12. 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.

13. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

14. 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.

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

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

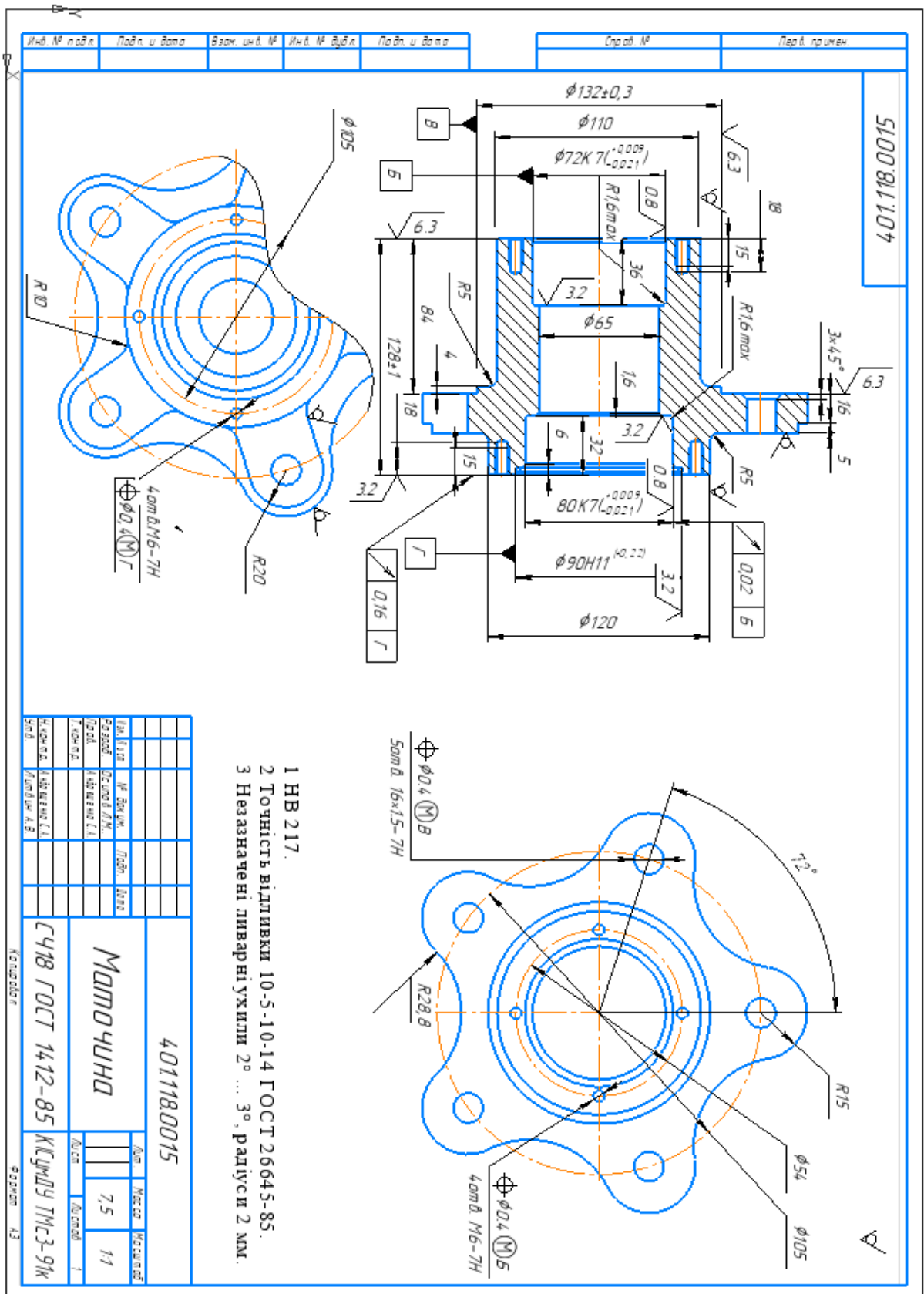
17. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довід. у 2-х ч. Ч. 1 : (А-Н) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима [та ін.] ; за заг. ред. Ю. В. Буца; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (2,71 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця,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

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850016-00 ПЗ					

# ДОДАТКИ

# ДОДАТОК А

## МАТОЧИНА 401.118.0015. РОБОЧЕ КРЕСЛЕННЯ



**ДОДАТОК Б**  
**РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХНІ**  
**ОБЕРТАННЯ**

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
-	-	62.449	62.4	62.4	+0.300	62.4	62.7	-	-	-
7771	8071	70.522	70.52	70.52	+0.190	70.52	70.71	7820	8120	8310
527	717	71.245	71.24	71.24	+0.120	71.24	71.36	530	720	840
349	469	71.715	71.715	71.715	+0.074	71.715	71.788	355	475	549
190	264	71.979	71.979	72	+0.009 -0.021	71.979	72.009	190	264	294

<Enter> – продолжение работы                      <Esc> – возврат

## ДОДАТОК В

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Фактори, які визначають наслідки ураження електричним струмом людини. Види уражень

Фактори, які впливають на характер та наслідки уражень електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на три групи: фактори електричного характеру (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір людини електричному струму); фактори неелектричного характеру (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину); фактори навколишнього середовища.

Фактори електричного характеру. Струм, який проходить крізь людину, є головним вражаючим фактором при електротравмі. Різний за рівнем струм впливає по-різному на людину. Людина починає відчувати дію малого струму, який проходить крізь неї: 0,6-1,5 мА при змінному струмі, частота якого 50 Гц; 5-7 мА при постійному струмі. При збільшенні струму понад відчутний, у людини з'являються спазматичні скорочення м'язів та сильний біль у пальцях та кистях рук. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів (в експерименті). Цей струм – до 6-10 мА частотою 50 Гц – отримав назву відпускаючого (для постійного струму 30-40 мА).

Значення порогового невідпускаючого струму, що викликає при проходженні крізь людину незупинне спазматичне скорочення м'язів руки, яка стискає провідник, становить 11-15 мА при частоті 50 Гц та 50-80 мА при постійному струмі. Струм понад 50 мА частотою 50 Гц при тривалій дії викликає зупинку дихання та фібриляцію серця. Ці струми отримали назву фібриляційних. Струм 100 мА частотою 50 Гц вже протягом 2-3 секунд викликає фібриляцію серця та параліч дихання, тобто клінічну смерть.



Верхньою межею фібриляційного струму промислової частоти є струм 5А. При постійному струмі пороговим (найменшим) фібриляційним буде струм 300 мА

Струм понад 5 А, як при постійній напрузі, так і при частоті 50 Гц фібриляцію серця не викликає. Внаслідок його дії виникає зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Сила струму, що проходить крізь будь-яку ділянку тіла людини, залежить від прикладеної напруги та електричного опору, який чинить струмові ця ділянка тіла. При цьому зі збільшенням прикладеної напруги струм зростає швидше. Це пояснюється, головним чином, нелінійністю людини чинити електричний опір. Провідність живої тканини, на відміну від звичайних провідників, зумовлена не тільки їх фізичними властивостями, а й складними біохімічними та біофізичними процесами, притаманними тільки живій матерії.

Отже, опір шкіри людини є змінною величиною, яка нелінійно залежить від багатьох факторів: її складу, щільності та площі контактів, значення прикладеної напруги, сили протікаючого струму і часу його дії. Найбільший опір чинить чиста суха непошкоджена шкіра. Збільшення площі і частоти контактів зі струмопровідними частинами знижує опір шкіри. З підвищенням прикладеної напруги опір шкіри також зменшується внаслідок пробую її верхнього шару.

Зростання сили струму або часу його протікання викликає більше нагрівання верхнього шару шкіри та інтенсивніше потовиділення у місцях контакту, що теж зменшує електричний опір шкіри.

Найбільший електричний опір має верхній роговий шар шкіри, який не містить кровоносних судин.

Опір внутрішніх органів залежить, у цілому, від прикладеної напруги. Оскільки опір тіла людини електричному струму є нелінійним та нестабільним і вести розрахунки з такими опорами складно, дійшли висновку, що опір тіла людини становить 1000 Ом.

Найбільш небезпечним для людини є струм із частотою 20-200 Гц. Зі зниженням і підвищенням частоти небезпека ураження зменшується та цілком зникає при частоті 450-500 кГц, хоча ці високочастотні струми зберігають небезпеку опіків.

Постійний струм, який проходить крізь тіло людини, порівняно зі змінним струмом з такими ж параметрами, викликає менш неприємні відчуття. Однак це справедливо лише для напруг до 300 В.

З подальшим підвищенням напруги небезпека постійного струму зростає і в інтервалі напруг 400-600 В практично дорівнює небезпеці змінного струму з частотою 50 Гц, а при напрузі понад 600 В постійний струм є значно небезпечнішим, ніж змінний. Різкі больові відчуття при підключенні під постійну напругу виникають у момент вмикання і розмикання кола. Вони зумовлюються струмами перехідного процесу, які викликають судомне скорочення м'язів.

Фактори неелектричного характеру. Зростання тривалості протікання струму крізь людину збільшує тяжкість ураження за таких обставин: із зростанням часу протікання струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту), струм підвищується, з часом вичерпуються захисні сили організму, які протистоять дії електричного струму.

Напрямок струму крізь людину суттєво впливає на наслідок ураження. Небезпечність ураження особливо велика, якщо струм, який проходить крізь життєво важливі органи - серце, легені, головний мозок - впливає безпосередньо на всі органи. Якщо струм не проходить крізь ці органи, то його дія на них є тільки рефлекторною й імовірність ураження зменшується.

Шляхи струму по тілу людини називають "петлями" струму. Найчастіше трапляється петля "права рука — ноги". До випадків з тяжкими та смертельними наслідками призводять наступні петлі струму: "рука - рука" (40% випадків), "права рука - ноги" (20% випадків); "ліва рука - ноги" (17% випадків); "нога - нога" (80% випадків).

Найбільш небезпечні петлі струму - це "голова - руки", "голова - ноги", "рука — рука", а найнебезпечніший шлях - "нога — нога".

Індивідуальні особливості людини значно впливають на тяжкість ураження при електротравмах, наприклад, струм, що є невідпускаючим для одних людей, може бути пороговим для інших. Характер дії струму одних і тих самих параметрів залежить від маси людини і її фізичного розвитку. Для жінок порогове значення струму приблизно у 1,5 рази нижче, ніж для чоловіків. Ступінь впливу струму залежить від стану нервової системи, депресії, хвороби (особливо захворювань шкіри, серцево-судинної і нервової систем тощо). Крім того, помічено, що сп'яніла людина значно чутливіша до протікаючого струму. Важливу роль відіграє і фактор уваги. Якщо людина підготовлена до електричного удару, то ступінь безпеки різко зменшується, у той час як несподіваний удар призводить до набагато тяжчих наслідків.

Фактори навколишнього середовища. Неприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем безпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 поділяють на три категорії.

1) Приміщення без підвищеної безпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю неструмопровідної (ізолюваної) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної безпеки належать кабінети, зали, лабораторії, приладні ділянки машинобудівних заводів.

2) Приміщення з підвищеною безпекою має одну з наступних ознак:

- підвищена температура (температура повітря тривалий час перевищує 35С або короткочасно перевищує 40°С незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань);
- підвищена (понад 75%) відносна вологість повітря;

- наявність струмопровідного пилю (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику;
- струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);
- можливість одночасного доторкання людини до металоконструкції будівлі, яка не має сполучення з землею, та технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого.

До цієї групи приміщень належать складські неопалювані приміщення, механічні цехи та ділянки з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилю, але зі струмопровідною підлогою.

3) Приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

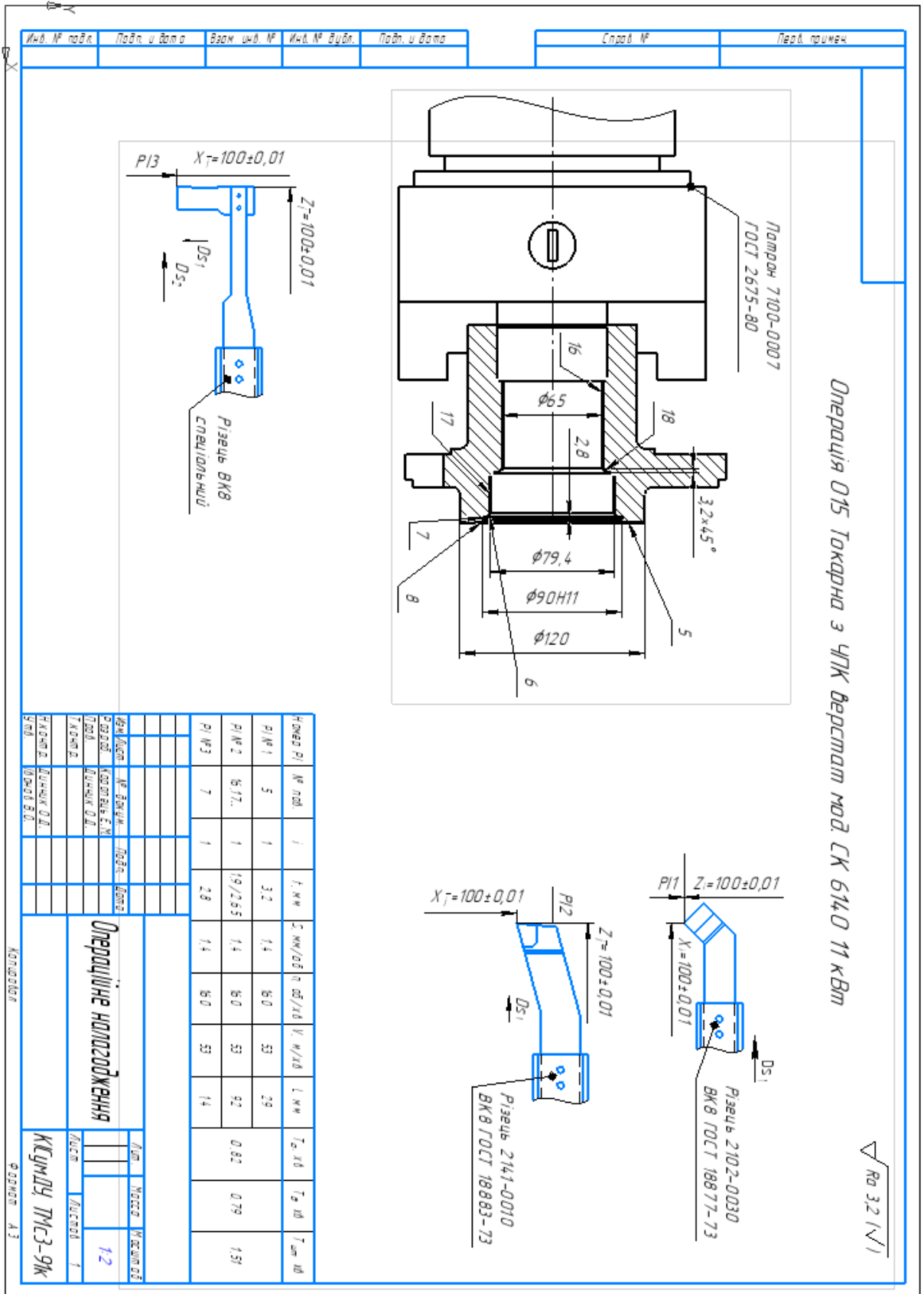
- особлива сирість (відносна вологість повітря близько 100%, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі);
- хімічно активне середовище (приміщення, в яких постійно або тривало наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівно на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання);
- одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки.

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

Види робіт за ступенем електробезпечності поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

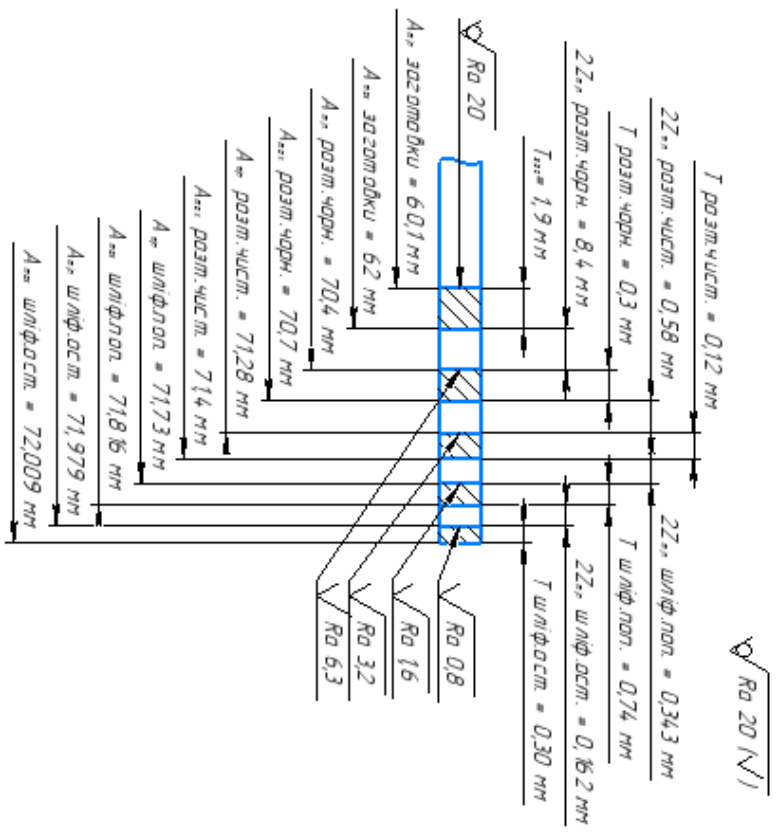
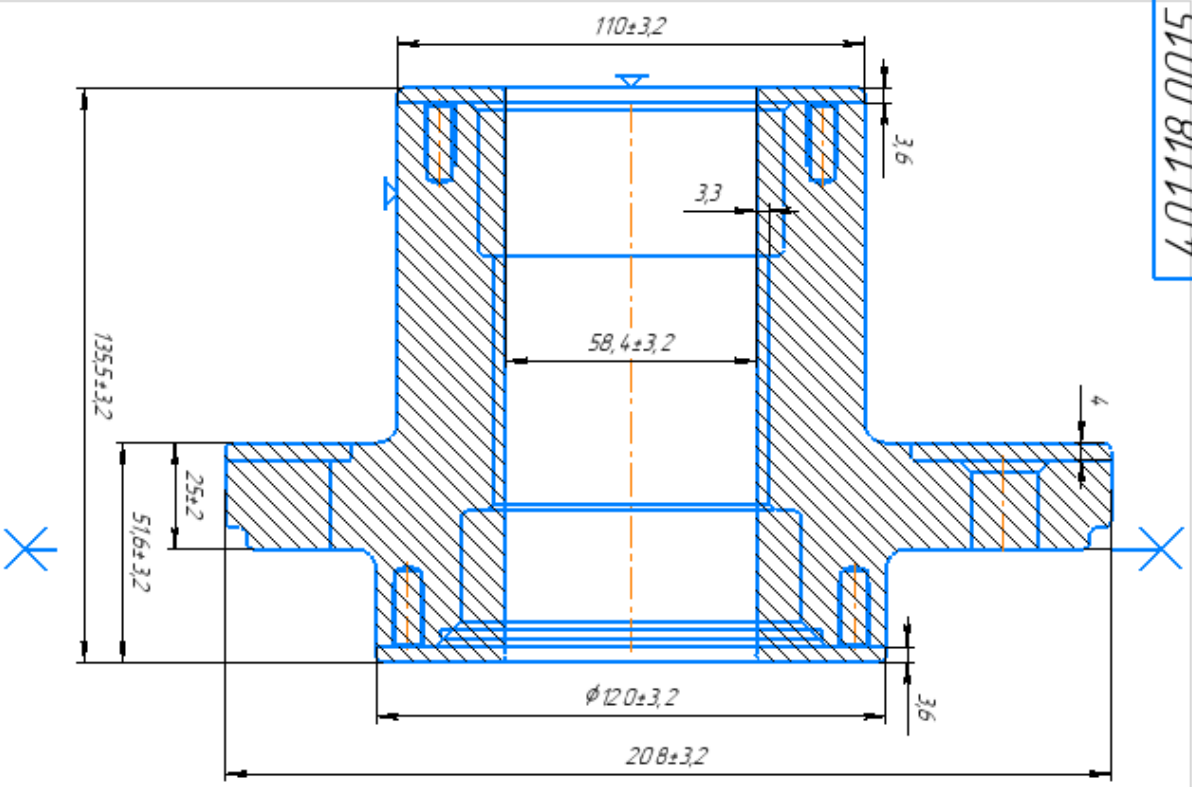
Клас приміщень за небезпечністю ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою - 24 В, в особливо небезпечних - 12 В.

# ДОДАТОК Г ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Стар. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------	---------------

510018.001104



- 1 НВ 217.
- 2 Точність відливки 10-5-10-14 ГОСТ 26645-85.
- 3 Незазначені ливарні ухили 2° ... 3°, радіуси 2 мм

401.118.0015		Відливка	
№ з/к	№ докум.	По вк.	Лист
Розроб.	Корект.	на ЕМ	10.26
Доб.	Вузл.	на ДД	11
Лист	Лист	Лист	Лист
Нормат.	Вузл.	на ДД	СЧ18 ГОСТ 14-12-85
№ в.	Взам. №	КіСм Діу ТМ3-9К	Формат А3



**ДОДАТОК Д**  
**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ**  
**МАТОЧИНИ 401.118.0015**