

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

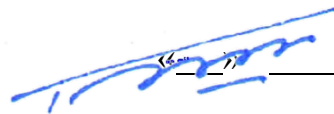
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«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

колеса вантажного ($m=10$ мм, $z=100$)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 6261м



Керівник



Нартя О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Новошицький А.В.
(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)

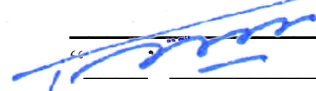
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування» _____

(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**

Нартя Олександр Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення колеса вантажного
($m=10$ мм, $z=100$)”

керівник роботи к.т.н., доцент Новошицький А.В.

(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;
держстандарт; 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 маршрутно-ї 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) Проектування ділянки цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри

7,8) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

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 дільниці цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконтроль	Доцент кафедри ІМ та ТМ Боду С.Ж.		

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)

Нартя О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Новошицький А.В.
(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2025 р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології виготовлення колеса вантажного ($m=10$ мм, $z=100$)» 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 прогресивного очищення відливків.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, спроектована ділянка з виготовлення деталі, розраховані техніко-економічні показники ділянки і доцільність її проектування, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці. Наведена оцінка стійкості обладнання ділянки механічного цеху від ударної хвилі.

Ключові слова: вантажне колесо, заготовка, припуски, зубофрезерний пристрій, черв'ячна фреза, індикаторний пристрій для контролю.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Improvement of the technology for manufacturing a truck wheel ($m=10$ mm, $z=100$)" 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 manufacturing process, and methods for progressive cleaning of castings are considered.

The master's thesis presents calculations of special devices and cutting and measuring tools, a section for manufacturing parts is designed, technical and economic indicators of the section and the feasibility of its design are calculated, measures for labor protection and the environment at the section are developed. An assessment of the stability of the equipment of the section of the mechanical workshop from the shock wave is given.

Keywords: load wheel, workpiece, allowances, gear milling device, worm cutter, indicator device for control.

3MICT

Вступ	6
1. Загальна частина	7
1.1. Призначення і конструктивно-технологічна характеристика деталі	8
1.2. Характеристика матеріалу деталі	9
1.3. Аналіз технологічності деталі	11
1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва	12
2. Наукова частина	14
2.1. Водострумівневе очищення	15
2.2. Гідроабразивне очищення	16
2.3. Очищення відливки дробом	17
2.4. Вогневе очищення	19
2.5. Очищення відливки у галтувальних барабанах	21
2.6. Вібратійне очищення	22
2.7. Очищення відливки абразивними кругами	23
2.8. Очищення відливки електричними способами	24
2.9. Метод електрохімічного очищення лиття	25
2.10. Вибір методу очищення ступиці колеса вантажного	27
3. Технологічна частина	31
3.1. Вибір способу отримання заготовки	32
3.2. Розрахунок вартості основних матеріалів	34
3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу	35
3.4. Визначення між операційних припусків і розмірів	37
3.5. Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту	44
3.6. Розрахунок режимів різання	51
3.7. Технічне нормування	56

						Арк.
м.Ізм.	Арк.	докум.№ докум.	дписПідп	Дата		

4. Конструкторська частина	61
4.1. Розрахунок і конструювання пристосування для нарізання зубів вінця	62
4.2. Розрахунок і конструювання спеціальної конічної розгортки	65
4.3. Розрахунок і конструювання конічної калібр-пробки	67
4.4. Розрахунок і конструювання черв'ячної модульної фрези	67
5. Проектування дільниці цеху	74
5.1. Коротка характеристика дільниці	75
5.2. Розрахунок партії запуску деталей	75
5.3. Розрахунок штучно-калькуляційного часу по операціям	77
5.4. Розрахунок потрібної кількості обладнання на дільниці	77
5.5. Розрахунок чисельності працюючих на дільниці	83
5.6. Розрахунок основних площ дільниці за нормативами	88
5.7. Розрахунок висоти будівлі	91
5.8. Організація виробництва на дільниці	92
5.8. Визначення величини капітальних вкладень	93
6. Організаційно-економічна частина	95
6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної платні працівників дільниці	96
6.2. Визначення фонду заробітної платні виробничих робітників	97
6.3. Розрахунок фонду заробітної платні допоміжних робітників	98
6.4. Розрахунок фонду заробітної платні службовців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу	99
6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної платні працюючих на дільниці	100
6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування	100
6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі	106

						Арк.
						4
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту	109
6.9 Техніко-економічні показники ділянки	112
7. Охорона праці	115
Вступ	116
7.1. Аналіз виробничих небезпечних і шкідливих факторів на ділянці	116
7.2. Метеорологічні умови на проєктованій ділянці	118
7.3. Розрахунок штучного освітлення	121
8. Охорона навколишнього середовища	123
Вступ	124
8.1. Аналіз впливу шкідливих факторів виробництва на навколишнє середовище	124
8.2. Очищення стічних вод	125
8.3. Регенерація і знешкодження відпрацьованих ЗОР	128
9. Цивільний захист	129
Вступ	130
9.1. Аналіз стійкості обладнання до впливу ударної хвилі ядерного вибуху	130
Висновки	135
Список літератури	136

						Арк.
						5
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування, в тому числі суднове, є однією з основних галузей, котра може вивести народне господарство України з кризи, яка склалася в останні роки.

З метою відновлення втрачених позицій машинобудування, а також прискорення технічного переозброєння машинобудування, треба перерозподілити металоріжуче обладнання на підприємствах машинобудування. Крім того, при проектуванні нових підприємств треба придбати нове спеціалізоване обладнання і оснащення до нього.

Збільшуючийся випуск продукції машинобудування приводить до збільшення обсягу обробки металів різанням. Застосування прогресивної технології дозволяє знизити обсяг механічної обробки, однак її працемісткість подовжує залишатися значною.

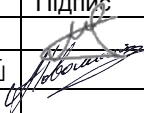
Деталь типу «колесо вантажне», на яку розроблено проект дільниці, є типовою деталлю машинобудування.

В даній роботі обрано найбільш оптимальний спосіб отримання заготовки з урахуванням заданого типу виробництва, відповідне металоріжуче обладнання, розроблено прогресивний технологічний процес із розрахунком і підбором режимів різання, а також підібрана і спроектована відповідна оснастка, яка дозволяє підвищити продуктивність праці порівняно з базовим підприємством.

В організаційно-економічній частині роботи виконано розрахунок необхідної кількості обладнання, основних і допоміжних робітників, спеціалістів і службовців, а також заробітної платні всіх робітників дільниці.

Крім цього, в роботі розглянуті питання охорони праці, промислової санітарії та охорони навколишнього середовища.

						Арк.
						6
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.01.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р		7	6
Перевірів		Новошицький						НУК				
Консульт.												
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення і конструкційно-технологічна характеристика деталі

Колесо вантажне є складовою частиною приводу і опори балера, котра служить для фіксації балера в робочому положенні і передачі крутного моменту від вантажного колеса.

В склад опори балера і колеса вантажного входять наступні складові частини: зубчаста обійма, зубчаста напівмуфта, підшипник, зубчасте колесо вантажне і стійка.

Стійка закріплена на рамі. Балер спирається п'ятою на підп'ятник, встановлений у виточку стойки та зафіксований від перевертання штифтами.

Балер своїм наконечником входить у сферичний підшипник, який запресовано в виточку ступиці зубчастого колеса вантажного.

Колесо вантажне, із запресованою в нього втулкою, надіто на стойку і може вільно обертатися на ній. Втулка застопорена у вантажному колесі гвинтами. кільце, яке закріплено на стойці гвинтами, обмежує колесо вантажне від вертикального переміщення.

Зубчаста обійма закріплена на колесі вантажному болтами, введена у зачеплення з зубчастою напівмуфтою, котра надіта на шліци балера і застопорена на ньому від осевого переміщення напівкільцем.

Втулка вантажного колеса змащується за допомогою ковпачкової маслянки, з'єднаної трубкою зі змащувальним отвором в стойці. Аналогічно змащується п'ята.

Зубці вантажного колеса змащується графітованим мастилом. Зубчаста обійма, зубчаста напівмуфта і підшипник змащується консистентним мастилом при складанні.

Колесо вантажне складається з наступних деталей: ступиця, зубчастий вінець, втулка, штифти, гвинти.

Примітка: перед складанням вінця зі ступицею посадкові (приєднувальні) поверхні оброблюються чисто і точно за посадкою із натягом. Після їх складання

					6261м.08.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						8
Ізм.Із	Арк.	№ докум.№	ПідписІп	Дата		

свердяться отвори під штифти конічні, виконується їх установка і остаточна обробка вантажного колеса.

1.2. Характеристика матеріалу деталі

Ступицю колеса вантажного виготовляють з сталі 30ГСЛ і поставляють у вигляді відливок за ДСТУ 8781:2018. При необхідності можлива заміна даної сталі на сталі близькі їй за фізико-механічними властивостями, наприклад, 20ГСЛ, 25ГСЛ.

Сталь 30ГСЛ має наступні ливарні властивості:

1. температура початку затвердіння, 1487 °С
2. показник тріщиностійкості, K_{ty} 1,0
3. схильність до утворення усадочної раковини, K_{yp} 1,2
4. лінійна усадка 2,2-2,3 %
5. рідкотікучість, $K_{рт}$ 0,9
6. схильність до утворення усадочної пористості, $K_{уп}$ 1,0

Хімічний склад і механічні властивості сталі 30ГСЛ представлені у табл.1.1 та 1.2.

Хімічний склад сталі 30ГСЛ

Таблиця 1.1

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не більше				
%			%				
0,25-0,35	1,1-1,4	0,6-0,8	0,04	0,04	0,30	0,30	0,30

Механічні властивості сталі 30ГСЛ

Таблиця 1.2

Режими термооб- робки	Перетин, мм	$\delta_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ
		МПа		%		Дж/см ²
		не менше				
нормалізація 870-890 °С відпуск 570-600 °С	до 100	350	600	14	25	29
загартування 920-950 °С відпуск 570-650 °С	до 100	400	650	14	30	49

де $\delta_{0,2}$ – межа текучості умовна;

σ_B – годинниковий опір розриву (межа міцності при розтягуванні);

δ_5 – відносне розтягування після розриву;

Ψ - відносне звуження;

КСУ – ударна в'язкість, яка визначена на зразку із концентраторами виду U.

Вінець вантажного колеса виготовляють з легованої конструкційної сталі 40Х ДСТУ 7806:2015. Механічні властивості та умови термічної обробки сталі 40Х представлені у табл.1.3.

Механічні властивості і умови термічної обробки сталі 40Х

Таблиця 1.3

Марка мате- ріалу	Термічна обробка					Механічні властивості			
	Загартування			Відпуск		$\delta_{0,2}$	σ_B	δ_5	КСУ
	температура		середо- вище охолод ження	t , °С	середо- вище охолод ження	МПа	%	кДж/м ²	
	І загар- тування і нор- малізації	І загар- тування і нор- малізації							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40Х	860	-	масло	500	вода або масло	786	98 0	10	587

1.3. Аналіз технологічності деталі

Колесо вантажне відноситься до деталей типу диск, так як відношення діаметру до довжини складає більш 4. За своїми масо-габаритними показниками відноситься до крупногабаритних виробів.

При обробці різанням не виникає ускладнень при доступі ріжучого інструмента до оброблюваних поверхонь.

Посадковий отвір в ступиці є ступінчастим із завданням розмірів таким чином, що не виникає необхідності в перекладі конструкторських розмірів у технологічні. Всі розточувані поверхні після остаточної обробки повинні мати шорсткість $Ra = 2,5-10$ мкм і розмірну точність не нижче 7-8 квалітету. Розміри, які задають положення елементів отвору, виконуються за 14 квалітетом.

Точіння по зовнішньому контурі деталі (підрізання торців, точіння поверхонь) вимагає досягнення шорсткості $Ra = 5-10$ мкм і розмірної точності 9-14 квалітету. Найбільш точно оброблюються посадкові (приєднувальні) поверхні вінця і ступиці за посадкою із натягом. Їх розмірна точність відповідає 6-7 квалітетам. При їх обробці не виникає ніяких утруднень при доступі ріжучого інструменту до зони різання.

На свердлильних операціях (свердління отворів під різьбу і штифти) отвори виконуються за 14 квалітетом і з шорсткістю $Ra = 10$ мкм, що відповідає простому свердлінню.

Розгортання отворів виконують за 7 квалітетом з шорсткістю $Ra = 2,5-5,0$ мкм.

Нарізання зубців вінця не викликає ніяких утруднень з точки зору технологічності та після остаточної обробки вимагає досягнення шорсткості $Ra = 2,5$ мкм і класу точності 8A.

Інші поверхні залишаються без механічної обробки і в такому стані, яке було досягнуто після лиття з відповідним очищенням.

Із вище викладеного можна зробити висновок, що деталь в цілому технологічна.

					6261м.08.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						11
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва

В залежності від типу виробництва, форми і характеру організації робіт визначають характер технологічного процесу та його побудову. Тому, ніж приступити до проектування технологічного процесу механічної обробки деталі, необхідно, виходячи з виробничої програми і характеру підлежачої обробці деталі, встановити тип виробництва.

Суттєвість виробництва визначається номенклатурою і повторюваністю виготовлюваних виробів, кількістю їх у річній програмі із урахуванням вагової характеристики, складності конструкції і працемісткості виготовлення виробів. Програма випуску складає 2500 шт. Дана річна програма зумовлена потребами суднобудівних заводів.

Попередньо тип виробництва можна визначити за масою деталі і річною програмою випуску. Приймаємо середньосерійний тип виробництва.

Залежність типу виробництва від обсягу випуску (шт.) і маси деталі

Таблиця 1.4

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одинич.	дрібносер.	середньосер.	крупносер.	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500- 100 000	75 000- 200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії разом, як в обробці деталей, так і в складанні. В серійному виробництві технологічний процес переважно диференцирован, тобто розподілен на окремі операції, котрі закріплені за окремими верстатами.

Верстати застосовуються різноманітних видів: загального призначення (універсальні), спеціалізовані, спеціальні та агрегатні. Верстатний парк на проектованій ділянці повинен бути спеціалізований такої міри, щоб був можливим

					6261м.08.МР.09.01.ПЗ	Адк.
						12
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перехід від виробництва однієї серії продукції до виробництва іншої, декілька відзначної в конструктивному відношенні від першої.

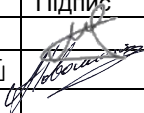
При використанні верстатів загального призначення широко застосовуються спеціалізовані та спеціальні пристосування і інструмент, або придатний для даної операції, та вимірювальний інструмент у вигляді предельних (стандартних і спеціальних) калібрів, шаблонів та ін., які забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це обладнання і оснащення в серійному виробництві можна застосовувати достатньо широко, так як при повторюваності процесів виготовлення одних і тих деталей вказані засоби виробництва дають техніко-економічний ефект, котрий з великою вигодою окупає витрати на них.

Серійне виробництво значно економічніше одиничного, так як характеризується кращим використанням обладнання; спеціалізація робітників збільшує продуктивність праці, забезпечує зниження собівартості продукції.

На проектованій дільниці механічної обробки деталі колеса вантажне змінно-поточна форма організації робіт. Верстати розташовані в послідовності технологічних операцій, істановленої для деталей оброблюваних на даній верстатній лінії.

Виробничий процес ведеться таким чином, що час виконання операції на одному верстаті узгоджено з часом праці на наступному верстаті; деталі однієї партії переміщують з верстата на верстат в послідовності технологічних операцій, створюючи безперервність руху.

					6261м.08.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						13
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Наукова частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р		14	16
Перевірів		Новошицький						НУК				
Консульт.												
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

Очисні операції відливок є найбільш працездатні та складають до 40 % від загальних витрат праці на виготовлення відливок, причому при очищенні застосовується велика кількість ручних операцій і важкої фізичної праці. Умови праці на ділянках очищення важкі та шкідливі. Тому поліпшення умов і збільшення продуктивності праці взаємопов'язані між собою і можуть здійснюватися тільки при підвищенні рівня механізації процесів очищення. Існує думка, що очищення відливок не є невід'ємною частиною ливарного виробництва, так як за рахунок поліпшення процесів формоутворення можна добитися поступового зведення нанівель процесу очищення, є прогнозом на далеке майбутнє. Тому до роботи над вдосконаленням процесів очищення відливок треба відноситися з великою увагою.

В даному розділі магістерської роботи дана характеристика дійсних методів очищення відливок, а також здійснено вибір методу очищення ливарної ступиці.

2.1. Водоструміневе очищення

Вперше водоструміневе очищення відливок було застосовано у 1909 р. З кінця 20-х років цей спосіб почав знаходити широке промислове застосування. Поява стержневих сумішей на різноманітних синтетичних сполучних, особливо на рідкому склі, викликало необхідність застосування води з високим тиском, а вимоги техніки безпеки зумовили появу сучасних високо механізованих закритих водострумінєвих камер.

При струмінєвому очищенні характерно видалення пригару і суміші, що залишилася.

Водострумінєвий спосіб видалення стержнів з відливок повністю відповідає сучасним санітарно-гігієнічним вимогам. З економічної точки зору цей спосіб виправданий у тих випадках, коли водострумінєва установка може бути використана на повну продуктивність (річний випуск більш 20 000 т відливок).

Сучасні водострумінєві установки з тиском води до 200 кг/см² застосовуються для обробки відливок із чавуну і сталі вагою 0,2-100 т. В

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						15
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежності від ваги відливок і серійності виробництва ці камери мають найрізноманітніше виконання.

Ефективність впливу води на стержень може бути збільшена шляхом додавання до струменю води високого тиску часток абразиву, зокрема кварцового піску. Промисловому використанню цього способу досі перешкоджала низька стійкість сопел. Застосування сопла з кільцевим витіканням води високого тиску дозволяє створити водопіскоструміневі установки, в котрих крім видалення стержнів можна виконувати часткове очищення поверхні відливок від пригару.

2.2. Гідроабразивне очищення

В теперішній час гідроабразивне очищення знаходить все більш широке застосування для очищення поверхонь відливок, для зачищення швів після зварювання і пайки, для очищення від корозії та окалини, а також для підготовки поверхонь від гальванопокриття, фарбування та ін.

Гідроабразивна суміш, яка виготовлена в спеціальних установках, за допомогою різних апаратів у вигляді струменю подається на оброблювану поверхню. При цьому або оброблювана поверхня, або апарат переміщується відносно друг друга. В якості енергоносія у апарат подається стисле повітря, котре, захоплюючи абразивну рідину, з великою швидкістю викидає її на оброблювану поверхню. При ударах і ковзанні абразивних зерен по оброблюваній поверхні від останньої відокремлюються чужорідні частинки і метал. Кількість ударів по поверхні може досягати від $2 \cdot 10^6$ до $25 \cdot 10^6$ у секунду, що означає високий ступінь оброблюваності поверхні.

Інтенсивність обробки поверхні залежить від твердості, в'язкості і структури. Обробка поверхні полягає у вигині та зрізі виступів або в стиранні поверхні. Стирання поверхні відбувається тим більше, чим сильніше зерно абразива притиснуто до поверхні нормальної складової і чим швидше воно зможе переміститися під дією складової, яка спрямована паралельно поверхні. Найкращі результати виходять при куті нахилу струменю $30-60^\circ$.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						16
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досвід показує, що для обробки поверхонь сталених відливок кращі результати дає пісок фракції 0,5-0,8 мм. Наявність гострих граней у піщинок і здатність їх зберігати цю форму після розколювання при обробці поверхні, дозволяє значно збільшити їх очищувальну дію. Цей фактор визначає перевагу обробки піском порівняно із сферичним дробом.

Абразивна рідина складається зі твердого абразивного матеріалу, який знаходиться у рідкому середовищі у зваженому стані. Рідке середовище служить для транспортування абразивного матеріалу від ємності-змішувача до оброблюваної поверхні, а також для ліквідації пилоутворення та зменшення стирання зерен абразиву. Спеціальні розчини, із додаванням поверхнево-активних речовин (приблизно 1 %), проникаючи у мікрощілини оброблюваної поверхні, сприяють збільшенню знімання металу.

В якості рідкого середовища застосовується вода і різноманітні водні антикорозійні розчини, оберігають деталі установки і оброблювану деталь від окиснення. Гарний результат дає 1% водний розчин кальцинової соди (Na_2CO_3).

В більшості випадків для сталених відливок застосовують сталений пісок із розмірами від 0,4-2,7 мм, так як застосування штучних абразивних матеріалів дороге.

2.3. Очищення відливок дробом

В залежності від способу створення струменя дробу (стислим повітрям або робочим колесом турбіни) процеси очищення дробом отримали назву дробоструменевий і дробометний очищення.

Для обох способів очищення в якості абразивного матеріалу використовується чавунний або сталений дріб розміром від 0,2 до 4,5 мм. Застосування для цієї мети кварцового піску у нашій країні заборонено, так як піскоструменевий спосіб очищення відливок пов'язано із великим видаленням кварцового пилу, який викликає захворювання силікозом.

Дробоструменеве очищення

При дробоструменевому способі очищення дріб розганяється стислим повітрям до швидкостей 20-30 м/с, при цьому дріб проходить через сопло,

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						17
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюючи розбіжний пучок. Продуктивність дробоструменевого очищення залежить від тиску повітря, діаметра і форми каналу сопла, а також від стійкості матеріалу сопла і відстані від сопла до очищувальної поверхні.

Оптимальна відстань від сопла до поверхні відливки складає 200-300 мм. Із збільшенням цієї відстані сильне розсіювання дробу знижує продуктивність процесу очищення.

Дробоструменеве очищення відливок дозволяє отримати високу чистоту поверхні, однак галузь застосування цього способу обмежена головним чином очищенням внутрішніх глибоких і складних порожнин. Це обмеження викликано високою енергоємністю способу і запилованістю робочого місця. Крім того, при дробоструменевому очищенні має місце злипання і корозія дробу, які виникають при наявності вологі у стислому повітрі.

Широке розповсюдження отримали двохкамерні дробоструменеві апарати моделі 334М, конструкція котрих забезпечує можливість одночасної праці двома соплами.

Дробометне очищення

При дробометному очищенні широко застосованому як на Україні, так і за кордоном, струмінь дробу створюється лопатками робочого колеса турбінки.

Строк служби лопаток складає не більше 30 годин. Низька експлуатаційна стійкість лопаток викликає значні простой обладнання через часту заміну зношених лопаток, а також велику витрати на їх виготовлення.

Саму велику стійкість (200-500 год.) мають ливарні, термічно оброблені чавунні лопатки. Однак, строк служби цих лопаток – 250 год. – не треба рахувати межою. Так, наприклад, у США і Японії стійкість лопаток доходить до 2000 год.

Незважаючи на низьку стійкість лопаток, дробометний спосіб очищення порівняно із іншими способами має наступні переваги:

- 1) продуктивність у 10 разів вище, ніж при дробоструменевому очищенні;
- 2) витрати енергії у 10 разів менше, ніж при дробоструменевому очищенні;
- 3) є можливість регулювання швидкості вилету абразивного матеріалу з дробометного апарату шляхом змінювання числа обертів робочого колеса;

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						18
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) менша запилованість робочого місця, ніж при дробоструменевому очищенні.

Дробометне очищення більш ефективне і економічне, чим дробоструменеве, однак через конструктивні особливості дробометних апаратів, вона не може бути застосована для очищення внутрішніх поверхонь і різноманітного виду кишень. Дробометні камери для крупних відливок часто доповнюються дробоструменевими апаратами для очищення внутрішніх поверхонь. Треба мати на увазі, що застосування дроби діаметром 2 мм і вище не забезпечує отримання якісної поверхні під ґрунтування.

2.4. Вогневе очищення

Вогневий спосіб очищення і відрубання відливок знаходить за останній час все більш широке розповсюдження. Даний метод очищення не вимагає великих капітальних вкладень і застосовується у ливарних цехах для відрізання літників і прибилей, а також для видалення середнього і важкого пригару та виправлення дефектів відливок.

Вогневе очищення у його різноманітних модифікаціях може бути запропоноване до широкого застосування для відливок як з чорних, так і кольорових сплавів.

До вогневих способів очищення і відрубання відливок відносяться:

- газокисневе різання;
- газополум'я'не очищення і відрубання;
- киснево-флюсове очищення і різання;
- газоелектричне очищення і різання.

Процес газокисневого різання засновано на властивості металів та їх сплавів згоряти у струмені кисню. Він складається з чотирьох стадій, які здійснюються послідовно: нагрівання початкової ділянки різання до температури займання металу у кисні; згоряння металу у струмені кисню; розплавлення створених оксидів і видування їх струменем кисню з місця різання; нагрівання сусідніх

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						19
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шарів теплом, котре виділяється при згорянні металу. Завдяки цьому процес різання відбувається безперервно при переміщенні різача вздовж лінії різу.

Газополум'яне очищення сталених відливок полягає в їх обробці ацетилено-кисневим полум'ям з застосуванням і без застосування ріжучого струменю кисню. Для очищення відливки, котрі вкриті пригаром і окалиною, нагріваються і у результаті різниці коефіцієнтів розширення оксидів і металу шар окалини та пригорілої формувальної суміші руйнується, відокремлюється від поверхні відливки та здувається. Газополум'яне відрубання відливок (видалення заливів, приливів, залигків прибилей і заусенців) є різновидністю поверхневої строжки і полягає в спалюванні залишків металу у струмені кисню.

Киснево-флюсове очищення відливок полягає в тому, що у полум'я і кисневий струмінь різача подається флюс, горіння якого збільшує теплову потужність полум'я та утворює рідко текучі шлаки оксидів заліза. В результаті сумісної дії полум'я і гарячих рідко текучих оксидів заліза пригар розплавляється та відшлаковується. пригар частково видаляється тиском газового полум'я, а частково залишається на відливку у вигляді видутого шлаку, котрий легко видаляється при барабанному очищенні.

Киснево-флюсове різання застосовується для різання високохромістичних і хромонікелевих марок сталі, чавуну, міді, латуні і бронзи. У випадку вуглецевих сталей киснево-флюсовий спосіб дозволяє різати метал без попередньої підготовки місця різання, що підвищує продуктивність.

За останній час у промисловості отримали широке розповсюдження різні способи електродугової (зварювання) обробки металу. Різання з використанням електричної дуги має наступні різновиди:

- 1 – дугове різання сталеним електродом;
- 2 - дугове різання вугільним електродом;
- 3 – киснево-дугове різання;
- 4 – повітряно-дугове різання;
- 5 - плазмено-дугове різання.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						20
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Три останніх способи різання металу можна поєднати під загальною назвою – *газоелектричне різання*.

При всіх видах газоелектричного різання для нагрівання і розплавлення оброблюваних металів використовується тепло електричної дуги, а струмінь газу або має механічний вплив, видуючи розплавлений метал із порожнини різання (повітряно-дугове різання), або захищає поверхню різання від окиснення та надає суттєвий вплив на формування дугового розряду (плазмено-дугове різання).

Повітряно-дуговим різанням можна виконувати розподільне різання і поверхневу строжку конструкційної вуглецевої і легованої сталі, чавуну, міді, видалення дефектів відливок; підготовку крайок під зварювання, видалення пригара.

Суттєвість плазмено-дугового різання полягає в проплавленні металу потужним дуговим розрядом, штучно зосередженим на обмеженій ділянці оброблюваної поверхні. Електрична дуга розплавляє метал, а газовий струмінь, який подається у порожнину різання через отвір наконечника, видаляє розплавлений метал.

На основі економічного аналізу, проведеного НДІ литмашем встановлено, що відрізання заливів вогневим методом на сталених відливках вагою до 100 кг вартістю в 4 рази нижче, чим обробка пневматичним зубилом, а тривалістю в 5 разів менше.

2.5. Очищення відливок у галтувальних барабанах

Очищення відливок у галтувальних барабанах відбувається за рахунок взаємного тертя і співудару відливок між собою та наповнювачем, а також зі стінками барабана при його обертанні. Одночасно із вибиванням стержнів і очищенням відливок від формувальної суміші, окалини і пригару в галтувальних барабанах відбиваються літники, видаляються заусенці і заливи по лінії рознімання, закативаються виступаючі залишки літників.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						21
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак, галтувальні барабани застосовуються в більшості випадків для очищення товстостінних відливок із товщиною стінки більше 10 мм і вагою до 40-50 кг.

Галтувальні барабани широко розповсюджені у ливарних цехах із крупносерійним, масовим і особливо з дрібносерійним та індивідуальним характером виробництва.

Однією з головних переваг галтувальних барабанів є простота конструкції, надійність в роботі, можливість додавання до поточної лінії, компактність і достатньо високий рівень механізації допоміжних операцій.

Очищення литва у галтувальних барабанах має наступні недоліки:

- спотворення геометричних розмірів за рахунок округлення гострих граней і кутів на відливках;
- незадовільні санітарно-гігієнічні умови праці операторів (шум, пил);
- утруднення механізації знімання, установки і кріплення кришки люку при завантаженні та відвантаженні відливок у барабанах періодичної дії;
- мала продуктивність і великі витрати електроенергії на очищення 1 т відливок порівняно із дробометними барабанами.

2.6. Вібраційне очищення

При вібраційному очищенні обробка зовнішніх і внутрішніх поверхонь відливок виконується шляхом вібрації контейнера з деталями і наповнювачем із частотою до 3000 коливань в хвилину.

Вібраційний спосіб очищення є дуже економічним порівняно із обробкою в галтувальному барабані.

Застосування вібраційної обробки підвищує продуктивність праці: порівняно з видаленням заусенців вручну – в 6-8 разів, а в галтувальних барабанах – в 4-6 разів.

Вібраційна обробка дозволяє отримати більш високу якість поверхні, ніж при обробці в галтувальних барабанах, зберігає гострі кути і грані, дає можливість виконувати очищення внутрішніх поверхонь і отворів.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вібраційна обробка може бути пропонована для очищення внутрішніх і зовнішніх поверхонь відливок з чорних та кольорових сплавів вагою до 20 кг.

При очищенні відливок в галтувальних барабанах і віброочищувальних установках відбувається часткове видалення дрібних заливів та заусенців – всі інші види очищення не забезпечують цієї операції. Видалення залишків літників, заливів і заусенців при цих способах виконується шляхом абразивної обробки із застосуванням спеціальних верстатів у випадку крупносерійного виробництва або ручних пневмо- чи електрошліфувальних машинок для дрібносерійного виробництва.

2.7. Очищення відливок абразивними кругами

Очищення абразивними кругами

В цехах із низьким рівнем механізації дрібні відливки очищуються на двокаменевих стаціонарних обдирочно-шліфувальних верстатах, а крупні відливки оброблюються за допомогою підвісних обдирочно-шліфувальних верстатів і ручних пневматичних шліфувальних машинок.

Праці на цьому обладнанні виконується вручну, причому дрібні відливки (до 30 кг) утримуються при обробці в руках із одночасним притисканням до абразивного круга. При обробці крупних відливок працівник притискає до відливки або абразивний круг підвісного верстата, або абразивний круг пневматичної шліфувальної машинки.

Очищення відливок на переліченому обладнанні має ряд серйозних недоліків. Значна доля ручної праці, яка призводить до швидкої втомлюваності виконавця, зниження швидкості шліфування при зношуванні круга, втрати робочого часу на часту ручну правку шліфувального круга зумовлюють низьку продуктивність цього процесу. Крім того, через низьку механічну міцність абразивних кругів усе існуюче обладнання розраховано на низькі швидкості шліфування (15-30 м/с).

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						23
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищення металевими кругами

Розвиток процесу абразивної обробки відливок привів до створення високопродуктивних армираних шліфувальних кругів, які мають швидкості різання до 100 м/с. При цьому в зоні контакту шліфувального круга з відливкою відбувається інтенсивне тепловиділення, котре приводить до розм'якшення тонкого шару металу. Через наявність розм'якшеного шару металу відбувається збільшення продуктивності процесу.

2.8. Очищення відливок електричними способами

Електричними способами обробки називаються такі способи, при котрих руйнування матеріалу, його видалення і структурні перетворення відбуваються під дією електричної енергії, яка вводиться безпосередньо в зону обробки, без попереднього перетворення її в механічну або інші види енергії. В застосуванні до очищення відливок ці способи розподіляються на електротермічний, заснований на теплової дії електричного струму, та електрохімічний, заснований на хімічній дії струму. До першої групи відносяться електроконтактні способи обробки, а до другої – катодне очищення в розплавах.

Електроконтактне очищення

Електроконтактний спосіб обробки металів було відкрито у 1925 році, але отримав промислове використання тільки починаючи з 1951 року. Цій спосіб обробки засновано на використанні тепла, що виділяється при проходженні електричного струму через ділянки ланцюга з підвищеним опором, котре виникає в місці контакту диска-інструмента та оброблюваної відливки.

При електроконтактній обробці вуглецевих сталей в режимі електричного оплавлення неминує значне нагрівання поверхневих шарів та їх підкалювання.

Для зменшення швидкості охолодження, а отже, і твердості зміцнювання, обробку середньовуглецевих сталей треба виконувати при невеликих подачах із великою глибиною врізання; маловуглецеві сталі і сталі аустенітного класу можна оброблювати з великими подачами.

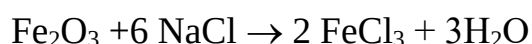
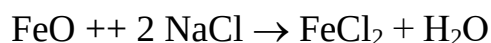
					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						24
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зменшення глибини зміцненої зони доцільно застосовувати великі подачі і малу глибину врізання.

2.9. Метод електрохімічного очищення лиття

Електрохімічні способи очищення металевих виробів від оксидів, окалини та інших видів забруднень знаходять широке застосування в промисловості. При цьому використовуються два основних способи очищення: травлення у розчинах кислот та травлення в розчинах лугів.

При електрохімічному травленні у розчинах кислот спостерігається одночасний хімічний вплив на металеву поверхню кислоти і електричного струму. Це призводить до розчинення поверхневих шарів металу і видаленню окисних плівок, окалини та інших забруднень, які знаходяться на поверхні. Видалення забруднень відбувається в результаті розчинення основної маси окису (або гідроокису) в кислоті із утворенням розчинених солей. Наприклад, для заліза



Газоподібний кисень, який виділяється в процесі реакції, розрихлює окисел та полегшує його відривання. Домішки, які нерозчинені в кислотах, знаходяться в окисленому шарі та залишаються на очищеній поверхні у вигляді плям шламу, котрий видаляється наступним промиванням в концентрованих кислотах.

Очищення відливок способами електрохімічного травлення в розчинах кислот широкого розповсюдження у ливарних цехах не отримало. Це пояснюється наступними причинами.

По-перше, в процесі очищення відбувається видалення не тільки окислів та інших забруднень, але й розчинення поверхневого шару металу. Це викликає порушення поверхневої ливарної корки, що веде до зниження експлуатаційної міцності і зносостійкості металу відливки. По-друге, розчинення металу зі всієї поверхні відливки веде до зміни розмірів останньої. Втретє, очищення відливок електрохімічним травленням в розчині кислот є складним багатоступеневим

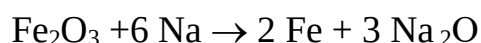
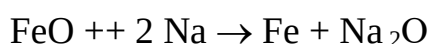
					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						25
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесом, використання якого веде до застосування великої кількості різноманітних видів хімічних з'єднань.

Другим способом електрохімічного очищення відливок, принципово відмінним від викладеного, є електрохімічне травлення в розчинах лугів.

Цей спосіб засновано на реакції відновлення окислів металу на очищуваній поверхні металевим натрієм, який виділяється на поверхні відливки в процесі електролізу розплавленого лугу.

Відновлення лугу протікає за наступними реакціями:



Утворюючийся метал залишається на очищуваній поверхні у вигляді щільного шару або порошку.

Електрохімічне травлення в розплавлених лугах є одним з прогресивних способів очищування поверхонь відливки. Переваги цього способу заключаються в тому, що метал в процесі очищення зовсім не руйнується. В той же час окалина відновлюється і відбувається хімічне розчинення пригару в електроліті, який складається з розплавленого технічного їдкого натру, під дією температури розплавлення і постійного струму.

При зануренні в розплав лугу холодної відливки в ній можуть виникнути небезпечні напруження, котрі визивають короблення. Для запобігання цьому явищу треба складні відливки піддавати попередньому нагріванню до температури 250 °C та лише потім занурювати у розплавлений луг.

Як показали дослідження, процес електрохімічного очищення катодним травленням в розплавлених лугах не впливає на міцносні властивості металу відливок, не викликає їх деформування і може застосовуватися для очищення відливок з мінімальними припусками під механічну обробку. В той же час, часткове обезвуглерожування поверхні, яке спостерігається при катодному травленні, підвищує експлуатаційну стійкість металоріжучого інструменту, за рахунок зниження твердості ливарної корки.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						26
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Простота способу електрохімічного очищення відливок методом катодного травлення в розплавленому лузі дозволяє повністю механізувати та автоматизувати цей процес. Він застосовується для виробів різноманітної складності та ваги з різних марок сталі і чавуну, масово-поточного, серійного і індивідуального виробництва.

Висновок

Дослідження показують, що хоч абсолютна вартість очищення відливок з підвищенням серійності виробництва і ступеню механізації процесу зменшується, однак, питома вага витрат на очищення і відрубубвання у загальній собівартості відливок коливається в залежності від характеру виробництва в незначних межах. Питома вага ручної обробки у відрубних і очищувальних операціях для будь-якого типу виробництва складає приблизно 50 %.

Прогресивними видами очищування треба рахувати процеси, які забезпечують максимум механізації та автоматизації при дотриманні всіх умов охорони праці. Економічно ж найбільш ефективними ці процеси, у кожному окремому випадку, можуть стати, якщо при проектуванні буде забезпечено повне використання основних фондів, а рівень механізації та автоматизації вирішено у відповідності до обсягу і характеру виробництва. Способи, які потребують великих капітальних вкладень, зумовлені при цьому економічно обґрунтованими лиш для цехів з достатньо великим річним випуском лиття.

2.10. Вибір методу очищення ступиці колеса вантажного

Проаналізувавши усе вище перелічені методи очищування відливок, зупинимося на електрохімічному очищенні відливок методом катодного травлення в розплавленому лузі.

Даний метод дозволяє нам, крім очищення самої відливки, підвищити стійкість металоріжочого інструменту за рахунок зниження твердості ливарної корки; механізувати та автоматизувати процес очищення, тобто, підвищити продуктивність і поліпшити умови праці на ділянці очищення.

Технологія електрохімічного очищення ступиці колеса вантажного

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						27
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Попереднє нагрівання (250 °С).
2. Катодне травлення в розплавленому лузі (480-500 °С).
3. Промивання у холодній воді (18-20 °С).
4. Промивання у гарячій воді (70-80 °С).
5. Фосфатування.
6. Сушіння.

Замість фосфатування очищених відливок у розчині солі Можеора і біхромату натрію, пропонуємо проводити процес пасерування в 3-7 % розчині ортофосфорної кислоти (H_3PO_4) при температурі 70-80 °С. Процес пасерування забезпечує добру якість антикорозійного покриття і знижує витрати на очищування відливок.

Установка для електрохімічного очищення відливок складається із чотирьох ванн, в котрих послідовно проводять операції: катодне травлення, промивання у холодній та гарячій воді, пасерування.

Дільниця електрохімічного очищування ливарної ступиці колеса вантажного представлена на рис.2.1. дільниця обладнана чотирма ваннами 1, 2, 3 і 4, генераторною станцією 8, пультом керування 6, двома тельферами 5 і площадкою 7, на котрій здійснюється збирання відливок на контактні пристосування, а також зняття з них очищених відливок.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						28
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

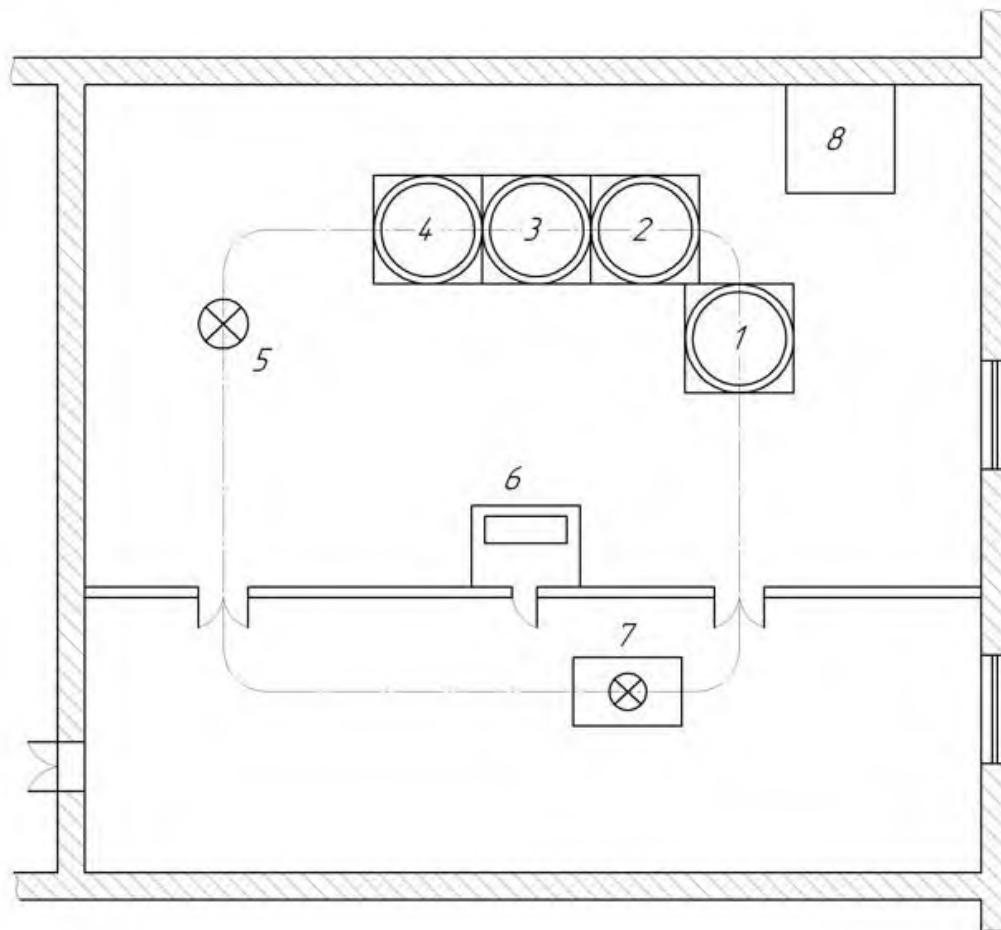


Рис.2.1. Дільниця електрохімічного очищення

Корпус ванни 1 виконано з листової вуглецевої сталі. Нагрівання лугу ведеться за допомогою трубчастих електронагрівачів. на дні ванни встановлено піддон, в котрий осідає шлам, утворений в процесі очищування. Корпус ванни підключається до аноду, а контактне кільце на горловині, ізольоване від корпусу ванни, підключається до катоду. Ванна обладнана системою бортових відсмоктувачів, підключених до горловини.

Електроконтактне пристосування є ще й вантажопідйомною підвіскою, за допомогою якої здійснюються як технологічні, так і транспортні операції. Електроконтактне пристосування складається з штанги і контактного диска. На нижньому кінці штанги кріпляться устрої для фіксації відливки, а верхній кінець штанги має провущину для гака тельфера. При занурюванні деталей в ванну контактний диск лягає на контактне кільце горловини і утворює, таким чином, кришку, яка перешкоджає розбризкуванню розплавленого каустика.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						29
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ванни для промивання відливок і ванна для пасерування за конструкцією аналогічні ванні для очищування, але корпуси ванн виготовлені з нержавіючої сталі.

Працює установка наступним чином. На майданчику 7 відливки монтуються на контактне пристосування. Керований дистанційно, тельфер транспортує контактне пристосування із відливками до ванни 1 і занурює в розплавлений каустик. По закінченні очищування (0,5-0,6 год.) відливки витягуються із ванни з лугом та занурюються у ванну з холодною проточною водою. Потім відливки переносяться до ванни 3 із гарячою водою, після якої відливки підлягають пасеруванню. Цикл очищення скінчається (на майданчику 7) розвантаженням контактного пристосування.

Генераторна станція 8 забезпечує живлення установки постійним струмом від силового генератора типу АМГ, котрий має потужність 30 кВт при напрузі 6 В. Керування усіма процесами здійснюється з пульта керування 6, котрий має прилади, які забезпечують заданий електричний режим процесу очищування відливок.

Дільниця обслуговується одним пультавником-електриком та одним транспортним робітником. Продуктивність дільниці 1 т/год.

Склад електроліту – луги:

70-80 % - NaOH

30-20 % - КОН

1-2 % - NaCl.

Час знаходження деталі під струмом 15 хв.: деталь підключається до катоду впродовж 12 хв., потім до аноду – на 2 хв. і знову до катоду – на 1 хв.

					6261м.08.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						30
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина	Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Нартя О.Ю.				М	Р		31	28
Перевірив		Новошицький				НУК				
Консульт.										
Н.контр.		Боду С.Ж.								
Затвердив		Ткач М.Р.								

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Вибір способу отримання заготовки

Рациональний вибір способу отримання заготовки та її відповідна підготовка до механічної обробки є важливим фактором, так як від виду і типу заготовки в багатьох залежить витрати матеріалу, працездатність механічної обробки і, отже, величина остаточної собівартості деталі.

Будь-яка заготовка, призначена для подальшої механічної обробки, виготовляється з припусками проти номінальних розмірів деталі.

При розрахунку (призначенні) припусків треба прагнути до їх оптимізації, тобто припуск повинен мати розміри, які забезпечують виконання всього циклу операцій по виготовленню деталі. При цьому треба враховувати, що:

а) забагатий припуск призводить до збільшення працездатності виготовлення деталі і підвищує її собівартість;

б) недостатній припуск не дозволяє виконати необхідну обробку з вимагаємою чистотою та точністю, що призводить до появи браку і, як наслідок, підвищує кінцеву вартість виробу.

При наявності декількох способів отримання заготовки необхідно провести економічний аналіз ефективності застосування того чи іншого способу.

За базовим проектом заготовка колеса вантажного є комбінованою: в умовах одиничного виробництва ступицю отримують методом лиття в піщано-глинисті форми з ручним формуванням, а вінець – методом кування на кривошипних гаряче штампувальних пресах.

Вибір даного методу отримання заготовки ступиці вантажного колеса обґрунтовано наступними факторами:

а) матеріал деталі – ливарна сталь 30 ГСЛ;

б) деякі поверхні не оброблюються механічним шляхом та необхідну точність їх розташування і форми легше всього отримати на ливарних заготовках;

в) один з основних факторів – масо-габаритні показники деталі.

В умовах серійного виробництва доцільно і економічно ефективно застосувати вид лиття, при якому форма і розміри заготовки будуть максимально

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						32
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наближатися до форми і розмірів деталі. Застосуємо лиття в разові піщано-глинисті форми з машинним формуванням. Цей спосіб достатньо широко розповсюджений, механізований, ефективний і відповідає виробничим можливостям ливарних цехів сучасних машинобудівних підприємств. В якості ливарної оснастки використовується підмодельні плити з металевими напів моделями і стрижневі ящики.()

Машинне формування підвищує продуктивність праці, точність розмірів і строк служби моделі.

Оскільки, обираючи вид заготовки, слід виходити, в першу чергу, слід виходити з особливостей матеріалу деталі і вимог, які ставлять до нього у відношенні структурного стану і фізико-механічних властивостей, то вінець вантажного колеса виготовимо (як і в базовому проекті) методом кування на кривошипних гаряче штампувальних пресах. Цей метод дає можливість виготовлення крупно габаритних поковок при використанні порівняно малопотужного обладнання; поліпшує якість металу, його механічні властивості (пластичність, ударна в'язкість).

Визначення вартості отримання заготовок

А) Вартість ливарного полотна ступиці

Вартість заготовок, які відливаються у піщані форми, визначається за наступною формулою:

$$C_{з.л.} = \left(\frac{C_{баз}}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000},$$

де $C_{баз}$ = 21540 грн. – базова вартість 1т заготовок;

Q = 259 кг - маса заготовки;

q = 194 кг – маса деталі за кресленням;

$S_{відх}$ = 250 грн. – вартість 1т відходів;

K_T = 1,05 – коефіцієнт, який залежить від класу точності відливки (відповідає 2 класу);

K_C = 0,85 – коефіцієнт, який залежить від групи складності (відповідає 2 групи складності);

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						33
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_B = 0,73$ – коефіцієнт, який залежить від марки і маси матеріалу;

$K_M = 1,21$ – коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

$K_{\Pi} = 1,04$ – коефіцієнт, який відповідає серійному типу виробництва

$$C_{з.п.} = \left(\frac{21540}{1000} \cdot 259 \cdot 1,05 \cdot 0,85 \cdot 0,73 \cdot 1,21 \cdot 1,04 \right) - (259 - 194) \cdot \frac{250}{1000} = 4557,74 \text{ грн.}$$

Б) Вартість вінця вантажного колеса

Вартість вінця, отриманого методом кування на кривошипних гаряче штампувальних пресах, визначається аналогічно вартості ступиці:

$$C_{з.в.} = \left(\frac{C_{баз}}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000},$$

де $C_{баз} = 25400$ грн. – базова вартість 1т заготовок;

$Q = 233$ кг - маса заготовки;

$q = 155$ кг – маса деталі за кресленням;

$S_{відх} = 250$ грн. – вартість 1т відходів;

$$C_{з.в.} = \left(\frac{25400}{1000} \cdot 233 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,16 \cdot 0,69 \cdot 0,9 \right) - (233 - 155) \cdot \frac{250}{1000} = 3305,82 \text{ грн.}$$

Загальна вартість заготовки

$$C_0 = C_{з.п.} + C_{з.в.} = 4557,74 + 3305,82 = 7863,56 \text{ грн.}$$

Повна вартість заготовки буде складатися з загальної вартості заготовки і суми витрат на доставку деталей до місця складання (10-15 % від їх вартості)

$$C_{\Pi} = C_0 + 0,1C_0 = 7863,56 + 0,1 \cdot 7863,56 = 8649,92 \text{ грн.}$$

Більш точний розрахунок вартості заготовки виконано в економічній частині.

3.2. Розрахунок вартості основних матеріалів

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

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

$$M = K_{ТЗ} m \Pi_M - g \Pi_{відх},$$

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						34
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{тз}$ – коефіцієнт враховуючий транспортні витрати;

m – маса деталі, кг;

C_m – ціна матеріалу заготовки, грн/кг;

g – маса відходів при виготовленні деталей з заготовки;

$C_{відх}$ – ціна реалізованих відходів.

Ціни на матеріали і поворотні відходи приймаються за діючими прейскурантами.

Розрахунок на основні матеріали оформлюється у формі таблиці.

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 3.1

Найменування деталі	Річне завдання, шт.	Марка матеріалу	Норма витрат на одиницю, кг	Витрати на програму, т	Ціна 1 т. грн	Сума, грн	Маса відходів на одну деталь, кг	Маса відходів на програму, т	Ціна реалізації одної тони відходів, грн	Сума від реалізації відходів в розрахунку на річне завдання	Витрати матеріалів з різницею реалізації відходів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ступиця	2500	30ГСЛ	194	485	21540	10446900	65	162,5	2500	406250	10040650
вінець	2500	40Х	155	387,5	25400	9842500	78	195	2500	487500	9355000

3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу

Складання маршруту обробки деталі представляє собою складну задачу з великою кількістю можливих варіантів рішення. Його мета – дати загальний план обробки деталі, намітити зміст операцій технологічного процесу та вибрати тип

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						35
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання. Маршрутно-технологічний процес виготовлення деталі «колесо вантажне» надано в табл.3.2.

Маршрутно-технологічний процес виготовлення деталі
«колесо вантажне»

Таблиця 3.2

№№	Найменування операції	Обладнання
1	2	3
	Вінець	
005	Технічний контроль	
010	Токарно-карусельна	Токарно-карусельний мод.1512
015	Токарно-карусельна	Токарно-карусельний мод.1512
020	Технічний контроль	
	Ступиця	
025	Технічний контроль	
030	Електрохімічне очищення	
035	Токарно-карусельна	Токарно-карусельний мод.1512
040	Токарно-карусельна	Токарно-карусельний мод.1512
045	Технічний контроль	
	У зборі	
050	Слюсарна	
055	Розмічальна	
060	Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний мод.2М55
065	Слюсарна	
070	Токарно-карусельна	Токарно-карусельний мод.1512
075	Технічний контроль	
080	Зубофрезерувальна	Зубофрезерувальний мод.5К328А
085	Технічний контроль	
090	Слюсарна	
095	Технічний контроль	

3.4. Визначення між операційних припусків і розмірів

Припуск на механічну обробку є сумою між операційних припусків на проміжних операціях механічної обробки деталі.

Припуски на проміжні операції вибираються, виходячи з наступних умов:

- 1) Припуски повинні бути мінімальними з метою скорочення часу обробки і зменшення вартості деталі;
- 2) Припуски повинні бути достатніми для виконання всього циклу операцій;
- 3) Припуски повинні призначатися із урахуванням термічної обробки і пов'язаних з нею деформацій і короблення.

При виборі між операційного припуску враховується висота гребінців мікронерівностей профілю поверхні після попередньої операції, найбільша глибина дефектного шару, похибка установки, допуски на операційні розміри, необхідну чистоту поверхні та ін. [9].

Аналітичний метод розрахунку між операційних припусків

Аналітичний метод визначення між операційних припусків базується на аналізі виробничих похибок, виникаючих при конкретних умовах обробки заготовки. Значення припуску визначається методом диференційного розрахунку по елементам, які складають припуск [9].

Виконаємо аналітичним методом розрахунок операційних розмірів і припусків на механічну обробку внутрішнього діаметра ступиці в розмір 180H7.

Для виготовлення ступиці вантажного колеса за кресленням, технічними умовами і характером виробництва обрана відливка в піщано-глинисті форми 11 класу точності та 4 рядка припусків за ДСТУ 8981:2020 [21].

Технологічний маршрут обробки внутрішнього діаметра ступиці складається з наступних операцій:

005 Заготівельна

010 Токарна чорнова

015 Токарна напівчистова

020 Токарна чистова.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						37
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для наочності виконаних розрахунків складемо розрахункову таблицю 3.3.

Розрахунок припусків і попередніх розмірів по технологічним
переходам на обробку поверхні $\varnothing 180h7$

Таблиця 3.3

Технологічні операції або переходи	Елементи припуску, мкм				Точність	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R_z	h	$\Delta\Sigma$	$\Delta\epsilon_y$			$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
заготовка розточування : чорнове напів чистове чистове	300	300	996	-	H	1600	174,46	176,06	—	—
	100	100	60	400	H14	1000	178,41	179,41	3,346	5,946
	25	25	-	24	H11	250	179,69	179,94	0,529	1,78
	2,5	0	-	-	H7	40	180	180,04	0,1	0,39

Знаходимо складові елементи припуску.

Допуск на розмір відливки по 11 класу точності $TH_3 = 1600$ мкм [17].

Технологічний допуск при чорновому розточуванні (14 квалітет) – $TH_1 = 1000$ мкм [17].

Технологічний допуск при напів чистовому розточуванні (11 квалітет) – $TH_2 = 250$ мкм [17].

Технологічний допуск при чистовому розточуванні (7 квалітет) – $TH_3 = 40$ мкм [17].

Величина $(R_z + h)$, яка характеризує якість поверхні відливки, дорівнює 600 мкм [9].

При чорновому розточуванні $R_z = 100$ мкм, $h = 100$ мкм [9].

При напів чистовому розточуванні $R_z = 25$ мкм, $h = 25$ мкм [9].

При чистовому розточуванні $R_z = 2,5$ мкм, $h = 0$ мкм - повинно відповідати кресленню.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ					Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						38

Сумарне значення відхилення розташування заготовки при обробці отворів у відливку коробчастої форми визначається за формулою [1]:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2},$$

де $\Delta_{кор}$ – величина просторових відхилень;

$\Delta_{см}$ – зсув стрижня у горизонтальній або вертикальній площині, мм.

$$\Delta_{кор} = \Delta_k \cdot D,$$

де Δ_k – питома кривизна на відповідний D , мкм/мм.

$$\text{Згідно [1]} \Delta_k = 1 \cdot 950 = 950 \text{ мкм}$$

$$\Delta \Sigma = \sqrt{950^2 + 300^2} = 996 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного сумарного відхилення розташування заготовки після чорнової обробки визначається за формулою:

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta \Sigma,$$

де K_y – коефіцієнт уточнення, $K_y = 0,06$.

$$\Delta_{ост} = 0,06 \cdot 996 = 59,76 \approx 60 \text{ мкм.}$$

Похибка установки $\Delta\varepsilon_y = 400$ мкм [1] при чорновому розточуванні.

Похибка установки при чистовому розточуванні $\Delta\varepsilon_y = K_y \cdot \Delta\varepsilon_y = 0,06 \cdot 400 = 24$ мкм.

Виконаємо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків:

- під чорнове розточування

$$2\Sigma_{i \min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta\varepsilon_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] [9]$$

де $R_{z_{i-1}}, h_{i-1}$ - висота поверхонь профілю (характеризує шорсткість поверхні), глибина дефективного поверхневого шару і сумарне значення просторових відхилень для елементарної поверхні на попередньому переході;

$\Delta\Sigma_{i-1}$ – сумарне відхилення розташування поверхні;

ε_{yi} - похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

$$2\Sigma_{1 \min} = 2 \left[(R_z + h)_3 + \sqrt{\Delta\Sigma_3^2 + \Delta\varepsilon_1^2} \right] = 2 \left[600 + \sqrt{996^2 + 400^2} \right] = 3346,64 \text{ мкм} = 3,346 \text{ мм.}$$

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- під напівчистове розточування

$$2\Sigma_{2 \min} = 2[(R_z + h)_1 + \sqrt{\Delta\Sigma_1^2 + \Delta\varepsilon_2^2}] = 2[100 + 100 + \sqrt{60^2 + 24^2}] = 529,24 \text{ мкм} = 0,529 \text{ мм.}$$

- під чистове розточування

$$2\Sigma_{3 \min} = 2[(R_z + h)_2 + \sqrt{\Delta\Sigma_2^2 + \Delta\varepsilon_3^2}] = 2(50 + 0) = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм.}$$

За формулою 1.3 [9] визначаємо максимальний припуск:

$$2\Sigma_{i \max} = 2\Sigma_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i,$$

де Td_{i-1} – допуск розміру на попередньому переході;

Td_i – допуск розміру на виконуваним переході.

- під чорнове розточування

$$2\Sigma_{1 \max} = 2\Sigma_{1 \min} + Td_3 + Td_1 = 3346,64 + 1600 + 1000 = 5946,64 \text{ мкм};$$

- під напів чистове розточування

$$2\Sigma_{2 \max} = 2\Sigma_{2 \min} + Td_1 + Td_2 = 529,64 + 1000 + 250 = 1779,64 \text{ мкм};$$

- під чистове розточування

$$2\Sigma_{3 \max} = 2\Sigma_{3 \min} + Td_2 + Td_3 = 100 + 250 + 40 = 390 \text{ мкм.}$$

Загальні припуски на обробку поверхні $\varnothing 180H7$ визначаємо за формулою [9]:

$$2Z_{0 \min} = 2\Sigma_1^n Z_{i \min};$$

$$2Z_{0 \max} = 2\Sigma_1^n Z_{i \max};$$

$$2Z_{0 \min} = 3346,64 + 529,24 + 100 = 3975,88 \text{ мкм};$$

$$2Z_{0 \max} = 5946,64 + 1779,64 + 390 = 8116,28 \text{ мкм.}$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків виконується за формулою:

$$2\Sigma_{i \max} - 2Z_{i \min} = Td_{i-1} + Td_i;$$

$$5946,64 - 3346,64 = 1600 + 1000;$$

$$2600 = 2600 \text{ мкм};$$

$$1779,64 - 529,64 = 1000 + 250;$$

$$1250 = 1250 \text{ мкм};$$

$$390 - 100 = 250 + 40;$$

$$290 = 290 \text{ мкм.}$$

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						40
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, розрахунки виконані вірно.

Визначимо між операційні розміри. Початковою величиною для розрахунку між операційних розмірів при обробці поверхні Ø180Н7 служить її найменший граничний розмір:

$$D_{\max i-1} = D_{\max i} - 2Z_{\min};$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i} - TD_{i-1}.$$

Приймаємо за розрахунковий розмір – розмір останнього переходу (чистове розточування) - Ø180,04 мм, тоді

$$D_{\max 2} = 180,04 - 0,1 = 179,94 \text{ мм} - \text{для напів чистового розточування};$$

$$D_{\max 1} = 179,94 - 0,53 = 179,41 \text{ мм} - \text{під чорнове розточування};$$

$$D_{\max \text{ заг}} = 179,41 - 3,35 = 176,06 \text{ мм} - \text{діаметр заготовки};$$

$$D_{\min 3} = 180,04 - 0,04 = 180 \text{ мм} - \text{мінімальний діаметр після чистового розточування};$$

$$D_{\min 2} = 179,94 - 0,25 = 179,69 \text{ мм} - \text{після напів чистового розточування};$$

$$D_{\min 1} = 179,41 - 1,0 = 178,41 \text{ мм} - \text{мінімальний діаметр після чорнового розточування};$$

$$D_{\min \text{ заг}} = 176,06 - 1,6 = 174,46 \text{ мм} - \text{мінімальний діаметр заготовки}.$$

Аналогічно виконаємо розрахунок припусків, допусків і проміжних розмірів по технологічних переходах при токарній обробці зовнішнього діаметру вінця вантажного колеса. Результати розрахунку представлені в табл.3.4.

Для всіх останніх поверхонь величину припуску визначимо табличним методом.

Табличний метод визначення припусків

1.Визначення припусків і конструювання заготовки ступиці вантажного колеса.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						41
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків, допусків і проміжних розмірів
зовнішнього діаметру вінця колеса вантажного ($\varnothing 1036,88h9$)

Таблиця 3.4

Технологічні операції або переходи	Елементи припуску, мкм				Точність	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R_z	h	$\Delta\Sigma$	ΔE_y			d_{min}	d_{max}	$2z_{np_{min}}$	$2z_{np_{max}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
заготовка точіння : чорнове чистове	400	400	1756	-	H	4200	1042,43	1049,2	—	—
	100 5	100 5	106 -	450 25	$h12$ $h9$	1050 260	1038,5 1036,62	1038,8 1036,88	5,2 0,61	10,45 1,92

Заготовку ступиці вантажного колеса отримуємо методом лиття в піщано-глинисті форми. За табл.1.3 [1] в залежності від способу лиття, найбільшого габаритного розміру ($\varnothing 950$ мм) і типу виробництва (серійний) встановлюємо клас точності розмірів відливки – 11, рядок припусків – 4. Величина допуску форми і розташування елементів відливки не більше 5 мм.

Задана деталь має симетрію. Площина симетрії доцільно приймати за площину рознімання моделі і форми.

Загальні припуски P_0 на механічну обробку відливок по величині допуску на розмір і ряду припусків визначимо за табл.3 [14].

Визначимо розміри відливки. Результати зведемо у табл.3.5.

Для розмірів необроблюваних поверхонь припустимі відхилення встановлюємо за табл.2 [14]. При цьому розміри відливки мають наступні допуски:

розміри спиць ± 4 мм, розмір ободу $^{+4,3}_{-2,1}$ мм, розмір $\varnothing 900^{+2,1}_{-4,3}$.

Технічні вимоги до відливки зі сталі формуються згідно ДСТУ 8981:2020.

Для визначення маси відливки, враховуючи складність її конструкції, можна додати масу металу, який складає його припуски і напуски, котрі

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						42
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видаляються в ході механічної обробки $G_{\text{відх}} = \sum_1^n G_i$, G_i - маса видалених елементарних фігур припусків: $G_{\text{відх}} = \gamma 0,25\pi[(D_1^2 - D_H^2)l + (D_2^2 - D_H'^2)l_1 + (D^2 - D_H''^2)l_2] + \gamma 0,25\pi[(D^2 - d^2)l + (D_2^2 - d^2)l] = 0,0078 \cdot 0,25 \cdot 3,14[(23,1^2 - 22,5^2) - 6,5 + (31^2 + 29^2) \cdot 1 + (96,5^2 - 95^2)12,5 + (95^2 - 84^2)1,8 = 65 \text{ кг.}$

Звідси, маса відливки

$$G_{\text{заг}} = G_{\text{д}} + G_{\text{відх}} = 194 + 65 = 259 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{ВМ}} = G_{\text{д}} / G_{\text{заг}} = 194/259 = 0,75.$$

Розміри відливки

Таблиця 3.5

Найменування розміру	Позначення	Формула для розрахунку	Припуск, мм	Допуск, мм	Прийнятий розмір відливки, мм
1	2	3	4	5	6
Внутрішній діаметр ступиці	d	$d = d_H - 2\Pi_o = 180 - 2 \cdot 5 = 170 \text{ мм}$	5	$\begin{matrix} +1,3 \\ -3,7 \end{matrix}$	$172_{-3,7}^{+1,3}$
Зовнішній діаметр ступиці	D ₁	$D_1 = D_H + 2\Pi_o = 225 + 2 \cdot 5 = 235 \text{ мм}$	5	$\begin{matrix} +3,7 \\ -1,3 \end{matrix}$	$231_{-1,3}^{+3,7}$
Зовнішній діаметр ступиці	D ₂	$D_2 = D_H' + 2\Pi_o = 290 + 2 \cdot 8,5 = 307 \text{ мм}$	8,5	$\begin{matrix} +4,3 \\ -2,1 \end{matrix}$	$310_{-2,1}^{+4,3}$
Посадковий діаметр	D	$D = D_H'' + 2\Pi_o = 950 + 2 \cdot 9 = 968 \text{ мм}$	9	$\begin{matrix} +5,3 \\ -2,7 \end{matrix}$	$965_{-2,7}^{+5,3}$
Довжина ступиці	L	$L = L_H + 2\Pi_o = 240 + 2 \cdot 9 = 258 \text{ мм}$	9	$\pm 5,6$	$258 \pm 5,6$
Довжина вінця	l	$l = l_H + 2\Pi_o = 125 + 2 \cdot 9 = 143 \text{ мм}$	9	± 5	143 ± 5

Визначення припусків і конструювання заготовки вінця вантажного колеса.

Заготовку вінця отримуємо методом кування на кривошипних гаряче штампувальних пресах за ДСТУ 9182:2022.

Загальні припуски на механічну обробку заготовок визначаємо за додатком 2.5 [7].

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						43
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо розміри заготовки і результати зведемо до табл.3.6.

Розміри кування

Таблиця 3.6

Найменування розміру	Позначення	Формула для розрахунку	Припуск, мм	Допуск, мм	Прийнятий розмір кування, мм
1	2	3	4	5	6
Внутрішній діаметр	d_b	$d_b = d - \Pi_o = 940 - 20 = 920 \text{ мм}$	20	$+3,7$ $-7,3$	$920^{+3,7}_{-7,3}$
Зовнішній діаметр	d_n	$d_n = d' + \Pi_o = 1036,88 + 26 = 1062,88 \text{ мм}$	26	$+7,3$ $-3,7$	$1062^{+7,3}_{-3,7}$
Довжина	l	$l = l_H + \Pi_o = 125 + 20 = 145 \text{ мм}$	20	$+6$ -3	145^{+6}_{-3}

Технічні вимоги, режими термічної обробки кування формуються згідно ГОСТ 8479-70.

Визначаємо масу заготовки за формулою [7]:

$$G_{\text{заг}} = G_d + G_{\text{відх}};$$

$$G_{\text{відх}} = \gamma [0,25\pi(d^2 - d_b^2)l + 0,25\pi(d_n^2 - d'^2)l] = \gamma[0,25 \cdot 3,14(94^2 - 92^2)14,5 + 0,25 \cdot 3,14(106,2^2 - 103,7^2) \cdot 14,5 = 78 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{заг}} = 155 + 78 = 233 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$KBM = G_d / G_{\text{заг}} = 155/233 = 0,66.$$

3.5. Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту

Технологічне обладнання – засоби виробництва, у яких для виконання визначної частини технологічного процесу розташовуються матеріали або заготовки, засоби взаємодії на них, а також технологічна оснастка та при необхідності джерело енергії.

При виборі обладнання для кожної технологічної операції необхідно

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						44
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховувати наступні основні фактори: обсяг випуску деталей, тип виробництва, розміри деталі, розміри та розташування поверхонь, що обробляються, вимоги до точності, шорсткості поверхні та економічності обробки, необхідність найбільш повного використання верстатів по потужності та по завантаженню, простоту їх обслуговування та ступінь використання.

Технологічне обладнання для виготовлення вантажного колеса

Токарно-карусельний верстат моделі 1512

Одностворчаний токарно-карусельний верстат моделі 1512 є універсальним верстатом і призначений для обробки різноманітних виробів із чорних та кольорових металів в умовах дрібносерійного та серійного виробництва.

Модель 1512 є найбільш поширеною серед токарно-карусельних верстатів на території колишнього СРСР. Верстат дозволяє робити токарну обробку деталей діаметром до 1250 мм, висотою до 1 метра і масою до 3200 кг. Верстат експортувався до багатьох країн світу.

Конструкція верстата 1512 уніфікована з конструкцією верстата моделі 1516 та відрізняється тільки розмірами план-шайби та потужністю електродвигуна.

На верстаті можна проводити циліндричне та конічне обточування та розточування, проточування площин - як внутрішніх, так і зовнішніх, свердління, зенкерування та розгортання центральних отворів, а також напів чистове та чистове обточування плоских торцевих поверхонь.

Верстат має два супорти:

1. вертикальний з п'яти позиційною револьверною головкою з автоматичним поворотом та фіксацією на кожній позиції
2. горизонтальний (бічний) з чотирма позиційним різцеутримувачем

Технологічні можливості верстата значно розширюються за допомогою самоцентруючої планшайби, що поставляються за особливим замовленням, пристосувань (для різьбонарізання, обробки конічних поверхонь, обточування фасонних поверхонь тіл обертання по копіру, обробки деталей за упорами) і пристрої для обробки з охолодженням.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						45
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На верстатах можна виконувати такі операції:

- обточування циліндричних та конічних поверхонь;
- розточування циліндричних та конічних поверхонь;
- обточування плоских торцевих поверхонь вертикальним та бічним супортами.

Крім того, вертикальним супортом можна проводити обточування плоских торцевих поверхонь з підтримкою ступінчасто-постійної швидкості різання на чистових та напів чистових режимах; свердління, зенкерування та розгортання; прорізання канавок та відрізки.

При застосуванні спеціальних пристроїв та пристроїв, що поставляються разом із верстатами за особливим замовленням за окрему плату, на верстатах можна виготовляти:

- обробку деталей за заданими розмірами (упорами);
- нарізування різьблення, обточування та розточування конічних поверхонь;
- обробку фасонних поверхонь тіл обертання по копіру (електрокопіювальний пристрій);
- обробку деталей із охолодженням.

У звичайному виконанні верстати поставляються з вертикальним револьверним супортом, що має механічний поворот і затискач револьверної головки, і бічним супортом.

Крім цього, за особливим замовленням за окрему плату може бути поставлений верстат із самоцентруючою планшайбою з ручним затиском виробу.

На верстаті одночасно можуть бути змонтовані всі пристрій, за винятком охолодження, яке не може бути встановлене одночасно з самоцентруючою планшайбою.

У зв'язку з тим, що установка пристроїв вимагає значних змін і доробок у верстаті, замовлення на виготовлення пристроїв до раніше поставлених верстатів не можуть бути виконані. Пристрої поставляються лише разом із верстатом.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						46
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значна потужність електродвигуна головного приводу, висока жорсткість базових деталей і достатня міцність всіх елементів кінематичного ланцюга у поєднанні з широкими діапазонами регулювання чисел оборотів планшайби та величин подач дозволяють вести на верстатах високопродуктивну роботу на швидкісних режимах різання.

Технічна характеристика

Клас точності верстатів Н згідно з ГОСТ 44-83 (ISO 3695-86):

- найбільший діаметр оброблюваної заготовки – Ø 1250 мм
- найбільша висота оброблюваної заготовки - Ø 1000 мм
- діаметр планшайби - Ø 1120 мм
- найбільша вага оброблюваної заготовки – 3200 кг
- частота обертання планшайби – 5...250 об/хв., 18 ступенів
- потужність електродвигуна – 30 кВт
- вага верстата повна – 16500 кг

Верстати моделі 2М55 призначені для свердління, розсвердлювання, зенкування, розгортання, нарізування різі; застосовується в умовах одиничного та серійного виробництва

Технічна характеристика

Найбільший умовний діаметр свердління в сталі середньої твердості, мм 50

Виліт шпинделя, найбільший/ найменший, мм 1600/375

Відстань від торця шпинделя до плити, найбільша/ найменша, мм 1600/450

Кількість ступенів швидкостей шпинделя 21

Межі швидкостей шпинделя, об/хв. 20-2000

Кількість щаблів мелан. подач шпинделя 12

Межі подач шпинделя, мм/об. 0,056-2,5

Найбільша вертикальна переміщення рукава колоною, мм 680

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						47
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша осьова переміщення шпинделя, мм	350
Конус шпинделя Морзе	5
Найбільша вага інструмента, керована противагою за найбільшої допущеної зтяжки, кг	30
Кількість швидкостей обертання шпинделя	19
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс · см	7100
Межі чисел обертів за хвилину	30-1700
Потужність електродвигуна шпинделя, кВт	4,5
Потужність електродвигуна переміщення рукава, кВт	1,7
Габарити верстата, мм	2665 x 1020 x 3430
Вага верстата, кг	4700

Верстати моделі 5K328A призначені для фрезерування циліндричних прямозубих і косозубих коліс з чавуну, сталі, легованих сталей, легких сплавів методом обкатки черв'ячної фрези в умовах серійного виробництва.

5K328A - Верстат зубофрезерувальний вертикальний для циліндричних коліс

Технічна характеристика

Діаметр столу,	1000 мм
Діаметр обробки,	1250 мм
Максимальний модуль,	12 мм
Найбільша довжина зуба,	560 мм
Найменше число нарізаних зубів,	20
Вага	14000 кг
Розміри, мм:	3580x1790x2590

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						48
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтування та вибір ріжучого та вимірювального інструменту

Інструмент – технологічна оснастка, яка призначена для взаємодії на предмет праці з метою зміни його стану.

Конструкція та розміри інструменту для заданої операції залежать від виду обробки, розмірів поверхні, що обробляється, властивостей матеріалу заготовки, потрібної точності обробки та шорсткості оброблюваної поверхні. Ріжучий інструмент обираємо з джерел [8] та [3]. У якості вибору марки твердого сплаву при різних видах обробки різанням сталі 40Х обираємо твердий сплав Т15К6, а для сталі 30ГСЛ – твердий сплав марки Т5К10.

Вимірювальні засоби – це технічні пристрої, які використовуються при вимірюваннях, які мають нормовані метрологічні властивості (наприклад, різні вимірювальні пристрої, калібри, лекальні лінійки, плити та ін.). При їх виборі враховують існуючі організаційно-технічні форми контролю (масштаб виробництва, конструктивні характеристики вимірювальних деталей, точність виготовлення деталей та інші техніко-економічні фактори). Вимірювальний інструмент застосовується для контролю деталей на кожній операції для забезпечення точності і високої продуктивності контролю. На всіх технологічних операціях застосовуються наступні вимірювальні інструменти, зводимо у табл.3.7.

Вибір ріжучого та вимірювального інструмента

Таблиця 3.7

Назва операції	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3
	Ступиця	
010 Токарна	Різець Т15К6 2112-0005 ГОСТ 18860-93; Різець Т15К6 2140-0026 ГОСТ 18883-93; Різець Т15К6 2102-0055 ГОСТ 18877-93; Різець Т15К6 2102-0055 ГОСТ 18877-93;	Штангенглибиномір ШГ 0-160-0,1 ГОСТ 162-90; калібр-пробка Ø180Н8 ПР і НЕ ГОСТ 14822-99; шаблон на фаску 1,6x45°; Скоба спеціальна 95к6 ПР і НЕ;
015 Токарна	Різець Т5К10 2112-0005 ГОСТ 18860-93; різець Т5К10 2140-0026 ГОСТ 18882-93; різець Т5К10 2102-0055 ГОСТ 18877-93; різець Т5К10 2103-0057 ГОСТ 18879-93;	Штангенциркуль ШЦ-III-320-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; ШЦ I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89 штангенглибиномір ШГ-160 ГОСТ 162-90; скоба спеціальна Ø296h12 ПР і НЕ; шаблон на фаску 7x45°

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						49
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
	Вінець	
010 Токарна	Різець Т5К102140-0026 ГОСТ 18879-83; Різець Т5К10 2112-0005 ГОСТ 18880-93; Різець Т5К10 2102-0055 ГОСТ 18877-93	штангенглибиномір ШГ-160 ГОСТ 162-980; штангенциркуль ШЦ I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ II-0-160-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ III-0-500-01400-0,1 ГОСТ 166-89
015 Токарна	Різець Т5К102140-0026 ГОСТ 18879-83; Різець Т5К10 2112-0005 ГОСТ 18880-93; Різець Т15К6 2141-0027 ГОСТ 18883-93; Різець Т5К10 2102-0055 ГОСТ 18877-93; Різець Т15К6 з R1 2141-0027 ГОСТ 18883-93	штангенциркуль ШЦ I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ II-0-160-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ III-0-500-01400-0,1 ГОСТ 166-89; нутромір мікрометричний 0-150-1250-0,1 ГОСТ 10-95; ШЦ-0-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; шаблон на фаску 4x45°
	Колесо вантажне	
015 Радіально-свердлильна	Свердло Ø9 Р6М5 $l_p = 135$; Розгортка конічна спеціальна Ø12 1:50 $l_p = 135$; Розгортка конічна спеціальна Ø12,5 1:50 $l_p = 135$; Свердло Ø8,5 Р6М5 2301-0025 ГОСТ 10903-97; Свердло Ø11 Р6М5 2301-0034 ГОСТ 10903-97; Мітчик М10 Р6М5 2620-1221 ГОСТ 3266-91	штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89; калібр-пробка конічна спеціальна Ø12 1:50 $l_p = 135$; калібр-пробка різьбова М10 ПР і НЕ ГОСТ 17756-92
025 Токарна	Різець Т15К6 2112-0005 ГОСТ 18880-93; Різець Т15К6 2102-0055 ГОСТ 18877-93; Різець Т15К6 2103-0057 ГОСТ 18879-93; Різець Т15К6 2141-0027 ГОСТ 18883-93; Різець Т15К6 2140-0026 ГОСТ 18882-93; Різець в=3,4 Р6М5 спеціальний	штангенциркуль ШЦ-II-0-160-0,05 ГОСТ 166-89; ШЦ-0-II-250-0,05 ГОСТ 166-89; ШЦ-0-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; калібр-скоба спеціальна Ø1036,88h9 ПР і НЕ; шаблон на фаску 5x45°; калібр-скоба спеціальна Ø290f9 ПР і НЕ; шаблон на фаску 1,6x45°; калібр-пробка Ø180Н7 ПР і НЕ ГОСТ 14822-99; калібр-пробка спеціальна Ø155(+0,22) ПР і НЕ; шаблон на фаску 6x45°; борштанга спеціальна; 393450 нутромір спеціальний

1	2	3
		Продовж.табл.3.7
035 Зубофре- зерувальна	Фреза черв'ячна права m10x180A-2 ГОСТ9324-90; Фреза черв'ячна спец. m10x180A	мікрометр-зубомір МЗ 0-25 ГОСТ 6607-98; штангенциркуль ШЦ-III-250- 630-0,1 ГОСТ 166-89

3.6. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів обробки є одним з важливих етапів проектування технологічного процесу. Від правильності їх призначення залежать продуктивність процесу і оптимальне використання застосованого обладнання.

Розрахунок режимів різання для обробки ступиці вантажного колеса

Розточування отвору діаметром 172 мм

1.Глибина різання під чорнове розточування $t = 2,5$ мм; під напів чистове – $t = 1$ мм; під чистове – $t = 0,5$ мм.

2.Величина подачі при чорновому і напів чистовому розточуванні $S = 0,5$ мм/об.; при чистовому розточуванні - $S = 0,25$ мм/об.

3.Швидкість різання визначимо за емпіричною формулою [2]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

де T – період стійкості інструмента, хв.;

C_v - коефіцієнт, який залежить від умов праці і механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

m , x , y – показники ступеню при T , t , S ;

K_v – поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v},$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nv} – коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовок;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструмента.

Числові значення коефіцієнтів вибираємо за довідковими таблицями [2].

Визначимо швидкість різання при чорновому розточуванні

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						51
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15;$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,15 \cdot 0,6 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 86,38 \text{ м/хв.}$$

$$V_{n/r} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,15 \cdot 0,85 \cdot 1,09 = 89,4 \text{ м/хв.}$$

$$V_r = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,09 = 121,7 \text{ м/хв.}$$

4. Визначимо частоту обертання шпинделя n для кожного переходу за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

де d – діаметр оброблюваної деталі, мм;

- для чорнового розточування

$$n = \frac{1000 \cdot 86,38}{3,14 \cdot 172} = 159,93 \text{ об/хв.}$$

- для напів чистового розточування

$$n = \frac{1000 \cdot 89,4}{3,14 \cdot 177} = 159,05 \text{ об/хв.}$$

- для чистового розточування

$$n = \frac{1000 \cdot 121,7}{3,14 \cdot 180} = 215,325 \text{ об/хв.}$$

Коригуємо отримані значення частот обертання за паспортними даними верстата. Приймаємо для чорнового і напів чистового розточування $n = 160$ об/хв.

Знаходимо дійсну швидкість різання, котра буде мати місце при обробці, за формулою:

$$V_d = \frac{\pi d n}{1000}, \text{ м/хв.}$$

- для чорнового розточування

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 172 \cdot 160}{1000} = 86,4 \text{ м/хв.}$$

- для напів чистового розточування

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 177 \cdot 160}{1000} = 89,42 \text{ м/хв.}$$

- для чистового розточування

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 160}{1000} = 90,4 \text{ м/хв.}$$

Визначимо потужність різання за формулою

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						52
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P_z \cdot v}{102,0 \cdot 60},$$

де P_z – тангенційна сила різання, Н;

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

де C_p – константа;

x, y, n – показники ступеню (табл.22 [2]);

K_p – поправочний коефіцієнт;

$K_p = K_{Mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{γp} \cdot K_{λp} \cdot K_{rp}$. Значення цих коефіцієнтів обираються з таблиць 9,10 і 23 [2].

Розрахунок сили різання при чорновому розточуванні

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

$$\text{де } K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n K_\phi \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda \cdot K_r = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,84;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 90,4^{-0,15} \cdot 0,84 = 222,7 \text{ Н.}$$

Визначимо необхідну потужність різання

- при чорновому розточуванні

$$N_n = \frac{P_z \cdot v}{102 \cdot 60} = \frac{1910,64 \cdot 86,4}{102 \cdot 60} = 27 \text{ кВт};$$

- при напів чистовому розточуванні

$$N_n = \frac{P_z \cdot v}{102 \cdot 60} = \frac{143,4 \cdot 89,4}{102 \cdot 60} = 10,8 \text{ кВт};$$

- при чистовому розточуванні

$$N_n = \frac{P_z \cdot v}{102 \cdot 60} = \frac{222,7 \cdot 90,4}{102 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність не повинна перебільшувати фактичну потужність електродвигуна верстата: $N_n \leq N_\phi$. За паспортом верстата потужність електродвигуна

$$N_\phi = N_{ед} \cdot \eta = 30 \cdot 0,94 = 28,2 \text{ кВт}$$

$$N_n = 27 \text{ кВт} < N_\phi = 28,2 \text{ кВт.}$$

За нормативними матеріалами і довідниками вибираються режими для всіх інших операцій та відповідно із паспортними даними обладнання. Результати заносимо в технологічний процес механічної обробки деталі.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Адк.
						53
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок режимів різання для обробки вінця вантажного колеса

Виконаємо розрахунок режимів різання при точінні зовнішньої поверхні вінця діаметром 1062 мм (матеріал деталі сталі 40Х).

1. Глибина різання при чорновому точінні $t = 5$ мм; при чистовому точінні – $t = 2,56$ мм.

2. Величина подачі при чорновому точінні $S = 0,5$ мм/об.; при чистовому точінні – $S = 0,25$ мм/об.

3. Швидкість різання при чорновому точінні визначимо за формулою [2]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

де $T = 60$ хв. – період стійкості інструмента, хв.;

C_v – коефіцієнт, який залежить від умов праці і механічних властивостей оброблюваного матеріалу;

m, x, y – показники ступеню при T, t, S ;

K_v – поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v},$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nv} – коефіцієнт, який відображає стан поверхні заготовок;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструмента.

$K_{\varphi v}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані φ .

Числове значення коефіцієнтів вибираємо за довідковими таблицями [2].

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,8 \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,61;$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1,15; K_{\varphi v} = 1$$

Визначимо швидкість різання при чорновому точінні

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,56 = 86,72 \text{ м/хв.}$$

Визначимо швидкість різання при чистовому точінні

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,56^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,56 = 119,39 \text{ м/хв.}$$

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						54
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.Визначимо частоту обертання шпинделя n для кожного переходу за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

де d – діаметр оброблюваної деталі, мм;

- при чорновому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot 86,72}{3,14 \cdot 1062} = 26 \text{ об/хв.}$$

- при чистовому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot 119,39}{3,14 \cdot 1042} = 36,48 \text{ об/хв.}$$

Коригуємо отримані значення частот обертання за паспортними даними верстата. Приймаємо $n = 50$ об/хв.

Знаходимо дійсну швидкість різання, котра буде мати місце при обробці, за формулою:

$$V_d = \frac{\pi d n}{1000}, \text{ м/хв.}$$

- при чорновому точінні

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 1062 \cdot 50}{1000} = 166,73 \text{ м/хв.}$$

- при чистовому точінні

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 1042 \cdot 50}{1000} = 163,5 \text{ м/хв.}$$

Визначимо потужність різання за формулою

$$N = \frac{P_z \cdot v}{102,0 \cdot 60},$$

де P_z – тангенційна сила різання, Н;

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

де C_p – константа;

x, y, n – показники ступеню (табл.22 [2]);

K_p – поправочний коефіцієнт;

$K_p = K_{Mr} \cdot K_{\varphi r} \cdot K_{\gamma r} \cdot K_{\lambda r} \cdot K_{gr}$. Значення цих коефіцієнтів обираються з таблиць 9,10 і 23 [2].

Розрахунок сили різання при чорновому розточуванні

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

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						55
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{де } K_{\text{Мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

$$K_{\text{р}} = 1,22 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,52;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 166,73^{-0,15} \cdot 1,52 = 6256,7 \text{ Н.}$$

Визначимо необхідну потужність різання

- при чорновому точінні

$$N_{\text{н}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{6256,7 \cdot 166,73}{1020 \cdot 60} = 17 \text{ кВт};$$

- при чистовому точінні

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,56^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 163,5^{-0,15} \cdot 1,52 = 1904,7 \text{ Н.}$$

$$N_{\text{н}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1904,7 \cdot 163,5}{1020 \cdot 60} = 5,09 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність не повинна перебільшувати фактичну потужність електродвигуна верстата: $N_{\text{н}} \leq N_{\text{ф}}$. За паспортом верстата потужність електродвигуна

$$N_{\text{н}} = 77 \text{ кВт} < N_{\text{ф}} = 30 \text{ кВт} \cdot \eta.$$

$$17 \text{ кВт} < 28,2 \text{ кВт.}$$

3.7. Технічне нормування

Технічне нормування встановлює обґрунтовану норму витрат виробничих ресурсів (робочий час, сировини, матеріалів).

Нормою часу називають регламентований час виконання деякого обсягу робіт в окремих виробничих умовах одним робітником або групою робітників.

Норму часу встановлюють наступними методами:

- дослідно-статичним;
- розрахунково-аналітичним.

Час, який витрачено на операцію у серійному виробництві визначається як штучно-калькуляційний час. Норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт.-к.}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{N} + T_{\text{шт.}},$$

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						56
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час на виконання даної операції, хв. (береться за нормативами часу);

$T_{шт.}$ – штучний час на виконання операції, хв.;

N – кількість деталей в партії, шт.

Норма штучного часу на операцію або перехід

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп} + T_{обсл} + T_{пер},$$

де T_o – основний машинний час, хв.;

$T_{доп}$ – додатковий час – час, затрачений на виконання праці – час затрачений на виконання роботи, який забезпечує безпосередньо виконання основної технологічної праці (визначається за нормативами);

$T_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця, дорівнює сумі технологічного і організаційного обслуговування, хв.

$T_{пер}$ – час перерв на відпочинок і природні потреби, хв. Він дається в відсотковому відношенні від оперативного часу. $T_{опер} = T_o + T_{доп}$;

Розглянемо детально нормування токарної і свердлильної операцій.

Токарна чистова обробка зовнішньої поверхні вінця вантажного колеса

Визначаємо основний машинний час за наступною формулою:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} i = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{S \cdot n} \cdot i,$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$(l_1 + l_2)$ – величина врізання і перебігу інструмента, мм;

l_3 – додаткова довжина на зняття пробної стружки (5-10 мм);

l_4 – відстань, на яку підводиться інструмент до оброблюваної поверхні перед вмиканням механічної подачі (2-4 мм);

L – довжина шляху, який проходить інструмент в напрямку поачі, мм;

n – число обертів шпинделя у хв.;

S – подача інструменту, мм/об.;

i – число проходів.

Довжина оброблюваної поверхні $l = 125$ мм. Згідно додаткам 1 і 3 [20] встановлюємо величини врізання і перебігу інструменту та величину на зняття пробної стружки.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						57
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{125+4+5+2}{0,25 \cdot 50} \cdot 1 = 10,8 \text{ хв.}$$

Визначимо допоміжний час

$$T_{\text{доп}} = (t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вим}} + t_{\text{комп}}) \cdot K,$$

де $t_{\text{уст}}$ – допоміжний час на установку і зняття деталі, хв.;

$t_{\text{пер}}$ – допоміжний час, пов'язаний з переходом, хв.;

$t_{\text{вим}}$ – допоміжний час на вимірювання деталі, хв.;

$t_{\text{комп}}$ – норми часу на прийоми, котрі не ввійшли в попередню суму, хв.;

K – коефіцієнт, який залежить від розміру партії деталі;

$$t_{\text{уст}} = 4,8 \text{ хв. (карта 6 [20]);}$$

$$t_{\text{пер}} = 1,25 \text{ хв. (карта 18 [20]);}$$

$$t_{\text{комп}} = 0,1 \text{ хв. (карта 18 [20]);}$$

$$t_{\text{вим}} = 0,4 \text{ хв. (карта 86 [20]);}$$

$$K = 0,3 \text{ (карта 1 [20]).}$$

$$T_{\text{доп}} = (4,8+1,25+0,1+0,4) \cdot 0,3 = 2 \text{ хв.}$$

Визначимо величину оперативного часу

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{доп}} = 10,8 + 2 = 12,8 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця згідно [20] (карта 19) визначається за формулою

$$T_{\text{обсл}} = 5,5 \% T_{\text{опер}} = 0,055 \cdot 12,8 = 0,7 \text{ хв.}$$

Час перерв на відпочинок і природні потреби

$$T_{\text{пер}} = 0,04 \% T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 12,8 = 0,5 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час на виконання даної операції встановимо за картою 19 [20]:

$$T_{\text{п.з.}} = 32 \text{ хв.}$$

Визначимо норму штучно-калькуляційного часу

$$T_{\text{шт.-к.}} = 12,8 + 0,7 + 0,5 + 32/4 = 22 \text{ хв.}$$

Нормування свердлильної операції (свердління отворів під штифти конічні)

Визначення основного (машинного) часу

Основний час при свердлінні розраховується як і при точінні

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						58
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{l+l_1+l_2+l_3+l_4}{s \cdot n} \cdot i,$$

$l = 125 \text{ мм};$

$l_1 + l_2 = 6 \text{ мм (додаток 1 [20]);}$

$l_3 = 5 \text{ мм}; l_4 = 2 \text{ мм.}$

Число проходів – 10

$$T_o = \frac{125+6+5+2}{0,1 \cdot 735} \cdot 10 = 18,7 \text{ хв.}$$

Визначимо допоміжний час на свердлильну операцію:

$t_{\text{уст}} = 4,8 \text{ хв.};$

$t_{\text{пер}} = 0,12 \text{ хв.};$

$t_{\text{комп}} = 0,23 \text{ хв.};$

$t_{\text{вим}} = 0,4 \text{ хв.};$

Тоді,

$T_{\text{доп}} = (4,8+0,12+0,23) \cdot 0,1 = 0,5 \text{ хв.}$

Визначимо величину оперативного часу

$T_{\text{опер}} = T_o + T_{\text{доп}} = 18,7 + 0,5 = 19,2 \text{ хв.}$

Час на обслуговування робочого місця згідно [20] (карта 30) визначається за формулою

$T_{\text{обсл}} = 4 \% T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 19,2 = 0,77 \text{ хв.}$

Час перерв на відпочинок і природні потреби

$T_{\text{пер}} = 0,04 \% T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 12,8 = 0,5 \text{ хв.}$

Підготовчо-заклучний час на виконання даної операції встановимо за картою 30 [20]:

$T_{\text{п.з.}} = 20 \text{ хв.}$

Визначимо норму штучно-калькуляційного часу на сверлильну операцію визначається за формулою:

$T_{\text{шт.-к.}} = T_{\text{шт.-к.}} + T_{\text{п.з.}} / N = 20,73 + 20/4 = 25,73 \text{ хв.}$

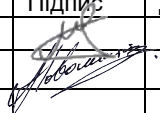
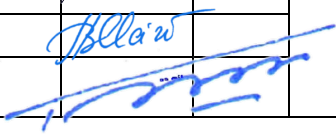
Технічне нормування інших операцій виконується аналогічно.

Примітка. Для деяких операцій норма штучного часу визначена розрахунково-аналітичним методом, а для інших – за допомогою типових норм,

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які розраховані методом технічного нормування за нормативами у відповідності до технологічних процесів.

					6261м.08.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						60
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ	Арк.	Аркушів		
Розробив		Нартя О.Ю.			Конструкторська частина			М	Р			
Перевірів		Новошицький								61	12	
Консульт.								НУК				
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

4. КОНСТРУТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок і конструювання пристосування для нарізання зубців вінця

Дане пристосування проектуємо виходячи з найбільш поганих умов обробки. Крім цього, при розрахунку потрібного зусилля затискання вага заготовки не враховується, так як можлива обробка деталей з габаритними показниками подібними габаритним показникам колеса вантажного, але зі значно меншою вагою.

Початкові дані:

- модуль нарізованого колеса $m = 10$ мм;
- число зубців нарізованого колеса $z = 100$;
- ширина вінця $B = 125$ мм;
- матеріал вінця сталь 40Х
- обробка чорнова.

1. Ріжучий інструмент – черв'ячна модульна одно західна фреза.

Основні параметри фрези: зовнішній діаметр $D = 180$ мм, число зубців в торцевому перетині $z = 10$, модуль $m = 10$ мм.

2. Глибини різання і подачу приймаємо:

$$t = 1,4 m = 1,4 \cdot 10 = 14 \text{ мм};$$

$$S = 2 \text{ мм/об.}$$

3. Швидкість різання $v = 30$ м/хв.

4. Визначимо потужність різання за наступною формулою:

$$N = 0,001 \cdot C_N \cdot S^y \cdot m^x \cdot D^v \cdot z^q \cdot K, \text{ кВт.}$$

Значення коефіцієнту C_N і показників ступеню визначимо за табл. ()

$$N = 0,001 \cdot 124 \cdot 2^{0,9} \cdot 10^{1,7} \cdot 180^{-0,7} \cdot 100^{0,5} \cdot 1 = 3,06 \text{ кВт.}$$

5. Визначимо силу різання P_z

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020};$$

$$\text{звідки } P_z = \frac{60 \cdot 1020 \cdot N}{v}, H$$

$$P_z = \frac{60 \cdot 1020 \cdot 3,06}{30} = 6242,44 H = 624,2 \text{ кг} \cdot c.$$

6. Розрахунок діаметру гідроциліндру

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						62
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з конструкторських міркувань робимо наступні припущення:

а) незалежно від схем базування і кріплення деталі в пристосуванні приймаємо плечі прикладення сили різання і затискання рівними;

б) розрахунок ведемо незалежно від фактичної кількості затискних гідроциліндрів, для одного, і приймаємо всі останні подібними розрахованому.

Виходячи з умови рівноваги сил маємо:

$$F = K \cdot P_z,$$

де $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$ – коефіцієнт запасу

$$K_1 = 1,5; K_2 = 0,8; K_3 = K_4 = 1$$

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

$$F = 1,2 \cdot 624,2 = 749064 \text{ Н} = 749,04 \text{ кг} \cdot \text{с} - \text{потрібна сила затискання}$$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho,$$

де d – діаметр гідроциліндра, см;

ρ – $70 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$ – робочий тиск в гідроциліндрі

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 749,04}{3,14 \cdot 70}} = 3,69 \text{ см} = 36,9 \text{ мм}.$$

Згідно нормалізованому ряду гідроциліндрів [18] приймаємо $d = 50 \text{ мм}$.

7. Базування заготовки

Оскільки до нарізаних зубців пред'являють достатньо жорсткі вимоги з розмірної точності і точності розташування відносно базової поверхні, то базування виконуємо саме по базовій поверхні. Базовою поверхнею є посадковий отвір в ступиці колеса, зокрема діаметр 180Н8. Тому базування здійснюємо на циліндричний палець діаметром 180h7. Для полегшення базування заготовки на верхівці пальця передбачена фаска. При базуванні заготовки на палець вона позбавляється двох ступенів свободи. За правилами базування цього недостатньо. Тому позбавляємо заготовку ще трьох ступенів свободи, базуючи її на площині (по торцю). Таким чином в сумі заготовка позбавляється п'яти ступенів свободи, що цілком достатньо при неповному базуванні. Схема базування приведена на рис.4.1.

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

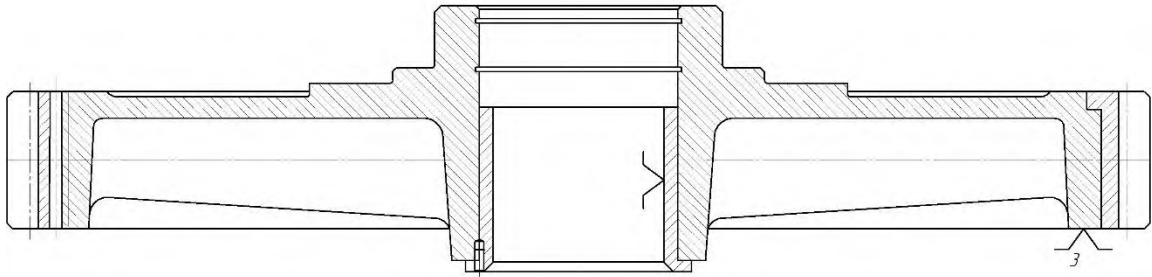


Рис.4.1. Схема базування колеса вантажного

Оскільки прийнятий для зубофрезерування верстат відноситься до важкої серії, то в планшайбі передбачено центральний отвір $d = 160$ мм, виконаний за 7 квалітетом (160H7) під посадку в нього центруючого елемента. Посадкову шийку пальця виконуємо за 6 квалітетом. Безпосередньо посадка повинна виконуватися без зазора.

8. Розрахунок похибки пристосування.

Під похибкою пристосування розуміють сумарну похибку базування, закріплення і установки пристосування на столі (планшайбі) верстата.

Оскільки центруючий палець встановлюється у центральний отвір планшайби верстата без зазора, то похибка установки пристосування дорівнює нулю, так як площина надання затискної сили перпендикулярна площини базування. Таким чином в даному випадку треба розглядати тільки похибку базування заготовки на циліндричний палець. Оскільки посадка заготовки на палець відбувається із гарантованим зазором, то похибка дорівнює максимальній величині зазора $S = 0,103$ мм. Так як допуск на розташування поверхонь колеса вантажного більше похибки пристосування, то пристосування придатне до експлуатації.

9. Опис конструкції пристосування

Оскільки центруючий палець кріпиться у центральному отворі планшайби, то нема необхідності в основі для пристосування. Палець виготовляємо зі сталі 45 і піддаємо його поверхневому зміцненню на глибину 0,8-1,2 мм до твердості 28-32 HRC. В якості базової площини приймаємо три мірні підставки висотою рівною діаметру фрези плюс величина врізання (перебігу) і кріплення, розташованих під

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

кутом 120° відносно друг друга і на колі $d = 990$ мм. Їх кріплення здійснюється болтами і різьбою М30 в пази столу.

В якості затискних устроїв використаємо три стандартних гідроциліндра двосторонньої дії $d = 50$ мм. Згідно вимогам системи СПД їх розмістимо таким чином, щоб зусилля, яке вони створюють, було прикладено в напрямку опорної поверхні.

Початковий тиск робочої рідини створюється стандартизованим масляним нагнітачем МН137. Даний нагнітач має наступні технічні характеристики:

- а) необхідне зусилля, яке прикладено на механічний привід – 130 Н;
- б) тиск рідини на виході – 0,7 МПа;
- в) витрати масла – 1185 см^3 ;
- г) зусилля, яке створюють гідроциліндри при зусилля на механічному приводі 130 Н:
 - попереднє 5000 Н
 - остаточне 13700 Н.

В масляному нагнітачі передбачена система компенсації надлишкового зусилля на механічному приводі.

Загальний вид пристосування представлено на кресленні 6261м.08.МР.13.13.

4.2. Розрахунок і конструювання спеціальної конічної розгортки

Необхідно отримати конічний отвір $\varnothing 12,5$ мм $\Delta 1:50$ під штифт ($Ra = 2,5$ мкм).

Спроекуємо конічну спіральну розгортку, котра дозволить отримати конічні отвори підвищеної точності з малою шорсткістю. Кут гвинтової канавки $\omega = 15^\circ$.

Визначимо виконавчі діаметри робочої частини розгортки:

поле допуску на оброблюваний отвір D_0 за ГОСТ 25347-82 (СТ СЕВ 144-88) дорівнює $12,5^{+0,018}$

$(D_{0 \max} = 12,518 \text{ мм}; D_{0 \min} = 12,500 \text{ мм})$

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						66
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимальний діаметр розгортки

$$D_{\max} = D_{0 \max} - 0,15 IT;$$

мінімальний діаметр розгортки

$$D_{\min} = D_{\max} - 0,35 IT,$$

$$\text{де } 0,15 IT = 0,15 \cdot 0,018 = 0,0027 \approx 0,003 \text{ мм};$$

$$0,35 IT = 0,35 \cdot 0,018 = 0,0063 \approx 0,006 \text{ мм};$$

звідки

$$D_{\max} = 12,518 - 0,003 = 12,515 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 12,515 - 0,006 = 12,509 \text{ мм}.$$

Граничні відхилення діаметру розгортки згідно табл.77 [6] $-^{+0,015}_{+0,008}$.

Розгортки Ø 6 мм виконують із конічним хвостовиком. За ДСТУ ГОСТ 25557:2008 (ІСО 296:1991) вибираємо найближчий більший конус, тобто конус Морзе № 2 з лапкою, з наступними основними конструктивними розмірами: $D_1 = 18 \text{ мм}$, $d_2 = 14 \text{ мм}$, $l_3 = 75 \text{ мм}$.

Інші розміри хвостовика вказані на кресленні інструмента 6261м.08.МР.13.09 з табл.62 [6].

Довжина робочої частини розгортки $l_0 = 135 \text{ мм}$, довжина хвостовика $l_2 = 90 \text{ мм}$, загальна довжина розгортки $L = 230 \text{ мм}$.

Ширина стрічки – 0,6 мм.

Допуск на загальну довжину і довжину робочої частини розгортки дорівнює подвоєному допуску за 14 квалітетом із симетричним розташуванням граничних відхилень ($\pm IT14/2$) за ГОСТ 25347-82 (СТ СЕВ 144-88).

Радіальне биття робочої частини розгортки відносно осі хвостовика не повинно перевищувати 0,15 мм. Кут $2\varphi = 75^\circ$.

4.3. Розрахунок і конструювання конічної калібр-пробки

Отвори 12,5H7

Вал Ø 12,5h6

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Адк.
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$T_0 = IT7 = 18 \text{ мкм};$$

$$T_d = IT6 = 11 \text{ мкм};$$

$$EI = 0$$

$$es = 0$$

$$ES = EI + T_0 = +18 \text{ мкм};$$

$$ei = es - T_d = -11 \text{ мкм};$$

$$D_{\max} = 12,5 + 0,018 = 12,518 \text{ мм}; \quad d_{\max} = 12,5 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = 12,5 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = 12,5 - 0,011 = 12,489 \text{ мм};$$

Параметри з'єднання

$$SN_{\max} = 18 - (-11) = 29 \text{ мкм} - \text{найбільший зазор в з'єднанні};$$

$$SN_{\min} = EI - es = 0 - \text{натяг дорівнює нулю};$$

$$SN_{\text{cp}} = \frac{29+0}{2} = 14,5 \text{ мкм} - \text{середній зазор};$$

$$TS_N = SN_{\max} - SN_{\min} = 29 - 0 = 29 \text{ мкм} - \text{допуск посадки}$$

$$(\text{перевірка: } T_d + T_0 = 18 + 11 = 29 \text{ мкм}).$$

Вибираємо координати полей допусків калібрів отвору (табл.1.6): $z = 2 \text{ мкм};$
 $y = 1,5; \alpha = 0; H = 2 \text{ мкм}.$

$PR_{\max}^o = 12,5 + 0,002 + 0,002/2 = 12,503 \text{ мм} - \text{найбільший граничний розмір}$
 нової прохідної калібр-пробки;

$$PR_{\text{зн}}^o = 12,5 - 0,0015 = 12,498 \text{ мм};$$

$$PR_{\text{исп}}^o = 12,503 - 0,002 \text{ мм};$$

$$HE_{\max}^o = 12,518 + 0,002/2 = 12,519 \text{ мм};$$

$$HE_{\text{исп}}^o = 12,519 - 0,002 \text{ мм}.$$

4.4. Розрахунок і конструювання черв'ячної модульної фрези

Необхідно розрахувати і сконструювати черв'ячну чистову одно західну фрезу для нарізання циліндричних зубчастих коліс із евольвентним профілем. Кут зачеплення $\alpha = 20^\circ$. Модуль = 10 мм. У оброблюваних коліс 8-й ступінь точності (ДСТУ ГОСТ 30803:2018). Матеріал заготовки – сталь 40Х. Нарізання коліс виконується на верстатах.

1. Розрахунок лінійних розмірів профілю зубців черв'ячної фрези в нормальному перетині (рис.4.2).

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Адк.
						68
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

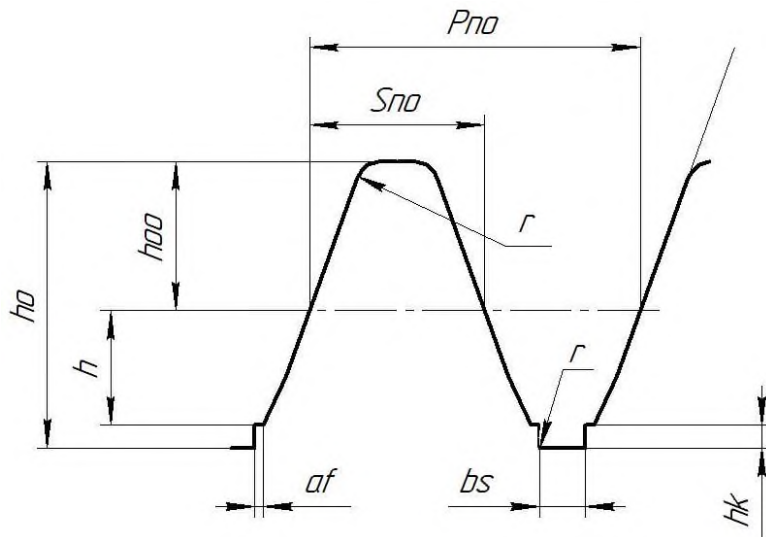


Рис.4.2. Лінійні розміри профілю зубців черв'ячної фрези в нормальному перетині

Розміри зубців черв'ячної модульної фрези в нормальному перетині визначаються початковим виробляючим контуром інструментальної рійки.

Крок зубців в нормальному перетині:

$$P_{no} = \pi m = 3,1416 \cdot 10 = 31,416 \text{ мм.}$$

Товщина зубу в нормальному перетині:

$$S_{no} = \frac{\pi m}{2} + \Delta S_{no},$$

де ΔS_{no} – потовщення зубців черв'ячних фрез.

За табл.3 знаходимо, що для $m = 10 \text{ мм}$

$$\Delta S_{no} = 0,214 \text{ мм.}$$

Тоді,

$$S_{no} = \frac{31,416}{2} + 0,24 = 15,93 \text{ мм.}$$

Висота головки зубу фрези $ha_o = (ha^* c^*) m$,

де ha^* – коефіцієнт висоти головки, $ha^* = 1$

c^* - коефіцієнт радіального зазора,

$$c^* = 0,25 - 0,4;$$

$$ha_o = (1 + 0,25) \cdot 10 = 12,5 \text{ мм.}$$

Висота ніжки зубу до фланка визначається за формулою

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						69
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{fo} = h_a^* + c,$$

де $c = c^* \cdot m$ - радіальний зазор передачі, $c^* = 0,45$.

$$\text{Отже, } h_{fo} = 1 + 0,45 \cdot 10 = 5,5 \text{ мм.}$$

$$\text{Висота зубу фрези } h_o = 2(h_a^* + c^*) m$$

$$h_o = 2(1 + 0,25) \cdot 10 = 25 \text{ мм.}$$

Радіус округлення головки зубу фрези

$$\rho_{ao} \approx (0,35 - 0,4) m. \text{ Приймаємо } \rho_{ao} = 3,8 \text{ мм.}$$

Радіус округлення ніжки зубу фрези

$$\rho_{fo} = (0,2-0,3) m. \text{ Приймаємо } \rho_{fo} = 3 \text{ мм.}$$

Товщина зубу на верхівці фрези

$$S_{na} = S_{no} - 2h_{ao} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 15,93 - 2 \cdot 12,5 \operatorname{tg} 20^\circ = 6,61 \text{ мм.}$$

Ширина западини між зубцями фрези

$$S_{nb} = P_{no} - (S_{no} + 2 h_{fo} \cdot \operatorname{tg} \alpha) = 31,46 - (15,93 + 2 \cdot 12,5 \cdot \operatorname{tg} \alpha) = 6,38 \text{ мм.}$$

У черв'ячних модульних фрез зі шліфувальною задньою поверхнею для полегшення шліфування по дну западини гвинтового гребня виконується затилована канавка з наступними розмірами:

- глибина канавки $h_k = 1 \text{ мм}$;
- радіус округлення канавки $r_k' = 0,8 \text{ мм}$;
- ширина канавки призначається з конструктивних і технологічних умов приблизно:

$$b_k \approx 0,75 S_{nb} \approx 5 \text{ мм.}$$

Визначення конструктивних розмірів фрези.

Число заходів ($z_{зах}$)

При збільшенні числа заходів черв'ячної модульної фрези підвищується продуктивність обробки, але знижується ступінь точності нарізаних циліндричних зубчастих коліс, так як зменшується число різів, формуючих бокові сторони нарізованого колеса, що приводить до підвищення похибки профілю. Тому черв'ячні модульні фрези, особливо чистові, виготовляють одно західними.

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						70
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут підйому гвинтової лінії черв'ячної нарізки (витків) по ділильному (середньому) циліндру γ_{mo} впливає на точність нарізання зубчастих коліс. Зі збільшенням кута підйому витків зростає похибка профілю, тому для фрез другого типу загального призначення величина кута $\gamma_{mo} = 3-6^\circ$.

Кут підйому гвинтової лінії черв'ячного нарізування по ділильному циліндру визначається за формулою:

$$\sin \gamma_{mo} = \frac{P_{no}}{\pi \cdot d_{mo}} = \frac{\pi \cdot m}{\pi \cdot d_{mo}} = \frac{m}{d_{mo}}.$$

Напрямок гвинтової канавки по ділильному циліндру залежить від напрямку зубів нарізаних коліс. При нарізанні циліндричних прямозубих коліс напрямок витків черв'ячної фрези не впливає на її стійкість.

Зовнішній діаметр фрези впливає на точність профілювання, шорсткість обробленої поверхні, продуктивність обробки.

Орієнтовно зовнішній діаметр черв'ячної модульної фрези можна визначити за формулою

$$da_o = m \left[\frac{Z_{зax}}{\sin \gamma_{mo}} + 2(ha^* + c^*) \right],$$

$$da_o = 10 \left[\frac{1}{\sin 3^\circ 46'} + 2(1 + 0,25) \right] = 177,2 \text{ мм.}$$

Згідно з ГОСТ 9324-80 приймаємо $da_o = 180 \text{ мм.}$

Число зубців фрези в торцевому перетині впливає на кількість різів, які формують профіль зубців нарізаних коліс, на висоту гребінців, товщину стружки.

Для підвищення точності проілю зубців нарізан коліс, зниження шорсткості бокових сторін зубців і підвищення продуктивності обробки необхідно приймати як можна більше число зубців фрези в торцевом перетині.

Орієнтовно число зубців Z_N в торцеві перетині для червячних фрез визначається за формулою:

$$Z_N \approx b \frac{360^\circ}{\arccos \frac{da_o - 2h_o}{da_o}}$$

де b – коефіцієнт, який враховує вид обробки; для чистових фрез $b = 1,3$

$$Z_N \approx 1,3 \frac{360^\circ}{\arccos \frac{180 - 2 \cdot 25}{180}} = 10,16.$$

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						71
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За ГОСТ 9324-80 черв'ячні фрези загального призначення мають $Z_N = 9-12$.
Приймаємо $Z = 10$.

Величина затилування K визначається за формулою

$$K = \frac{\pi da_0}{Z_N} \operatorname{tg} \alpha_B,$$

де α_B – задній кут на верхівці зубців, для чистових фрез $\alpha_B = 9-12^\circ$.

$$K = \frac{3,14 \cdot 180}{10} \operatorname{tg} 9^\circ = 8,95.$$

Приймаємо найближче значення нормального рядка величин спаду кулачків при затилуванні $K = 9$.

Черв'ячні модульні фрези з шліфувальним профілем зубців підлягають подвійному затилуванню. Перше затилування K_1 виконується різцем до термообробки фрези:

$$K_1 = (1,2-1,4)K$$

$$K_1 = 1,4K = 9 \cdot 1,4 = 12,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $K_1 = 12 \text{ мм.}$

Глибина стружкової канавки H у фрез зі шліфувальним профілем і подвійним затилуванням визначається за формулою:

$$H = h_0 + \frac{K+K_1}{2} + r_k = 25 + \frac{9+12}{2} + 2,5 = 38 \text{ мм.}$$

Радіус округлення дна стружкової канавки

$$r_k = \frac{\pi(da_0 - 2H)}{10Z} = \frac{3,14(180 - 2 \cdot 38)}{10 \cdot 10} \approx 3 \text{ мм}$$

Кут профілю западин стружкової канавки ε обирається конструктивно з ряду його значень: $22^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$. Приймаємо $\varepsilon = 25^\circ$.

Радіус допоміжного кола r_b визначається за формулою:

$$r_b = 0,5 da_0 \sin \alpha_B = 14 \text{ мм.}$$

Діаметр посадкового отвору d . Для збільшення міцності і жорсткості кріплення діаметр посадкового отвору треба брати по можливості більшим. Орієнтовно його величина визначається за формулою

$$d = (0,2 - 0,45) da_0$$

$$d = 180(0,2 - 0,45) = 36 \div 81 \text{ мм.}$$

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						72
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За ГОСТ 9472-83 розміри посадкового отвору і шпонкового паза $d = 60H5^{+0,013}$; $C_1 = 64,2H12^{+0,3}$; $a = 14C11\left(\begin{smallmatrix} +0,205 \\ +0,095 \end{smallmatrix}\right)$.

Перевірка: $0,3C_1 \leq 0,5 da_0 - H - 0,5C_1$

$$19,26 < 19,9.$$

Довжина нарізуваної частини фрези L_1 визначається за формулою:

$$L_1 = 2\sqrt{(da_0 - h) \cdot h} + 2S_{xo} + (2-3)P_{xo};$$

$$L_1 = 2\sqrt{(180 - 25) \cdot 25} + 2 \cdot 15,95 + 2 \cdot 31,483 = 156,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $L_1 = 160 \text{ мм.}$

Загальна довжина фрези: $L = (L_1 + 2l_1)$,

де l_1 – ширина буртиків, $l_1 = 5 \text{ мм.}$

$$L = 160 + 2 \cdot 5 = 170 \text{ мм.}$$

Діаметр буртиків $d_1 = da_0 - 2H - (1-3) \text{ мм}$

$$d_1 = 180 - 2 \cdot 38 - 3 = 101 \text{ мм.}$$

Розрахунковий діаметр ділильного кола

$$dm_0 = da_0 - 2ha_0 - 2\delta K,$$

де $\delta = 0,1$ – для фрез зі шліфованим профілем;

$$dm_0 = 180 - 2 \cdot 12,5 - 0,1 \cdot 9 = 154,1 \text{ мм.}$$

Розрахунковий кут підйому гвинтової лінії черв'ячного нарізання (витків) по ділильному (середньому) циліндру

$$\sin \gamma_{m_0} = m Z_{\text{зах}} / dm_0 = 6,489 \cdot 10^{-2}.$$

По прийнятому $dm_0 = 152 \text{ мм}$ $\gamma_{m_0} = 3^\circ 46'$.

Кут нахилу λ_{m_0} і напрямок стружкових канавок. З метою отримання на бокових ріжучих лезах зубців фрези однакові значення передніх кутів стружкових канавок розташовуються перпендикулярно виткам черв'ячного нарізання по ділильному циліндру

$$\lambda_{m_0} = \gamma_{m_0}.$$

Крок гвинтових стружкових канавок P_k визначається за розрахунковому ділильному циліндру:

$$P_k = \pi dm_0 \text{ctg } \lambda_{m_0} = 3,14 \cdot 152 \text{ctg } 3^\circ 46' = 7253,5 \text{ мм.}$$

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						73
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

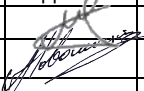
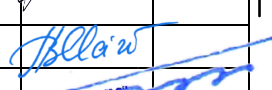
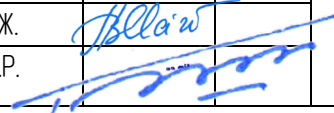
Осьовий крок зубців фрези

$$P_{xo} = P_{no} / \cos \lambda_{m0} = 31,416 / \cos 3^\circ 46' = 31,483 \text{ мм.}$$

Технічні вимоги до фрези типу 2, класу А приймаємо за ГОСТ 9324-90.

Виконуємо креслення фрези із вказівками усіх граничних відхилень і технічних вимог.

					6261м.08.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						74
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування ділянки			
Розробив		Нартя О.Ю.						
Перевірів		Новошицький						
Консульт.								
Н.контр.		Боду С.Ж.						
Затвердив		Ткач М.Р.			НУК			
					Літ		Арк.	Аркушів
					М	Р	75	20

5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

5.1. Коротка характеристика дільниці

Дана дільниця механічного цеху, що проектується, створена для серійного типу виробництва деталей з програмою випуску 2500 шт. Режим праці – двозмінний.

Верстатний парк дільниці з обробки колеса вантажного складається із наступних верстатів:

- токарно-карусельний моделі 1512 – 3 шт.;
- радіально-свердлильний моделі 2М55 – 1 шт.;
- зубофрезерувальний моделі 5К328А – 5 шт.

Даний верстатний парк обслуговують:

- основних виробничих робітників – 12 чол.;
- допоміжних робітників – 4,476 чол.;
- фахівців – 2,96 чол.;
- службовців – 0,24 чол.;
- МОП – 0,15 чол.

5.2. Розрахунок партії запуску деталей

Партію деталей розраховуємо для визначення вантажопідйомності транспортних засобів і визначення штучно-калькуляційного часу.

Під розміром партії розуміється кількість однакових деталей, які одночасно обробляються на кожній операції, на одному або декількох робочих місцях з однократною витратою підготовчо-заклучного часу.

При визначенні оптимального розміру запуску партії деталей ґрунтуємося на тому, що збільшення кількості деталей у партії є позитивним фактором, так як з періодичним повторенням одних та тих же заходів роботи зростає навик робочого і як наслідок, зростає виробництво труда. Чим вище операційна партія, тим менше доля підготовчо-заклучного часу приходить на одну оброблену деталь, що зменшує штучно-калькуляційний час на операцію і собівартість деталі. З іншого боку невиправдане збільшення розмірів партії запуску деталей

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						75
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негативно відбивається на виробничому процесі, так як збільшується незавершене виробництво, зростають площі, зайняті цеховими і між операційними складами заготовок і готових деталей та збільшується об'єм зворотних засобів, що скорочує їх обертаємість .

Мінімальна величина партії деталей визначається за наступною формулою [11]:

$$n_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{n.zi}}{\alpha \cdot \sum_{i=1}^n t_{шт i}}$$

де $t_{n.zi}$ – підготовчо-заклучний час на i -тій операції, хв.;

$t_{шт.i}$ – штучний час на i -тій операції, хв.;

α – коефіцієнт, який обчислює відношення, що допускається $t_{n.z}$ і $t_{шт}$ обробки, $\alpha = 0,75$ – для середньосерійного тип виробництва..

$$n_{min} = \frac{5 \cdot 32 + 20 + 55}{0,75(71,39 + 30,47 + 52,04 + 40,33 + 35,8 + 470,24 + 75,72)} = \frac{235}{775,99 \cdot 0,75} = 48,5 = 50 \text{ шт.}$$

Отриманий розмір партії деталей необхідно скоригувати в залежності від виробничих умов:

1. Розмір партії повинен бути не менше змінної виробітки

$$B_{см} = \frac{N}{D_p \cdot h}$$

де: N – річна програма, шт.;

D_p – кількість робочих днів в році;

$D_p = 251$ день;

h – кількість змін;

$h = 2$.

$$B_{см} = \frac{2500}{251 \cdot 2} = 4,98$$

2. Партія повинна бути кратною річній програмі випуску, тоді приймаємо $n = 50$.

$$K = \frac{N}{n} = \frac{2500}{50} = 50 \text{ разів}$$

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						76
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Розрахунок штучно-калькуляційного часу по операціям

Технологічний процес виготовлення деталі колесо вантажне представлено у табл.5.1.

Технологічний процес виготовлення колеса вантажного

Таблиця 5.1

№	Найменування операції	Модель обладнання	Розряд	Штучний час, хв.	Підготовчо-заклучний час,хв.
1	2	3	4	5	6
	<u>Вінець</u>				
005	Технічний контроль	-	4	-	-
010	Токарно-карусельна	1512	3	71,39	32
015	Токарно-карусельна	1512	4	30,47	32
020	Технічний контроль	-	4	-	-
	<u>Ступиця</u>				
025	Технічний контроль	-	4	-	-
030	Токарно-карусельна	1512	3	52,04	32
035	Токарно-карусельна	1512	4	40,33	32
040	Технічний контроль	-	4	-	-
	<u>Колесо вантажне</u>				
045	Слюсарна	-	3	23,9	-
050	Розмічальна	-	3	20,4	-
055	Радіально-свердлильна	2М55	4	35,8	20
060	Слюсарна	-	3	22,4	-
065	Токарно-карусельна	1512	4	75,72	32
070	Технічний контроль	-	4	-	-
075	Зубофрезерувальна			470,24	
080	Технічний контроль	-	4	-	-
085	Слюсарна	-	3	64,4	-
090	Технічний контроль	-	4	-	-

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						77
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучно-калькуляційний час – це норма часу на операцію в умовах серійного виробництва.

Визначається по формулі:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n}, \text{ хв.}$$

Проводимо розрахунок на зубофрезерувальну операцію:

$$t_{шт.к} = 470,24 + \frac{55}{50} = 471,34 \text{ хв.}$$

$$t_{шт.к} = \frac{471,34}{60} = 7,856 \text{ н. – год.}$$

Аналогічно проводимо розрахунок по іншим операціям, отримані дані заносимо у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Назва операції	Штучний час, $t_{шт}$, хв.	Підготовчо-заклучний час, $t_{п.з}$, хв.	Розмір партії, n , шт.	$t_{шт.к}$	
				хв.	год.
1	2	3	4	5	6
Токарно-карусельна	123,43	32	50	124,07	2,07
Токарно-карусельна	70,8	32	50	71,44	1,19
Радіально-свердлильна	35,8	20	50	36,2	0,60
Токарно-карусельна	75,72	32	50	76,36	1,27
Зубофрезерувальна	470,24	55	50	471,34	7,586
Разом	775,99	171		779,41	12,716

Визначення фондів часу роботи обладнання

При проектуванні діляниці розрізняють календарний, номінальний і ефективний фонди часу роботи обладнання та робочих.

Календарний фонд часу – це повна кількість годин у році.

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

Номінальний річний фонд часу роботи – це кількість годин у відповідності з режимом роботи підприємства без урахування втрат

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						78
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} \cdot h_{\text{см}} - D_{\text{пр}} \cdot 1 \text{ год.}$$

де $D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів у році;

$D_{\text{р}}=251$ день;

$T_{\text{см}}$ – продовження робочої зміни;

$T_{\text{см}}=8$ год.;

$h_{\text{см}}$ – кількість змін;

$h_{\text{см}}=2$;

$D_{\text{пр}}$ – кількість святкових днів у році;

$D_{\text{пр}}=5$ днів;

$$\Phi_{\text{н}} = 251 \cdot 8 \cdot 2 - 5 \cdot 1 = 4027 \text{ год.}$$

Ефективний фонд часу визначається як номінальний фонд часу роботи мінус неминучі витрати, пов'язані з простоєм обладнання на ремонті.

$$\Phi_{\text{еф}} = \Phi_{\text{н}}(1 - \beta)$$

β – коефіцієнт втрат пов'язаний з простоєм обладнання. Цей коефіцієнт залежить від змінності обладнання, розмірів і ваги обладнання, складності і унікальності обладнання, складності ремонту;

$\beta=1,9\%$.

Згідно нормативам для універсальних верстатів вагою до 10 т ефективний фонд часу праці обладнання складає $\Phi_{\text{еф}} = 4060$ год., для верстатів вагою більше 10 т – $\Phi_{\text{еф}} = 3985$ год.

5.4. Розрахунок потрібної кількості обладнання на дільниці

Кількість обладнання для дільниці і цехів серійного виробництва проводиться по кожному типорозміру і моделі верстака.

Потрібна кількість обладнання визначається по формулі [11]:

$$C_{\text{р}} = \frac{\sum T_{\text{шт.к}}}{\Phi_{\text{еф}} \cdot K_{\text{в}}}$$

де $\sum T_{\text{шт.к}}$ – сумарна річна працемісткість по даному типу обладнання або операції, яка виготовляється робітником одного розряду;

$t_{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляційний час на операцію або на тип обладнання, год.;

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						79
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N – річна програма, шт.;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний річний фонд роботи обладнання, год.;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт виконання норм;

$$K_{\text{в}} = 1 \div 1,25.$$

Визначимо необхідну кількість для зубофрезерувальної операції

$$C_{\text{р}} = \frac{18965}{3985 \cdot 1,1} = 4,8 \text{ шт.}$$

Так як розрахункова кількість верстатів $C_{\text{р}} = 4,8$, не перевищує ціле число, то отримане розрахункове число обладнання округлюємо до цілого числа і приймаємо $C_{\text{пр}} = 5$ верстатів.

Коефіцієнт завантаження обладнання представляє собою відношення розрахункової кількості обладнання до прийнятого:

$$K_{\text{з}} = \frac{4,8}{5} = 0,92 \cdot 100\% = 92 \, \%.$$

Нормальна величина коефіцієнта завантаження обладнання $K_{\text{з}} = 0,75 \div 0,85$.

Досягається цей коефіцієнт за рахунок довантаження обладнання відповідальними типовими (груповими) деталями по кооперації.

Прийmemo $K_{\text{з ток}} = 0,85 \sim 85\%$, тоді розрахункова кількість обладнання на підставі довантаження визначається для радіально-свердлильного верстату.

Річний обсяг робіт на підставі довантаження (на підставі супровідної продукції) складе:

$$TН_i' = \frac{1700 \cdot 85}{38} = 3802 \text{ н. – год.}$$

Довантаження по кооперації складе при цьому:

$$TН_i' - TН_i = 3802 - 1700 = 2102 \text{ н. – год.}$$

Аналогічно проводимо розрахунок обладнання для інших операцій, коефіцієнта завантаження і всі розрахунки зводимо у таблицю 5.3.

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Адк.
						80
Ізм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

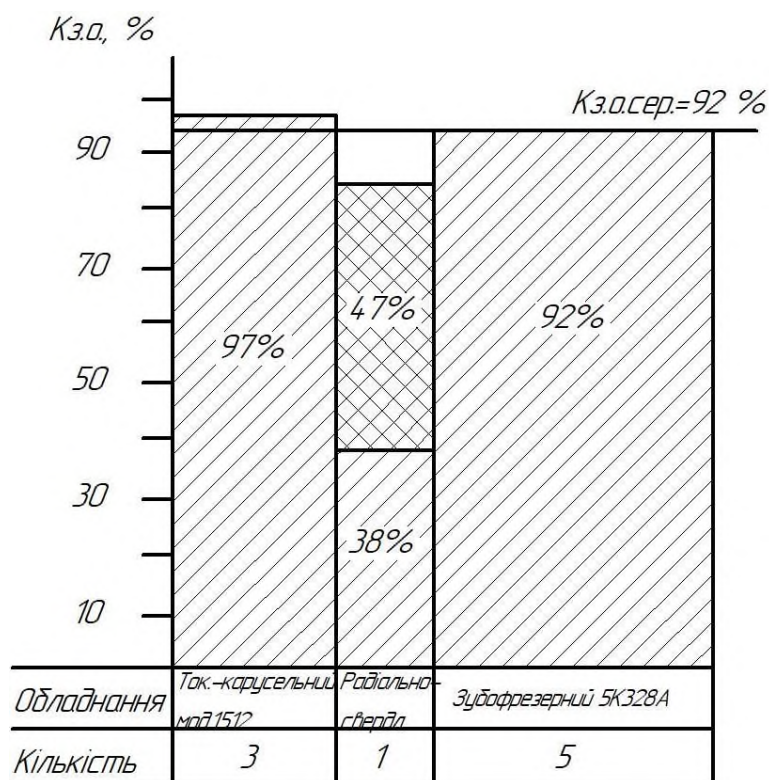
Таблиця 5.3

Розрахунок основного виробничого обладнання

Обладнання		Річний обсяг випуску, N, шт.	Штучно- калькуляційний час, t _{шт.к} , Н.-ГОД.	Річна працємісткість основної програми, Σ T _{шт.к} , Н.-ГОД.	Довантаження по кооперації, T _{дпогр} , Н.- ГОД.	Річний обсяг робіт, Σ T' _{шт.к} , Н.-ГОД.	Ефективний фонд ач роботи обладнання, Ф _{еф} , ГОД.	Коефіцієнт виконання норм, K _в	Кількість обладнання		Коефіцієнт заванта- ження обладнання, K _з	Середній коефіцієнт завантаження обладнання по дільниці, K _з серед
Назва операції	Модель								Розрахункове C _р	Прийняте C _{пр}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Токарно- карусельна	1512	2500	4,898	12245	-	12245	3985	1,05	2,92	3	0,97	0,92
Радіально- свердлильна	2М55	2500	0,60	1700	2102	30298	4060	1,1	0,38	1	0,85	
Зубофрезеру вальна	5К328А	2500	7,586	20165	-	3969	3985	1,1	4,8	5	0,92	
Разом	-	-	13,644	34110	2102	36212	-	-	8,1	9		

Складання графіка завантаження обладнання

На підставі виконаних розрахунків, представлених у таблиці 5.2., побудуємо графік завантаження обладнання на проєктованій ділянці. Приймаємо ширину стовбців, які характеризують величину завантаження обладнання в масштабі приблизно 1 верстат=1 см. Відповідно, ширина стовпця буде пропорційна прийнятій кількості верстаків даної моделі. Висота стовпця відповідає коефіцієнту завантаження даного типу обладнання. У випадку довантаження обладнання висота стовпця розбивається на дві частини. Нижня частина характеризує завантаження обладнання по прийнятій програмі випуску деталі. А вся висота стовпця характеризує загрузку обладнання на підставі довантаження по кооперації на підставі супровідної продукції.



- без дозавантаження
 – з дозавантаженням

Рис.5.1. Графік завантаження обладнання

Складання зведеної відомості обладнання ділянки

Для складання зведеної відомості обладнання необхідно знати габаритні

розміри прийнятого обладнання, сумарну міцність електродвигунів встановлених на одиниці обладнання, вартість обладнання, ремонтну складність механічної, електричної та гідравлічних систем верстата.

На підставі цих даних складається зведена відомість обладнання (таблиця 5.4.).

5.5. Розрахунок чисельності працюючих на дільниці

5.5.1. Розрахунок чисельності основних робочих

До основних виробничих робочих належать верстатники, які працюють на основному технологічному обладнанні: слюсарі виконують роботу пов'язану з виконанням основних деталей (слюсарі по складанню окремих вузлів, слюсарі, які працюють на гідропресах, виконують роботи, пов'язані з зачисткою задирок, консервації готових деталей та вузлів та ін.).

Кількість основних робочих розраховується по формулі:

$$P = \frac{\sum T'_{шт.к}}{\Phi_{эф} \cdot K_B \cdot K_M}$$

де $\sum T'$ – сумарна річна працемісткість, н.-год. (на підставі довантаження);

$\Phi_{эф}$ – ефективний річний фонд часу роботи працюючого;

K_B – коефіцієнт багатоверстатності.

$$P_{ток} = \frac{7937}{1820 \cdot 1 \cdot 1,15} = 3,8$$

Розраховане число округлюємо до цілого більшого числа $P_{ток} = 4$.

Аналогічно проводимо розрахунок за іншими професіями основних робітників, розрахунок зводимо у таблицю 5.5.

Розрахунок кількості основних робочих

Таблиця 5.5

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						83
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Професія	Розряд	Річна праце- місткість робіт, $\sum T'_{м.ч}$	Ефектив- ний фонд часу робочого, $\Phi_{эф, ч}$	K_v	K_m	Чисельність робочих	
						Розраху- нок кова	Прийнята
1	2	3	4	5	6	7	8
Токар	3	5475	1820	1,1	1	2,73	3
Токар	4	6770	1820	1,2	1	3,1	3
Свердлильник	4	3802	1820	1,1	1	1,9	2
Фрезерувальник	4	20165	1820	1,1	2,5	4,03	4
Разом	–	36212	–	–	–	11,76	12

До числа основних виробничих робітників в механічному цеху, які виготовляють основну продукцію відносяться також слюсарі та помічники, кількість яких можна визначити по формулі:

$$P_{сл} = 0,03 \cdot \sum_{i=1}^n P_i$$

де: $\sum_{i=1}^n P_i$ – загальна кількість верстатників;

$$P_{сл}=0,78.$$

Отримане число округлюємо в більшу сторону до цілого числа. Приймаємо $P_{сл}=1$ чол.

					Арк.
	Арк.	докум.		Дата	

Таблиця 5.4

Зведена відомість обладнання

Обладнання		Кількість, шт.	Площа верстата в плані, В×L, м ²	Ремонтна складність		Потужність, кВт		Вартість, грн.		Витрати на транспортування та монтаж, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
Назва	Модель			Механічна частина	Електрична частина	Одиниці	Загальна	Одиниці	Загальна		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Токарно-карусельний	1512	3	7,634/22,902	10/30	5/15	30	90	145000	435000	39150	474150
Радіально-свердлильний	2М55	1	2,713/2,713	13/13	7/7	5,5	5,5	80000	80000	7200	87200
Зубофрезерувальний	5К328А	5	6,408/32,04	15/75	8/40	10	50	200000	1000000	90000	1090000
Разом	–	9	57,353	118	62	55,7	145,5	425000	1515000	136350	1651350

У підсумку кількість виробничих робітників $P=12$ чол.

5.5.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Розрахунок чисельності допоміжних робочих приводимо у табличній формі:

Розрахунок чисельності допоміжних робочих

Таблиця 5.6

Професія	Число обслуговуваних агрегатів, площ, робочих	Норма обслуговування	Розряд	Кількість допоміжних робочих, чол.	Режим праці	Необхідне число робочих, чол.
1	2	3	4	5	6	7
Наладник обладнання:					2 зміни	
а) токарного	3	9	5	0,33		0,66
б) свердлильного	1	6	5	0,1		0,2
в) зубофрезерувального	5	12	5	0,5		1,0
Слюсар по міжремонтному обслуговуванню	118 р.е.	660 р.е.	3	0,178		0,356
Електрик по міжремонтному обслуговуванню	62 р.е.	1050 р.е.	3	0,06		0,12
Мастильник	9	180	2	0,05		0,1
Контролер-приймальник	6	40	5	0,15		0,3
Комірник-роздавальник інструменту та приладів	6	50	2	0,12		0,24
Стропальник та кранівник	6	50	2	0,12		0,24
Прибиральник виробничих приміщень та стружки	320 м ²	1500	2	0,22		0,44
Транспортний робітник	6	60	3	0,41		0,82
Разом						4,476

5.5.3. Розрахунок чисельності фахівців, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП)

Розрахунок чисельності фахівців, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу визначається двома методами. По функціям

управління по структурі кадрів, що вже склалася на базовому підприємстві.

МОП знаходяться по нормам і зонам обслуговуючого або по структурі кадрів, що склалася на базовому підприємстві. Збільшено чисельність, яка складає 2÷3% від загальної чисельності виробничих робочих.

Розрахунок чисельності фахівців, МОП, службовців виконано у табличній формі (див. табл. 5.7.).

Розрахунок чисельності фахівців, службовців, МОП

Таблиця 5.7

Професія	Норма обслуговування	Необхідне число спеціалістів, службовців, МОП
1	2	3
Фахівці		
Майстер	1 людина на 20...30 працівників	2
Інженер-технолог	1 людина на 50...60 працівників	0,24
Інженер-нормувальник	1 людина на 70...80 працівників	0,24
Інженер-планувальник	1 людина на 60...70 працівників	0,24
Економіст	1 людина на 60...70 працівників	0,24
Разом		2,96
Службовці		
Бухгалтер	1 людина на 150 працівників	0,08
Табельник	1 людина на 200 працівників	0,06
Нарядник	1 людина на 300 працівників	0,04
Обліковець	1 людина на 200 працівників	0,06
Разом		0,24
МОП		
Прибиральник побутових приміщень	1 людина на 500 м ²	0,15
Разом		0,15
Підсумок		3,35

Категорія працюючих	Кількість службовців	Структура, %
1	2	3
Основні виробничі робітники	12	60,53
Допоміжні робітники	4,476	22,58
Фахівці	2,96	14,93
Службовці	0,24	1,20
МОП	0,15	0,76
Підсумок	19,826	100

5.6. Розрахунок основних площ дільниці за нормативами

За призначенням площі цехів та дільниць поділяються на виробничі, допоміжні та службово-побутові.

Необхідно чітко поділяти виробничі і допоміжні підрозділи та відповідно виробничу і допоміжні площі, кожна з яких розраховується за своєю методикою.

Виробничою називається площа відділень і дільниць безпосередньо призначених для здійснення технологічного процесу у даному цеху. До її складу входять площі, які зайняті:

- виробничим обладнанням (верстаками, машинами, молотами, печами, пресами та ін.);
- наземним транспортним обладнанням;
- робітничими місцями ручної праці (верстаки, стенди, розміточні плити);
- робочими шухлядами для інструменту, заготовками навколо робочого місця, обробленими деталями, складеними вузлами або виробами;
- робочими місцями для технологічного та технічного контролю;
- стендами для випробувань деталей або вузлів та готових виробів,

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						88
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

площадками для усунення дефектів і здачі готової продукції;

– проходами і проїздами між верстакami і рядами верстаків всередині виробничих відділень і дільниць (за винятком магістральних проїздів).

Виробнича площа дільниці визначається попередньо по питомим площам для кожної групи обладнання

$$F_n = \sum_{i=1}^n C_{ni} \cdot q_i$$

де: C_{ni} – кількість верстаків і-тої групи обладнання;

q_i – середня питома площа для розміщення одного верстака і-тої групи, m^2 ;

$$F_n = 5 \cdot 20 + 4 \cdot 40 + 2 \cdot 10 = 280 m^2$$

5.6.1. Розрахунок допоміжних площ дільниці

На допоміжних площах механічного цеху розташовані наступні відділення і складські приміщення: заготівельне, заточувальне, контрольне, відділення для ремонту верстаків і пристроїв, майстерня енергетика цеха, відділення для приготування і роздачі ЗОР, цеховий склад матеріалів та заготовок, склад інструменту і пристроїв, склад мастил, хімічних засобів і пального, а також магістральні проїзди.

В залежності від обсягу випуску виробів склад допоміжних відділень може бути різним, деякі відділення і складські приміщення об'єднуються, деякі відсутні, а у деяких випадках улаштовуються загальні відділення для декількох цехів.

Для проектування дільниць деякі з вказаних відділень і складів розроблюються докладно на підставі розрахунків, деякі по аналогії з існуючими на діючих підприємствах.

Загальна площа цеха (дільниці) визначається як сума виробничої і допоміжної площі. Вище її встановлюється на підставі планування обладнання, магістральних проїздів та проходів.

Площа службово-побутових приміщень цеха визначається виходячи із питомої площі службово-побутових приміщень $5m^2$, яка приходить на одного

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						89
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робітника за складом списку. При збільшених розрахунках площа службово-побутових приміщень приймається в розмірі 60% від виробничої площі.

Площа контрольного відділення

Площу контрольного відділення приймаємо у відсотковому відношенні від виробничої площі, вона складає:

$$F_{\text{конт}} = 0,05 \cdot 280 = 14 \text{ м}^2$$

Площа проміжного складу та міжопераційних площадок для зберігання деталей

Площа проміжного складу та міжопераційних площадок для зберігання деталей визначається у відсотках і складає:

$$F_{\text{пр}} = 0,1 \cdot F_n = 0,1 \cdot 280 = 28 \text{ м}^2$$

Площа складу заготовок і матеріалів

Площа складу заготовок і матеріалів визначається по наступній формулі:

$$F_{\text{ск}} = \frac{N \cdot G \cdot t_{\text{ср}}}{\Phi \cdot q_{\text{ср}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{м}}}$$

де N – річна програма випуску деталей;

N=2500 шт;

G – маса одного комплекту готових деталей для виробу;

G=300;

t_{ср} – норми запасу матеріалів і заготовок на складі, в календарних днях;

t_{ср}=12;

Φ – число календарних днів у році;

Φ=365 днів;

q_{ср} – середня вагонапруженість площі складу, т/м²;

$q = 4 \text{ т/м}^2$;

K_и – коефіцієнт використання площі складу в залежності від виду транспорту в складі;

K_и=0,3;

K_м – коефіцієнт використання матеріалу;

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						90
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_m=0,56;$$

$$F_{ск} = \frac{2500 \cdot 0,35 \cdot 8}{365 \cdot 3 \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 23 \text{ м}^2$$

Разом площа допоміжних відділень дорівнює:

$$F_{всп} = \sum_{i=1}^n F_i$$

де: F_i – площа відповідного допоміжного відділення;

i – індекс допоміжного відділення;

$$F_{всп} = 14 + 28 + 23 = 65 \text{ м}^2$$

Площа ділянки визначається за формулою

$$F_{уч} = F_{п} + F_{доп} = 280 + 65 = 345 \text{ м}^2$$

5.7. Розрахунок висоти будівлі

Висоту прольоту будівлі визначають виходячи з розмірів виробів, що виготовляються, габаритних розмірів обладнання (по висоті), розмірів і конструкції кранів, а також санітарно-гігієнічних вимог.

Висота прольоту будівлі, оснащеної підвісним краном визначається по формулі:

$$H = k + Z + l + a + h + f$$

де k – висота найвищого верстата, м;

$$k=3,01 \text{ м};$$

Z – проміжок між виробом, що транспортується, який піднято в крайнє верхнє положення. Цей проміжок дорівнює від 0,5 до 1 м;

$$Z=1 \text{ м};$$

l – висота найбільшого за розміром виробу у положенні транспортування;

$$l=0,6 \text{ м};$$

f – величина строповки вантажу;

$$f=1 \text{ м};$$

a – зазор між крюком у верхньому положенні до горизонтальної лінії, що проходить через центр крюка у момент відключення демпфера;

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						91
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$a=0,3...0,5$ м;

$a=0,5$ м;

$h=A+m$

A – габаритна висота крана;

$A=1,5$ м;

h – зазор між несучою балкою та демпфером;

$m=100$ мм;

$h = 1.5 + 0.1 = 1.6$ м;

$$H = 4100 + 1000 + 250 + 1000 + 500 + 1500 = 8350 \text{ мм.}$$

Остаточно висоту H прольоту будівлі вибирають на підставі встановленого модуля висоти [19] $H=8,4$ м.

5.8. Організація виробництва на дільниці

На спроектованій дільниці механічного цеху з обробки деталі колесо вантажне змінно-потокова форма організації робіт.

Верстати розташовані в послідовності технологічних операцій, встановленої для деталей оброблюваних на даній верстатній лінії.

Виробничий процес ведеться таким чином, що час виконання операції на одному верстаті узгоджено із часом праці на наступному верстаті; деталі однієї партії (50 шт.) переміщують з верстата на верстат в послідовності технологічних операцій, створюючи безперервний рух.

Загальна площа дільниці = 380 м². Висота будівлі $H = 8,4$ м. На допоміжних площах дільниці розташовані наступні відділення і складські приміщення: контрольне, склад матеріалів і заготовок, відділення майстра, а також склад готових деталей.

В якості підйомно-транспортних засобів використовуються двох прольотні крани (підвісні) вантажопідйомністю 2 т.

За тару, яка служить для укладки і тривалого зберігання матеріалів та перевозки заготовок, деталей, напівфабрикатів вибираємо ящики з габаритами 600×950×600.

					6261м.08.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						92
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для перевозки ящиків з заготовками, деталями, напівфабрикатами застосовується електрокара.

Електрокара використовується при транспортуванні вантажів на відстань 200-250 м.

При перевезенні вантажів на більшу відстань використовуються електровізки та електротягачі.

Так як кількість стружки, що виробляється, перевищує 200 кг, необхідно передбачити конвеєри для прибирання стружки з транспортуванням її в централізоване відділення, де знаходяться засоби для збору та завантаження стружки. При цьому способі прибирання стружки застосовуються підпідлогові конвеєри, в яких передбачені баки біля кожного верстата для збору стружки на конвеєр. Можуть бути використані шнекові або миточні конвеєри.

5.12. Визначення капітальних вкладень дільниці

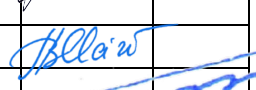
На основі розрахунків основних виробничих фондів (ОВФ) визначимо розмір капітальних вкладень на організацію дільниці по виготовленню деталі колесо вантажне (табл.5.9).

Визначення вартості капітальних вкладень

Таблиця 5.9

Група основних фондів	Затрати		Примітки
	грн.	%	
1	2	3	4
1. Будівлі, спорудження та передатне улаштування			
1.1. Будівлі виробничого призначення	336000	13,59	$C_{п\ уч} = 1200$ грн – вартість виробничої площини (1м^2) $C_{б\ уч} = 850$ грн/ м^2 - вартість побутових приміщень
1.2. Будівлі побутового призначення	55250	2,23	
1.3. Силові машини та енергетичне обладнання	145500	5,89	$N_{дв} = 145,5$ кВт $C_{с\ уч} = 1000$ грн.

1	2	3	4
Підсумок першої групи	536750	21,70	
2. Транспорт, ПЕОМ, виробничий та господарський інвентар			
2.1. Транспортні засоби	247702,5	10,02	$C_{об} = 1651350$ грн
2.2. Виробничий та господарський інвентар	6000	0,24	500 грн. на 1 основного робочого $500 \cdot 27$
Підсумок другої групи	253702,5	10,26	
Інші			
2.3. Робочі машини та обладнання	1651350	66,78	$C_{об}$ – загальна собівартість обладнання
2.4. Регулюючі вимірювальні пристрої та улаштування	6300	0,25	700 грн. на 1 верстат
2.5. Інструмент, пристрої	24770,25	1,01	1,5% від загальної собівартості обладнання $C_{об}$ $0,015 \cdot 1888550$
Підсумок третьої групи	1682420,25	68,04	
Загальний підсумок	2472872,75	100	

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ	Арк.	Аркушів
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р	
Перевірів		Новошицький							95	18
Консульт.								НУК		
Н.контр.		Боду С.Ж.								
Затвердив		Ткач М.Р.								
					Організаційно-економічна частина					

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСИНА [7]

На підставі розрахунку, який був проведений у 5 розділі «Проектування дільниці механічного цеху» розраховуємо техніко-економічні показники дільниці.

6.1. Розрахунок річного фонду заробітної платні працюючих дільниці

Фонд заробітної платні на дільниці складається з:

- фонду основної заробітної платні працюючих;
- додаткової заробітної платні працюючих.

Ос основної заробітної платні відносяться витрати на виплату основної заробітної платні нарахованої згідно прийнятих системою оплати труда у вигляді тарифних ставок, окладів, відрядних розцінок і запланованого об'єму відповідних видів продукції.

Річний фонд основної заробітної платні основних робочих визначається наступним чином:

- робочих відрядників:

$$З_{\text{осн. сд}} = \sum_{i=1}^m P_i \cdot A_i$$

або

$$З_{\text{осн. сд}} = C_{ri} \cdot TH'$$

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

A_i – річна програма i -тої деталі, шт.;

m – номенклатура деталі;

C_{ri} – годинна тарифна ставка, грн.;

TH – працемісткість річної програми, н.-год.;

- робочих погодинних:

$$З_{\text{осн. повр}} = C_{ri} \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot K_p$$

де $\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний річний фонд часу одного робочого, год;

K_p – кількість робочих погодинних, чол.

Річний фонд заробітної плати допоміжних робочих розраховується

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						96
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналогічно $Z_{\text{осн. повр}}$. Основний фонд заробітної платні фахівців, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу визначається на підставі штатного розкладу цеху та діючих систем посадових окладів. До додаткової заробітної платні відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеха додаткової заробітної платні, нарахованої за роботу над встановленої норми за трудові успіхи та винахідництво, за особливі умови труда. Вона включає також надбавки, доплати, компенсуючі виплати передбачені законодавством, премії пов'язані з виконанням виробничих задач і функцій.

Сума додаткової заробітної платні визначається помноженням основної заробітної платні на середні норми додаткової заробітної плати.

6.2. Визначення фонду заробітної плати основних робочих

Розрахунок заробітної плати основних робочих визначається по формулі:

$$Z_{\text{осн. сд}} = C_{ri} \cdot TH'$$

Наприклад, заробітна платня на токарній операції визначається наступним чином:

$$Z_{\text{осн. сд ток}} = 13,902 \cdot 7937,3 = 110344,34 \text{ грн.}$$

Останні розрахунки проводимо аналогічно, результати зводимо у таблицю 6.1.

Розрахунок заробітної платні виробничих робочих

Таблиця 6.1

Назва операції	Розряд роботи	Основна заробітна платня на одиницю продукції			На програму на підставі супутньої продукції		
		Норма часу, м·ч	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Працевісткість річної програми, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Токарно-карусельна	3	2,19	18,939	41,47	5475	18,939	103691,03
Токарно-карусельна	4	2,708	22,727	47,23	6770	22,727	153861,79
Радіально-свердлильна	4	0,68	22,727	15,45	3802	22,727	86408,05

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

1	2	3	4	5	6	7	8
Зубофрезерувальна	4	7,586	22,727	172,41	20165	22,727	458289,96
Разом				276,56	36212		802250,83

6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робочих

Розрахунок фонду заробітної платні допоміжних робочих проводимо по формулі:

$$Z_{\text{осн. повр}} = C_{ri} \cdot \Phi_{\text{эф}} \cdot K_p$$

Приклад заробітної платні наладника токарного верстата визначається наступним чином:

$$Z_{\text{осн. повр}} = 0,66 \cdot 1820 \cdot 18,939 = 25782,56 \text{ грн.}$$

Останні розрахунки ведуться аналогічно та зводяться у таблицю 6.2.

Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робочих

Таблиця 6.2

Професія	Розряд робочих	Кількість, чол.	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд часу, год.	Основна допоміжна заробітна платня допоміжних робочих
1	2	3	4	5	6
Наладники обладнання:					
а) токарного	5	0,66	21,464	1820	25782,56
б) свердлильного	5	0,2	21,464		93066,25
в) зубофрезерувального	5	1,0	21,464		39064,48
Слюсар по міжремонтному обслуговуванню	3	0,356	17,045		11043,8
Електрик по міжремонтному обслуговуванню	3	0,12	17,045		3722,63
Мастильник	2	0,10	13,898		2529,44
Контролер-приймальник	5	0,3	21,464		11719,34
Комірник-роздавальник інструменту та приладів	2	0,24	13,898		6070,65
Стропальник та кранівник	2	0,24	13,898		6070,65

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						98
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6
Прибиральник виробничих приміщень та стружки	2	0,44	13,898	1820	11129,52
Транспортний робітник	3	0,82	17,045		25437,96
Разом		4,476			235637,28

6.4. Визначення фонду заробітної плати основних категорій працюючих
на ділянці

Розрахунок основного фонду заробітної плати фахівців, службовців та
молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 6.3

Категорія працюючих, назва посад	Кількість штатних одиниць	Посадовий оклад, грн.	Число місяців у році	Основний фонд заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5
Фахівці				
майстер	2	4900	11	107800
інженер-технолог	0,24	4800		129672
інженер-нормувальник	0,24	4700		12408
інженер-планувальник	0,24	4700		12408
економіст	0,24	4070		10744,8
Разом	2,96			236744,2
Службовці				
бухгалтер	0,08	4070	11,2	3646,72
Табельник	0,06	2550		1713,6
Нарядчик	0,04	2550		1142,4
Обліковець	0,06	2250		1512
Разом	0,24			8014,72
Молодший обслуговуючий персонал				
Прибиральник побутових приміщень	0,3	1950	11,2	3276
Разом				3276
Підсумок				276985,8

6.5. Визначення середньомісячної заробітної плати працюючих на дільниці

Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючих дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність людей	Річний фонд заробітної плати, грн.		Разом, грн.	Середньо-річна заробітна плата одного працівника, грн.	Середньо-місячна заробітна плата одного працівника, грн.	
		Основної заробітної плати, грн.	Додаткової				
			% Сума, грн.				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Виробничі працівники	12	802250,83	30	240675,25	1042926,08	86910,51	7242,54
2. Допоміжні працівники	4,476	235637,28	20	47127,46	282764,74	63173,53	5264,46
3. Фахівці,	2,96	236744,2	25	59186,05	295930,25	99976,44	8331,37
4. Службовці	0,24	8014,72	20	1602,94	9617,66	40073,6	3339,47
5. Молодший обслуговуючий персонал	0,15	3276	18	589,68	3865,68	25771,2	2147,6
Разом	19,826	1285923,03		349181,38	1635104,41	315905,28	5265,09

6.6. Розрахунок розходів по утриманню та експлуатації обладнання

Розрахунок розходів по утриманню та експлуатації обладнання

Таблиця 6.5

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
1. Витрати на повне відновлення та капітальний	Амортизація	Амортизація виробничого устаткування, транспортних засобів і інструмента визначаємо по формулі: $A_r = \frac{F_6 \cdot H_a}{100}$	

1	2	3	4
ремонт основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів та інструментів)		де F_6 – початкова вартість основних виробничих фондів; H_a – норма амортизації устаткування $A_{г\text{ уст.}} = \frac{1651350 \cdot 15}{100} = 247702,5$ $A_{г\text{ тр.}} = \frac{24770,25 \cdot 25}{100} = 6192,56$ $A_{г\text{ інст.}} = \frac{247702,5 \cdot 15}{100} = 37155,38$	247702,5 6192,56 37155,38
Підсумок по I статті			291050,44
2. Витрати на експлуатацію устаткування	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження визначається по формулі: $M = \sum_{i=1}^m m \cdot R \cdot K_{\text{см}} \cdot C_{\text{см}} \cdot D$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах обладнання за день; R – кількість ремонтної складності по групах обладнання; $R = 79$; $K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт змінності; $K_{\text{зм}} = 2$; $C_{\text{см}}$ – ціна мастильного матеріалу; $C_{\text{см}} = 1,05$ грн./кг; D_p – кількість робочих днів у році; $D_p = 251$ день; $M = (0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,23 + 0,2 + 0,2) \cdot 79 \cdot 2 \cdot 1,05 \cdot 251 = 54965,99$	54965,99
	Зарплата	Витрати на оплату труда робочих, що обслуговують обладнання (наладників, мастильників): а) Основна: $Z_{\text{осн}} = C_{\text{час}} \cdot K_{\text{раб}} \cdot \Phi_{\text{еф}}$ де $C_{\text{час}}$ – годинна тарифна ставка; $K_{\text{раб}}$ – кількість допоміжних робочих, чол.; $\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу одного робітника, год.; $Z_{\text{осн}} = 72659,93 + 2529,44 = 75189,37$	75189,37

1	2	3	4
		б) Додаткова: $З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{зп}}$ де $Н_{\text{зп}}$ – норма заробітної плати, %; $З_{\text{доп}} = 75189,37 \cdot 25\%$ в) Відрахування на соціальне страхування $З_{\text{соц.стр}} = \frac{(З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot Н_{\text{соц.стр}}}{100\%}$ де $Н_{\text{соц.стр}}$ – норма соціального страхування; $Н_{\text{соц.стр}} = 37,5\%;$ $З_{\text{соц.стр}} = \frac{(75189,37 + 18797,34) \cdot 37,5\%}{100\%}$	18797,34 35245,02
	Разом		184197,72
	Послуги	а) Витрати на електроенергію $C_{\text{ел}} = \left(\sum_{i=1}^n N \cdot F_{\text{ном}} \cdot K_{\text{исп}} \right) \cdot C_{\text{с}} / 100$ де N – встановлена потужність по групах обладнання, кВт; $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи обладнання, год.; $F_{\text{ном}} = 4007$ год.; $K_{\text{исп}}$ – коефіцієнт завантаження на підставі довантаження; $C_{\text{с}}$ – вартість 1 кВт/год. електроенергії; $C_{\text{с}} = 97,2$ коп.; $C_{\text{ел}} = (90 \cdot 4007 \cdot 0,97 + 5,5 \cdot 4007 \cdot 0,85 + 50 \cdot 4007 \cdot 0,92) \cdot 97,2 / 100$ б) Витрати на стиснене повітря включають до себе витрати на обдування верстатів та видалення стружки, миття, в пневматичних затискачах й інструментах $C_{\text{пов}} = b \cdot F_{\text{еф}} \cdot S \cdot K_{\text{з}} \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) \cdot C_{\text{в}}$ де b – норма витрат стисненого повітря за 1 год. роботи обладнання, м³; $b = 1,5$ м³; S – кількість однорідних одиниць обладнання, які споживають стиснене повітря	552865,83

1	2	3	4
		S=9; β – втрати повітря у трубопроводі; $\beta=5\%$; $\text{Ц}_в$ – ціна 1м³ стисненого повітря; $\text{Ц}_в=0,09696$ грн./м³. $C_{\text{пов}} = \frac{1,5 \cdot (4060 \cdot 3 + 3985 \cdot 6)}{9} \cdot 0,92 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) \cdot 0,09696$ в) Витрати на воду. Вода на виробничі потреби використовується на виготовлення ЗОР, промивку виробів, закалку, охолодження робочих агрегатів $C_в = \frac{Q_в \cdot F_{\text{еф}} \cdot S}{1000} \cdot \text{Ц}_в$ де $Q_в$ – норма витрат води на один верстат за годину; $Q_в=0,6$ л/год.; $F_{\text{еф}}$ – ефективний фонд роботи обладнання, год.; S – кількість верстатів, які працюють з ЗОР; $S=9$; $\text{Ц}_в$ – ціна 1м³ води, грн.; $\text{Ц}_в=8,93$ грн./м³; $C_в = \frac{0,6 \cdot 4060 \cdot 3}{1000} \cdot 8,93 + \frac{0,6 \cdot 3985 \cdot 6}{1000} \cdot 8,93 = (7,308 + 14,346) \cdot 8,93$	480,57 193,37
Підсумок по II статті			553539,77
3. Витрати на проведення поточного ремонту обладнання та транспортних засобів	Матеріали	Для обладнання (крім автоматичних ліній) можна прийняти 4,5% від їх балансової вартості. Для інструмента і приладів – 5%, а для транспортних засобів – 4,5%. $C_{\text{об}} = 1651350 \cdot 4,5\%$ $C_{\text{тр.зас}} = 24770,25 \cdot 4,5\%$ $C_{\text{ін}} = 247702,5 \cdot 5\%$	74310,75 1114,66 12385,13
	Разом		87810,54
	Зарплата	Заробітна плата на оплату праці (слюсарів та електромонтерів) зайнятих на ремонтних	

1	2	3	4
		б) Додаткова $З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{зп}}$ де: $Н_{\text{зп}}$ – норма заробітної плати; $Н_{\text{зп}} = 20 \div 30\%$; $З_{\text{доп}} = 32882,67 \cdot 25\%$	8220,67
		в) Відрахування на соціальне страхування $З_{\text{соц.стр}} = \frac{(З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot Н_{\text{соц.стр}}}{100}$ де: $Н_{\text{соц.стр}}$ – норма соціального страхування; $Н_{\text{соц.стр}} = 37,5$ $З_{\text{соц.стр}} = \frac{(32882,67 + 8220,67) \cdot 37,5}{100}$	15413,75
	Разом		56517,09
Підсумок по IV статті			57012,49
5. Зношення малоцінних та інструментів і пристроїв, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних та інструментів і пристроїв, що швидко зношуються збільшено можна прийняти на 1 верстат в рік, грн.: а) токарний – 190; б) свердлильний – 230; в) зубофрезерувальний – 280	570 230 1400
	Разом		2200
	Послуги	Суму зносу малоцінних та інструментів і пристроїв, що швидко зношуються, вартість їх заточки та ремонту можна прийняти збільшено 25÷30% від вартості інструменту 2200·30%	660
Підсумок по V статті			2860
6. Інші		Витрати на непередбачені попередніми статтями можна прийняти у розмірі 2÷3% від суми статей: (1 + 2 + 3 + 4 + 5); $(291050,44 + 553539,77 + 113190,33 + 57012,49 + 2860) \cdot 3\%$	30529,59
	Разом		30529,59
Підсумок			1048182,62

Для включення витрат на утримання та експлуатацію обладнання визначається відсоток ВУЕО:

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						105
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ВУЕО} = \frac{\sum \text{ВУЕО}}{\sum \text{З}_{\text{осн}}} \cdot 100\% = \frac{1048182,62}{802250,83} \cdot 100\% = 130,66 \%$$

6.7. Калькуляція повної фактичної собівартості виготовлення деталі

Калькуляція – це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції.

Складання калькуляції виготовлення колеса вантажного

Таблиця 6.6

Шифр строки	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина та матеріали	8115,76	
02	Поворотні відходи	(357,5)	
03	Основна заробітна плата	276,56	т. 6.1. підсумок (5)
04	Додаткова заробітна плата	96,8	35% від п. 03
05	Відрахування на соціальні заходи	140,01	37,5% від 03+04
06	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	361,35	130,66 % від п. 03
07	Загальновиробничі витрати	141,84	150% від п. 03
08	Виробнича собівартість	8774,82	01– 02+03+04+05+06+07
09	Адміністративні витрати	691,4	250% від п. 03
10	Витрати на збут	11,06	4% від п. 03
11	Інші операційні витрати	13,83	5% від п. 03
12	Повна собівартість	9491,11	08+09+10+11

6.7.1. Визначення оптової ціни річної програми

Оптова ціна складається в даному випадку з двох складових, з повної собівартості та прибутку. Прибуток визначається згідно рівня рентабельності:

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						107
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$y_{\text{ед}} = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%$$

$$\Pi = C \cdot 25\% = 2875,34 \cdot 25\% = 718,835$$

$$y_{\text{ед}} = (718,835/2875,34) \cdot 100\% = 25\%$$

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр строки	Статті витрат	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина та матеріали	20289400	01·2500
02	Поворотні відходи	893750	02·2500
03	Основна заробітна плата	691400	03·2500
04	Додаткова заробітна плата	242000	04·2500
05	Відрахування на соціальні заходи	350025	05·2500
06	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	903375	06·2500
07	Загальновиробничі витрати	354600	07·2500
08	Виробнича собівартість	21937050	08·2500
09	Адміністративні витрати	1728500	09·2500
10	Витрати на збут	27650	10·2500
11	Інші операційні витрати	34575	11·2500
12	Повна собівартість	23727775	8+9+10+11
13	Прибуток	5931943,8	25% від п. 12
14	Договірна ціна без НДС	29659718,8	п. 12+п. 13

Визначення фінансового результату

Таблиця 6.8

№	Статті	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
1.	Доход (виручка) від реалізації (договірна ціна)	29659718,8	п.14 табл.6.7
2.	Собівартість реалізованої продукції (виробничої)	21937050	п.08 табл.6.7

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						108
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
3.	Валовий прибуток	7722668,8	п. 1-п. 2
4.	Адміністративні витрати	1728500	п.09 табл.6.7
5.	Витрати на збут	27650	п.10 табл.6.7
6.	Інші операційні витрати	34575	п.11 табл.6.7
7.	Фінансові результати від операційної діяльності (прибуток)	5931943,8	п. 3– (04+05+06)
8.	Податок на прибуток від звичайної діяльності	1482985,95	25% від п. 7
9.	Фінансовий результат (прибуток)	4448957,85	п. 7-п. 8

6.8. Розрахунок обсягу капітальних вкладень та термінів окупності проекту

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 01.01.2025 р. та продовжується протягом 6 років.

За цей період досягається обсяг випуску річної продукції 2500 штук. Будемо вважати, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а проектний обсяг виробництва досягається поступово.

Проектні обсяги виробництва

Таблиця 6.9

Роки	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Обсяг виробництва, %	70	90	100	100	100	100

6.8.1. Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень в проект

Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень в проект

Таблиця 6.10

Показники	Величина витрат, грн.
1	2
I. Інвестиційні вкладення в основні фонди	
1. Будівлі, споруди, передаточні пристрої	536750

1	2
2. Транспортні засоби	253702,5
3. Інші	1682420,25
Підсумок вкладень в основні фонди	2472872,75
II. Інвестиції в оборотні засоби	2338514,88
Всього	4811387,63

Інвестиції в оборотні засоби визначаються різницею між повною собівартістю та амортизацією.

$$I_{\text{ІНВ}} = \frac{ПС - А}{12} \times 1,2 = \frac{23727775 - 342626,17}{12} \times 1,2 = 2338514,88 \text{ грн.}$$

6.8.2. Розрахунок грошового потоку

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники	Значення, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3
1. Чистий прибуток, у тому числі	4723121,13	
а) у річному обсязі продукції	4448957,85	
б) прибуток від випуску супутньої продукції	274163,28	
2. Амортизація першої групи основних фондів	26837,5	5% від I групи капітальних вкладень
3. Амортизація другої групи основних фондів	63425,63	25% від II групи капітальних вкладень
4. Амортизація третьої групи основних фондів	252363,04	15% від III групи капітальних вкладень
Разом сумарний грошовий потік	5065747,3	$\sum (01; 02; 03; 04)$

Прибуток від випуску супутньої продукції визначається по наступній формулі:

$$\Pi' = \frac{\Pi}{TН} (TН' - TН)$$

де: Π' – прибуток від випуску супутньої продукції;

$TН$ – працемісткість річної програми, н.-год.;

$TН'$ – працемісткість річної програми на підставі супутньої продукції, н.-год.;

Π – отриманий прибуток від заданої програми.

$$\Pi' = \frac{4448957,85}{34110} (36212 - 34110) = 274163,28 \text{ грн.}$$

Розрахунок сумарного грошового потоку

Таблиця 6.12

Показники	Роки	Значення, грн.
1	2	3
0 Сума капітальних вкладень	початок 2025	(4811387,63)
1 70% грошового потоку	2025	3546023,11
2 90% грошового потоку	2026	4559172,57
3 100% грошового потоку	2027	5065747,3
4 100% грошового потоку	2028	5065747,3
5 100% грошового потоку	2029	5065747,3
6 100% грошового потоку	2030	5065747,3
Разом		23556797,3

Термін окупності дорівнює:

1 рік: $(4811387,63) + 3546023,11 = (1265364,52)$ грн.;

2 рік: $(1265364,52) + 4559172,57 = 3293808,05$ грн.

$$T_{ок} = 1 + \frac{1265364,52}{4559172,57} = 1 + 0,28 = 1,28 \text{ року або 1 рік 3 місяці.}$$

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						111
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.8.3. Визначення чистої сучасної вартості проекту та терміну окупності проекту

Визначення чистої сучасної вартості проекту

Таблиця 6.13

Роки	Показники	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
1	2	3	4
0	Сума капітальних вкладень	$K_d = 1/(1 + K_c)^t$ $K_d = 1/(1 + 0,15)^t$	(4811387,63)
1	70% грошового потоку	0,8696	3083621,7
2	90% грошового потоку	0, 7561	3447190,38
3	100% грошового потоку	0,6575	3330728,85
4	100% грошового потоку	0,5718	2896594,31
5	100% грошового потоку	0,4972	2518689,56
6	100% грошового потоку	0,4323	2189922,56
Разом чиста сучасна вартість проекту			12655359,7

1 рік: $(4811387,63) + 3083621,7 = (1727765,93)$ грн.;

2 рік: $(1727765,93) + 3447190,38 = 1719424,45$ грн.

$$T_{ок} = 1 + \frac{1727765,93}{3447190,38} = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ року або 1 рік 6 місяці}$$

6.9. Техніко-економічні показники дільниці

Для отримання повного уявлення про характеристику проектної дільниці механічного цеху та можливості отримання даних для перевірки економічної доцільності необхідно мати комплекс підсумкових даних, які характеризують економічну сторону роботи спроектованої дільниці. Основні техніко-економічні показники роботи дільниці зведені у таблицю 6.14

Техніко-економічні показники ділянки по виготовленню деталі

колесо вантажне

Таблиця 6.14

Назва показників	Одиниці вимірювання	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	шт.	2500
2. Працемісткість річної програми у тому числі на підставі супутньої продукції	н.-год.	34110 36212
3. Чисельність працівників, всього у тому числі:	чол.	19,826
— основних виробничих працівників	чол.	12
— допоміжних працівників	чол.	4,476
— фахівців	чол.	2,96
— службовців	чол.	0,24
— молодшого обслуговуючого персоналу	чол.	0,15
4. Середній розряд робочих		
— основних		3,5
— допоміжних		3,35
5. Фонд заробітної платні, всього у тому числі:	грн.	
— основних виробничих працівників	грн.	1042926,08
— допоміжних	грн.	282764,74
— фахівців	грн.	295930,25
— службовців	грн.	9617,66
— молодшого обслуговуючого персоналу	грн.	3865,68
6. Середня заробітна платня		
— основних робочих	грн.	7242,54
— допоміжних робочих	грн.	5264,46
— спеціалістів	грн.	8331,37

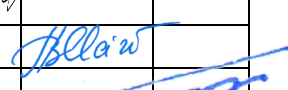
1	2	3
– службовців	грн.	3339,47
– молодшого обслуговуючого персоналу	грн.	2147,6
7. Вартість основних виробничих фондів		2472872,75
– будівлі, споруди, передаточні пристрої	грн.	536750
– транспорт, ПЕОМ	грн.	253702,5
– інші	грн.	1682420,25
8. Кількість обладнання, яке використовується на дільниці	шт.	9
9. Середній коефіцієнт завантаження	%	92
10. Коефіцієнт використання матеріалу		0,7
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	9491,11
12. Собівартість річної програми	грн.	23727775
13. Оптова ціна річної виробничої програми	грн.	29659718,8
14. Чистий прибуток	грн.	4448957,85
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	12655359,7
16. Термін окупності капітальних вкладень	рік	
– без дисконту		1,28
– з урахуванням дисконту		1,5

Висновок

В результаті проведеного організаційно-економічного розрахунку механічної дільниці з виготовлення деталі – колесо вантажне можна зробити висновок про доцільність проектування дільниці.

При цьому термін окупності проекту без урахування дисконту складає 1 рік 3 місяці, з урахуванням дисконту - 1 рік 6 місяців, зниження працемісткості за рахунок використання нових досягнень у обробці металів, а також ефективного використання основних засобів цеху (дільниці). На дільниці буде отримано чистий прибуток від реалізації продукції у розмірі 4448957,85 грн.

					6261м.08.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						114
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці			Літ	Арк.	Аркушів		
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р		115	8
Перевірів		Новошицький						НУК				
Консульт.												
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Охорона праці – це система законодавчих актів і норм, що спрямовані на забезпечення безпеки праці, і відповідні їм соціально-економічні, організаційні, технічні і санітарно-гігієнічні заходи.

Повністю безпечних та нешкідливих виробництв не існує. Задача охорони праці звести до мінімальної ймовірності ураження і захворювання працюючих із одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Турбота про охорону праці знаходиться у центрі уваги держави. Забезпечення безпечних і здорових умов праці є суспільною задачею.

В результаті комплексної автоматизації і механізації виробництва ліквідовано більшість важких і небезпечних професій. Значно зменшились професійні захворювання.

Науковими дослідженнями в галузі охорони праці у нашій країні займається ряд науково-дослідних організацій і лабораторій, в тому числі і інститутів з охорони праці, ряд галузевих інститутів, проектні організації, кафедри вузів.

У нашій країні створена система стандартів з безпеки праці, котра передбачає комплекс великого числа взаємопов'язаних стандартів, спрямованих на забезпечення безпеки праці. Поліпшення умов праці призводить до таких соціальних результатів, як поліпшення здоров'я працівників, підвищення ступеня задоволеності працею, укріплення дисципліни праці, підвищення престижу ряду професій, розвиток свідомого відношення до праці та укріплення ряду інших показників.

7.1. Аналіз виробничих небезпечних і шкідливих факторів на ділянці

При аналізі умов праці на будь-якому машинобудівному підприємстві необхідно розглядати виробничий процес і обладнання, довкілля та їх вплив на людину при виконанні робіт.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						116
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виконанні технологічного процесу за допомогою тих чи інших знарядь праці можливий контакт працюючого із небезпечною зоною, тобто виникає небезпека миттєвого ураження організму. Ці можливості обладнання або технологічного процесу називаються виробничими небезпеками. Навколишнє виробниче середовище, шкідливо впливаючи на організм працюючого, підвищує його втому і знижує реакції на можливі небезпеки. При обслуговуванні машин можливі перенапруження як всього організму, так і окремих його органів, що представляють собою виробничі шкідливості.

Розглянемо спроектовану дільницю механічного цеху для обробки деталі колесо вантажне.

Організація безпеки виробничого процесу, обслуговування обладнання і приміщень покладена на виробничого майстра, а також на суспільного інспектора з охорони праці. Викриті недоліки відмічаються у спеціальному журналі, приймаються міри з їх усунення.

На дільниці розроблена інструкція з техніки безпеки (ТБ) для кожної категорії і професії. Майстрами проводиться повсякденний і поквартальний інструктаж з ТБ.

Дільниця спроектована з урахуванням норм промислової санітарії і протипожежної безпеки (ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ). Обладнання розташовано із урахуванням можливості вільного руху по дільниці. Встановлені проїзди для обслуговуючого персоналу і проїзди для транспорту. Рух транспорту на центральному проході двосторонній. Виступів і скатів на території дільниці немає, що сприяє підтриманню чистоти.

Обладнання на дільниці забезпечено огорожувальними і захисними устроями, котрі відповідають вимогам охорони праці. Робочі місця обладнані дерев'яними решітками і захисними стойками. Кожний робітник забезпечений індивідуальними засобами захисту – спецодягом.

На дільниці раціонально вирішено питання освітленості робочих місць і всієї виробничої площини відповідно ДБН.В2.5-28-2006.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						116
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов на ділянці передбачена природна вентиляція згідно ДСП 173-96, розрахунок якої наведено нижче.

Джерелами шуму на ділянці є верстати, транспорт, що рухається, мостовий кран.

Нормами ДСТУ 2867-94 величина звукового тиску, котрий не повинен перебільшувати 85 дБ. Для скорочення інтенсивності шуму на ділянці застосовуються пружинні амортизатори, пружні прокладки, відбиваючі екрани. Крім того передбачені звукопоглинаючі конструкції.

На випадок пожежі на ділянці є вогнегасники ОУ-2, котрі встановлені на видних і доступних місцях.

У відповідності із ТБ на ділянці раціонально пофарбовано обладнання, стіни.

Верстати пофарбовані зеленувато-блакитною фарбою, а частини верстатів, що рухаються, - світло-жовтою, панелі стін висотою до 3 м пофарбовані в салатний колір. Виступаючі частини підйомно-транспортного обладнання (кабіни, гак і так далі) пофарбовані у чорно-жовтий колір у вигляді полос. Електрокари пофарбовані жовтою фарбою, тумбочки і шафи – світло-сірою.

Все обладнання на ділянці оснащено устроями захисного заземлення або автоматичного вимикання для безпеки обслуговування. Всі струмопровідні частини ізолювані, огорожені кожухами, щитами або розташовані на недоступній висоті. Опір захисного заземлення 0,5 або 0,4 Ом. Опір ізоляції у мережах напругою до 1000 В повинно бути не нижче 500000 Ом на фазу згідно ПУЕ-86. Установки, які знаходяться в експлуатації, підлягають перевірці якості ізоляції два рази на рік. Для безпеки людини від впливу електричного струму на ділянці передбачені решітки на полу біля верстатів. Підлога цементна.

Освітленість на ділянці – штучне, люмінесцентними лампами білого світла (ЛБ). Система освітленості комбінована. Згідно діючим нормам природного освітлення, ДБН.В.2.5-28-2006, величина освітленості повинна бути дорівнювати $E_{\min} = 300$ лк.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						117
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кожному верстаті передбачені світильниками місцевого освітлення, які розташовані поблизу робочої поверхні. Це дозволяє:

1. Керувати світловим потоком і завдяки цьому створювати найкращі умови бачення;
2. Створювати високі рівні освітленості не тільки на горизонтальних, але і на вертикальних, а також нахилених поверхнях;
3. Економити електроенергію, вимикаючи місцеве освітлення, коли верстат не працює.

На проектованій ділянці виділення шкідливих речовин відсутнє.

7.2. Метеорологічні умови на проектованій ділянці

Метеорологічні умови або мікроклімат у виробничих умовах визначаються наступними параметрами:

- температура повітря t , °C;
- відносна вологість ϕ , %;
- швидкість руху повітря на робочому місці v , м/с;
- барометричний тиск p , мм рт.ст.

Людина постійно знаходиться у процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Для того, щоб фізіологічні процеси в його організмі протікали нормально, тепло, яке виділяється організмом, повинно відводиться у навколишнє середовище. Відповідність між кількістю цього тепла і охолоджувальною здатністю середовища характеризує його як комфортне. Порушення теплової рівноваги знижує працездатність людини і може привести до нещасного випадку.

Метеорологічні умови на проектованій ділянці повинні відповідати санітарним нормам проектування промислових підприємств ДСП 173-96.

Норми метеорологічних умов на робочих місцях проекрованої ділянці у холодний і перехідний період року визначається [16]:

- температура повітря $t = 17-19$ °C;
- відносна вологість $\phi = 60-30$ %;

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						118
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість руху повітря на робочому місці $v \leq 0,5$ м/с;
- барометричний тиск $p = 760$ мм рт.ст.

Метеорологічні умови у теплий період року повинні відповідати наступним параметрам [16]:

- температура повітря $t = 20-23$ °С;
- відносна вологість $\phi = 60-30$ %;
- швидкість руху повітря на робочому місці $v = 0,2-0,5$ м/с;
- барометричний тиск $p = 760$ мм рт.ст.

Для забезпечення нормальних умов на проєктованій ділянці передбачена природна вентиляція. При природній вентиляції (аерації) повітрообмін у будівлі відбувається в силу питомої ваги повітря зовні та усередині будівлі.

На визначеній висоті приміщень, в так званій площині рівних тисків, розташованій приблизно на середині висоти будівлі цеху, різницю тисків зовнішнього і внутрішнього повітря дорівнює нулю.

Нижче площині рівних тисків існує розрядження, яке зумовлено надходженням зовнішнього повітря [16]: []

$$\Delta p_1 = h_1(y_H - y_B),$$

де $y_H = 1,205$ кг·с/м² – питома вага зовнішнього повітря при $t = 20$ °С;

$y_B = 1,185$ кг·с/м² – питома вага повітря усередині цеху при $t = 25$ °С;

h_1 – відстань від центру нижніх проїомів до площини рівних тисків

$$\Delta p_1 = 5,46 \cdot (1,205 - 1,185) = 0,1092 \text{ кг·с/м}^2.$$

Вище площини рівних тисків є надлишковий тиск, котрий на рівні центру верхніх отворів

$$\Delta p_2 = h_2(y_H - y_B) = 10,81 \cdot (1,205 - 1,185) = 0,2162 \text{ кг·с/м}^2.$$

Цей тиск, спрямований назовні будівлі, викликає витягування повітря.

Загальна величина гравітаційного тиску, під тиском якого відбувається повітрообмін у приміщенні, дорівнює сумі тисків:

$$\Delta p_T = \Delta p_1 + \Delta p_2 = h(y_H - y_B) = 16,27 \cdot (1,205 - 1,185) = 0,3254 \text{ кг·с/м}^2.$$

Визначимо площу проїомів.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						119
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок виконується для літнього часу, як самого несприятливого для аерації.

Швидкість руху повітря в проїомі визначається за формулою [16]:

$$v = 2gH/y,$$

де g – прискорення земного тяжіння;

y – питома вага повітря;

H – різниця тисків зовнішнього і внутрішнього повітря

$$v = 2 \cdot 9,81 \cdot 0,4324/1,205 = 2,65 \text{ м/с.}$$

Визначимо необхідну площу проїомів за наступною формулою:

$$F = L/(\mu \cdot v^2),$$

де L – повітрообмін;

μ - коефіцієнт витрат повітря.

$$F = \frac{880}{0,65 \cdot 2,65} = 192,8 \text{ м}^2.$$

На спроектованій механічній дільниці є вентиляція із попереднім підігрівом повітря. Для підтримки у зимовий час нормальних температур на дільниці встановлені калорифери, в котрих відбувається нагрівання повітря, яке подається вентиляторами.

Для службових і побутових приміщень передбачено парове опалення від центральної системи підприємства.

Схема розподілу тисків при аерації представлена на рис.7.1.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						120
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

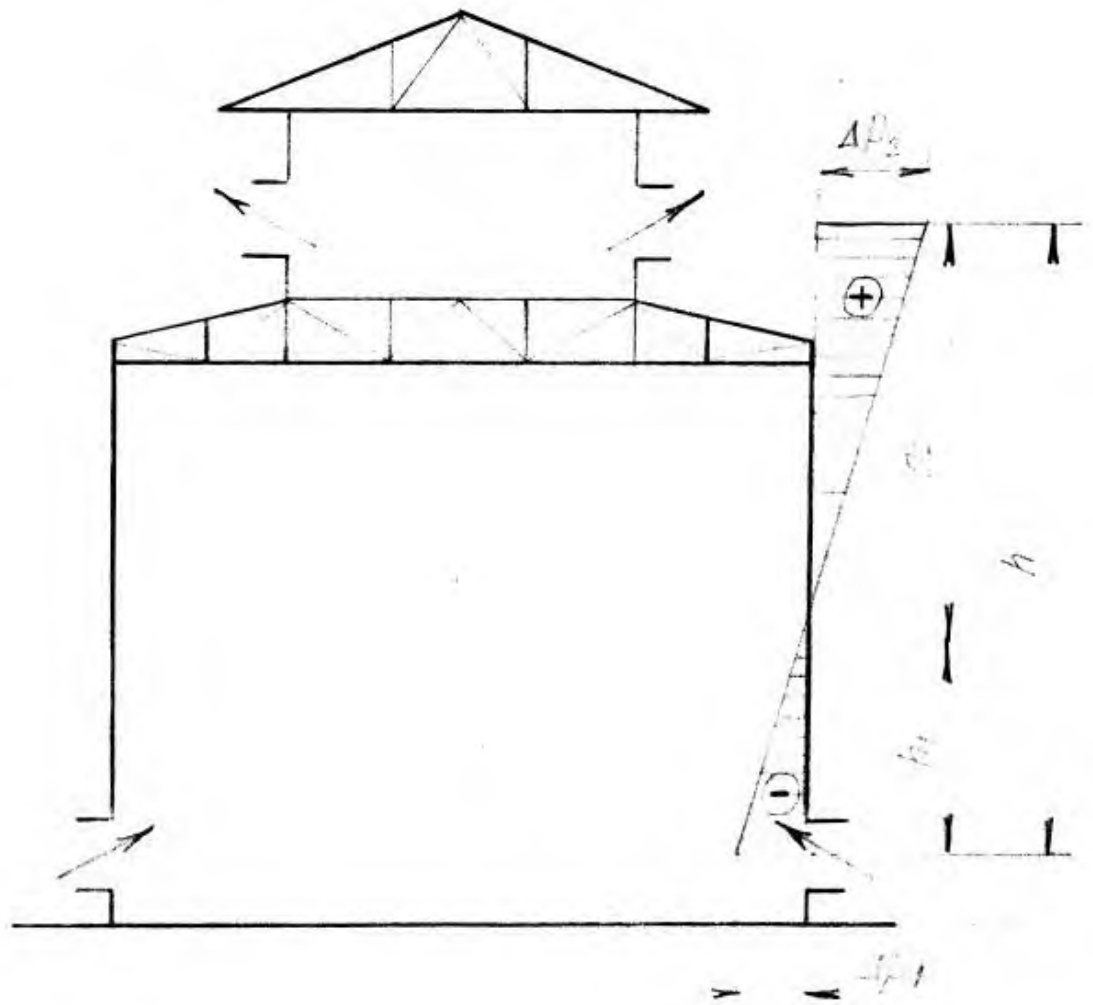


Рис.7.1. Схема розподілу тисків при аерації

7.3. Розрахунок освітлення проектованої ділянки

Організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць є одним з основних питань охорони праці.

При гарному освітленні усувається напруження очей, полегшується відмінність оброблюваних виробів, прискорюється темп праці.

Для освітлення даної ділянки механічного цеху приймається комбінована система освітлення. Джерелами освітлення є люмінесцентні лампи типу ЛБ (білого світла).

Створення в виробничих приміщеннях високоякісного і економічного освітлення неможливо без застосування раціональних світильників.

Світильник – це комплекс із арматури і джерела світла.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						121
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для освітлення проектованої механо-складальної ділянки вибираємо відкритий світильник типу ОД (денного світла).

Розрахунок штучного освітлення проектованої ділянки виконуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку. За даним методом визначається кількість світильників, необхідних для створення заданої освітленості E . За нормами освітленості $E_{\min} = 300$ лк.

Необхідна кількість світильників визначається за формулою [16]:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot F \cdot K_{\text{в.св.п.}}},$$

де S - площа даної ділянки;

F - світловий потік лампи ЛБ30;

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної;

K_3 - коефіцієнт запасу;

n - кількість ламп у світильнику;

$K_{\text{в.св.п.}}$ - коефіцієнт використання світлового потоку. Для його визначення знаходимо індекс приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A+B)},$$

де A , B , h - відповідно довжина, ширина приміщення і висота підвісу світильника.

$$i = \frac{18 \cdot 24}{8 \cdot (18+24)} = 1,23.$$

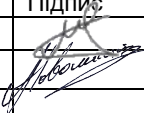
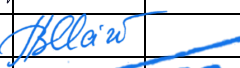
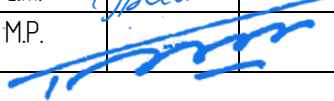
За таблицею [16] даному індексу приміщення i відповідає $K_{\text{в.св.п.}} = 1,23$.

Визначимо кількість світильників:

$$N = \frac{300 \cdot 432 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1,2}{2 \cdot 2100 \cdot 1,23} = 39,13 \text{ шт.}$$

Приймаємо число світильників 40 штук. Світильники розташовані паралельними рядками.

					6261м.08.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						122
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона навколишнього середовища			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р		123	5
Перевірів		Новошицький						НУК				
Консульт.												
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вступ

В умовах прискореного розвитку науково-технічної революції і бурного зростання промислового виробництва більша частина природи вже безповоротно втрачена, а інша – знаходиться у критичному стані. І саме тепер охорона довкілля є однією з важливіших загальнодержавних задач, вирішення якої нерозривно пов'язано з охороною здоров'я та майбутнього поколінь людей, із забезпеченням зросту їх добробуту.

Охорона навколишнього середовища від забруднень промисловими відходами водою, ґрунту, викидами у атмосферу в умовах швидкого зростання промисловості, транспорту і залучення до експлуатації все більшої кількості природних ресурсів є однією з важливіших економічних задач держави.

Необхідно підвищувати дійсність служби, яка слідкує за станом природного середовища і джерелами забруднень, поліпшити технологічне оснащення цієї служби ефективними сучасними приладами і обладнанням, розширяти форми і методи участі в цій праці суспільних організацій і населення.

Питаннями охорони довкілля займається служба з охорони природи. Ця служба входить до складу головного енергетика. Мета створення служби – керування охороною навколишнього середовища на закріпленій території.

Основними правовими директивами, нормативними і інструкційними матеріалами, котрими керується служба охорони природи, є галузеві вказівки та інструкції.

8.1. Аналіз впливу шкідливих факторів виробництва на навколишнє середовище

На проектованій ділянці механічного цеху для обробки деталі колесо вантажне широко застосовуються ЗОР, котрі забруднюють довкілля. А в процесі праці ЗОР поступово забруднюється стружкою, пилом, частками абразиву та іншими змащувальними матеріалами.

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						124
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значна частина ЗОР виготовлена на основі продуктів переробки нафти. Такі системи називають емульсіями. Вони служать питним середовищем для багатьох видів бактерій, продукти життєдіяльності котрих мають токсичний вплив на довкілля. Зливання навіть невеликої кількості ЗОР у водойми приводить до утворення на поверхні води суцільної масляної плівки, яка перешкоджає доступу кисню і таким чином подавляє життєдіяльність мікрофлори водного середовища. Для запобігання впливу на навколишнє середовище ЗОР, металевої стружки та інших відходів виробництва необхідно:

1. забезпечити збирання, зберігання і утилізацію усіх відходів виробництва, виключивши їх викидання до навколишнього середовища;
2. обладнати вентиляційні установки фільтрами;
3. систематично перевіряти справність і працю установок, які повинні зберігати довкілля.

Особлива увага приділяється методам збирання і нейтралізації ЗОР. Методи нейтралізації ЗОР складаються з механічного очищення, котре передбачено для видалення суспензій і частинок, відділенні масла та нейтралізації води, звільненої від масла.

Очищення від хімічних речовин здійснюється різноманітними способами: фізико-хімічним, хімічним, електрохімічним, біологічним, комбінованим.

Склад стоку проектованої ділянки:

- а) вода і нафтопродукти (ЗОР);
- б) нафта, частинки абразиву, пил, стружка.

Для регенерації і знешкоджування ЗОР вибираємо хімічний спосіб розкладання емульсії.

8.2. Очищення стічних вод

На проектованій ділянці широко застосовується вода. Вона використовується для охолодження інструменту, промивання деталей, обробки приміщень. При цьому стічні води забруднюються мінеральними маслами, металевим і абразивним пилом та емульгаторами.

На ділянці передбачено очищення стічних вод. Поступово виконується на початку очищення від механічних домішок, потім від маслоутримуючих.

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						125
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відокремлення механічних домішок виконується в полі дії бентробіжних сил. Для цього застосовані відкриті гідроциклони. Їх застосовують для відокремлення зі стічних вод крупних механічних домішок зі швидкістю відокремлення більше 0,02 м/с.

Перевага гідроциклонів перед іншими типами – більша продуктивність і малі втрати напору, який не перевищує 0,5 Па.

На рис.8.1 представлена схема гідроциклону, який складається із вхідного патрубку 1, кільцевого водозливання 2, труби для відводу очищеної води 3, шлаковідвідної труби 4.

Продуктивність гідроциклону визначається за формулою:

$$Q_v = 0,785 \cdot g \cdot D^2,$$

де g – питома вага витрат води;

$$g = 4,32 \text{ w} = 4,32 \cdot 0,2 = 0,086;$$

$D = 2$ – м – діаметр циліндричної частини.

$$\text{Отже, } Q_v = 0,785 \cdot 0,086 \cdot 2^2 = 0,27 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Висота циліндричної частини $H = D = 2,0$ м.

Діаметр вхідного отвору $d = 0,1D = 0,2$ м.

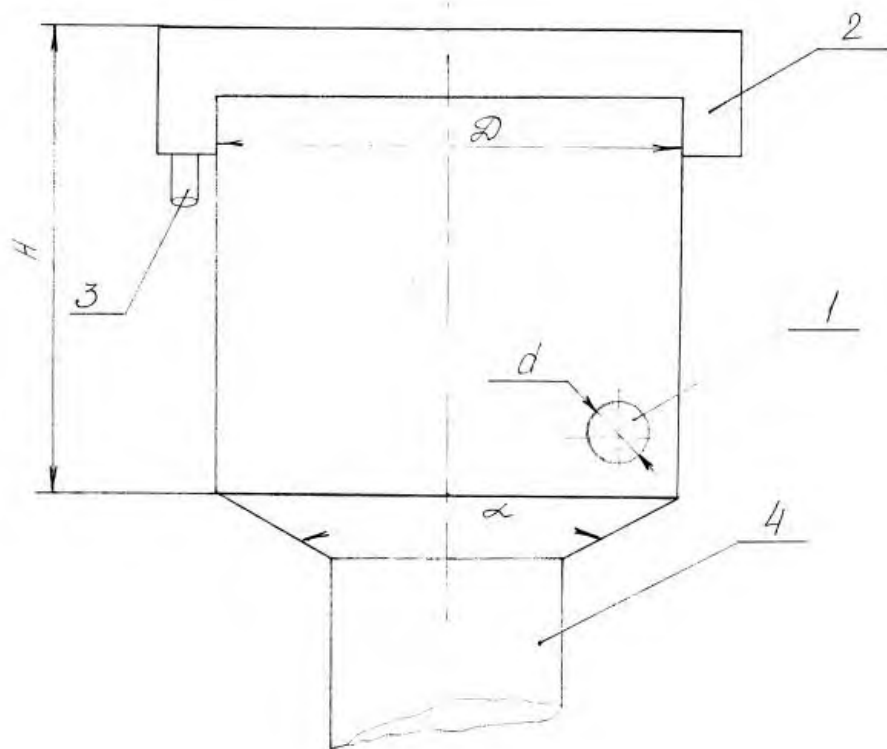


Рис.8.1. Схема відкритого гідроциклону

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						126
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищення стічних вод від олійних домішок виконується флотацією з наступним фільтруванням.

Флотація полягає в інтенсифікації спливання маслопродуктів, жирів при обволіканні їх частинками пухирцями повітря, які подаються у стічну воду.

Установка напірної флотації представлена на рис.8.2.

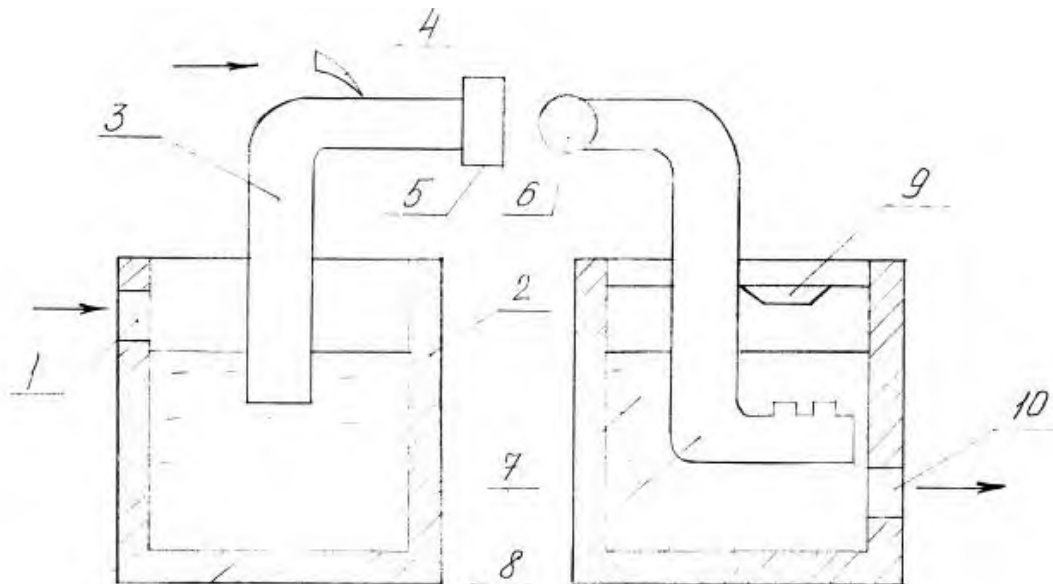


Рис.8.2. Установка напірної флотації

Забруднена вода по трубі 1 надходить у раструб 2. Звідти по всмоктуючій трубі 3 за допомогою насоса 5 подається в сатуратор 6. Через трубу 4 в стічну воду надходить стисле повітря з витратою не менше 3 % від витрат стічної води.

В сатураторі 6 відбувається перемішування води із повітрям. Цей процес протікає при надлишковому тиску 30-50 Па, час перебування рідини у сатураторі 2-3 хвилини.

Із сатуратора суміш води із повітрям відводиться по трубі та через сопло 8 спрямовується у флотаційну камеру 7, в котрій відбувається спливання на поверхню маслопродуктів.

Для їх видалення передбачено пінозбірник 9. Очищена вода видаляється по трубі 10.

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						127
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективність очищення стічних вод від домішок складає 85-90 %.

Заключним етапом очищення є фільтрація. Це пояснюється тим, що концентрація маслопродуктів у стічній воді після очищення флотацією складає $0,05 \text{ кг/м}^3$, що значно перевищує їх концентрацію у водоймах.

Найкращим фільтруючим матеріалом є кварцовий пісок.

8.3. Регенерація та знешкодження відпрацьованих ЗОР

Для регенерації та знешкодження відпрацьованих ЗОР на дільниці передбачено спосіб хімічного розкладання емульсії.

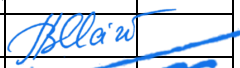
Реагентом є концентрована сірчана кислота і кальцинована сода.

Технологія розкладання емульсії полягає в наступному: відпрацьована емульсія збирається у підйомний збірник, із якого насосом подається у нафтопастку, потім в реактор підкислення, де оброблюється сірчаною кислотою. Із реактора підкислена емульсія подається насосом на флотаційну машину, де відбувається розкладання її шляхом спінювання.

Легкий продукт (залишки милу, поверхнево-легких речовин) знімається скребками і надходить самопливом до маслопастки, а звідти на регенерацію або спалювання.

Водна фаза з машини надходить у нейтралізатор, де 20 % розчином кальцинованої соди. З нейтралізатора стічна вода надходить у горизонтальний відстойник, де виконується контроль вмісту у воді нафтопродуктів ($Q < 25 \text{ г/м}^3$).

					6261м.08.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						128
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цивільний захист			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Нартя О.Ю.						М	Р		129	5
Перевірів		Новошицький						НУК				
Консульт.												
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Вступ

У сучасних умовах науково-технічний прогрес привів до створення зброї масового ураження, котре має величезну руйнівну силу. Воно здатне викликати великі людські жертви і спричинити величезну матеріальну шкоду.

Значні руйнування на об'єктах народного господарства і великі втрати серед населення можуть стати причиною різкого скорочення випуска промислової і сільськогосподарської продукції, що підірве, у свою чергу, економіку країни, котра грає рішучу роль в озброєнній боротьбі держав.

У зв'язку з цим виникає необхідність завчасно приймати відповідні заходи із захисту населення від впливу вражаючих факторів зброї масового ураження, забезпеченню стійкої праці підприємств у військовий час, що складає суттєвість основних задач цивільного захисту.

Під стійкістю праці промислового об'єкту розуміють здатність його в умовах військового часу, при надзвичайних ситуаціях (НС) випускати продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при отриманні слабких та середніх руйнувань або порушенні зв'язків з кооперації та поставкам відбудовувати виробництво у мінімальний термін.

Матеріальну основу будь-якого виробничого процесу складає обладнання, що йдеться про необхідність захисту його при НС та у військовий час.

В роботі спроектовано дільницю механічного цеху по обробці деталі колесо вантажне, технологічне обладнання якого у військовий час може внести значне вкладення у підвищення обороноздатності країни. І якщо не виконати заходи з захисту даного обладнання, то в мирний час його невідієздатність призведе до збитків, а у військовий час знизить обороноздатність країни.

9.1. Дослідження стійкості обладнання дільниці до впливу ударної хвилі ядерного вибуху

Ударна хвиля є одним з вражаючих факторів ядерного вибуху. Більшість руйнувань та ушкоджень будівель, споруд і обладнання об'єктів, а також

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		130

уражень людей зумовлено як правило, впливом ударної хвилі. В той же час захистити об'єкти від ударної хвилі набагато важче, чим від інших вражаючих факторів.

В залежності від того, в якому середовищі розповсюджується хвиля – у повітрі, воді або ґрунті, її називають відповідно повітряною ударною хвилею, ударною хвилею у воді та сейсмовибуховою хвилею у ґрунті.

Повітряна ударна хвиля представляє собою зону сильного стислого повітря, яка розповсюджується во всі сторони від центра вибуху зі надзвуковою швидкістю.

При безпосередньому впливі ударної хвилі причиною ураження є надлишковий тиск. При непрямому - люди вражаються облосками зруйнованих будівель, уламками скла і іншими предметами, які пересуваються під впливом швидкісного напору. Травми від дії ударної хвилі прийнято розподіляти на легкі, середні, важкі і вкрай важкі.

При впливі ударної хвилі будівлі, споруди, обладнання і комунально-енергетичні мережі (КЕМ) об'єкта можуть бути зруйновані в будь-якому ступеню.

Опір будівель і споруд до впливу ударної хвилі залежить від їх конструкції, розмірів та інших параметрів.

Проведемо оцінку стійкості обладнання проектного цеху з обробки деталі колеса вантажного до впливу ударної хвилі ядерного вибуху.

В якості кількісного показника стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі приймається значення надлишкового тиску, при якому будівлі, споруди і обладнання об'єкту зберігаються або отримують слабкі і середні руйнування. Це значення надлишкового тиску прийнято рахувати межею стійкості об'єкта до ударної хвилі.

1. Максимальне значення надлишкового тиску, очікуваного на території машинобудівного заводу $\Delta P_{\text{ф max}} = 30 \text{ кПа}$.

2. Технологічне обладнання, яке розглядається:

- верстати важкі;
- крани і кранове обладнання;

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						131
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підйомно-транспортне обладнання.

3.3а додатком 2 [16] знаходимо, що верстати важкі отримують слабкі руйнування при $\Delta P_{\phi \max} = 25-40$ кПа, середні - $\Delta P_{\phi \max} = 40-60$ кПа, сильні - $\Delta P_{\phi \max} = 60-70$ кПа; крани і кранове обладнання отримують слабкі руйнування при $\Delta P_{\phi \max} = 20-30$ кПа, середні - при $30-50$ кПа, сильні – при $\Delta P_{\phi \max} = 50-70$ кПа, повні – 70 кПа; підйомно-транспортне обладнання отримає слабкі руйнування при $\Delta P_{\phi \max} = 20$ кПа, середні – при $\Delta P_{\phi \max} = 50-60$ кПа, сильні - $\Delta P_{\phi \max} = 60-80$ кПа, повні - $\Delta P_{\phi \max} = 80$ кПа.

4.Визначимо межу стійкості кожного виду обладнання – надлишковий тиск, який викликає середні руйнування.

Верстати важкі мають межу стійкості до ударної хвилі – 40 кПа, крани і кранове обладнання – 30 кПа, підйомно-транспортне обладнання – 50 кПа.

5.Визначимо межу стійкості технологічного обладнання по мінімальній межі стійкості, які входять до його складу видів обладнання. Порівнюючи межі стійкості всіх видів обладнання, знаходимо, що межа стійкості технологічного обладнання даного механічного цеха $\Delta P_{\phi \lim} = 30$ кПа.

$$\Delta P_{\phi \lim} = \Delta P_{\phi \max} = 30 \text{ кПа.}$$

При цьому середні руйнування отримують крани і кранове обладнання, повітропроводи і електромережа. Для відновлення обладнання, яке отримало середні руйнування, потребується капітальний ремонт, виконання котрого можливо власними силами підприємства.

Можлива шкода при максимальному надлишковому тиску ударної хвилі, очікуваним на об'єкті, приведе до скорочення виробництва на 10% .

Для споруд і обладнання, швидко обтікаємих ударною хвилею, найбільшу небезпеку представляє швидкісний напір повітря, який рухається за фронтом ударної хвилі. При впливі швидкісного напору на об'єкт виникає зсувна сила $P_{\text{см}}$, котра може викликати: зсув обладнання відносно основи (фундаменту) або його відкидання; перекидання обладнання; ударні навантаження, тобто миттєве інерційне руйнування елементів обладнання.

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						132
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо граничне значення надлишкового тиску, який не викликає зсув незакріпленого токарно-карусельного верстата відносно бетонної основи $\Delta P_{\phi \text{ lim cm}}$.

Початкові дані:

довжина верстата $l = 2875$ мм, ширина верстата $b = 2660$ мм, висота $h = 4100$ мм, вага 16500 кг.

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{f \cdot m \cdot g}{C_x \cdot b \cdot h},$$

де $f = 0,35$ – коефіцієнт тертя чавунної основи верстата по бетону;

C_x – коефіцієнт аеродинамічного опору

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{0,35 \cdot 16500 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 2,66 \cdot 4,1} = 3991,8 \text{ Па} = 3,9 \text{ кПа}.$$

За величиною $\Delta P_{\text{ск}}$ із графіку [20] знаходимо $\Delta P_{\phi \text{ lim cm}} = 35$ кПа. Отже, при $\Delta P_{\phi} \geq 35$ кПа ударна хвиля викличе зсув верстата, відповідний слабким руйнуванням.

Визначимо граничні значення надлишкового тиску, при котрому даний верстат не перекидається.

$$\Delta P_{\text{ск lim оп}} = \frac{m \cdot g \cdot l}{C_x \cdot h^2 b} = \frac{16500 \cdot 9,8 \cdot 2,875}{1,3 \cdot 4,1^2 \cdot 2,66} = 8015 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{\text{ск lim оп}} = 8 \text{ кПа}.$$

За величиною $\Delta P_{\text{ск lim оп}}$ знаходимо $\Delta P_{\phi \text{ lim оп}} = 50$ кПа. Отже, при $\Delta P_{\phi} \geq 50$ кПа ударна хвиля перекине верстат, що приведе до середніх руйнувань.

Аналогічний розрахунок проводимо для зубофрезерувального верстата.

Початкові дані:

довжина верстата $l = 3580$ мм, ширина верстата $b = 1790$ мм, висота $h = 2590$ мм, вага 14000 кг.

$$\Delta P_{\text{ск lim оп}} = \frac{0,35 \cdot 14000 \cdot 9,8}{1,3 \cdot 1,79 \cdot 2,59} = 7967 \text{ Па} \approx 8 \text{ кПа}.$$

За величиною $\Delta P_{\text{ск lim cm}}$ визначимо, що $\Delta P_{\phi \text{ lim cm}} = 50$ кПа

$$\Delta P_{\text{ск lim оп}} = \frac{14000 \cdot 9,8 \cdot 3,58}{1,3 \cdot 2,59^2 \cdot 1,79} = 31465 \text{ Па} = 31 \text{ кПа}.$$

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						133
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, зубофрезерувальний верстат отримує зсув при $\Delta P_{\text{ф lim}} \geq 50$ кПа, але не перекинеться.

Висновки

На основі виконаних розрахунків можна зробити наступний вивід: технологічне обладнання ділянки механічного цеха з обробки деталі типу колесо вантажне при впливі ударної хвилі ядерного вибуху із надлишковим тиском $\Delta P_{\text{ф max}} = 30$ кПа отримує середні руйнування.

Для підвищення стійкості технологічного обладнання машинобудівного заводу до ударної хвилі необхідно: вразливі вузли кранів і кранового обладнання закрити захисними кожухами, встановити допоміжні колонки кранів, важке обладнання розмістити на нижніх етапах; передбачити міцне закріплення верстатів на фундаментах і наявність устроїв контрфорсів, підвищує стійкість верстатів обладнання до дії швидкісного напору ударної хвилі.

Крім того, слід створювати запас найбільш вразливих деталей і вузлів технологічного обладнання, а також виготовляти у мирний час захисні конструкції для захисту обладнання від пошкоджень при обваленні конструкцій будівель.

					6261м.08.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						134
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології виготовлення колеса вантажного ($m=10$ мм, $z=100$)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД.

В кваліфікаційній 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 дані коротка характеристика методів очищення відливків та обрано метод очищення ступиці.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: розрахунок і конструювання пристосування для нарізання зубів вінця, спеціальної конічної розгортки, конічної калібр-пробки, черв'ячної модульної фрези. Спроектована діляниця з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування.

Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал діляниці, метеорологічні умови на діляниці, розрахунок штучного освітлення на діляниці. Розроблено аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля, розглянуті питання очищення стічних вод та регенерація та знешкодження відпрацьованих ЗОР. Наведено обґрунтування необхідності дослідження та оцінка стійкості діляниці механічного цеху з обробки деталі, заходи з підвищення стійкості обладнання механічного цеху від ударної хвилі, надано характеристику ступеню руйнування елементів об'єкту ударною хвилею від ядерного вибуху.

					6261м.08.МР.ПЗ	Арк.
						135
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. Зенкин А.С., Петко І.В. Допуски і посадки в машинобудуванні / Довідник. – Київ, Техніка, 1981.
7. Івахненко М.М., Шумілов О.П., Хлопенко Б.К. Курсове проектування для спеціальності «Технологія машинобудування» / Методичні вказівки. – Миколаїв: УДМТУ, 1999.
- 8.Івщенко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івщенко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
9. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
10. 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. –

					6261м.08.МР.ПЗ	Арк.
						136
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. 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.

12. 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.

13. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин» : Навчальний посібник / Соловйов С.М., Івахненко М.М., Шумілов О.П., Бобошко В.О., Козленко О.О.; Під заг. ред. проф. Соловйова С.М. – Миколаїв: НУК, 2006.

14. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.редк.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

15. 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.

16. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

17. Соловйов 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.Соловйова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

18. 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.

19. 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,

					6261м.08.МР.ПЗ	Арк.
						137
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

20. 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.

21. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

22. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. – навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2001. – 84 с.

23. Шумілов О.П., Станчук Е.А. та ін. Автоколивальний відрізний різець. Авт. свид. №1821292, «Бюлетень винаходів», 1993,№22.

24. 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.

25. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування. – Київ, Либідь, 2000.

26. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

					6261м.08.МР.ПЗ	Арк.
						138
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		