

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

«15» 06 2026 р.



Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Проектування 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 4267ст3



Польовий Е.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник



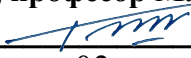
Новошицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Бакалавр _____
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**

“ 23 ” 03 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студент _____ Польовий Едуард Анатолійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування 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 “22”04.2026р. № 291-уч

2. Строк подання студентом роботи 1.06.2026 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.

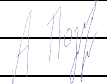
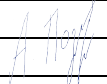
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки.
Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та
режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір
обладнання, ріжучого та вимірювального
інструменту.

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

4) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони
праці та навколишнього середовища на ділянці

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	К.т.н., доц.Познанський А.С.		
Нормоконтроль	Доцент 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)	25.03.2026	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2)	15.04.2026	
3	Оформлення конструкторського розділу (3)	25.04.2026	
4	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (4)	25.05.2026	
5	Оформлення креслень	25.05.2026	
6	Перевірка на плагіат	1-10.06.2026	
7	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	1-9.06.2026	
8	Затвердження КРБ на кафедральному перегляді (ПЗ , креслення у форматі А1)	10-16.06.2026	
9	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	12-16.06.2026	
10	Затвердження КРБ зав.кафедрою (подання, анотація)	12-16.06.2026	
11	Рецензування	16-22.06.2026	

Студент 
(підпис)

Польовий Е.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 
(підпис)

Новошицький А.В.
(прізвище та ініціали)

« 23 » 03 2026 р.

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській роботі на тему «Проектування 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 деталей колеса вантажного.

В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: вінець, ступиця, колесо вантажне, заготівка, припуски, пристосування для зубофрезерування, розгортка конічна, калібр-пробка, фреза черв'ячна.

ABSTRACT

In the bachelor's thesis on the topic "Design of the technology for manufacturing a truck wheel ($m=10$ mm, $z=100$)" a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made are provided, an analysis of its manufacturability, selection and justification of the type of production are made, a technological process for manufacturing truck wheel parts is developed.

The bachelor's thesis provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, and measures for labor protection and the environment at the site are developed.

Keywords: crown, hub, cargo wheel, workpiece, allowances, gear milling device, conical reamer, gauge plug, worm cutter.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Загальна частина	8
1.1. Призначення і конструктивно-технологічна характеристика деталі	9
1.2. Характеристика матеріалу деталі	10
1.3. Аналіз технологічності деталі	12
1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва	13
2. Технологічна частина	15
2.1. Вибір способу отримання заготовки	16
2.2. Розрахунок вартості основних матеріалів	18
2.3. Розробка маршрутного технологічного процесу	19
2.4. Визначення між операційних припусків і розмірів	21
2.5. Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту	28
2.6. Розрахунок режимів різання	35
2.7. Технічне нормування	40
3. Конструкторська частина	45
3.1. Розрахунок і конструювання пристосування для нарізання зубів вінця	46
3.2. Розрахунок і конструювання спеціальної конічної розгортки	49
3.3. Розрахунок і конструювання конічної калібр-пробки	50
3.4. Розрахунок і конструювання черв'ячної модульної фрези	51
4. Охорона праці	58
Вступ	59
4.1. Аналіз виробничих небезпечних і шкідливих факторів на ділянці	59
4.2. Метеорологічні умови на проєктованій ділянці	62
4.3. Охорона навколишнього середовища	65
4.3.1. Аналіз впливу шкідливих факторів виробництва на навколишнє середовище	66
4.3.2. Очищення стічних вод	67

						Адк.
						5
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.3. Регенерація і знешкодження відпрацьованих ЗОР 69

Висновки 71

Список літератури 72

						Арк.
						6
Зм.	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 продовжує 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.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина						
Розробив		Польовий Е.А.									
Перевірів		Новошицький									
Консул.											
Н.контр.		Боду С.Ж.									
Затвердив		Ткач М.Р.									
					Літ			Арк.	Аркушів		
					К	Р	Б	8	6		
					НУК						

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.

Стойка 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 осьового 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 свердляться отвори під штифти конічні, виконується їх установка і остаточна обробка вантажного колеса.

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ	Адк.
						9
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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, $K_{T\gamma}$ 1,0
3. схильність до утворення усадочної раковини, K_{yp} 1,2
4. лінійна усадка 2,2-2,3 %
5. рідкотікучість, K_{pt} 0,9
6. схильність до утворення усадочної пористості, K_{up} 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

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ	Адк.
						10
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	
	1 загартування і нормалізації	1 загартування і нормалізації							
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.

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	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 приступит 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 можа 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 вида виробництва є виготовлення всієї партії разом, як в обробці деталей, так і в складанні. В серійному виробництві технологічний процес переважно дифференцирован, тобто розподілен на окремі операції, котрі закріплені за окремими верстатами.

Верстати застосовуються різноманітних видів: загального призначення (універсальні), спеціалізовані, спеціальні та агрегатні. Верстатний парк на проєктованій ділянці повинен бути спеціалізовану такій мірі, щоб був

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

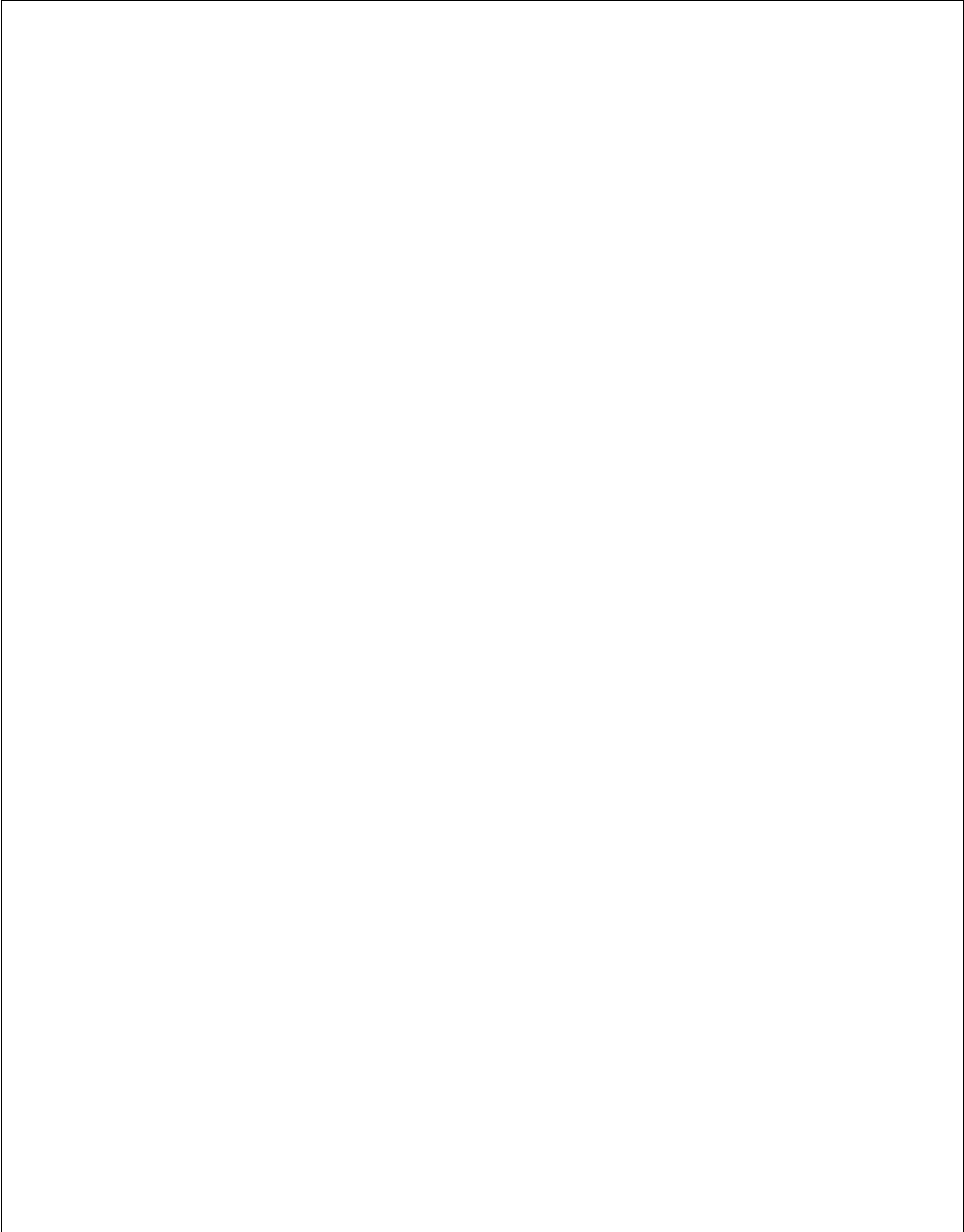
При використанні верстатів загального призначення широко застосовуються спеціалізовані та спеціальні пристосування і інструмент, або придатний для даної операції, та вимірювальний інструмент у вигляді предельних (стардартних і спеціальних) калібрів, шаблонів та ін., які забезпечують взаємозамінність 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.

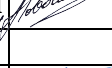
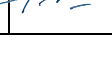
Серійне виробництво значно економічніше одиничного, так як характеризується кращим використанням обладнання; спеціалізація робітників збільшує продуктивність праці, забезпечує зниження собівартості продукції.

На проектованій ділянці 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 роцес 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.

					4267ст3.13.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина				
Розробив		Польовий Е.А.							
Перевірив		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	15	19
					НУК				

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір способу отримання заготовки

Раціональний 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.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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);

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_b = 0,73$ – 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.

2.2. 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:

					4267ст3.18.КРБ.04.02.ПЗ	Дрк.
Зм.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$M = K_{\text{тз}} m \Pi_{\text{м}} - g \Pi_{\text{відх}},$$

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

m – маса деталі, кг;

$\Pi_{\text{м}}$ – ціна матеріалу заготовки, грн/кг;

g – маса відходів при виготовленні деталей з заготовки;

$\Pi_{\text{відх}}$ – 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 2.1

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
вінець	2500	40Х	155	387,5	25400	9842500	78	195	2500	487500	9355000
ступиця	2500	30ГСЛ	194	485	21540	10446900	65	162,5	2500	406250	10040650

2.3. 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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						19
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибрати тип обладнання. Маршрутно-технологічний процес виготовлення деталі «колесо вантажне» надано в табл.2.2.

Маршрутно-технологічний процес виготовлення деталі
«колесо вантажне»

Таблиця 2.2

№№	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.5K328А
085	Технічний контроль	
090	Слюсарна	
095	Технічний контроль	

2.4. Визначення між операційних припусків і розмірів

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 180Н7.

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.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для наочності виконаних розрахунків складемо розрахункову таблицю 2.3.

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

Таблиця 2.3

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	300	300	996	-	H	1600	174,46	176,06	—	—
розточування :										
чорнове	100	100	60	400	H14	1000	178,41	179,41	3,346	5,946
напів										
чистове	25	25	-	24	H11	250	179,69	179,94	0,529	1,78
чистове	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 [7].

Технологічний допуск при чорновому розточуванні (14 квалітет) – $TH_1 = 1000$ мкм [7].

Технологічний допуск при напів чистовому розточуванні (11 квалітет) – $TH_2 = 250$ мкм [7].

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

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.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ					Арк.
										22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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

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

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

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

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot D,$$

де $\Delta_{\text{к}}$ – питома кривизна на відповідний D , мкм/мм.

$$\text{Згідно [1]} \quad \Delta_{\text{к}} = 1 \cdot 950 = 950 \text{ мкм}$$

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

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

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

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

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

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

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

Виконаємо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків:

- під чорнове розточування

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

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.

$$2\Sigma_{1 \min} = 2 \left[(R_z + h)_3 + \sqrt{\Delta\Sigma_3^2 + \Delta\epsilon_1^2} \right] = 2 \left[600 + \sqrt{996^2 + 400^2} \right] = 3346,64 \text{ мкм} = 3,346 \text{ мм.}$$

- під напівчистове розточування

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

- 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 Ø180Н7 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:

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

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

$$2600 = 2600 \text{ мкм};$$

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

$$1250 = 1250 \text{ мкм};$$

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						24
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$290 = 290 \text{ мкм.}$$

Отже, розрахунки виконані вірно.

Визначимо між операційні розміри. Початковою величиною для розрахунку між операційних розмірів при обробці поверхні Ø180H7 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.2.4.

Для всіх останніх поверхонь величину припуску визначимо табличним методом.

Табличний метод визначення припусків

1.Визначення припусків і конструювання заготовки ступиці вантажного колеса.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 2.4

Техноло- гічні 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	100	106	450	h12	1050	1038,5	1038,8	5,2	10,45
	5	5	-	25	h9	260	1036,62	1036,88	0,61	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_o на механічну обробку відливок по величині допуску на розмір і ряду припусків визначимо за табл.3 [4].

Визначимо розміри відливки. Результати зведемо у табл.2.5.

Для розмірів необроблюваних поверхонь припустимі відхилення встановлюємо за табл.2 [4]. 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 видаляються в ході механічної обробки $G_{відх} = \sum_1^n G_i$, G_i - маса видалених

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ					Арк.
										26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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

Звідси, маса відливки

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

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

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

Розміри відливки

Таблиця 2.5

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	$+1,3$ $-3,7$	$172^{+1,3}_{-3,7}$
Зовнішній діаметр ступиці	D ₁	$D_1 = D_H + 2\Pi_o = 225 + 2 \cdot 5 = 235 \text{ мм}$	5	$+3,7$ $-1,3$	$231^{+3,7}_{-1,3}$
Зовнішній діаметр ступиці	D ₂	$D_2 = D_H' + 2\Pi_o = 290 + 2 \cdot 8,5 = 307 \text{ мм}$	8,5	$+4,3$ $-2,1$	$310^{+4,3}_{-2,1}$
Посадковий діаметр	D	$D = D_H'' + 2\Pi_o = 950 + 2 \cdot 9 = 968 \text{ мм}$	9	$+5,3$ $-2,7$	$965^{+5,3}_{-2,7}$
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].

Визначимо розміри заготовки і результати зведемо до табл.2.6.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						27
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри кування

Таблиця 2.6

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_H	$d_H = d' + \Pi_o = 1036,88 + 26 = 1062,88 \text{ мм}$	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]:

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

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

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

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

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

2.5. 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 враховувати наступні основні фактори: обсяг випуску деталей, тип виробництва, розміри деталі, розміри та розташування поверхонь, що

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						28
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Одностоечний 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.

На верстатах можна виконувати такі операції:

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						30
Зм.	Адк.	№ 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

Найбільша осьова переміщення шпинделя, мм 350

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 5К328А призначені для фрезерування циліндричних прямозубих і косозубих коліс з чавуну, сталі, легованих сталей, легких сплавів методом обкатки черв'ячної фрези в умовах серійного виробництва.

5К328А - 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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.2.7.

Вибір ріжучого та вимірювального інструмента

Таблиця 2.7

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-Ш-320-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ-Ш-250-0,05 ГОСТ 166-89; ШЦ І-0-125-0,1 ГОСТ 166-89 штангенглибиномір ШГ-160 ГОСТ 162-90; скоба спеціальна Ø296h12 ПР і НЕ; шаблон на фаску 7x45°

Продовж.табл.2.7

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 Ø180H7 ПР і НЕ ГОСТ 14822-99; калібр-пробка спеціальна Ø155(+0,22) ПР і НЕ; шаблон на фаску 6x45°; борштанга спеціальна; 393450 нутромір спеціальний

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		34

1	2	3
		Продовж.табл.2.7
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

2.6. 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]:

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

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;

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

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.

Числове значення коефіцієнтів вибираємо за довідковими таблицями [2].

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо швидкість різання при чорновому розточуванні

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

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

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

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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначимо потужність різання за формулою

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

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;

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

Розрахунок сили різання при чорновому розточуванні

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

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

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

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

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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						37
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

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;

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

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.

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

Числове значення коефіцієнтів вибираємо за довідковими таблицями [2].

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

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

Визначимо швидкість різання при чорновому точінні

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо швидкість різання при чистовому точінні

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

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;

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

де C_p – константа;

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

K_p – поправочний коефіцієнт;

$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}$. Значення цих коефіцієнтів обираються з таблиць 9,10 і 23 [2].

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок сили різання при чорновому розточуванні

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

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

$$K_p = 1,22 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,52;$$

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

Визначимо необхідну потужність різання

- при чорновому точінні

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

- при чистовому точінні

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

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

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

$$N_n = 77 \text{ кВт} < N_\Phi = 30 \text{ кВт} \cdot \eta.$$

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

2.7. 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:

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	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.;

$T_{дод}$ – 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:

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

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.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина оброблюваної поверхні $l = 125$ мм. Згідно додаткам 1 і 3 [2] встановлюємо величини врізання і перебігу інструменту та величину на зняття пробної стружки.

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

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;

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

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

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

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

$K = 0,3$ (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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормування свердлильної операції (свердління отворів під штифти конічні)

Визначення основного (машинного) часу

Основний час при свердлінні розраховується як і при точінні

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

$l = 125$ мм;

$l_1 + l_2 = 6$ мм (додаток 1 [20]);

$l_3 = 5$ мм; $l_4 = 2$ 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:

$t_{\text{уст}} = 4,8$ хв.;

$t_{\text{пер}} = 0,12$ хв.;

$t_{\text{комп}} = 0,23$ хв.;

$t_{\text{вим}} = 0,4$ хв.;

Тоді,

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

Визначимо величину оперативного часу

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

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

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

Час перерв на відпочинок і природні потреби

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

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

$T_{\text{п.з.}} = 20$ хв.

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

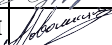
$T_{\text{шт.-к.}} = T_{\text{шт.-к.}} + T_{\text{п.з.}} / N = 20,73 + 20/4 = 25,73$ хв.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічне нормування інших операцій виконується аналогічно.

Примітка. Для деяких операцій норма штучного часу визначена розрахунково-аналітичним методом, а для інших – за допомогою типових норм, які розраховані методом технічного нормування за нормативами у відповідності до технологічних процесів.

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторська частина				
Розробив		Польовий Е.А.							
Перевірив		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.			НУК				
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	45	12

3. КОНСТРУТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. 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. (2)

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

5. Визначимо силу різання P_z

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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

6. Розрахунок діаметру гідроциліндру

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;

$\rho = 70 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$ – 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 180H8. 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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

позбавляється п'яти ступенів свободи, що цілком достатньо при неповному базуванні. Схема базування приведена на рис.3.1.

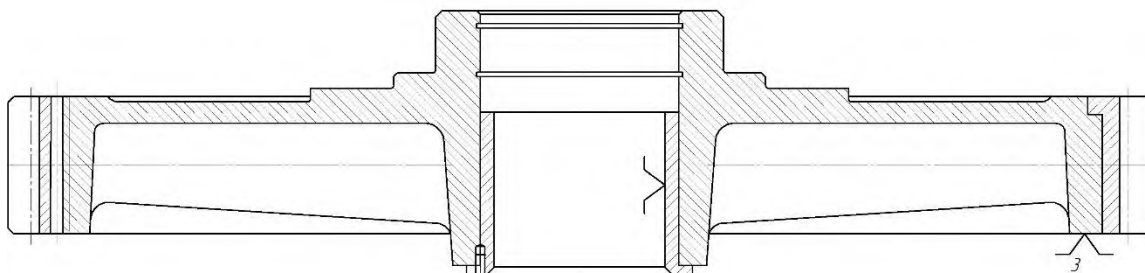


Рис.3.1. Схема базування колеса вантажного

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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

В якості затискних пристроїв використаємо три стандартних гідроциліндра двосторонньої дії $d = 50$ мм. Згідно вимогам системи СПІД 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 4267ст3.13.КРБ.06.04.

3.2. 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:

					4267ст3.13.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

максимальний діаметр розгортки

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

мінімальний діаметр розгортки

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

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

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

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] $-\begin{smallmatrix} +0,015 \\ +0,008 \end{smallmatrix}$.

Розгортки $\varnothing 6$ 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: $D_1 = 18$ мм, $d_2 = 14$ мм, $l_3 = 75$ мм.

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

Довжина робочої частини розгортки $l_0 = 135$ мм, довжина хвостовика $l_2 = 90$ мм, загальна довжина розгортки $L = 230$ 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 ($\pm \text{IT}14/2$) за ГОСТ 25347-82 (СТ СЕВ 144-88).

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

3.3. Розрахунок і конструювання конічної калібр-пробки

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отвори 12,5H7

Вал Ø 12,5h6

$$T_0 = IT7 = 18 \text{ мкм};$$

$$T_d = IT6 = 11 \text{ мкм};$$

$$EI = 0$$

$$es = 0$$

$$ES = EI + T_0 = +18 \text{ мкм};$$

$$ei = es - T_d = -11 \text{ мкм};$$

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

$$d_{\max} = 12,5 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = 12,5 \text{ мм};$$

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

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 полів допусків калібрів отвору (табл.1.6): $z = 2$ мкм; $y = 1,5$; $\alpha = 0$; $H = 2$ мкм.

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

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

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

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

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

3.4. 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.3.2).

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
						51
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

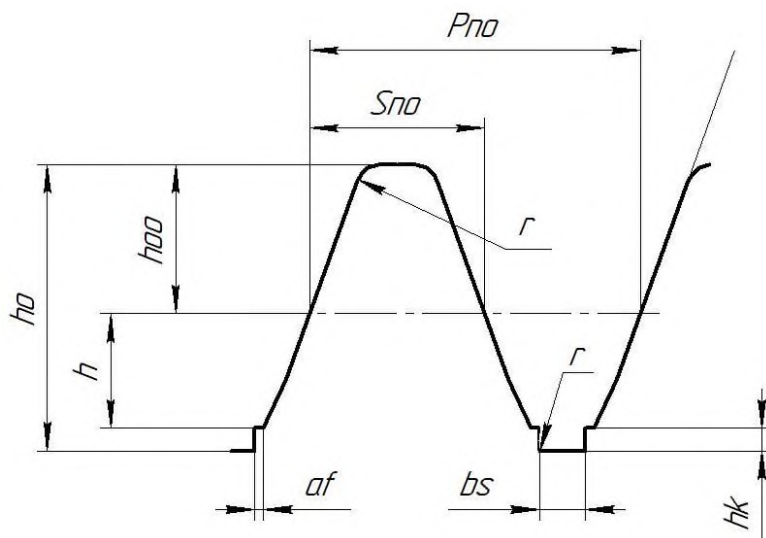


Рис.3.2. Лінійні розміри профілю зубців черв'ячної фрези в нормальному перетині

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 $ha_0 = (ha^* c^*) m$,

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

c^* - коефіцієнт радіального зазора,

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

$$ha_0 = (1 + 0,25) \cdot 10 = 12,5 \text{ мм.}$$

Висота ніжки зубу до фланка визначається за формулою

$$hf_0 = ha^* + c,$$

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

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

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 $h_k = 1$ мм;
- радіус округлення канавки $r_k' = 0,8$ 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 нарізуваного колеса, що приводить до підвищення похибки профілю. Тому черв'ячні модульні фрези, особливо чистові, виготовляють однозахідними.

Кут підйому гвинтової лінії черв'ячної нарізки (витків) по ділильному (середньому) циліндру γ_{mo} впливає на точність нарізання зубчастих коліс. Зі

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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 торцевому перетині.

Орієнтовно число зубців Z_N в торцевому перетині для черв'ячних 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 $b = 1,3$

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

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина затилювання 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 затилюванні $K = 9$.

Черв'ячні модульні фрези з шліфувальним профілем зубців підлягають подвійному затилюванню. Перше затилювання 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 затилюванням 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

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

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

За ГОСТ 9472-83 розміри посадкового отвору і шпонкового паза $d = 60H5^{+0,013}_0$; $C_1 = 64,2H12^{+0,3}_0$; $a = 14C11\left(\begin{smallmatrix} +0,205 \\ +0,095 \end{smallmatrix}\right)$.

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Довжина нарізаної частини фрези L_1 визначається за формулою:

$$L_1 = 2\sqrt{(da_0 - h) \cdot h} + 2S_{x0} + (2-3)P_{x0};$$

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

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 λm_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:

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

Осьовий крок зубців фрези

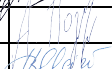
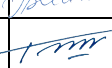
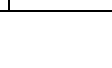
$$P_{x0} = P_{n0} / \cos \lambda m_0 = 31,416 / \cos 3^\circ 46' = 31,483 \text{ мм.}$$

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					4267ст3.13.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
						57
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та навколишнього середовища	Літ			Арк.	Аркушів
Розробив		Польовий Е.А.				К	Р	Б	58	12
Перевірив		Новошицький				НУК				
Консул.		Познанський АС								
Н.контр.		Боду С.Ж.								
Затвердив		Ткач М.Р.								

4. 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.

4.1. Аналіз виробничих небезпечних і шкідливих факторів на дільниці

При аналізі умов праці на будь-якому машинобудівному підприємстві необхідно розглядати виробничий процес і обладнання, довкілля та їх вплив на людину при виконанні робіт.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	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.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	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.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	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.

4.2. 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 проектованої ділянці у холодний і перехідний період року визначається [16]:

- температура повітря $t = 17-19$ °C;
- відносна вологість $\phi = 60-30$ %;

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	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.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок виконується для літнього часу, як самого несприятливого для аерації.

Швидкість руху повітря в пройомі 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 проймів 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.4.1.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

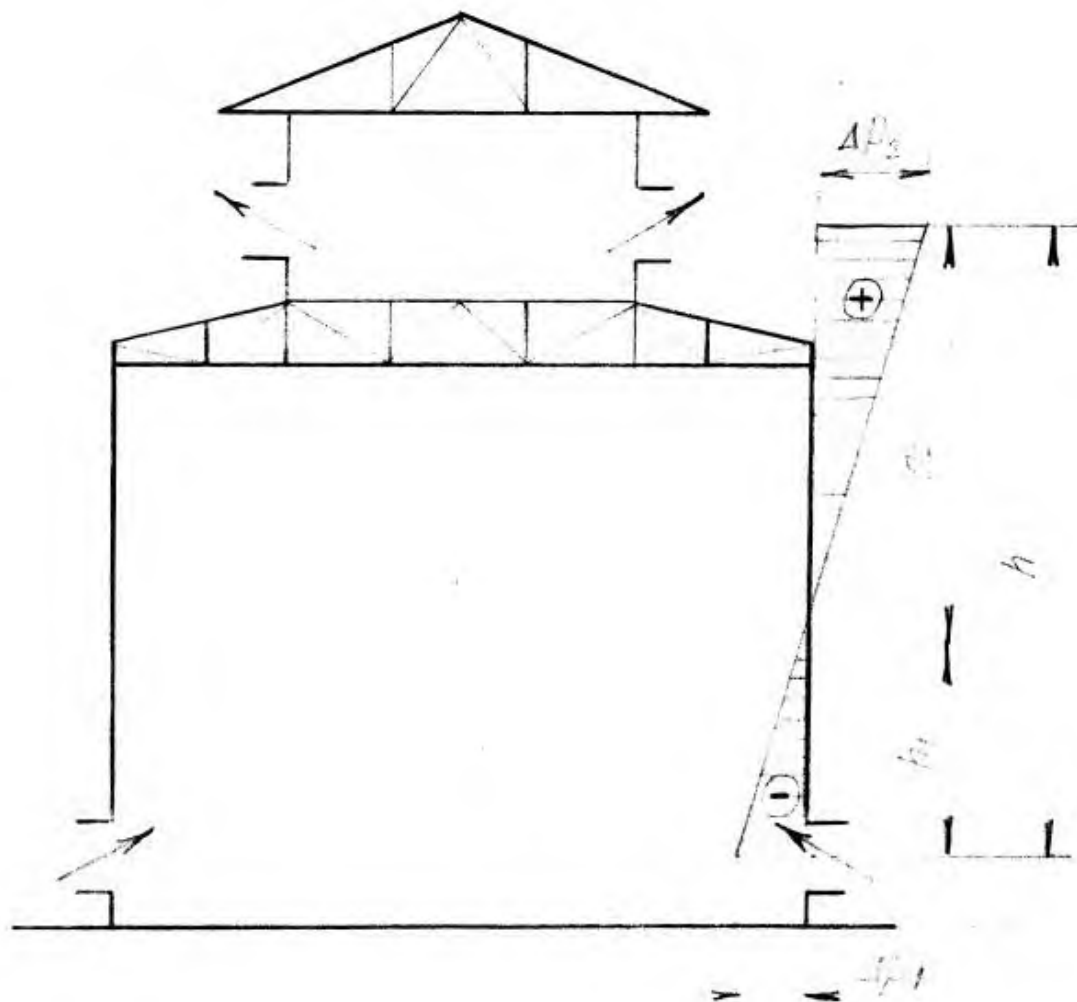


Рис.4.1. Схема розподілу тисків при аерації

4.3. Охорона навколишнього середовища

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 водойм, 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.

4.3.1. 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.

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.

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 проекрованої ділянки:

- а) вода і нафтопродукти (ЗОР);
- б) нафта, частинки абразиву, пил, стружка.

Для регенерації і знешкодження ЗОР вибираємо хімічний спосіб розкладання емульсії.

4.3.2. 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. 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.4.2 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;

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						67
Ізм.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$g = 4,32 \quad w = 4,32 \cdot 0,2 = 0,086;$$

$D = 2$ – 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.

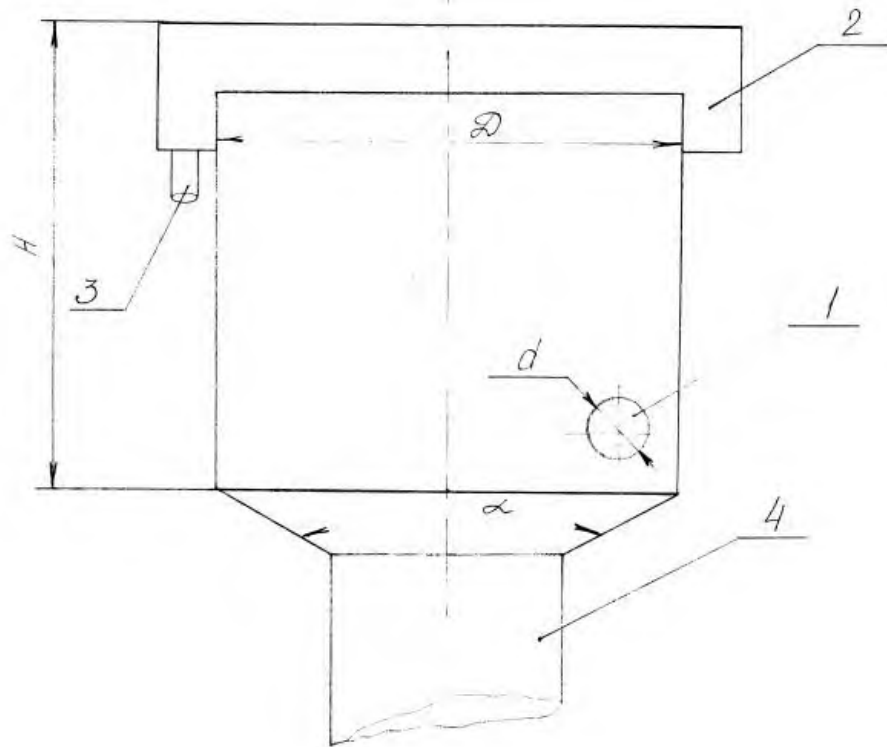


Рис.4.2. Схема відкритого гідроциклону

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.4.3.

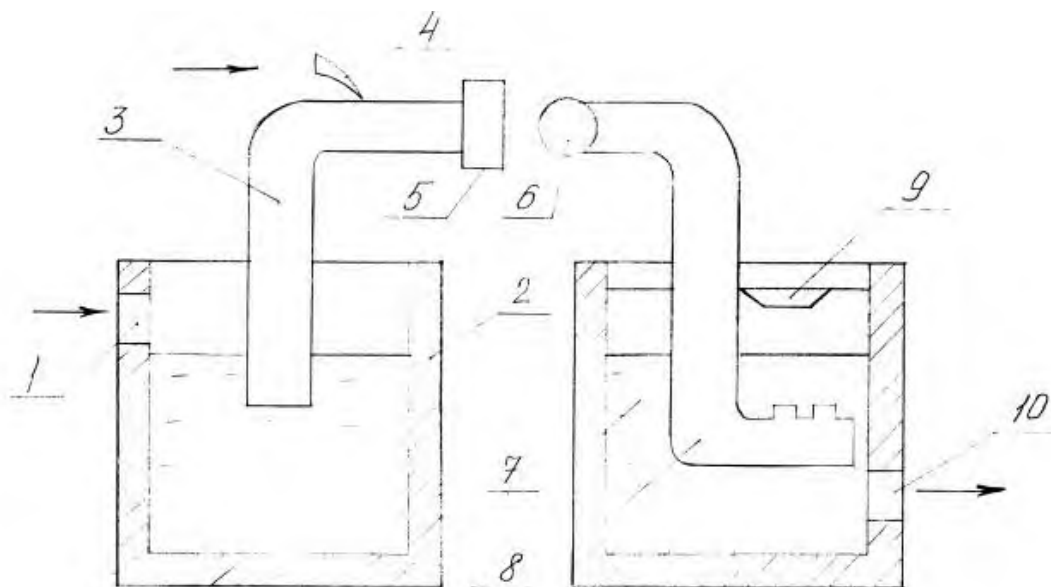


Рис.4.3. Установка напірної флотації

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.

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.

4.3.3. Регенерація та знешкодження відпрацьованих ЗОР

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для регенерації та знешкодження відпрацьованих ЗОР на ділянці 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, д 20 % розчином кальцинованої соди. З нейтралізатора стічна вода надходить у горизонтальний відстойник, де виконується контроль вмісту у воді нафтопродуктів ($Q < 25 \text{ г/м}^3$).

					4267ст3.13.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна бакалаврська робота на тему «Проектування 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 деталей колеса вантажного.

В бакалаврській 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.

Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал дільниці, метеорологічні умови на дільниці. Розроблено аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля, розглянуті питання очищення стічних вод та регенерація та знешкодження відпрацьованих ЗОР.

						Арк.
						71
Зм.	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. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
3. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
4. 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. -
5. Зенкин А.С., Петко І.В. Допуски і посадки в машинобудуванні / Довідник. – Київ, Техніка, 1981.
- 6.Івщенко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івщенко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009. –
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

15. 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.

16. 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.

17. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

18. 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.

						Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		