

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д-р техн. наук, професор  М.Р. Ткач
«___» _____ 2025 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему: «Удосконалення технології виготовлення
напівмуфти шліцевої ($m = 5$ мм, $z = 56$)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 6261м



Сорокін Д.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник



Боду С.Ж.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2025

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування
Освітній рівень _____ Магістр _____ Спеціальність
_____ 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

“ _____ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА
Сорокін Дмитро Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення напівмуфти шліцевої
(m = 5 мм, z = 56)»_____

керівник роботи доцент Боду С.Ж._____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “15”10.2025р. № 1226 уч_____

2. Строк подання студентом роботи _____ 1.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____ Робоче креслення деталі; нормативна література;
держстандарты; довідники_____

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

1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

2) Науковий розділ – Аналіз та дослідження з наукової теми роботи.

3) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки.
Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів
різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання,
ріжучого та вимірювального інструменту.

4) Конструкторський розділ - Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій
пристроїв для верстатів та спеціального металорізального
інструменту.

5,6) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони
праці та навколишнього середовища на ділянці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування ділянки цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконтроль	К.т.н., доцент кафедри ІМ та ТМ Моргун С.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі А3)	25.10.2025	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2025	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2025	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2025	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2025	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2025	
7	Оформлення креслень	до 1.12.2025	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	1-9.12.2025	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ , креслення у форматі А1)	6-13.12.2025	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2025	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2025	
12	Рецензування	16-22.12.2025	

Студент _____
 (підпис)

Сорокін Д.А.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
 (підпис)

Боду С.Ж.
 (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2025 р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології виготовлення напівмуфти шліцевої ($m = 5$ мм, $z = 56$)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті методи нарізання бочкоподібних зубців, питання місцевого зміцнення поверхні деталей наклепом.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, розглянуті методи зменшення небезпек на дільниці, проведено розроблено розрахунок штучного освітлення на дільниці, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці. Наведено оцінку стійкості дільниці механічного цеху до взаємодії ударної хвилі ядерного вибуху.

Ключові слова: зубчасті муфти, напів муфта шліцева, заготівка, припуски, мембранний самоцентруючийся патрон, фреза черв'ячна, індикаторний прилад для контролю.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Improvement of the technology for manufacturing a splined half-coupling ($m = 5$ mm, $z = 56$)" provides a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made, an analysis of its manufacturability, selection and justification of the type of production, a technological process for manufacturing, and also considers methods for cutting barrel-shaped teeth, the issue of local strengthening of the surface of parts by cold working.

The master's thesis presents calculations of special devices and cutting and measuring tools, considers methods of reducing hazards at the site, develops a calculation of artificial lighting at the site, develops measures for labor protection and the environment at the site. An assessment of the resistance of the site of the mechanical workshop to the interaction of the shock wave of a nuclear explosion is presented.

Key words: gear couplings, splined half coupling, workpiece, allowances, membrane self-centering chuck, worm cutter, indicator device for control.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Загальна частина	8
1.1.Призначення та робота деталі	9
1.2.Працездатність суднових напів муфт шліцевих	9
1.3.Характеристика матеріалу для виготовлення деталі “напів муфта шліцева”	10
1.4.Визначення типу виробництва	11
2. Наукова частина	13
2.1.Методи нарізання бочкоподібних зубців суднових зубчастих муфт	14
2.2. Контроль зубців	18
2.3. Конструкція копіру	19
2.4. Місцеве зміцнення деталей поверхневим наклепом	22
2.5. Способи обробки	23
2.6. Обробка дробом	26
2.7. Гідродробоструменева обробка	27
2.8. Вибір режимів обробки	30
2.9.Установка для гідродробоструменевого зміцнення	32
3.Технологічна частина	35
3.1. Аналіз технологічності конструкції	36
3.2. Аналіз базового технологічного процесу	37
3.3. Вибір заготовки	38
3.4. Проектування заготовки – штампованого кування	38
3.5. Розрахунок вартості основних матеріалів	41
3.6. Вибір баз	42
3.7. Вибір технологічного обладнання	43
3.8. Розрахунок припусків на механічну обробку	50
3.9. Розрахунок режимів різання	53
3.10. Нормування часу	55
3.11. Складання програм на верстат з ЧПК	56

						Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

3.12. Описання схем наладок	58
4.Конструкторська частина	60
4.1. Пристрій для встановлення та закріплення муфти по евольвентним поверхням зубців (мембранний само центруючийся патрон)	61
4.2. Розрахунок ріжучого інструменту	66
4.3. Розрахунок точності вимірювального інструменту	71
5.Проектування ділянки цеху	72
5.1. Коротка характеристика ділянки	73
5.2. Конструкція будівлі	74
5.3. Вихідні дані для проектування ділянки цеху по виробництву муфти	74
5.4. Визначення і розрахунок партії запуску деталей	76
5.5. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі	78
5.6. Визначення фонду часу роботи обладнання	79
5.7. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження	81
5.8. Складання графіка завантаження обладнання	82
5.9. Складання кошторису витрат на обладнання	85
5.10. Організація виробництва на ділянці	86
5.11. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами	86
5.12. Розрахунок висоти цеху	87
5.13. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці	88
5.14. Зведена відомість працюючих на ділянці	92
5.15.Визначення вартості капітальних вкладень ділянки	93
6. Організаційно-економічна частина	94
6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати працівників ділянки	95
6.2.Розрахунок фонду заробітної плати працівників ділянки	95
6.2.1. Розрахунок фонду заробітної плати основних робочих	95
6.2.2..Розрахунок фонду заробітної плати допоміжних робочих	97
6.2.3.Розрахунок фонду заробітної плати службовців, спеціалістів	

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

і молодшого обслуговуючого персоналу	98
6.2.4. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на дільниці	100
6.3. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування	101
6.4. Складання калькуляції фактичної собівартості виготовлення деталі	108
6.5. Розрахунок ціни підприємства річної програми	109
6.6. Визначення фінансових результатів (прибутку)	110
6.7. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту	110
6.8 Техніко-економічні показники дільниці	115
7. Охорона праці	117
Вступ	118
7.1. Аналіз потенціальних небезпек та шкідливостей на проєктованій дільниці	118
7.2. Заходи з охорони праці	127
7.3. Розрахунок штучного освітлення дільниці	128
8. Захист навколишнього середовища	130
8.1. Заходи щодо охорони навколишнього середовища	131
9. Цивільний захист	132
9.1. Обґрунтування необхідності дослідження стійкості	132
9.2. Оцінка стійкості дільниці механічного цеху по обробці деталі	135
9.3. Оцінка стійкості дільниці механічного цеху до взаємодії ударної хвилі ядерного вибуху	140
9.4. Заходи по підвищенню стійкості механічного цеху від ударної хвилі	143
9.5. Висновок до розділу	144
Висновки	145
Література	146

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

Вступ

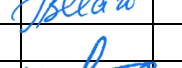
Зубчасті муфти – механізми, що відіграють незамінну роль в суднових енергетичних установках. Вони служать для з'єднання елементів машин, що передають обертаючі моменти, крім того муфти компенсують неточності монтажу, деформації несучих платформ і фундаментів, а також теплові розширення елементів працюючих механізмів.

Зубчасті муфти суднових агрегатів випускаються з прямими зубцями втулки та обойми або з бочкоподібними зубцями обойми. Такі муфти мають високу навантажувальну здібність, високий ККД (0,997-0,992). Вони передають високі потужності, мають високі колові швидкості. При вірному співвідношенні навантажувальних, геометричних, технологічних та змащувальних параметрів, належних умовах змащування зубчасті муфти, які працюють в умовах напіврідинного або рідинного тертя, відрізняються великою довговічністю та надійністю, зубчасті муфти прості в експлуатації, легко піддаються розбиранню та складанню.

Ця напів муфта має бочкоподібні зубці, за допомогою яких вона входить в зачеплення з обоймою, утворюючи разом вузол - муфта зубчаста. Профіль бочкоподібних зубців, у зв'язку зі специфікою роботи в умовах постійного тертя, повинен бути зміцненим. Оптимальним варіантом для зміцнення в даному випадку є гідродробоструменева обробка. Вона виконується в установці для ГДЗ, при виконанні усіх технологічних налаштувань і режимів обробки. Ця операція дозволяє підвищити міцність зубців і шорсткість поверхні складного бочкоподібного профілю.

В магістерській роботі відображені методи виготовлення бочкоподібних зубців, описаний метод ГДЗ, буде складена технологічна, організаційно-економічна та графічна частина.

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

					6261м.09.МР.09.01.ПЗ				
					Загальна частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Сорокін ДА.							
Перевірів		Боду С.Ж.							
Консульт.									
Н.контр.		Моргун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					М	Р		8	4
					НУК				

1. Загальна частина

1.1. Призначення та робота деталі

Муфта призначена для передачі потужності від одного суднового агрегату до іншого. Кутова швидкість обертання зубчастої муфти перевищує 12 м/с, центрування виконується по діаметру вершин, максимальний кут перекосу, який допускається муфтою $\varphi = 10 \times 10^{-3}$ рад.

Конструкція зубчастої муфти, яка застосовується в агрегатах суден різного призначення, може бути запропонована для суден різноманітного типу. Зубчаста обійма виконана у вигляді тонкостінної оболонки, товщина якої менше або дорівнює висоті зубця, оболонка переходить стінку еквівалентної товщини, котра має хвостову частину та з'єднується із вихідним валом зубчастого механізму. Зубчаста втулка з бочкоподібними зубцями має хвостовик, який за допомогою шліцевого та фланцевого з'єднання жорстко зв'язаний з проміжним валом двигуна. Змащення зубців виконується циркуляційно під тиском через радіальні отвори втулки. Сальникові ущільнення зі сторони двигуна запобігають витоку змазки з мастильної порожнини, центрування зубців проходить по евольвентному профілю.

1.2. Працездатність суднових напів муфт шліцевих

Працездатність напів муфт залежить передусім від правильності їх виготовлення. Це стосується забезпечення їх бочкоподібності та необхідних бокових та радіальних зазорів між зубцями, кількості зубців, що контактують без навантаження, розмірів та розташування плями контакту зубців по фарбі.

Забезпечення необхідних бокових та радіальних зазорів між зубцями визначається не тільки умовами їх переносу та зміщення, а й відсутністю защемлення зубців, нормальним протіканням змазки в зазорах, температурною стабільністю в зоні контакту, похибками при виготовленні зубців та інше.

В значній мірі навантажувальна здатність та працездатність шліцевих напів муфт залежить від способів та вірності контролю при виготовленні бочкоподібних зубців.

					6261м. 09.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначним для успішного вирішення цих питань є стандарти на виготовлення судових зубчастих муфт, суворе дотримання та виконання основних положень, що викладені у стандартах.

Технологія виготовлення бочкоподібних зубців пройшла довгий шлях розвитку. Спочатку для використання шліцевих напів муфт із бочкоподібними зубцями існувало багато причин, котрі стримували розвиток технології виготовлення зубців. До них можливо віднести складність розглянутого процесу, недостатню оснащеність верстатного парку, котра в більшості випадків носила характер загального призначення, і на кінець, різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми.

Розвиток технології виготовлення бочкоподібних зубців можливо розглянути на прикладі трьох методів виготовлення бочкоподібних зубців, що застосовується на практиці.

Перший метод виготовлення зубців складається з того, що контроль за рухами фрези виконується за вирахованими координатами.

Другий метод передбачає використання копіру (шаблону), котрий за допомогою вузлів механізмів з'єднано із обробляючою фрезою.

Третій метод виготовлення бочкоподібних зубців виконується на спеціальних верстатах. Траєкторія руху задається за допомогою копіру. Контроль за переміщенням фрези виконується автоматично за допомогою спеціальних пристроїв, що вмонтовані у верстати.

1.3. Характеристика матеріалу для виготовлення деталі „напівмуфта шліцева”

Напів муфта шліцева – тяжко навантажена деталь. Надійність роботи тяжко навантажених зубчастих передач можлива лише при умові високої їх точності, зміцненні поверхонь тертя.

Шліцеві напів муфти виготовляють із легованої конструкційної сталі 40ХН2МА за ДСТУ 7806:2015. Зерно сталі не повинно бути більшим за № 5 за ГОСТ 5939-82 (ИУС-12-82). В судовому машинобудуванні для виготовлення шліцевих напів

					6261м. 09.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

муфт застосовується хромнікельмолібденові та хромнікельмолібденованадієві високоякісні сталі з вмістом фосфору та сірки менше 0,025%.

Робочі поверхні напів муфти зміцнюються азотуванням, тому для її виготовлення використовується сталь 40ХН2МА. Азотовані муфти з цієї сталі здатні сприймати великі контактні та згинаючі навантаження (контактні навантаження – у наслідок утворення високоякісних зміцнених поверхневих шарів, а згинаючі навантаження – завдяки високоміцній та в'язкій серцевині).

Твердість сталі після азотування при глибині азотованого шару $h = 0,3-0,5$ мм $HV > 650$, серцевини – 35...40 HRC.

Структура серцевини – мартенсит, нижній бейніт.

Хімічні властивості сталі 40ХН2МА

Таблиця 1.1

Марка сталі	Вміст елементів, % (решта залізо)					
	Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Нікель	Молібден
40ХН2МА	0,37-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,6-0,9	1,25-1,63	0,15-0,25

Механічні властивості сталі 40ХН2МА

Таблиця 1.2

Марка сталі	Межа плинності σ_T , МПа	Межа витривалості σ_b , МПа	Відносне збільшення δ_b , %	Відносне звуження φ , %	Ударна в'язкість α_n , Дж/м ²
40ХН2МА	950	1100	12	50	80

1.4. Визначення типу виробництва

ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 рекомендує характеризувати тип виробництва коефіцієнтом закріплення операцій:

					6261м. 09.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$K_{з.о.} = \frac{Q}{P} = \frac{122}{12} = 10,1$$

де Q – число різних операцій, що виконуються на ділянці за один місяць;

P – число робочих місць, на яких виконуються різні операції.

В залежності від типу виробництва коефіцієнт закріплення операцій має наступні значення:

Виробництво	$K_{з.о.}$
Масове та багатосерійне	$1 < K_{з.о.} < 10$
Середньо серійне	$10 < K_{з.о.} < 20$
Мілко серійне	$20 < K_{з.о.} < 40$
Одиничне	не регламентується.

На підставі вищевикладеного можливо зробити висновок про наявність середньо серійного типу виробництва.

Орієнтовно тип виробництва може бути вибраний також відповідно до табл.1.3.

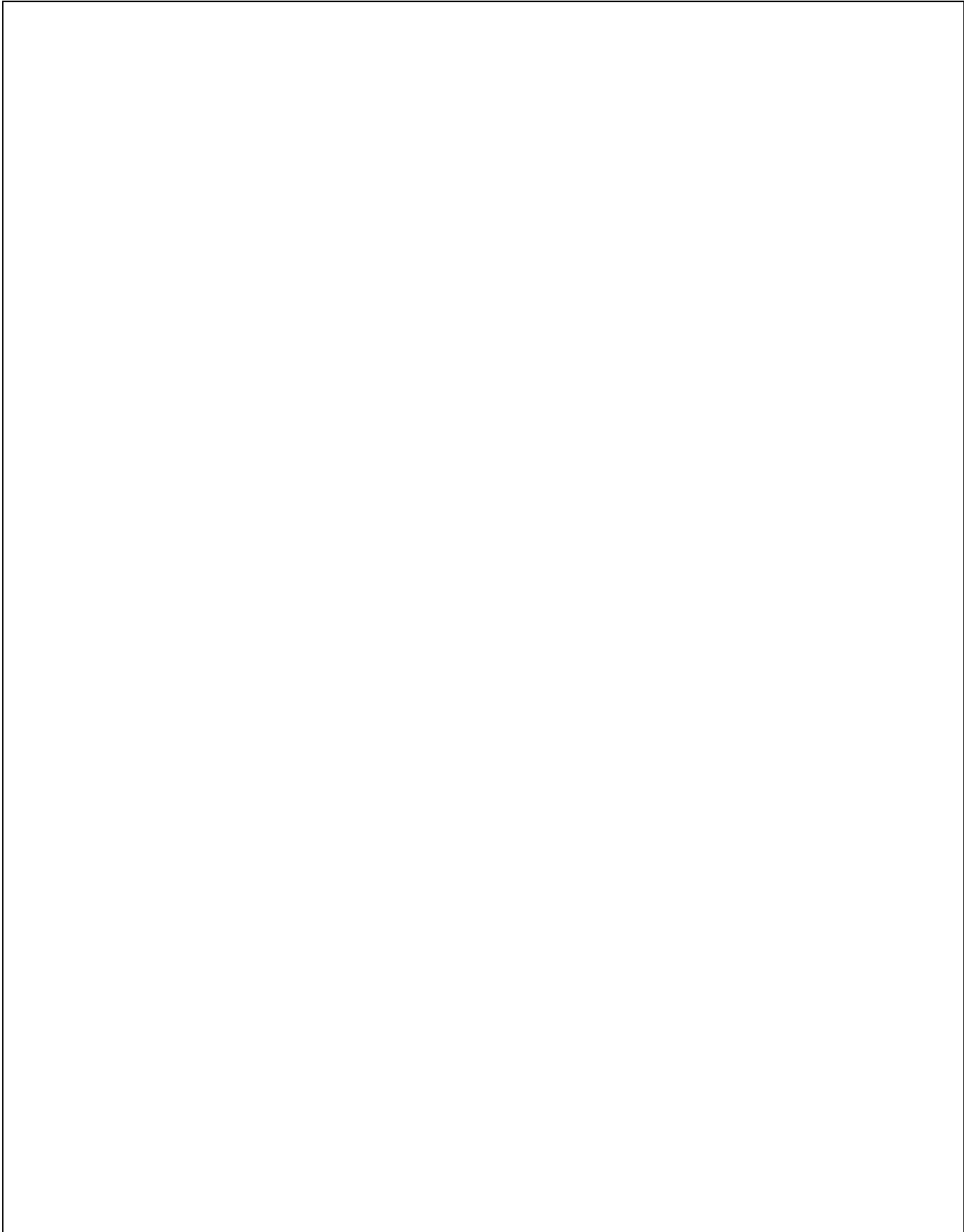
Визначення типу виробництва

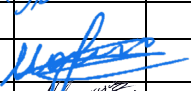
Таблиця 1.3

Тип виробництва	Річна кількість деталей одного типорозміру			
	легких (до 20 кг)	середніх (до 2000 кг)	важких (до 30000 кг)	особливо важких (більше 30000 кг)
Масове	500000	5000	1000	-
Багатосерійне	50000- 500000	1000-5000	300-1000	-
Середньо серійне	5000- 50000	500-1000	100-300	10-50
Дрібно серійне	1000-5000	20-500	5-100	3-10
Одиничне	1000	20	5	3

На основі таблиці 1.3, маси деталі, річної програми випуску також можливо зробити висновок про середньо серійний тип виробництва.

					6261м. 09.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.09.МР.09.02.ПЗ									
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Наукова частина				Літ		Арк.	Аркушів		
Розробив		Сорокін Д.А.							М	Р		13	24	
Перевірів		Боду С.Ж.							НУК					
Консульт.														
Н.контр.		Моргун С.О.												
Затвердив		Ткач М.Р.												

2. Наукова частина

2.1. Методи нарізання бочкоподібних зубців суднових зубчастих муфт

Перехід з виробництва зубчастих муфт із прямими зубцями до виробництва муфт, втулки яких мають бочкоподібну форму зубців необхідно лише в тих випадках, коли існують необхідні умови для правильного виготовлення зубців. Значні відхилення, що мають місце при виготовленні бочкоподібних втулок, призводять як правило до погіршення навантажувальної здатності та працездатності зубчастих муфт, поверхневим ушкодженням зубців. Ці відхилення послужили певною мірою стримуючим фактором при використанні зубчастих муфт із бочкоподібними зубцями в окремих галузях машинобудування.

Виготовлення бочкоподібних зубців буде розглянемо на прикладі трьох методів нарізання зубців: перший метод – за вирахуванням координатами руху фрези; другий - із використанням копіру та індикатора настройки фрези; третій – на спеціальних верстатах, наприклад моделей Р1503 та Р403 фірми «Пфаутер», із використанням копіру.

2.1.1. Перший метод нарізання бочкоподібних зубців

Цей засіб заключається у тому, що контроль за рухами фрези виконується по вирахуванню координатам, даний спосіб простий та дозволяє отримати любі значення бочкоподібності R . Однак, цьому способу належать такі вади: утворюючі бокових поверхонь зубців представляють кривину, проведену через середні точки виступів, отриманих при врізанні фрези у зубці; кожному виступу належить настройка фрези, що супроводжується накопиченням та накладанням помилок при виготовленні бочкоподібності зубців; даний метод потребує безперервної уваги зуборізника.

Нарізання зубців цим методом зводиться до наступного: попередньо визначаються величини радіальних заглиблень y , при врізанні фрези в поверхню зубців, за формулою:

$$y = x^2 / (2 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha_w),$$

де x – координата, що відраховується у напрямку від середини зуба до його торців.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення x приймаються такі, щоб довжина виступу не перевищувала l мм.

В табл..2.1 приведені розрахункові дані значень y для зубчастої муфти, у котрої модуль $m = 5$ мм; число зубців $z = 48$; коефіцієнт висоти головки $h_a^* = 0,8$; $R = 3,3$ мм; $b = 5$ мм; $\alpha_w = 20^\circ$; $\varphi = 5 \cdot 10^{-3}$. Значення величин заглиблення y , підраховані для $b/2$, для іншої половини зуба значення y аналогічні.

З табл..2.1 видно, що в середині зубців утворюється площа довжиною 8 мм, радіус якої дорівнює безкінечності. Ця ділянка в умовах експлуатації та навантажень приймає овальну форму, але тільки для тих зубців, які не підлягають хіміко-термічній обробці. В цих випадках необхідно проектувати зубчасті муфти таким чином, щоб товщини масляних шарів були достатні для розділення тертьових поверхонь.

Даний спосіб дозволяє нарізати бочкоподібні зубці не тільки із постійною кривизною утворюючих радіусом R_0 , але й із змінним радіусом при заданому законі руху фрези.

Координати для визначення положення фрези

Таблиця 2.1

Відстань від середини зубців x , мм	Величина радіального врізання фрези y , мм	Відстань від середини зубців x , мм	Величина радіального врізання фрези y , мм
1	-	9	0,035
2	-	10	0,042
3	-	11	0,05
4	-	12	0,06
5	0,01	13	0,07
6	0,015	14	0,08
7	0,02	15	0,095
8	0,025	16	0,11
17	0,12	23	0,22
18	0,135	24	0,24
19	0,15	25	0,26
20	0,165	26	0,28
21	0,1	27	0,3
22	0,2	27,5	0,315

2.1.2. Другий метод нарізання бочкоподібних зубців

Цей спосіб відрізняється від першого тим, зубці мають більш гладку поверхню внаслідок безперервного переміщення фрези вздовж зубців. Окрім того, положення фрези визначається за індикатором настройки, у разі виявлення відхилень у русі фрези виконується корегування її руху. При виготовленні зубців необхідно зберігати постійну температуру в приміщенні.

Верстат із пристроєм для нарізання бочкоподібних зубців схематично відтворений на рис.2.1. Тут зубчаста втулка 6 за допомогою затискної гайки 5 закріплена на підставці 13. Перед нарізанням зубців горизонтальна вісь фрези 3 повинна проходити на відстані $b/2$ від торця втулки та співпадати із рисою 10 копіру 9, що досягається попередньою настройкою фрези.

Фреза 3 окрім обертання навколо власної вісі має можливість переміщуватися у вертикальному та горизонтальному напрямках. Вузол 1, в якому закріплена фреза, знаходиться у шпиндельному пристрої 2. За допомогою вузла 4 фреза з'єднана з індикатором настройки 11. Стойка 12 слугує для попередньої настройки установки – головка індикатора встановлюється на рівні риси 10. Ця риска розміщена симетрично відносно торців копіру, а положення фрези, що відповідає положенню цієї риси, є її єдиним незаглибленим положенням. Кронштейн 7, що тримає підставку із зубчастою втулкою, жорстко зв'язаний з направляючою задньої бабки 8.

При нарізанні зубців фрезу, зубчасту втулку та індикатор настройки встановлюють таким чином, щоб горизонтальна вісь фрези, головка індикатора та риска на копіру опинилися на одній лінії, на відстані $b/2$ від торця втулки. Потім виконується подача фрези на врізання у тіло зубців таким чином, щоб зафіксоване положення індикатора настройки не змінювалось.

Виходячи з показників індикатора настройки, надається форма бочкоподібності одній половині зубців, а потім після зміни напрямку руху фрези, аналогічним чином другій половині зубців. Даний спосіб нарізання бочкоподібних зубців у кожному конкретному випадку можливий лише при наявності певного копіра.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		16

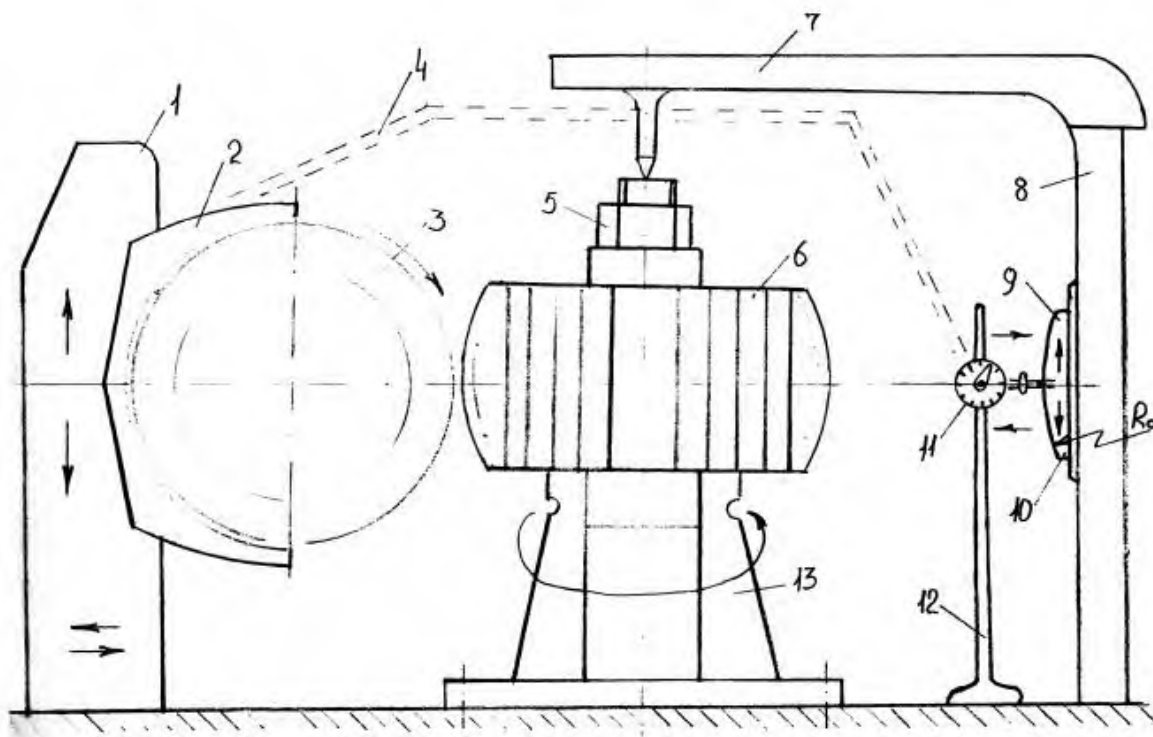


Рис.2.1. Схема верстата та пристрою для нарізання бочкоподібних зубців

2.1.3. Третій метод нарізання бочкоподібних зубців

Цей спосіб виконується на спеціальних верстатах, в яких контроль за рухом фрези по певній траєкторії, задається за допомогою копіру, виконується автоматично за допомогою розроблених пристроїв, вмонтованих в верстати.

Наявність у верстатах цих пристроїв, що здатні в будь-який момент відкоригувати вірність руху фрези по заданій траєкторії, гарантує високу точність виготовлення бочкоподібних зубців. В результаті відпадає потреба в громіздких та працездатних операціях перевірки вірності виготовлення зубців, про які говорилося вище.

Наступні системи з високою точністю сприймають найменші відхилення фрези від заданої траєкторії руху, які в певні моменти часу можуть реагувати на температурну нестабільність в приміщенні зуборізної ділянки, струс будівель, неточності наладки верстатного обладнання та інше.

Аналізуючи усі три метода нарізання бочкоподібних зубців суднових зубчастих муфт можливо зробити висновок, що найбільш прогресивним є третій спосіб. Перехід підприємств по виготовленню зубчастих муфт із бочкоподібними

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

зубцями на спеціальні верстати дозволить вирішити багато проблем підвищення працездатності зубчастих муфт.

2.2. Контроль зубців

Найбільш простим та розповсюдженим способом контролю зубців при виготовленні є перевірка прилягання робочих поверхонь зубців по фарбі.

На рис.2.2. схематично показаний пристрій для перевірки плями контакту зубців зубчастих муфт. Даний пристрій включає: зубчасту втулку 3 із бочкоподібними або прямими зубцями, обойму 4, пристрій 5 для її закріплення та нерухому опору 2 жорстко з'єднана з втулкою. Стопоріння втулки виконується пристроєм 1. Переміщення рухомої опори з втулкою в горизонтальному напрямку виконується за допомогою керуючих опор 7.

Цей пристрій дозволяє ввести в зачеплення втулки та обойми та перевірити положення та розміри плями контакту як у статиці, так і в динаміці. При перевірці плями контакту у статиці спочатку виставляються деталі і проводиться спів падання осей втулки та обойми з віссю обертання. На робочій поверхні зубців обойми наноситься певний шар фарби за спеціальною технологією і зубці обойми вводяться в зачеплення із зубцями втулки. Зачеплення зубців проходить з врахуванням вибору бокових зазорів поміж ними із непрацюючих сторін для того, щоб робочі поверхні зубців втулки передчасно не торкнулися фарби на зубцях обойми.

Після зачеплення втулка стопориться, а обойма повертається під дією окружного зусилля. При цьому стається контакт зубців по робочим поверхням. Потім обойма повертається та втулка виводиться із зачеплення.

За розмірами та розташуванням плями контакту на зубцях втулки можливо судити про вірність виготовлення зубців.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Адк.
						18
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

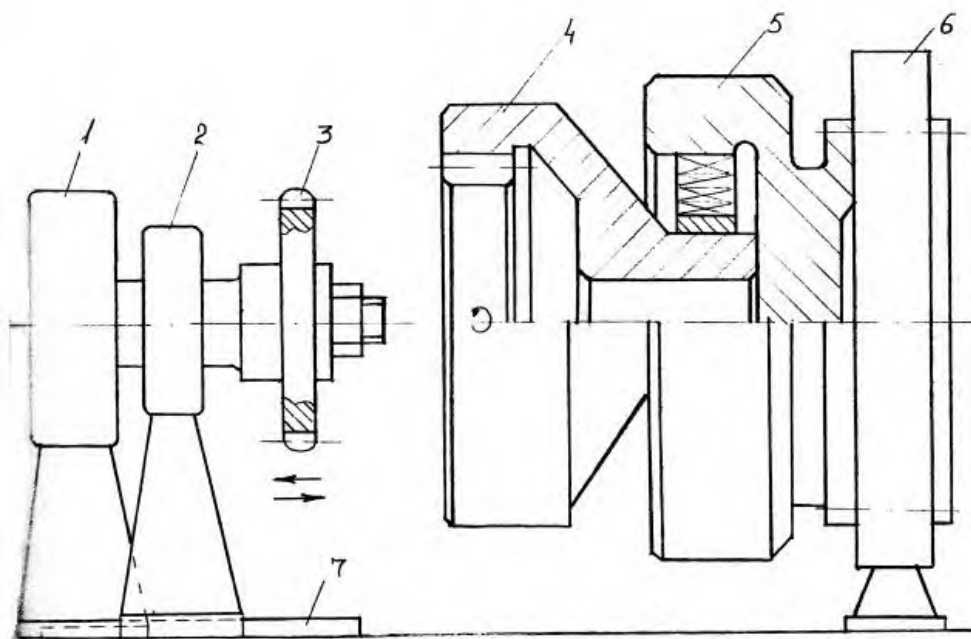


Рис.2.2. Схема установки для перевірки по фарбі точності виготовлення зубців зубчастих муфт

Якщо зубчасті муфти виготовляються з високим ступенем точності для особливо відповідальних та тяжко навантажених умов праці, то вимірювання плями контакту виконується обертанням даного пристрою від джерел притирання.

Одним з методів перевірки якості виготовлення зубців є притирання їх робочих поверхонь за допомогою притиральних паст. За розмірами притиральних блоків можливо судити про вірність виготовлення зубців.

Розглянутий пристрій використовується у тих випадках, коли зубчасті муфти мають середні розміри при помірній величині контактних похибок.

2.3. Конструкція копіру

Ефективним рішенням проблеми механізації та автоматизації процесу отримання форми складних фасонних поверхонь на металоріжучих верстатах, і на цій основі підвищення виробництва, наряду з верстатами з ЧПК є обробка таких поверхонь на копірувальних верстатах та універсальних верстатах, що оснащені спеціальними копірувальними пристроями. Верстати з ЧПК володіють універсальністю і великими технологічними можливостями, мають оптимальну область застосування, а також не виключають процесу профілювання по копірам.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Оптимальна область застосування верстатів з ЧПК або обробки за копірами визначається видом виробництва та об'ємом і стабільністю випуску деталей. В дрібносерійному виробництві доцільно застосовувати верстати з ЧПК, тоді як в середньо серійному та багатосерійному виробництві – обробку по копірам.

На металорізючих верстатах по копірам обробляються деталі, що утворені фасонними поверхнями, виготовлення яких на універсальних верстатах потребує високої кваліфікації та є працемістким. Обробка по копірам забезпечує високу точність розмірів, але має велику кількість схем із різними типами копирів. Для проектованої ділянки, зокрема для зубофрезерувальної обробки бочкоподібної поверхні зубця застосовується еквідистантний копір зі схемою роздільного розташування осей заготовки та копіру, а також інструменту і ролика.

Розрахунок копирів виконується у наступній послідовності: за розмірами дійсного контуру деталі і інструменту визначають центровий контур копіру; за розмірами центрального контуру копіру та ролика – дійсний контур копіру.

Визначення центрального контуру деталі. Деталь обробляється черв'ячною одно західною фрезою класу АА та $\varnothing 140$ мм. Маючи розрахункові значення радіальних заглиблень U при врізанні фрези в поверхню зубця та координати X , що відраховується від середини зубця до торців, знаходимо центровий контур деталі.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Адк.
						20
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

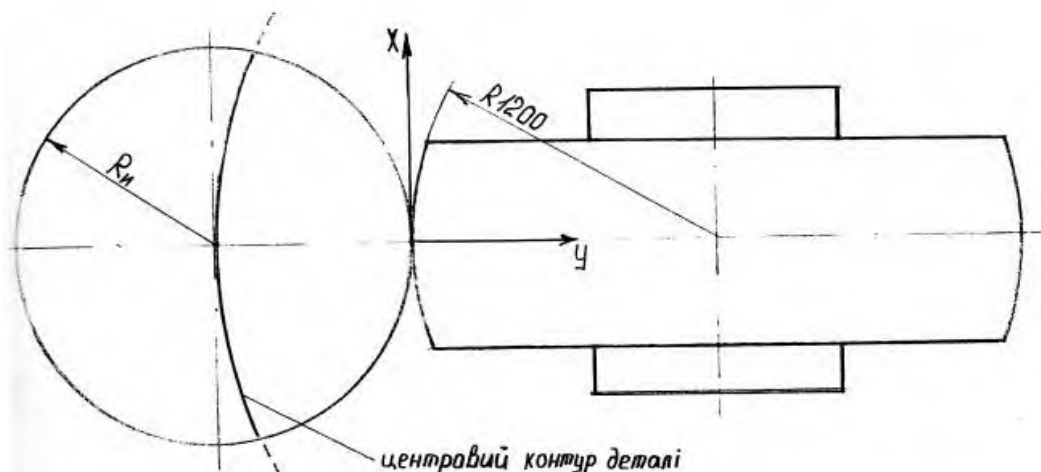


Рис.2.3. Знаходження центрального контуру деталі

Інакше центровий контур можливо знайти користуючись радіусом бочко подібності зубців $R = 1200$, відповідно центровий контур деталі має $R = 1270$. При $\varnothing 20$ мм для ролика можливо розрахувати дійсний контур копіру, він буде мати радіус :

$$R = 1270 - 10 = 1260 \text{ мм.}$$

При експлуатації різниця діаметра ролика та інструменту повинна бути постійною ($R_i - R_d = \text{const}$), як і відстань між вісями інструменту та ролика $A = \text{const}$.

Побудування еквідистантного копіру ($D_d = 20$ мм, $D_d = 140$ мм). Спроекований копір працює із силовим контактом ролика, тобто безпосередньо задає рух інструменту для обробки зубців. Принцип такий же як у кулачкового механізму, а значить вимоги, що надаються до кулачкових механізмів, розповсюджуються і на копір.

Плоский копір регулюючого міжцентрового розміру «ролик – інструмент» може мати різні розміри в залежності від величини міжосьової відстані. В схемах зі збільшенням розміру копіру зменшуються кути тиску, що сприяє підвищенню плавності роботи і досягненню більшої точності. Однак, збільшення копіру підвищує працездатність розрахунків та виготовлення. Копіри вибирають виходячи із вимог: для скорочення розмірів копіру необхідно збільшувати кут тиску, для

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

2.4. Місцеве зміцнення деталей поверхневим наклепом

У числі важливих задач машинобудування на сучасному етапі є підвищення довговічності деталей, їх ефективності і конкурентоспроможності на світовому ринку, зниження маси деталей. Об'єктивним обмеженням на шляху збільшення сталої довговічності деталей машин є наявність конструктивних концентратів напружень у вигляді отворів, галтелей, кишень, пазів та ін.

Для цього, в основному, використовують зміцнення поверхневим пластичним деформуванням (ППД). Встановлено, що зміцнення отворів, галтелей, зубців, шліців зменшується коефіцієнт концентрації напружень в 2-4 рази, а в деяких випадках забезпечує довговічність по всіх ділянках.

Різнманітними способами ППД можуть оброблятися отвори, перехідні зони різної форми круглих і плоских деталей, зварювальні шви, внутрішні і зовнішні різьби, зубчасті вінці, шліци. Так як вказані елементи відносяться до більшості машинобудівельних деталей, то місцева обробка ППД може бути використана в любых ланках машинобудування.

При розробці технології місцевого зміцнення необхідно точно визначити всі можливі варіанти рішення задачі, а потім вибрати з цих варіантів найкращий.

Надійність деталей машин залежить від їхньої конструкції, матеріалу і якості обробки. Вихід зі строю деталі в більшості випадків починається в зоні дії концентратора напружень. На ресурс деталей впливає зовнішнє навантаження, фізико-механічні властивості матеріалу, температура навколишнього середовища, геометрія деталі і стан поверхневого шару, величина і характер остаточних напружень і декількох інших факторів.

Після зміцнювальної обробки деталей ППД змінюється мікрогеометрія або шорсткість поверхні. Причому застосування деяких способів зміцнення зменшує шорсткість (розкатка отворів), застосування інших збільшує шорсткість (дробоструменева обробка).

В залежності від форми, розмірів, матеріалу деталі, пред'являємих вимог до геометричних параметрів і якості поверхонь, виробничих і інших вимог використовуються різні способи зміцнювальної обробки ППД. Вони відрізняються

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

по схемам силовой взаємодії на деталь, продуктивності, економічності і іншими показниками.

2.5. Способи обробки

Для місцевої зміцнювальної обробки площини і поверхонь малої кривизни приймають статичні і динамічні способи. Статичні способи (рис.2.6) мають широкий діапазон й високу точність регулювання режимами обробки, але потребують міцну установку інструмента та деталі. Їх найкраще використовувати при обробці великих за площиною, гладких і відкритих поверхонь. При місцевому зміцненні їх приймають рідко.

Установки, які динамічними способами зміцнення, мають компактність і дозволяють використати обробку в любых виробничих умовах і при ремонті. Способи які найбільш використовуються у виробництві мають установки ротаційного типу, зворотно-поступової дії і дробоструменевого типу.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Адк.
						24
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

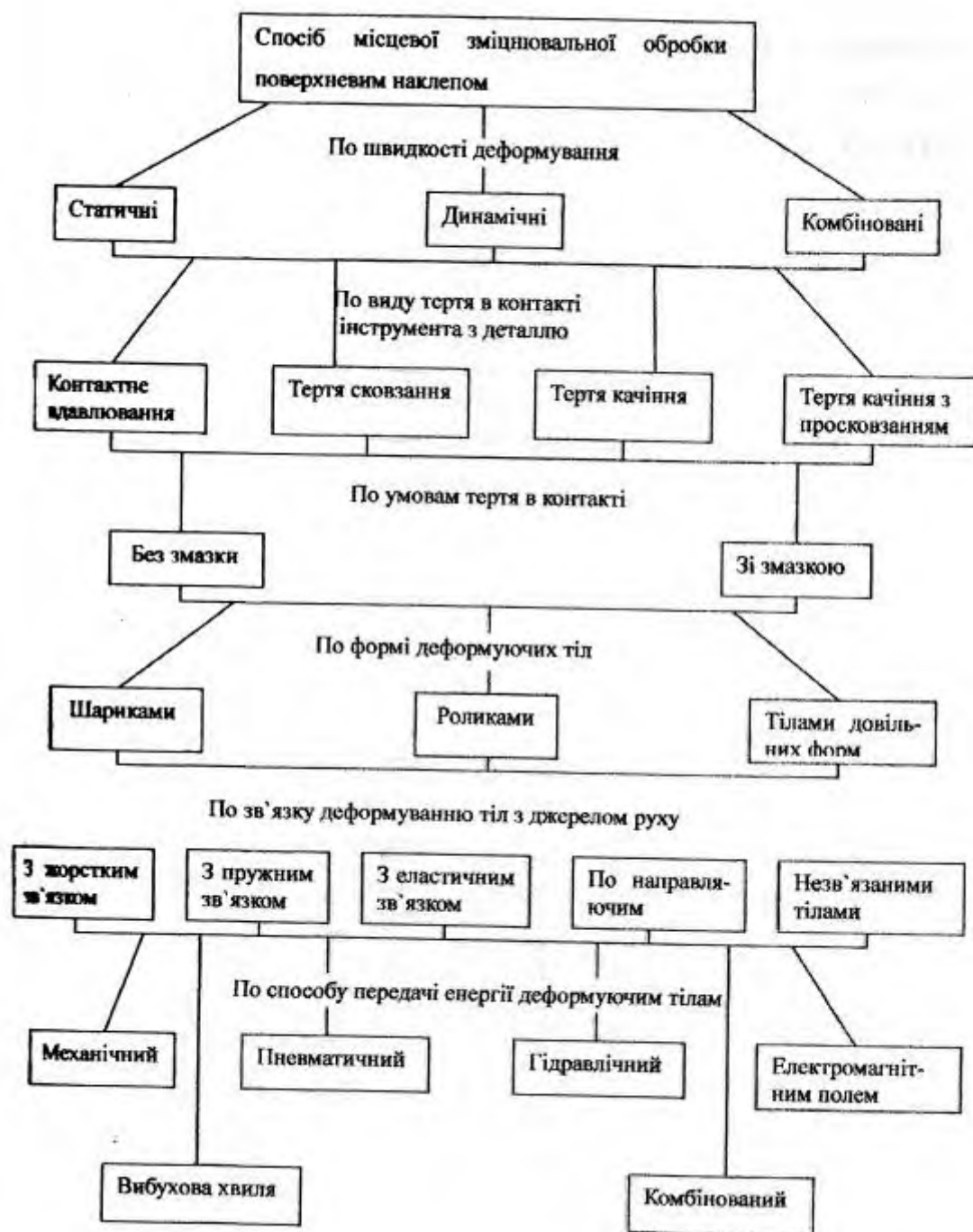


Рис.2.5. Класифікація способів зміцнювальної обробки поверхні деталі

Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.02.ПЗ

Арк.

25

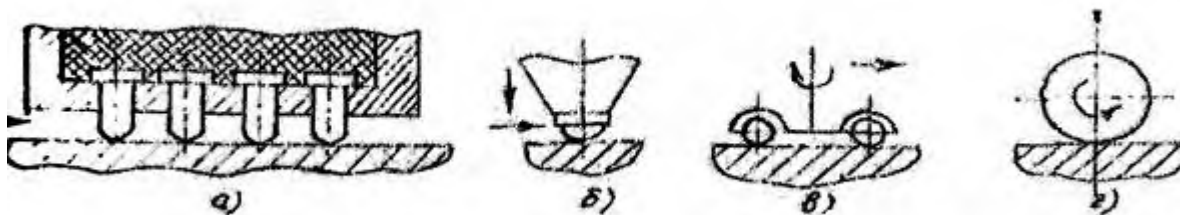


Рис.2.6. Статичні способи обробки площин:

а – контактне вдавлювання; б – вигладжування; в – торцеве накатування; г -
радіальне накатування

В динамічних установках ротаційного типу (рис.2.7) деформуючими силами є центробіжні сили оберткових елементів, котрі можуть бути виготовлені у вигляді металевих щіток (рис.2.7,а,б), пружинної проволочки з потовщенням на кінці (рис.2.7,в,г), колодок (рис.2.7,д,е), вільно рухомих в отворах шариків (рис.2.7, з,ж).

Механічні щітки використовують для очищення поверхонь від окалини, шлаку, кінцевої обробки і зміцнення деталей.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшення ймовірності заклинювання та підвищення плавності роботи необхідно зменшувати кут тиску.

Кут тиску - це кут між перпендикуляром до напрямку руху ролика та загальної дотичної до профілю у точці їх дотикання. Допустимі кути тиску можуть прийматися рівними 15° - 30° .

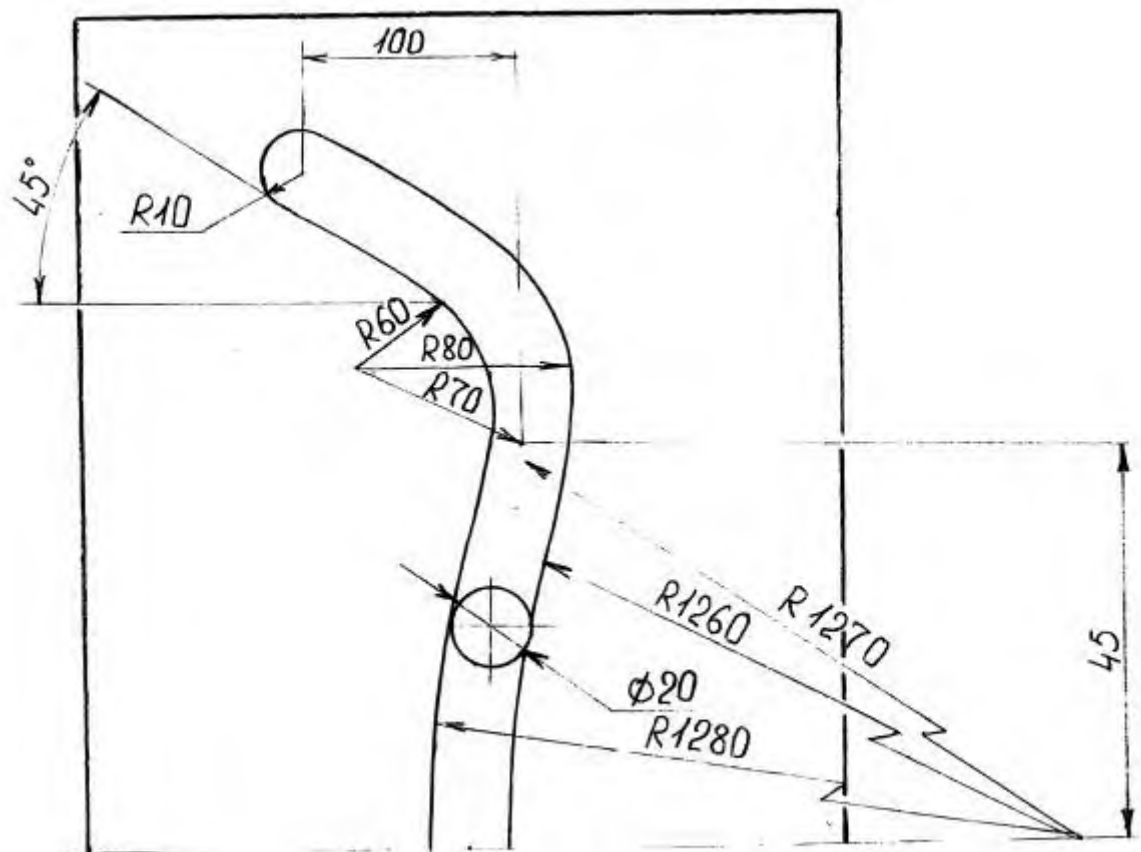


Рис.2.4. Еквідистантний копiр

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

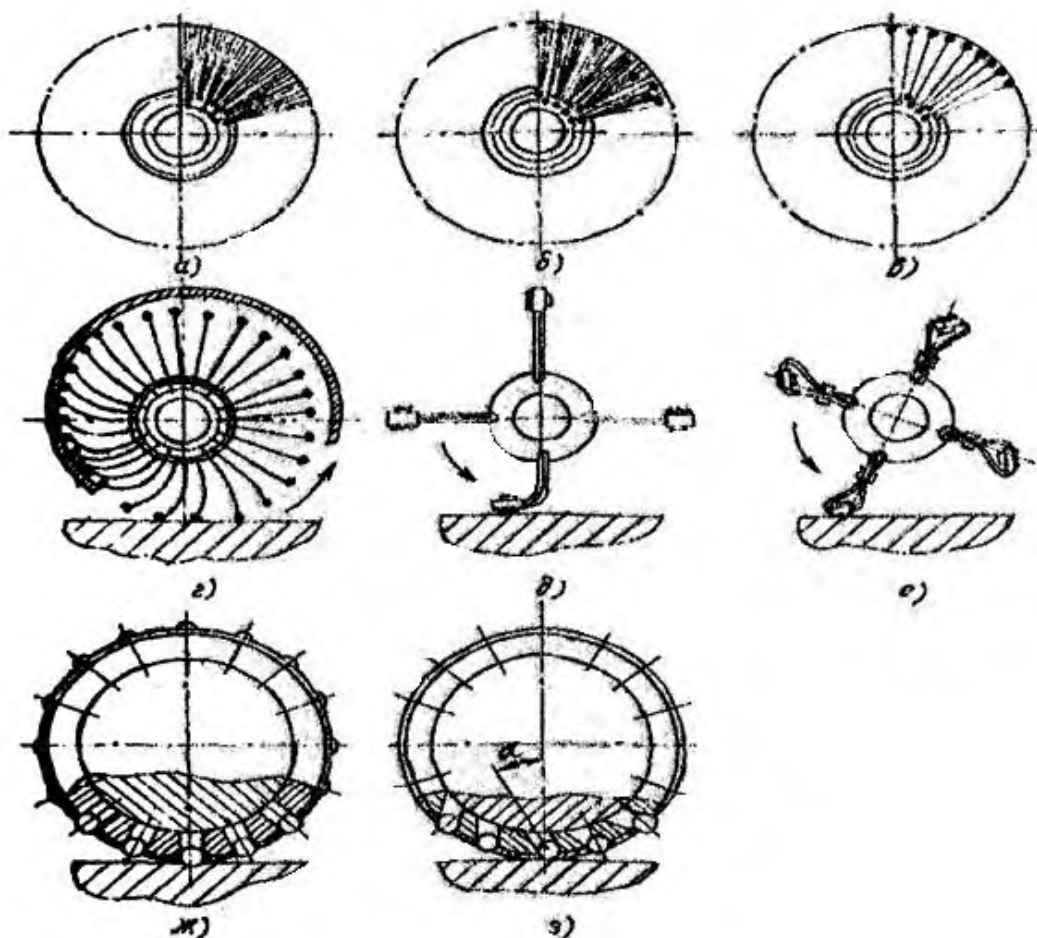


Рис.2.7. Схеми пристроїв динамічного зміцнення ротаційного типу

В пристроях зворотно-поступової дії (рис.2.8) деформуючі елементи – шарики, які розміщуються на платформу або в корпус, рух яким надається поршнем. До переваги цих пристроїв відносяться: широкий діапазон регулювання режимів, висока продуктивність і коефіцієнт корисної дії. До недоліків відноситься складність і громіздкість і граничний ресурс робочих елементів пристрою, викликаний швидким зносом пар, що труться.

Для місцевого зміцнення ППД найбільше використання мають установки дробоструменевого типу, в яких джерелом енергії є повітряний або рідинний потік, який рухається з великою швидкістю і втягуючий за собою дробинки.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.02.ПЗ

Арк.

27

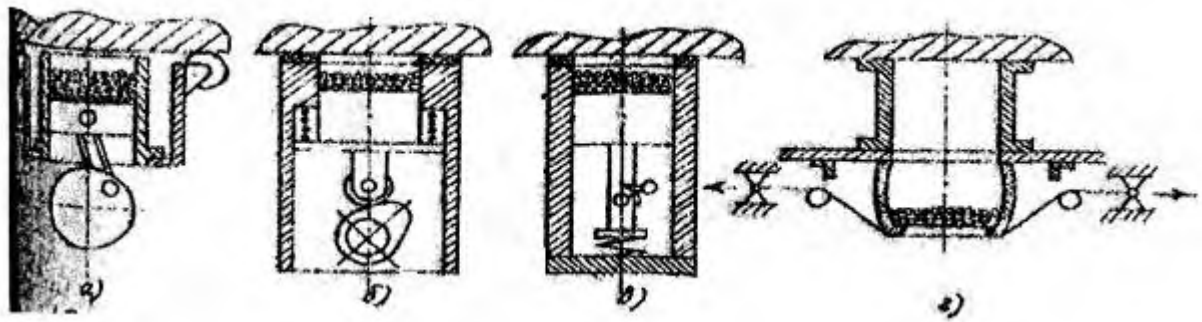


Рис.2.8. Схеми пристроїв динамічного зміцнення
зворотно-поступового типу:

а – кривошипно-шатунним механізмом; б – з кулачковим механізмом;
в – з вібраційним механізмом; г – з повзунно-колінним механізмом

Пристрої дробоструменевого типу класифікують за характером руху деформуючих тіл в робочу зону, за ступенем повторного використання деформуючих тіл і за керуванням потоком.

2.6. Обробка дробом

Методи обробки розподіляють на дві групи: обробка сухим дробом й обробка дробом зі змащувально-охолоджувальною рідиною (ЗОР). При дробоструменевому, пневмодинамічному і дробометному зміцненні деталі обробляють сухим дрібом, ці методи називають дрібоударними. Існують наступні різновиди гідродробоструменевої обробки, які обробляються разом із ЗОР: гідродробострумнева, гідродробострумневе ежекторне, гідродробометне, зміцнення мікрокульками. Кожен метод характеризує декілька параметрів:

- спосіб надання дроби кінематичної енергії;
- швидкість польоту дроби (1-100 м/с);
- характеристика дроби: її матеріал; метод виготовлення; допуск діаметра від 0,4 до 0,08 мм; форма – неправильна і правильна;
- кінетична енергія дроби, що летить, яка залежить від швидкості польоту і діаметру дроби;
- кількість дроби, що одночасно беруть участь у наклепі;

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

- час дії робочого тіла на оброблюючу поверхню.

При обробці дрібом шорсткість поверхні збільшується, а при деяких методах і режимах обробки можливе і зменшення шорсткості.

2.7. Гідродробоструменева обробка

Аналіз пластичного деформування поверхні при дробоструменевому і гідродробоструменевому зміцнення показують наступні різновиди цих методів.

При ГДЗ оброблюваний шар під поверхнею робочого тіла деформується вільно. В результаті оброблюється рівномірно і утворюються рівномірні стискуючі остаточні напруження в порівнянні при обробці з сухим дробом, де з'являються розтягуючі напруження.

При дробоударній обробці, коли удари дроби йдуть один за одним з великою частотою, початкові удари очищують поверхню не тільки від окалини чи окисної плівки, але й від чужорідних молекулярних частинок, роблячи її ювенільною.

Гідродробострумневе зміцнення протікає в умовах гідродинамічного тертя, так як у зоні удару завжди є достатня кількість мастильного матеріалу і поверхня дробинок покрита ЗОР.

При обробці обох видів, в основному, має місце прямий удар, коли кулька упроваджується в тіло, яке ковзає по ньому. Виникнення тертя є тертям удару.

Основні переваги зміцнення сухим дробом наступні: простота конструкції установки, так як використовується централізована система подачі стислого повітря на підприємстві; концентрований потік дроби, який дозволяє оброблювати погано доступні ділянки деталей; здатність отримувати високі швидкості дробинок; простота у використанні з робочим тілом; здатність сепарації дроби потоком повітря; відсутня необхідність промивання деталей після зміцнення.

Недоліки зміцнення сухим дробом наступні: міцний удар дробинок о деталь, де виникають великі температури; остаточні напруження стискання мають велике значення на деякій відстані від поверхні; при дробоструменевому зміцненні шліфованих поверхонь, цементованих і загартованих деталей параметр шорсткості

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

підвищується в середньому на 1-2 мкм; в більшості випадків виникає активний перенос частинок дробу на поверхню деталей, що знижує їх корозійну стійкість; при дробоструменевому зміцненні зноситься дріб завдяки сухому тертю, яке приводить до зменшення діаметру дробу в період однієї зміни безперервної роботи, що знижує стабільність процесу, так як енергія удару пропорційна діаметру дробу третьої стадії.

Крім цього, установки для ДЗ мають ряд експлуатаційних недоліків, зв'язаних з швидким зношенням сопел та інших елементів, нестабільністю праці допоміжних пристроїв.

Основні переваги гідродробоструменевого зміцнення порівняно з дробоструменевим наступні: остаточні напруження тільки стискаючі і, як правило, мають максимальне значення на деякій глибині; мікрогеометрія покращується, так як радіуси округлень лунок від кульок і виступів, збільшуються; виключене перенесення на оброблювану поверхню матеріалу робочих тіл у зв'язку зі зниженням температури в зоні контакту і ізоляцією поверхневого шару деталі рідинною плівкою.

Проте установок для ГДЗ складні, дорогі і потребують більш високих витрат при експлуатації.

Розповсюдження мікротвердості Н по глибині 1 поверхневого шару сталі при різноманітному продовженні обробки ГДЗ показано на рис.2.9 максимальна мікротвердість спостерігається при часу наклепу, рівному 4 хв. Порівняно твердість збільшується на 25% і досягає майже 10 ГПа. При зміцненні продовж 2 хв., і особливо 4 хв., мікротвердість максимальна на відстані 60 і 140 мкм від поверхні.

Вплив часу t наклепу при ГДЗ на R_z показано на рис.2.10. Параметр шорсткості особливо сильно зростає через 1-1,5 хв. Із збільшенням часу обробки параметр шорсткості зменшується.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

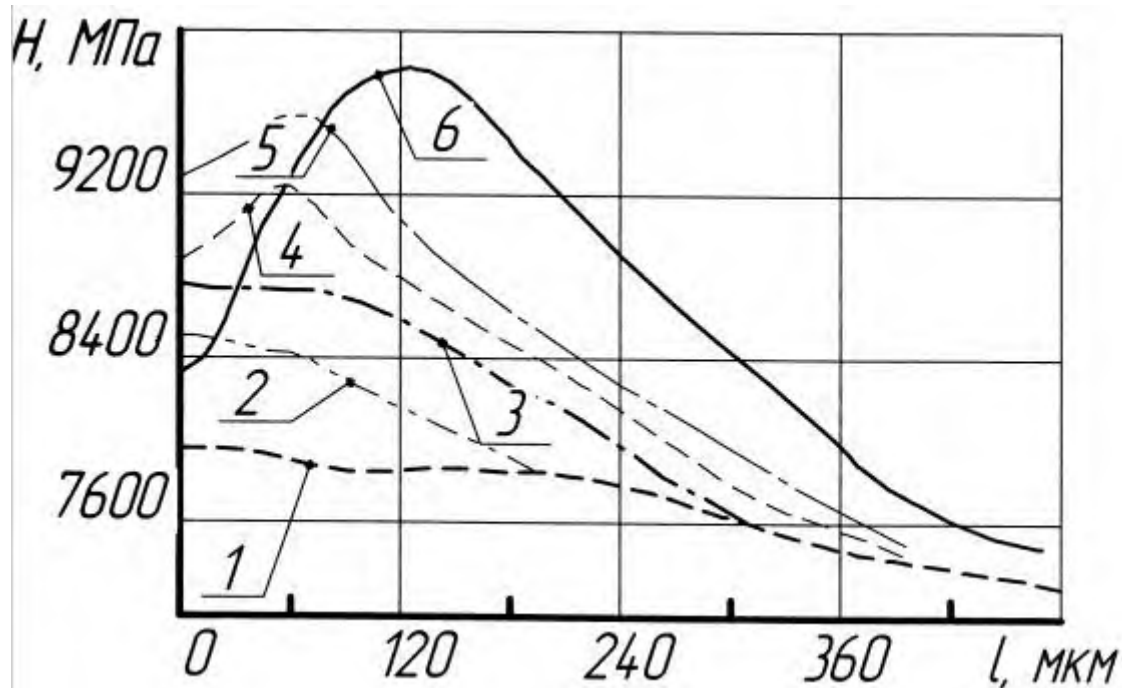


Рис.2.9. Розподілення мікротвердості H по глибині l поверхневого шару сталі 40XH2MA при різній тривалості обробки ГДЗ: 1 – початковий стан; 2 – 0,5 хв.; 3 – 1,0 хв.; 4 – 1,5 хв.; 5 – 2,0 хв.; 6 – 4,0 хв.

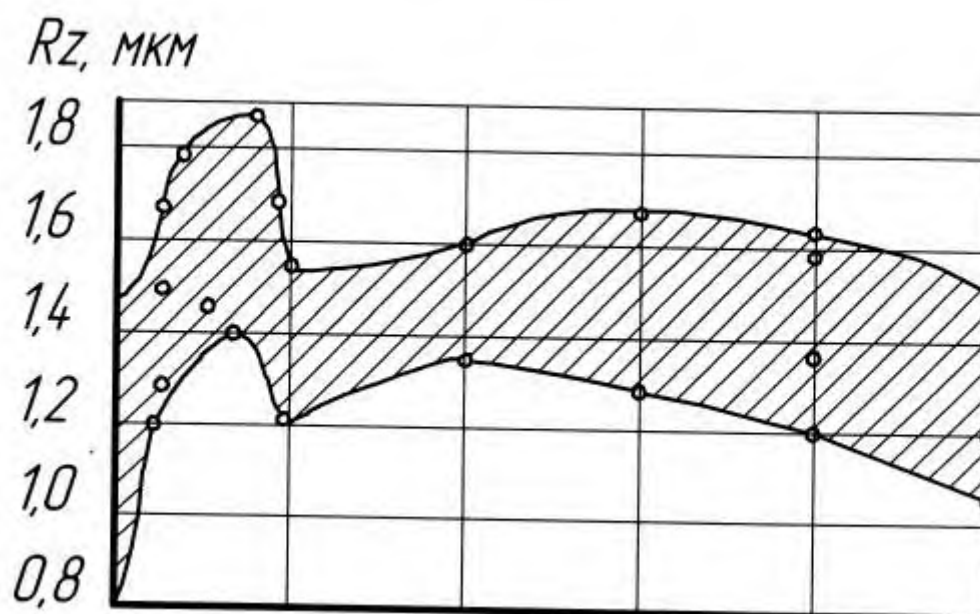


Рис.2.10. Вплив часу наклепу при ГДЗ на Rz

Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.02.ПЗ

Арк.

31

2.8. Вибір параметрів обробки

Основні параметри процесу обробки дробом наступні:

- робоче середовище (матеріал, характер і розміри робочих тіл, склад рідини);
- відстань від зрізу сопла до зміцнювальної поверхні, кут і діаметр факелу дробу;
- швидкість руху робочого середовища (може бути виражена через тиск рідини чи повітря, через частоту обертання дробометного апарату та ін.);
- тривалість процесу (може бути виражена через швидкість руху деталі чи сопла).

Склад робочого середовища вибирають в залежності від обраного методу обробки. Дріб для наклепу сталей зазвичай чавуну, рідко сталевий. При наклепі деталей із кольорових металів, щоб запобігти їх електричній корозії, використовують алюмінієвий чи скляний дріб. Дріб малого діаметру краще застосовувати при обробці малих деталей, а також у тих випадках, коли до мікрометрії пред'являють високі вимоги. Хімічний склад використаного дробу: 3,26 % C; 0,57 % Mn; 2,72 % Si.

Відстань від зрізу сопла до оброблюваної поверхні регулюють в межах можливості вибраної установки, в залежності від матеріалу оброблюваної деталі і заданого ступеню зміцнення. Із зменшення цієї відстані виростає інтенсивність зміцнення, але і в той час зменшується діаметр факелу дробу, а також і площа оброблюваної поверхні.

Чим більша швидкість дробу, тим більша товщина наклепаного шару. Обробка дробом з великою швидкістю вигідна в тих випадках, коли деталь має концентратори напружень.

Глибина наклепу звичайно не перевищує 1 мм. Товщина наклепаного шару зростає зі збільшенням діаметру дробу та його швидкості. Товщину наклепаного шару можна визначити шляхом виміру твердості на поперекових чи косих шліфах деталі, яка оброблюється дробом.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Твердість поверхневого шару металу в результаті наклепу декілька зростає. Особливо це помітно проявляється на м'якій сталі.

Мікрогеометрія поверхні наклепу залежить від якості дробу. Величина нерівностей зростає із збільшенням діаметру дробу та його швидкості і надає із збільшенням твердості поверхневого шару. Мікрогеометрія визначається за ДСТУ 4121-2002 в межах від 2 до 7 класів чистоти.

Час, в період якого деталь піддається ударам дробинок, визначається таким, щоб поверхневий шар був достатньо насичений зонами наклепу. Оптимальна тривалість наклепу, в кожному конкретному випадку визначається експериментально. Практично обробка деталей продовжується від декількох секунд до декількох хвилин в залежності від діаметру і швидкості дробинок, розмірів деталей, її форми та ін., сильно довгий наклеп деталі негативно впливає на поверхню визиває її руйнування.

Тривалість зміцнення розраховується за формулою:

$$t = \frac{7,6 \cdot l \cdot d \cdot \sqrt{H}}{k_t \cdot V \cdot m \cdot \sin^2 \alpha},$$

де l – відстань від сопла до оброблюваної поверхні;

d - діаметр дробу;

H – твердість оброблюваного матеріалу;

k_1 – коефіцієнт, який враховує число ударів i , необхідних для заданого ступеню зміцнення ($i \geq 0$);

V – швидкість дробу;

$m_{др}$ – маса дробу, що викидається за одиницю часу;

α – кут між потоком дробу і оброблюваною поверхнею.

Якщо розмір деталі не перевищує діаметр факелу дробу, то час її обробки визначають за формулою:

$$T = k_1 \cdot k_1 \cdot k_{кр} \cdot \frac{L}{d_z},$$

де k_t - коефіцієнт, який враховує обертання деталі, для не обертаючих деталей $k_t = 1$;

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k_1 - коефіцієнт, який враховує рівномірність переміщення сопла відносно деталі;

$k_{кр}$ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність кривизни сторін деталі, зміцнюваних при обертанні;

L/d_z – відношення довжини деталі до діаметру, при $L < d$, то $L/d_z = 1$;

t – тривалість дії дробу на ділянку поверхні.

Експериментальну оцінку режиму зміцнення, при обробці на ГДЗ, проводять наступним чином. Готують партію (приблизно 24 шт.) зразків, зміцнюють по 4 ± 1 шт. на кожному режимі при одному вибраному тиску і часу t , рівним 1, 2, 4, 8, 15 хв. Отримав 20 зміцнених зразків, вимірюють стрілу прогину зразку. Потім визначають середнє арифметичне значення f для кожного відрізка часу t , потім будують графік $f = F(t)$.

Режими обробки визначені на основі експериментування натуральних зразків, результати яких відображено в документах.

Порядок налагодження на режим обробки визначається в паспорті кожної установки.

Час обробки є розрахунковою величиною і визначається для установки 9920-1240ПС.

2.9. Установка для гідродробоструменевого зміцнення

Установка 9920-1240ПС призначена для гідродробоструменевого зміцнення циліндричних і конічних шестерень із зовнішнім діаметром від 130 мм до 1200 мм і радіусом викружки зубів не менше 2,5 мм. Установка дозволяє обробляти деталі типу дисків діаметром до 1200 мм і валів довжиною до 1000 мм.

Технічна характеристика

Габарити оброблюваної деталі:

- діаметр $\min$ - 130 мм;
- діаметр $\max$ - 1200 мм;
- довжина $\max$ - 1000 мм;
- маса $\max$ – 1000 кг.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Робоча суміш – трансформаторне мастило, сталеві кульки – 0,14-0,16 мм ДСТУ ГОСТ 3722:2018.

Тиск мастила в гідросистемі – $P = 4$ кг/см.

Витрати мастила через одну форсунку – 40-60 л/хв.

Кількість форсунок – 16.

Кількість кульок, які завантажуються в робочу камеру – 90-100 кг.

Насосна станція нагнітання і відкачки – 4К-6. Продуктивність - $Q_{\max} = 135$ м³/год. Тиск – $P_{\max} = 99$ мм вод.ст. Потужність двигуна - $N = 55$ кВт.

Привід обертання деталі – електродвигун 4А100S4УЗ $n = 1500$ об/хв., $N = 3$ кВт.

Максимальний кут повороту форсунок - 15° .

Робоча температура мастила – $35-55^\circ$. Підігрів мастила – паром від парової магістралі. Охолодження мастила – холодною водою від магістралі технічної води.

Робоча ємність основного бака – $2,5$ м³.

Ємність зливного бака – $1,5$ м³.

Швидкість обертання деталі - $n = 0,6$ об/хв.

Зусилля на рукоятці відкриття кришок робочої камери – 5 кг.

Габарити установки: ширина – 3600 мм; довжина – 3150 мм; висота – 2570 мм; висота до верхньої точки робочої камери: при закритих кришках – 2270 мм, при відкритих кришках – 2670 мм.

Висота верхніх центрів – 1525 мм.

Висота нижніх центрів – 1225 мм.

Принцип дії установки

Сутність способу гідродробоструменевої обробки полягає в обробці деталей кульками, ежектируемими мастильною охолоджувальною рідиною. Оброблювана деталь встановлюється в центра в робочій камері. В порожнину камери, обмежену роздільними стінками, насипані шарики і залито до визначеного рівня трансформаторним мастилом. Рівень мастила визначається висотою нижньої кромки пройому, закритого роздільними сітками. В основі камери (рис.2.11)

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

закріплено 16 форсунок 11, в які насосом 21 нагнітається мастило. З форсунок 11 струмінь мастила попадає в робочі сопла, установлені в гнізда валів, підхvacує кульки і спрямовує їх на оброблювану деталь, виконуючи обробку поверхні деталі.

Відділена від кульок сітками змащувально-охолоджувальна рідина зливається в зливний бак корпусу. Із зливного бака мастило насосом 7 через трубопроводи 2 і 8 відкачується в основний бак 10, де проходячи через піногасники, нагріте нагрівачем 6 чи охолоджене охолоджувачем 18 до визначеної температури, через фільтр 19 і запірний вентиль 20 подається на всмоктувальний патрубок 17 насосом 21. Насосом 21 мастило через крани 15, колектор 3, шланги 12 і гідрозатвори 13 подається в форсунки 11.

Тиск в колекторі 13 контролюється манометром 14, установленного на панелі. Для регулювання тиску в системі існує вентиль 4, який через трубопровід 5 скидає надлишок мастила із колектора 3 в бак 10.

					6261м. 09.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докyм.	Підпис	Дата		

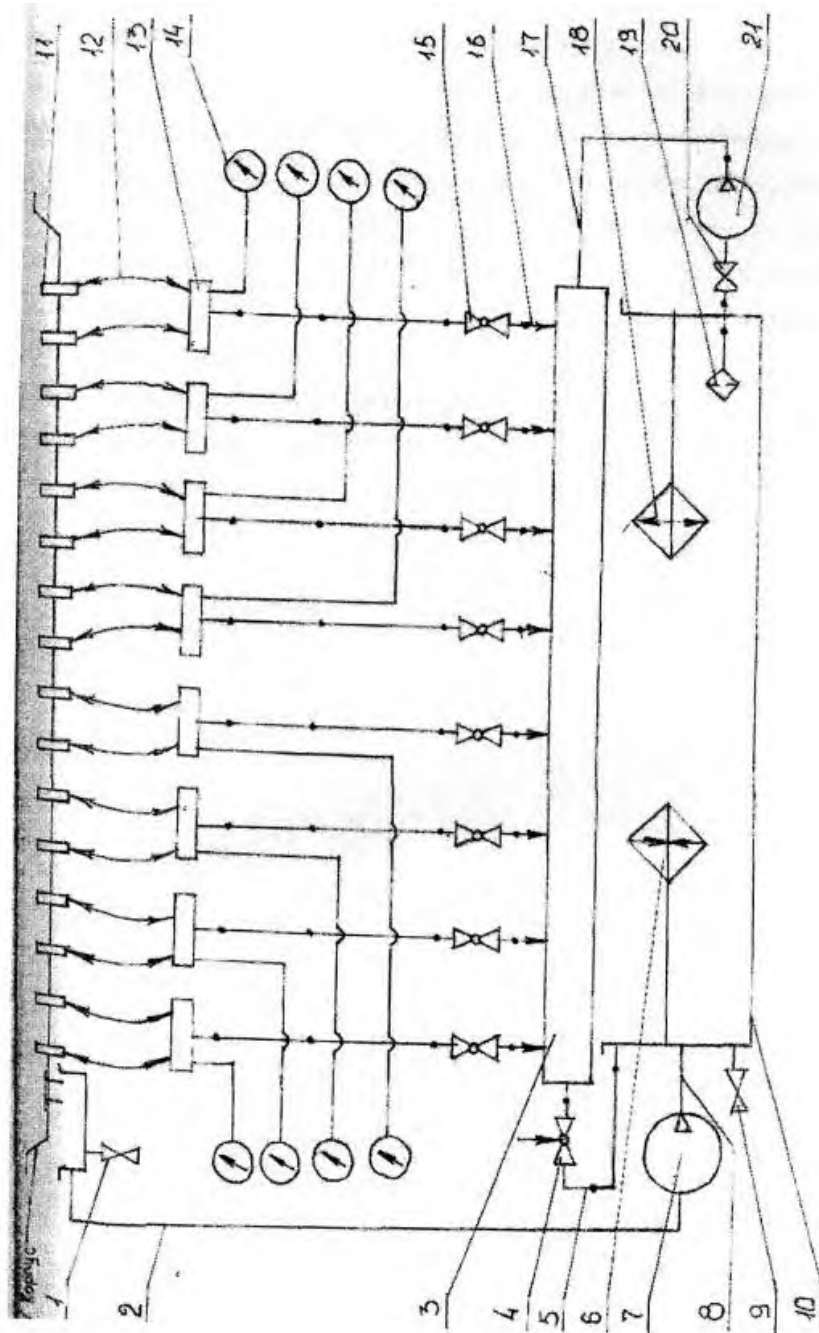
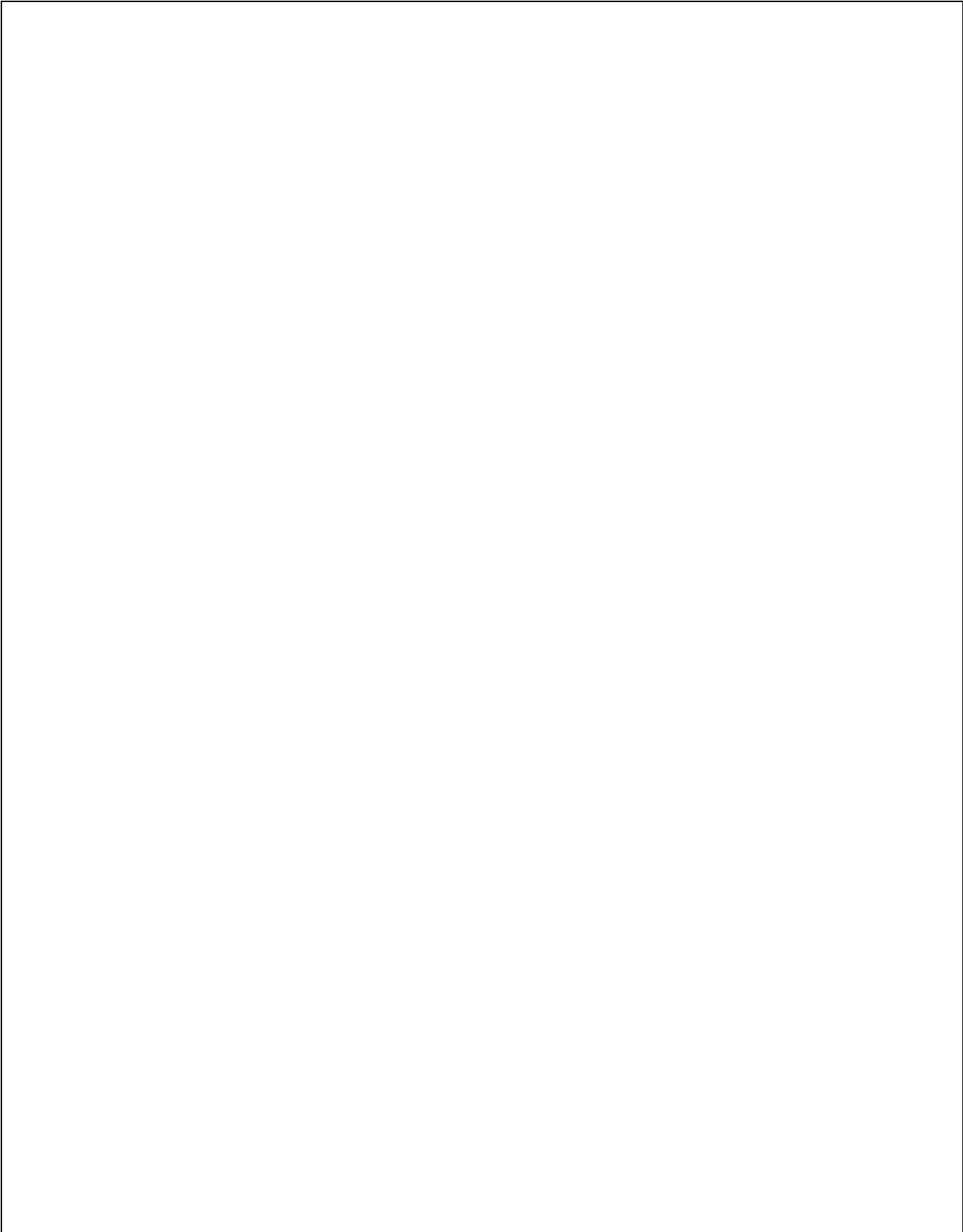


Рис.2.11. Гідравлічна схема установки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.02.ПЗ

Арк.
37



					6261м.09.МР.09.03.ПЗ			
					Технологічна частина			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.						
Затвердив		Ткач М.Р.						
						Літ	Арк.	Аркушів
						М	Р	
							38	23
						НУК		

3. Технологічна частина

3.1. Аналіз базового технологічного процесу

Заводський технологічний процес, був розроблений стосовно до одиничного виробництва. Устаткування та оснащення універсальне, переходи послідовно виконуються на одному верстаті, висока кваліфікація працівників.

У магістерській роботі технологічний процес необхідно розробити для застосування в серійному виробництві. З цією метою застосовується обладнання з ЧПК, спеціалізоване оснащення, заготовка з мінімальними припусками на обробку різанням. Ці особливості серійного типу виробництва і вплинули на зміни в маршруті технологічного процесу, а також в деяких операціях.

На початкових, чорнових токарних операціях заготовка – штампована кованка, встановлюється у трьохкулачковий патрон по зовнішній поверхні з упором в торець. Після чорнового обточування деталь надходить на термообробку. Для подальшої обробки на токарних операціях, при фрезеруванні зубців, свердлінні маслорозподільних отворів, на операції після термообробки готується базова поверхня, по якій буде встановлюватись деталь.

Зубофрезерувальна операція виконується після токарної обробки зовнішніх поверхонь.

За заводським технологічним процесом після операції зубофрезерування виконується слюсарна обробка фасок на зубцях вручну. Застосувавши зубозакруглюючий верстат, ми скоротили час на слюсарну операцію, а також механізували цю обробку.

Розроблений технологічний процес передбачає застосування на свердлильній операції спеціального пристрою, що дозволяє відмовитись від розмітки та центруванні отворів.

Подальший маршрут обробки напівмуфти залишився без змін, відмінність лише у тому, що кінцева токарна обробка зовнішніх поверхонь та торця виконується на окремих операціях. Деталь встановлюється в мембранному патроні по профілю зубців, що до мінімуму скорочує похибки биття торців відносно базових поверхонь.

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

3.2. Термічна обробка напів муфти

Для сталі 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015, з якої виготовлена напів муфта, термообробка складається із загартування та відпуску.

Загартування виконується при температурі 860 ± 10 °С, охолодження при загартуванні необхідно проводити до температури нижче 100 °С (нижче крапки початку мартенситного перетворення) в масляному середовищі. Деталь в загартованому стані перед відпуском може залишатися не більше 24 годин. Відпуск проходить при температурі 570 ± 30 °С, охолоджуюче середовище – повітря. В результаті термообробки твердість 341...285 НВ.

Загартовуючі мастила повинні відповідати вимогам: висока температура спалаху, збереження постійної охолоджувальної здатності, стійкість проти загущення.

Температура загартувального мастила в процесі роботи повинна бути в межах 20-80 °С.

Мастило перевіряється на вміст води – 0,5 % та кінематичну в'язкість, при 50 °С – норма 10-23 мм²/с.

Переліченим вимогам найкраще задовольняють мінеральні мастила, індустріальні – 12А; 20А.

Після загартування, відпуску та механічної обробки для напівмуфти застосовується азотування. Перед азотуванням місця, які не підлягають азотуванню, вкривають оловом. Для захисту від затікання олова на поверхню, що підлягає азотування, застосовується фосфатування – фосфатна плівка не змочується розплавленим оловом та не створює труднощів під час азотування. Шорсткість деталей, що підлягають азотуванню, повинна бути не менше 2,5...1,25 Ra, повинні бути видалені задирки, а також притуплені гострі кромки. Деталь повинна бути обезжиреною, її обезжирюють розчином: тринатрій фосфат 30...50 г/л; емульгатор ОП-7 або ОП-10 1...3 г/л. Температура розчину 50-70 °С протягом 10-30 хв. Після обезжирювання деталь промивається водою та висушується.

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Процес азотування - це насичення поверхневого шару деталі атомарним азотом, що утворюється при хімічній дисоціації аміаку (NH_3). Обезводнений аміак, при надходженні до нагрітої вище 430°C печі дисоціює по реакції: $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N} + 3\text{H}$, атомарний азот, що виділився, дифундує в метал, утворюючи нітриди, які забезпечують підвищення твердості, зносостійкості та міцності поверхні.

Для сталі 40ХН2МА, при глибині азотуванню $h = 0,3-0,5$ мм, необхідно витримувати деталь при температурі $500 \pm 10^\circ\text{C}$ 40-45 год. В печі, ступінь дисоціації аміаку 15-30 %.

3.3. Вибір заготовки

Зубчасті колеса в основному виготовляються без попереднього формування зубців. Характер заготовки залежить від розмірів деталі та конфігурації, технічних вимог, що становляться до матеріалу, масштабів виробництва.

При серійному виробництві зубчастих коліс прийнятий тип заготовки повинен забезпечити невеликі припуски на наступну механічну обробку. Величини припусків на механічну обробку повинні враховувати можливість повного видалення з поверхонь, що обробляються, шару металу, що має дефективну структуру, яка з'являється в процесі формування заготовки. Заготівка повинна повністю забезпечити точність та якість деталі, повинна відповідати максимальній продуктивності та мінімальній собівартості.

Для деталі, яка проектується, приймається заготовка – штамповане кування, що виготовляється на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ), нагрів заготовки індукційний.

3.4. Проектування заготовки – штампованого кування

Матеріал – сталь 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015.

Маса деталі - $G_d = 9,2$ кг.

Штампувальне обладнання – ГКМ, відкрита штамповка; нагрів заготовки – індукційний.

Маса кування:

$$G_k = G_d \times K_p,$$

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						40
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

де K_p - розрахунковий коефіцієнт, $K_p = 1,6$.

Клас точності: Т4-Т3, приймаємо Т4. Група сталі: М2 [4, с.207].

Розміри фігури, що описує кування (циліндр):

діаметр $= 248 \times 1,05 = 260,4$ мм;

висота $P = 198 \times 1,05 = 207,9$ мм.

Маса фігури, що описує кування:

$$G_{\phi} = v \pi \times R^2 / 4 \times H,$$

де $v = 0,00785$ кг/см³ – густина сталі.

$$G_{\phi} = 0,00785 \times 3,14 \times 26,04^2 / 4 \times 20,79 = 86,87 \text{ кг.}$$

$$C = G_k / G_{\phi} = 14,72 / 86,87 = 0,17.$$

Ступінь складності для даної деталі - С3.

Конфігурація поверхні рознімання штампу „плоска” [2, дод.4]. Номер вихідного індексу (Т4, М2, С3) – 15.

Беручи до уваги шорсткість поверхонь, за [2, дод.4.9] знаходимо основні припуски на оброблення різанням, та заносимо їх до табл.3.1.

Основні припуски

Таблиця 3.1

Розмір, мм	Шорсткість, Ra	Припуск, мм
Ø248	2,5	3,0
Ø208	2,5	3,0
Ø122	2,5	2,5
Ø108	1,25	2,7
Ø135	2,5	2,5
198	2,5	3,0
170	2,5	3,0
53	2,5	2,3
50	2,5	2,3
22	2,5	2,3
10	2,5	2,0
Ø55	2,5	2,3
Ø65	2,5	2,3

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		41

Додаткові припуски на зсування половин штампу 0,3 мм і на зігнутість кування 2,5 мм за [2, дод.4.11].

Штампувальні нахили:

- для зовнішньої поверхні - 5°;
- для внутрішніх поверхонь - 7°.

Визначаємо розміри поверхонь кування з врахуванням сумарного припуску та допустимих відхилень за [2, дод.4.2].

Розміри кування з врахуванням сумарного припуску та допустимих відхилень

Таблиця 3.2

Розмір деталі, мм	Розмір з врахуванням сумарного припуску, мм	Розмір кування, мм	Допустиме відхилення
Ø248	$248+(3,0+0,3+0,6) \times 2$	255	+3,0 -1,5
Ø208	$208-(3,0+0,3+0,6) \times 2$	200	+1,3 -2,7
Ø122	$122+(2,5+0,3+0,6) \times 2$	129	+2,11 -1,2
Ø108	$108+(2,7+0,3+0,6) \times 2$	115	+2,11 -1,2
Ø195	$195-(2,5+0,3+0,6) \times 2$	188	+1,2 -2,4
198	$198+(2,7+0,3+0,6) \times 2$	205	+2,7 -1,3
180	$180-(2,5+0,3+0,6)$	177	+1,3 -2,7
53	$53+(2,3+0,3+0,6) \times 2$	59	+2,1 -1,1
50	$50+(2,3+0,3+0,6) \times 2$	56	+2,1 -1,1
22	$22-(2,3-2,0+0,3+0,6)$	21	+1,0 -1,8

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						42
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Продовж.табл.3.2			
11	10-(2,3-2,0+0,3+0,6)	10	+1,0 -1,8
Ø55	55-(2,3+0,3+0,6)x2	49	+1,1 -2,1
Ø65	65+(2,3+0,3+0,6)x2	71	+1,1 -2,1

Радіуси закруглень зовнішніх кутів: 2,5 мм.

Допуск радіусів закруглень: +1,0 мм [2, дод.4.6].

Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відносно зовнішнього контуру кування: 1,5 мм.

Маса штампованої заготовки:

$$G_{\text{зш}} = v \cdot V,$$

де $v = 0,00785 \text{ кг/см}^3$ – густина матеріалу заготовки;

V = об'єм заготовки.

Для визначення об'єму штампованого кування, розіб'ємо її на окремі прості фігури з врахуванням плюсових допусків:

$$V = \pi \sum R_i^2 H_i = 1522 \text{ см}^2,$$

$$G_{\text{зш}} = 0,00785 \times 1522 = 11,95 \text{ кг.}$$

Витрати матеріалу на одну деталь:

$$G_{\text{зп}} = G_{\text{зш}} (100 + \Pi_{\text{ш}}) / 100 = 11,95(100 + 10) / 100 = 13,14 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу на штамповане кування:

$$K_{\text{ВМ}} = G_{\text{д}} / G_{\text{зп}} = 9,2 / 13,14 = 0,7.$$

3.5. Розрахунок вартості основних матеріалів

Витрати на основні матеріали визначаються виходячи з величини заданого річного випуску продукції, норм витрат матеріалів на одиницю продукції, норм відходів та планових цін на матеріали та відходи.

Витрати на основні матеріали по одному виробу

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$M = k m C_m - q C_b \text{ грн.},$$

де k - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати; $k = 1,07$;

m - маса заготовки, $m = 13,2$ кг;

C_m - ціна матеріалу заготовки, $C_m = 35000$ грн/т;

q - маса відходів при виготовленні деталі із заготовки, $q = 4$ кг;

C_b - ціна відходів, $C_b = 2140$ грн/т.

Матеріал напівмуфти – сталь 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015.

$C - 0,4\%$; $Cr - 1 \%$; $Ni - 2 \%$; $Mo - 1 \%$; P та $S - <0,025\%$.

Маса деталі - $G_d = 9,2$ кг.

$$M = 1,07 \times 13,2 \times 35 - 4 \times 2,14 = 494,34 - 8,56 = 485,78 \text{ грн.}$$

Розрахункові показники зводимо у табл.3.3.

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 3.3

Деталь	Програма випуску	Марка матеріалу	Норми витрат на одну деталь, кг	Витрати на програму	Ціна, грн.	Сума, грн.	Маса відходів на одну деталь, кг	Маса відходів на програму, кг	Ціна реалізації 1 т відходів, грн.	Сума від реалізації на програму	Сумарні витрати за вирахуванням відходів, грн.
Напівмуфта	5000	40ХН2МА	13,2	66000	35000	2310000	4	20000	21400	42800	2267200

3.6. Вибір баз

Вибір базових поверхонь та розробка технологічного процесу залежить від конструкції деталі, технологічних вимог та програми випуску.

При виготовленні напів муфти на першій чорновій токарній операції заготовка встановлюється в трьохкулачковому патроні по зовнішньому діаметру з упором в торець; проводиться обдирання заготовки з двох встановлень. На другому установі

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

деталь закріплюється по внутрішньому діаметру, за допомогою розтискної цангової оправки.

Після термічної обробки деталь аналогічно встановлюється у трьохкулачковому патроні з упором в торець та підготовлюється базова поверхня $\varnothing 108,3^{-0,087}$.

Подальша обробка деталі проводиться при встановленні в цанговій затискній оправці з упором в торець. Точно оброблений зовнішній діаметр дозволяє оптимально базувати деталь.

На кінцевій токарній операції, деталь встановлюється в спеціальний патрон, що затискає деталь по профілю зубців з упором в торець зубців. Це встановлення дозволяє обробити одночасно зовнішню поверхню та два торці, що забезпечує їх паралельність.

На зубодовбальній операції деталь встановлюється по профілю зубців з упором в торець та притискається пневмозатискувачем по торцю зубців.

Кінцева шліфувальна операція передбачає застосування спеціального патроні, що затискає деталь по профілю шліців з упором в торець.

3.7. Розрахунок припусків на механічну обробку

Поверхня $\varnothing 108js6 (\pm 0/11)$.

Заготовка отримана на ГKM. Маса штамповки – 13,2 кг, клас точності - T4, ступінь складності - C3, група сталі - M2.

Технологічний маршрут обробки поверхні: обточування чорнове, термічна обробка у печах; точіння напівчистове; точіння чистове; точіння тонке.

Мінімальна величина припуску для циліндричної поверхні визначається за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2 \left(R_{Zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

де R_{Zi-1} – висота нерівностей із попередньої операції;

T_{Zi-1} - глибина дефектного шару із попереднього переходу;

ρ_{i-1} – сумарна похибка встановлення поверхні на попередньому переході;

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

ε_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Максимальна величина припуску:

$$2Z_{\max I} = 2Z_{\min I} + T_{d_{i-1}} - T_{d_i},$$

$T_{d_{i-1}}$ – допуск розміру на попередньому переході;

T_{d_i} – допуск розміру на переході, що виконується.

Знаходимо елементи припуску. Величини R_{Zi} та T_i – характеризують якість поверхні штампованих заготовок, складають відповідно 200 мкм та 250 мкм [22, табл.12, с.186] :

Чорнове точіння $R_Z = 100$ мкм; $T = 100$ мкм;

Напівчистове точіння $R_Z = 50$ мкм; $T = 50$ мкм;

Чистове точіння $R_Z = 25$ мкм; $T = 25$ мкм;

Точіння тонке $R_Z = 5$ мкм; $T = 5$ мкм.

Сумарне значення відхилень розташування для заготовок типу „диск” – відхилення від концентричності складає 2 мм [22, табл.17, с.187].

Величина залишкової похибки:

- після чорнового точіння

$$\rho_{\text{чор}} = k_y \Delta_{\text{заг.}}$$

де k_y – коефіцієнт уточнення

$$\rho_{\text{чор}} = 0,06 \times 2000 = 120 \text{ мкм}$$

- після термічної обробки

$$\rho_{\text{то}} = 0,06 \times D_{\text{заг}} = 13,8 \text{ мкм} [22, \text{табл.15, с.186}].$$

- після напівчистового точіння

$$\rho_{\text{нчис}} = k_y \times \rho_{\text{то}} = 0,04 \times 138 = 5,52 \text{ мкм.}$$

- після чистового точіння

$$\rho_{\text{чис}} = k_y \times \rho_{\text{нчис}} = 0,04 \times 5,52 = 2,21 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення буде визначатися тільки похибкою закріплення у трьохкулачковому патроні. Похибка базування у трьохкулачковому патроні дорівнює 400 мкм [22, табл.13, с.42].

Виконуємо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків:

- під чорнове точіння

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min i} = 2(2000 + 250 + \sqrt{2000^2 + 400^2}) = 4456 \text{ мм.}$$

- під напівчистове точіння

$$2Z_{\min i} = 2(100 + 100 + 120) = 640 \text{ мм.}$$

- під чистове точіння

$$2Z_{\min i} = 2(50 + 50 + 5,52) = 211 \text{ мм.}$$

- під тонке точіння

$$2Z_{\min i} = 2(25 + 25 + 2,21) = 104 \text{ мм.}$$

Маючи розрахунковий розмір переходу $\phi 107,989$ мм для інших переходів отримаємо:

- для чистового точіння $107,989 + 0,104 = 108,093$ мм;
- для напівчистового точіння $108,093 + 0,211 = 108,304$ мм;
- для чорнового точіння $108,304 + 0,64 = 108,944$ мм;
- для заготовки $108,944 + 4,456 = 117,4$ мм.

Значення допусків для кожного переходу приймаються за таблицями допусків в залежності від квалітету точності:

- для тонкого точіння $js6 = 11$ мкм;
- для чистового точіння $h7; IT7 = 35$ мкм;
- для напівчистового точіння $h9; IT = 87$ мкм;
- для чорнового точіння $h12; IT12 = 350$ мкм.

Таким чином, для тонкого точіння: найбільший граничний розмір $108,011$ мм; найменший – $107,989$ мм. Для чистового точіння: найменший розмір $108,093$ мм; найбільший граничний розмір $108,093 + 0,035 = 108,126$ мм. Для напівчистового точіння: найбільший розмір $108,304 + 0,087 = 108,394$ мм; найменший граничний розмір $108,304$ мм. Для чорнового точіння: найбільший граничний розмір $108,944 + 0,35 = 109,294$ мм; найменший граничний розмір $108,944$ мм. Для заготовки: найбільший граничний розмір $113,4 + 4 = 117,4$ мм; найменший граничний розмір $113,4$ мм.

Мінімальні значення припуску $Z_{\min}$ дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуємого та попереднього переходів. Максимальні значення $Z_{\max}$ дорівнюють різниці найменших граничних розмірів.

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для тонкого точіння:

$$2Z_{1\min} = 108,093 - 107,989 = 0,104 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 108,126 - 108,011 = 0,115 \text{ мм}$$

- для чистового точіння:

$$2Z_{1\min} = 108,304 - 108,093 = 0,211 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 108,391 - 108,126 = 0,263 \text{ мм}$$

- для напівчистового точіння:

$$2Z_{1\min} = 108,944 - 108,304 = 0,64 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 109,294 - 108,391 = 0,903 \text{ мм}$$

- для чорнового точіння:

$$2Z_{1\min} = 113,4 - 108,944 = 4,456 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 117,4 - 109,294 = 8,106 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків зводимо до табл.3.4.

Розрахунок припусків на обробку $\varnothing 108 \text{ js6}(\pm 0,011)$ та граничних розмірів по переходах

Таблиця 3.4

Технологічні переходи обробки поверхонь	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припусків, мкм	
	Rz	T(h)	ρ	ε				min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	250	2000	-	-	117,4	4000	113,4	117,4	-	-
Чорнове точіння	100	400	120	400	4456	109,294	350	108,944	109,294	4456	8106
Напівчистове точіння	50	50	5,52	-	640	108,394	87	108,304	108,394	640	903
Чистове точіння	25	25	2,2	-	211	108,126	35	108,093	108,128	211	263
Тонке точіння	-	-	-	-	104	108,011	11	107,989	108,011	104	115

Найбільший розмір $\varnothing 108_{js6}$ після штамповки на ГKM визначений за таблицями ГОСТ 7505-89, буде дорівнювати $115+2,4=117,4$ мм; найменший розмір 113,8 мм. Розміри заготовки, що знайдені аналітичним способом відповідають розмірам відповідно 113,4 мм - min, 117,4 мм – max. Співпадання розмірів підтверджує вірність розрахунків.

Поверхня $\varnothing 55P12^{(+0,3)}$ мм.

Знаходимо елементи припуску:

- для штампованої заготовки $Rz = 200$ мкм; $T = 250$ мкм;
- для чорнового точіння $Rz = 100$ мкм; $T = 100$ мкм.

Сумарне значення відхилень розташування для заготовок типу „диск” – відхилення від концентричної складає 2,5 мм [2, табл.17, с.186].

Величина залишкової похибки після чорнового точіння:

$$\rho_{\text{чорн.}} = K_y * \Delta_{\text{заг.}},$$

де K_y – коефіцієнт уточнення;

$$\rho_{\text{чорн.}} = 0,06 * 2000 = 120 \text{ мкм.}$$

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						49
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

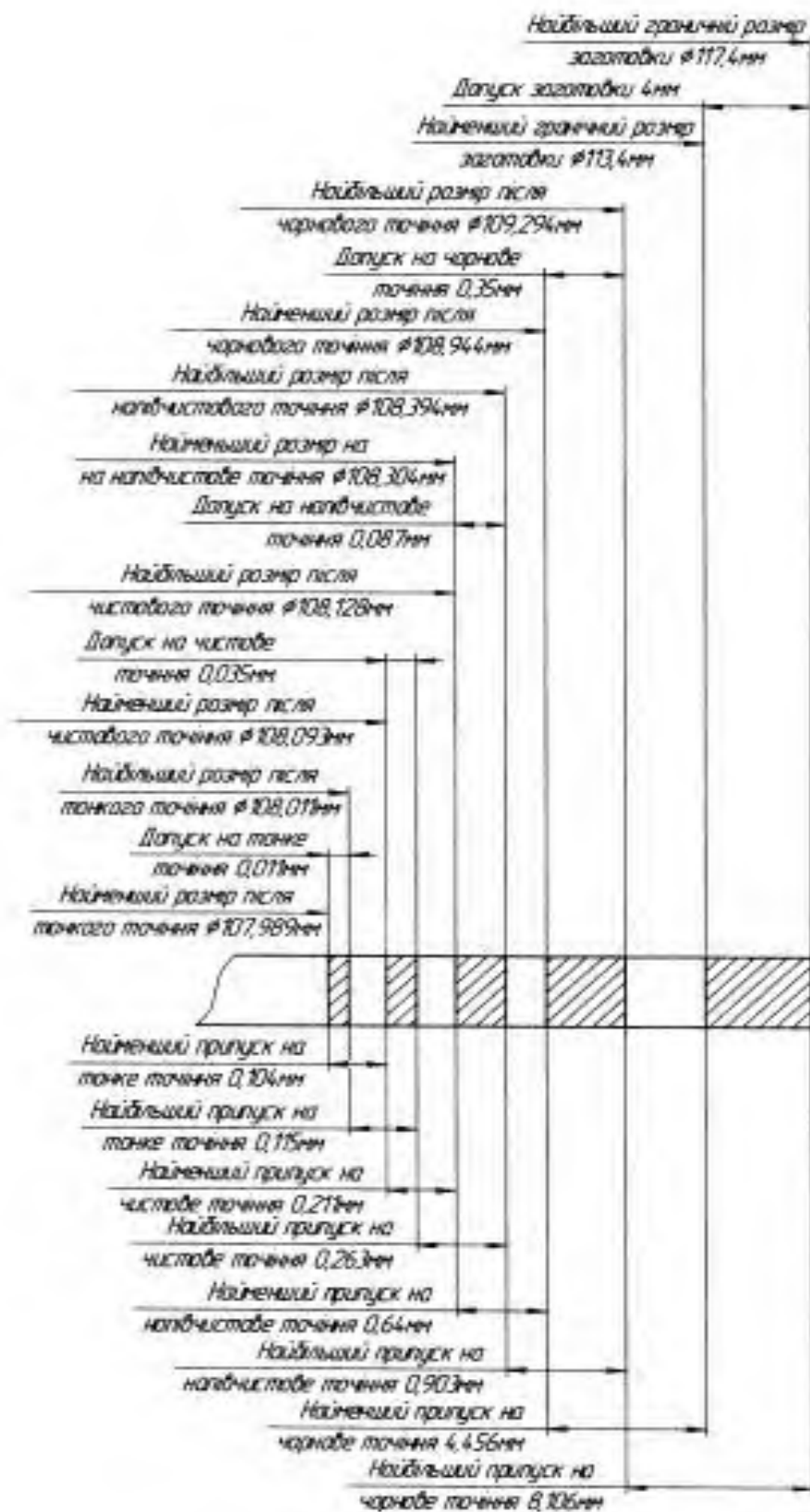


Рис.3.1. Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 108 \text{ js6}(\pm 0,011) \text{ мм}$

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка встановлення буде визначатися тільки похибкою закріплення у трьохкулачковому патроні. Похибка базування у трьохкулачковому патроні дорівнює 400 мкм [2, табл.13, с.42].

Виконуємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків:

- під чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = 2(2000 + 250 + \sqrt{2500+400}) = 5196 \text{ мкм.}$$

Маючи розрахунковий розмір переходу $\varnothing 55,3$ мм для інших переходів отримаємо:

- для заготовки $55,3-51,96=50,104$ мм.

Значення допусків для кожного переходу приймаються за таблицями допусків в залежності від квалітету точності:

- для чорнового точіння P12; IT12 = 300 мкм.

Таким чином, для чорнового розточування: найбільший граничний розмір 55,3 мм; найменший граничний розмір $55,3-0,3=55$ мм. Для заготовки: найбільший граничний розмір 50,104 мм; найменший граничний розмір $50,104-3,3=46,804$ мм.

Мінімальні значення припуску $Z_{\min}$ дорівнює різниці найбільших граничних розмірів виконуємого та попереднього переходів. Максимальні значення $Z_{\max}$ дорівнюють різниці найменших граничних розмірів.

- для чорнового точіння:

$$2Z_{\min} = 55,3-50,104=5,196 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max} = 55-46,804=8,096 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків зводимо до табл.3.5.

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків на обробку $\varnothing 55P12^{(+0,3)}$ та граничних розмірів по переходах

Таблиця 3.5

Технологічні переходи обробки поверхонь	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припусків, мкм	
	Rz	T(h)	ρ	ε				min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	250	2500	-	-	50,104	3300	46,804	50,104	-	-
Чорнове точіння	100	100	120	400	5196	55,3	300	55	55,3	5196	8096

Найбільший розмір $\varnothing 55P12$ після штамповки на ГKM визначений за таблицями ГОСТ 7505-89, буде дорівнювати $49+1,1=50,1$ мм; найменший розмір 46,9 мм. Розміри заготовки, що знайдені аналітичним способом відповідають розмірам відповідно 50,104- min та 46,804 - max. Співпадання розмірів підтверджує вірність розрахунків.

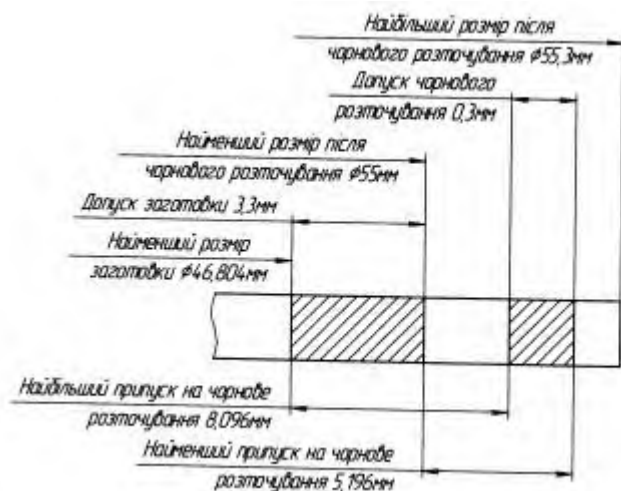


Рис.3.2. Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 55 \text{ H12}^{(+0,3)} \text{ мм}$

3.8. Вибір технологічного обладнання

У відповідності до прийнятого базування деталі на операціях приймається технологічне обладнання.

Чорнова токарна обробка виконується за два установи. На першому установі деталь закріплюється у трьох кулачковому патроні, на другому – за допомогою цангового пристрою. Обробка виконується на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК моделі 16K20Ф3.

Технічна характеристика

Найбільший діаметр виробу, мм – 500

Потужність електродвигуна, кВт – 11

Маса верстату, кг – 3800

Габарити верстату, мм – 3700x1700x2145

Наступна токарна обробка використовує мембранний патрон пневматичний для встановлення деталі по профілю зубців.

На зубофрезерувальній операції деталь встановлюють у цанговій затискній оправці, що встановлюється на поворотний стіл верстату.

Напівавтомат зубофрезерувальний із ЧПК моделі E3Ф650353

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика

Найбільший діаметр оброблюваного прямозубого колеса, мм – 500

Найбільша довжина вертикальних переміщень фрези, мм 400

Максимальний модуль, мм – 10

Регулювання подач- безступінчасте

Загальна потужність електродвигунів, кВт – 25

Оснащення на зубозакруглюючій операції таке, як і на зубофрезерувальній операції.

Зубозакруглюючий верстат моделі 5Н582

Технічна характеристика

Потужність електричного двигуна, кВт – 2,2

Габаритні розміри, мм – 2200x1050x1800

Розміри оброблюваного колеса, мм – 500

Модуль, мм – 10

Свердлильна операція виконується на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125

Технічна характеристика

Найбільший діаметр отвору свердлення, мм – 25

Потужність електродвигуна, кВт – 2,2

Розміри верстату, мм – 915x785x2350

Деталь встановлюється у пристрої по внутрішній поверхні під певним кутом, що дозволяє свердлити отвори під кутом в 30° до осі деталі. Відкидна планка пристрою зроблена з врахуванням профілю впадини зуба, що дозволяє фіксувати деталь, а вмонтована в неї кондукторна втулка спрямовує свердло.

На круглошліфувальній операції використовується мембранний патрон, що фіксує деталь по профілю западин шліців.

Круглошліфувальний верстат моделі 3У143

Технічна характеристика

Найбільший діаметр деталі, мм – 400

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						54
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Відстань між центрами, мм – 1400

Потужність, кВт – 7,5

Габаритні розміри, мм – 6340x2585x1982

Маса, кг – 7300

На зубодовбальній операції деталь закріплюється в спеціальному пристрої. Встановлюється деталь по зовнішньому контуру шліців, з упором в торець шліца. Притискається деталь двома прихватами по торцю шліців.

Фрезерувальна операція виконується на вертикально-фрезерувальному верстаті моделі 6P12.

Вертикально-фрезерувальний консольний верстат мод. 6P12

Технічна характеристика

Розміри робочої поверхні столу:

(ширина x довжина) – 320x1250 мм

Найбільше переміщення столу:

- повздовжнє – 800 мм

поперекове – 280 мм

вертикальне – 420 мм

Переміщення гільзи із шпинделем – 70 мм.

Найбільший кут повороту шпиндельної головки ± 45

Внутрішній конус шпинделю (конусність 7:24) – 50

Число швидкостей шпинделю – 18

Частота обертання шпинделю – 31,5-1600 об/хв.

Число подач столу – 18

Подача столу:

Повздовжня та поперекова – 25-1250 мм/хв.

Вертикальна – 8,3-416,6 мм/хв.

Потужність електродвигуна приводу головного руху – 7,5 кВт

Габаритні розміри:

Довжина – 2305 мм

Ширина – 1950 мм

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						55
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Висота – 2020 мм.

Маса (без виносного обладнання) – 3120 кг.

Деталь встановлюється у мембранному патроні.

3.9. Розрахунок режимів різання

Деталь – напівмуфта шліцева.

Операція – токарна чистова.

Перехід – обточування чистове діаметра $\varnothing 107,5^{-0,15}$

(з $\varnothing 108,3$ до $\varnothing 107,5^{-0,15}$), $= 2,5$ мкм.

Матеріал - сталь 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015.

Характеристика заготовки – штамповка після чорнової обробки.

Маса заготовки – 13,2 кг.

Верстат – токарно-гвинторізний з ЧПК 16К20Ф3.

Інструмент – різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18879-93.

1. Геометричні параметри ріжучої частини прохідного – кут у плані $\varphi = 90^\circ$, $R = 0,4$ мм [2, табл.5].

2. Припуск на діаметр для чистового розточування складає 1 мм. Глибина різання $t = 2/2 = 1$ мм.

3. За [2, табл.14, с.268] при параметрі шорсткості $Ra = 2,5$ мкм та радіусі при вершині різця $r = 0,4$ мм, подача $S_o = 0,144$ мм/об., із врахуванням поправочного коефіцієнту $K=1,4$, $S_o = 0,202$ мм/об. Приймається $S_o = 0,2$ мм/об.

4. Швидкість різання:

$$V_p = C_v / (T^m * t^x * S^y) * K_v,$$

При $T=60$ хв. За [2, табл.17, с.269] визначається значення коефіцієнтів показників ступенів, що входять у формулу.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} * K_{Tu} * K_{Tc},$$

$$C_v = 292; x = 0,15; y = 0,3; m = 0,18;$$

$$K_v = 1,15; K_{nv} = 1; K_{uv} = 1; K_{Tu} = 1; K_{Tc} = 1.$$

$$K_v = 1,15 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1,15$$

$$V_p = 292 / (60^{0,18} * 1^{0,15} * 0,2^{0,3}) * 1,15 = 119 \text{ м/хв.}$$

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						56
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

5. Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = (1000 \cdot V_p) / \pi \cdot d_p = (1000 \cdot 119) / 3,14 \cdot 107,5 = 352,4 \text{ об/хв.}$$

6. Знайдене значення корегуємо за паспортом верстату 16K20Ф3 $n_b = 350$ об/хв.

Тоді фактична швидкість різання:

$$V_\phi = (\pi \cdot d \cdot n_b) / 1000 = (3,14 \cdot 107,5 \cdot 350) / 1000 = 118 \text{ м/хв.}$$

7. Перевіряються режими різання по потужності електродвигуна: визначається необхідна потужність, що витрачається на різання N_n :

$$N_n = (P_z \cdot V) / 1020 \cdot 60$$

де P_z – сила різання, Н.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

де $t = 1$ мм – глибина різання;

$S = 0,2$ мм/об. – подача;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

$$K_{mp} = (G_B / 750)^n; \quad n = 0,75;$$

$$K_{mp} = (980 / 750)^{0,75} = 1,2;$$

$$K_{\phi p} = 0,89; \quad K_{\gamma p} = 1,1; \quad K_{\lambda p} = 1; \quad K_{rp} = 0,27;$$

$$K_p = 1,2 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,27 = 0,31;$$

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 118^{-0,15} \cdot 1 = 441 \text{ Н.}$$

$$N_n = (441 \cdot 118) / 1020 \cdot 60 = 0,85 \text{ кВт.}$$

8. Порівнюємо необхідну потужність та фактичну, потужність електродвигуна верстата

$$N_\phi = 11 \text{ кВт}$$

$$N_n < N_\phi \cdot \eta;$$

$\eta = 0,8$ – ККД електродвигуна верстата.

9. За нормативними матеріалами та довідниками вибираються режими різання для решти операцій та узгоджуються із паспортними даними обладнання.

3.10. Нормування часу

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						57
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Визначення основного машинного часу на токарну чистову операцію 065.

Основний час переходу визначаємо за формулою:

$$t_i = (l + l_1 + l_2) / (n_b \cdot S_o) \cdot i,$$

де l - довжина обробки поверхні;

l_1 - величина врізання;

l_2 - величина перебігу, так як обробка йде в упор;

i - число проходів.

1 перехід: точити

$$t_{01} = (17 + 5 + 0) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,32 \text{ хв.}$$

2 перехід: точити кутову канавку

$$t_{02} = (4 + 3 + 0) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,1 \text{ хв.}$$

3 перехід: точити поверхню $\varnothing 100^{+0,011}_{-0,011}$ мм з $\varnothing 100,2$

$$t_{03} = (15 + 3 + 0) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,26 \text{ хв.}$$

4 перехід: точити поверхню $\varnothing 107,5^{+0,15}_{-0,3}$ мм

$$t_{04} = (85 + 3) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 1,26 \text{ хв.}$$

5 перехід: точити поверхню $\varnothing 100^{+0,011}_{-0,011}$ мм

$$t_{05} = (15 + 3) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,26 \text{ хв.}$$

6 перехід: точити поверхню $\varnothing 108^{+0,011}_{-0,011}$ мм

$$t_{06} = (9,95 + 3) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,19 \text{ хв.}$$

7, 8 перехід: точити два торця

$$t_{07} = (7 + 5) / (350 \cdot 0,2) \cdot 1 = 0,12 \text{ хв.}$$

$$t_{08} = (24 + 1 + 3) / (350 \cdot 0,5) \cdot 1 = 0,16 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію

$$T_o = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} + t_{05} + t_{06} + t_{07} + t_{08} = 0,32 + 0,1 + 0,26 + 1,26 + 0,26 + 0,19 + 0,12 + 0,16 = 2,67 \text{ хв.}$$

Визначення допоміжного часу на встановлення та зняття деталі:

$$t_{всп} = 0,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, що зв'язаний з переходом $t_{пер} = 0,02 \cdot 8 = 0,16 \text{ хв.}$

Визначення часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби:

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						58
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{обсл}} = 0,04 * t_o = 0,04 * 2,67 = 0,1 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{від}} = 0,04 * t_o = 0,04 * 2,267 = 0,1 \text{ хв.}$$

Визначення підготовчо-заключного часу:

$t_{\text{п.з.}} = 16 \text{ хв.}$ (при обробці деталі у спеціальному патроні 4-ма ріжучими інструментами).

Визначення штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{від}} + T_{\text{обсл}} = 3,63 \text{ хв.}$$

3.11. Складання програм на верстат з ЧПК

Операція 030.

Обладнання – верстат 16K20Ф3 з ЧПК типу 2P22.

Ріжучий інструмент – прохідний різець T15K6; радіусний канавковий різець R5 T15K6; розточувальний радіусний різець R5 T15K6; прохідний радіусний різець R5 T15K6.

Вимірювальний інструмент – ШЦ-Ш-300-0,05 ГОСТ 166-89; шаблон на R124 із координатою 25; шаблон на карман; мікрометр МК 225-250.

Режими різання: 1 перехід

Ø250 мм – максимальний діаметр обробки;

$t = 1 \text{ мм}$ – глибина різання;

$S = 0,2 \text{ мм/об}; n = 150 \text{ об/хв.}$

$$V = (\pi * D * n) / 1000 = (3,14 * 250 * 150) / 1000 = 118 \text{ м/хв.}$$

Координати крапок:

№ крапки	Координати	
1	X = 134	Z = 10
2	X = 0	Z = 10
3	X = 35	Z = -21,7
4	X = 22,5	Z = -21,7
5	X = 22,5	Z = -21,7
6	X = 34	Z = -23
7	X = 34	Z = 0
8	X = 134	Z = 0
9	X = 134	Z = 10

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		59

Крапка О (0;0) прив'язана до торця, що отримується в процесі обробки.

Режими різання: 2 перехід

Ø195 мм – максимальний діаметр обробки;

$t = 1$ мм – глибина різання;

$S = 0,2$ мм/об; $n = 150$ об/хв..

$V = (\pi \cdot D \cdot n) / 1000 = (3,14 \cdot 250 \cdot 150) / 1000 = 118$ м/хв.

Координати крапок:

№ крапки	Координати	
1	X = 134	Z = 10
2	X = 48	Z = 10
3	X = 48	Z = -25,8
4	X = 91,5	Z = -24
5	X = 91,5	Z = -23
6	X = 48	Z = -23
7	X = 48	Z = 28,8
8	X = 91,5	Z = -24
9	X = 91,5	Z = -23
10	X = 48	Z = -23
11	X = 48	Z = -31,8
12	X = 91,5	Z = -24
13	X = 91,5	Z = 10
14	X = 134	Z = 10

Програма обробки на 1 та 2 перехід

Таблиця 3.6

Програма обробки					Примітка	
N001	F0,2	S1	150	T1	ПС	Подача 0,2 мм/об., частота обертання шпинделя 150 об/хв.
N002	Z10	X134	EM08		ПС	Прискорене переміщення у вхідну крапку, включення охолодження
N003	X0				ПС	
N004	Z-21,7				ПС	
N005	X35				ПС	
N006	X22,5				ПС	Опис контуру деталі
N007	X34	C11			ПС	
N008	Z0				ПС	
N009	X134				ПС	
N010	Z10				ПС	
N011	F0,2	S1	160	T2	ПС	Зміна інструменту

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N012 Z10 X134 E	ПС	Прискорене переміщення у вхідну крапку
N013 X48	ПС	
N014 Z-25,8	ПС	
N015 Z-24 X91,5	ПС	
N016 Z-23	ПС	
N017 X48 E	ПС	
N018 Z-28,8	ПС	Опис контуру деталі
N019 Z-24 X91,5	ПС	
N020 Z-23	ПС	
N021 X48 E	ПС	
N022 Z-31,8	ПС	
N023 Z-24 X91,5	ПС	
N024 Z10 M09	ПС	
N025 X134 E	ПС	Швидке переміщення у вхідну крапку
N026 M02	ПС	Кінець програми

3.12. Описання схем наладок

3.12.1. Наладка на свердлильну операцію

На свердлильній операції застосовується пристрій, що дозволяє встановити деталі під кутом 60° до горизонтальної поверхні стола верстата. При цьому отвори будуть свердлити під кутом 30° до вертикальної осі деталі.

Напів муфта базується по внутрішній поверхні з упором в торець.

Конструкція пристрою дозволяє деталі обертатися навколо своєї вісі, а фіксатор встановлює кондуктор у западини поміж зубцями.

Закріплення напів муфти виконується маховичком вручну, для зручного зняття деталі із пристрою використовується швидкоз'ємна розрізна шайба.

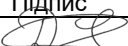
Операція проводиться на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125. Інструмент - свердло ø2 мм Р6М5 ГОСТ 10902-80.

3.12.2. Наладка на токарну операцію з ЧПК

Операція виконується на верстаті моделі 16К20Ф3 з ЧПК 2Р22. Пристрій – розтискна цанга з пневмоприводом.

Деталь встановлюється по внутрішньому діаметру з упором у торець. Обробка ведеться послідовно чотирма різцями. Траєкторія руху різців програмується.

					6261м. 09.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

					6261м.09.МР.09.04.ПЗ			
					Конструкторська частина			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.						
Затвердив		Ткач М.Р.						
						Літ	Арк.	Аркушів
						М	Р	
						62		
						11		
						НУК		

4. Конструкторська частина

4.1. Пристосування для встановлення та закріплення напівмуфти шліцевої по евольвентним поверхням зубців (мембранний самоцентруючий патрон)

На ділянці патрон буде застосовуватися на кінцевій токарній операції. Приймаючи за базу евольвентні поверхні зубців, досягається висока соосність зубчатого вінця та поверхонь, що обробляються. В якості установчих елементів застосовуються ролики. Ролики розміщуються в западинах зубчатого вінця. Ролики закріплюються в обоймі, що допускає можливість їх самоцентрування по западинам колеса в місцях складових зазорів.

В мембранному патроні, який проектується, точне центрування забезпечується кулачками пружної мембрани 5 із прикрученими сухарями 6. Вісьову установку колеса проводять по упорам 9. При затисканні ниток 10 прогинається мембрана і кулачки розходяться. Колеса закладається в патрон із надітою на нього обоймою 7, що несе ролики 9. Для усунення биття сухарів їх шліфують на місці, закладаючи в уступи розпорне кільце.

При конструюванні мембранних патронів визначають діаметр d ролика та відстань L між осями ролика та патрона.

4.1.1. Визначення діаметра ролика та відстані між осями патрону та ролика

Початкові дані: число зубців $Z = 18$, модуль $m = 5$ мм, кут зачеплення $\alpha_1 = 20^\circ$, радіус ділильної окружності $r_d = 120$ мм; радіус окружності вершин зубців $r_c = 125$ мм.

Діаметр ролика знаходиться за формулою:

$$d = 2 * [r_o * \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - r_2 * \sin \alpha_2],$$

$$r_o = r - \cos \alpha_1 = 120 * \cos 20^\circ = 112,76 \text{ мм} - \text{радіус основного кола};$$

$$r_2 = r_c - 0,3m = 125 - 0,3 * 5 = 123,5 \text{ мм} - \text{відстань крапки контакту ролика від осі патрону.}$$

$$\cos \alpha_2 = r_o / r_2 = 112,76 / 123,5 = 0,91304; \alpha_2 = 24^\circ 07';$$

$$Q_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_2 = 0,0149, \quad \alpha_1 = \pi / 9 \text{ рад.};$$

$$Q_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \alpha_2 = 0,0277, \quad \alpha_2 = 0,4257 \text{ рад.};$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$\gamma = \pi/48 - \left(\frac{\pi \cdot 120}{48 \cdot 2 \cdot 120} + 0,0149 \right) + 0,0277 = 0,0500; \gamma = 3^\circ 26'.$$

Приймаємо $d' = 13$ мм і для нього знаходимо відстань між осями ролика та патрону, а також радіус r_2 розташування крапки контакту ролика із зубцем муфти (перевірка на відсутність кромочного доторкання).

Попередньо знаходимо кут α_3

$$Q_3 = \frac{S}{2 \cdot r_a} + Q + \frac{d}{2 \cdot r_2} - \frac{\pi}{z};$$

$$Q_3 = \frac{\pi \cdot 120}{2 \cdot 48 \cdot 120} + 0,0149 - \frac{13}{2 \cdot 120} - \frac{\pi}{18} = 0,0420.$$

Тоді $Q_3 = \tan \alpha_3 - \alpha_3$; $\alpha_3 = 28^\circ 21'$.

$$L = \frac{r_o}{\cos \alpha_3} = \frac{1176}{\cos 28^\circ 21'} = 12796 \text{ мм.}$$

$$r_2 = \sqrt{\left(L \cdot \sin \alpha_3 - \frac{d}{2} \right)^2} + r_0^2,$$

$$r_2 = \sqrt{\left(12796 \sin 28^\circ 21' - \frac{13}{2} \right)^2} + 1176^2 = 12502 \text{ мм.}$$

Отримана величина r_2 менше радіуса кола виступів; крапка дотикання роликів із зубцями лежить на її евольвенті і кромочного контакту немає.

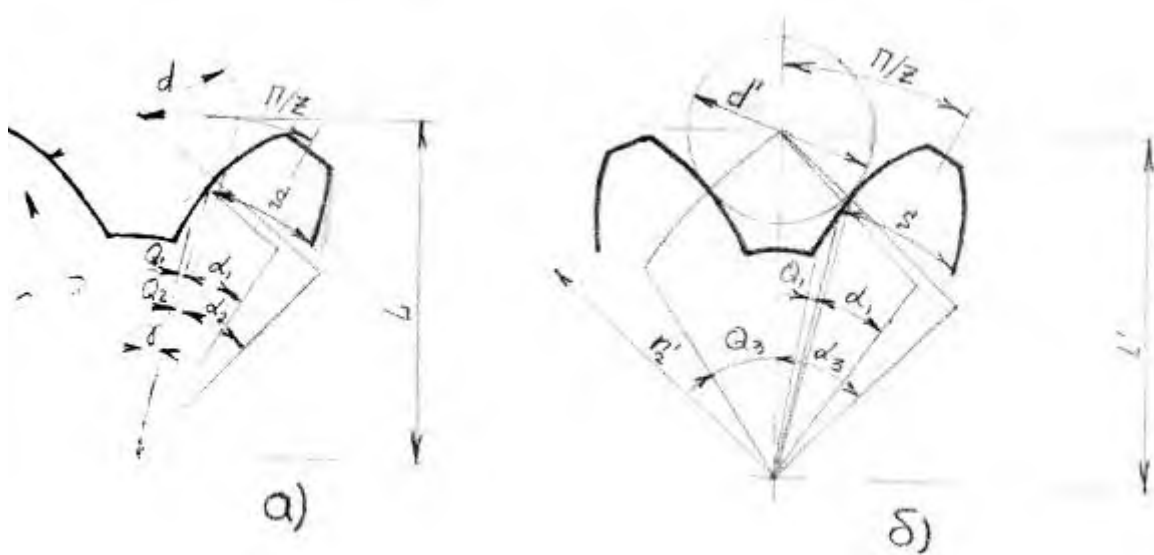


Рис.4.1.

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.1.2. Визначення сили на штоку для розтискання кулачків мембрани та напруження в матеріалі мембрани

Вхідними даними для розрахунку є: момент різання $M_{\text{різ}}$, що намагається повернути заготовку в кулачках патрону, діаметр поверхні бази заготовки дорівнює $2b$, а також відстань l від середини кулачків до середини площини мембрани (рис.4.2).

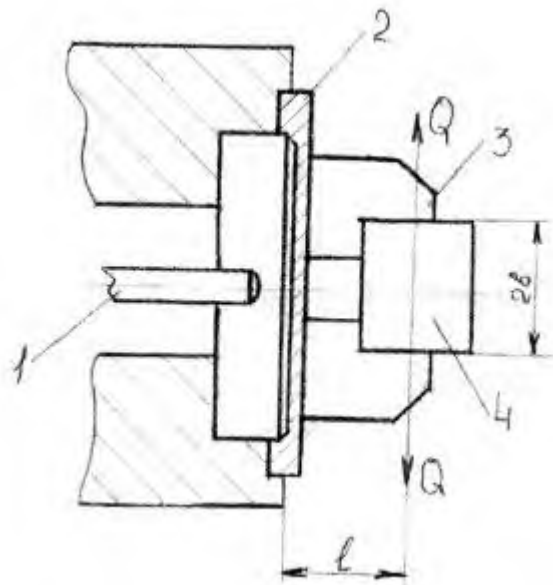


Рис.4.2. Схема сил різання

1 - шток; 2 - мембрана; 3 – кулачки; 4 - заготівка

Кількість кулачків в патроні, який проектується $n = 6$, коефіцієнт тертя поміж заготовкою та кулачками $f = 0,16$, коефіцієнт запасу $K = 1,5$.

Знаходимо силу на одному з кулачків:

$$Q = (K * M_{\text{різ}}) / (n * f * b)$$

$$\text{де } M_{\text{різ}} = P_z * D_3 / 2.$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p,$$

$$t = 1 \text{ мм}; S = 0,2 \text{ мм/об.}; V = 109 \text{ м/хв.}; x = 1; y = 0,75; n = 0.$$

$$K_p = K_{\text{MP}} * K_{\text{YP}} * K_{\text{лр}} * K_{\text{yp}} * K_z,$$

$$K_{\text{MP}} = (980/750)^{0,75} = 1,2;$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$K_{yp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{yp} = 1; K_z = 1,1.$$

$$K_p = 1,2 * 1 * 1 * 1 * 1,1 = 1,32;$$

$$P_z = 10 * 204 * 1 * 0,2^{0,75} * 109^0 * 1,32 = 704,6 \text{ Н};$$

$$M_{piz} = 704,6 * 100,2 / 2 = 35300 \text{ Н} = 35,3 \text{ Н м};$$

$$Q = (1,5 * 35300) / (6 * 0,16 * 120) = 459,6 \text{ Н}.$$

Знаходимо момент за формулою:

$$M = (Q * n * l) / 2\pi b,$$

$$M = (459,6 * 6 * 121) / (2 * 3,14 * 120) = 492,8 \text{ Н}.$$

Момент M утворюють сили Q , цей момент і згибає мембрану. При великій кількості кулачків момент M можливо представити рівномірно розподіленими по окружності радіусом b , із цих міркувань виводиться приведена формула для M . Розрахункова схема показана на рис.4.3,а.

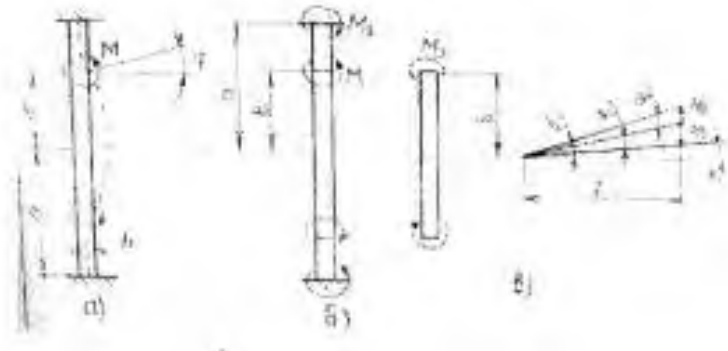


Рис.4.3. Розрахункова схема

Круглу, закріплену по контуру пластину вважаємо навантаженою рівномірно розподіленим моментом M (момент прикладений по концентричній окружності радіусом b). Впливом розтягіння та стискання, серединою площини пластини нехтуємо. Розглянута схема може бути представлена як результат накладення двох типових схем, що показані на рис.4.3,б, в, момент $M = M_1 + M_3$. Моменти для різних відхилень $m = a / b$ мають відповідне значення в долях моменту M , для проектового пристосування:

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$m_3 = 180/120=1,5; M_3 = 0,44 \text{ Н}; M = 300,7 \text{ Н}.$$

Товщина пластини приймається

$$h = (1/10 \dots 1/15) * a, \quad h = 12 \text{ мм}.$$

Кут φ розтискання кулачків в радіанах для закріплення заготовки найменшого діаметра:

$$\varphi = (M_3 * b)/D*(1+\mu),$$

$$D = E*h^3 /12(1- \mu^2).$$

$$D = (2,1*10^{11} *0,012^3)/12(1-0,3^2) = 30514 \text{ Н м},$$

$$\varphi = 300,7*0,11/30514(1+0,3) = 0,00083 \text{ рад}.$$

Найбільший кут розтискання кулачків:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2,$$

де φ_1 – кут розтискання кулачків, що враховує допуски δ на діаметр заготовки;

φ_2 – кут розтискання, що забезпечує зазор Δ для вільного закладання заготовок у кулачки патрону.

Згідно рис.4.3

$$\varphi' = (l*\text{tg } \varphi + \delta/2 + \Delta/2)/l,$$

або наближено:

$$\varphi' \sim \varphi + \delta/2l + \Delta/2l,$$

$$\text{де } \Delta = 0,0008b + 0,02 = 0,108 \text{ мм};$$

$$\Delta = 0,1.$$

$$\varphi' = 8,3*10^{-4} + 0,1/2*121 + 0,108/2*121 = 1,68*10^{-3} \text{ рад}.$$

Знаходимо силу на штоку для розтискання мембрани на кут φ' , за формулою:

$$P = (4\pi*D*\varphi)/(b*\ln b/a) = (4\pi*D*\varphi)/2,3*\lg b/a =$$

$$(4*3,14*3014*1,69*10^{-3})/2,3*\lg 180/120 = 1317,3 \text{ Н}.$$

Так як проєктована мембрана має центральний отвір діаметром 30 мм = 2С, де С=15 мм, то кут розтискання φ необхідно помножити на коефіцієнт K_1 , а силу на штоці Р - на коефіцієнт K_2 . Значення цих коефіцієнтів: $K_1 = 1,04$; $K_2 = 0,9$.

$$\text{Тоді,} \quad \varphi_1 = \varphi * 1,04 = 0,00083*1,04=0,00086;$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$\varphi'_1 = 8,6 \cdot 10^{-4} + 0,1/(2 \cdot 121) + 0,108/(2 + 121) = 1,72 \cdot 10^{-3} \text{ рад};$$

$$P_1 = P \cdot 0,9 = 1317,3 \cdot 0,9 = 1185,6 \text{ Н.}$$

Найбільше напруження в матеріалі мембрани розраховується за формулою:

$$\sigma_R = \frac{3 \cdot P_1}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \left(\frac{13 - 13 \cdot \frac{c^2}{a^2} - 6 \ln \frac{a}{c}}{1 + 1,86 \frac{c^2}{a^2}} \right)$$

$$\sigma_R = \frac{3 \cdot 1185,6}{2 \pi \cdot 0,012^2} \left(\frac{13 - 13 \cdot \frac{15^2}{180^2} - 6 \ln \frac{180}{15}}{1 + 1,86 \frac{15^2}{180^2}} \right) = 527 \text{ МПа} < [\sigma_R]$$

Знаходимо діаметр пневмоциліндра для необхідної сили $P = 1317,3 \text{ Н}$ при тиску в мережі $0,4 \text{ МПа}$ та ККД $\eta = 0,81$.

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot 4}{\pi \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,81}} = 0,072 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 200 \text{ мм}$, враховуючи можливість падіння тиску в мережі.

4.2. Розрахунок ріжучого інструменту

4.2.1. Розрахунок черв'ячної фрези для нарізання циліндричних зубчастих коліс з евольвентним профілем

Початкові дані: кут зачеплення $\alpha = 20^\circ$, модуль $m = 5 \text{ мм}$, ступінь точності оброблюваних коліс 7 (за ГОСТ 1643-80). Матеріал заготовки сталь 40ХН2МА. – вибирається в залежності від модуля та призначення фрези. Збільшення зовнішнього діаметру фрези D_ϕ призводить до збільшення точності обробки, так як зменшуються похибки профілювання фрези, з'являється можливість збільшення діаметру оправки та підвищення жорсткості системи. $D_\phi = 140 \text{ мм}$ для модуля $m = 5 \text{ мм}$ за ГОСТ 9324-80. Діаметр посадочного отвору вибирається таким чином, щоб забезпечити достатню міцність та жорсткість ступиці фрези.

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Орієнтовано для прецизійних фрез:

$$d = 18,65 h_0^{0,404},$$

де h_0 – висота профілю зубця фрези; $h_0 = 2,5 \times m = 12,5$ мм.

$$d = 18,65 \times 12,5^{0,404} = 51,7 \text{ мм.}$$

Округляємо до стандартного значення діаметра оправки:

$$d = 50 \text{ мм за ГОСТ 9324-80;}$$

$$d_1 = 85 \text{ мм – діаметр ступиці за ГОСТ 9324-80;}$$

$$L = 140 \text{ мм – довжина фрези;}$$

$$Z_0 = 14 \text{ – число стружкових рівчаків.}$$

Значення d , d_1 , L , Z_0 та D_ϕ при переточках фрези в силу зменшення діаметральних розмірів простежується кінематика руху ріжучих кромek, що визиває відповідні похибки обробки. Для зменшення абсолютних величин помилок, розрахунок ведеться не для нової, а для напівзаточеної фрези, тобто:

$$D_t = D_o - 2 h_{ao} - (0,2-0,5) \times k,$$

де h_{ao} – висота половини зубця;

$$h_{ao} = 0,5 \times h_0 = 0,5 \times 12,5 = 6,25.$$

k – величина затилювання, для забезпечення виходу шліфувального круга та передбачення появи сідловини, при наступному шліфуванні профілю необхідно, заодно поверхню, що не працює (0,3...0,56 від довжини зубця) замилювати зі збільшеними задніми кутами. Якщо спочатку профіль затилований з величиною затилювання k , то потім його непрацююча частина із $k_t = 1,5 \times k$. Величину можливо знайти за формулою:

$$k = \frac{\pi \cdot D_\phi}{Z} \operatorname{tg} \alpha_b,$$

$\operatorname{tg} \alpha_b$ – задній кут фрези поверхні [20, с.369]:

$$\operatorname{tg} \alpha_b = \operatorname{tg} \alpha_6 / \sin \alpha,$$

α_6 – задній кут на бокових сторонах профілю;

α – кут зачеплення.

$$\operatorname{tg} \alpha_b = \operatorname{tg} 3^\circ / \sin 20^\circ = 0,1534.$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Адк.
						68
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Тоді

$$k = \frac{\pi \cdot 140}{14} = 0,15345 \text{ мм}$$

$$k_1 = 1,5 \cdot 5 = 7,5 \text{ мм};$$

$$D_t = 140 - 2 \cdot 6,25 - 0,2 \cdot 5 = 128,5 \text{ мм.}$$

Кут підйому гвинтових рівчаків:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{m \cdot K}{D_t},$$

де m - модуль;

K - число заходів черв'яка.

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{5 \cdot 1}{128,5} = 0,0389$$

$$\omega = \arctg 0,0389 = 2,228^\circ = 2^\circ 14' 35''.$$

Крок гвинтових рівчаків:

$$T = \pi \cdot D \cdot t \cdot \operatorname{ctg} \omega$$

$$T = \pi \cdot 128,5 \cdot \operatorname{ctg} 2^\circ 14' 35'' = 102,47 \text{ мм.}$$

Крок вістовий:

$$P_{xo} = \frac{P_{ho}}{\cos \omega},$$

де P_{ho} – крок по нормалі,

$$P_{ho} = \pi \cdot m,$$

$$P_{ho} = \pi \cdot 5 = 15,7079 \text{ мм.}$$

$$P_{xo} = \frac{15,7079}{\cos 2^\circ 14' 35''} = 15,719' \text{ мм.}$$

Кут нахилу верхніх ділянок профілю до осі фрези за [2, с.369]:

$$\operatorname{tg} \varphi_x = \frac{K \cdot z}{T},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_x = \frac{5 \cdot 14}{102,47} = 0,0068$$

Кут правої сторони профілю (в осьовому напрямку):

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \varphi_x,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} 20^\circ - 0,0068 = 2,7407.$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Кут лівої сторони профілю (в осьовому напрямку):

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{л}} = \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi_x,$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{л}} = \operatorname{ctg} 20^\circ + 0,0068 = 2,7538.$$

$$\alpha_{\text{л}} = 20^\circ 03'; \alpha_{\text{л}} = 19^\circ 57'.$$

Елементи стружкових рівчаков фрези:

- глибина рівчака:

$$H = h_o + \frac{K + K_1}{2} + r,$$

де r - радіус закруглення дна рівчака.

$$H = 12,5 + \frac{7,5 + 5}{2} + 1,5 = 20,25 \text{ мм};$$

- кут профілю рівчака: $\theta = 25^\circ$;

- висота ніжки зубця:

$$h_{f0} = h_o - h_a,$$

$$h_{f0} = 12,5 - 6,25 = 6,25 \text{ мм}.$$

Технічні вимоги на фрезу класу АА за ГОСТ 9324-80.

4.2.2. Перевірка міцності державки різця на зріз та прогин

В процесі точіння на різець діють сили P_z , P_y , P_x . Дія сили P_z викликає момент різання $M_{\text{різ}}$ (рис.4.4).

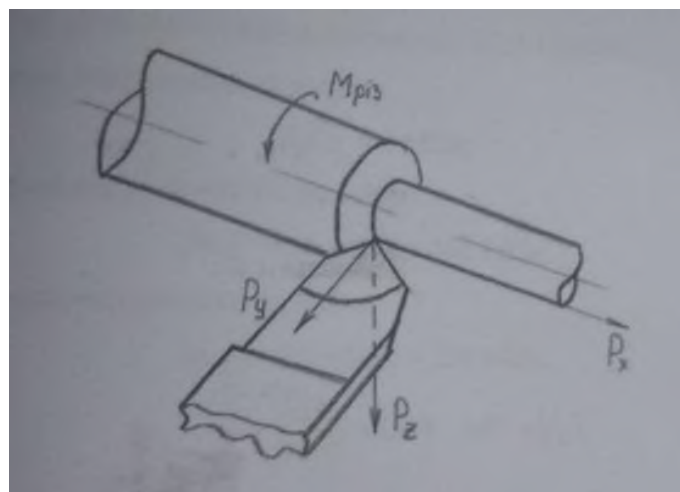


Рис.4.4. Схема дії сил різання

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		70

Для проектного розточного різця визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p,$$

$$t = 3 ; S = 0,2 ; V = 106 ;$$

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{rp};$$

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n ; n = 0,75.$$

$$k_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2;$$

$$k_{\varphi p} = 1; k_{\gamma p} = 1; k_{\lambda p} = 1; k_{rp} = 1,1;$$

$$k_p = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,32.$$

$$C_p = 204; x = 1; y = 0,75; n = 0;$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 3 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 106^0 \cdot 1,32 = 1615,7 \text{ Н.}$$

Особливості обробки карману в муфті потребують зменшення площі розтину державки різця, тобто небезпечний розтин на місці переходу в меншу площу розтину.

Нормальна площа розтину державки

$$S = 0,025 \cdot 0,016 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Площа на місці переходу

$$S = 0,025 \cdot 0,008 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Державка різця виготовлена зі сталі 45 ГОСТ 1050-80:

- допустиме напруження на розрив:

$$[\sigma_p] = 500 \text{ МПа};$$

- допустиме напруження на згинання:

$$[\sigma_{zg}] = 0,8 \cdot [\sigma_p] = 400 \text{ МПа};$$

- допустиме напруження на зріз:

$$[\tau_{zp}] = 0,5 \cdot [\sigma_p] = 250 \text{ МПа},$$

$$[\tau_{zp}] = \frac{P_z}{F} = \frac{1615,7}{2 \cdot 10^{-4}} = 8078 \text{ МПа} < [\tau_{zp}];$$

- умови міцності на зріз:

$$\sigma_{zg} = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{zg}]$$

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$M = P_z \frac{D_d}{2} = 1615 \frac{0,188}{2} = 151,9 \text{ Нм}$$

$$W = \frac{I}{I_{\max}} = \frac{h^3 \cdot b}{12 \frac{h}{2}} = \frac{0,025^3 \cdot 0,08}{12 \frac{0,025}{2}} = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$[\sigma_{\text{зг}}] \geq \frac{15,9}{8,3 \cdot 10^{-7}} = 1,83 \cdot 10^7 = 183 \text{ МПа}$$

Умова міцності на згин виконується.

4.3. Розрахунок точності контрольного пристрою на розмір 41_{-0,1}

Вибираємо універсальні вимірювальні засоби контролю. Розмір 41h10, допуск на розмір $T_d = 100$ мкм. За рекомендаціями, для інтервалу розмірів 30-50 мм та допуском на розмір 100 мкм похибка вимірювання $\Delta_{\text{вим}} = 20$ мкм.

За методичними вказівками, щодо застосування вимірювальних засобів ГОСТ 8.051-81 знаходимо для $T_d = 100$ мкм, $\Delta_{\text{вим}} = 20$ мкм та розміру 30-50 мм пропоновані пристрої виміру: 4а та 5а.

4а – мікрометри гладкі (МК) із величиною відрахування 0,01 мм при настройці на нуль по установочній мірі. Похибка вимірювання $\Delta_{\text{ін}} = 10$ мкм.

5а – скоби індикаторні (СІ) із індикатором часового типу з ціною поділки 0,01 мм. Похибка вимірювання $\Delta_{\text{ін}} = 15$ мкм.

$\Delta_{\text{вим}} = 20$ мкм, $\Delta_{\text{ін}} = 15$ мкм тобто виконується умова, що $\Delta_{\text{вим}} \leq \Delta_{\text{ін}}$.

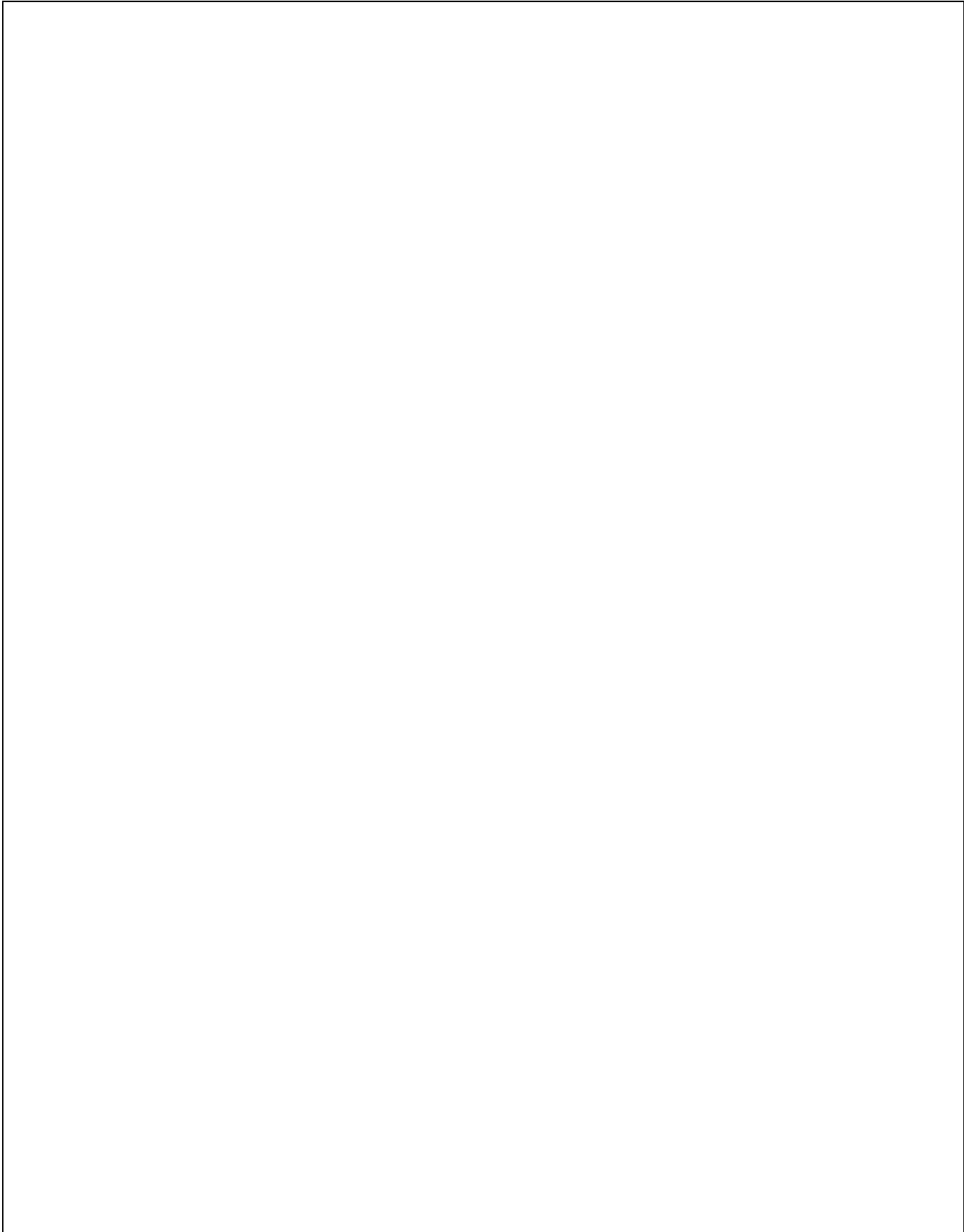
Вимірювальний пристрій застосовується на токарній кінцевій операції для контролю розміру 41_{-0,1}.

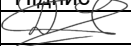
Встановлення та наладка пристрою на розмір виконується по еталону.

Пристрій складається із кронштейну 1 та призми 2. Індикатор годинникового типу встановлюється у отворі кронштейну 1 та підтискається гвинтом 5.

Пристрій встановлюється по точно обробленому посадочному пояску деталі, з упором в торець, після чого проводяться виміри.

					6261м. 09.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		



					6261м.09.МР.09.05.ПЗ			
					Проектування ділянки			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.						
Затвердив		Ткач М.Р.						
						Літ	Арк.	Аркушів
						М	Р	
							73	21
						НУК		

5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

5.1. Коротка характеристика ділянки

Ділянка механічного цеху, що проектується, створюється для виготовлення деталі «напівмуфта шліцева» з річною програмою випуску $A=5000$ шт.; річна працездатність програми 46302 н.-год., з них 27995 н.-год. без довантаження обладнання по кооперації.

Тип виробництва – середньосерійне виробництво, говорить про те, що на даній ділянці устаткування, що використовується, володіє універсальністю.

Режим роботи на ділянці – двохзмінний.

Деталь виробляють зі сплаву 40ХН2МА. Заготовка – поковка штампована масою 13,2 кг, маса деталі – 9,2 кг.

На ділянці використовується верстати: вертикально-фрезерний 6Р12, круглошліфувальний верстат 3У143, зубозакруглюючий 5Н582, свердлильний 2Н125, зубодовбальний 5В150П; верстати з ЧПК - токарний 16К20Ф3, зубофрезерувальний ЕЗФ650353. Чисельність всього устаткування ділянки складає 13 верстатів (з них 6 з ЧПК). Завантаженість обладнання – 86,0%.

Контрольні операції виконуються перед початком обробки і після її закінчення. На інших операціях технічний контроль виконується на робочому місці.

Ділянка повинна бути обладнана підвісним краном та електрокаром для транспортування заготовок і запасних частин для ремонту обладнання.

На ділянці повинно бути передбачено робоче місце слюсаря, яке обладнано полірувальною бабкою для між операційного зачищення заусенців.

Кожне робоче місце повинно бути укомплектовано тумбочкою для збереження інструментів, пристосувань та ін.

Партія запуску оптимальна $n=20$ шт., що дозволяє нам не зменшувати через зниження розміру партії рівень продуктивності праці та не збільшувати собівартість деталі, а також не збільшувати площі, зайняті цеховими між операційними складами заготовок та готових деталей.

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

На ділянці задіяно 43,708 працюючих, у тому числі :

- 26 основних робітників з середньою кваліфікацією 4,0;
- 13,77 допоміжних робітників з середньою кваліфікацією 3,5;
- 3,439 чол. спеціалістів;
- 0,399 чол. службовців;
- 0,1 чол. молодшого обслуговуючого персоналу.

5.2. Конструкція будівлі

Будівля представляє собою залізобетонну конструкцію, яка складається з залізобетонних колон, сполучених рам, балок, підкранових елементів, ферми.

Колони розташовані на відстані 6 метрів одна від одної. Висота будівлі 12 метрів, ширина прольоту ділянки, що проектується, 12 метрів. Для освітлення виробничої ділянки передбачені ліхтарі верхнього світла. Не зважаючи на відносно високу вартість і складність конструкції, їх застосування виправдовується тим, що такі ліхтарі дають добру і рівномірну освітленість великих площ, в той час як бокове засклення не може забезпечити достатню освітленість таких великих площ. Крім того ліхтарі природного світла служать і для природної вентиляції. Ліхтарі розташовують вздовж прольоту цеха з верхнім заскленням та зовнішнім водовідводом.

5.3. Вихідні данні для проектування ділянки цеху по виробництву напів муфти

1.	Найменування деталі	—	Напів муфта шліцева
2.	Марка матеріалу	—	40ХН2МА
3.	Маса деталі	—	9,2 кг
4.	Маса заготовки	—	13,2 кг
5.	Річна програма	—	5000 шт.
6.	Режим роботи	—	2 зміни

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						74
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Маршрутно-технологічний процес обробки заготовки деталі типу
„напівмуфти”

Таблиця 5.1

№	Найменування операції	Найменування та модель обладнання	Розряд робіт	Т _{шт} , хв	Т _{п.з} , хв
1	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
2	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3	3	16	10,15
3	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3		16	7,9
4	Закалка, відпуск	Піч			
5	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3	3	14	10,72
6	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3	3	14	14,15
7	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
8	Зубофрезерувальна	Зубофрезерувальний ЕЗФ650353	4	40	143
9	Зубозакруглююча	Зубозакруглюючий 5Н582	3	40	2,37
10	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
11	Свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н125	3	10	62
12	Лудіння, азотування				
13	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3	3	16	3,63
14	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16K20Ф3	3	16	1,09
15	Фрезерувальна	Вертикально-фрезерувальний 6Р12	3	16	5,1
16	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
17	Зубодовбальна	Зубодовбальний 5В150П	4	30	61,13
18	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
19	Електрохімічна	Електрохімічна установка			
20	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3У143	4	39	1,39
21	Гідродробоструменева	Гідродробоструменева установка	4		
22	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
23	Магнітний контроль				

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						75
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

24	Технічний контроль	Розміточна плита	5		
25	Оксидація				
26	Консервація				
	Разом:			267	322,63

5.4. Визначення і розрахунок партії запуску деталей

Для визначення вантажопідйомності транспортних засобів необхідно провести розрахунок партії деталей. Під розміром партії деталей розуміється кількість однакових деталей одночасно оброблюваних на кожній операції на одному або декількох робочих місцях з однократною витратою підготовчо-заключного часу. Розмір партії n_{opt} визначається по наступній формулі:

$$n_{opt} = \frac{\sum t_{пз}}{\alpha \sum t_{шт}}, шт$$

де $t_{пз}$ - норма підготовчо-заключного часу на партію, хв.;

$t_{шт}$ - норма штучного часу на одну деталь, хв.;

α - коефіцієнт допустимих втрат часу на наладку, хв.(0.03...0,07).

Для $\alpha = 0,03$ $n_{opt} = 267/0,03 \cdot 322,63 = 27,59$,приймаємо $n_{opt} = 30$.

Для $\alpha = 0,04$ $n_{opt} = 267/0,04 \cdot 322,63 = 20,69$,приймаємо $n_{opt} = 20$.

Для $\alpha = 0,05$ $n_{opt} = 267/0,05 \cdot 322,63 = 16,55$,приймаємо $n_{opt} = 20$.

Для $\alpha = 0,06$ $n_{opt} = 267/0,06 \cdot 322,63 = 13,79$,приймаємо $n_{opt} = 15$.

Для $\alpha = 0,07$ $n_{opt} = 267/0,07 \cdot 322,63 = 11,82$,приймаємо $n_{opt} = 15$.

Розрахункові величини мінімальних розмірів партії коригуються з урахуванням наступних виробничих умов:

Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата

1) рекомендується, щоб розміри, що приймаються, партій забезпечували завантаження робочих місць протягом цілого числа змін:

- в непотоковому виробництві не менш одну зміну;
- в потоковому виробництві не менш дві зміни (в цілях забезпечення можливості переналагодження обладнання в неробочий час).

2) бажано щоб розміри партії деталей забезпечували таку єдину періодичність повторення їх запуску у виробництво (ритм запуску партії), яка кратна числу робочих днів в планованому періоді. Це дає можливість досягти планомірне чергування партії на кожному робочому місці і періодичність комплектування продукції. Для крупних деталей доцільно перевірити вибрані розміри партії з погляду наявності площі біля робочих місць.

3) отриманий розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску деталей.

З урахуванням всіх виробничих і технічних вимог, приймаємо

$$n_{\text{опт}}=20 \text{ дет.}$$

Кількість запусків в рік:

$$K_{\text{зг}} = \frac{A}{n_{\text{опт}}},$$

де A - річна програма, шт;

$n_{\text{опт}}$ - розмір партії детальний, шт.

$$K_{\text{зг}}=5000/20=250 \text{ раз}$$

Розрахуємо змінне вироблення по формулі:

$$B_{\text{см}} = \frac{A}{D_p},$$

де A - річна програма, шт;

D_p - кількість робочих днів в році, $D_p=252$ днів.

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$B_{cm}=5000/252*2=9,9\approx 10 \text{ шт.}$$

По умові якщо партія деталей менше змінного вироблення, то розмір партії деталей приймаємо рівним змінному виробленню, якщо більше, то приймаємо розрахункове.

5.5. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Штучно-калькуляційний час необхідно розрахувати для визначення потрібної кількості обладнання, чисельності основних працюючих на ділянці, в цеху, а так само для розрахунку заробітної платні основних робітників.

$$t_{штж} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n},$$

де $t_{шт}$ - норма штучного часу на операцію, хв.

$t_{пз}$ - норма підготовчо-заключного часу на операцію, хв.

n - розмір партії деталей, шт.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі зводиться в табл.5.2.

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Таблиця 5.2

Найменування операції	Штуч-ний час, хв	Підготовчо-заключний час, хв	Розмір партії, шт.	Штучно-калькуляційний час	
				хвилини	години
1	2	3	4	5	6
Токарна з ЧПК	0,15	16	20	10,95	0,18
Токарна з ЧПК	7,9	16		8,7	0,145
Токарна з ЧПК	10,72	14		11,42	0,19
Токарна з ЧПК	14,15	14		14,85	0,25
Зубофрезерувальна	143	40		145	2,42
Зубозакруглююча	2,37	40		4,37	0,08
Свердлильна	62	10		62,5	1,04
Токарна з ЧПК	3,63	16		4,43	0,07
Токарна з ЧПК	1,09	16		1,89	0,03
Фрезерувальна	5,1	16		5,9	0,098
Зубодовбальна	61,13	30		62,63	1,044
Круглошліфувальна	1,39	39		3,34	0,06
РАЗОМ	22,63	267		335,98	5,607

5.6. Визначення фонду часу роботи обладнання

Режим роботи ділянки характеризується наступними чинниками:

1. переривчастим або безперервним виробництвом;
2. числом робочих днів;
3. тривалістю робочої зміни;
4. числом святкових і вихідних днів;
5. числом змін в доби.

Розрізняють наступні види фондів часу роботи обладнання:

- календарний;

- номінальний;
- ефективний (дійсний).

5.6.1. Календарний фонд часу роботи обладнання

Календарний фонд часу визначається за наступною формулою:

$$\Phi_k = D_k \cdot 24 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

де D_k - кількість календарних днів в році.

5.6.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання

Номінальний фонд часу роботи обладнання - це кількість робочих днів в році відповідно до прийнятого режиму роботи без урахування планованих втрат часу на ремонт обладнання.

Номінальний фонд часу визначається за наступною формулою:

$$\Phi_n = (D_p \times T_{см} - 1 \times D_{предпр}) \times S,$$

де D_p - число робочих днів в році, $D_p = 251$;

$T_{см}$ - тривалість зміни, $T_{см} = 8 \text{ год.}$;

S - кількість змін (змінність), $S = 2$;

$D_{предпр}$ - кількість передсвяткових днів скорочених на одну годину

$D_{предпр} = 4 \text{ днів.}$

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 \cdot 2 - 1 \cdot 4 = 4012 \text{ год.}$$

5.6.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання

При розрахунку ефективного фонду часу плануються втрати часу на планово-запобіжний ремонт обладнання:

$$\Phi_{ef} = \Phi_n \times (1 - \beta),$$

де Φ_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, год.;

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						80
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

β - коефіцієнт, що ураховує простій обладнання в планово-запобіжному ремонті. Для металоріжучих верстатів з масою

до 10 т. $\beta=0,019$;

більше 10 т $\beta=0,038$

для верстатів з ЧПК масою

до 10 т. $\beta=0,047$;

більше 10 т. $\beta=0,066$.

Для універсальних верстатів-

- $\Phi_{\text{еф}}=4012*(1-0,019)=3935$ н.-год.

Для верстатів з ЧПК - $\Phi_{\text{еф}}=4012*(1-0,047)=3823$ н.-год.

$\Phi_{\text{еф}}=4012*(1-0,066)=3747$ н.-год.

5.7. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження

Необхідна кількість обладнання на дільниці розраховується по формулі:

$$C_p = \frac{TH_i}{\Phi_{\text{еф}} \times K_{\text{вн}}},$$

де $\Phi_{\text{еф}}$ - ефективний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, верст.-год.;

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт виконання норм часу;

TH_i - річна рацемісткість виготовлення виробів на і-м типі обладнання, н.-год.

$$TH_i = t_{\text{шт.к}} \times A, \text{ де}$$

$T_{\text{шт.к}}$ - штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на і-м типі обладнання,

н.-год.;

A - річний обсяг випуску виробів, шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання по дільниці визначається по формулі:

$$K_z = C_p / C_{\text{нр}},$$

де C_p - розрахункова кількість обладнання на дільниці, шт.;

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$C_{\text{пр}}$ - прийнята кількість обладнання на ділянці, шт.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по формулі:

$$K_{з.ср.} = \frac{\sum TH_i}{СП \times K_{вн.ср.} \times \Phi_{ef}},$$

де СП - загальна прийнята кількість одиниць обладнання для обробки річної кількості виробів.

Наприклад, розрахуємо потрібна кількість обладнання на токарну з ЧПК операцію:

річна працездатність виготовлення виробу-

$$TH_i = 14,15 \times 5000 = 70750 \text{ н.год.}$$

тоді, необхідна кількість обладнання на ділянці буде

$$C_p = 70750 / (60 \times 3865 \times 1,0) = 1,12 \text{ шт.}$$

приймаємо $C_{\text{пр}} = 1 \text{ шт.}$

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці наступний

$$K_z = 1,12 / 2 = 0,56.$$

Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження обладнання по типах виконуємо та заносимо до табл.5.3.

5.8. Складання графіка завантаження обладнання

На підставі проведених розрахунків будемо графік завантаження обладнання, в якому на осі абсцис указуємо найменування і модель обладнання, а на осі ординат відкладаємо коефіцієнт завантаження обладнання з урахуванням довнтаження.

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

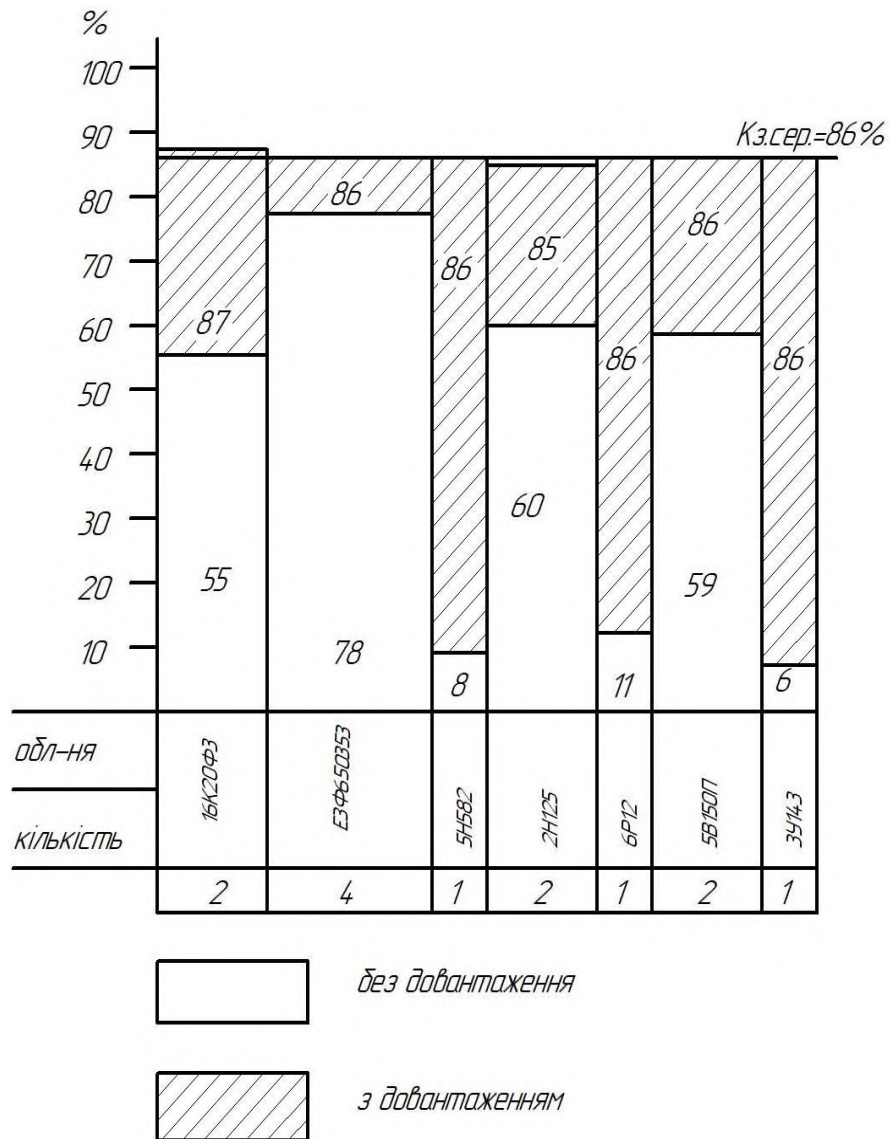


Рис. 5. 1. Графік завантаження обладнання

Розрахунок необхідної кількості обладнання на ділянці

Таблица 5.3

Обладнання		Річний обсяг робіт, шт.	Штучно-калькуляційний час, ТН, н.-год	Річна праце-місткість, ТН, н.-год.	Довантаження кооперації, н.год	Річний обсяг робіт, Тні - н.год.	Коефіцієнт виконання норм, Кв	Ефективний фонд часу роботи обладнання Феф, ст.-год.	Кількість верстатів, шт.		Коефіцієнт завантаження обладнання К _з	Середній коефіцієнт завантажен.
Найменування	Модель								Розрахункова	Прийнята		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Токарний з ЧПК	16K20Ф3	5000	52,21	4351	2319	6670	1,0	3865	1,73/1,12	2	0,87	0,86
Зубофрезерувальний з ЧПК	E3Ф650353		145	12083	1236,8	13320	1,0	3865	3,44/3,12	4	0,86	
Зубозакругляючий	5H582		4,37	364	3414	3778	1,1	3979	0,86/0,08	1	0,86	
Свердлильний	2H125		62,5	5208	2276	7484	1,1	3979	1,7/1,19	2	0,85	
Фрезерувальний	6P12		5,9	492	3283	3775	1,1	3979	0,86/0,11	1	0,86	
Зубодовбальний	5B150П		62,63	5219	2276	7495	1,1	3979	1,71/1,19	2	0,86	
Круглошліфувальний	3У143		3,34	278	3502	3780	1,1	3979	0,86/0,06	1	0,86	
Разом			335,95	27995	18009,8	46302	-	-	11,16	13	-	

5.9. Розрахунок вартості основного обладнання

Складаємо кошторис витрат на основне обладнання ділянки (табл. 5.4.)

Кошторис витрат на основне технологічне обладнання ділянки

Таблиця 5.4

Найменування обладнання	Модель	Кількість	Площа, м ²	Потужність, кВт	Ремонтна складність		Ціна (тис.грн)		Витрати на транспортування і монтаж, тис.грн. (6-9%)	Загальна вартість обладнання, тис.грн.
					механічна	електрична	одиниці	загальна		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ					Арк.
										84
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата						

Токарний з ЧПК	16K20Ф3	2	6,29/12,58	11/22	12/24	12/24	92	184	16,56	200,56
Зубофрезерувальний з ЧПК	ЕЗФ650353	4	6,4/25,6	25/100	13/52	58	88	352	31,68	383,68
Зубозакруглюючий	5Н582	1	5,52/5,52	2,2/2,2	6	4,5	60	60	5,4	65,4
Свердильний	2Н125	2	0,72/1,44	2,2/4,4	13,5/27	17,5/35	26	52	4,68	56,68
Фрезерувальний	6Р12	1	4,49/4,49	7,5/7,5	8	7,5	17	17	1,53	18,53
Зубодовбальний	5В150П	2	5,58/11,16	16,5/33	7/14	5,5/11	37	74	6,66	80,66
Круглошліфувальний	3У143	1	16,38	7,5/7,5	25	38	60	60	5,4	65,4
Разом		13	77,17	176,6				799	71,91	870,91

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						85
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

5.10. Організація виробництва на дільниці

Для збереження заготовки на складі використовуються поличні стелажі з гніздами. Стелажі розташовуємо вздовж складу для більш ефективного використання площі складу.

При виборі транспортних засобів необхідно враховувати: відповідність типів транспортних засобів переміщуваним вантажем, необхідну продуктивність транспортних засобів, можливо менша кількість обслуговуючого персоналу. Як кранове обладнання вибираємо підвісний кран вантажопідйомністю 2т та електрокар, які забезпечують обслуговування всієї площі дільниці.

5.11. Розрахунок основних та допоміжних площ дільниці за питомими нормативами

Виробничою називається площа відділень і ділянок безпосередньо призначених для здійснення технологічного процесу. В її склад включаються площі, займані:

1. виробничим обладнанням (верстатами, машинами);
2. наземним транспортним обладнанням (конвеєрами, склизам);
3. робочими місцями ручної праці (верстаками, стендами, розмічальними плитами і та ін.);
4. робочими шафами для інструменту, контейнерами для заготовок і оброблюваних деталей, зібраних вузлів і виробів біля робочих місць;
5. робочими місцями для технічного контролю (операційного, між операційного) деталей, вузлів і готових виробів (окрім площі вигороджених приміщень ВТК);
6. стендами для випробування деталей, вузлів і готових виробів, майданчиками для усунення дефектів і здачі готових виробів (продукції);
7. проходами і проїздами між верстатами і рядами верстатів усередині виробничих від розподілів і ділянок (окрім магістральних проїздів).

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Виробничу площу цеху визначають заздалегідь за питомими площами для кожної групи обладнання.

Розрахунок виконується за формулою:

$$FP = \sum_{i=1}^n SI_i * q_i, \text{ м}^2$$

де SI_i – кількість верстатів i -тої групи обладнання;

q_i – середня питома площа для розміщення одного верстата i -ї групи, м^2 .

$$FP = 13 * 15 = 195 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $FP = 195 \text{ м}^2$.

Допоміжна площа – територія зайнята складом штучних заготовок та готової продукції, заточувальними відділеннями, контрольними відділеннями (30 % від виробничої площі):

$$F_{\text{всп}} = 0,3 * 195 = 58,5 \text{ м}^2.$$

Загальна площа ділянки:

$$F_{\text{заг}} = 195 + 58,5 = 253,5 \text{ м}^2.$$

5.12. Розрахунок висоти цеху

Висоту прольоту визначаємо, виходячи з розмірів виготовлених виробів, габаритних розмірів обладнання (по висоті), розмірів і конструкції крана, а також нормативів безпеки.

Висота H дорівнює:

$$H = k + z + l + f + a + h,$$

де k – висота найбільш високого верстата, м;

z – проміжок між контейнером з деталями піднятим у крайнє положення і верхньою крапкою найбільш високого верстата;

l – висота контейнера;

f – відстань від верхньої крапки контейнера до центра гака крану;

a – резерв 300-500 мм при верхньому положенні гака;

$h = A + m$;

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						87
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

де A - габаритна висота крана, приймають за ГОСТ 7890 - 87,
 m - відстань між верхньою точкою крана и нижньою точкою перекриття > 100 мм.

$$H=3500+1500+500+500+1000+750+360=8110 \text{ мм}$$

Приймаємо $H=12$ м.

Вантажопідйомність підвісного крану вибираємо з урахуванням обсягу партії деталей $n = 20$ шт. та маси заготовки $m = 13,2$ кг. Приймаємо $Q_k = 2$ т.

5.13. Розрахунок чисельності працюючих на дільниці

Загальна кількість працюючих на дільниці визначається як сума чисельності по кожній категорії працюючих:

$$K_{\text{общ}} = K_p + K_v + K_{\text{итр}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{моп}}$$

5.13.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників

Кількість основних виробничих робітників i -ої професії визначається за наступною формулою:

$$K_{pi} = \frac{TН_i}{ФВ K_{вн} KМ},$$

де $TН_i$ - річна працемісткість i -го виду робіт, н.-год.;

$ФВ$ - ефективна річна фонд часу роботи робочого, $ФВ=1820$ год.;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу робітників i -ої професії;

$KМ$ - коефіцієнт багатостатності.

Результати визначення кількості основних робітників зводимо в табл.5.5.

Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.05.ПЗ

Адк.

Розрахунок кількості основних робітників

Таблиця 5.5

Професія	Розряд	Праце- місткість робіт, н.-год	Ефектив- ний фонд часу робітника, год.	Коефіцієнт		Чисельність робітників, чол.	
				Виконан- ня норм Квн	Багатоверс- татності КМ	По розрахунку Кр	Прийнято Кпр
1	2	3	4	5	6	7	8
Токар-оператор	3	6670	1820	1,0	1	3,66	4
Зуборізник- оператор	4	13320		1,0	1	7,32	8
Зуборізник	3	3778		1,1	1	1,89	2
Свердлувальник	3	7484		1,1	1	3,74	4
Фрезерувальник	3	3775		1,1	1	1,89	2
Зубодовбальник	4	7495		1,1	1	3,74	4
Шліфувальник	4	3066		1,1	1	1,53	2
РАЗОМ		46302				23,77	26

5.13.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Кількість допоміжних робітників можна визначити:

- по кількості робочих місць, за якими ці робітники закріплені (кранівники, стропальники):
- по нормах обслуговування (налагоджує верстатів, контролери і та ін.)
- в процентному відношенні від кількості основних виробничих робітників.

Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.05.ПЗ

Арк.

Розрахунок кількості допоміжних робітників

Таблиця.5.6

Професія	Число обслу- говуваних агрегатів, шт.	Норма обслу- говування	Кількість допоміжних робітників, чол	Розряд робот	Режим роботи	Необхідна кількість робітників, чол.
1	2	3	4	5	6	7
1. Наладник верстатів з ЧПК	6	1 на 5 верстатів	1,2	5	2-х змінний	2,4
2. Настроювач-регулювальник інструменту для верстатів з ЧПК	6	1 на 20-25 верстатів	0,24	4		0,48
3. Слюсар по ремонту обладнання	156 рем.од.	500 рем.од.	0,312	4		0,624
4. Наладник устаткування	7	1 на 6-12 верстатів	0,58	5		1,16
5. Верстатник з ремонту обладнання	26 осіб	1 на 12 основних роб.	2,17	3		4,34
6. Мастильник	156 рем.од.	1000 рем.од.	0,156	2		0,312
7. Комірник	13	1 на 55-56 верстатів	0,232	3		0,464
8. Електромонтер	178 рем.од.	1050 рем.од.	0,16	3		0,32
9. Контролер	13	7-9% від кіл-ті верстатів	1,17	4		2,34
10. Транспортний робітник	26 осіб	1 на 35 основних роб.	0,57	2		1,14
11. Прибиральник виробничих приміщень	195 м ²	1 на 2000м ²	0,095	2		0,19
РАЗОМ						13,77

5.13.3. Визначення необхідної кількості службовців

Чисельність ІТР і службовців визначається відповідно до структури, що склалася, кадрів на провідних підприємствах галузі і по функціях управління. Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу знаходиться по нормах обслуговування.

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців і молодшого
обслуговуючого персоналу

Таблиця 5.7

Професія	Норма обслуговування	Кількість обслуговуваних чоловік	Кількість за розрахунком	Оклад, грн.
1	2	3	4	5
<i>1. Спеціалісти:</i>				
Майстер	1 на зміну	39,79	2	4900
Інженер-технолог	1 на діляницю	-	1,0	4800
Інженер-нормувальник	1 на 100-150 основних роб.	26	0,173	4550
Інженер-планувальник	1 на 200-450 роб.	39,79	0,133	4550
Економіст	1 на 200-450 роб.	39,79	0,133	4050
РАЗОМ			3,439	
<i>2. Службовці:</i>				
Табельник	200	39,79	0,133	2550
Обліковець-нарядник	200	39,79	0,133	2550
Бухгалтер	1 на 200-450 роб.	39,79	0,133	4050
РАЗОМ			0,399	
<i>3. Молодий обслуговуючий персонал</i>				
Прибиральник побутових приміщень	500-600 м ²	40,5	0,1	1750
РАЗОМ			0,1	
ВСЬОГО			3,938	

5.14. Зведена відомість працюючих на дільниці

Кількість і структура працюючих на дільниці по виготовленню деталі зводимо в табл.5.8.

Зведена відомість працюючих на дільниці

Таблиця 5.8

п/п	Категорії працюючих	Кількість працюючих, чол.	Структура %
1	2	3	4
1	Основні робітники	26	60,02
2	Допоміжні робітники	13,77	31,83
3	Спеціалісти	3,439	7,3
4	Службовці	0,399	0,61
5	Молодший обслуговуючий персонал	0,1	0,23
	РАЗОМ	43,708	100

Визначимо середній розряд працюючих на дільниці по формулі :

$$P_{\text{ср.р}} = \frac{\sum K_p * P_p}{\sum K_p};$$

де K_p – число робітників даного розряду;

P_p – тарифний розряд робітників.

- середній розряд основних робітників :

$$P_{\text{срр}} = \frac{3*12+4*14}{26} = 4,0$$

- середній розряд допоміжних робітників :

$$P_{\text{срр}} = \frac{2*0,642+3*5,125+4*3,462+5*3,56}{13,79} = 3,5$$

					6261м. 09.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						92
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.15. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки

Дані про капітальні вкладення ділянки зводимо в табл.5.9.

Визначення величини капітальних вкладень

Таблиця 5.9

Групи основних виробничих фондів	Вартість ОПФ, тис. грн	Структура ОПФ %	Примітки
1	2	3	4
1. Будівлі і споруди:			
Будівлі виробничі	234	9	1200 грн. за 1 м ²
Побутові приміщення	46,8	1,1	800 грн. за 1 м ²
Силові машини і енергетичне обладнання	176,6	7,5	1000 грн. за 1 кВт
РАЗОМ	457,4	17,6	
2. Транспорт, ЕОМ, прилади:			
Транспортні засоби і передавальні пристрої	119,85	10,5	15% від загальної вартості обладнання
Виробничо-господарчий інвентар	13	0,49	500 грн. на одного основного робітника
РАЗОМ	132,85	10,99	
3. Інші:			
Робочі машини і обладнання	799	70	Загальна вартість обладнання
Інструмент та пристосування	11,985	1,05	1,5% від загальної вартості обладнання
Вимірювальні і регулюючі прилади і пристрої	9,1	0,36	700 грн. на один верстат
РАЗОМ	820,085	71,41	
РАЗОМ КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ	1410,34	100	
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис
			Дата
			6261м. 09.МР.09.05.ПЗ
			Арк.
			93

					6261м.09.МР.09.06.ПЗ			
					Організаційно- економічна частина			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.			НУК			
Затвердив		Ткач М.Р.						
					Літ		Арк.	Аркушів
					М	Р	94	22

6. Організаційно-економічна частина

6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати працівників дільниці

Фонд заробітної плати на дільниці складається з:

- а) фонду основної заробітної плати працюючих;
- б) фонду додаткової заробітної плати працюючих.

До основної заробітної плати відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, нарахованої відповідно до прийнятих систем оплати праці у вигляді тарифних ставок, окладів і відрядних розцінок, а також планованого обсягу відповідних видів продукції.

До додаткової заробітної плати відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеху додаткової заробітної плати, нарахованої за роботу понад установлену норму, за трудові успіхи і винахідливість, особливі умови праці. Вона включає також доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Сума додаткової заробітної плати визначається множенням суми основної заробітної плати на середні норми додаткової заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу визначається на основі штатного розкладу цеху і діючих систем посадових окладів.

6.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати працівників дільниці

6.2.1. Визначення фонду заробітної плати основних робочих

Розрахунок основного фонду заробітної плати основних робочих здійснюється за формулою:

- а). на одиницю продукції:

$$ЗП_{\text{тарвідр}} = \sum_{i=1}^m (C_{\psi} \cdot T_{\text{н}});$$

- б). на програму:

$$ЗП_{\text{тарвідр}} = \sum_{i=1}^m (P_i \cdot A_i),$$

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

де m – номенклатура деталей;

C_{ci} – годинна тарифна ставка робочих, грн.;

T_n – трудомісткість річної програми i -го виробу, н-год;

P_i – відрядна розцінка за обробку i -ї деталі, грн./шт.;

A_i – річна програма i -го виробу, шт.

Якщо на операції застосовується багатOVERстатне обслуговування, то розрахунок фонду заробітної плати ведеться так:

$$ЗП_{тар.відр} = \sum_{i=1}^m C_{ci} \cdot T_n \cdot K_{ов},$$

де $K_{ов}$ – понижуючий коефіцієнт, що враховує кількість верстатів, які обслуговуються одним робочим [5].

Розрахунок основного фонду заробітної плати основних робочих, наприклад, на токарній операції (III розряд робіт) виглядатиме так:

а). на одиницю продукції:

$$ЗП_{тар.відр.III} = 0,87 \cdot 22,727 = 19,772 \text{ (грн.)};$$

б). на програму:

$$ЗП_{тар.відр.III} = 22,727 \cdot 6670 = 151589,09 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунки по іншим операціям проводяться аналогічно, результати зводяться до таблиці 6.1.

На токарній операції з ЧПК застосовується багатOVERстатне обслуговування, отже розрахунок фонду заробітної плати ведеться так:

а). на одиницю продукції:

$$ЗП_{тар.відр.IV} = 31550,064065 = 013 \text{ (грн.)};$$

б). на програму:

$$ЗП_{тар.відр.IV} = 31556810,65 = 13981 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

Таблиця 6.1

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Найменування операції	Розряд роботи	Тарифна заробітна плата за одиницю продукції			Тарифна заробітна плата на програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, $T_{шт-кал}$ н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Працемі-сткість річної програм и н.-год.	Годин на тариф на ставка, грн.	Сума, грн.
1		3	4	5	6	7	8
Токарна з ЧПК	3	0,87	22,727	19,772	6670	22,727	136430,1
Зубофрезерувальна з ЧПК	4	2,42	25,252	61,11	13320	25,252	302720,9
Зубозакруглююча	3	0,07	22,727	1,59	3778	22,727	85862,61
Свердлильна	3	1,042	22,727	23,68	7484	22,727	170088,8
Фрезерувальна	3	0,1	22,727	2,27	3775	22,727	85794,43
Зубодовбальна	4	1,043	25,252	26,338	7495	25,252	189263,74
Круглошліфувальна	4	0,056	25,252	1,41	3780	25,252	95452,56
Разом:		-	-	136,17			1065613,3

6.2.2. Визначення фонду заробітної плати допоміжних робочих

Річний фонд заробітної плати допоміжних робітників визначається за наступною формулою:

$$ЗП_{тар.допом.} = C_{\text{чи}} \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{еф}},$$

де $C_{\text{чи}}$ – годинна тарифна ставка робочих, грн.;

K_p - кількість допоміжних робочих;

$\Phi_{\text{еф.}}$ – ефективний річний фонд часу одного робітника, год.

Розрахунок річного фонду заробітної плати допоміжного робітника (наладника токарного обладнання) визначається за наступною формулою:

$$ЗП_{тар.допом.} = 2,618 \cdot 0,44 \cdot 1820 = 2155,24 \text{ (грн.)}$$

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно робимо розрахунки для допоміжних робочих інших професій.
Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.2.

Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Таблиця 6.2

Професія	Розряд	Кількість осіб, чол.	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний річний фонд часу, год.	Тарифна заробітна плата, грн.
1	2	3	4	5	6
1.Наладник верстатів з ЧПК	5	2,4	21,464	1820	93754,75
2.Настроювач-регулювальник інструменту для верстатів з ЧПК	4	0,4	18,939		16545,11
3. Слюсар по ремонту обладнання	4	0,6	18,939		22129,09
4. Наладник устаткування	5	1,1	21,464		45314,8
5. Верстатник з ремонту обладнання	3	4,34	17,045		134635,05
6. Мазильник	2	0,312	13,889		7886,73
7. Комірник	3	0,464	17,045		14394,16
8.Електромонтер	3	0,32	17,045		10509,41
9. Контролер	4	2,34	18,939		80657,41
10.Транспортний робітник	2	1,14	13,889		28816,9
11.Прибиральник виробничих приміщень	2	0,19	13,889		4802,82
РАЗОМ:		13,79		-	459446,23

6.2.3. Визначення фонду заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Річний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу:

$$Z_{ослп} = K_{спі} \cdot O_{мі} \cdot M,$$

де $K_{спі}$ – кількість спеціалістів і-ї групи;

$O_{мі}$ – місячний оклад, грн.;

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

M – число місяців роботи за рік.

Наприклад, розрахунок річного фонду заробітної плати майстра визначається так:

$$Z_{\text{осн.сп.}} = 2 \cdot 4900 \cdot 11 = 107800 \text{ (грн.)}.$$

Аналогічно робимо розрахунки для інших професій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.3.

Розрахунок основного фонду заробітної плати спеціалістів,
службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 6.3

Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних працівни- ків, осіб	Посадовий оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Величина основног о фонду заробітно ї плати, грн..
1	2	3	4	5
І. Спеціалісти:				
Майстер	2	4900	11	107800
Інженер-технолог	1,0	4800	11	52800
Інженер-нормувальник	0,173	4550	11	8658,65
Інженер-планувальник	0,133	4550	11	6656,65
Економіст	0,133	4050	11	5925,15
РАЗОМ:	3,439	-	-	181840,45
ІІ. Службовці:				
Табельник	0,133	2550	11,2	3798,48
Обліковець- нарядник	0,133	2550	11,2	3798,48
Бухгалтер	0,133	4050	11,2	6032,88
РАЗОМ:	0,399	-	-	13629,84
ІІІ. Молодший обслуговуючий персонал:				
Прибиральник побутових приміщень	0,1	1750	11,2	1960
РАЗОМ:	3,938	-	-	

6.2.4. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на ділянці

При розрахунку додаткової заробітної плати застосовується формула:

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

$$ЗП_{\text{доі}} = \frac{ЗП_{\text{бсн}} \cdot H_{\text{д.і.}}}{100},$$

де $H_{\text{д.і.}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати і-ї групи, %.

Середньорічна заробітна плата одного працюючого і-ї групи:

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{ЗП_{\text{бсн}} + ЗП_{\text{доі}}}{K},$$

де K_i – кількість працюючих і-ї групи.

Середньомісячна заробітна плата одного працюючого:

$$ЗП_{\text{срмі}} = \frac{ЗП_{\text{ср}}}{12},$$

Розрахунок по іншим працюючим проводимо аналогічно, результати зводимо у таблицю 6.4.

Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючої дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Усього, зарплата, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плат ³ , урахуванням довантаження, грн.	Додаткова				
			%	грн.			
1		3		5	6	7	8
Основні виробничі робочі	26	1065613,37	35	372964,68	1438578,05	55329,93	4610,83
Допоміжні робочі	3,77	459446,23	30	137833,87	597280,1	43375,46	3614,62
Спеціалісти	3,439	181840,45	30	54552,135	236392,59	68738,76	5728,23
Службовці	0,399	13629,84	20	2725,97	16355,81	48247,23	4020,6
МОП	0,1	1960	20	392	2352	23520	1960
РАЗОМ:	43,708	1722489,89	-	568468,66	2290958,55	239211,38	3986,86

6.3. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування

Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування наведено в таблиці 6.5.

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Таблиця 6.5

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
I. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	Амортизація	Амортизацію виробничого устаткування, транспортних засобів і інструмента визначаємо за формулою: $A = \frac{F_{\text{пер}} \times H_a}{100},$ де $F_{\text{пер}}$ – балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a – норма амортизації, %: на устаткування – 24 %; транспортних засобів – 40 %; інструментів – 24 %. $A_{\text{уст}} = 799000 \times 0,24 = 191760$ $A_{\text{тр}} = 119850 \times 0,40 = 47940$ $A_{\text{ін}} = 11985 \times 0,24 = 2876,4$	191760 47940 2876,4
Разом по I статті:			242576,4
II. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження: $M = \sum (m \cdot C_{\text{пр}}) \cdot R \cdot K_{\text{зм}} \cdot C_{\text{мом}} \cdot D_{\text{р}}$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день:	

1	2	3	4
		для токарних верстатів $m=0,015$ кг; для свердлувальних $m=0,02$ кг; для шліфувальних $m=0,025$ кг. C_{np}- прийнята кількість верстатів даної групи; $R= 120,5$ – кількість одиниць ремонтної складності; $K_{зм}= 2$ – коефіцієнт змінності; $\Pi_{мол.}=1,05$ – вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, грн.; $Др. = 251$ – кількість робочих днів у році. $M=(2 \times 0,015 + 7 \times 0,02 + 4 \times 0,025) \times 15$ $6 \times 2 \times 2 \times 1,05 \times 254 = 22467$	22467
	Заробітна плата	Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладники, мастильники) визначають: а) основна заробітна плата: $ЗП_{тарногод} = C_{\psi} \cdot K_p \cdot \Phi_{ef}$ $= 163501,39$; б) додаткова заробітна плата: $ЗП_{дод} = ЗП_{тарногод} \cdot 0,25 =$ $= 163501,39 \times 0,25 = 40875,35$; в) відрахування на соціальне страхування: $ЗП_{соц} = \frac{(ЗП_{тарногод} + ЗП_{дод}) \cdot H_{соц}}{100\%}$; $= 76641,28$	163501,39 40875,35 76641,28

1	2	3	4
		S – кількість однорідних одиниць устаткування, споживаючих стиснене повітря, шт.; β - втрата повітря в трубопроводі ($\beta=5\%$); $\Pi_{ст.ов}$ - ціна 1 м³ стиснутого повітря, грн. $C_{ст.ов} = 1,5 \times 3865 \times 13 \times 0,86 \times (1+0,05) \times 0,085 = 5539,5;$	5539,5
		Витрати на воду: $C_{вод} = \frac{Q \cdot \Phi_{ef} \cdot S}{1000} \cdot \Pi_{вод},$ де Q – норма витрати води на 1 верстат за 1 год роботи, л; $\Pi_{вод}$ – ціна 1 м³ води, грн.; S – число верстатів, працюючих із ЗОР, шт. $C_{вод.} = 3659$	659
Разом по II статті:			521992,02
III.Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{уст.} = 799000 \times 0,045 = 35955$	5955

1	2	3	4
		$C_{\text{інстр.}} = 0,05 \times 11985 = 599,25$	599,25
		$C_{\text{тр.}} = 0,045 \times 119850 = 5393,25$	5393,25
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики та ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. а) основна заробітна плата: $ЗП_{\text{тар}} = C_{\text{ч}} \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{еф}} = 77953,3$ б) додаткова заробітна плата: $ЗП_{\text{доод}} = ЗП_{\text{тар}} \cdot 0,25 = 19488,33$ в) відрахування на соціальне страхування: $ЗП_{\text{соц}} = \frac{(ЗП_{\text{тар}} + ЗП_{\text{доод}}) \cdot H_{\text{соц}}}{100\%}; =$ $= 97441,63 \times 0,375 = 36540,61$	77953,3 19488,33 36540,61
Разом по III статті:			175929,74
IV. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріали	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 2% від	

1	2	3	4
		вартості транспортних засобів: $C_{\text{пер.}} = 0,02 \times 119850 = 2397$	2397
	Зарплата	Зарплата на оплату праці робітників, зайнятих переміщенням вантажів визначається аналогічно другій статті: а) основна заробітна плата: $ЗП_{\text{тар}} = C_{\text{ч}} \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{ef}} = 43211,06$ б) додаткова заробітна плата: $ЗП_{\text{доод}} = ЗП_{\text{тар}} \cdot 0,25 = 10802,77$ в) відрахування на соціальне страхування: $ЗП_{\text{соц}} = \frac{(ЗП_{\text{тар}} + ЗП_{\text{доод}}) \cdot H_{\text{соц}}}{100\%}; =$ $= 20255,16$	43211,06 110802,77 20255,19
	Послуги	Вартість транспортних послуг допоміжних цехів, при укрупнених розрахунках, можна прийняти 2-3% від суми статей I; II; III: $C = (242576,4 + 521992,02 + 175929,74) \times 0,03 = 28214,95$	28214,95
Разом по IV статті:			104880,94

Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата

6261м. 09.МР.09.06.ПЗ

Адк.

105

1	2	3	4
V. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн.: токарні – 190; свердлувальні – 250; шліфувальні – 250 зубообробні – 280 фрезерувальні - 250. $C_{\text{малоц.}} = 4 \times 250 + 2 \times 190 + 7 \times 280$ $= 3340$	3340
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості: $C_{\text{зн.}} = 3340 \times 0,3 = 1002$	1002
Разом поV статті:			4342
VI. Інші		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей: $C_{\text{ін.}} = 1049721,1 \times 0,03 = 31491,63$	31491,63
Усього:			1181212,73

Для включення витрат на утримання й експлуатацію устаткування в собівартість одиниці продукції визначимо % $V_{уey}$ за формулою:

$$\%V_{уey} = \frac{\sum V_{уey}}{\sum ЗП_{осн}} \times 100\% = (1181212,73 / 1065613,37) \times 100\% =$$

110,85 %

де $\sum ЗП_{осн}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих.

6.4. Складання калькуляції фактичної собівартості виготовлення деталі

Калькуляція – це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. Розрахунок калькуляції наведено в таблиці 6.6.

Калькуляція виготовлення деталі

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	104,15	-
02	Зворотні відходи	-4,96	-
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	136,17	Табл.6.1, підсумок графи 5
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	47,66	35% від п.03
05	Відрахування на соціальні заходи	68,94	37,5% від п.п. (03 + 04)
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	150,95	110,85 % від п.03
07	Загальновиробничі витрати	204,26	150% від п.03
08	Виробнича собівартість	07,17	(01 - 02 + 03 + 04 + 05 + 06 + 07)
09	Адміністративні витрати	272,34	200% від п.03
10	Витрати на збут	5,45	4% від п.03
11	Інші операційні витрати	6,81	5% від п.03
12	Повна собівартість	991,77	(08+09+10+11)

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Адк.
						107
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

6.5. Розрахунок ціни підприємства річної програми

Оптова ціна – це сума прибутку та повної собівартості, розрахованої за статтями калькуляції. Прибуток розраховується в залежності від встановленого рівня рентабельності за формулою:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Повна собівартість}} \times 100\%$$

Розрахунок вартості річного обсягу продукції в оптових цінах зведено в таблицю 6.7.

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр рядка	Найменування калькуляції статей	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	520750	А×таб. 6.6 п.01
02	Зворотні відходи	-24800	А×таб. 6.6 п.02
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	680850	А×таб. 6.6 п.03
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	238300	А×таб. 6.6 п.04
05	Відрахування на соціальні заходи	344700	А×таб. 6.6 п.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	754750	А×таб. 6.6 п.06
07	Загальновиробничі витрати	1021300	А×таб. 6.6 п.07
08	Виробнича собівартість	3535850	А×таб. 6.6 п.08
09	Адміністративні витрати	1361700	А×таб. 6.6 п.09
10	Витрати на збут	27250	А×таб. 6.6 п.10
11	Інші операційні витрати	34050	А×таб. 6.6 п.11
12	Повна собівартість	4958850	А×таб. 6.6 п.12
13	Рівень рентабельності	15%	-
14	Прибуток	743827,5	п.13 від п.12
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	5702677,5	п.12+п.14

А – обсяг виробництва (5000 шт.).

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

6.6. Визначення фінансових результатів (прибутку)

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за допомогою таблиці 6.8.

Визначення фінансових результатів

Таблиця 6.8

Стаття	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3
1. Доход (виручка) від реалізації продукції	5702677,5	п.15 табл.6.7
2. Собівартість продукції (виробнича)	3535850	п.08 табл.6.7
3. Валовий прибуток	2166827,5	п.1–п.2
4. Адміністративні витрати	1361700	п.09 табл.6.7
5. Витрати на збут	27250	п.10 табл.6.7
6. Інші операційні витрати	34050	п.11 табл.6.7
7. Фінансові результати від операційної діяльності	743827,5	п.3- (п.4+п.5+п.6)
8. Податок на прибуток від звичайної діяльності	185956,88	25% від п.7
9. Фінансовий результат (чистий прибуток)	557870,63	п.7-п.8

6.7. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту

6.7.1. Проектування обсягів виробництва

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2025 року і продовжується протягом 5 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 5000 штук.

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Припустимо, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а програмний обсяг виробництва досягається поступово (таблиця 6.9.).

Проектовані обсяги виробництва

Таблиця 6.9

Роки	2025	2026	2027	2028	2029
Обсяг виробництва, % до проектного	70	90	100	100	100

6.7.2. Розрахунок інвестиційних вкладень у проект

Обсяги інвестицій у проект включають суму вкладень в основні засоби та на створення оборотних коштів. Розрахунок інвестиційних вкладень у проект зведено в таблицю 6.10.

Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Таблиця 6.10

Показники	Величина витрат, грн.
1	2
I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:	
1.Будівлі, споруди і передатні пристрої	457400
2. Транспортні засоби	132850
3. Інші	820085
Разом: вкладення в основні фонди	1410340
II. Інвестиції в оборотні кошти	459911
УСЬОГО: I+II	1870251

Інвестиції в оборотні кошти ($CF_{об}$) є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А). Для даної деталі повна собівартість річної програми складає 4958850 грн. (табл.6.7., п.12), амортизація –359736,4 грн. (табл.6.11., п.2+п.3+п.4), інвестиції в оборотні кошти будуть дорівнювати:

$$CF_{об} = \frac{ПС - А}{12} \cdot 12$$

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Адк.
						110
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

$$CF_{06} = \frac{4958850 - 359736,4}{12} \cdot 1,2 = 459911,36 \text{ (грн.)}$$

У даній формулі 20% – це резервний (страховий) фонд.

6.7.3. Розрахунок грошового потоку

Для оцінки ефективності проекту потрібно сформувати грошовий потік від реалізації інвестицій (таблиця 6.11).

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники	Значення, грн.	Вказівки розрахунку	3
1	2	3	
1. Чистий прибуток, у тому числі:	862901,02	-	
а) у річному обсязі продукції	557870,63	п.9 табл.6.8	
б) прибуток від випуску супутньої продукції	305030,39	Див.розрахунок нижче	
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів	109776	24% від п.1 таб.6.10	
3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	53140	40% від п.2 таб.6.10	
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	196820,4	24% від п.3 таб.6.10	
Разом сумарний грошовий потік:	1222637	п.(1+2+3+4)	

6.7.4. Розрахунок прибутку від випуску супутньої продукції

Прибуток від випуску супутньої продукції:

$$П = \frac{П}{ТН} \cdot (ТН - ТН),$$

де П – отриманий прибуток від заданої програми, грн.;

ТН – працевісткість річної програми, н.-год.;

ТН' – працевісткість річної програми з урахуванням довантаження, н.-
год.

$$\Pi' = \frac{557870,63}{27995} \cdot (46302 - 27995) = 305030,39 \text{ (грн.)}$$

6.7.5. Розрахунок сумарного грошового потоку

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва по роках зводимо в таблицю 6.12.

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів
виробництва по роках

Таблиця 6.12

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
1	2	3	4
0	Сума капітальних вкладень	Початок 2025 року	(1870251)
1	70% грошового потоку	2025	855845,9
2	90% грошового потоку	2026	1100373,3
3	100% грошового потоку	2027	1222637
4	100% грошового потоку	2028	1222637
5	100% грошового потоку	2029	1222637
6	100% грошового потоку	2030	1222637
Разом (без дисконтування):			4976516,2

Визначення періоду окупності проекту.

		Кількість років		Невідшкодований
		до повного		залишок у цьому році
Період	=	відшкодування	+	Грошовий потік
окупності		витрат		наступного року

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рік 1-й: $(1870251) + 855845,9 = (1014405,1)$

Рік 2-й: $(1014405,1) + 1100373,3 = 85968,2$

Проект окупиться на другий рік.

Період окупності $= 1 + \frac{32477,3}{624263} = 1,92$ року або через 1 рік та 11 місяців.

6.7.6. Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
	2	3
	$K_d = \frac{1}{(1+r)^t},$ де $r=15\%$ – ставка дисконтування; t – номер року $K_d = \frac{1}{(1+0,15)^0} = 1$	K_d х значення року табл. 6.12. (1870251)
	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,8696$	744243,6
	$K_d = 0,7561$	831992,25
	$K_d = 0,6575$	803883,83
	$K_d = 0,5718$	699103,84
	$K_d = 0,4972$	607895,12
	$K_d = 0,4323$	528545,98
Разом чиста теперішня вартість проекту:		2345413,62

Період окупності проекту за урахуванням дисконту:

Рік 1-й: $(1870251) + 744243,6 = (1126007,4)$

Рік 2-й: $(1126007,4) + 831992,25 = (294015,15)$

Рік 3-й: $(294015,15) + 803883,83 = 509868,69$

Період окупності (модифікований) $= 2 + \frac{294015,15}{803883,83} = 2,37$ року або через 2

роки і приблизно 5 місяців.

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						113
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.8. Техніко-економічні показники дільниці

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту дільниці механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої дільниці. Основні техніко-економічні показники дільниці зведені в таблицю 6.14.

Техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 6.14

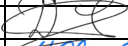
Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	штук	5000
2. Трудомісткість річної програми:	н.-год.	
- заданої річної програми;		27995
- з урахуванням супутньої продукції		46302
3. Чисельність працюючих всього:	осіб	43,708
в тому числі:		
- основних робочих;		26
- допоміжних робочих;		13,77
- спеціалістів;		3,439
- службовців;		0,399
- молодшого обслуговуючого персоналу		0,1
4. Середній розряд робочих:	-	
- основних;		4,0
- допоміжних		3,5
5. Фонд заробітної плати:	грн.	
- основних робочих;		1438578,05
- допоміжних робочих;		597280,1
- спеціалістів;		236392,59
- службовців;		16355,81
- молодшого обслуговуючого персоналу		2352

6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	
- основних робочих;		4610,83
- допоміжних робочих;		3614,62
- спеціалістів;		5728,23
- службовців;		4020,6
- молодшого обслуговуючого персоналу		1960
7. Вартість основних виробничих фондів всього:	грн.	1410340
у тому числі:		
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої);		457400
II. групи (транспортні засоби. ЕОМ, прилади);		132850
III. групи (інше)		820085
8. Кількість устаткування на ділянці	штук	13
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	0,86
10. Коефіцієнт використання матеріалу	-	0,7
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	991,77
12. Собівартість річної програми	грн.	4958850
13. Виробнича програма за оптовими цінами	грн.	5702677,5
14. Чистий прибуток	грн.	557870,63
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	2345413,62
16. Строк окупності капітальних вкладень:	роки	
без дисконтування;		1,92
з урахуванням дисконтування		2,37

Висновок

Випуск деталей „напівмуфта шліцева” є цілком доцільний, технологічно необхідний і економічно вигідний. Інвестиції окупаються протягом 1 року та 11 місяців без дисконту і протягом 2 років і приблизно 5 місяців з урахуванням дисконтування. У результаті реалізації проекту підприємство отримає 557870,63 грн. прибутку.

					6261м. 09.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

					6261м.09.МР.09.07.ПЗ			
					Охорона праці			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.				Літ		Арк.
Затвердив		Ткач М.Р.				М	Р	Аркушів
					116 13			
					НУК			

7.Охорона праці

Вступ

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімуму ймовірність поразки або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий фактор, внаслідок якого на працюючого в певних умовах призводить до травми або до іншого раптового, різкого погіршення здоров'я.

Шкідливим виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах приведе до захворювання або зниження працездатності.

Прикладами небезпечних факторів можуть служити відкриті струмоведучі частини встаткування, рухомі деталі машин і механізмів, розпечені тіла, можливість падіння з висоти самих працюючого або деталей і предметів, наявність ємностей зі стисненими або шкідливими речовинами й. т. п.

Прикладами шкідливих факторів є шкідливі домішки в повітрі, несприятливі метеорологічні умови, променева теплота, недостатнє освітлення, вібрації, шум, ультра- і інфразвук, іонізуюче і лазерне випромінювання, електромагнітні поля, підвищена напруженість і важкість праці, наявність шкідливих мікроорганізмів або комах і та ін.

7.1. Аналіз потенціальних небезпек та шкідливостей на проектованій дільниці

Задача охорони праці – звести до мінімуму вірогідність ураження та захворювання працюючих на дільниці з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						117
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реальні виробничі умови характеризуються наявністю деяких небезпек та шкідливостей.

Любе виробництво це результат взаємодії трьох елементів: засобів праці, предметів праці, живої праці. Питання забезпечення безпеки праці виникають при будь-якому технічному процесі. Успішне рішення їх потребує не тільки минулої практики, накопиченого досвіду, але й перспективи розвитку технологічного процесу.

До числа типово небезпечних і шкідливих факторів в машинобудуванні можливо віднести фізичні фактори:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, переміщення виробів і заготовок;
- підвищена чи понижена температура поверхонь обладнання, повітря робочої зони;
- підвищення рівня шуму і вібрацій на робочому місці;
- підвищена чи понижена вологість і рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричній мережі;
- підвищений рівень статичної електрики;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- гострі брівки, заусенці і шорсткість поверхонь ріжучого інструменту і деталей.

В число хімічних небезпечних і шкідливих речовин входять токсичні, подразнюючі і канцерогенні речовини.

Вимоги безпеки, що враховують ще при проектуванні нових машин і обладнання, виборі нових технологічних процесів і вихідних матеріалів дозволяють отримати нові високопродуктивні процеси які в корні покращують умови праці.

На проектованій ділянці механічного цеху багато операцій виконуються на універсальних верстатах. В цих умовах робітник часто і значно довго знаходиться в небезпечній зоні. Небезпечна зона машини – це простір, в якому рухаються механізми, ріжучі інструменти і так далі, що можуть нанести пошкодження. При експлуатації обладнання можливі порушення нормального

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						118
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

режиму роботи: перевантаження механізмів, різке підвищення тиску в гідро – і пневмоприводах, порушення герметичності, руйнування деталей і інструментів.

В машинах небезпечні зони можуть створюватися обертальними, зворотно – поступовими і іншими рухами деталей і вузлів, які створюють небезпеку травмування, як місці передачі руху від одного вузла до іншого, так і в зоні різання. Любий предмет що обертається є небезпечним. З'єднувальні муфти, хомутки, кінці валів, ходові гвинти – це ті пічні приклади небезпечних обертальних механізмів. Небезпека травмування збільшується, якщо на деталі що обертається є виступаючі і незахищені болти, шпонки, гвинти кріплення, зруйновані частини.

Найбільшу небезпеку при роботі на метало ріжучих верстатах є стружка. З досвіду роботи заводів відомі багато способів захисту від стружки. До них відносяться: застосування захисних окулярів, індивідуальні щитки і екрани, що встановлюються на станку, обладнання ріжучих інструментів стружколамами, стружкозавивачі, стружковідводжувачі. Найбільш універсальними засобами захисту від стружки слід рахувати такі пристрої, які забезпечують безпечно її відведення від місця роботи. Конструктивно такі пристрої можуть бути трьох видів.

1. Конструювання верстатів з нахиленими супортами, при яких забезпечується відведення стружки до заданих стінках.

2. Застосування пристосувань, що використовують кінетичну енергію стружки для її відведення. Такі пристосування додатково оснащують пристроями, що дозволяють відводити стружку і пил за границі станка і виключають можливість запилення повітря в цеху.

3. Оснащення обладнання різноманітними по формі і розмірам щитками і екранами. Такі огороження являють перешкоду на шляху потоку стружки до робочого місця. Відбиваючись від екрану стружка потрапляє в безпечне місце. Подібні огороження конструктивно зв'язані зі станком і задовольняють вимогам , а саме ізолюють працюючого від небезпечної зони, не погіршувати умов роботи, не знижувати продуктивність праці, відрізнятися простотою і

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

безпечністю при обслуговуванні налагоджуванні і регулюванні, блокуються з механізмами пуску і гальмування верстата.

Для усунення можливості переміщення працюючого в небезпечну зону, а також захисту від випадкового пуску механізму в обладнанні передбачаються спеціальні блокуючі системи. Ці системи виконують роль огорожень, попереджаючи нещасні випадки. Захисне блокування зупиняє механізм, якщо рука чи будь - яка частина тіла оператора попадає в небезпечну зону. Перспективними в цьому відношенні є фотоелектричні блокуючі пристрої.

Попередження випадкового пуску механізму досягається також автоблокуванням. Для блокувань використовують електричний, механічний, оптичний і магнітний зв'язок.

Полегшення і безпеку праці при роботі на верстаті досягається автоматизацією і механізацією процесів. Основний напрямок підвищення продуктивності праці і його безпеки є в більш широкому застосуванні верстатів з ЧПК.

Небезпечними виробничими факторами при виконанні підйомно – транспортних операцій є: крани, вантажні електричні візки, ручні і електричні талі, вантажні лебідки, змінні вантажозахоплювальні органи (гаки, вакуумні захоплювачі); інші вантажозахоплювальні пристосування (стропи, скоби, струбцини), що навішуються на гак вантажопідйомної машини; гострі і ріжучі брівки переміщуваних вантажів; недостатня ширина проїжджої частини транспортних шляхів і їх завантаженість. Ці та інші місцеві небезпечні виробничі фактори при підйомних і транспортних операціях призводять до значного числа травм і поранень.

Для попередження аварій і травм під час роботи всі вантажопідйомні машини обладнують запобіжними і блокуючими пристроями. До них відносяться: кінцеві вимикачі, що призначені для автоматичного вимкнення електродвигуна при підході захоплюючого пристрою до крайнього верхнього положення. Кінцеві упори, що призначені для запобігання переходів кранів, кранових візків за межі колії; запобігаючі щити, що виключають попадання під холодні колеса сторонніх предметів; обмежувачі вантажопідйомності; колійні

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						120
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

захвати, що застосовуються доля кріплення крану до колії при довгій роботі на одному місці; гальма застосовують для механізмів підйому; сигнальні пристрої; блокуючи контакти, що знімають напругу з колій. Огородження всіх небезпечних місць, що застосовуються у вигляді кожухів, перил, стінок.

До найбільш відповідальних частинам підйомно-транспортних засобів відносять контакти і ланцюги, що слугують для завантаження і розвантаження вантажів, складаючи частину самого об'ємного пристрою чи обв'язування вантажу, що піднімається.

Для безпеки роботи велике значення має правильне закріплення вантажу, що підіймається, так як при його переміщенні можливо самовільне розв'язування чи зсування канатів і ланцюгів, що може привести до падіння вантажу і травм. Робочим забороняється знаходитися під вантажами, що проносяться. Укладання вантажів повинно виконуватися з дотриманням обережностей і на заздалегідь підготовану площадку.

Найбільш цілеспрямованим є програмне управління підйомно-транспортними механізмами. Застосовують дистанційне управління за допомогою радіоелектронних пристроїв чи електричної слідкувальної системи. При стаціонарному пульті управління краще використовувати електричну систему, а при управлінні з різних місць радіоелектронну.

Для механізації трудомістких виробничих процесів в машинобудівельних цехах широко використовується енергія стисненого повітря для роботи пневматичного інструменту і затиску деталей.

Порушення режимів експлуатації чи міцності судів, трубопроводів і установок, працюючих під тиском стисненого повітря, призводить до вибухів. Наслідками вибухів є механічні пошкодження вибуховою хвилею, деталями руйнування.

Пожежі на виробництві представляють велику небезпеку для працюючих і причиняють значні матеріальні збитки. В виробничих умовах найбільш розповсюдженим джерелом займання є:

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						121
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

а) іскри, що виникають при коротких замкненнях, і нагрівання ділянок електромереж і електрообладнання, що виникають при їх перевантаженні чи при виникненні великих перехідних опорів;

б) тепло що виділяється при терті під час сковзання підшипників, дисків, пасових передач, при обробці ріжучим інструментом і від літаючої високо нагрітої стружки.

в) тепло, що виділяється в процесі хімічної взаємодії деяких речовин і матеріалів, а також при самозапаленні речовин, промислової обтирочної ветоші, спец – одягу, при обробці деяких матеріалів;

г) іскрові розряди статичної електрики.

Виникнення пожежі можливо уникнути шляхом виконання відповідних інженерно-технічних заходів при проектуванні і експлуатації технологічного обладнання, енергетичних установок, дотриманням встановлених правил і вимог пожежної безпеки.

Важливішим пожежно-профілактичними заходами є:

Правильний вибір електрообладнання і способів його монтажу з врахуванням пожежонебезпеки навколишнього середовища, контроль справності захисних апаратів і пристроїв на електрообладнанні;

Попередження перегріву деталей і механізмів, в яких виникає тертя, шляхом своєчасної і якісної змазки.

Обладнання ефективною вентиляцією, що виникає можливість утворення горючої і вибухонебезпечної сполуки. На даній ділянці для змазки обладнання і охолодження ріжучого інструменту застосовуються мінеральні мастила і дизельне паливо, пари яких можуть привести до утворення небезпечних сполук;

- заборона зберігання і транспортування і наявності на робочих місцях вогнебезпечних рідин і розчинів;

- ізоляція самозапальних речовин від інших речовин і матеріалів, виконання правил безпечного їх зберігання;

- попередження виникнення іскрових розрядів статичної електрики при обробці матеріалів;

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						122
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- своєчасне прибирання промислових обтиральних матеріалів і вогненебезпечних промислових відходів в спеціально відведені для цього місця;
- проведення інструктажу і пояснювальної роботи серед робочих і службовців по дотримання правил пожежної безпеки.

На ділянці характерна концентрація великої кількості метало ріжучого обладнання в приміщенні, що має погані акустичні характеристики. Робочі швидкості верстатів великі і це може в ряді випадків призводити до виникнення шуму в цехах і вібрації на робочих місцях, що перевищують встановлені норми. Основним напрямком в боротьбі з шумом метало ріжучих станків є його локалізація в місцях утворення.

Основні джерела шуму і вібрацій в метало ріжучих верстатах – динамічні навантаження в зубчатих передачах; змінність навантаження, що беруть на себе шарики чи ролики в підшипниках кочення; шліцові з'єднання; кулачкові муфти; гідравлічні системи; електродвигуни. Крім того вібрації і шум що виникають а результаті не урівноваження обертальних мас, погано закріпленими ріжучими інструментами.

Значить основними шляхами зниження вібрації і шуму металоріжучих верстатів є застосування високоякісних підшипників, мало шумних зубчастих передач і електродвигунів, дотримання технологічної дисципліни при виготовленні і збиранні вузлів, застосування і робота раціональних конструкцій ріжучого інструменту і пристосувань, жорсткість їх кріплень.

Для того щоб загальний рівень шуму в виробничих цехах не перевищував встановлених санітарних норм, шум, що викликають деякі станки, повинен бути значно нижчим регламентованого санітарними нормами. За нормативами виробничої санітарії допускається шум на постійних робочих місцях не більше 80дБ (ДБН.В 2.5.28-2006) при частоті 1000Гц.

Велике значення має освітлення робочих місць. Освітлення проектованої ділянки виконується трьома способами:

- 1) природне;
- 2) загальне;
- 3) місцеве на робочих місцях напругою 200В.

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						123
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

В діючих нормах освітлення в виробничих приміщеннях задаються як кількісні так і якісні характеристики, які важливі для створення нормальних умов праці.

При точній чистовій обробці, при освітленні робочого місця газорозрядними лампами загальне освітлення повинно бути 750лк.

Широка автоматизація виробничих процесів супроводжується підвищеною енергоозброєністю і застосуванням електричної енергії різних параметрів.

Вплив електричного струму на організм людини може мати серйозні наслідки для здоров'я людини. Електротравми складають лише незначну частину загального виробничого травматизму, але кількість смертельних електроуражень в загальному смертельному травматизмі велике. В зв'язку з цим виникає необхідність глибоких знань працюючих можливих небезпек виникнення електричного струму, а також способів захисту від уражень електричним струмом.

Захист людей від уражень електричним струмом в умовах машинобудівного виробництва досягається наступним чином:

а) відповідним пристроєм електроустановок, при якому струмоведучі частини їх, що нормально знаходяться під напругою, недосяжні для випадкового доторкання дякуючи наявності ізоляції, огороженню, розташуванню на недосяжній висоті, блокуваннями.

б) пристроєм захисного заземлення чи автоматичного відключення, при якому в випадку пошкодження ізоляції і переходу напруги на металеві конструктивні частини електроустановки, напруги що виникають на них обмежуються по величині чи пошкоджене огороження чи апаратура вимикаються.

в) регламентацією величини допустимих напруг для різних приміщень і умов в яких працює обладнання.

г) пристроєм в приміщеннях ізольованих підлог.

В машинобудуванні при виконанні багатьох технологічних процесів застосовують речовини і матеріали, які можуть шкідливо впливати на людину,

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						124
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

виділенням в повітря і при безпосередньому контакті парів газів і рідин. Потрапляючи на шкіру людини, масляні рідини (керосин, мастила сульфозфрізол) можуть викликати при цьому виникнення вугрів чи гнійні захворювання. При роботі з содовими розчинами високої концентрації (1.5% і вище) відбувається розм'якшення рогового покриття шкіри і також може привести до дерматиту чи екземи. Для захисту від шкідливих впливів рідин на шкіру необхідно: встановлення щитків; використання щіток для прибирання станка; миття рук з милом; зміна спецодягу; очищення рідин від механічних домішок, що пошкоджують шкіру; заміна масляних рідин емульсіями, котрі значно менше подразнюють шкіру і при випаровуванні не дають шкідливих випарів як керосин чи сульфозфрізол; профілактичне змазування шкіри рук для захисту від нафтових масел і содових розчинів.

При обробці на металорізальному обладнанні виділяється велика кількість тепла котре відводиться змащувально-охолоджуючими рідинами, при нагріванні вони випаровуються чим можуть викликати шкідливі випари. Видалення з приміщень забрудненого повітря і подавання на місце видаленого свіжого чистого повітря забезпечує організований і регульований повітрообмін – вентиляція. Розрізняють два основних види вентиляції: природну вентиляцію і механічну вентиляцію.

На проєктованій ділянці механічної обробки застосована природна вентиляція, яка виникає в результаті різниці питомої ваги повітря зовні і всередині будівлі і дії вітру.

Для нормальної роботи обладнання та сприятливих умов роботи для обслуговуючого персоналу на ділянці повинні бути відповідні норми мікроклімату.

Мікроклімат в виробничих умовах визначається наступними параметрами:

- 1) температура повітря – t^0 С;
- 2) відносна вологість – g, %;
- 3) швидкість руху повітря δ , м/с;
- 4) Барометричний тиск p, МПа.

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Відповідно з ГОСТ12.1.006-88 встановлюються оптимальні та допустимі метеорологічні умови для робочої зони приміщення. Для звичайної роботи, яка виконується на проектованій ділянці допустимі наступні параметри:

$$t^0 = 17^0 \dots 22^0 \text{C};$$

g – не більше 75%;

δ – не більше 0,3 м/с;

p – 760 мм рт.ст.

7.2. Заходи з охорони праці

Виходячи з аналізу небезпек для зменшення нещасних випадків приймаємо наступні заходи по охороні праці і техніки безпеки:

1. Огородження рухомих частин технологічного обладнання захисними огороженнями.

2. Для захисту від стружки – застосовуємо захисні окуляри, індивідуальні щитки і екрани, екранів на верстатах. Застосування ріжучого інструменту з стружколамами.

3. Для захисту від стружки також застосування станків з нахиленими супортами, застосування пристосувань, що використовують кінетичну енергію стружки.

4. Для попадання людини в робочу зону обладнання і захисту від випадкового пуску механізму застосування блокувальних систем, автоблокуванням.

5. Автоматизація і механізація процесів.

6. Використання верстатів з ЧПК.

7. На вантажних засобах встановлення обмежувачів вантажопідйомності, гальма, сигнальні прибори, блокувальні контакти, застосування кожухів. Правильне закріплення вантажів, використання підіймачів, застосування програмного транспортного обладнання.

8. Правильний вибір електрообладнання, способів його монтажу, контроль використання захисних апаратів, сучасна змазка.

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						126
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

9. Обладнання ефективною вентиляцією, ізоляція самозапальних речовин, іскрогасіння.

10. Застосування високоякісних підшипників, встановлення обладнання на віброгасник фундаментах.

11. Ізолювання струмоведучих частин, розташуванню на недосяжній висоті.

12. Регенерація величини допустимої напруги для різних умов роботи обладнання.

13. Встановлення захисного заземлення, автоматичного вимкнення при пошкодженні ізоляції.

14. Заміна масляних рідин емульсіями, застосування профілактичних масел.

15. Застосування високоефективного кондиціювання повітряного простору цеху.

7.3. Розрахунок штучного освітлення дільниці

Штучне освітлення дільниці розраховується методом коефіцієнта використання світлового потоку. Цей метод найбільш застосований для розрахунку загального рівномірного освітлення приміщень в умовах експлуатації промислових підприємств.

При розрахунку цим методом ураховується як пряме світло від світильника, так і світло, відбите від стін.

У цьому випадку на проектованій ділянці застосовується локалізований спосіб розміщення світильників. При локалізованому розташуванні світильників їх розміщують із урахуванням місцезнаходження верстатів, машин, місць контролю й робочих місць. Таке розташування світильників застосовують при несиметричному розміщенні устаткування.

Для штучного освітлення дільниці застосовують світильники з відбивачами зі сталі.

Світловий потік розраховується за формулою :

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						127
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{r \cdot n},$$

де E – освітленість;

S – площа освітлюваного приміщення;

k – коефіцієнт запасу;

η – коефіцієнт використання освітлювальної

установки;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

n – кількість світильників.

В обраних світильниках використовуються лампи накаливання з

$P = 500\text{Вт}$; $U = 220\text{В}$.

Визначаємо відношення відстані між світильником і висотою їхнього підвісу (Рис. 7.1).

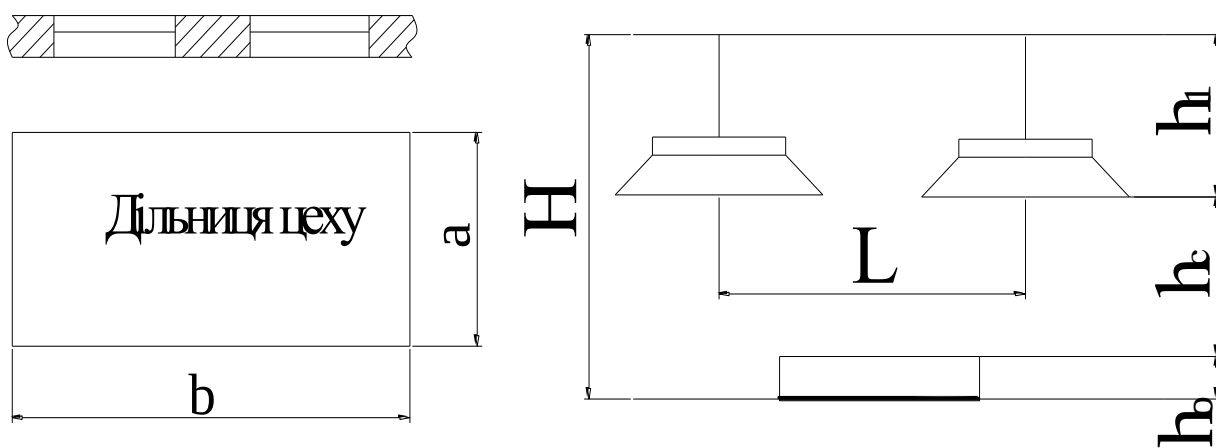


Рис.7.1. Розміри цеху і встановлення світильників

Так як розташування світильників на проєктованій ділянці прямокутне, то відношення B/H приймається 1,7. Висота розташування світильників над освітлюваною поверхнею:

$$h_c = H - h_1 - h_0 = 6,0 - 1,5 - 1,0 = 3,5 \text{ м},$$

де: H - загальна висота приміщення;

h_1 - висота від стелі до нижньої частини світильника;

h_0 - висота від підлоги до освітлюваної поверхні.

Необхідне число світильників визначається за формулою:

Арк.

128

$$n = \frac{S}{L^2} = \frac{200}{5^2} = 8 \text{ шт}$$

приймаємо $n = 8$ світильників.

На наступному етапі розрахунку визначають показник приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c \cdot (a+b)} = \frac{12 \cdot 17}{2,7 \cdot (12+17)} = 2,6$$

де a, b - відповідно ширина й довжина приміщення.

Показник приміщення відповідає коефіцієнту використання освітлювальної установки $\eta = 0,43$. Вибираємо коефіцієнт запасу. Приймаємо

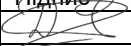
$k = 1,5$. Визначаємо величину коефіцієнта нерівномірності, що залежить від відносини b/H (рис. 7.1) і має значення від 1,1 до 1,5. Приймаємо $Z = 1,3$.

Світловий потік однієї лампи:

$$F = \frac{150200 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{0,438} = 17006 \text{ лм}$$

За знайденим значенням світлового потоку кожної лампи визначаємо її потужність за ГОСТ 2239-70. Приймаємо лампу накаливання освітлювальну загального призначення типу НГ220-1000, потужністю 1000 Вт, $F = 18600 \text{ лм}$.

					6261м. 09.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						129
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.09.МР.09.08.ПЗ			
					Охорона навколишнього середовища			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сорокін Д.А.						
Перевірів		Боду С.Ж.						
Консульт.								
Н.контр.		Морзун С.О.						
Затвердив		Ткач М.Р.						
						Літ		
						М	Р	Арк.
								130
						Аркушів		
						3		
						НУК		

8. Охорона навколишнього середовища

8.1. Заходи щодо охорони навколишнього середовища

На дільниці цеху металообробного підприємства є наступні джерела забруднення:

- металева стружка;
- відпрацьовані мастила;
- відходи ЗОР;
- пари й пил лакофарбових матеріалів;
- інші відходи виробництва.

Вищевказані забруднення можуть потрапляти на ґрунт і підґрунтові води, викидатися вентиляційними установками в атмосферу і є джерелами забруднення.

Для запобігання впливу цих факторів на навколишнє середовище необхідно виконати наступні заходи:

- обладнати спеціальними фільтрами вентиляційні установки й забезпечити їхнє регулярне очищення або заміну;
- організувати збір, зберігання й утилізацію всіх відходів;
- налагодити систематичну перевірку працездатності й справності всіх пристроїв, установок і пристосувань, призначених для захисту навколишнього середовища від забруднення.

Для збирання стружки, що накопичується, на проектованій ділянці механічного цеху є спеціальні контейнери. При їхньому заповненні вони перевантажуються за допомогою крана на електрокари й вивозяться за межі цеху.

У технологічному процесі механічної обробки деталі «муфта» широко застосовуються різні змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР). Відпрацьовану ЗОР необхідно за допомогою спеціальних фільтрів очистити від стружки й помістити в збірник. Неприпустиме потрапляння відпрацьованої ЗОР на ґрунт а також злив її в систему стічної каналізації.

					6261м. 09.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						131
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Забруднення повітря на проектованій ділянці механічного цеху практично відсутнє через відсутність печей для випалу або плавки, лакофарбових робіт, хімічних реактивів, гальванічних ванн.

Для утилізації відпрацьованої технічної води повинні бути передбачені очисні спорудження. У них вода фільтрується, знежирюється й знезаражується перед повторним використанням або випуском у природну водойму. У складі очисних споруджень передбачається встановлення решіток, відстійників, біологічних фільтрів і та ін.

Всі стічні води підприємства повинні піддаватися очищенню від шкідливих речовин перед скиданням у водойму. Для виконання цих вимог застосовують механічні, хімічні, біологічні, а також комбіновані методи очищення. У складі очисних споруджень повинні передбачатися решітки-дробарки, пісколовки й піскові площадки, усереджувачі, відстійники, нафтопастки, гідроциклони, флотаційні установки, біологічні фільтри, аэротенки, спорудження для насичення очищених стічних вод киснем та інші спорудження.

Решітки повинні мати віка 16 мм.

Освітлювачі проектують у вигляді вертикальних відстійників із внутрішньою камерою флокуляції із природною аерацією за рахунок різниці рівнів води в розподільній чаші й освітлювачі.

Нафто пастки застосовують для затримки нафтових часток при концентрації їх у стічній воді більше 100 мл/кг.

Гідроциклони (відкриті та напірні) застосовують для відділення зі стічних вод осідаючих і грубодисперсних домішок.

Флотаційні установки (імперерні та напірні) застосовують для видалення зі стічних вод нафтопродуктів, жирів, волокон мінеральної вати, азбесту, вовни й інших нерозчинних у воді речовин. Імперерні флотаційні установки використовують для видалення з води грубодисперсних домішок, напірні - для видалення з води тонкодисперсних домішок.

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

Аэротенки (змішувачі, витискачі, проміжного типу й відстійники) застосовують для повного й неповного біологічного очищення стічних вод.

Вищевказані агрегати розраховуються на основі даних, наведених у СНіП II-32-74.

Чистоту води, що скидає у водойму, необхідно регулярно контролювати. При перевищенні змісту шкідливих речовин зробити виявлення причини й вжити заходів по їхньому усуненню.

					6261м. 09.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						133
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цивільний захист	Літ		Арк.	Аркушів
Розробив		Сорокін Д.А.				М	Р	134	14
Перевірів		Боду С.Ж.				НУК			
Консульт.									
Н.контр.		Морзун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
Введіть текст									

9. Дослідження стійкості ділянки механічного цеху у надзвичайний стан

9.1. Обґрунтування необхідності дослідження стійкості [18]

Основними причинами виникнення надзвичайного стану техногенного характеру на дослідженій ділянці є: недоліки та помилки при проектуванні, будівництві, монтажі або виготовленні будівель, споруд, інженерно-технічних засобів та інше; порушення технологічного процесу виробництва, правил експлуатації, зберігання і транспортування, а також недотримання заходів щодо техніки безпеки та охорони праці, низький рівень підготовки і трудової дисципліни, халатність, некомпетентність виробничого персоналу, що призводить до помилкових дій, зовнішні події: стихійні лиха, аварії на КЕМ, транспортних магістралях, залізниці, об'єктах господарчої діяльності (ОГД).

Основним причинами виникнення надзвичайного стану природного характеру на ділянці механічного цеху є: руйнівні, невідчужені людиною сили природи, що виникають як незалежні одне від одного або у взаємодії, антропогенний вплив господарчо-виробничої діяльності людини на природне середовище, який сприяє активізації, посиленню і навіть небезпечних природних явищ (землетрусів, зсувів, обвалів тощо).

Внаслідок цих причин надзвичайний стан у мирний час можуть виникнути на будь-якому об'єкті господарчої діяльності або території, однак найтяжчі наслідки виникатимуть під час аварії на ПМО.

Господарча діяльність в Україні в сучасних умовах відбувається, як відомо, на базі багатьох фізично і морально застарілих технологій та основних виробничих фондів. Це зумовило істотне відставання вітчизняних виробництв за рівнем безпеки від світових стандартів, що значно підвищило ймовірні виникнення аварій та катастроф.

Великомасштабне використання різних видів енергоносіїв і хімічних речовин, нових технологій і засобів, отримання енергії, розвиток в цілому промисловості, транспорту та інше, виникнення виробничих аварій та катастроф, а людям певний ризик зазнати впливу несприятливих або навіть несумісних з життям факторів.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						135
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загрожують населенню також поки ще непідвладні людині стихійні лиха. З усіх проблем забезпечення життєдіяльності населення взагалі і в Україні зокрема в сучасних умовах найбільш актуальна проблема запобігання або максимального зниження наслідків можливих аварій, катастроф та стихійного лиха, які й призводять до виникнення надзвичайного стану в мирний час.

Антропогенний вплив на довкілля сприяє активізації та посиленню стихійних явищ. З численних осередків ураження, які виникають під час стихійних лих, найбільш значними за масштабами наслідків є осередки, що утворюються при землетрусах та повенях. За ними йдуть пожежі, урагани, смерчі, сніжні замети, обледеніння.

На стійкість роботи об'єктів народного господарства у військовий час впливають наступні фактори: надійність захисту робочих та службовців від впливу зброї масового ураження, здібність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти в визначеній ступені ударній хвилі, світовому випромінюванню і радіації, захищеність об'єкта від вторинних вражаючих факторів (пожеж, вибухів, затоплень, зараження сильнодіючими отруйними речовинами), надійність системи постачання об'єкта усім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, електроенергією, водою та інше), стійкість та безперервність управління виробництвом та цивільною обороною, підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та невідкладних аварійно-відновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Перелічені фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів підприємства, шляхи підвищення стійкості роботи у воєнний час, тобто:

- забезпечення надійного захисту робочих і службовців від вражаючих факторів зброї масового ураження;
- захист основних виробничих фондів від вражаючих факторів зброї масового ураження, у тому числі і від вторинних;
- забезпечення стійкого постачання усім необхідним для випуску запланованої на воєнний час продукції;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва;

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						136
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— підвищення надійності і оперативності управління виробництвом та цивільною обороною.

Спроектована ділянка підлягає вимогам новобудов, що встановлені до проектування та будівництва. Нові об'єкти господарчої діяльності повинні будуватися на підставі вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості об'єкта. Основні з них наступні:

1. Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розташовувати розосереджено. Відстані між будівлями повинні забезпечувати протипожежні розриви.

2. Найважливіші виробничі споруди треба будувати заглибленими або пониженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будівель і збільшує опір їх ударній хвилі ядерного вибуху.

3. В складських приміщеннях повинна бути мінімальна кількість вікон та дверей.

4. Деякі унікальні види технологічного обладнання доцільно розташовувати в найміцніших спорудах або в будівлях з легких конструкцій, що не згорають, павільйонного типу.

5. Дороги на території об'єкту повинні бути з твердим покриттям та забезпечувати зручне та найкоротше повідомлення між виробничими будівлями, спорудами та складами; в'їздів на територію об'єкта повинно бути не менше двох з різних напрямків.

6. Системи побутової та виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків в місцеві каналізаційні мережі та пристрої для аварійних скидань у котловани, яри, траншеї та інше.

Згідно закону України «Про цивільну оборону України» громадяни України мають право на захист свого життя і здоров'я без наслідків, аварій, катастроф, значних пожеж, стихійного лиха і вимагати від уряду України, інших органів державної виконавчої влади, адміністрації підприємств, установ і організацій незалежно від форми власності і господарювання гарантій щодо забезпечення його реалізації.

Держава, як гарант цього права, створює систему цивільного захисту, яка

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						137
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має своєю метою захист населення та об'єктів економіки від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, соціально-політичного, природного та воєнного характеру. Вона вимагає, щоб всі об'єкти економіки були працездатними в будь-яких умовах.

Згідно з законом України можна зробити висновок: для того щоб виробничий процес був працездатним у будь-яких умовах (у мирний або військовий час) необхідно передбачити можливі фактори виникнення небезпеки і постаратися зменшити наслідки катастроф та воєнних конфліктів. При проектуванні дільниці механічного цеху необхідно взяти до уваги вимоги, які сприяють підвищенню стійкості об'єкта. Організувати заходи по ліквідації або зменшенню шкідливих діянь.

9.2. Оцінка стійкості дільниці механічного цеху по обробці деталі

Найбільш тяжким і складним випадком надзвичайного стану, з точки зору ліквідації наслідків, є застосування зброї масового ураження. Її вражаючими факторами є ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне зараження та електромагнітний імпульс. З характеристики об'єкту дослідження випливає, що небезпечним фактором для нього є ударна хвиля. Отже, якщо досліджена дільниця буде стійка до цього фактору, то вона буде стійка і до інших. Тому і проведемо оцінку стійкості дільниці механічного цеху до впливу ударної хвилі повітряного ядерного вибуху.

Ударна хвиля – основний вражаючий фактор ядерного вибуху. Більшість руйнувань та пошкоджень будівель, споруд та обладнання об'єктів, а також ураження людей обумовлено, як правило, впливом ударної хвилі. В той же час захистити об'єкти від ударної хвилі набагато складніше, ніж від інших вражаючих факторів.

Залежно від того, в якому середовищі розповсюджується хвиля – в повітрі, воді або ґрунті – її називають повітряною ударною хвилею, в ґрунті – сейсмовибуховою.

При наземному ядерному вибуху ударна хвиля має форму півкулі, яка

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						138
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безперервно збільшується, поширюючись паралельно поверхні землі. Наземний ядерний вибух має радіус вражаючої ударної хвилі приблизно 20% менший ніж радіус ударної хвилі повітряного вибуху.

9.2.1. Методика розрахунку вражаючого фактору ударної хвилі

Повітряна ударна хвиля являє собою зону сильного стисненого повітря, яка розповсюджується від центра вибуху з надзвуковою швидкістю. Передня межа хвилі називається фронтом. Основними параметрами ударної хвилі, які визначають її вражаючу дію, є: надлишковий тиск ΔP_{ϕ} , швидкісний напір $\Delta P_{шв}$ та час дії ударної хвилі $t_{y.x}$.

Надлишковий тиск у фронті ударної хвилі ΔP_{ϕ} – це різниця між максимальним тиском повітря у фронті ударної хвилі P_{ϕ} до атмосферних тисків P_0 :

$$\Delta P_{\phi} = P_{\phi} - P_0$$

Надлишковий тиск у даній точці залежить від відстані до центра вибуху та міцності ядерного боєприпасу q , що вимірюється тротиловим еквівалентом у тонах.

Одночасно з проходженням ударної хвилі відбувається переміщення повітря з великою швидкістю.

Швидкісний напір тиску $\Delta P_{шв}$ – це динамічне навантаження, яке створюється потоком повітря, вимірюється в Па. Він залежить від потужності вибуху, швидкості повітряних мас та пов'язаний з надмірним тиском ударної хвилі

$$\Delta P_{шв} = \frac{2,5 \cdot \Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 720}$$

Час дії ударної хвилі ($t_{y.x}$) – це час, коли тиск повітря відрізняється від атмосферного тиску, вимірюється в секундах.

9.2.2. Розрахунок стійкості дільниці цеху машинобудівного заводу до дії ударної хвилі ядерного вибуху

Вихідні дані:

1. Можлива потужність ядерного боєприпасу $q = 0,5$ Мт;

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						139
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Завод розташований на відстані 0,5 км від ймовірної точки прицілювання $R_r = 2,5$ км;
3. Вибух наземний;
4. Одне ймовірне відхилення МБРЕ = 80 м (максимальне відхилення від точки прицілювання дорівнює 5 E)

$$r_{отк} = 5 \cdot E = 5 \cdot 80 = 400 \text{ м}$$

5. Характеристика цеха – будівля має один поверх, цегляна, безкаркасна, перекриття з залізобетонних плит, технологічне обладнання – це підвісний кран, верстати середньої групи важкості, КЕС складається з системи подачі повітря для пневмообладнання та кабельної наземної електромережі.

Розв'язання:

1. Визначаємо максимальне значення надлишкового тиску, яке очікується на території машинобудівного заводу. Для цього знаходимо мінімальну відстань до можливого центру вибуху:

$$R_x = R_r - r_{отк} = 2,5 - 0,4 = 2,1 \text{ км}$$

Подальше по прикладенню [12] знаходимо надлишковий тиск ΔP_ϕ на відстані 2,1 км для боєприпасу міцністю $q = 0,5$ Мт при наземному вибуху (менш сприятним). Цей тиск є максимальним очікуваним на об'єкті $\Delta P_{\phi \max} = 100$ кПа.

Висновок. Дільниця механічного цеху може виявитися на межі зон сильних та повних руйнувань осередку ядерного ураження з ймовірним максимальним надлишковим тиском ударної хвилі 100 кПа, а межа стійкості цеха до ударної хвилі 20 кПа, отже цех не стійкий до ударної хвилі, найбільш слабкий елемент – будівля цеху. Можливий збиток при максимальному надлишковому тиску ударної хвилі, очікуваної на об'єкті, приведе до скорочення виробництва на 60%. Так як очікуваний на об'єкті максимальний надлишковий тиск ударної хвилі 100 кПа, а межа стійкості елементів цеха більше 100 кПа, то доцільно підвищити межу стійкості механічного цеху до 100 кПа. Для цього необхідно: підвищити стійкість будівлі цеха добудовою контрфорсів, підкосів, додаткових робочих конструкцій, кабельну електромережу, труби для повітря

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						140
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прокласти у землі, уражені вузли кранів та кранового обладнання закрити захисними кожухами, встановити додаткові колони кранів.

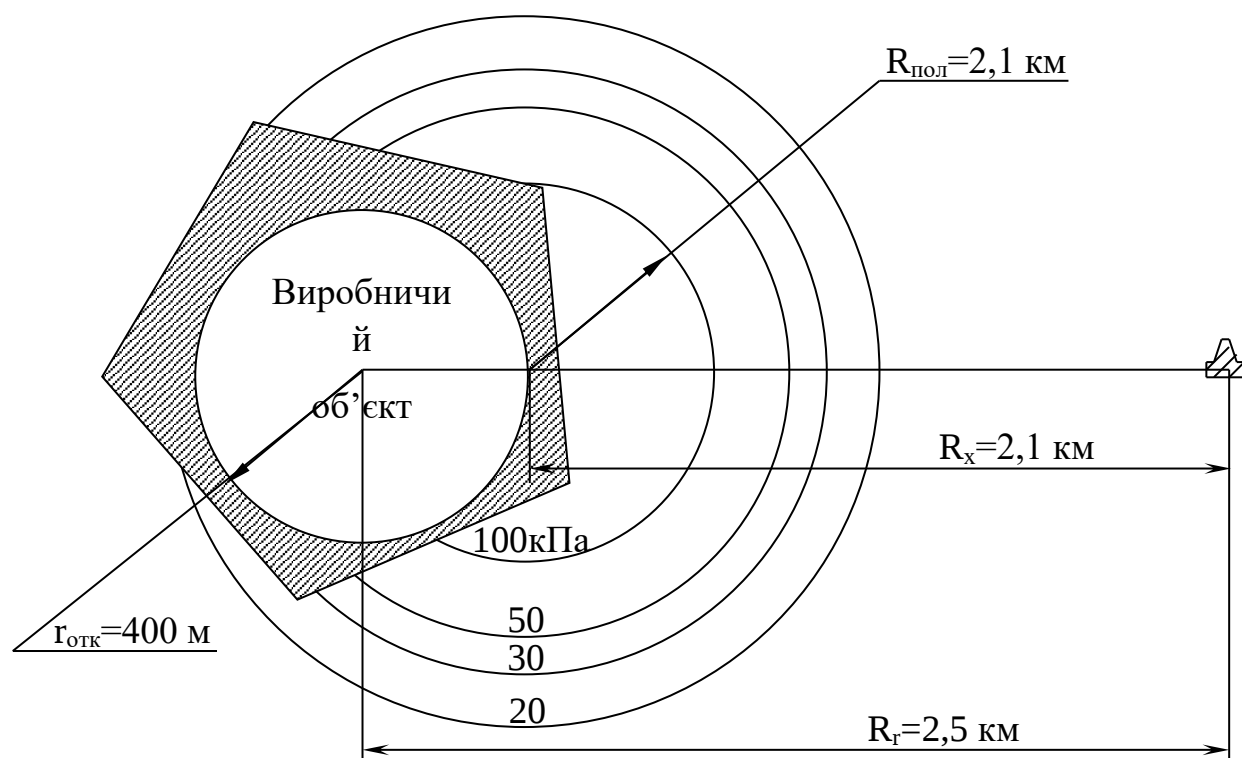


Рис. 9.1. Положення зон руйнувань в осередку ядерного ураження

2. Оцінка стійкості споруд та обладнання до впливу швидкісного напору ударної хвилі

Для споруд та обладнання, які швидко обтікає ударна хвиля, найбільшу небезпеку представляє швидкісний напір повітря, який рухається за фронтом ударної хвилі. Тиск швидкісного напору $\Delta P_{шв}$ залежить від надлишкового тиску ΔP_{ϕ} і може бути визначено по формулі:

$$\Delta P_{шв} = 2,5 \frac{\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 720}$$

$$\Delta P_{шв} = 2,5 \frac{100^2}{100 + 720} = 30,5 \text{ кПа}$$

При взаємодії швидкісного напору на об'єкт виникає зміщуюча сила $P_{зм}$, яка може викликати: зміщення обладнання відносно основи (фундаменту) або його відкидання, перекидання обладнання, ударні перенавантаження, тобто миттєве інерційне руйнування елементів обладнання.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		141

Зміщення обладнання, що викликається дією ударної хвилі, може призвести до слабких, а в ряді випадків і до середніх руйнувань. Ступінь руйнування обладнання різко підвищується, якщо воно відкидається на якусь відстань, супроводжується ударами з іншими предметами і викликає додаткові руйнування. Обладнання зміститься зі свого місця, якщо сила зміщення сила $P_{зм}$ буде перевищувати силу тертя $F_{тр}$ та горизонтальну складову сили кріплення Q_r , тобто при

$$P_{зм} \geq F_{тр} + Q_r, \text{ де: } F_{тр} = f \cdot G = f \cdot m \cdot g$$

де Q_r – сумарне зусилля болтів кріплення, працюючих на зріз, Н; $P_{зм}$

f – коефіцієнт тертя;

$f=0,35$;

G – вага обладнання, Н;

m – маса обладнання, кг;

g – прискорення вільного падіння;

$g=9,8 \text{ м/с}^2$.

Для незакріпленого обладнання ($Q_r = 0$) зміщення спостерігається при $P_{зм} \geq F_{тр}$.

Сила зміщення визначається по формулі

$$P_{зм} = C_x \cdot S \cdot \Delta P_{ск}$$

де: C_x – коефіцієнт аеродинамічного опору предмета;

$C_x=1,3$;

$S = b \cdot h$ – площа місця об'єкта, м^2 ;

b – ширина, м;

h – висота предмета, м.

Сила зміщення $P_{зм}$ прикладається в центрі ваги площі (у центрі тиску) предмета (див. рис. 9.2.).

Знаючи силу тертя, можна знайти швидкісний напір, який спричиняє зміщення обладнання.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						142
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

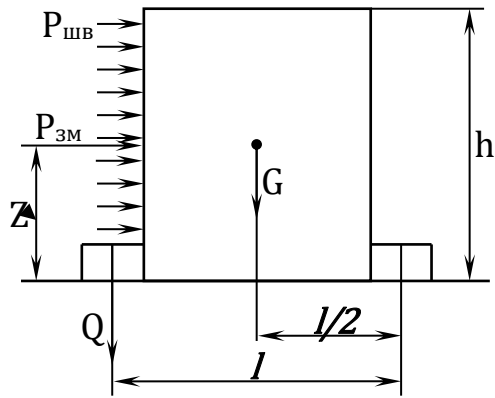


Рис. 9.2. Розрахункова схема

Так як $P_{зм} = C_x \cdot S \cdot \Delta P_{ск}$, то графічне значення швидкісного натиску, яке не викличе зміщення предмету:

$$\Delta P_{ск} = \frac{f \cdot G}{C_x \cdot S} = \frac{f \cdot m \cdot g}{C_x \cdot b \cdot h}$$

Для деяких моделей даного механічного цеху визначимо $\Delta P_{шв}$:

$$\Delta P_{шв}^{(16K20)} = \frac{0,35 \cdot 2835 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 1,5 \cdot 2,505} = 1990 \text{ Па} = 1,99 \text{ кПа} \rightarrow \Delta P_{\phi} = 25 \text{ кПа}$$

$$\Delta P_{шв}^{(16K20\Phi3C32)} = \frac{0,35 \cdot 4000 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 1,75 \cdot 3,36} = 1795 \text{ Па} = 1,795 \text{ кПа} \rightarrow \Delta P_{\phi} = 22 \text{ кПа}$$

$$\Delta P_{шв}^{(6H13П)} = \frac{0,35 \cdot 4250 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 2,250 \cdot 2,170} = 2296,6 \text{ Па} = 2,3 \text{ кПа} \rightarrow \Delta P_{\phi} = 27 \text{ кПа}$$

$$\Delta P_{шв}^{(3У142)} = \frac{0,35 \cdot 7600 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 2,585 \cdot 1,982} = 3913,8 \text{ Па} = 3,9 \text{ кПа} \rightarrow \Delta P_{\phi} = 33 \text{ кПа}$$

$$\Delta P_{шв}^{(2M615)} = \frac{0,35 \cdot 8500 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 2,585 \cdot 2,59} = 3349,7 \text{ Па} = 3,3 \text{ кПа} \rightarrow \Delta P_{\phi} = 32 \text{ кПа}$$

Висновок. При $\Delta P_{\phi} > 25 \text{ кПа}$, ударна хвиля перекине верстати, що приведе до середніх руйнувань.

9.3. Оцінка стійкості ділянки механічного цеху до взаємодії ударної хвилі ядерного вибуху

Ступені руйнування елементів об'єктів будуть такі:

I. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди:

1. Повне руйнування:

- одноповерхові будівлі з металевим каркасом та стіновим заповненням з листового металу;
- дерев'яні будівлі;
- цегляні багатоповерхові будівлі;

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						143
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- будівлі з легким металевим каркасом та без каркасної конструкції;
 - промислові будівлі з металевим каркасом та суцільним крихким заповненням стін та даху;
 - багатоповерхові залізобетонні будівлі з великою площею скління;
 - будівлі із збірного залізобетону;
 - цегляні без каркасні виробничо-допоміжні будівлі з перекриттям із залізобетонних збірних елементів одно- та багатоповерхові;
 - складські цегляні будівлі;
 - легкі склади-навіси з металевим каркасом та шиферною крівлею;
 - цегляні малоповерхові будівлі;
2. Сильне руйнування:
- склади-навіси із залізобетонних елементів;
3. Середнє руйнування:
- бетонні, залізобетонні будівлі та будівлі антисейсмічної конструкції;
 - будівлі ГЕС;
4. Слабке руйнування:
- доменні печі.

II. Деякі види обладнання

Повне руйнування отримують всі середні верстати які знаходяться на ділянці, що проектується, а також крани і кранове обладнання, підйомно-транспортне обладнання, стрічкові конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді, електродвигуни потужністю від 2 до 10 кВт.

Ковальсько-пресове обладнання отримає сильне руйнування.

III. Комунально-енергетичні споруди та мережі:

1. Слабкі руйнування отримають кабельні підземні лінії, підземні сталеві зварні трубопроводи діаметром до 350 мм та більше, підземні чавунні трубопроводи, трубопроводи заглиблені на 20 см, мережі комунального господарства (водопровід, каналізація, газопровід) заглиблені, споруди комунального господарства без конструкцій, що огорожують.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						144
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Середні руйнування отримають: підземні металеві та залізобетонні резервуари, повітряні лінії низької напруги.

3. Сильні руйнування отримають: частково заглиблені резервуари.

4. Повні руйнування отримають: дерев'яні заглиблені сховища стійчатої конструкції, повітряні лінії низької напруги на дерев'яних опорах.

IV. Засоби зв'язку та транспорту:

1. Середні руйнування отримають:

– металеві мости з довжиною прольоту 30...45 м.

2. Сильні руйнування:

– радіорелейні лінії і стаціонарні повітряні лінії зв'язку;

– переносні радіостанції;

– металеві мости з довжиною прольоту 100 м.

3. Повні руйнування отримають:

– повітряні лінії телефонно-телеграфного зв'язку;

– жердяні повітряні лінії зв'язку;

– кабельні підземні лінії зв'язку;

– вантажні машини і автотранспорт.

V. Захисні споруди

Сховища, що окремо стоять, які розраховані на надлишковий тиск ударної хвилі 500 кПа, окремо розташовані та вбудовані сховища розраховані на 300 кПа, також на 200, 100 кПа руйнувань не отримають.

Слабкі руйнування отримають: протирадіаційні укриття, розраховані на 50 кПа, підвали без посилення несучих конструкцій.

Сильні руйнування отримають протирадіаційні укриття, розраховані на 30 кПа.

Повне руйнування отримають входи до сховищ.

9.3.1. Характеристика ступенів руйнування ударною хвилею елементів об'єкта

1. Виробничі, адміністративні та житлові будівлі

При сильному руйнуванні відбудуться значні деформації несучих

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						145
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцій, руйнування більшої частини перекриттів, стін та обладнання.

Відновлення елемента можливо, але зводиться, по суті, до нового будівництва з використанням деяких конструкцій, що збереглися, та обладнання.

Руйнування даху та перекриттів при середньому руйнуванні об'єкта вимагає капітального відновлювального ремонту.

При слабкому руйнуванні об'єкта (найменш міцних конструкцій будівель, споруд та агрегатів: заповнень дверних і віконних отворів, зрив кровлі) відновлювальні роботи зводяться до середнього.

2. Промислове обладнання

При сильному руйнуванні ремонт і відновлення, як правило, не доцільні.

Середні руйнування – пошкодження та деформація основних деталей, пошкодження електромережі, приладів автоматики. Використання обладнання можливе після капітального ремонту.

При слабкому руйнуванні відновлення можливе без повної розбори з заміною пошкоджених частин.

9.4. Заходи по підвищенню стійкості механічного цеху від ударної хвилі

До заходів по підвищенню стійкості механічного цеху від ударної хвилі можна віднести:

1. Зусилля окремих елементів будівель (споруд) за рахунок використання більш міцних і легких матеріалів.

2. Зменшення прольотів несучих конструкцій встановленням додаткових опор, колон та інше.

3. Розміщення важкого обладнання на нижчих та цокольних поверхах будівель та споруд.

4. Розміщення нестійкого до ударних впливів цінного і унікального обладнання в міцних, заглиблених або підземних спорудах.

5. Міцне закріплення на фундаментах.

6. Оснащення обладнання автоматами, що відключають, контрольними, сигнальними та пристроями забезпечення.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						146
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Створення необхідних запасів найбільш уразливих деталей, вузлів, агрегатів та інше.
8. Укриття унікального та цінного обладнання з використанням ІЗУ.
9. Прокладання всіх основних КЕС під землею: кабельні лінії на глибині 1 м, трубопроводи – 1,5 м.
10. Обладнання КЕС пристроями автоматичного або ручного відключення будь-якої ділянки або всієї мережі вцілому.
11. Сповіщення про загрозу нападу і постійне інформування про обстановку, що склалася.
12. Забезпечення автоматичного переходу постачання з основного на аварійне без припинення подачі електроенергії споживачам.

9.5.Висновок до розділу

Аналізуючи результати оцінки, можна зробити висновок, що в ході дослідження було встановлено, що при ядерному вибуху потужністю 0,5 Мт, будівля даного механічного цеха понесе сильне і повне руйнування. У підвалі цеха є сховище, яке здатне вмістити усіх робочих та службовців цеха, куди потрібно своєчасно спуститись по сигналу «Повітряна тривога».

Виходячи з досліджень інженерного захисту даного цеха, можна сказати, що зупинка виробництва буде, але силами працівників виробничий процес може бути відновлений.

Виконання вказаних заходів по підвищенню стійкості механічного цеху перед руйнуванням від ударної хвилі є економічно доцільним.

					6261м.09.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						147
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології виготовлення напівмуфти шліцевої ($m = 5$ мм, $z = 56$)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД.

В роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті методи нарізання бочкоподібних зубців, питання місцевого зміцнення поверхні деталей наклепом, гідродробоструменева обробка.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: мембранний самоцентруючийся патрон, фреза черв'ячна, індикаторний прилад для контролю. Спроектована ділянка з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. А також розглянуті методи зменшення небезпек на ділянці, проведено розроблено розрахунок штучного освітлення на ділянці, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці. Наведено оцінку стійкості ділянки механічного цеху до взаємодії ударної хвилі ядерного вибуху.

						Арк.
						148
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред.А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009.
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						149
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.ред. к.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловійов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник. Під заг.ред. проф. С.М.Соловійова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

19. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

20. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи

						Арк.
						150
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		151

[illegible]

6261м.02141.09.001

Національний університет
кораблебудування
імені адмірала Макарова

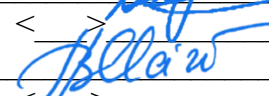
<ЗАТВЕРДЖУЮ>

завідувач кафедру
інженерної механіки та технології машинобудування  (Ткач М.Р.)
професор < > 2025 р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес

виготовлення напівмуфти шліцевої

6261м.09.МР.15.01

Розроблено
< >  2025 р.
Дипломник 6261м групи (Сорокін Д.А.)
< > 2025 р.
Н.Контроль  ()
< > 2025 р.
Керівник  (Боду С.Ж.)
< > 2025 р.

M01	40XH2MA ДСТУ 7806:2015									
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль, размеры заготовки	КД	МЗ
		кг	9,2			0,7	41212X	255x205	1	13,2

MK		2
----	--	---

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ.	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Т п.з.	Т шт.
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.

МК		3
----	--	---

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

											6261M.02141.09.001		3
											6261M.09.MP.15.01		6261M.10141.09.001

[illegible]

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				

											6261M.02141.09.001			4	
											6261M.09.MP.15.01			6261M.10141.09.001	

A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ.	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Т п.з.	Т шт.
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
A 01				085	4152 Зубодовбальна	6261м.20141.09.85;	6261м.60141.09085;	ИОП № 303-25								
Б 02	381571				Зубодовбальний 5В150П	2	12273	412	1Р	1	1	1	20	1	30	61,13
03																
A 04				090	0220Технічний контроль	6261м.72102.09.090;	ИОП № 514-25									
Б 05	393550				Плита повірочна		13063	522	1Р	1	1	1	20			
06																
A 07				095	7561 Електрохімічна	(видалити заусенці на зубцях і шлицях) ИОП № СМ 06-25										
Б 08					Електрохімічна установка		19940		1Р	1	1	1	20			
09																
A 10				100	4131 Круглошліфувальна	6261м.20141.09.100;	6261м.60141.09.10;	ИОП № 101-25								
Б 11	381311				Круглошліфувальний 3У143	2	19630	412	1Р	1	1	1	20	1	39	1,39
12																
A 13				105	Гідродробоструменева											
Б 14					Гідродробоструменева установка											
15																
16				110	0220Технічний контроль	ИОП № 514-25										
17	393550				Плита повірочна		13063	522	1Р	1	1	1	20	1		

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

6261м.02141.09.001.

5

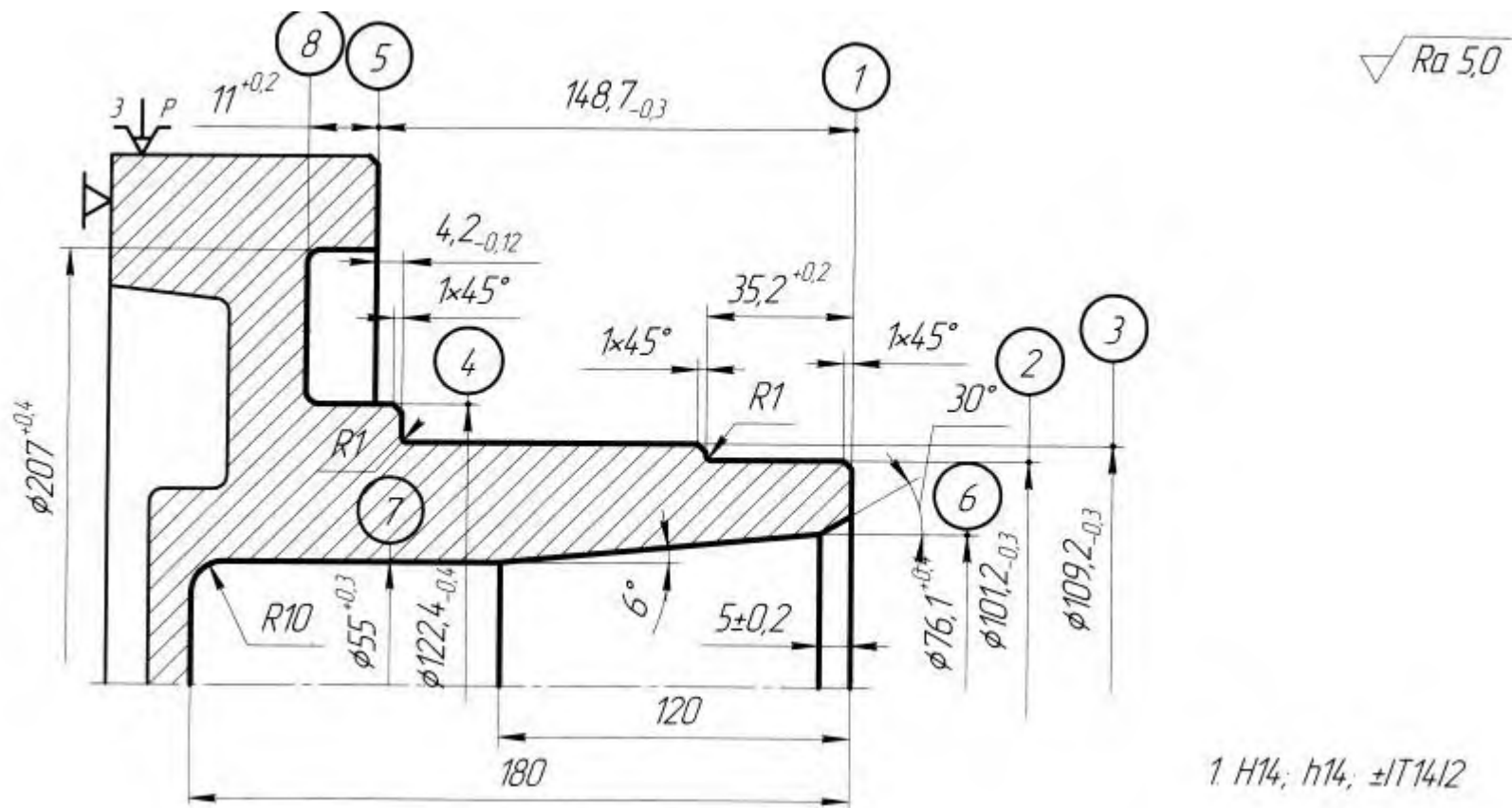
6261м.09.МР.15.01

6261м.10141.09.001

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования					СМ.	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН
А 01				115	0378 Магнітний контроль									
Б 02														
03				120	0220 Технічний контроль	6261м.72102.09.120; ІОП № 514-25								
А 04	393550				Плита повірочна		13063	522	1Р	1	1	1	20	
Б 05														
06				125	7142 Оксидация									
А 07				130	0801 Консервация									
Б 08														
09														
А 10														
Б 11														
12														
А 13														
Б 14														
15														
16														
17														

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001								
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.010						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			010
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.60141.09.010
Провер.	Болду С.Ж.						

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки	МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК	40ХН2МА ДСТУ 7806:2015	269-275 НВ	кг	9,2	255х205	13,2	1

Токарний з ЧПК 16K20Ф3	2P22	8,92	0,78	16,0	10,15	Унізор - М ГОСТ 6243-75
------------------------	------	------	------	------	-------	-------------------------

10	1. Встановити, закріпити заготовку в 3х кулачковому патроні, зняти деталь.	0,36
----	--	------

3	
---	--

5Т	392101	Різець прохідний упорний Т15К10 ГОСТ 18879-93: 39331	ШП-Ш-0-315-0.05 ГОСТ 166-89
----	--------	--	-----------------------------

0,8	392101 Різець розточний Т15К10 ГОСТ 18883 - 93; 393311 ШЦ Ш-0-315 - 0,05 - 1 ГОСТ 166 - 89;	1,55	0,16
-----	---	------	------

[illegible]

12
100

OK		8
----	--	---

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

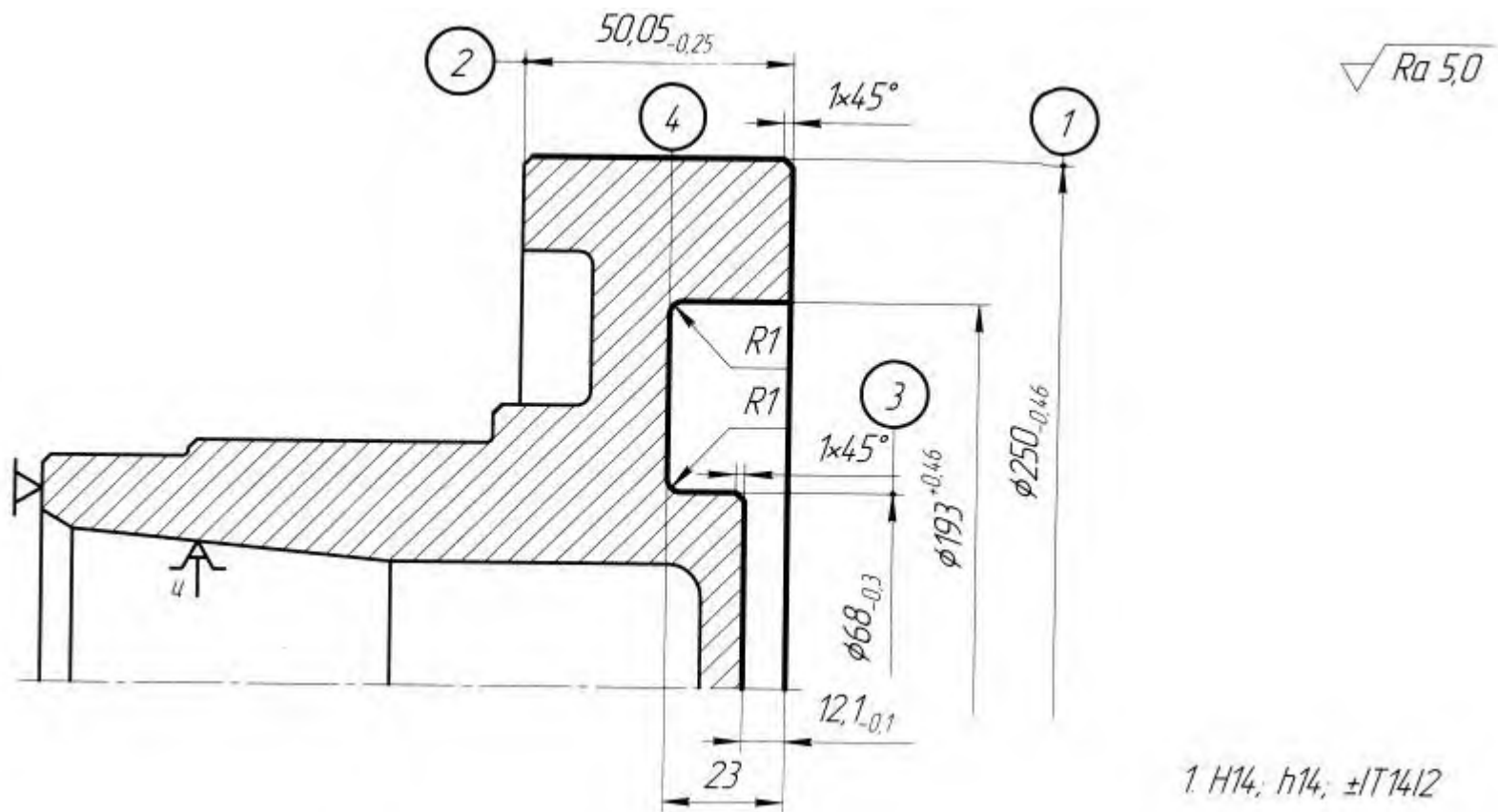
		6261М.02141.09.001	2
--	--	--------------------	---

[illegible]

P		III	D или B	L	t	i	S	To/n	Tв/V
1 T	4. Розточити поверхню (8) за програмою								
2 P	392101 Різець розточний Т15К10 ГОСТ 18882 - 93;393311 ШЦ-Ш-0-315-0,05 ГОСТ 166-89								
3		T3	207	20	2,5	1	0,2	142	92,3
4 O									
5 T									
6 P									
7									
8 O									
9 T									
10 P									
11									
12 O									
13 T									
14									
15 O									
16									
17									
18									

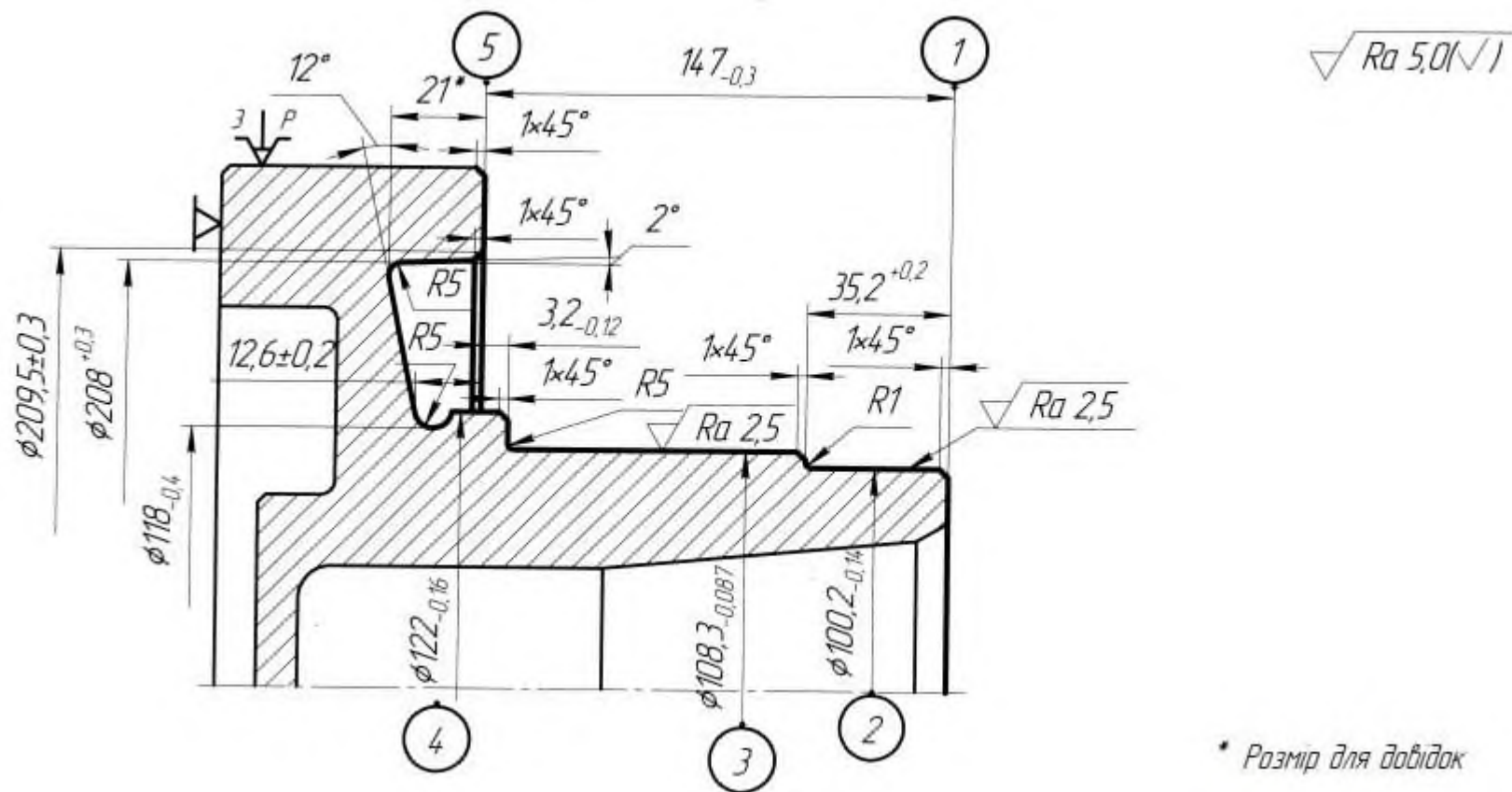
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001								
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.015						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			015
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

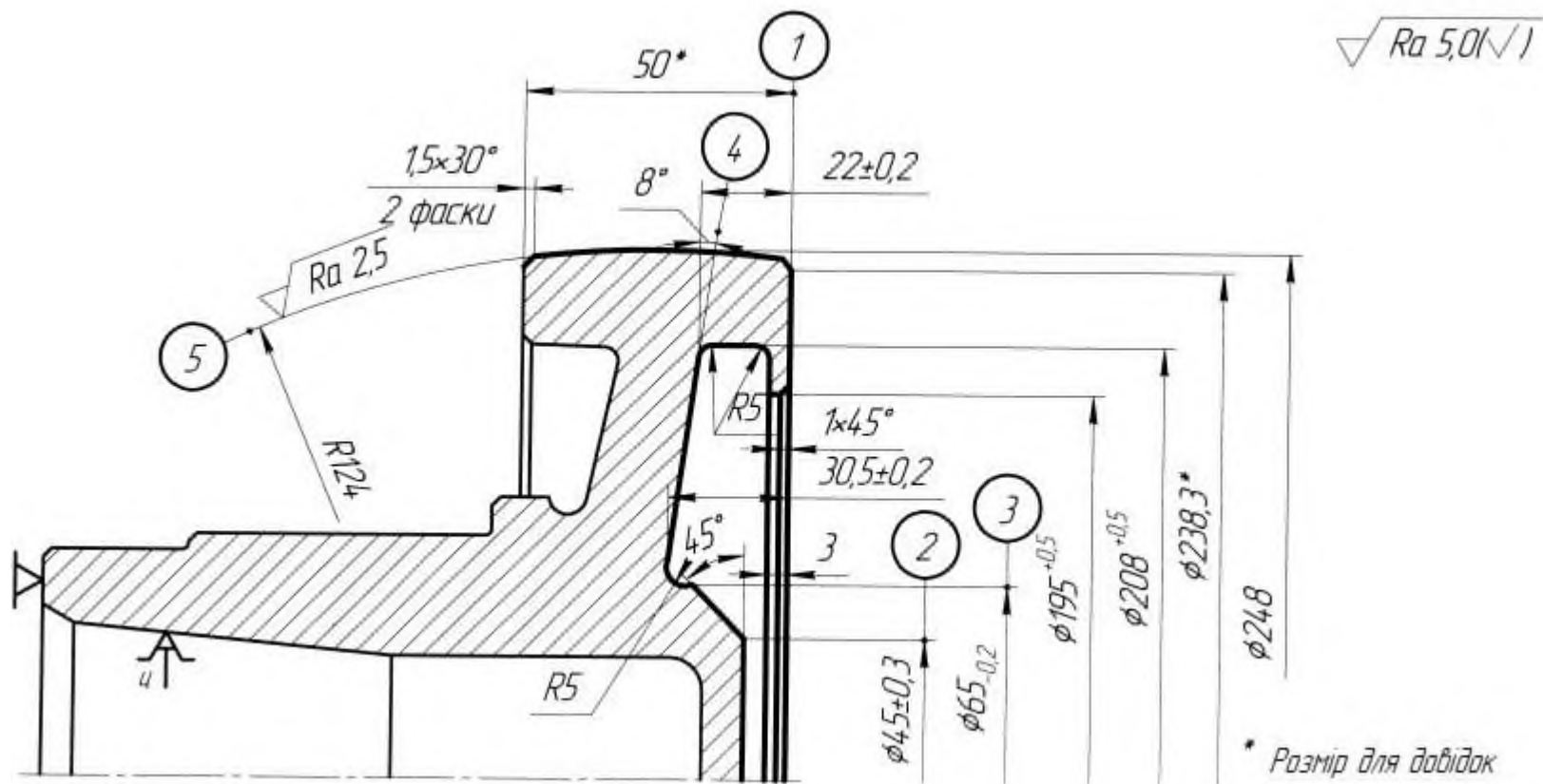
				6261м.02141.15.001					
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.025		
Провер.	Боду С.Ж.								
Нормир.				Напівмуфта шліцева					
Н.Контр.	Ткач М.Р.								
						МР			025



[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001								
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.030						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			030
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



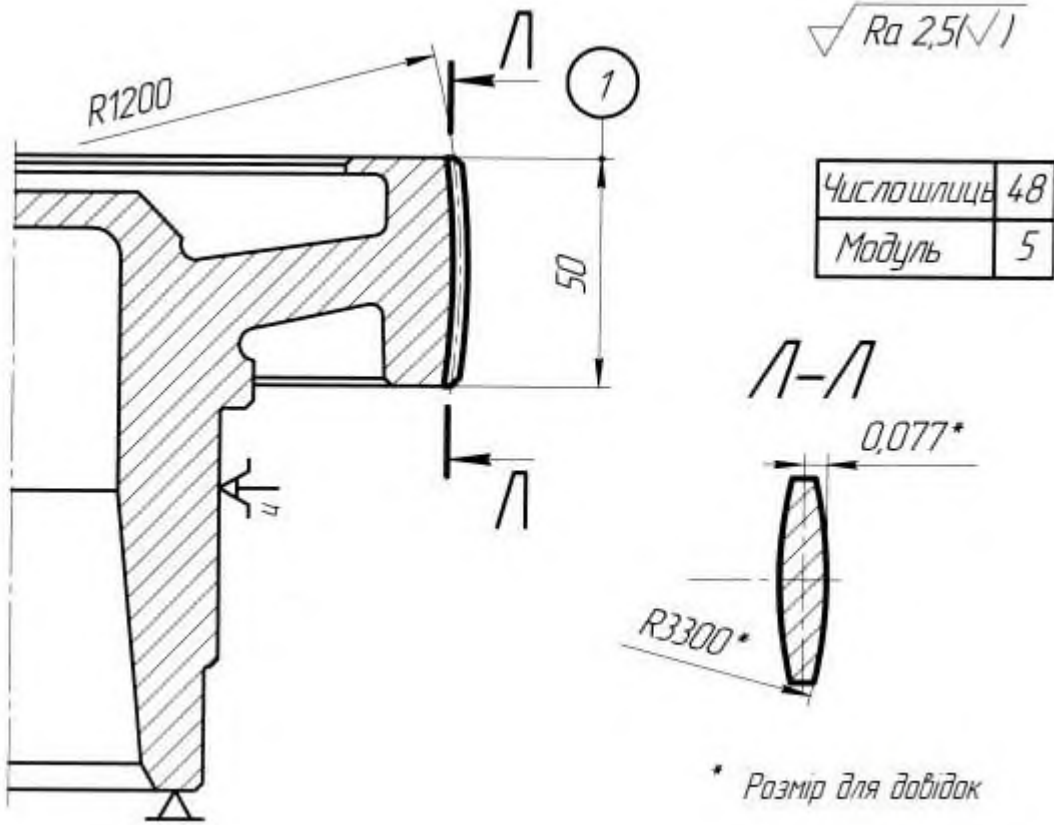
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки	МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК	40ХН2МА ДСТУ 7805:2015	269-275 НВ	кг	9,2	255х205	13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп. з.	Тшт.	СОЖ	
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	2Р22	12,46	0,79	14,0	14,15	Унизор - М ГОСТ 6243-75	

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001		1		1				
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.040						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			040
Н.Контр.	Ткач М.Р.												

Поперечный диаметр от середины шпала	Величина различия факт. и теор. ил.	Расстояние от середины шпала	Величина различия факт. и теор. ил.
1	-	15	0,095
2	-	16	0,110
3	-	17	0,120
4	-	18	0,135
5	0,01	19	0,150
6	0,015	20	0,165
7	0,020	21	0,180
8	0,027	22	0,200
9	0,035	23	0,220
10	0,042	24	0,240
11	0,050	25	0,260
12	0,060	26	0,280
13	0,070	27	0,300
14	0,080	27,5	0,315

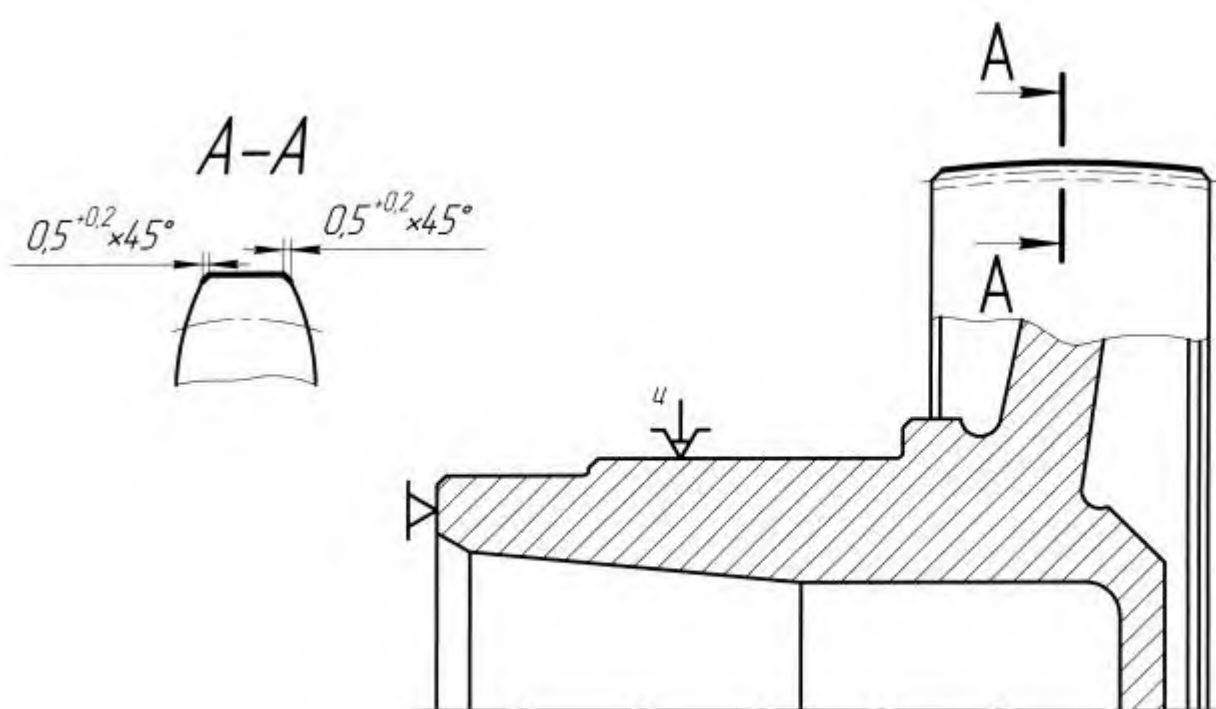


Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.60141.09.040				
Провер.	Боду С.Ж.										
Н. контр.				Напівмуфта шліцева				МР			040

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001		1		1				
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.045						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			045
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



▽ Ra 5,0(√)

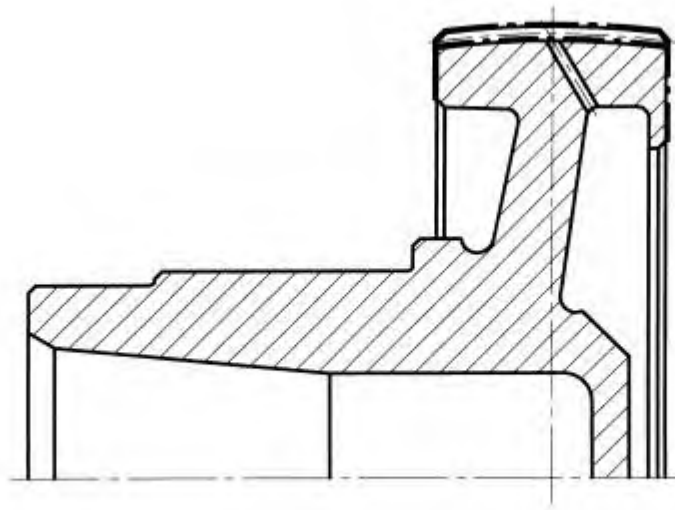
[illegible]

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки	МЗ	КОИД
Свердлильна	40ХН2МА ДСТУ 7806:2015	269-275 НВ	кг	9,2	255х205	13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп. з.	Тшт.	СОЖ	
Вертикально-свердильный 2Н125		41,9	15,51	10	62	Емульсія 5%Укрінол-1 ГОСТ 6243-75	

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001		1	1					
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.060						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			060
Н.Контр.	Ткач М.Р.												

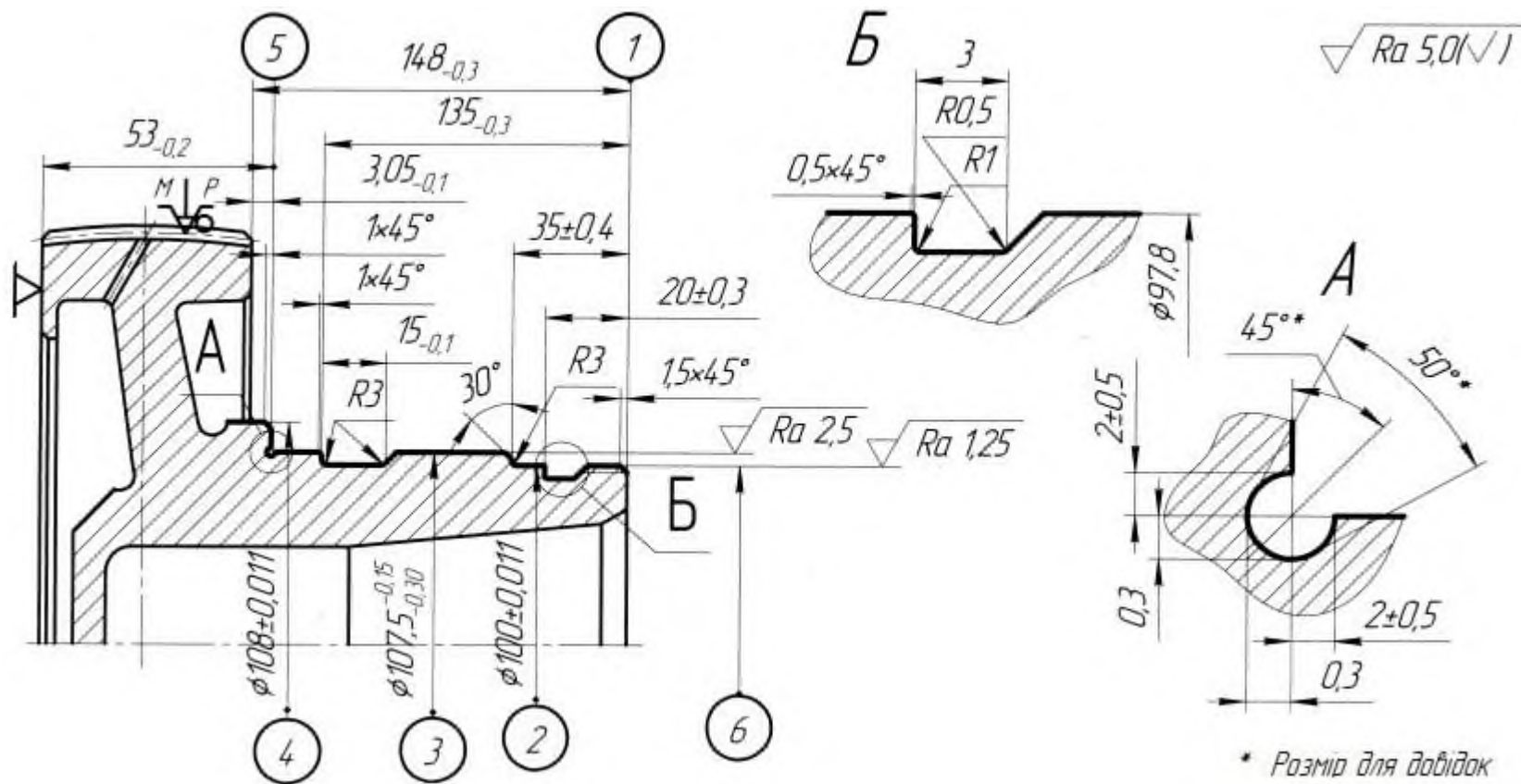


Наименование операции	Материал	Твердость		ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки		МЗ	КОИД
Гальванічна і хіміко-термічна	40ХН2МА ДСТУ 7806:2015			кг	9,2	255х205		13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	To	Tв		Тп. з.	Тшт.	СОЖ		

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

					6261м.02141.15.001		1		1				
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.065						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			065
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки	МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК	40ХН2МА ДСТУ 7806:2015	269-275 НВ	кг	9,2	255х205	13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тп. з.	Тшт.	СОЖ	
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	2Р22	2,67	0,88	16	3,63	Унізор-М ГОСТ 6243-75	

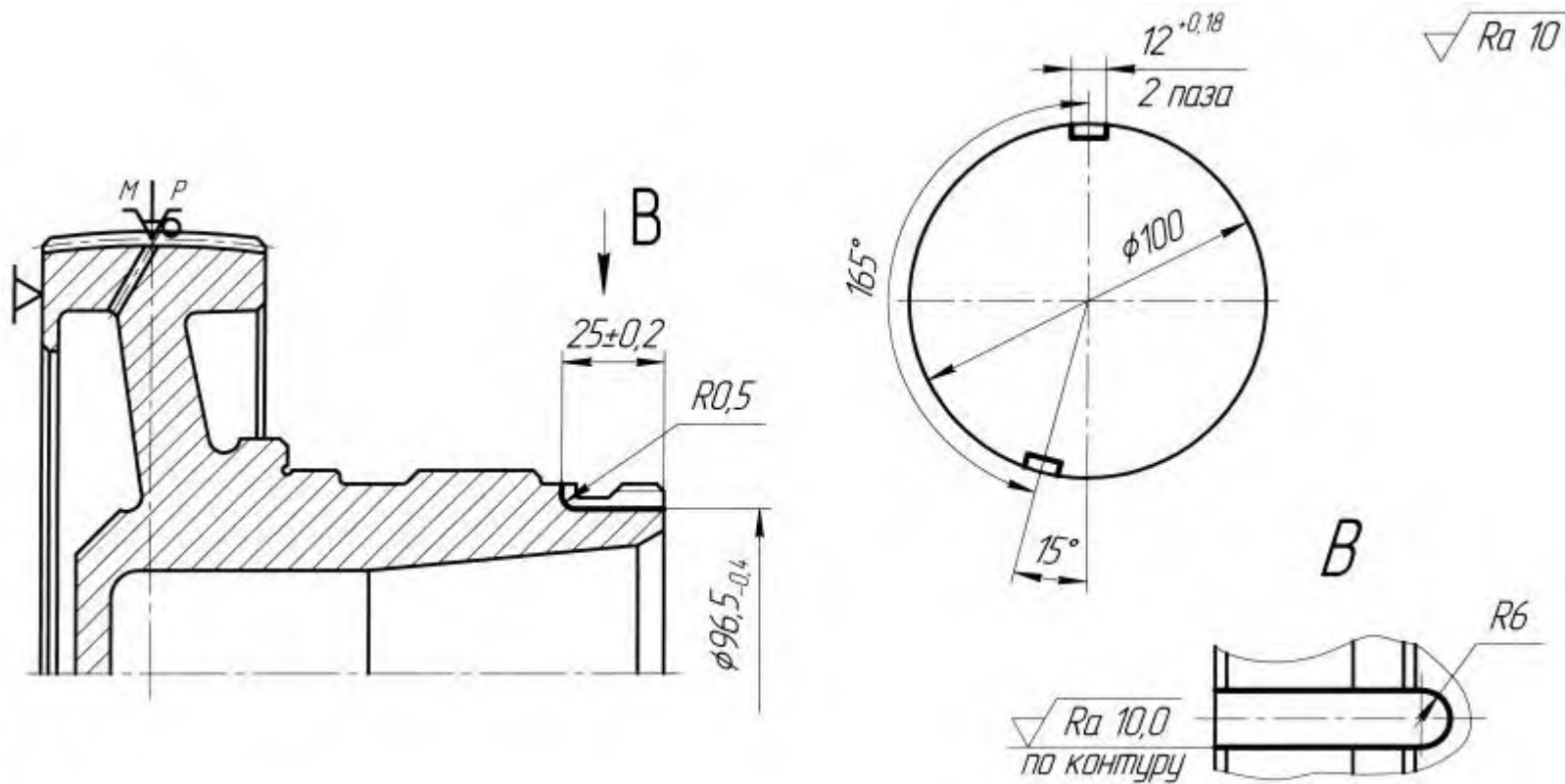
[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86 Форма 3						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										6261м.02141.09.001			1	1		
Разраб.	Сорокін Д.А.					НУК	6261м.09.МР.15.01						6261м.60141.09.070			
Провер.	Болу С.Ж.															
						Напівмуфта шліцева							МР			070
Н. контр.																
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки			МЗ	КОИД	
Токарна з ЧПК				40ХН2МА ДСТУ 7806:2015			269-275 НВ		кг	9,2	255х205			13,2	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп. з.		Тшт.	СОЖ				
Токарний з ЧПК 16К20Ф3				2Р22			0,48	0,46	16		1,09	Унізор-М ГОСТ 6243-75				
Р				Ш	Д или В		L		t	i	S	То/п	Тв/V			
1О	1. Встановити, закріпити і зняти деталь.												0,36			
2Т	396110 Патрон мембранний															
3												0,48	0,46			
4О	2. Підрізати торець (1)															
5Т	392101 Різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18879 - 73; 393311 ШЦ - I -0 - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89															
6Т	Спецміритель на L = 41-0.3 9571 - 4647															
7Р				T1	45	29	1	1	0,2	350	49,5					
8																
9																
10																
11																
12																
13																
ОК															27	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

6261M.02141.15.001	1	1
--------------------	---	---

Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.075			
Провер.	Боду С.Ж.									
Нормир.				Напівмуфта шліцева			МР			075
Н.Контр.	Ткач М.Р.									



Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

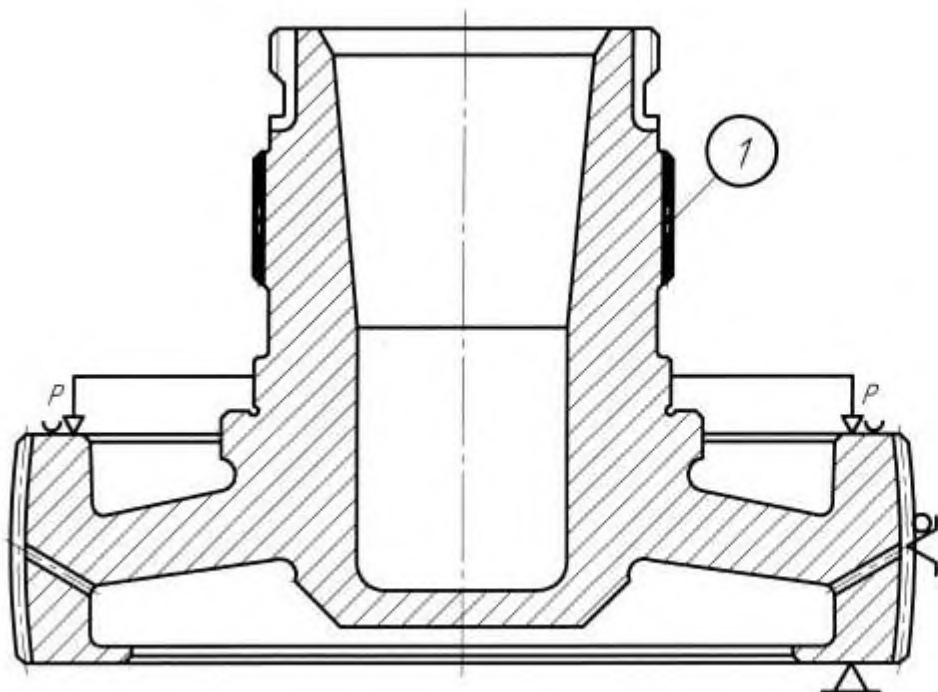
								6261м.02141.09.001		1	1	
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01				6261м.60141.09.075			
Провер.	Боду С.Ж.											
									Напівмуфта шліцева			
Н. контр.												

Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки			МЗ	КОИД
Фрезерувальна		40ХН2МА ДСТУ 7806:2015		269-275 НВ		кг	9,2	255х205			13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв		Тп. з.	Тшт.	СОЖ			
Вертикально-фрезерувальний 6Р12				4,2	0,58		1 6	5,1	Унізор-М ГОСТ 6243-75			

Р		III	Д или В	L	t	i	S	To/n	Tв/V
1 О	1. Встановити, закріпити і зняти деталь.								0,36
2 Т	396110 Патрон мембранний								
3									
4 О	2. Фрезерувати 2 шпонкових паза згідно ескіза з поворотом на кут по ескізу							4,2	0,22
5 Т	391802 Фреза шпонкова Ø12 ГОСТ 9 140-78; 393311 ШЦ - I - 0 - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 89								
6 Р			12	25	4,5	3	35	600	25
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

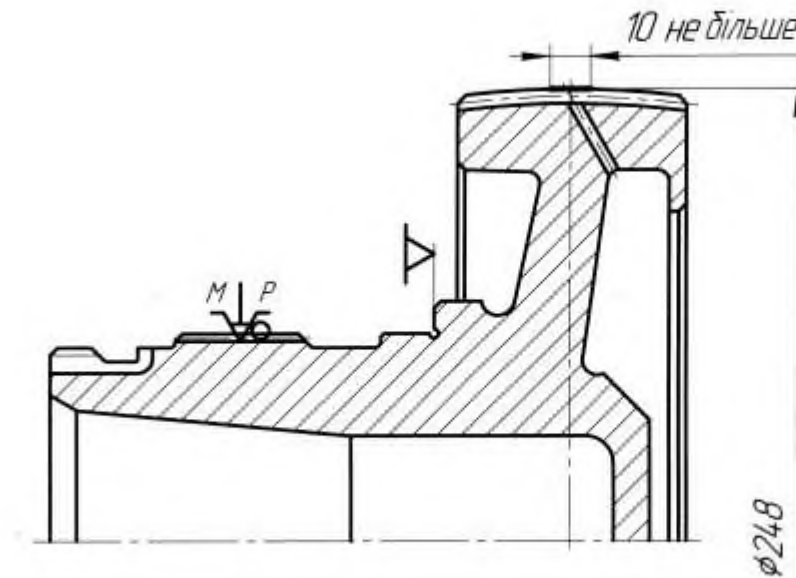
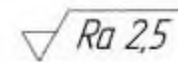
					6261м.02141.15.001		1		1				
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.085						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			085
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



Число шлиць	42	
Модуль	2,5	
Кут профілю	30°	
Довжина загальної нормалі	55,85 ⁰⁰	
Допуск на рад. биття шлиць	0,085	
Допуск на напрям шлиць	0,016	
Розмір по роликam $d_{фронтал}=42$ мм	104,83	
Коефіцієнт висоти голівки	h_a	0,5
Коефіцієнт радіального зазору	c	0,4

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

						6261м.02141.15.001		1		1			
Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.20141.15.100						
Провер.	Боду С.Ж.												
Нормир.				Напівмуфта шліцева						МР			100
Н.Контр.	Ткач М.Р.												



виконати з забезпеченням
зазору 0,02-0,04 по тип розміру
впадини сполучної деталі

										ГОСТ 3.1404-86 Форма 3					
										6261м.02141.09.001			1	1	
Разраб.		Сорокін Д.А.			НУК		6261м.09.МР.15.01				6261м.60141.09.100				
Взам.		Боду С.Ж.													
Подл.															
Н. контр.					Напівмуфта шліцева						МР			100	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки			МЗ	КОИД
Круглошліфувальна				40ХН2МА ДСТУ 7806:2015			269-275 НВ		кг	9,2	255х205			13,2	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп. з.	Тшт.	СОЖ			
Круглошліфувальний ЗУ143							0,33	1,35		39	1,39	Укрінол-1 ГОСТ 6243-75			
Р				Ш	Д или В		L		t	i	S	То/п	Тв/V		
1	О	1. Встановити, закріпити і знять деталь.											0,55		
2	Т	Патрон мембранний													
3															
4	О	2. Шліфувати зовнішній діаметр по зубцям із забезпеченням ТУ по ескізу										0,03	0,8		
5	Т	397130Круг 150х32х32 24А 60СМ ГОСТ 2424 - 83; Мікрометр 225-250 0,01ГОСТ 6507 - 78													
6	Р					248		10	0,005	4	1200	30	23,4		
7															
8	О														
9	Т														
10															
11	О														
12															
13															
ОК															33

Разраб.	Сорокін Д.А.			НУК	6261м.09.МР.15.01		6261м.60141.09.105
Провер.	Боду С.Ж.						

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, размеры заготовки	МЗ	КОИД
Гідродробоструменева	40ХН2МА ДСТУ 7806:2015	269-275 НВ	кг	9,2	255x205	13,2	1

[illegible]

2Т	Спеціальна оправка; сопла
----	---------------------------

[illegible]

5	
---	--

[illegible]

80	4. Протерти деталь чистою серветкою.								
----	--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible][illegible]

12
13

[illegible]

Інв.№ підп.			Підпис і дата			Взам. інв. №			Інв.№ дубл			Підпис і дата											
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування						ВІДОМІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ									6261м.09.МР.15.01.			6261м.72103.09.0001.					
															Напівмуфта шліцева			Літера		МР			
Номер цеха				Найменування, марка матеріала						Сталь 40ХН2МА ДСТУ 7806:2015						ГОСТ.ТУ							
Номер		Найменування і зміст операції						Обладнання, пристосування (код,найменування)			Вимірювальний інструмент (код,найменування)				Відсоток контролю		Особливі вказівки						
Діль-	Опера-																						
ниці	ція																						
	005	0387 Технічний контроль						Плита розмічальна			ШЦ-Ш-0-315-0,05 ГОСТ 166-89				100%								
		Перевірити супроводжуючу документа-									ШЦ-І-0-125-0,1 ГОСТ 166-89												
		цію, паспорта заготовок, наявність припусків на обробку									ШЦ-П-0-250-0,1 ГОСТ 166-89												
	035	0220 Технічний контроль						Плита повірочна			ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89				100%								
		Перевірити розміри деталі після токарних									ШЦ-Ш-300-0,05 ГОСТ 166-89												
		операцій									Шаблон 9541-824; шаблон R124												
	050	0220 Технічний контроль						Плита повірочна			Мікрометр зубомірний МК 100-1				100%								
		Перевірити розміри зубців									Штангензубомір												
													Розроб.	Сорокін Д.А.				Арк.					
																		35					
													Перівір.	Боду С.Ж.									
																		Арк.					
		Ізм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Н.- контр.											

Інв.№ підп.				Підпис і дата				Взам. інв. №				Інв.№ дубл				Підпис і дата															
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування								ВІДОМІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ												6261м.09.МР.15.01				6261м.72103.09.0001							
																				Напівмуфта шліцева				Літера				МР			
Номер цеха				Найменування, марка матеріала						40ХН2МА ДСТУ 7806:2015										ГОСТ.ТУ											
Номер		Найменування і зміст операції						Обладнання, пристосування (код,найменування)				Вимірювальний інструмент (код,найменування)						Відсоток контролю		Особливі вказівки											
Діль-	ниці																									Опера-ція					
	080	0220 Технічний контроль						Плита повірочна				Пробки гладкі Ø55Н12; Ø2Н12. Скоба						100%													
		Перевірити розміри деталі після свердлиль-										важільна 100-125 ГОСТ 4731-83																			
		ної, фрезерувальної і токарних операцій,										ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																			
		наявність супровідної документації										ШЦ-Ш-300-0,05 ГОСТ 166-89																			
												Зразки шорсткості																			
	090	0220 Технічний контроль						Плита повірочна				Штангензубомір						100%													
		Перевірити розміри шліц										Ролик d = 4,2 мм																			

Інв.№ підп.				Підпис і дата				Взам. інв. №		Інв.№ дубл		Підпис і дата							
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування						ВІДОМІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ						6261м.09.МР.15.01		6261м.72103.09.0001					
												Напівмуфта пліцева		Литера		М			
Номер цеха				Найменування, марка матеріала				40XH2MA ДСТУ 7806:2015						ГОСТ.TU					
Номер		Найменування і зміст операції				Обладнання, пристосування (код,найменування)		Вимірювальний інструмент (код,найменування)				Відсоток контролю		Особливі вказівки					
Діль-	ниці																	Опера-	ція
	110	0220 Технічний контроль				Плита повірочна		Мікрометр зубомірний МК 100-1				100%							
		Перевірити розміри деталі після гідро-						Штангензубомір											
		дробоструменевої операції																	
	115	0378 Магнітний контроль																	
	120	0220 Технічний контроль				Плита повірочна		Штангенциркулі, шаблони, зразки				100%							
		Перевірити розміри деталі у відповідності				Стенд для випробувань		шорсткості, калібр-пробки, скоби											
		до креслення, наявність супровідної				на пляму контакту		штангензубомір,мікрометр зубомірний											
		документації, паспорта																	
												Розроб.	Сорокін Д.А.				Арк.		
																	37		
												Перевір.	Боду С.Ж.				Арк.		
		Ізм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Н.- контр.							