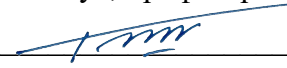


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д-р техн. наук, професор М.Р. Ткач


« 16 » грудня 2024 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Удосконалення технології виготовлення
вала-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$)»

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

Студент групи 6261м  Хань Лянлян
(прізвище та ініціали)

Керівник  Новошицький А.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Поліщук В.А.
(прізвище та ініціали)

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

“ 15 ” жовтня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я **НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Хань Лянлян

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні конічної ($m = 3,5\text{мм}$; $z = 21$)”

керівник роботи канд. техн. наук, доцент Новошицький А.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 1.10.2024 р. № 10-32 уч

2. Строк подання студентом роботи 2.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарти; довідники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

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

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

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

5) Проектування ділянки цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри.

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

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

6. Консультанти розділів проекту

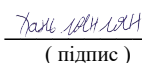
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8	Андреєва А.В., канд. техн. наук, доцент		
Нормоконт роль	Боду С.Ж., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 10.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруківка у форматі A3)	25.10.2024	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2024	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2024	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7, 8)	25.11.2024	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2024	
7	Оформлення креслень	до 2.12.2024	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі A3)	2-9.12.2024	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі A1)	6-14.12.2024	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2024	
11	Затвердження МР зав. кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2024	
12	Рецензування	16-21.12.2024	

Студент


(підпис)

Хань Лянлян

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Новошицький А.В.

(прізвище та ініціали)

« 10 » жовтня 2024р.

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі магістра «Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$)» проведено аналіз технологічності конструкції деталі, здійснено вибір типу виробництва та форми організації праці, обґрунтовано спосіб одержання заготовки деталі, здійснено вибір відповідного технологічного обладнання, розроблено технологічний процес виготовлення валу-шестерні конічної. Розраховано та спроектовано спеціальний ріжучий інструмент, спеціальні верстатне та контрольно-вимірювальне пристосування. Спроектовано дільницю механічного цеху по виготовленню валу-шестерні конічної, виконано відповідні техніко-економічні розрахунки. Запропоновано заходи по запобіганню негативного впливу на навколишнє середовище функціонування спроектованої дільниці цеху.

В роботі запропоновано використання морфологічного аналізу при розробці нових та удосконаленні існуючих конструкцій ріжучих інструментів. Розроблено відповідну морфологічну таблицю. Запропоновано вісім нових конструкцій ріжучих інструментів, отриманих за допомогою морфологічного аналізу.

Ключові слова: конічна вал-шестерня, фасонний різець, морфологічна таблиця, вдосконалення конструкцій ріжучих інструментів, антивібраційні інструменти.

ABSTRACT

In the master's qualification work "Improvement of the technology for manufacturing a bevel gear shaft ($m = 3.5$ mm; $z = 21$)", an analysis of the manufacturability of the part design was carried out, the type of production and form of labor organization were selected, the method of obtaining the workpiece was justified, the appropriate technological equipment was selected, the technological process for manufacturing a bevel gear shaft was developed. A special cutting tool, special machine tools and control and measuring devices were calculated and designed. A section of the mechanical workshop for manufacturing a bevel gear shaft was designed, and the corresponding technical and economic calculations were performed. Measures were proposed to prevent the negative impact of the operation of the designed section of the workshop on the environment.

The work proposed the use of morphological analysis in the development of new and improvement of existing cutting tool designs. A corresponding morphological table was developed. Eight new cutting tool designs obtained using morphological analysis were proposed.

Key words: bevel shaft-gear, shaped cutter, morphological table, improvement of designs of cutting tools, anti-vibration tools.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1. Призначення і конструкція деталі.....	9
1.2. Матеріал деталі та його властивості	10
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі	11
1.4. Вибір типу виробництва та форми організації праці	14
2. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ	16
2.1. Загальні відомості про морфологічний аналіз	17
2.2. Використання морфологічного аналізу при розробці конструкцій ріжучих інструментів.....	18
2.3. Використання типових евристичних прийомів при розробці конструкцій ріжучих інструментів.....	21
2.4. Використання каталогу фізичних ефектів та явищ при розробці конструкцій ріжучих інструментів.....	21
2.5. Антивібраційні інструменти	22
2.6. Нові конструкції ріжучих інструментів.....	26
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	28
3.1. Вибір способу одержання заготовки.....	29
3.2. Вибір технологічного обладнання.....	36
3.3. Вибір і обґрунтування технологічних баз	43
3.4. Контроль якості продукції у промисловості і стандартизація при проектуванні	47
3.5. Розробка технологічного процесу виготовлення з вибором обладнання і верстатних пристроїв.....	48
3.6. Розрахунок припусків на механічну обробку	51
3.7. Розрахунок режимів різання	56
3.8. Технічне нормування.....	57

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	60
4.1. Розрахунок і проектування ріжучого інструмента	61
4.2. Проектування контрольно-вимірювального пристосування.....	64
4.3. Проектування верстатного пристосування	66
5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ЦЕХУ	71
5.1 Коротка характеристика дільниці механічного цеху	72
5.2 Визначення і розрахунки партії запуску деталей	73
5.3 Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі	74
5.4 Визначення фонду часу роботи обладнання	76
5.5 Розрахунок потрібної кількості обладнання дільниці.....	77
5.6 Складання графіку завантаження обладнання.....	85
5.7 Склад кошторису витрат на обладнання	86
5.8 Розрахунок виробничої площі за питомими нормативами	86
5.9 Розробка плану розташування обладнання та робочих місць на дільниці	87
5.10 Розрахунок чисельності працюючих на дільниці.....	88
5.11. Оцінка капітальних вкладень на організацію дільниці.....	93
6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	95
6.1 Розрахунок річного фонду оплати праці робітників дільниці	96
6.2 Розрахунок річних витрат на основну сировину та матеріали.....	101
6.3 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування.....	102
6.4 Розрахунок річних загальновиробничих витрат	107
6.5 Розрахунок дільничної (цехової) собівартості одиниці виробу та оптової ціни виробу	110
6.6 Визначення фінансових результатів роботи дільниці.....	112
6.7 Розрахунок показників ефективності інвестицій	113
6.8 Приклад розрахунку показників ефекту та ефективності інвестицій капітальних вкладень у створення дільниці (цеху)	114

7. ОХОРОНА ПРАЦІ	119
7.1. Загальні положення охорони праці	120
7.2. Безпека праці при роботі на токарних верстатах.....	121
7.3. Методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою	122
7.4. Розробка заходів, що забезпечують зниження негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів і надзвичайних ситуацій.....	123
8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	130
8.1. Загальне поняття	131
8.2. Запобігання негативного впливу проектованої ділянки на навколишнє середовище	135
ВИСНОВКИ	141
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	144

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

ВСТУП

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення машин необхідної якості у встановленому виробничою програмою кількості й у заданий термін при найменших витратах живої й упередженої праці, при найменшій собівартості.

Сучасне представлення технології машинобудування сформувалося на основі праць багатьох поколінь вітчизняних і закордонних вчених і працівників промисловості, що сприяли її становленню як галузі технічної науки, де вивчають зв'язку і закономірності у виробничих процесах виготовлення машин.

Найважливіші сучасні напрямки розвитку технології машинобудування по оптимізації режимів різання і процесів обробки, автоматизація серійного виробництва і керування технологічними процесами, застосуванню технологічних методів підвищення експлуатаційних якостей виготовлених виробів і інших значною мірою ґрунтуються на досягненнях математики, електронної обчислювальної і керуючої техніки.

Технологія машинобудування розвиватиметься в напрямку подальшої уніфікації й стандартизації технологічних процесів виготовлення виробів, скорочення верстатомісткості і трудомісткості обробки за рахунок концентрації операцій, застосування верстатів з ЧПК, обробляючих центрів, багатошпиндельного і багатосупортного обладнання.

Механізація та автоматизація виробничих процесів є основою підвищення продуктивності праці і збільшення випуску продукції, їй легко піддаються безперервні процеси (поточні лінії).

Але зараз лише 20-25% машинобудівельної продукції виконується в масових чи в багатосерійних програмах.

В серійному та в дрібносерійному виробництві застосування автоматизації та механізації потребує здійснення попередніх технологічних та автоматизаційних заходів (спеціалізація робочих місць, уніфікація тощо).

Одним із генеральних напрямків переоснащення верстатного парку є застосування верстатів з ЧПК, що дозволяє автоматизувати цикли робіт,

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

значно скоротити час на переналагодження й розширити можливості застосування верстатів для виконання деталей дрібними партіями. Спільне застосування верстатів з ЧПК, ЕОМ і уніфікованих процесів є достатнім для створення спеціалізованих автоматичних дільниць.

Ефективність верстатів із ЧПК, по вітчизняним і закордонним даним, характеризується ростом продуктивності; числом замінних універсальних верстатів; скороченням термінів підготовки виробництва і технологічного оснащення; зменшенням браку; забезпеченням взаємозамінності деталей; скороченням або повною ліквідацією розмічальних і слюсарно-підготовчих робіт; упровадженням спочатку запуску нового виробу розрахунково-технічних норм і забезпечення тим самим істотне зменшення трудомісткості виготовлення деталі в кілька разів (до п'яти в залежності від виду обробки і конструктивних особливостей оброблюваних заготівок).

Важливим аспектом ефективності використання верстатів із ЧПК є значне зменшення частки важкої ручної праці робітників, скорочення потреби в кваліфікованих верстатниках-універсалах, тому що задачі формоутворення тепер вирішують технологи-програмісти в процесі підготовки КП.

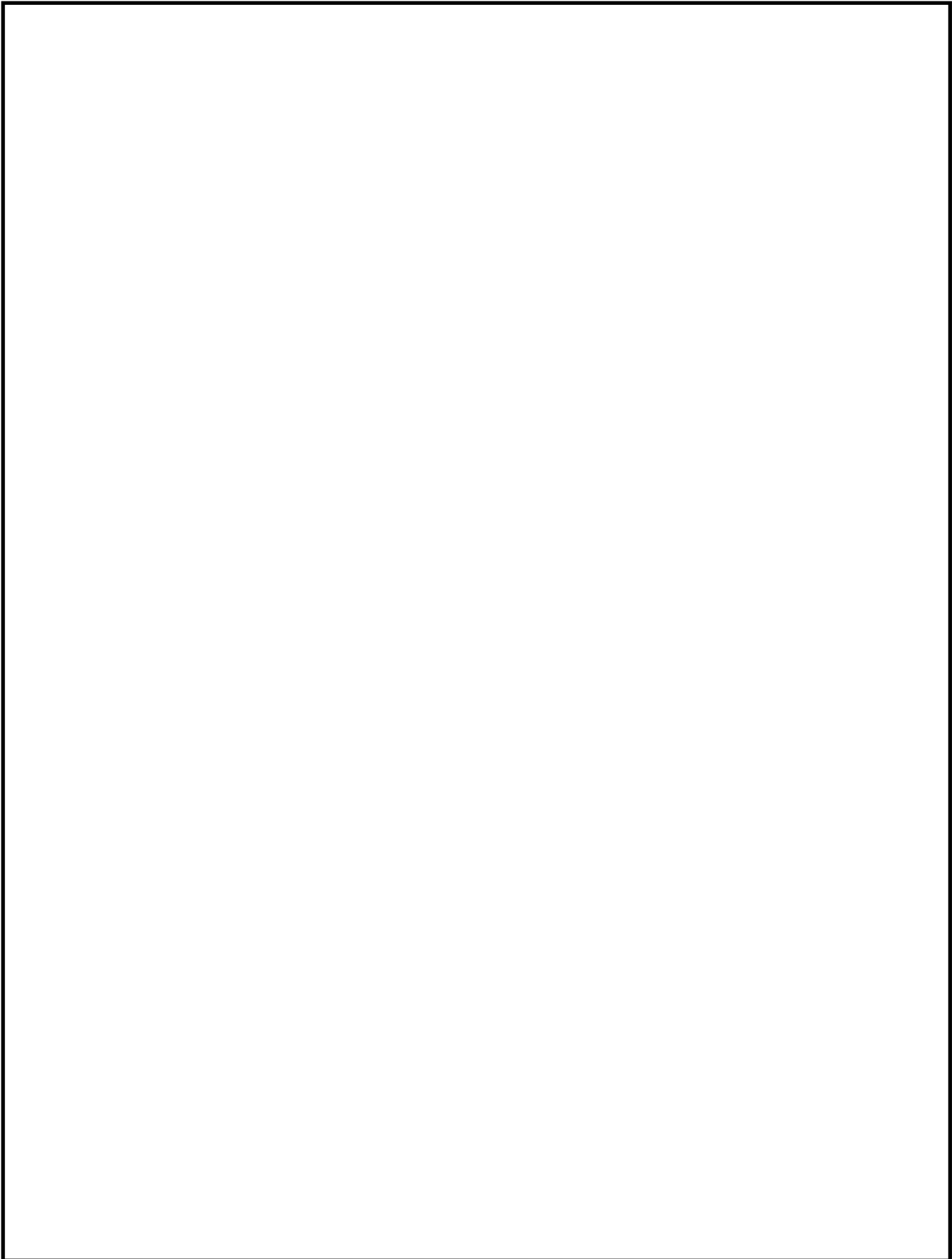
Застосування верстатів із ЧПК в останні роки практично у всіх галузях машинобудування стало одним з головних напрямків в області автоматизації обробки металів різанням.

Важко переоцінити перспективи, які відкриваються перед технічною наукою у зв'язку з застосуванням ЕОМ. За допомогою обчислювальної та перфораційної техніки здійснюється класифікація та групування деталей, розрахунок припусків та режимів різання, окремі та загальні побудови технологічного процесу. Нарешті стрімко розвивається галузь машинобудування – робототехніка.

Роботам, які обслуговуватимуть поточні лінії та інше верстатне обладнання належить майбутнє.

В кваліфікаційній роботі наведено удосконалену технологію виготовлення валу-шестерні конічної. Для її виготовлення використовують верстати як з ручним керуванням так і з програмним.

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



					6261м.18.МР.08.01.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальний розділ		
Розробив		Хань Лянлян					
Перевірів		Новошицький А.В.					
Н. Контр.		Боду С.Ж.			НУК		
Затвердив		Ткач М.Р.					
					Лім.	Арк.	Аркушів
						8	8

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення і конструкція деталі

Дана деталь вал-шестерня конічна служить для передачі обертального руху з одного вала на інший за допомогою зубців. На деталь встановлюється по діаметру $\varnothing 100H7$, виконаному по 7-му квалітет модулем $m = 3,5$ мм, $z = 21$ виконаних по 6 квалітету точності с параметром шорсткості $Ra\ 0,8$ мкм і є складальною частиною кінематичного ланцюга металоріжучого верстата. Посадочними і базовими поверхнями вала-шестерні служать поверхні $\varnothing 35k6$ та $\varnothing 28h6$ виконаних по 6 квалітету точності с параметром шорсткості $Ra\ 0,8$ мкм.

Відносно цих поверхонь радіальне биття не повинно перевищувати $0,025$ мм; некруглість і нециліндричність не повинно перевищувати $0,005$ та $0,012$ мм; неперпендикулярність торців не повинна перевищувати $0,025$ мм. Також на деталі є шліци $d - 6x23g6x28a11x6f8$ з параметром шорсткості $Ra\ 3,2$ мкм. Для запобігання переміщення вала-шестерні вздовж осі є різьба $M33 \times 1,5 - 8g$.

Усі інші поверхні виконуються з точністю розмірів по 12 – 14 з параметром шорсткості $Ra\ 3,2$ мкм.

Деталь підлягає термічній обробці.

Допуски відхилень форми і взаємного розміщення поверхонь не перевищують допусків на розмір.

Розміри фасок і радіусів відповідають рекомендаціям ГОСТ 10948-64. Незазначені граничні відхилення радіусів заокруглень, фасок і кутів у загальному записі не вказуються, а виконуються за ГОСТ 30893.1-2002.

Шорсткість поверхонь

Шорсткість поверхонь задана параметром $Ra = 0,8; 1,25; 1,6; 2,5; 5,0; 10; 20$ мкм. Норми шорсткості обрані в залежності від функціонального призначення поверхонь (з'єднання зубчасте, шпонкове, різьбове, рухоме).

Шорсткість поверхні під підшипник ($Ra = 1,25$ мкм) регламентована

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГОСТ 3325-85.

Шорсткість поверхонь, на яких вона не позначена, однакова і дорівнює 10 мкм.

1.2. Матеріал деталі та його властивості

Виходячи з аналізу роботи вала у вузлі, приходимо до висновку, що вал повинен із запасом сприймати напруження, які виникають під час роботи вузла (кручення, вигину), а також протидіяти зносу поверхонь тертя.

Для деталі в якості матеріалу використовується конструкційна легована високоякісна сталь 40Х по ДСТУ 7806-2015, яка має наступні властивості:

Хімічний склад в %

Таблиця 1.1.

Матеріал	С	Si	Mn	Cu	Ni	Cu	S	P
					не більше			
40Х ДСТУ 7806-2015	0,37 -0,44	0,17-0,37	0,5 -0,8	0,8-1,10	0,3	0,3	0,35	0,035

Механічні властивості

Таблиця 1.2.

Матеріал	σ_{02} МПа	σ_B МПа	δ , %	ψ , %	КСu, Дж/см ²	НВ
40Х ДСТУ 7806-2015	780	980	10	45	59	197

Фізичні властивості

Таблиця 1.3.

Матеріал	Е, ГПа	G, ГПа	ρ , кгс/см ³	λ , Вт/м·°С	$\alpha \cdot 10^6$, 1/(м · °С)
40Х ДСТУ 7806-2015	240	85	7850	41	11,

Переваги термообробки виробів зі сталі 40Х в киплячому шарі в

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівнянні з традиційними способами: був досліджений нагрів під загартування високоміцних болтів із сталей 40Х і 38ХС.

З дослідів випливає, що при горизонтальному положенні болта М24 в киплячому шарі частинок корунду діаметром 0,32 мм, опалювальному природним газом, найповільніше температура підвищується на осі болта у місці стику його тіла і головки.

Швидкість нагріву в цій точці майже вдвічі менше, ніж на поверхні в середині болта, так що щоб уникнути перегріву температура киплячого шару не повинна помітно перевищувати кінцеву температуру нагрівання. У шарі з температурою 900° С болт прогрівається до 860° С приблизно за 3 хв (термопара зачеканена на осі під головкою), в той час як у застосовуваних в даний час електропечах До-160 нагрівання до 860° С триває, за нашими експериментальними даними, 40 хв.

За цей час в електропечах утворюється значний шар відшаровується окалини, в той час як при нагріванні в киплячому шарі з двоступінчастим спалюванням поверхню виходить чистою. Експерименти показали, що для аустенізації достатня витримка болтів з обох сталей при температурі шару 860-870° С протягом 10-15 хв.

Оскільки швидкість охолодження цих виробів в киплячому шарі виявилася недостатньою, загартування здійснювали в маслі. Відпущені після гарту (410° С, 80 хв), болти відрізнялися високими показниками міцності при достатньої пластичності.

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічний контроль креслення деталі і аналіз конструкції деталі на технологічність передбачає аналіз точності і шорсткості усіх поверхонь, які підлягають механічній обробці, відхилень форми і розмірів поверхонь, а також наявності термічної обробки і її місце в технологічному процесі.

Аналіз конструкції деталі дозволяє оцінити конструкцію деталі з метою зменшення трудомісткості виготовлення деталі.

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Аналіз конструкції на технологічність розподіляється на якісний і кількісний. Для цього виконується креслення деталі і нумеруються всі поверхні які підлягають обробці.

Якісна оцінка

Після аналізу усіх поверхонь деталі по точності і шорсткості бачимо, що найвищий квалітет точності 7 не вимагає складного інструмента для обробки і може бути отриманий шліфуванням. Для обробки даної деталі не застосовують спеціальні пристрої, а можна використати стандартне швидкодіюче оснащення. По конструкції деталь простої форми, що не передбачає складної заготовки.

Деталь досить жорстка, так як відношення:

$$\frac{L}{D_{сер}} = \frac{208}{42} = 4,9 < 5$$

Таким чином, за якісною оцінкою конструкція деталі – технологічна.

Кількісна оцінка

Технологічна конструкція деталі вимагає визначення 3-х показників:

- коефіцієнт уніфікації;
- коефіцієнт точності;
- коефіцієнт шорсткості.

За коефіцієнтом уніфікації

$$K_y = \frac{Q_e - Q_{ey}}{Q_e} \geq 0,6$$

де Q_e – загальна кількість елементів;

Q_{ey} – кількість уніфікованих елементів

$$K_y = \frac{24}{24} = 1$$

Так як $K_y = 1 \geq 0,6$ конструкція деталі за цим показником технологічна.

За коефіцієнтом точності:

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{\text{сер}}} \geq 0,8$$

де $A_{\text{сер}}$ – середній квалітет точності

$$A_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^{n>1} A_i n_i}{n}$$

де A_i – квалітет точності;

n_i – кількість елементів точності відповідного квалітету точності;

n – загальна кількість елементів

$$A_{\text{сер}} = \frac{14 \cdot 4 + 12 \cdot 2 + 9 \cdot 5 + 6 \cdot 2}{24} = 12,1$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{12,1} = 0,92 > 0,8$$

Так як $K_m = 0,92 > 0,8$ конструкція деталі за цим показником технологічна.

За коефіцієнтом шорсткості:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{сер}}} > 0,16$$

де $B_{\text{сер}}$ – середній квалітет точності;

$$B_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i n_i}{n}$$

де B_i – i -тий клас шорсткості;

n_i – i -та кількість класу;

n – загальна кількість елементів.

$$B_{\text{сер}} = \frac{4 \cdot 16 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 5 + 7 \cdot 2}{24} = 4,7$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{4,7} = 0,21$$

Так як $K_{\text{ш}} = 0,21 > 0,16$ конструкція деталі за цим показником технологічна.

Висновок: таким чином, на підставі якісної та кількісної оцінок конструкція деталі технологічна.

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Вибір типу виробництва та форми організації праці

Проектування технології виготовлення окремих деталей для верстатів є неефективним. Тому для зниження витрат на розробку технології, керуючих програм, перенастроювання верстата, підвищення його завантаження технологія проектується для групи деталей, використовується груповий метод обробки.

В цьому випадку для відбору номенклатури деталей, що підлягають обробці на верстатах, формування деталей в групи за конструктивно-технологічними ознаками необхідно знання повного класифікаційного коду деталей.

Тип виробництва як найбільш загальна організаційно-технічна характеристика виробництва визначається рівнем спеціалізації робочих місць, номенклатурою об'єктів виробництва, формою переміщення виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначається кількістю операцій, закріплених за одним верстатом. Орієнтовно тип виробництва можна визначити за формулою:

$$C = \frac{T_{шт} \cdot N}{F_{еф} \cdot m \cdot n} ,$$

де, C - кількість верстатів, необхідна для виготовлення однієї операції;

$T_{шт}$ - штучний час, який витрачений на обробку по всіх операціях;

N - річна програма;

$F_{еф}$ - ефективний фонд роботи обладнання в одну зміну;

m - кількість змін;

n - кількість операцій.

$$F_{еф} = D \cdot S \cdot q \cdot (1 - 0,0\beta) ,$$

де, D - кількість робочих днів на рік

$D = 251$ днів;

q - тривалість робочої зміни

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$q = 8$ годин;

S – кількість змін

$S = 2$ зміни;

β - відсоток втрат робочого часу;

$\beta = 3 \dots 8\%$,

приймаємо $\beta = 5\%$.

$$F_{\text{еф}} = 251 \cdot 2 \cdot 8 \cdot (1 - 0,05) = 3818 \text{ н/г}$$

$$C = \frac{70,84 \cdot 15000}{60 \cdot 3818 \cdot 2 \cdot 8} = 0,29$$

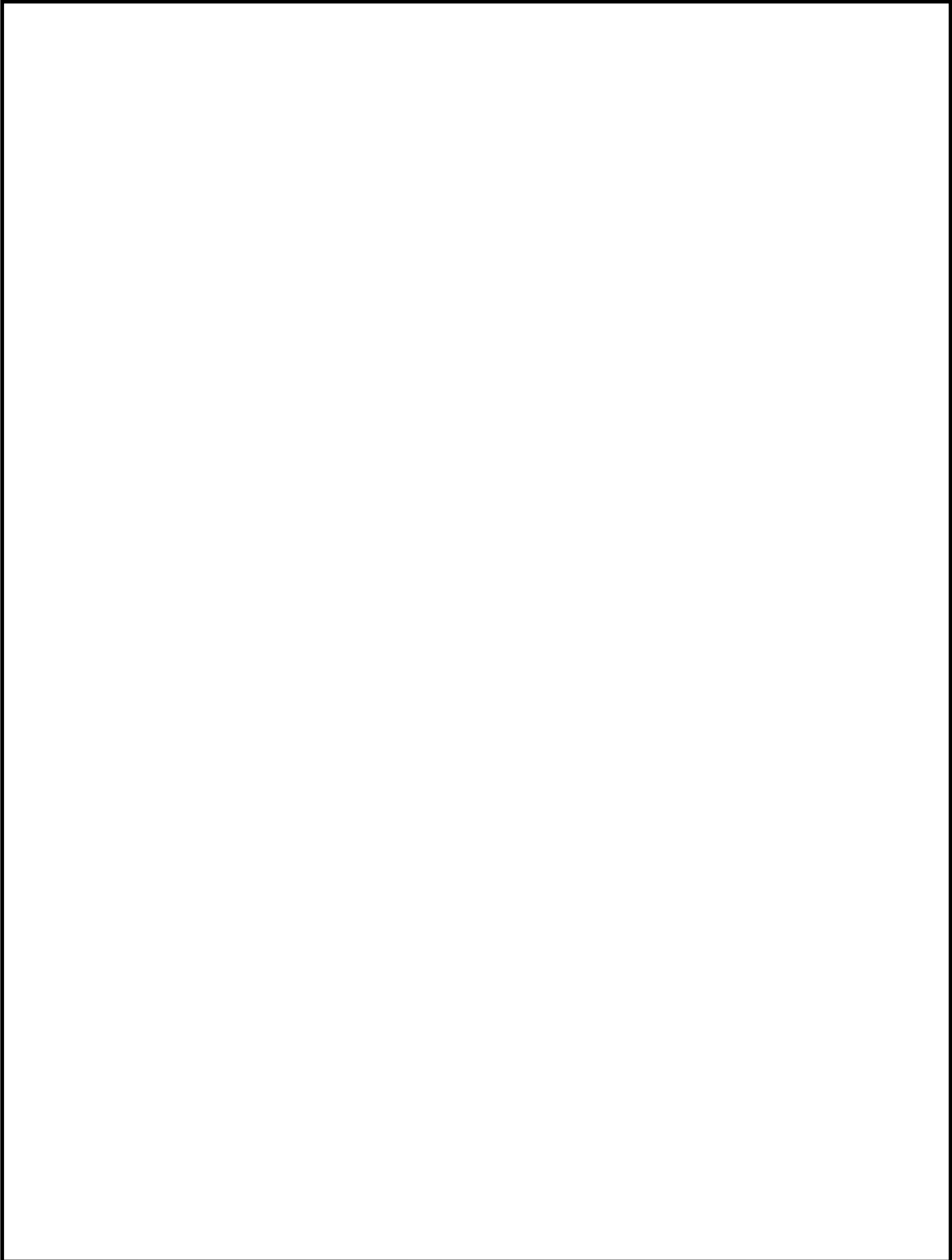
Так, як $C = 0,29 < 0,5$ виробництво серійне.

Серійний тип виробництва характеризується постійністю випуску досить великої номенклатури виробів. Він зумовлює партійний метод організації виробництва, коли запуск у виробництво деталей або вузлів здійснюється партіями певного розміру при певному стійкому чергуванні їх у часі.

Це дозволяє організувати ритмічний випуск продукції. У серійному виробництві організація праці відрізняється більш глибокої спеціалізацією, ніж в одиничному.

За кожним робочим місцем тут закріплено виконання декількох певних деталей-операцій. Це вдосконалить прийоми обробки, підвищує продуктивність праці.

					6261м.18.МР.08.01.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.18.МР.08.02.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Хань Лянлянь			Літ.		Арк.	Аркушів	
Перевірів		Новошицький А.В.					16	12	
					Науковий розділ		НУК		
Н. Контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							

2. НАУКОВИЙ РОЗДІЛ

Використання методу морфологічного аналізу для вдосконалення існуючих та створення нових конструкцій ріжучих інструментів

2.1. Загальні відомості про морфологічний аналіз.

Метод морфологічного аналізу був розроблений швейцарським астрономом та астрофізиком Фріцем Цвіккі в 1942 році. Метод дозволив йому впродовж короткого проміжку часу отримати велику кількість оригінальних технічних рішень в галузі ракетобудування.

Суттю морфологічного аналізу є виділення у технічного об'єкта групи морфологічних ознак, тобто групи ознак які характеризують його будову, структуру, властивості, функціонал тощо. Для кожної морфологічної ознаки складається список варіантів її реалізації. Чим більше морфологічних ознак та варіантів їх реалізації виявлено, тим буде більше кількість та висче оригінальність отриманих результатів.

Морфологічні ознаки їх варіанти реалізації подаються у формі таблиці, що дає змогу системно та структуровано представити поле пошуку. Перебираючи можливі комбінації варіантів виділених морфологічних ознак, можна виявити нові технічні рішення, які при простому безсистемному перебиранні могли бути не виявлені.

Послідовність застосування методу морфологічного аналізу:

1. Конкретне формулювання проблеми або задачі морфологічного дослідження.
2. Визначення морфологічних ознак технічного об'єкту що створюється або удосконалюється.
3. Для кожній морфологічній ознаки складається перелік варіантів її реалізації.
4. Складення морфологічної таблиці.
5. Виявлення можливих варіантів рішення проблеми або задачі.

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Аналіз отриманих результатів.

7. Вибір оптимального результату.

Повна кількість можливих отриманих рішень:

$$N = \prod_{i=1}^n k_i,$$

де n – кількість морфологічних ознак,

k_i – кількість можливих варіантів.

Отримані результати представляються у вигляді “формул”, де літерою позначається морфологічна ознака, а цифрою – вибраний варіант реалізації цієї ознаки.

Наприклад, А1 – В4 – В1 – Г5 – Д4 – Е1 –

Ефективність застосування методу морфологічного аналізу полягає по-перше у системному підході до вирішення поставленої задачі, що дозволяє всебічно її розглянути, а по-друге – в можливості впродовж короткого проміжку часу отримати велику кількість оригінальних технічних рішень

2.2. Використання морфологічного аналізу при розробці конструкцій ріжучих інструментів.

Для проведення морфологічного аналізу конструкцій ріжучих інструментів, виявлення можливих шляхів їх удосконалення, а також, для пошуку нових технічних рішень було розроблено морфологічну таблицю 2.1.

В якості морфологічних ознак були прийняті:

- А. Типи ріжучого інструменту.
- Б. Матеріал ріжучої частини.
- В. Методи підвищення ріжучої здатності інструменту.
- Г. Форма ріжучої кромки.
- Д. Спосіб кріплення ріжучої частини.
- Е. Наявність прямої частини.
- Ж. Приєднувальна частина.

- З. Способи зменшення вібрацій при різанні.
- І. Спосіб подрібнення стружки.
- К. Спосіб підводу ЗОР.
- Л. Евристичні прийоми.
- М. Фізичні ефекти та явища.

Таблиця охоплює майже всі можливі варіанти ріжучих інструментів загального призначення (морфологічні ознаки: А – К). Розрахункова кількість можливих варіантів – $1,62 \cdot 10^8$.

Морфологічні ознаки Л та М відображують можливість додаткового удосконалення конструкцій ріжучих інструментів і навіть, отримання нового технічного рішення за рахунок додавання нових варіантів впливу на зону різання, конструкцію складових частин інструменту та підходів до проектування. В такому разі кількість можливих варіантів – $1,62 \cdot 10^{10}$.

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Морфологічна таблиця вдосконалення існуючих та створення нових конструкцій ріжучих інструментів

Таблиця 2.1.

Морфологічні ознаки		Варіанти										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
А	Різні загального призначення: 1. токарні; 2. стругальні; 3. розточувальні.	Різні фасонні: 1. стрижневі радіальні; 2. круглі радіальні; 3. призматичні радіальні; 4. гвинтові; 5. тангенціальні; 6. осьові.	Інструменти для обробки отворів: 1. свердла; 2. зенкери; 3. розвертки; 4. комбіновані осьові інструменти.	Фрези загального призначення: 1. циліндричні; 2. торцеві; 3. дискові; 4. кінцеві; 5. Т-подібні; 6. кутові кінцеві; 7. кутові дискові.	Фрези спеціальні: 1. циліндричні та дискові; 2. фасонні; 3. кінцеві фасонні; 3. пазові; 4. шліфові.	Зуборізні фрези: 1. дискові модульні фрези; 2. пальцеві модульні фрези; 3. черв'ячні модульні фрези.	Протяжки, прошивки: 1. внутрішні круглі; 2. внутрішні профільні; 3. внутрішні комбіновані; 4. зовнішні; 5. круглі.	Для утворення різьб: 1. різьбові різці; 2. різьбові гребінки; 3. мітчики; 4. плашки; 5. різьбонарізні фрези.	Для обробки зубчатих коліс: 1. зуборізні протяжки; 2. зуборізні гребінки; 3. довбачі; 4. шевери.	Алмаз		
	Типи ріжучого інструменту	Вуглецеві сталі	Нізколеговані сталі	Швидкокорозійні сталі	Тверді сплави	Тверді сплави з покриттям	Нітридна кераміка	Чорна кераміка (кермети)	Оксидна (біла) кераміка		Кубічний нітрид бору	
	Б	Матеріал ріжучої частини	Вуглецеві сталі	Нізколеговані сталі	Швидкокорозійні сталі	Тверді сплави	Тверді сплави з покриттям	Нітридна кераміка	Чорна кераміка (кермети)		Оксидна (біла) кераміка	Кубічний нітрид бору
	В	Методи підвищення ріжучої здатності інструменту	Нанесення зносостійких покриттів	Нанесення антифрикційних покриттів	Гальванічні методи	Хімічні методи та хіміко-термічні методи	Фізичні методи	Фізико-термічні методи	Механічні методи		Термомеханічні методи	Доведення і заточка
	Г	Форма ріжучої кромки	Прямолінійна	Прямолінійна складена	Кругла	Криволінійна	Комбінована	Складної форми				
Д	Спосіб кріплення ріжучої частини	Інструмент цільний	Пайка	Сварка	Механічне кріплення	Інший тип кріплення						
Е	Нааявність напрямної частини	Немає	Перед ріжучою частиною	Між ріжучою частиною та хвостовиком	Комбінована напрямна частина	Інша конструкція напрямної частини						
Ж	Прислужувальна частина	Квадратна оправка	Прямокутна оправка	Кругла оправка	Півкругла оправка	Циліндричний хвостовик	Конічний хвостовик	Циліндричний отвір	Отвір зі шпонковим пазом	Отвір з торцевим шпонковим пазом	Складної форми	
З	Способи зменшення вібрацій при різанні	Спеціальна геометрія ріжучої кромки	Застосування пасивних віброгасників	Застосування активних віброгасників	Антивібраційні оправки							
І	Спосіб подрібнення стружки	Немає	Геометрія передньої поверхні	Стружко-розподільні канавки	Стружколоми	Автоколивання	Випушені коливання					
К	Спосіб підводу ЗОР	Немає	Зовнішній підвід	Крізь корпус на передню поверхню	Крізь корпус на задню поверхню	Крізь корпус на передню та задню поверхню						
Л	Евристичні прийоми	Немає	Принцип дроблення	Принцип винесення	Принцип "задаєть підкладеної подушки"	Принцип використання механічних коливань	Принцип зворотного зв'язку	Принцип самообслуговування	Принцип заміни механічної схеми	Принцип використання пневмо- і гідрокопункцій	Принцип відходів або регенерації частин	
М	Фізичні ефекти та явища	Немає	Інерція	Випушені коливання	Лазерне випромінювання	Струми високої частоти	Вплив ультразвуку	Сплави із пам'яттю	Електропластичний ефект	П'єзоелектричний ефект	Рідкі кристали	

2.3. Використання типових евристичних прийомів при розробці конструкцій ріжучих інструментів.

Типові евристичні прийоми широко представлені у відповідних джерелах [21 – 24]. До морфологічної таблиці додані найдоречніші варіанти з [23].

Евристичні прийоми:

1. Принцип дроблення.
2. Принцип винесення.
3. Принцип "заздалегідь підкладеної подушки".
4. Принцип використання механічних коливань.
5. Принцип зворотного зв'язку.
6. Принцип самообслуговування.
7. Принцип заміни механічної схеми.
8. Принцип використання пневмо- і гідроконструкцій.
9. Принцип відходів або регенерації частин.

2.4. Використання каталогу фізичних ефектів та явищ при розробці конструкцій ріжучих інструментів.

Фізичні ефекти та явища представлені у відповідних джерелах [22 – 24]. До морфологічної таблиці додані лише найдоречніші варіанти.

Фізичні ефекти та явища:

1. Інерція.
2. Вимушені коливання.
3. Лазерне випромінювання.
4. Струми високої частоти.
5. Вплив ультразвуком.
6. Сплави із пам'яттю.
7. Електропластич-ний ефект.
8. П'єзоелектрич-ний ефект.
9. Рідкі кристали.

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Антивібраційні інструменти

Використання антивібраційних оправок

Під торговою маркою Silent Tools компанією SANDVIK Coromant випускаються антивібраційні оправки та адаптери інструментів для точіння, фрезерування, розточування та свердління. Вони призначені для максимального скорочення вібрацій за рахунок демпфуючого елемента, розташованого всередині корпусу.

Антивібраційні оправки та адаптери містять важке інерційне тіло, оточене спеціальною в'язкою рідиною та закріплене у двох гумових втулках, рис.2.1.

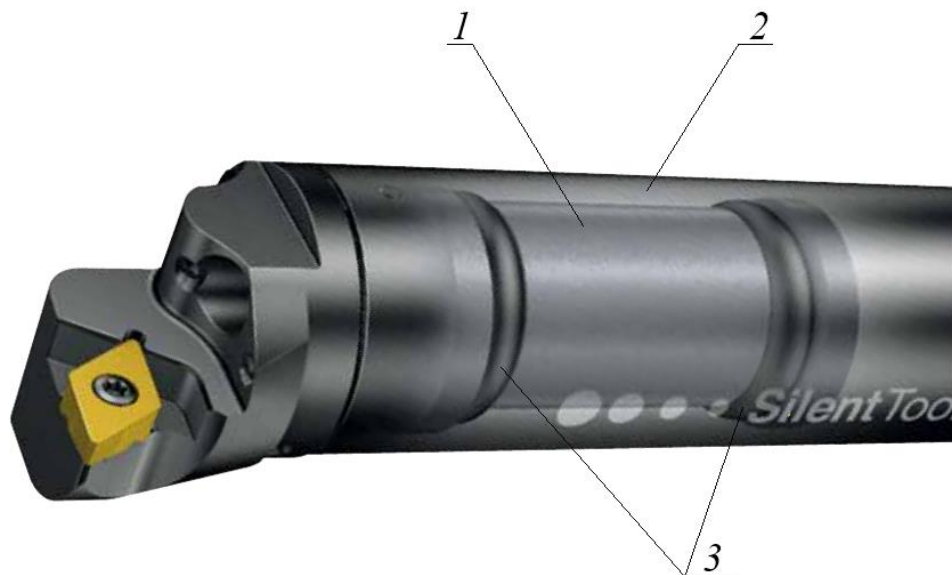


Рис. 2.1. Схема устрою антивібраційної оправки:

1 – важке інерційне тіло; 2 – спеціальна в'язка рідини; 3 – гумові втулки

Використання таких оправок є доцільним під час роботи з великим вильотом ріжучої частини інструмента або при обробці важкодоступних елементів деталі. Однак, згідно відгуків користувачів, використання при обробці навіть з невеликим вильотом забезпечує значне підвищення продуктивності та покращення якості обробленої поверхні.

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструментальна система з ріжучого інструменту та антивібраційні оправки із вбудованим демпфером дозволяє:

- підвищити швидкість знімання матеріалу та збільшити продуктивність обробки,
- знизити шорсткість поверхні,
- забезпечити надійність процесу обробки,
- скоротити витрати на виробництво зберегти високу якість деталей.

Антивібраційний інструмент для внутрішньої токарної обробки

При внутрішній обробці існує висока ймовірність виникнення вібрацій.

Вибір інструменту для цієї операції багато в чому залежить від діаметра довжини отвору, що обробляється, так як саме довжина отвору визначає величину вильоту інструменту.

Для забезпечення високої жорсткості інструментальної системи та точності обробки необхідно використовувати розточувальні оправки з мінімальним вильотом та максимально можливим діаметром.

Для внутрішньої напівчорнової токарної обробки може застосовується сталева антивібраційна оправка Silent Tools, рис. 2.2., що може значно підвищити ефективність процесу.

Як заявляє виробник, така антивібраційна оправка дозволяє знизивши вібрації, більш ніж удвічі, збільшити швидкість різання і втричі скоротити час циклу обробки, підвищивши продуктивність на 188%.

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.2. Сталева антивібраційна оправка Silent Tools для внутрішньої токарної обробки

(Формула рішення: А–1 Б–4 В–1 Г–1 Д–4 Е–1 Ж–3 З–4 І–2 К–1 Л–1 М–2)

Антивібраційний інструмент для фрезерної обробки

Фрезерування уступів. Застосування антивібраційного адаптеру для фрезерування уступів (рис. 2.3., а) на корпусної деталі дозволяє збільшити швидкість знімання матеріалу та підвищити якість обробленої поверхні. Виникнення вібрацій не повинно спостерігатися навіть за високих значень швидкості глибини різання.

Торцеве фрезерування. Завдяки застосуванню антивібраційного адаптеру для торцевого фрезерування, (рис. 2.3., б), розробленого згідно з індивідуальними вимогами замовника, виробнику вдалося підвищити продуктивність технологічного процесу, вивільнивши додатково 185 годин машинного часу на рік.

Для обробки кришки блоку рульового управління судна був розроблений спеціальний антивібраційний фрезерний адаптер, який дозволив

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

збільшити глибину різання і скоротити час процесу обробки. Використання такого адаптера на операції торцевого фрезерування забезпечило підвищення продуктивності обробки деталі на 162%.



а

б

Рис. 2.3. Антивібраційна оправки для фрезерної обробки:

а – для фрезерної обробки уступів

(Формула рішення: А–4 Б–4 В–1 Г–1 Д–4 Е–1 Ж–6 З–4 І–2 К–1 Л–1 М–2);

б – торцевого фрезерування

(Формула рішення: А–4 Б–4 В–1 Г–1 Д–4 Е–1 Ж–5 З–4 І–2 К–1 Л–1 М–2)

Антивібраційний інструмент для розточувальної обробки

Антивібраційні розточувальні оправки та адаптери можуть забезпечити можливість підвищення продуктивності із збереженням високої точності, у тому числі при обробці інструментом з великим вильотом.

Антивібраційні розточувальні оправки (рис. 2.4.) використовують для обробки деталей літаків, що мають багато важкодоступних для обробки ділянок та великі габаритні розміри – довжина понад 2 м та ширина понад 1 м.



Рис. 2.4. Антивібраційна розточувальна оправка
(Формула рішення: А-1 Б-4 В-1 Г-2 Д-4 Е-1 Ж-3 З-4 І-2 К-1 Л-1 М-2)

2.6. Нові конструкції ріжучих інструментів

На підґрунті розробленої морфологічної таблиці, запропоновані нові конструкції ріжучих інструментів:

1. Токарний різець оснащений многогранною пластиною з твердого сплаву, який відрізняється наявністю активного віброгасника в оправці.

(Формула рішення: А-1 Б-4 В-1 Г-1 Д-4 Е-1 Ж-2 З-4 І-1 К-1 Л-6 М-3)

2. Токарний різець, який відрізняється наявністю компенсатора спрацювання основаному на принципі використанні матеріалів з пам'яттю форми.

(Формула рішення: А-1 Б-4 В-1 Г-2 Д-4 Е-1 Ж-3 З-4 І-2 К-1 Л-6 М-7)

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3. Токарний різець, який відрізняється наявністю в оправці генератора коливань високої частоти робота якого основана на п'єзоелектричному ефекті.
(Формула рішення: А-1 Б-4 В-1 Г-1 Д-4 Е-1 Ж-2 З-1 І-1 К-1 Л-5 М-9)

4. Швидкоперезагострюваний круглий фасонний різець, який відрізняється слоїстою конструкцією робочої частини.
(Формула рішення: А-2 Б-3 В-1 Г-6 Д-1 Е-1 Ж-7 З-0 І-1 К-2 Л-2 М-1)

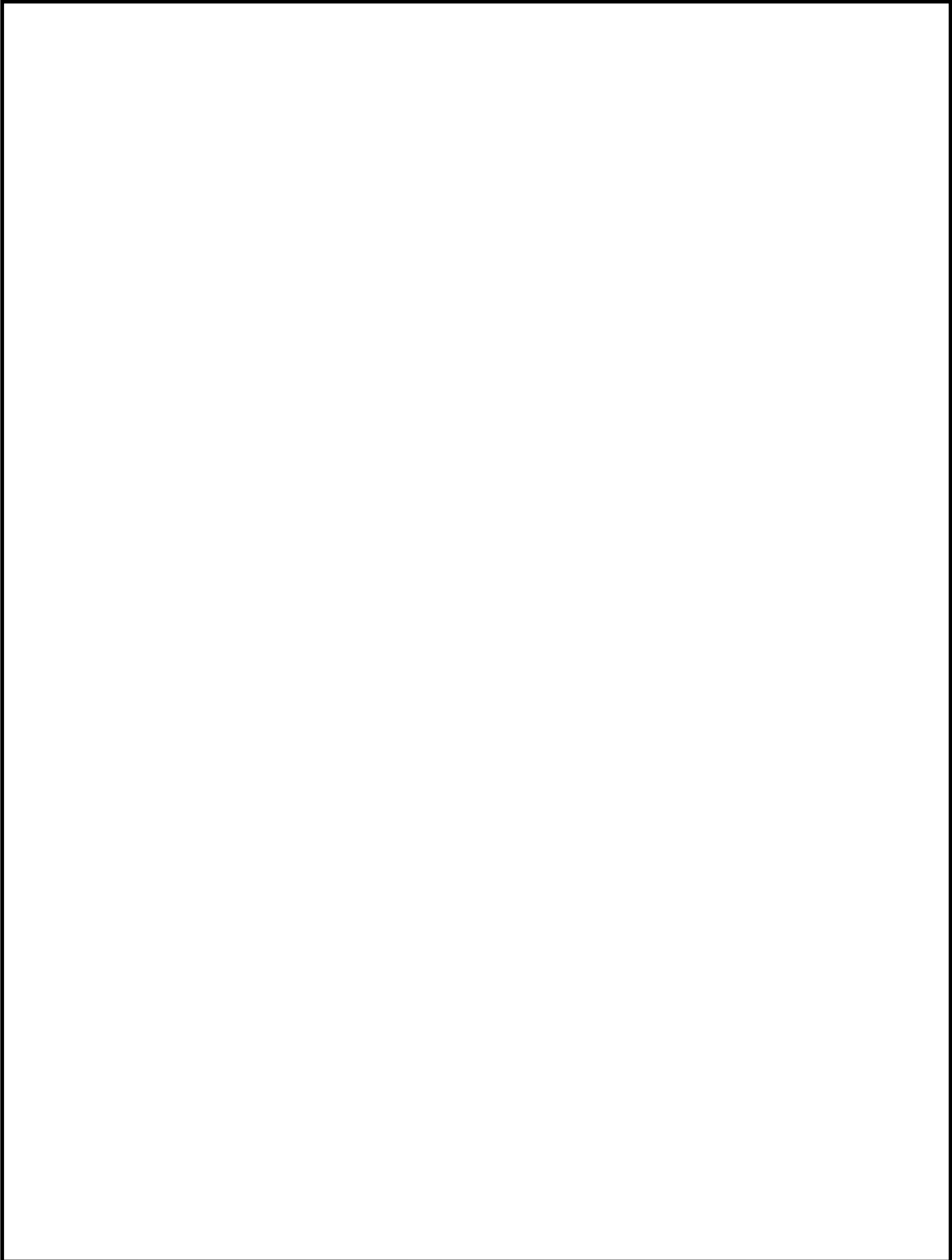
5. Призматичний фасонний різець, який відрізняється змінною формою ріжучої кромки.
(Формула рішення: А-2 Б-3 В-1 Г-6 Д-1 Е-1 Ж-10 З-0 І-1 К-2 Л-2 М-1)

6. Високопродуктивний мітчик, який відрізняється наявністю в хвостовику генератора високочастотних тангенційних коливань.
(Формула рішення: А-6 Б-3 В-1 Г-6 Д-4 Е-1 Ж-3 З-4 І-2 К-1 Л-6 М-3)

7. Розвертка, яка відрізняється наявністю еластичного перехідника між робочою частиною та хвостовиком, що забезпечує самонаведення по осі оброблюваного отвору.
(Формула рішення: А-3 Б-3 В-9 Г-5 Д-1 Е-1 Ж-6 З-1 І-2 К-1 Л-4 М-1)

8. Розвертка, яка відрізняється наявністю еластичної вставки між ріжучими зубцями для попередження виникнення автоколивань в процесі роботи і попередження виникнення огранки отвору.
(Формула рішення: А-3 Б-3 В-9 Г-6 Д-5 Е-1 Ж-6 З-1 І-2 К-1 Л-4 М-2)

					6261м.18.МР.08.02.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.18.МР.08.03.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічний розділ			Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Хань Лянлян	Хань Лянлян							
Перевірів		Новошицький А.В.	Новошицький А.В.						28	32
								НУК		
Н. Контр.		Боду С.Ж.	Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.	Ткач М.Р.							

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Вибір способу одержання заготовки

Один з основних напрямів у сучасній технології машинобудування – вдосконалення заготовчих процесів з метою зниження припусків на механічну обробку, обмеження її операціями остаточної обробки, а у ряді випадків повного виключення, тобто забезпечення маловідходної або безвідходної технології.

Необхідність економії матеріальних ресурсів ставить високі вимоги до раціонального вибору заготовок, до рівня їх технологічності, який значною мірою визначає затрати і технологічну підготовку виробництва, собівартість, надійність і довговічність виробів. Вибір заготовки включає в себе визначення раціонального методу її одержання, розрахунок припусків на механічну обробку кожної з оброблюваних поверхонь, проставлення розмірів заготовки із зазначенням допусків на точність їх виготовлення, призначення нахилів і технічних умов на виконання заготовки.

У сучасному машинобудуванні застосовують вихідні заготовки у вигляді прутків круглого, прямокутного, квадратного перерізів профільного і періодичного прокату; товстостінних безшовних труб; гарячекатаних і холоднокатаних листів та штаб; поковок, одержуваних методом вільного кування, у штампах, чеканення, ротаційного обтискування; виливків зі сталі, сірого, ковкого, високоміцного та антифрикційного чавунів і кольорових металів, одержуваних виливанням у земляні форми, у форми зі швидкотверднучих сумішей, у металеві форми (кокілі), за виплавлюваними моделями, в кіркові чи оболонкові форми та ін.; зварних заготовок для різального інструменту і для корпусів машин, приладів та пристроїв; пластин зі швидкорізальної сталі і твердих сплавів.

Доцільність та економічна ефективність обраного способу залежать від ряду факторів, до найважливіших з яких належать: характер (або тип) виробництва; матеріали і вимоги, що ставляться до якості деталі; розміри, маса

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

та конфігурація деталі; якість поверхонь заготовок; забезпечення заданої точності; технологічна оснащеність виробництва.

В якості заготовки для даної деталі можна застосувати декілька способів отримання заготовки або тільки один, але найбільш ефективним буде той спосіб, який забезпечить найбільший коефіцієнт використаного матеріалу і меншу собівартість заготовки. Для цього виконуємо порівняння вибору заготовки за двома методами:

1. Поковка
2. Штамповка

Поковка

Поковками прийнято називати деталі, отримані в результаті обробки металів тиском. Це готовий виріб або заготівля, вироблене куванням або гарячої об'ємної штампуванням в ковальсько-штампувальному провадженні.

Після різання і термічної обробки штампувальна поковка перетворюється в різні деталі, такі як: шатуни, важелі, колінчасті вали, лопатки турбін, зубчасті колеса, ролики і кільця підшипників.

$$K_{\text{BM}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}; \quad M_3 = V_3 \cdot \rho;$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі;

M_3 - маса заготовки;

V_3 – об'єм заготовки;

ρ - густина металу, $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$;

$$V_3 = V_1 + V_2 (\text{см}^3)$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} l;$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 8,4^2}{4} \cdot 5,1 = 282 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 5,1^2}{4} \cdot 16,4 = 335 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 282 + 335 = 617 \text{ см}^3$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_3 = \frac{617 \cdot 7,85}{1000} = 4,8 \text{ кг}$$

$$K_{\text{BM}} = \frac{1,7}{4,8} = 0,35$$

Собівартість

$$C_{1 \text{ заг}} = \frac{C_{1 \text{ тонн}}}{1000} \cdot M_3 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4;$$

K_1 – коефіцієнт, який залежить від групи точності;

$K_1 = 1$, так як поковка 2 групи.

K_2 – коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

$K_2 = 1,18$ так як сталь 40Х.

K_3 – коефіцієнт, який залежить від об'єму виробництва;

$K_3 = 0,87$, так як $N = 15000$ шт.

K_4 – коефіцієнт, який залежить від складності заготовки; $K_4 = 0,89$

$$C_{1 \text{ заг}} = \frac{13000}{1000} \cdot 4,8 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,89 = 59 \text{ грн}$$

Штамповка

Штампуння – це процес деформування металу в спеціальному інструменті, що має порожнину, форма, якої наближається до форми готової деталі, або точно їй відповідає.

Проектування штампів, їхнє виготовлення і розроблення технологічних процесів штампування нерозривно пов'язані між собою.

Загальна конструкція штампу залежить від типу обладнання, на якому виконується процес штампування. В конспекті лекцій розглянуті типові конструкції штампів та штампувального оснащення для різних типів ковальсько-штампувального обладнання. Знання основних конструктивних схем дозволить швидше приймати конструктивні рішення при проектування штампів.

$$K_{\text{BM}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}; \quad M_3 = V_3 \cdot \rho;$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де M_d – маса деталі;

M_3 – маса заготовки;

V_3 – об'єм заготовки;

ρ – густина металу, $\rho = 7,85$ г/см³;

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} l \text{ (см}^3\text{)}$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 5,8^2}{4} \cdot 3,05 = 76 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 8,4^2}{4} \cdot 1,0 = 55 \text{ см}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 5,1^2}{4} \cdot 1,05 = 21 \text{ см}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot 11,1 = 139 \text{ см}^3$$

$$V_5 = \frac{3,14 \cdot 3,6^2}{4} \cdot 5,3 = 54 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 76 + 55 + 21 + 139 + 54 = 345 \text{ см}^3$$

$$M_3 = \frac{345 \cdot 7,85}{1000} = 2,7 \text{ кг}$$

$$K_{BM} = \frac{1,7}{2,7} = 0,63$$

Собівартість

$$C_{2 \text{ заг}} = \frac{C_{2 \text{ тонн}}}{1000} \cdot M_3 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4;$$

K_1 – коефіцієнт, який залежить від групи точності;

$K_1 = 1$, так як штамповка 2 групи;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від марки матеріалу;

$K_2 = 1,18$ так як сталь 40Х;

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_3 – коефіцієнт, який залежить від об'єму виробництва;

$K_3 = 0,87$, так як $N = 15000$ шт.;

K_4 – коефіцієнт, який залежить від складності заготовки;

$K_4 = 1$

$$C_{2 \text{ заг}} = \frac{15000}{1000} \cdot 2,7 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,87 \cdot 1 = 41,6 \text{ грн}$$

Порівняльна характеристика заготовок

Таблиця 3.1.

Вид заготовки	$K_{\text{вм}}$	Собівартість, грн
Штамповка	0,63	41,6
Поковка	0,35	59

Висновок: На основі виконаного порівняння найбільш ефективним методом отримання заготовки буде штамповка, яка забезпечить найменші припуски на обробку і меншу вартість заготовки.

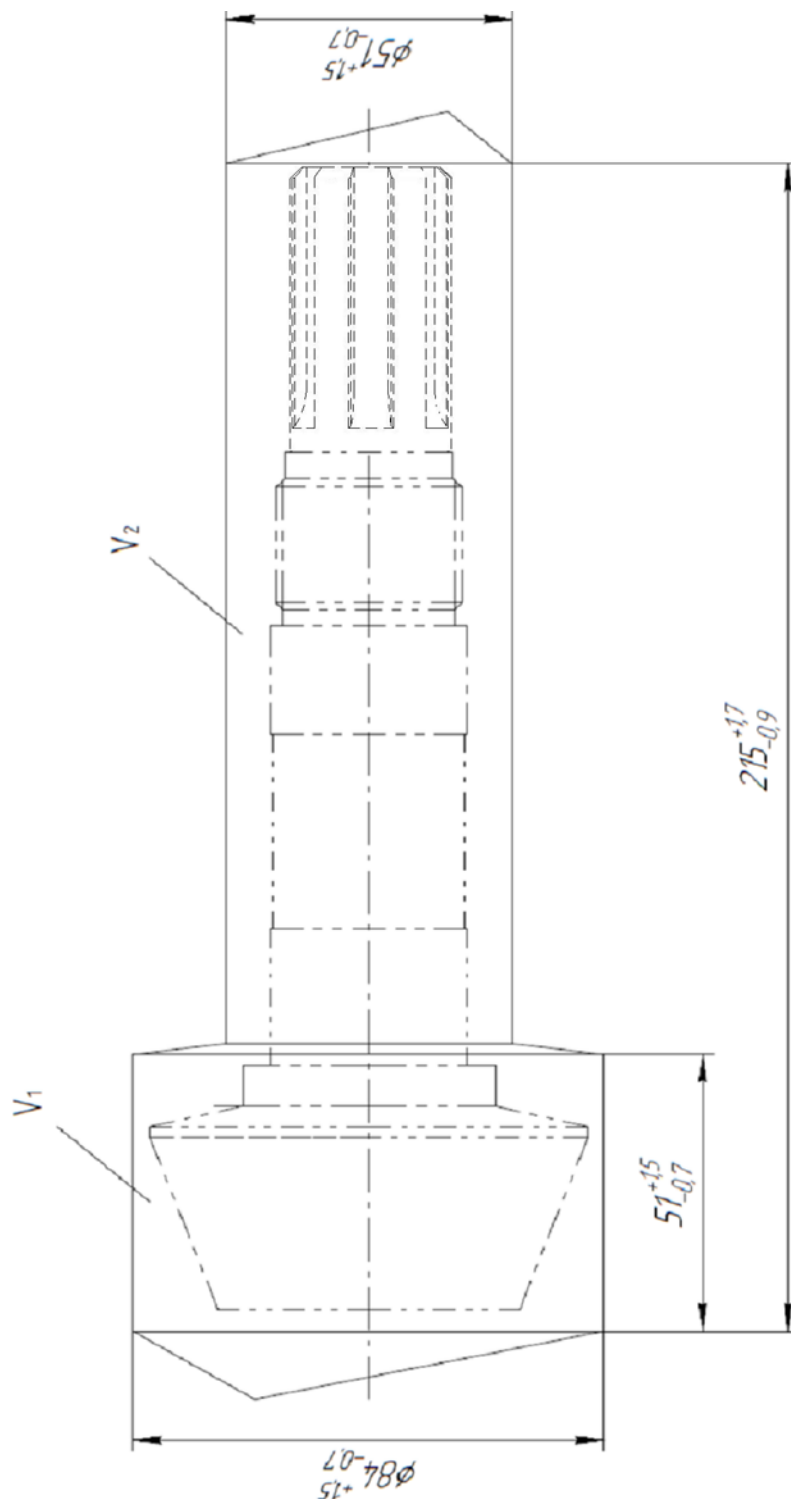


Рис. 3.1. Поковка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м.18.МР.08.03.ПЗ

Арк.

34

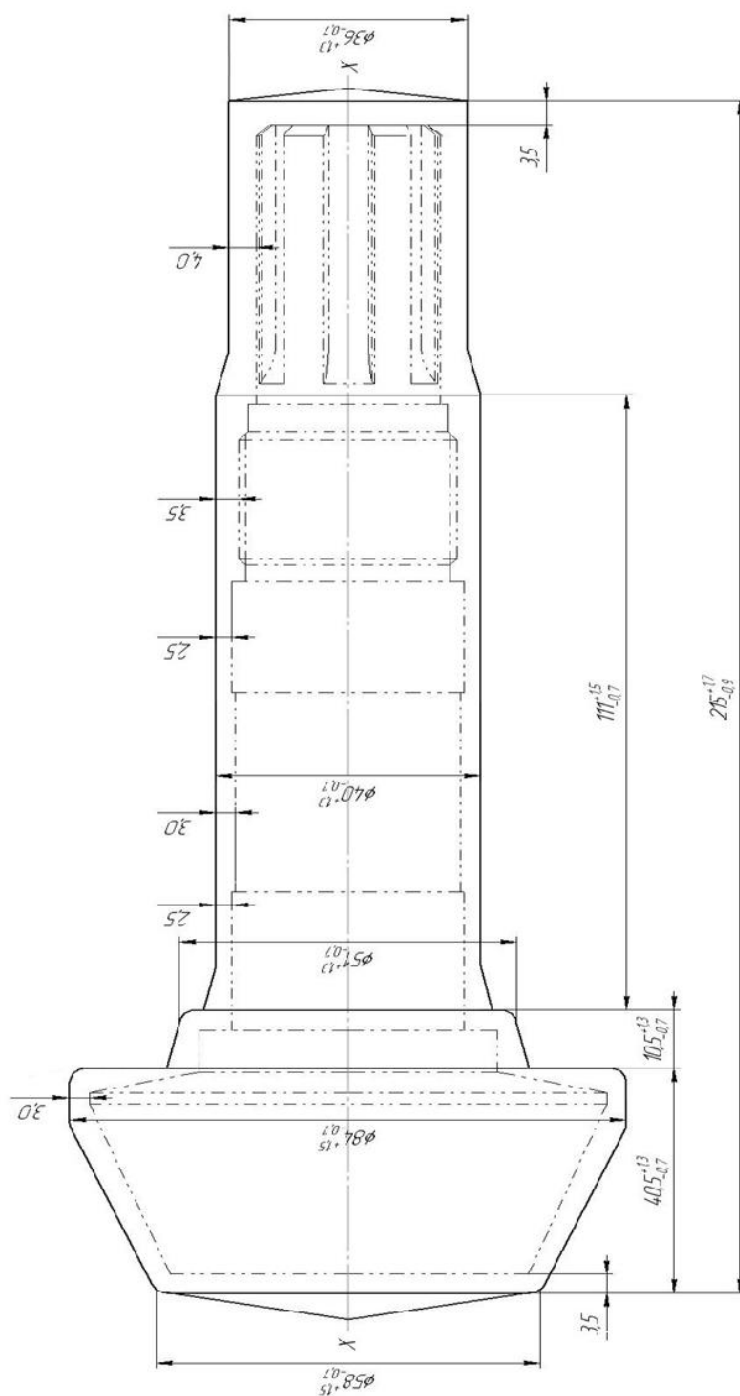


Рис. 3.2. Штамповка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м.18.МР.08.03.ПЗ

Арк.

35

3.2. Вибір технологічного обладнання

Вибір верстатного обладнання є однією з найважливіших задач при розробці технологічного процесу виготовлення заготовки. Від правильного його вибору залежить продуктивність виготовлення деталі, економічне використання продуктивних площ, механізації і автоматизації ручної праці, електроенергії і в підсумку собівартості виробу.

Залежно від обсягу випуску виробів вибирають верстати за ступенем спеціалізації і збільшення продуктивності, а також верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

При виборі устаткування для кожної операції необхідно враховувати наступні основні чинники: об'єм випуску деталей, тип виробництва, розміри деталі, розміри і розташування оброблюваних поверхонь, якнайповніше використання верстатів по потужності і по завантаженню.

По технічних характеристиках верстат повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) робоча зона верстата повинна відповідати габаритам деталі;
- потужність, жорсткість, кінематичні можливості верстата повинні дозволяти вести роботу на оптимальних режимах різання;
- продуктивність верстата повинна відповідати заданому об'єму випуску виробів.

В умовах серійного виробництва застосовуємо стандартні універсально-збірні і універсально-спеціалізовані налагоджувальні пристосування багатократного застосування з швидкодіючим затиском заготовки і механізованим приводом, що забезпечують необхідну точність обробки деталі, що дозволяють досягати найбільшу продуктивність, економічність і безпеку в роботі.

Фрезерно центрувальний верстат МР 71

Чорнова і чистова обробка всіх виробів проводиться з застосуванням таких операцій механічної обробки, як фрезерування, стругання, свердління,

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

зенкування, шліфування.

Чорнове і чистове фрезерування виробляють на фрезерно-центрувальних верстатах. Фрезерно-центрувальний верстат МР-71, МР-73, МР-71м і МР-75 вважаються високопродуктивними і призначеними для дрібносерійного, середньосерійного і масового виробництва.

Фрезерні верстати відносять до групи металорізальних верстатів в класифікації за способом і виду механічної обробки. Дані верстати використовують для обробки із застосуванням фрези фасонних і плоских поверхонь, валів, шпонок, зубчастих коліс, тіл обертання і різних інших заготовок. Під час механічної обробки закріплена в шпинделі верстата фреза виробляє обертальний рух, а заготовка деталі, ретельно закріплена на столі верстата, здійснює прямолінійний рух подачі.

Фрезерний верстат найчастіше застосовують для зацентровки торців і двостороннього фрезерування різних валів. Обидва торця виробу одночасно фрезерують, а після одночасно зацентрувати. Дана технологія забезпечує перпендикулярність центрових отворів до даних торцях і паралельність торців, що, природно, необхідно для подальшої обробки різних валів.

Технічні характеристики фрезерно-центрувального верстата МР-71:

- габаритні розміри фрезерного верстата становлять: довжина-2640 мм, ширина -1450 мм і висота -1720 мм;
- найбільша і найменша довжина оброблюваних заготовок деталей - 200-500 мм;
- діаметр оброблюваної заготовки деталі 25-125 мм;
- число швидкостей шпинделя ріжучого інструменту - 6;
- частота обертання шпинделя ріжучого інструменту, об / хв-125; 179; 497; 712.

Механічна обробка на багаторізцевих напівавтоматах дозволяє забезпечувати точність в межах 11 12 квалітетів. Але при правильному виборі різального інструменту і ретельної налагодження фрезерного верстата точність може бути збільшена до 6 8 квалітету.

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На даному верстаті дозволено одночасне чистове і чорнове фрезерування, якщо не збільшується шорсткість і повністю забезпечується задана точність оброблюваної поверхні.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20

Верстат 16K20 нормального класу точності призначений для механічної обробки різноманітних деталей зі сталі, чавуну, кольорових металів, а також загартованих деталей, які потребують застосування важких режимів різання (наприклад, з жароміцних та інструментальних сталей).

На верстаті виконуються токарні, різьбонарізні (нарізання метричної, дюймової, модульної різьби) і свердлильні роботи.

Основні технічні характеристики верстата

Клас точності за ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С)	Н
Відстань між центрами, мм.....	500
Найбільший діаметр заготовки, мм	
над станиною.....	400
над супортом	220
над вирізом в станині.....	630
Найбільший діаметр оброблюваного прутка, що проходить через отвір шпинделя, мм.....	52
Межі кроків, що нарізуються:	
різьбометричних, мм.....	0,5-112
модульних, модуль.....	0,5-112
дюймових, ниток/дюйм.....	56-0,25
пітчевих, ниток/дюйм.....	56-0,25
Межі частот обертання шпинделя, об/хв.....	12,5-1600
Межі подач, мм/об:	
поздовжніх.....	0,05-2,8
поперечних.....	0,025-1,4
верхньої каретки.....	0,015-0,8

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Кількість подач.....	23
Кількість частот обертання шпинделя.....	22
Конус Морзе шпинделя.....	№6
Найбільша маса встановлюваної заготовки з врахуванням	
Маси закріплюваних елементів, кг:	
в патронах.....	100
в центрах.....	400
Потужність двигуна приводу головного руху, кВт.....	10

Верстат моделі 16к20 має основні рухи:

Головний рух – обертання шпинделя із заготовкою виконується основним електродвигуном через клинопасову передачу та коробку швидкостей.

Поздовжня подача – переміщення поздовжнього супорта по напрямних станини від ходового вала або ходового гвинта забезпечується за рахунок відбору потужності від шпинделя.

Поперечна подача – переміщення поперечного супорта по напрямних на поздовжньому супорті.

Допоміжні рухи – швидкі переміщення супортів від допоміжного електродвигуна через клинопасову передачу.

Токарно-гвинторізний верстат 16К20Ф3С32

Токарно-гвинторізний верстат 16К20Ф3С32 з пристроєм ЧПУ 2Р22 оснащений головним приводом КЕМРОН і приводом подач КЕМТОК по осі Z і X. Він призначений для центрових і нескладних патронних робіт в автоматичному режимі. Область застосування верстата: дрібносерійне і серійне виробництво.

Особливості конструкції:

високоміцна станина виконана литтям із чавуну марки СЧ20 з термообробленою шліфованими направляючими забезпечують тривалий

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

термін служби і підвищену точність обробки привід головного руху, що включає головний двигун 11 кВт і шпиндельну бабку забезпечує найбільший крутний момент до 800 Нм високоточний шпиндель з отвором 55 мм (за замовленням 64 мм), що дозволяє обробляти деталі з пруткового матеріалу зона обробки може бути оснащена як лінійної налагодженням, так і револьверною головкою, в залежності від вимог покупця надійний захист шарико-гвинтових пар забезпечує довговічність роботи механізмів переміщення по координатах X і Z верстат оснащується системами ЧПУ і електроприводами, як вітчизняного виробництва, так і виробництва зарубіжних фірм.

Технічні характеристики токарно-гвинторізного верстата 16K20Ф3С32

Найбільший діаметр виробу, який встановлюється над станиною, мм: 500

Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм: 220

Найбільша довжина встановлюваного виробу в центрах, мм: 1000

Діаметр циліндрового отвору в шпинделі, мм: 55

Найбільший хід супорта поперечний, мм: 210

Найбільший хід супорта поздовжній, мм: 905

Максимальна рекомендована швидкість робочої поздовжньої подачі, мм/хв: 2000

Максимальна рекомендована швидкість робочої поперечної подачі, мм/хв: 1000

Кількість керованих координат: 2

Кількість одночасно керованих координат: 2

Точність позиціонування, мм: 0,01

Повторюваність, мм: 0,003

Діапазон частот обертання шпинделя, 1/об.: 20...2500

Максимальна швидкість швидких поздовжніх переміщень, м/хв: 15

Максимальна швидкість швидких поперечних переміщень, м/хв: 7,5

Кількість позицій інструментальної головки: 6

Потужність приводу головного руху, кВт: 11

Сумарна споживана потужність, кВт: 21,4

Габаритні розміри верстата, мм: 3700x2260x1650

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Маса верстата, кг: 4000

Різьбофрезерний 5Б63

Верстати моделі 5Б63 призначені для фрезерування в центрах коротких зовнішніх і внутрішніх циліндричних різьблень на виробах в умовах багатосерійного і масового виробництва

Рік початку випуску: 1974

Клас точності: Н

Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм 450

Діаметр нарізати різьблення, мм 80

Довжина деталі, мм 400

Мін частота обертання шпинделя об / м: 160

Мах частота обертання шпинделя, об / м: 2500

Потужність, кВт: 3

Розміри (Д_Ш_В), мм: 1850_1180_1520

Маса верстата з виносним обладнанням, кг: 2585

Круглошліфувальний 3М131

Універсальний круглошліфувальний напівавтомат моделі 3М131 призначений для зовнішнього та внутрішнього шліфування циліндричних, конічних і фасонних поверхонь виробів в умовах дрібносерійного і серійного виробництва. На верстаті так само можна виробляти шліфування плоских фланцевих поверхонь. Виріб може бути встановлено в нерухомих центрах і приводитися в обертання повідцем, закріпленим на планшайбі передньої бабки. Його можна кріпити в патроні передньої бабки.

У цьому випадку шпиндель бабки з закріпленням на ньому патроном отримує обертання від планшайби. Верхній поворотний стіл верстата, це дає можливість шліфувати на верстаті пологі конічні поверхні виробів. Шліфувальна і передня бабки верстата поворотні. тому на верстаті є можливість шліфувати конічні поверхні і плоскі фланці. На верстаті

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачена можливість установки приладів активного контролю з навісним або настільної скобами. Прилади активного контролю поставляються за особливим замовленням за окрему плату.

На верстаті можна виконувати наступні види обробки:

- Поздовжнє і врізне шліфування при ручному управлінні;
- Поздовжнє і врізне шліфування на напівавтоматичному циклі до "електричного упору";
- Поздовжнє і врізне шліфування на напівавтоматичному циклі з приладом активного контролю;
- Поздовжнє і врізне шліфування на напівавтоматичному циклі з приладом активного контролю діаметрального розміру, налаштованого на необхідний діаметр шліфування;

Зубофрезерний верстат 53A50

Верстат 53A50 – зубофрезерний вертикальний напівавтомат використовується для фрезерної обробки циліндричних прямозубих, косозубих і черв'ячних коліс. Нарізування зубчастих коліс виготовляється методом обкатки черв'ячної фрези і оброблюваної деталі.

Верстат може працювати по циклу наладки або замкнутому напівавтоматичного циклу. Верстат оснащений нерухомим столом і рухомий стійкою.

Максимальний діаметр нарізуваних коліс, мм: 500

Максимальний кут нахилу зубів нарізуваних коліс, град: ± 60

Максимальний вертикальний хід фрези, мм: 360

Максимальний діаметр фрези, встановленій в супорті, мм: 180

Осьове переміщення фрези, мм: 200

Діапазон подач, мм/об.:

вертикальної: 0,75-7,5

радіальної: 0,2-2,25

осьовий: 0,13-2,6

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Початок виробництва: 1978

Точність: П

Максимальний діаметр оброблюваної деталі, мм: 500

Максимальний модуль оброблюваних зубчастих коліс: 10

Довжина зуба нарізаємого колеса, мм: 350

Мінімальна частота обертання шпинделя, об/хв: 40

Максимальна частота обертання шпинделя, об/хв: 405

Потужність, кВт: 12,5

Габарити верстата 53A50, мм 2670x1810x2250

Маса верстата 53A50, кг: 9850

Зубошліфувальний верстат 58K70B

Напівавтомат високого класу точності призначений для шліфування методом обкатки конічних коліс з круговими зубами. Напівавтомат може бути використаний у різних галузях машинобудування при одиничному і серійному виробництві.

Габарити <u>58П70В</u> , мм:	3515x1970x1715
Начало серійного виробництва:	1987
Потужність двигуна головного руху, кВт:	2.8
Маса верстата з виносним обладнанням, кг:	8500
Клас точності:	В

3.3. Вибір і обґрунтування технологічних баз

Для забезпечення високої точності механічної обробки суттєвий вплив має раціональний вибір технологічних баз.

При виборі баз необхідно дотримуватись наступних правил:

- в якості чорнових баз використовуються поверхні, які не оброблюються або мають найменший припуск, ці поверхні повинні бути чистими і

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

гладкими. Ця база використовується тільки для підготовки технологічної бази, що дозволить виконувати різні операції;

- в якості установчої бази приймають поверхні, які дозволяють вести обробку великої кількості поверхонь з одного установа і забезпечать простоту конструкції установчих елементів пристосувань;
- при виборі баз необхідно дотримуватись принципу сталості і сумісності баз, що дозволить отримати велику точність якості обробки деталі.

Усі дані по вибору баз зводять до таблиці 3.2.

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір технологічних баз

Таблиця 3.2.

Номер і найменування операції	Технологічні бази
1	2
Фрезерно-центрувальна	Установочною базою служать зовнішні поверхні, які лишають заготовку 4-х ступенів вільності (пересування O_y, O_z і обертання O_y, O_z).
Токарно-гвинторізна	Установ 1. Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування O_x, O_y, O_z і обертання O_y, O_z). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні. Установ 2. Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування O_x, O_y, O_z і обертання O_y, O_z). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.
Токарна з ЧПК	Установ 1. Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування O_x, O_y, O_z і обертання O_y, O_z). Опорною базою є поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні. Установ 2. Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування O_x, O_y, O_z і обертання O_y, O_z). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.

Продовження таблиці 3.2

1	2
Різьбофрезерна	Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування Ox, Oy, Oz і обертання Oy, Oz). Опорною базою служить поверхня 1, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.
Круглошліфувальна	Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування Ox, Oy, Oz і обертання Oy, Oz). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.
Зубостругальна	Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування Ox, Oy, Oz і обертання Oy, Oz). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.
Шліцефрезерна	Установочною базою служать зовнішні поверхні, які лишають заготовку 4-х ступенів вільності (пересування Oy, Oz і обертання Oy, Oz).
Зубошліфувальна	Установочною базою служать центрові отвори, які лишають заготовку 5-ти ступенів вільності (пересування Ox, Oy, Oz і обертання Oy, Oz). Опорною базою служить поверхня, яка лишає заготовку 1 ступеню вільності. Затиск виконується по циліндричній поверхні.

3.4. Контроль якості продукції у промисловості і стандартизація при проектуванні

Якість продукції – сукупність властивостей продукції, які обумовлюють придатність задовольняти потреби відповідно до її призначення. При розробці технологічних процесів виготовлення деталей серйозну увагу приділяють питанням технічного контролю вихідної заготовки, заготовки в процесі її обробки і готової деталі. З цією метою до технологічного процесу включають контрольні операції.

Приймається два види контролю:

- проміжний (міжопераційний);
- остаточний контроль.

Вибірковий контроль тільки після чистових операцій. Цьому виду контролю піддаються 10% деталей від партії.

Після повної обробки деталей контролюються всі деталі партії. Цей вид контролю передбачає перевірку розмірів і геометричної форми, перевірку якості обробленої поверхні і в деяких випадках навіть механічні властивості деталі. Основною задачею ОТК є забезпечення установленими стандартами умов якості продукції і запобігання браку.

Між тим, основна задача технічного контролю закладається не тільки у виявленні браку, але й насамперед у застосуванні профілактичних засобів для запобігання браку.

Показання операцій технічного контролю є: точність вимірювання, їхня достовірність, а також об'єм, повнота, періодичність, тривалість контрольних операцій.

Засоби технічного контролю включають контрольне обладнання, оснащення для контрольних робіт і засоби автоматизації та механізації контролю. Вибір засобів контролю проводиться з урахуванням типу виробництва, виду виробу, і об'єму його випуску, характеру технологічного процесу, максимального застосування стандартних засобів вимірювання.

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В розробленій дипломній роботі для технічного контролю застосовують наступні вимірювальні інструменти: штангенциркулі, мікрометри, калібр спеціальний, пробки, зубоміри, шаблон, скобу індикаторну, стінкомір, спеціальні прилади.

Особливе місце у забезпеченні високої якості продукції належить стандартизації. Комплексна стандартизація сировини, матеріалів, комплектуючих виробів і готової продукції – ефективний засіб планомірного підвищення якості. Стандартизація установлює оптимальні показники якості, способу контролю і випробувань, режими технічного обслуговування і т.д.

При виконанні дипломної роботи були використані державні і галузеві стандарти, а також машинобудівельні норми [14].

3.5. Розробка технологічного процесу виготовлення з вибором обладнання і верстатних пристроїв

При розробці технологічного процесу механічної обробки необхідно враховувати такі вихідні дані:

- точність і шорсткість поверхонь, які підлягають обробці;
- склад і наявність верстатного парку і габарити деталі.

Послідовність операцій повинна бути зворотної точності, якщо умовами креслення передбачена обробка, то викінчувані операції виконуються після неї.

Операції, які приводять до зниження жорсткості деталі треба виконувати наприкінці обробки.

Виконуючи ці принципи розробки та технологічного процесу для обробки деталі пропоную наступну послідовність обробки маршруту.

Маршрут обробки деталі

000 Заготівельна

Штампувати заготовку в КГШП

005 Технологічний контроль

010 Фрезерно-центрувальна

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

015 Токарно-гвинторізна
 020 Токарна з ЧПК
 025 Різьбофрезерна
 030 Круглошліфувальна
 035 Технологічний контроль
 040 Зубостругальна
 045 Шліцефрезерна
 050 Хіміко-термічна
 055 Зубошліфувальна
 060 Моєчна
 065 Технологічний контроль деталі

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрут обробки деталі з вибором обладнання і пристроїв

Таблиця 3.3.

Номер і найменування операції	Обладнання	Пристосування
1	2	3
4260 Фрезерно-центрувальна	381612 Фрезерно-центрувальний МР-71	386131 Лещата 7200-0252
4114 Токарно – гвинторізна	381148 Токарно – гвинторізний 16К20	366110 Патрон 7102-0080
4233 Токарна з ЧПК	381021 Токарний з ЧПК 16К20Ф3С32	366110 Патрон 7102-0080
4271 Різьбофрезерна	381628 Різьбофрезерний 5Б63	366110 Патрон 7102-0080
4131 Круглошліфувальна	381311 Круглошліфувальний 3М131	366110 Патрон 7102-0080
4154 Зубостругальна	381520 Зубостругальний 5С268	396100 Пристрій для зубостругання
4165 Шліцефрезерна	381671 Шліцефрезерний 53А50	396110 Патрон 7108-0025 Центра А-1-Н
4151 Зубошліфувальна	381561 Зубошліфувальний 58К70В	366110 Патрон 7102-0080 396141 Ділильна головка УДГ-160 7036-0051

3.6. Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідним довідковим таблицям, ДСТУ або на основі розрахунковий-аналітичного методу визначення припусків. Припуски, що призначаються по таблицям, в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрати матеріалу і трудомісткості виготовлення деталі. Область застосування цього методу – одиничне і дрібносерійне виробництво.

При розрахунково-аналітичному методі розрахунковою величиною є припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході погрішностей обробки і дефектів поверхневого шару, одержаних на попередньому переході і компенсації погрішностей, що виникають на виконуваному переході. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в середньому відхід металу в стружку, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва.

Аналітичний розрахунок припусків на $\varnothing 35$ k6 Ra=0,8 мкм. Визначаються вихідні дані, міжопераційні припуски, розміри.

Вихідні дані

Таблиця 3.4.

Найменування переходів	Квалітет точності	Параметр шорсткості	Допуск, мкм	Література
Заготовка	2гр.	$\sqrt{R_z 200}$	$Td_0 = 2000$	[8]с.147
Чорнове точіння	h12	$\sqrt{Ra 3,2}$	$Td_1 = 250$	[7] с.38
Чистове точіння	h9	$\sqrt{Ra 1,6}$	$Td_2 = 62$	[7] с.36
Шліфування	k6	$\sqrt{Ra 0,8}$	$Td_3 = 16$	[7] с.34

Міжопераційні припуски

Припуск на чорнове точіння:

$$2z_{1min}=2(Rz_0+h_0+ \rho_0),$$

де, Rz_0 – висота нерівності профілю на попередньому переході – заготовки;

$$Rz_0 = 160 \quad [8] \text{ с. 184 т. 12}$$

h_0 – глибина дефектного шару на попередньому переході – заготовки;

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$h_0 = 200$$

[8] с. 184 т. 12

ρ_0 – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході – заготовки;

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2}$$

де, ρ_k – короблення заготовки;

$$\rho_k = \Delta K \times \frac{L}{2}$$

де, ΔK – питома кривина заготовку класу валів;

$$\Delta K = 3 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$$

[8] с. 186 т. 16

$$\rho_k = 3 * \frac{208}{2} = 312 \text{ мкм}$$

$$\rho_y = 0,25 * \sqrt{Td_0^2 + 1} = 0,25 \sqrt{2000^2 + 1} = 500 \text{ мкм}$$

$$\rho_0 = \sqrt{500^2 + 312^2} = 589$$

$$2z_{1\min} = 2(160 + 200 + 589) = 1898 \text{ мкм}$$

$$2z_{1\min} = 1,9 \text{ мм}$$

$$2z_{1\max} = 2z_{1\min} + Td_0 - Td_1$$

де, Td_0 – допуск на попередньому переході – заготовка;

Td_1 – допуск на даному переході – чорнове точіння;

$$2z_{1\max} = 1898 + 2000 - 250 = 3648 \text{ мкм}$$

$$2z_{1\max} = 3,6 \text{ мм}$$

Припуск на чистове точіння:

$$2z_{2\min} = 2(Rz_1 + h_1 + \rho_1),$$

де, Rz_1 – висота нерівності профілю на попередньому переході – чорнове точіння;

$$Rz_1 = 50$$

[12] с. 188 т. 25

h_1 – глибина дефектного шару на попередньому переході – чорнове точіння;

$$h_1 = 50$$

[12] с. 188 т. 25

ρ_1 – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході – чорнове точіння;

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_1 = 0,06\rho_0 = 0,06 * 589 = 35 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 35$$

$$2z_{2\min} = 2(50 + 50 + 35) = 270 \text{ мкм}$$

$$2z_{2\min} = 0,27 \text{ мм}$$

$$2z_{2\max} = 2z_{2\min} + Td_1 - Td_2$$

де Td_1 – допуск на попередньому переході – чорнове точіння;

Td_2 – допуск на даному переході – чистове точіння;

$$2z_{2\max} = 270 + 250 - 62 = 458 \text{ мкм}$$

$$2z_{2\max} = 0,5 \text{ мм}$$

Припуск на шліфування

$$2z_{3\min} = 2(Rz_2 + h_2 + \rho_2)$$

де Rz_2 – висота нерівності профілю на попередньому переході – чистове точіння;

$$Rz_2 = 25$$

[12] с. 188 т. 25

h_2 – глибина дефектного шару на попередньому переході – чистове точіння;

$$h_2 = 25$$

[8] с. 188 т. 25

ρ_2 – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході – чистове точіння;

$$\rho_2 = 0,04\rho_0 = 0,04 * 589 = 23 \text{ мкм}$$

$$2z_{3\min} = 2(25 + 25 + 23) = 146 \text{ мкм}$$

$$2z_{3\min} = 0,15 \text{ мм}$$

$$2z_{3\max} = 2z_{3\min} + Td_2 - Td_3$$

де Td_2 – допуск на попередньому переході чистове точіння;

Td_3 – допуск на даному переході – шліфування;

$$2z_{3\max} = 146 + 62 - 16 = 192 \text{ мкм}$$

$$2z_{3\max} = 0,2 \text{ мм}$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжопераційні розміри

Таблиця 3.5.

Розрахунковий розмір	Позначення	Числове значення, мм
Розмір креслення	$d_{кр}$	$\varnothing 35k6^{+0,018}_{+0,002}$
Вихідний розмір	$d_{вих}$	35,002
Припуск на шліфування	$2z_{3max}$	0,2
Діаметр після чистового точіння	d_2	$35,2_{-0,062}$
$d_2 = d_{вих} - 2Z_{3max} = 35,002 + 0,2 = 35,202$ мм		
Припуск на чорнове точіння	$2z_{2max}$	0,5
Діаметр після чорнового точіння	d_1	$35,7_{-0,25}$
$d_1 = d_2 - 2z_{2max} = 35,2 + 0,5 = 35,7$ мм		
Припуск на чорнове точіння	$2z_{1max}$	3,6
Розрахунковий діаметр заготовки	$d_{розх.}$	39,3
$d_{розх.} = d_1 - 2z_{1max} = 35,7 + 3,6 = 39,3$ мм		
Прийнятий діаметр заготовки	d_0	$40^{+1,3}_{-0,7}$

Табличний вибір припусків

Таблиця 3.6.

Найменування переходу	Точність	Шорсткість	Відхилення, мм	Припуск, мм	Кінцевий розмір, мм	Література
1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing 52h14$ Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	$+1,5_{-0,7}$	$2(2,8+0,2)=6$	$58^{+1,5}_{-0,7}$	с.147
Чорнове точіння	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 1,2	4	$54_{-1,2}$	с.113
Чистове точіння	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0, 74	2	$52_{-0,74}$	с.113
$\varnothing 78h14$ Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	$+1,5_{-0,7}$	$2(2,8+0,2)=6$	$84^{+1,5}_{-0,7}$	с.147
Чорнове точіння	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 1,2	4	$80_{-1,2}$	с.113
Чистове точіння	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0, 74	2	$78_{-0,74}$	с.113

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7
Ø45h14 Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,3 -0,7	2(2,6+0,4)=6	$51^{+1,3}_{-0,7}$	с.147
Чорнове точіння	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 1,0	4	$47^{-1,0}$	с.113
Чистове точіння	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0, 62	2	$45^{-0,62}$	с.113
Ø30h14 Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,3 -0,7	2(2,6+0,4)=6	$36^{+1,3}_{-0,7}$	с.147
Чорнове точіння	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 0,84	4	$32^{-0,84}$	с.113
Чистове точіння	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0, 52	2	$30^{-0,52}$	с.113
Торці l = 40h14 Ra						
10	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,7 -0,9	2(3,2+0,3)=7	$215^{+1,7}_{-0,9}$	с.147
Заготовка	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 1,15	7	$208^{-1,15}$	с.79
Фрезерування						
l = 37,5h14 Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,3 -0,7	2,6 + 0,4 = 3	$40,5^{+1,3}_{-0,7}$	с.147
Чорнова підрізка	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 1,0	2	$38,5^{-1,0}$	с.40
Чистове підрізка	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0,62	1	$37,5^{-0,62}$	с.79
l = 7,5h14 Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,3 -0,7	2,6 + 0,4 = 3	$10,5^{+1,3}_{-0,7}$	с.147
Чорнова підрізка	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 0,58	2	$8,5^{-0,58}$	с.40
Чистове підрізка	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0,36	1	$7,5^{-0,36}$	с.79
l = 108h1 Ra = 6,3 мкм						
Заготовка	2 гр.	$\sqrt{Rz\ 200}$	+1,5 -0,7	2,6 + 0,4 = 3	$111^{+1,5}_{-0,7}$	с.147
Чорнова підрізка	h15	$\sqrt{Ra\ 12,5}$	- 1,4	2	$109^{-1,4}$	с.40
Чистове підрізка	h14	$\sqrt{Ra\ 6,3}$	- 0,87	1	$108^{-0,87}$	с.79

3.7. Розрахунок режимів різання

Аналітичний розрахунок режимів різання на зубошліфувальну операцію.

Операція виконується на зубошліфувальному верстаті моделі 58K70В.

Шліфуються зуб'я модулем $m = 3,5$ мм, $z = 21$. Припуск на сторону $h = 0,16$ мм. Параметр шорсткості $Ra = 0,8$ мкм.

Матеріал заготовки – Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015, $G_B = 980$ МПа;

Необхідно:

- вибрати шліфувальний круг;
- назначити режими різання;
- визначити основний час.

1. Вибираємо шліфувальний круг і встановлюємо його характеристики.

По нормативам [10]с. 292 карта 35 установлюємо характеристику круга 44A25CM2K8. На зубошліфувальних верстатах працюючих методом обкатки приймають тарілчасті круги типу 4Т. Приймаємо клас круга – А. Вказуємо допустиму окружну швидкість круга 35 м/с. На верстаті моделі 58K70В діаметр шліфувального круга $D_{кр} = 100$ мм

Маркірування повної характеристики круга: 4Т44A25CM2K8А; 35 м/с
 $D_{кр} = 100$ мм.

2. Назначаємо режими різання.

2.1. Визначаємо число проходів

В залежності від припуску визначаємо число проходів шліфувального круга

$$i = 3 \text{ [10]с. 300 карта 37 лист 1}$$

2.2. Визначаємо глибину шліфування

Знаходимо глибину шліфування по ділильній окружності:

$$t_1 = 0,1 \text{ мм}; t_2 = 0,04 \text{ мм}; t_3 = 0,02 \text{ мм [10]с. 301 карта 37}$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Призначаємо подачу

Визначаємо подачу на один обкат

$$S_{o_1} = 4,7 \text{ мм/об}; S_{o_2} = 4,7 \text{ мм/об}; S_{o_3} = 1,33 \text{ мм/об}; [10]\text{с. 301 карта 37}$$

2.4. По нормативам [10]с. 302 карта 37 лист 2 знаходимо число обкатів:

$$n_{об} = 125 \text{ об/мин}$$

2.5. Визначаємо швидкість руху заготовки

$$V_з = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{об}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72,861 \cdot 125}{1000} = 50,6 \text{ м/хв} \approx 0,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.6. Знаходжу довжину перебігу

По карті [10]с. 303 карта 37 визначаємо довжину перебігу на дві сторони:

$$y = 80 \text{ мм}$$

2.7. Довжина робочого ходу

$$B_{р.х} = B + y = 34 + 80 = 114 \text{ мм}$$

де B - довжина зуба, B = 34 мм.

2.8. Час на розподіл для обробки наступного зуба

$$\tau_z = 0,03 \text{ хв}$$

3. Визначаємо основний час

$$T_o = \left[\frac{B_{р.х}}{n_{об}} \left(\frac{1}{S_{o_1}} + \frac{2}{S_{o_2}} + \frac{2}{S_{o_3}} \right) + \tau_z(1 + 4) \right] \cdot z, \text{ хв}$$

$$T_o = \left[\frac{114}{125} \left(\frac{1}{4,7} + \frac{2}{4,7} + \frac{2}{1,33} \right) + 0,02(1 + 4) \right] \cdot 21 = 42,8 \text{ хв}$$

3.8. Технічне нормування

Аналітичний розрахунок норм часу на зубошліфувальну операцію.

Норма штучного часу на операцію визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{від}, \text{ хв}$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_0 – основний час, $T_0 = 42,8$ хв;

T_d – допоміжний час, вибирається по нормативах і встановлюється на наступні позиції:

$$T_d = T_{d.y} + T_{d.op} + T_{d.vim} \text{ (хв)}$$

$T_{d.y}$ – час, на установку і зняття деталі.

Вибирається по нормативах в залежності від типу пристрою в якому закріплюється заготовка і вага заготовки, хв;

$$T_{d.y} = 0,16 \text{ хв [11] с.38}$$

$T_{d.op}$ – час, зв'язаний з операцією.

Вибирається по нормативах в залежності від виду операції або на перехід, хв;

$$T_{d.op} = 1,6 \text{ хв [11] с.198}$$

$T_{d.vim}$ - час на контрольне вимірювання деталі, хв.

$$T_{d.vim} = 0,16 \text{ хв [11] с.198}$$

$$T_d = 0,16 + 1,6 + 0,16 = 1,92 \text{ хв}$$

Оперативний час

$$T_{op} = T_0 + T_d = 42,8 + 1,92 = 44,72 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця встановлюється в процентах від оперативного часу

$$T_{обс} = T_{op} \cdot \frac{a_{обс}}{100} = 44,72 \cdot \frac{9}{100} = 4,02 \text{ хв}$$

$$a_{обс} = 9\% \text{ [11] с. 175}$$

Час на відпочинок і індивідуальні потреби встановлюється в процентах від оперативного часу

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{від}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{a_{\text{від}}}{100} = 44,72 \cdot 4 = 1,79 \text{ хв}$$

$$a_{\text{від}} = 4\% \text{ [11] с. 203}$$

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = 42,8 + 1,92 + 4,02 + 1,79 = 50,5 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз}_1} + T_{\text{пз}_2} \text{ хв}$$

$T_{\text{пз}_1}$ – підготовчо-заключний час, який визначається на отримання наряду, креслення технологічної документації, програмо носія, ріжучого і допоміжного інструментів, контрольного та вимірювальних інструментів, отримання пристроїв, заготовок до початку роботи і здачі після закінчення обробки партії деталі, хв.

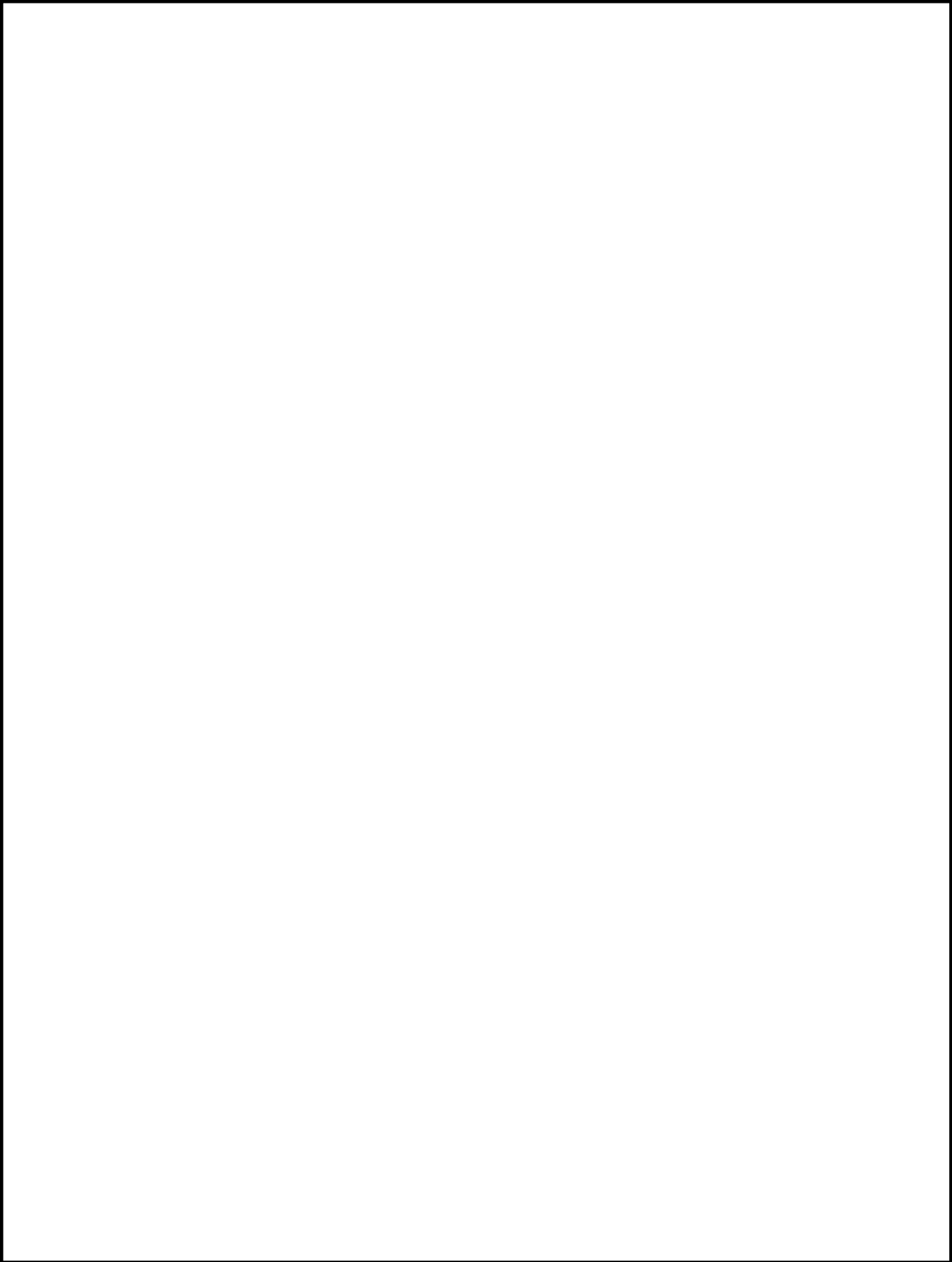
$$T_{\text{пз}_1} = 5 \text{ хв [11] с. 175}$$

$T_{\text{пз}_2}$ – підготовчо-заключний час, який визначається на наладку верстата, інструменту та пристрій, хв.

$$T_{\text{пз}_2} = 29 \text{ хв [11] с. 175}$$

$$T_{\text{пз}} = 5 + 29 = 34 \text{ хв.}$$

					6261м.18.МР.08.03.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.18.МР.08.04.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторський розділ		
Розробив		Хань Лянлянь					
Перевірів		Новошицький А.В.					
Н. Контр.		Боду С.Ж.					
Затвердив		Ткач М.Р.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						60	11
					НУК		

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Пристосування вибираються в залежності від типу виробництва. У масовому і багатосерійному виробництві в основному застосовуються спеціальні пристосування. В умовах серійного виробництва застосовуються агрегатовані пристосування. У дрібносерійному виробництві широко поширені універсальні пристосування.

Проектування пристроїв знаходиться в залежності не тільки від типу виробництва, а й від технологічного процесу виготовлення деталі, що забезпечує на виробництві тісний зв'язок між технологом і конструктором.

4.1. Розрахунок і проектування ріжучого інструмента (фасонного призматичного різця)

Розрахувати та сконструювати фасонний призматичний різець для обточування канавки в деталі вал-шестерня виготовленої зі сталі 40Х с $\sigma_B = 980$ МПа.

1. Передній і задній кути різця

Залежно від матеріалу заготовки і його механічних властивостей вибираємо значення переднього і заднього кутів різця:

$$\alpha = 12^\circ; \gamma = 20^\circ \text{ табл. 1 с. 4 [12]}$$

2. Розміри допоміжних ріжучих кромek під відрізок та підрізок

Приймаємо $b_1 = 1$ мм; $b = 6,5$ мм; $c = 0$; $a = 2$ мм; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\varphi_\phi = 45^\circ$

3. Загальна ширина різця вздовж вісі заготовки

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

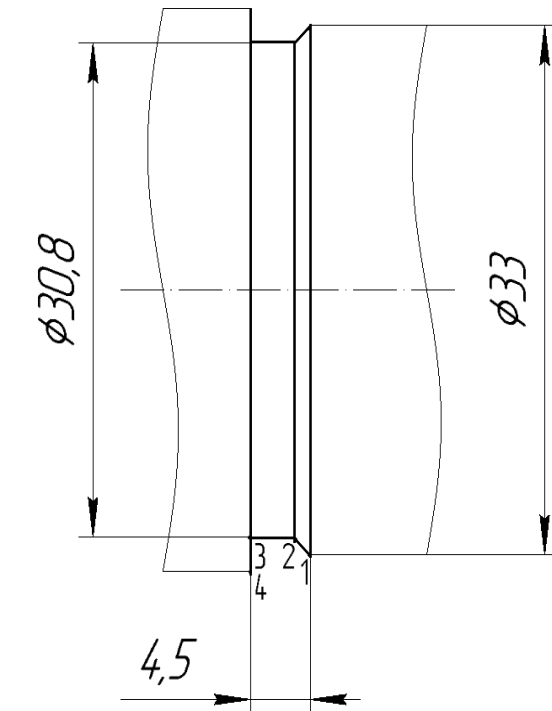


Рис. 4.1. Загальна ширина різця

$$L_p = l_d + a + c + b + b_1 = 4,5 + 2 + 0 + 6,5 + 1 = 14 \text{ мм}$$

4. Найбільша глибина профілю деталі

$$t_{max} = 6 \text{ мм табл. 5 с. 20 [12]}$$

5. Конструктивні і габаритні розміри різця для найбільшої глибини профілю

Вибираємо по нормативам табл. 5 с. 20 [12]

$$B = 14 \text{ мм;}$$

$$M = 29,46 \text{ мм;}$$

$$d = 6 \text{ мм}$$

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

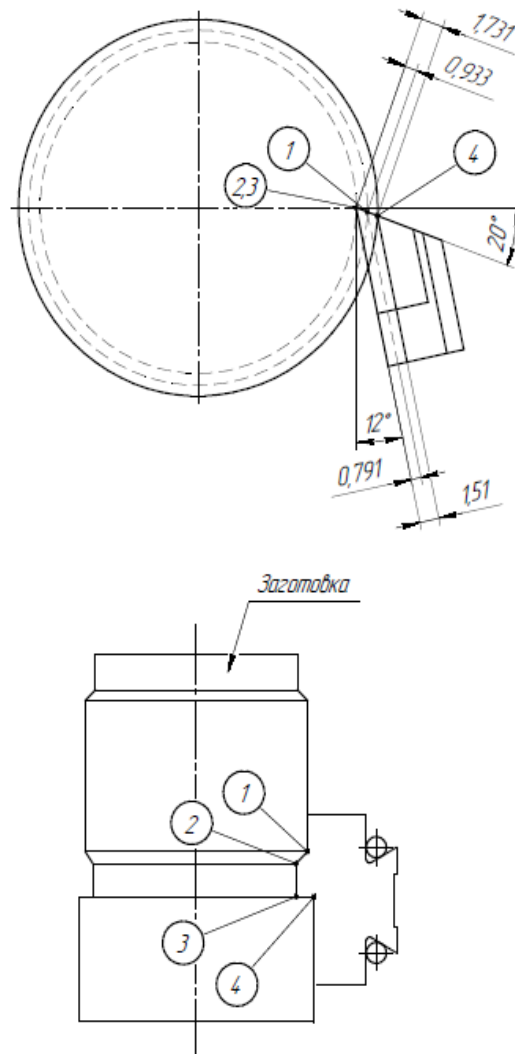


Рис. 4.2. Загальний вигляд різця

Інші конструктивні розміри вказуються на робочому кресленні деталі.

$$\varepsilon_1 = \alpha + \gamma = 12^\circ + 20^\circ = 32^\circ$$

$$\cos \varepsilon_1 = \cos 32^\circ = 0,8481 \text{ мм}$$

$$C_{1-4} = t_{max} \cdot \cos \varepsilon_1 = 2,2 \cdot 0,8481 = 1,781 \text{ мм}$$

$$C_{1-2} = t_{max} \cdot \cos \varepsilon_1 = 1,1 \cdot 0,8481 = 0,933 \text{ мм}$$

$$P_{1-4} = C_{1-4} \cdot \cos \varepsilon_1 = 1,781 \cdot 0,8481 = 1,51 \text{ мм}$$

$$P_{1-2} = C_{1-2} \cdot \cos \varepsilon_1 = 0,933 \cdot 0,8481 = 0,791 \text{ мм}$$

6. Розрахунок елементів кріплення різця

Діаметр посадочного отвору під оправку

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Діаметр посадочного отвору d під оправку визначаю з умов достатньої міцності і жорсткості оправки.

$$d = 1,24 L_d^{0,33} P_z^{0,38}$$

Сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_{Pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_d^n \cdot K_{Pz} \text{ (Н)}$$

Вибираємо поправний коефіцієнт та показники степенів [13] с.273 т.22

$$C_{Pz} = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15$$

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot \frac{1}{82,6^{0,15}} \cdot 1,22 = 438 \text{ Н} = 43,8 \text{ кгс}$$

7. Виконуємо робоче креслення деталі

4.2. Проектування контрольно-вимірювального пристосування

Контрольне пристосування призначене для контролю товщини зуба по ділильному діаметру. Пристрій складається з основи 1, на якій закріплені дві опори 2 і 3. У опорі 3 закріплений нерухомий центр 4, а в опорі 2 - регульований, який фіксується ручкою 14, за рахунок чого відбувається підтиск і віджимання деталі. Корпус складається з двох призм з'єднаних поперечиною, державки, важеля, втулки і гвинта.

Перед контролем пристосування налаштовують за зразком. За точного значення розміру еталона, виміряного з точністю до 0,0005 мм, стрілку індикатора встановлюють таким чином, щоб нульове показання відповідало номінальним розміром контрольованої деталі.

Для вимірювання необхідно встановити пристосування на вал таким чином, щоб кульки були на бічних поверхнях зуба. Для настройки пристосування служить гвинт. Товщина зуба шліців визначається за показаннями індикатора.

Точність показань контрольно-вимірювальних пристроїв визначається сумарною похибкою, складовими якої є систематичні та випадкові похибки.

Сумарну похибку вимірювання пристрою визначають за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{yc} + \Delta_{\Pi} + \Delta_{ум} + \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_{yc}^2 + \Delta_3^2 + \Delta_B^2 + \Delta_{ум}^2 + \Delta_M^2}$$

Δ_{yc} – похибка виготовлення установчих елементів і їх розташування на корпусі пристосування. Похибка виготовлення установчих елементів пристосування не впливає на процес вимірювання, тому $\Delta_{yc} = 0$. Установчі елементи, що утворюють роликову призму, нерухомі, тому ексцентриситет $\varepsilon = 0$, а похибка базування $\Delta_6 = 0$.

Δ_{Π} – систематична похибка, через неточності виготовлення передаточних елементів.

У пристосуванні вимірювання проводяться безпосередньо індикаторними головками без передаточних пристроїв $\Delta_{\Pi} = 0$.

Показуючим приладом в контрольному пристосуванні є індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм.

Похибка методу вимірювання $\Delta_M = 0,01$ мм.

$\Delta_{ум}$ – похибка, що враховує відхилення установчих розмірів від номінальних. Дане пристосування працює без установчих заходів, тому

$$\Delta_{ум} = 0;$$

Δ_3 – похибка закріплення, $\Delta_3 = 0$;

Δ_B – похибка зміщення вимірювальної бази деталі. В даному пристосуванні при контролі не відбудеться зміщення вимірювальної бази деталі від заданого положення, тому що контролер притискає деталь до установчого елемента.

$$\Delta_{\Sigma} = 0 + 0 + 0 + \sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,01^2} = 0,01$$

Похибка менша допуску контрольного параметра деталі, що повністю задовольняє вимогам точності вимірювального пристрою.

Умова виконується, отже сконструйоване пристосування забезпечить задану точність вимірювання.

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Проектування верстатного пристосування

4.3.1. Опис роботи пристосування

Для фрезерування торців на фрезерний верстатах цілісно в якості пристосування використовувати пневмолещата.

Лещата відносять до групи універсальних пристроїв, які допускають переналагодження. Пристосування використовується для закріплення оброблюємої деталі на операції 010 фрезерно-центрувальної.

Закріплення заготовки проводиться таким чином: за допомогою болтів 19 кінці П-образної рухомою губки 2 з'єднуються з планкою. Регульована губка 16 може бути встановлена в необхідне положення гвинтом 8. При затисканні заготовки шток пневматичної камери за допомогою важеля 4, штовхачу 3 и вкладишу переміщує рухому губку. Зворотній рух губки здійснюється за допомогою пружини 9.

Пневматичні верстатні поворотні лещата сприяють розвитку більшого зусилля, ніж ручні, однак на ринку з'явилася гідравлічна конструкція, яка є найефективнішою.

Зусилля затиску, що розвивається затискним пристроєм пристосування повинно бути більше, ніж зусилля різання, яке виникає при обробці.

4.3.2. Розрахунок зусилля закріплення деталі

1. Визначаємо силу різання при фрезеруванні

$$P_z = \frac{10C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S_z^{y_{pz}} \cdot B^{u_{pz}} \cdot Z}{D^{q_{pz}} n^{w_{pz}}} \cdot K_{pz}, \text{кГс}$$

де C_{pz} - коефіцієнт, що характеризує опрацьований матеріал та інші умови;

Z - число зубів фрези;

t - глибина різання, мм;

S - подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерування, мм;

$q_{pz}, u_{pz}, x_{pz}, y_{pz}$ – показники ступеня;

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

D – зовнішній діаметр фрези, мм;

n – частота обертання, об/хв.

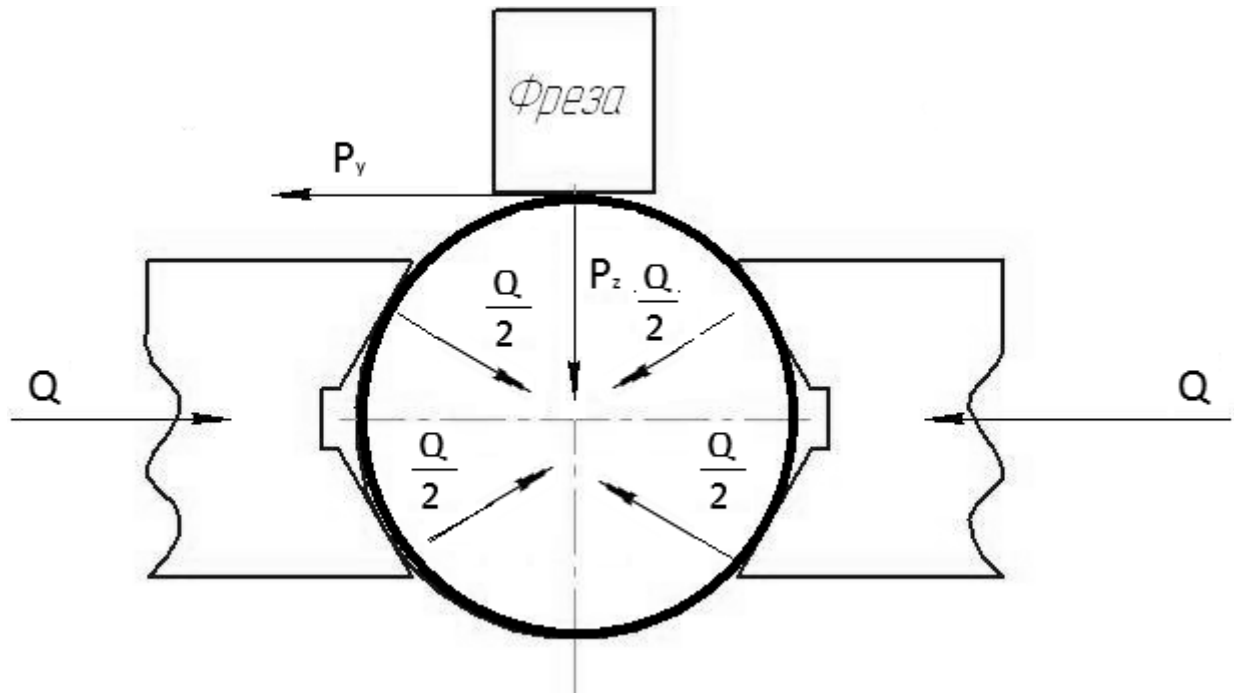


Рис. 4.3. Схема складових сили різання

Вибираємо поправний коефіцієнт та показники степенів ([8] с.445 т.39):

$$C_{P_z} = 825; x_{P_z} = 1; y_{P_z} = 0,75; u_{P_z} = 1,1; q_{P_z} = 1,3; w_{P_z} = 0,2.$$

K_{P_z} - загальний поправочний коефіцієнт.

$$K_{P_z} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 89^{1,1} \cdot 12}{125^{1,3} \cdot 388^{0,2}} \cdot 1,22 = 46,7 \text{ кГс} = 467 \text{ Н}$$

2. Визначаємо зусилля затиску заготовки в пристосуванні

При обчисленні сили затиску W для забезпечення надійного закріплення вводиться коефіцієнт запасу, який враховує нестабільність силових впливів на заготовку.

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} - P_y \cdot f_2}{f_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + f_2}, \text{ кГс}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м.18.МР.08.04.ПЗ

Арк.

67

де K – коефіцієнт запасу, $K = 1,5 \dots 2$

Приймаємо $K = 1,8$.

f_1 – коефіцієнт тертя при контакті заготовки з установчим елементом,
 $f_1 = 0,2$;

f_2 – коефіцієнт тертя при оброблюваній поверхні і поверхнями призми,
 $f_2 = 0,18$;

P_y – радіальна складова сили різання, кГс;

$$P_y = 0,5P_z = 0,5 \cdot 467 = 234 \text{ Н}$$

$$W = \frac{1,8 \cdot 467 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} - 234 \cdot 0,18}{0,2 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} + 0,18} = 1723 \text{ Н}$$

3. Визначаємо коефіцієнт надійності закріплення

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

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

$K_1 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваній поверхні заготовки;

$K_2 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зміну сил різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує мінливість затискного зусилля;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у ручних затискачів;

$K_6 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

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

. Розрахунок вихідного зусилля

$$Q = \frac{W}{\eta}$$

де $\eta = 0,85$ – ККД силового пневмоприводу.

$$Q = \frac{1723}{0,85} = 2027 \text{ Н}$$

4.3.3. Розрахунок пневматичного приводу

1. Діаметр пневмоциліндру

$$D_{\text{ц}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q + q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}$$

де $p = 0,4$ - тиск повітря в пневмосистемі, МПа;

Q – вихідне зусилля, Н;

$q = 45$ – опір поворотної пружини, Н;

$$D_{\text{ц}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2027 + 45}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 88 \text{ мм}$$

За ГОСТ 15608-81 діаметр пневмоциліндру $D_{\text{ц}}$ приймається рівним 125мм, діаметр штока d рівним 32мм.

2. Тягуча сила

$$Q_{\text{шт}} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta - q$$

д

е d – діаметр штоку, мм;

$$Q_{\text{шт}} = \frac{3,14}{4} \cdot (125^2 - 32^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 - 45 = 3852 \text{ Н}$$

$D_{\text{ц}}$ – діаметр пневмоциліндру, мм,

За ГОСТ 15608-81 тягуча сила $Q_{\text{шт}}$ приймається рівною 4000 Н.

Визначаємо потрібну силу на штоці для пневмокамери односторонньої дії:

$$Q_q = 0,58 \cdot D_q^2 \cdot p \cdot \eta - q = 0,58 \cdot 175^2 \cdot 0,4 \cdot 0,95 - 50 = 6700 \text{ Н}$$

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Перевірка діаметру штоку на міцність і стійкість

$$d \geq 1,13 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{шт}}}{[\sigma]}}$$

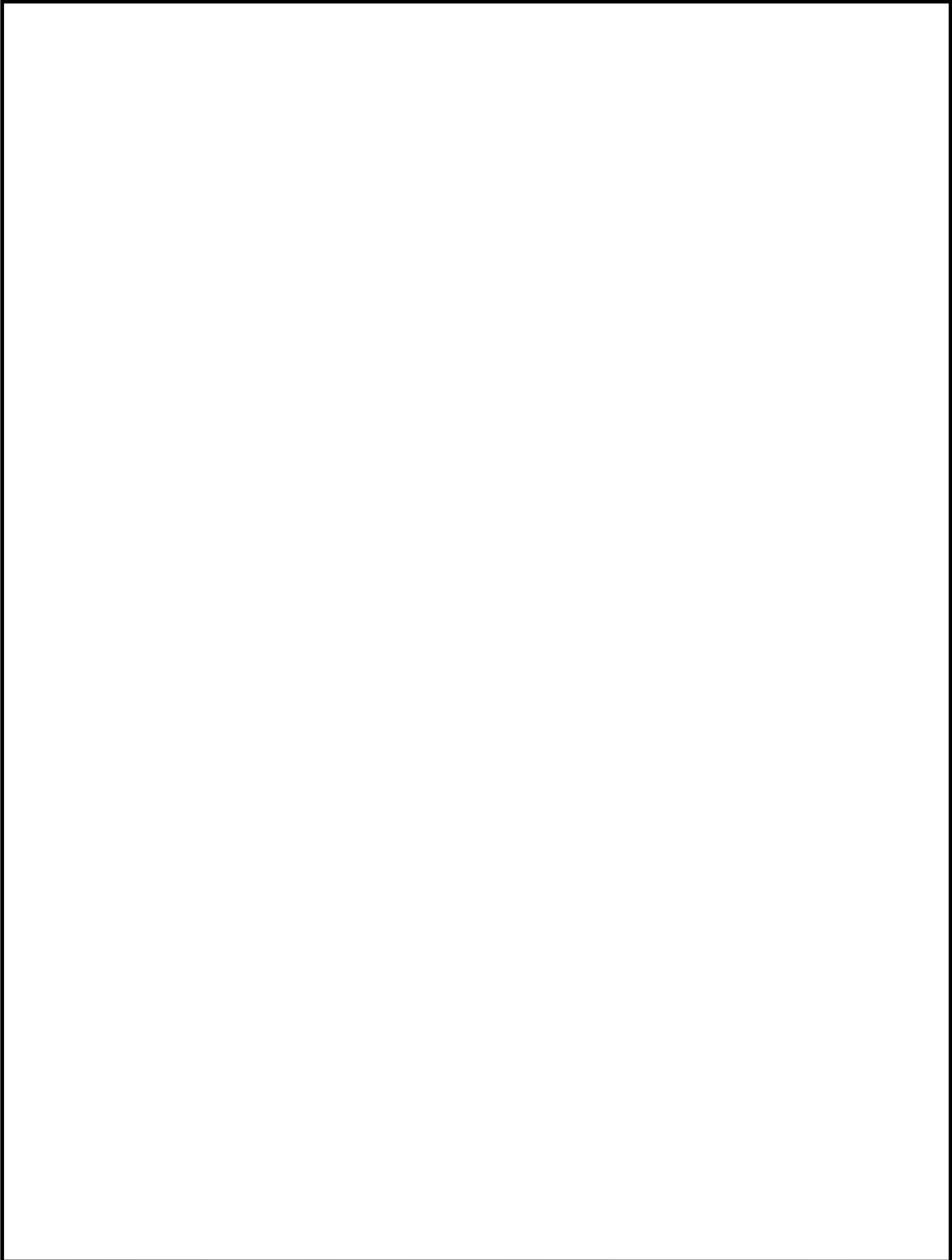
де $[\sigma] = 340$ – допустима напруга матеріалу штока на розтягнення (стиснення), МПа.

$$d \geq 1,13 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{4000}{340}} = 31$$

$$32 \geq 30$$

Діаметр штока d задовольняє умові міцності і стійкості, так як діаметр штока більше мінімально можливого діаметра штока.

					6261м.18.МР.08.04.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					6261м.18.МР.08.05.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Хань Лянлянь			Проектування дільниці цеху		Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевірів		Новошицький А.В.							71	24
							НУК			
Н. Контр.		Боду С.Ж.								
Затвердив		Ткач М.Р.								

5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ЦЕХУ

5.1 Коротка характеристика ділянки механічного цеху

Виробничий процес виготовлення і ремонту виробів розділяється на заготівельну, обробну і складальну фази. Обробну фазу здійснюють головним чином механічні цехи.

Механічна обробка займає значну питому вагу в трудомісткості виготовлення і ремонту виробів.

Структура, розміри механічного цеху залежать від роду виготовлених виробів (конструкції), маси, масштабу їх випуску, типу виробництва, особливостей технологічного процесу та обладнання.

Цех - сукупність виробничих ділянок. Це основна виробнича одиниця машинобудівного підприємства, відособлена в адміністративному і територіальному відношенні. Цехи спеціалізуються на виробленні якої - небудь продукції або виконанні певних робіт. За роллю у виробничому процесі цеху підрозділяють на основні, допоміжні, обслуговуючі, підсобні та побічні.

У даній роботі розглядається розрахунок ділянки цеху, призначеної для виробництва деталі "Вал-шестерня конічна" об'ємом 15000 штук на рік. Вона має двох змінний режим роботи. Деталь виготовлена за матеріалу сталь 40Х. Маса деталі дорівнює 1,7 кг, маса заготовки 2,7 кг. Верстати на ділянці розташовані за ходом технологічного процесу, що зменшує час на передавання деталей від верстата до верстата, з урахуванням норм на розташування верстатів відносно інших верстатів, проїзної частини, стін, тощо. Виходячи з програми річного випуску, маси деталі та розташування верстатів можна віднести виробництво до серійного.

Вихідні дані для проектування ділянки цеху

Найменування деталі – Вал-шестерня конічна

Марка матеріалу - Сталь 40Х

Маса деталі – 1,7 кг

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса заготовки - 2,7 кг

Річна програма - 15000 шт

Режим роботи – 2 зміни

Тип виробництва – серійний

Маршрутно-технологічний процес обробки заготівко-деталі

Таблиця 5.1

№	Найменування операції	Найменування та модель обладнання	Розряд робочого	$T_{шт}, хв$	$T_{ПЗ}, хв$
010	Фрезерно-центрувальна	МР-71	2	1,14	15
015	Токарно-гвинторізна	16K20	2	4,5	27
020	Токарна з ЧПК	16K20Ф3с32	3	4,4	33,3
025	Різьбофрезерна	5Б63	2	1,78	26
030	Круглошліфувальна	3М131	3	2,64	17
040	Зубостругальна	5С268	3	2,35	41
045	Шліцефрезерна	53А50	2	2,46	33
055	Зубошліфувальна	58к70В	3	50,5	34
Разом		-	-	69,77	226,3

5.2 Визначення і розрахунки партії запуску деталей

Партія запуску – це кількість деталей, що знаходиться в процесі обробки одночасно. Мінімальний розмір партії деталі визначається за формулою:

$$n_{min} = \frac{\sum T_{ПЗ}}{\sum T_{шт} \cdot \alpha}$$

де $\sum T_{шт}$ – сума штучного часу по усім операціям;

$\sum T_{ПЗ}$ - сума підготовчо-заключного часу по усім операціям;

α – коефіцієнт, що враховує співвідношення підготовчо-заключного і штучного часу ($\alpha = 0,03 \dots 0,07$).

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

$$n_{min} = \frac{226,3}{69,77 \cdot 0,035} = 92 \text{ шт}$$

Приймаємо $n_{min} = 100$ шт

Визначимо кількість запусків протягом року:

$$K_{к.з.} = \frac{N}{n_{min}}, \text{ запусків на рік.}$$

де N – річна програма в шт.;

$$K_{к.з.} = \frac{15000}{100} = 150 \text{ запусків на рік}$$

5.3 Розрахунок штучно – калькуляційного часу виготовлення деталі

Штучно – калькуляційний час розраховують для визначення потрібної кількості обладнання, чисельності основних працюючих на ділянці цеху, а також для розрахунку заробітної плати основних робітників:

Норму штучно-калькуляційного часу визначимо за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ год.}$$

де, $T_{п.з.}$ – норматив підготовчо-заключного часу на настройку обладнання та встановлення пристосування, час на встановлення інструменту, час на отримання інструменту до початку роботи та його здачі після закінчення;
 n – кількість деталей в партії, $n = 100$ шт.

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок штучно – калькуляційного часу по операціям

Таблиця 5.2

Найменування операції	Розрахунок, хв.
Фрезерно-центрувальна	$t_{шт.к.} = 1,14 + 15/100 = 1,29$
Токарно-гвинторізна	$t_{шт.к.} = 4,5 + 27/100 = 4,77$
Токарна з ЧПК	$t_{шт.к.} = 4,4 + 33,3/100 = 4,733$
Різьбофрезерна	$t_{шт.к.} = 1,78 + 26/100 = 2,04$
Круглошліфувальна	$t_{шт.к.} = 2,64 + 17/100 = 2,81$
Зубостругальна	$t_{шт.к.} = 2,35 + 41/100 = 2,76$
Шліцефрезерна	$t_{шт.к.} = 2,46 + 33/100 = 2,79$
Зубошліфувальна	$t_{шт.к.} = 50,5 + 34/100 = 50,84$

Штучно-калькуляційний час виготовленні деталі

Таблиця 5.3

№	Найменування операції	$T_{шт}, \text{хв}$	$T_{пз}, \text{хв}$	Розмір партії, шт	$T_{шт.к}$	
					хв	год
010	Фрезерно-центрувальна	1,14	15	100	1,29	0,02
015	Токарно-гвинторізна	4,5	27		4,77	0,08
020	Токарна з ЧПК	4,4	33,3		4,733	0,08
025	Різьбофрезерна	1,78	26		2,04	0,03
030	Круглошліфувальна	2,64	17		2,81	0,05
040	Зубостругальна	2,35	41		2,76	0,05
045	Шліцефрезерна	2,46	33		2,79	0,05
055	Зубошліфувальна	50,5	34		50,84	0,85
Разом		69,77	226,3	-	71,251	1,22

5.4 Визначення фонду часу роботи обладнання

Режим роботи дільниці характеризується різноманітними показниками, такими як:

1. Перервним чи без зупинним виробництвом.
2. Тривалістю робочої зміни $T_{зм}$
3. Числом робочих днів D_p
4. Числом святкових і вихідних днів $D_{св}$
5. Числом змін у добу h

Є декілька видів фонду часу роботи обладнання:

- календарний.
- номінальний.
- ефективний (дійсний).

1. Календарний фонд часу роботи розраховується за наступною формулою

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

де, D_k – кількість календарних днів на рік.

2. Номінальний фонд часу роботи устаткування – це кількість робочих днів на рік, відповідно прийнятого режиму роботи без урахування планових втрат часу на ремонт обладнання, розраховується:

$$\Phi_n = D_p \cdot T_{зм} \cdot h - 1 \cdot D_{св}, \text{ год.}$$

де, D_p – число робочих днів у році.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

h – кількість змін (змінність).;

$D_{св}$ – кількість передсвяткових днів, що скорочуються на одну годину.

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 \cdot 2 - 1 \cdot 5 = 4011 \text{ год}$$

3. Ефективний річний фонд часу роботи одного верстата при п'ятиденному робочому тижні двох-змінною роботою розраховується за формулою:

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_e = [(D_p - D_{в.д.}) \cdot \text{Ч}_д - D_{п.с.д.} \cdot 1] \cdot Z_p \cdot K_p, \text{ год.}$$

де, D_p , $D_{в.д.}$, $D_{с.д.}$, $D_{п.с.д.}$ – відповідно кількість днів в одному році, вихідних (суботи та неділі), святкових та передсвяткових днів (тривалість робочого дня менше на 1 год.);

$\text{Ч}_д$ – кількість годин робочого дня;

Z_p – кількість змін роботи обладнання, $Z_p = 2$;

K_p – коефіцієнт, який враховує час перебування верстата у ремонті.

Верстати, що використовуються на дільниці, де виготовляється деталь мають масу до 10 т. Отже втрати часу на ремонт для не автоматизованих металорізальних верстатів становитимуть 1,9%, а для верстатів з ЧПУ – 4,7 %. Тоді ефективний фонд часу для першого і другого випадків становитиме відповідно:

$$\Phi_e = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 2 \cdot 0.981 = 3930 \text{ год}$$

$$\Phi_e = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 2 \cdot 0.953 = 3818 \text{ год}$$

5.5 Розрахунок потрібної кількості обладнання дільниці

До основного виробничого обладнання механічного цеху відносять обладнання, що виконує технологічні операції по обробці деталі та вузлів у механічному цеху, це металорізальні верстати при розробці технічного проекту цехів серійного виробництва визначення потрібної кількості обладнання ведеться точним методом, тобто на основі розрахунку річної трудомісткості обробки всіх деталей закріплених за даним типом виробництва та дійсного фонду часу роботи обладнання.

Потрібна кількість обладнання визначається за формулою:

$$C_p = \frac{T_{т.р.}}{\Phi_e \cdot K_{в.н.}}$$

де Φ_e – ефективний річний фонд часу роботи обладнання;

$K_{в.н.}$ – коефіцієнт виконання норм часу, для верстатів з ЧПУ $K_{в.н.} = 1$;

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{в.н.}=1.01;$$

для універсальних верстатів $K_{в.н.} = 1.05 \dots 1.2$.

$T_{т.р.}$ – річна трудомісткість виготовлення деталі на даному типі обладнання.

$$T_{т.р.} = \frac{T_{шт.к.} \cdot N}{60}$$

де, T_i – сумарний штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на даному типі обладнання;

N – річний об'єм випуску деталі;

$C_{пп}$ – кількість одиниць обладнання для обробки річної кількості виробів

$$C_{пп} = \sum_{i=1}^n C_p.$$

K_3 – коефіцієнт завантаження даного типу являє собою відношення розрахункового числа одиниць до прийнятого.

$$K_3 = \frac{T_{т.р.}}{C_{пп} \cdot \Phi_e \cdot K_{в.н.}}.$$

Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнт завантаження по типах виконуємо та записуємо в таблицю 5.4.

Робимо розрахунок на верстат МР-71

$$T_{т.р.} = \frac{1,29 \cdot 15000}{60} = 322,5 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{322,5}{3930 \cdot 1,1} = 0,07 \text{ од.}$$

Розрахункову кількість верстатів c_p округлюємо до найближчого цілого числа.

Приймаємо $C_p = 1$ верстат.

$$K_3 = \frac{322,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,07$$

Робимо розрахунок на верстат 16K20

$$T_{т.р.} = \frac{4,77 \cdot 15000}{60} = 1192,5 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{1192,5}{3930 \cdot 1,1} = 0,28 \text{ од.}$$

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{1192,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,28$$

Робимо розрахунок на верстат 16K20Ф3с32

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{4,733 \cdot 15000}{60} = 1183 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{1183}{3818 \cdot 1,0} = 0,31$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{1183}{1 \cdot 3818 \cdot 1,0} = 0,31$$

Робимо розрахунок на верстат 5Б63

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{2,04 \cdot 15000}{60} = 510 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{510}{3930 \cdot 1,1} = 0,12$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{510}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,12$$

Робимо розрахунок на верстат 3М131

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{2,81 \cdot 15000}{60} = 702,5 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{702,5}{3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{702,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

Робимо розрахунок на верстат 5С268

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{2,76 \cdot 15000}{60} = 690 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{690}{3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{690}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

Робимо розрахунок на верстат 53A50

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{2,79 \cdot 15000}{60} = 697,5 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{697,5}{3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_{3i} = \frac{697,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,16$$

Робимо розрахунок на верстат 58K70B

$$T_{\text{т.р.}} = \frac{50,84 \cdot 15000}{60} = 12710 \text{ год}$$

$$C_p = \frac{12710}{3930 \cdot 1,1} = 2,94$$

$C_p = 4$ верстата

$$K_{3i} = \frac{12710}{3 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,74$$

$$C_{\text{ПР}} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 = 11$$

Для підвищення ефективності використання обладнання у випадку, коли значення K_3 менше за нормативне (для обладнання серійного типу виробництва $K_{\text{н.з.}} = 0.85 \dots 0.95$, необхідно передбачити довантаження обладнання виготовленням супутньої продукції (валів, шківів, зубчастих коліс,

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шестерень, втулок тощо). Рекомендується обрати один або два вироби, для яких далі виконуються усі технологічні та планово-економічні розрахунки.

Трудовістість довантаження супутньою продукцією даного типу верстатів окремо на кожній недовантаженій операції розраховується за формулою:

$$T_{\text{дов}} = \Phi_e \cdot K_{\text{в.н.}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot (K_{\text{н.з.}} - K_3)$$

Тоді, для верстата МР-71 трудовістість довантаження складе:

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot (0,92 - 0,07) = 3974,5 \text{ н/год}$$

Розрахункова кількість верстатів даного типу з урахуванням довантаження визначається за виразом:

$$C_p = \frac{T'}{\Phi_e \cdot K_{\text{в.н.}}}, \text{ шт.}$$

де, T' – трудовістість річної програми з урахуванням довантаження, н/год.;

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм часу, $K_{\text{в.н.}} = 1 \dots 1.2$;

Φ_e – ефективний річний фонд виробничого часу обладнання, год.

$$C_p = \frac{322,5 + 3674,5}{3930 \cdot 1.1} = 0,92 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3997}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,92$$

На верстат 16K20

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,88 - 0,28) = 2593,5 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{1192,5 + 2593,5}{3930 \cdot 1.1} = 0,88 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3786}{1 \cdot 3930 \cdot 1.1} = 0,88$$

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На верстат 16K20Φ3с32

$$T_{\text{дов}} = 3818 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot (0,88 - 0,31) = 2176 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{1183 + 2176}{3818 \cdot 1,0} = 0,88 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3359}{1 \cdot 3818 \cdot 1,0} = 0,88$$

На верстат 5Б63

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,89 - 0,12) = 3329 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{510 + 3329}{3930 \cdot 1,1} = 0,89$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3839}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,89$$

На верстат 3M131

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,9 - 0,16) = 3199 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{702,5 + 3199}{3930 \cdot 1,1} = 0,9 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3901,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,9$$

На верстат 5C268

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,9 - 0,16) = 3199 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{690 + 3199}{3930 \cdot 1,1} = 0,9 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3889}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,9$$

На верстат 53A50

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,9 - 0,16) = 3199 \text{ н/год}$$

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_p = \frac{697,5 + 3199}{3930 \cdot 1,1} = 0,9 \text{ шт}$$

$C_p = 1$ верстат

$$K_3 = \frac{3896,5}{1 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,9$$

На верстат 58K70B

$$T_{\text{дов}} = 3930 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (0,85 - 0,74) = 476 \text{ н/год}$$

$$C_p = \frac{12710 + 476}{3930 \cdot 1,1} = 3,05 \text{ шт}$$

$C_p = 4$ верстата

$$K_3 = \frac{13186}{4 \cdot 3930 \cdot 1,1} = 0,76$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання у відсотках при виготовленні заданих деталей розраховується за формулою:

$$K_3^{\text{ср}} = \frac{\sum C_p \times 100}{\sum C_{\text{пр}}}, \%$$

де, $\sum C_p$, $\sum C_{\text{пр}}$ – відповідно розрахункова та прийнята кількість верстатів різних типів на всіх операціях для заданої деталі.

$$K_3^{\text{ср}} = \frac{0,92 + 0,88 + 0,88 + 0,89 + 0,9 + 0,9 + 0,9 + (0,76 \times 4)}{11} \times 100 = 85\%$$

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок необхідної кількості верстатів і їх довантаження

Таблиця 5.4

Найменування обладнання	N	T _{шт.к.}	T _{т.р.}	Довантаження по кооперації	Річний обсяг роботи	K _в	Річний фонд часу роботи обладнання	Розрахункова кількість обладнання	K _з	K _{зср}
MP-71	15000	0,02	322,5	3674,5	3997	1,1	3930	0,07/ 0,92	0,85	0,07/ 0,92
16K20		0,08	1192,5	2593,5	3786	1,0	3818	0,28/ 0,88		
16K20Ф3с32		0,08	1183	2176	3359	1,1	3930	0,31/0,88		
5Б131		0,03	510	3329	3839	1,1	3930	0,12/0,89		
3М131		0,05	702,5	3199	3901,5	1,1	3930	0,16/0,9		
5С268		0,05	690	3199	3889	1,1	3930	0,16/0,9		
53А50		0,05	697,5	3199	3896,5	1,1	3930	0,16/0,9		
58K70В		0,85	12710	476	13186	1,1	3930	0,74/0,85		

5.6 Складання графіку завантаження обладнання

На підставі табл.5.3 будується графік завантаження обладнання

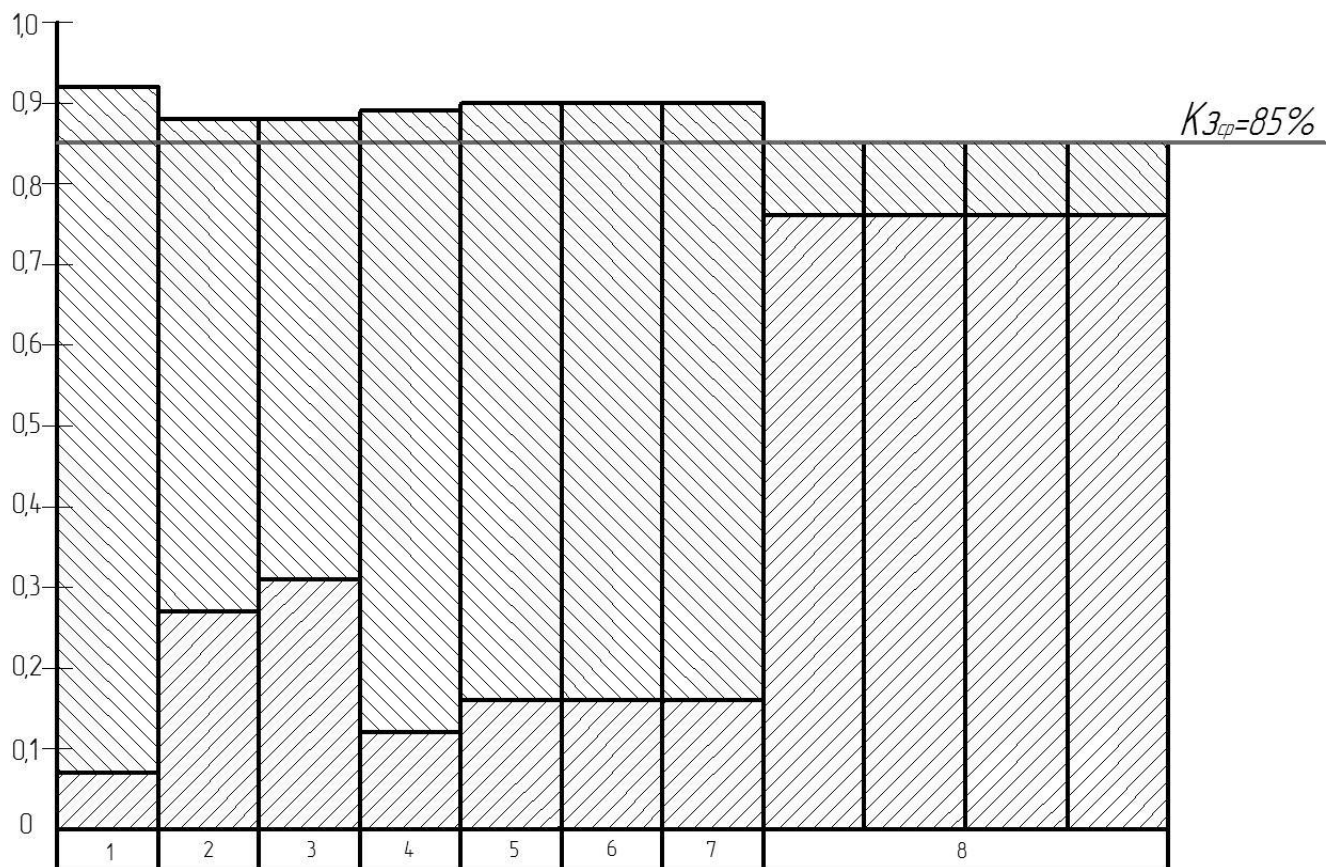


Рис.5.1. Графік завантаження верстатів.

1-8 – верстати

1. Фрезерно-центрувальний МР-71

2. Токарний 16K20

3. Токарний з ЧПК 16K20Ф3с32

4. Різьбофрезерний 5Б63

5. Круглошліфувальний 3М131

6. Зубостругальний 5С268

7. Шліцефрезерний 53А50

8. Зубошліфувальний 58K70В

5.7 Склад кошторису витрат на обладнання

Дані про кількість, модель, габарити, потужність головного двигуна, вартість (з урахуванням транспорту та монтажу) та ремонту, складність обладнання на ділянці занесені до зведеної відомості обладнання (табл. 5.5).

Зведена відомість обладнання

Таблиця 5.5

Обладнання і модель	Кількість	Ремонтна складність		Потужність, кВт	Вартість, грн	Витрати на транспорт і монтаж	Загальна вартість обладнання
MP-71	1	11	8,5	6,7	62557	4379	66936
16K20	1	11	8,5	11	52600	3682	56282
16K20Ф3с32	1	16	21	10	111292	7790	119080
5Б63	1	10	8	3	53000	5600	58600
3М131	1	10	20	10	102000	7140	109140
5С268	1	15	10	4,5	178300	12481	190781
53А50	1	15	7,5	3,6	138500	9695	148195
58К70В	4	10	11,5	3,0/12	430000	30100	460100
Разом	11	-	-	60,8	1128249	93607	1221586

5.8 Розрахунок виробничої площі за питомими нормативами

Виробничу площу ділянки визначають за показником питомої площі, яка припадає на один верстат або одне робоче місце

$$S_d = S_{\text{пит}} \times C_{\text{пр}}, \text{ м}^2.$$

де, $S_{\text{пит}}$ – питомий показник площі на один верстат: для верстатів вагою до 5 т. $S_{\text{пит}} = 10 \dots 15 \text{ м}^2$; до 10 т. – $S_{\text{пит}} = 16 \dots 25 \text{ м}^2$; до 25 т. – $S_{\text{пит}} = 26 \dots 45 \text{ м}^2$; до 120 т. – $S_{\text{пит}} = 50 \dots 150 \text{ м}^2$ на один верстат; для верстаків $S_{\text{пит}} = 10 \text{ м}^2$.

З практичної точки зору на ділянці (в цеху) доцільно розміщувати обладнання різних габаритних розмірів, тому для оцінки потрібної площі зручніше користуватися питомими показниками для механічних ділянок (цехів). Показник питомої загальної площі враховує також допоміжну площу для збереження заготовок між операціями, площу магістральних проїздів тощо:

$$S_{\text{пит.зпг.}} = 1.3 \times S_{\text{пит.д.}}$$

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			86

У даному прикладі:

– питома площа одного дрібного верстата

$$S_{\text{пит.}} = 12 \text{ м}^2$$

– виробнича площа ділянки

$$S_{\text{пит.вир.}} = 12 \times 4 + 20 \times 7 = 188 \text{ м}^2$$

– загальна площа ділянки

$$S_{\text{пит.вир.}} = 1,3 \times 188 = 244,4 \text{ м}^2$$

– об'єм будівлі ділянки

$$V = 244,4 \times 11 = 2688,4 \text{ м}^3$$

Розрахунок висоти цеху.

$$H = k + z + l + s + A + h$$

k – висота найбільш високого верстата, м;

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

l – додатковий (запасний) зазор.

$s = 1000 \text{ мм.}$

$A = 500 \text{ мм.}$

$h = 1300 \text{ мм.}$

$$H = 2250 + 740 + 500 + 1000 + 500 + 1300 = 6290 \text{ мм}$$

Приймаємо висоту цеху 6,3 м.

5.9 Розробка плану розташування обладнання та робочих місць на ділянці

При побудові плану ділянки застосовують такі вимоги:

- Розміщення проходів та проїздів повинно гарантувати безпеку і зручність при переміщенні вантажу та транспортуванні інших приладів. Вантажопотоки не повинні перехрещуватись і не перетинати проходи для проходження людей.

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- На плані повинні бути передбачені місця для майстра, технолога, а також площа для складу заготованок та готових деталей.

Рекомендації: ширина прольоту $B = 12, 18, 24, 30, 36$ м. Довжина діляниці – $18 \dots 50$ м. Шаг колон $6 \dots 12$ м. Ширина проїздів $3 - 4$ м. Ширина пішохідних проходів $1,4$ м.

- При роботі з мостовими кранами або кран – балками обладнання повинно стояти в місцях, де враховані крайні положення гаку крану.

5.10 Розрахунок чисельності працюючих на діляниці

5.10.1 Розрахунок чисельності основних робітників

У механічних цехах (на діляницях) до категорії основних робітників відносяться робітники таких професій: верстатники, оператори верстатів з ЧПУ та наладчики автоматичних ліній, слюсарі механоскладальних робіт. Потрібну кількість основних робітників визначають за кожною професією окремо.

Для діляниць серійного, дрібносерійного та одиничного типів виробництва необхідна кількість основних робітників визначається за формулою [2, 274]:

$$P_{\text{св}} = \frac{T'}{\Phi_{\text{е.р.}} \times K_{\text{в.н.}} \times K_{\text{бв.}}}$$

де, T' – трудомісткість річного обсягу робіт за видами обробки з довантаженням, норм.-год.;

$\Phi_{\text{е.р.}}$ – річний ефективний фонд часу роботи одного робочого, год.;

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм робочими даної операції;

$K_{\text{бв.}}$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування.

Ефективний річний фонд робочого часу верстатника (у год.) за п'ятиденний тиждень можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{е.р.}} = [(D_{\text{р}} - D_{\text{в.д.}} - D_{\text{с.д.}}) \times \text{Ч}_{\text{д}} - D_{\text{п.с.д.}} \times 1] \times K_{\text{в}}$$

де, K_v – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу на відпустку, навчання, виконання державних обов’язків тощо.

В даному прикладі: ефективний фонд часу одного працюючого

$$\Phi_{\text{е.р.}} = [(365 - 104 - 10) \times 8 - 5 \times 1] \times 0.908 = 1819 \text{ год}$$

Тоді чисельність токарів за формулою:

$$P_{\text{шл.}} = \frac{3786}{1819 \times 1.1 \times 1} = 1,89$$

Приймаємо $P_{\text{шл.}} = 2$ чол.

По інших операціях розрахунки здійснюються аналогічно, а результати відображаються у табл.5.6

Розрахунок потрібної кількості основних робітників на
дільниці виготовлення деталі

Таблиця 5.6

Професія	Розряд	Трудомісткість, $T_{\text{заг}}$, н-год	$K_{\text{бв.}}$	$K_{\text{в.н.}}$	$\Phi_{\text{е.р.}}$ Чол.- год	Кількість робітників, чол.	
						P_p	$P_{\text{пр}}$
Фрезерувальник	2	3997	1	1,1	1819	1,89	2
Токар	2	3786	1	1,1	1819	1,89	2
Оператор	3	3359	1	1,0	1819	1,85	2
Фрезерувальник	2	3839	1	1,1	1819	1,92	2
Шліфувальник	3	3901,5	1	1,1	1819	1,95	2
Стругальник	3	3889	1	1,1	1819	1,94	2
Фрезерувальник	2	3896,5	1	1,1	1819	1,95	2
Шліфувальник	3	13186	4	1,1	1819	1,65	2
Разом	-	39854	-	-	-	-	16

Середній розряд основних робітників на дільниці становить

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum R_p \times P_o}{\sum P_o}$$

де, R_p – тарифний розряд робітників;

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P_o – кількість основних робітників даного розряду.

$$R_{cp} = \frac{2 \times 8 + 3 \times 8}{16} = 2,5$$

5.10.2 Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Допоміжні робітники виробництва – це працівники, які обслуговують основне виробництво (наладчики, комірники роздавальної комори інструментів, слюсарі для ремонту верстатів та оснастки, електромонтери, контролери та інші).

Кількість допоміжних робітників на проектованій ділянці визначається:

- за нормами обслуговування (наладчики верстатів, контролери і т. ін.), або
- за кількістю робочих місць, за якими ці робочі закріплені (кранівники, стропальники), або у процентному відношенні від кількості основних виробничих робітників (45...55 %).

У нашому прикладі кількість допоміжних робітників визначається за нормами обслуговування, і результати розрахунку зводяться в табл.5.7

Розподіл загальної чисельності допоміжних робітників за спеціальностями та кваліфікацією виконується студентом самостійно з урахуванням умов виробництва на проектованій ділянці (табл.5.7)

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок потрібної кількості допоміжних робітників та їх кваліфікації

Таблиця 5.7

Спеціальність робітника	Розряд робіт	Кількість агрегатів, рем. од. основних робочих.	Норми обслуговування	Розрахункова кількість доп. робочих, чол..	Режим роботи, змін	Необхідна кількість робочих, чол..
1. Налагоджувальник верстатів з ЧПК	2	1	1 на 1 верстат	1	2	2
2. Слюсар з поточного ремонту	4	95	500 рем. од.	0,19	2	0,38
3. Електрослюсар з ремонту	4	98	800 рем. од.	0,1225	2	0,245
4. Верстатник з ремонту обладнання	3	98	1 на 16 основних робітників	0,75	2	1,5
5. Мазильник	2	95	200 рем. од.	0,475	2	0,95
6. Комірник	3	11	1 на 11 верстатів	0,18333	2	0,36667
7. Електромонтер	3	98	200 рем. од.	0,49	2	0,98
8. Контролер	4	11	7...9% від кількості верстатів	0,99	2	1,98
9. Транспортний робітник	2	11	1 на 35 основних робітників	0,31429	2	0,62857
10. Прибиральник виробничих прим.	2	188	1 на 600 м	0,31333	2	0,62667
Разом	-	-	-	-	-	9,6569

5.10.3 Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу

Чисельність керівних робітників, спеціалістів, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу розраховується з використанням структури кадрів, що склалися на діючих підприємствах. При цьому дана категорія працюючих становить 15-20% прийнятої кількості основних та допоміжних робітників. Результати розрахунку чисельності керівних робітників, спеціалістів, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) наведено в табл.5.8

					6261м.18.МР.08.05.ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців та
молодшого обслуговуючого персоналу.

Таблиця 5.8

Посада	Норми обслуговування	Кількість робочих, що обслуговуються, осіб	Необхідна кількість спеціалістів, службовців та МОП	Посадовий оклад, грн
Керівні робітники та спеціалісти				
1. Майстер	1 на 16-25 роб.	25,657	1,0263	2500
2. Інженер-технолог	1 на 60 осн. роб.	16	0,2667	2200
3. Інженер-нормувальник	1 на 70 осн. роб.	16	0,2286	2100
4. Інженер-планувальник	1 на 60 роб.	25,657	0,4276	1800
5. Економіст	1 на 60 роб.	25,657	0,4276	1900
6. Бухгалтер	1 на 150 роб.	25,657	0,171	1800
Разом	-	-	2,5478	-
Службовці				
7. Табельник	1 на 200 роб.	25,657	0,1283	1500
8. Обліковець-нарядник	1 на 300 роб.	25,657	0,0855	1300
Разом	-	-	0,2138	-
МОП				
9. Прибиральник побутових прим.	1 на 120 м	56,4	0,47	1200
Разом	-	-	0,47	-

5.10.4 Зведена відомість працюючих на дільниці

Загальна кількість робітників дільниці, і їх структура відображається в таблиці 5.9

Зведена відомість працюючих на виробничій дільниці

Таблиця 5.9

Категорія працюючих	Кількість працюючих осіб	Питома вага, %
1. Основні виробничі робітники	16	55,39
2. Допоміжні робітники	9,6569	33,43
3. Спеціалісти	2,5478	8,82
4. Службовці	0,2138	0,74
5. Молодший обслуговуючий персонал	0,47	1,63
Разом	28,8885	100

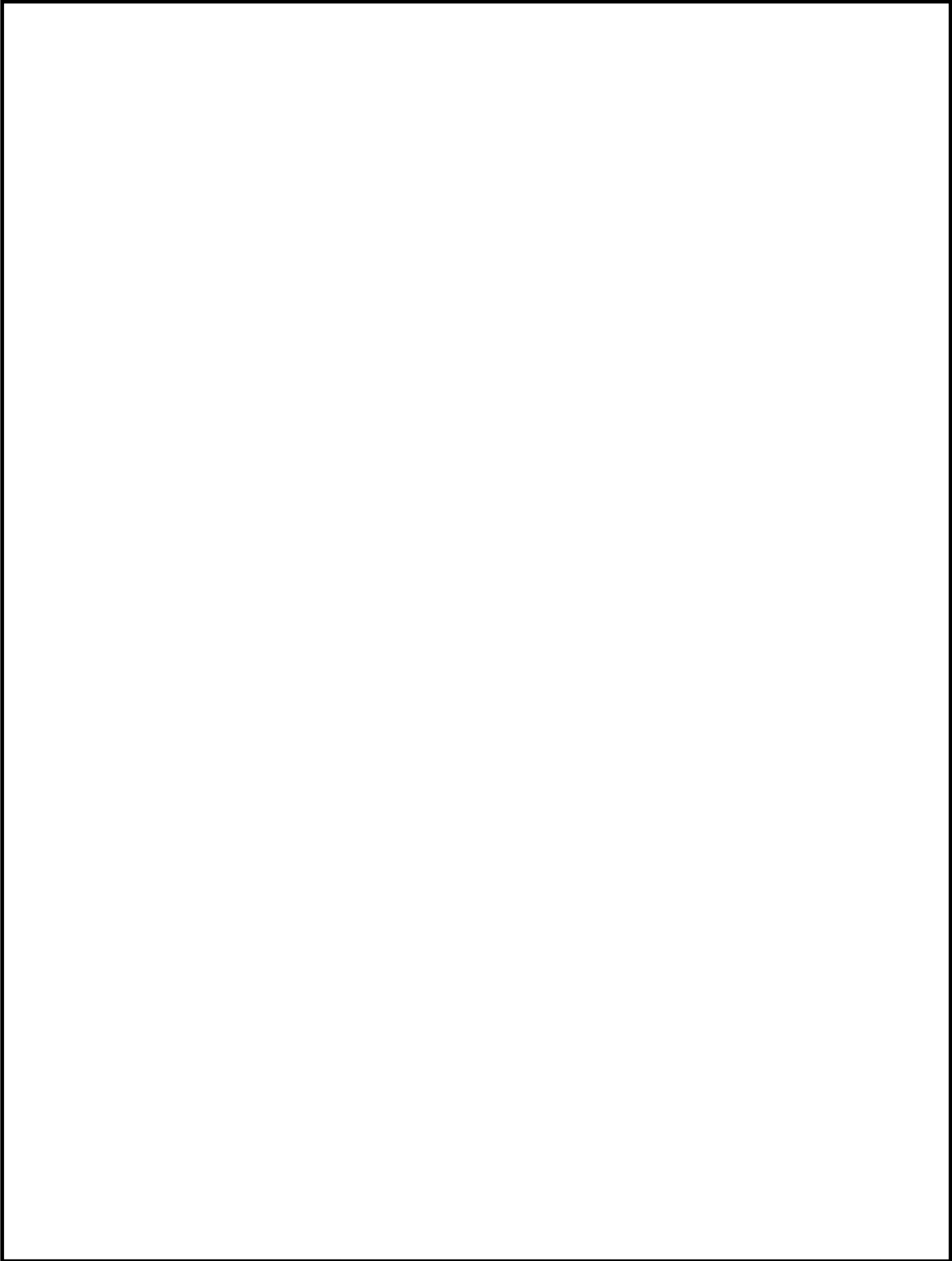
5.11. Оцінка капітальних вкладень на організацію дільниці

Визначається з попередніх розрахунків і зводиться в табл.5.10

Визначення величини капітальних вкладень та їх структури

Таблиця 5.10

Група основних фондів	Вартість основних фондів, грн	Питома вага, %	Вказівки до розрахунку (значення наближені до реальних)
I Група. Будівлі, споруди, їх структурні компоненти та передаточні пристрої	238460	14%	-
1.1 Будівлі виробничого призначення	141000	8%	750 грн за 1 м
1.2 Будівлі побутового призначення	36660	2%	650 грн за 1 м
1.3 Силові машини та обладнання	60800	3%	1000 грн за 1 кВт встановленої потуж.
II група. Автомобільний транспорт та вузли до нього; меблі; побутові електронні, електромеханічні прилади та інструменти, інше обладнання, пристрої та приладдя до них	183237,9	10%	15% від вартості обладнання
III група. Будь-які інші основні фонди, що не включені до груп I і II.	1331528,74	76%	-
3.1. Робочі машини та обладнання	1221586	70%	За кошторисом обладнання
3.2. Інструмент, приладдя та прилади	109942,74	6%	За кошторисом інструмента
Разом	1753226,64	100%	



					6261м.18.МР.08.06.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Організаційно- економічна частина		
Розробив		Хань Лянлян					
Перевірів		Новошицький А.В.					
Н. Контр.		Боду С.Ж.					
Затвердив		Ткач М.Р.					
					Лім.	Арк.	Аркушів
						95	24
					НУК		

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

На основі розрахунків проведених в розділах дипломного проекту “Обґрунтування та вибір заготовки”, “Проектування ділянки” можна розрахувати основні економічні показники ділянки механічного цеху.

6.1 Розрахунок річного фонду оплати праці робітників ділянки

Фонд оплати праці (заробітної плати) робітників ділянки (цеху) включає в себе фонди оплати праці основних ($Z_{\text{осн}}$) і допоміжних ($Z_{\text{доп}}$) робітників, фонд оплати праці керівників та службовців ($Z_{\text{к.с.}}$) і фонд оплати праці молодшого обслуговуючого персоналу ($Z_{\text{моп}}$):

$$Z_{\text{р.д.}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{к.с.}} + Z_{\text{моп}}.$$

Фонд оплати праці основних робітників ($Z_{\text{осн}}$) складається з тарифного фонду ($Z_{\text{осн}}^{\text{тар}}$) та доплат ($Z_{\text{осн}}^{\text{доп}}$):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{осн}}^{\text{тар}} + Z_{\text{осн}}^{\text{доп}}.$$

Метод розрахунку цих складових залежить обраної системи оплати праці. На ділянках механічної обробки виробів можуть використовуватися: відрядна проста та відрядно-преміальна, погодинна проста та погодинно-преміальна системи. Інші системи оплати праці не використовуються.

За умов відрядної простої системи оплати річний тарифний фонд визначається так:

$$Z_{\text{осн}}^{\text{тар}} = \text{Ч}_{\text{ср}} \times T'$$

або

$$Z_{\text{осн}}^{\text{тар}} = \sum_{i=1}^m \text{Ч}_i \times T_i$$

де, $\text{Ч}_{\text{ср}}$ – середньоденна тарифна ставка, грн.;

T' – трудомісткість річного обсягу випуску виробів з довантаження обладнання, н.-год.;

$i = 1, 2, 3 \dots m$ – кількість найменувань технологічних операцій, що виконуються при обробці виробу;

T_i – трудомісткість i -ої операції при виготовленні річного випуску виробів, н.-год.;

Ч_i – годинна тарифна ставка, що відповідає розряду складності i -ої операції.

Додатковий фонд заробітної плати складається з: коштів на оплату відпусків; доплат за роботу у нічний час; премій, згідно преміальних систем оплати та інших доплат. У прикладі, що розглядається, можливими є перераховані доплати за виключенням інших доплат, а саме:

$$З_{\text{осн}}^{\text{доп}} = З_{\text{осн}}^{\text{отп}} + З_{\text{осн}}^{\text{ніч}}$$

Приймається погодинна проста система оплати праці основних робітників, тому премія не нараховується

$$З_{\text{осн}}^{\text{отп}} = P_{\text{осн}} \times З_{\text{осн}}^{\text{ср}}$$

або,

$$З_{\text{осн}}^{\text{отп}} = З_{\text{осн}}^{\text{тар}} \times \frac{a}{100}$$

де, $P_{\text{осн}}$ – кількість основних робітників, чол.;

$З_{\text{осн}}^{\text{ср}}$ – середньомісячна заробітна плата одного основного робітника, грн.;

a – відсоток коштів на оплату відпусків, який склався у тарифному фонду оплати (для механічних виробництв приймається 8% ...12%).

Доплати за години роботи в нічний час визначаються

$$З_{\text{осн}}^{\text{ніч}} = T_{\text{осн}}^{\text{ніч}} \times \text{Ч}_{\text{ср}} \times v$$

де, $T_{\text{осн}}^{\text{ніч}}$ – кількість відпрацьованих годин основними робітниками в нічний час, чол. годин за рік. Нічний час рахується з 10 годин вечора до 6 годин ранку;

v – відсоток, встановлених державою доплат за роботу у нічний час (ст. 108 КЗОТ), $v = 20\%$.

Розрахунки тарифного фонду оплати праці зводяться у табл.6.1

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок тарифного фонду заробітної плати
основних робітників дільниці.

Таблиця 6.1

Найменування технологічних операцій	Розряд роботи	Тарифна заробітна плата за одиницю деталі			Тарифна заробітна плата на річну програму випуску деталей з урахуванням довантаження супутньою продукцією		
		Норма часу, н.-год	Годинна тарифна ставка, грн	Оплата за обробку од. деталі, грн	Трудоміскість річної програми, н.-год	Годинна тарифна ставка, грн	Сума, грн
1. Фрезерно-центрувальна	2	0,02	20,0915	0,40183	3997	20,0915	80305,726
2. Токарно-гвинторізна	2	0,08	20,0915	1,60732	3786	20,0915	76066,419
3. Токарна з ЧПК	3	0,08	24,6573	1,972584	3359	24,6573	82823,871
4. Різьбофрезерна	2	0,03	20,0915	0,602745	3839	20,0915	77131,269
5. Круглошліфувальна	3	0,05	24,6573	1,232865	3901,5	24,6573	96200,456
6. Зубостругальна	3	0,05	24,6573	1,232865	3889	24,6573	95892,24
7. Шліцефрезерна	2	0,05	20,0915	1,004575	3896,5	20,0915	78286,53
8. Зубошліфувальна	3	0,85	24,6573	20,958705	13186	24,6573	325131,16
Разом		1,21		29,013489			911837,67

Річний додатковий фонд оплати розраховується за формулами 6.7 і 6.8:

$$З_{\text{доп}}^{\text{осн}} = 911837,67 \times \frac{8}{100} + \frac{29,013489}{1,21} \times (8 \times 2 \times 254) \times \frac{20}{100} = 92438 \text{ грн}$$

де, $\frac{29,0135}{1,21} = 23,98$ – середньоденна тарифна ставка ($Ч_{\text{ор}}$);

8 – кількість робочих, які працюють у другу зміну;

2 – кількість годин роботи в нічний час на добу;

254 – кількість робочих діб за рік;

20 – затверджений норматив доплат за роботу в нічний час, %.

Річний тарифний фонд заробітної плати допоміжного робітника (слюсар з поточного ремонту) визначається за формулою:

$$З_{\text{тар.погод}} = 14.88 \times 0,38 \times 1819 = 10285,35 \text{ грн}$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Аналогічно виконуються розрахунки для допоміжних робітників інших професій. Результати розрахунків зводяться в табл.6.2

Фонд оплати відпусток допоміжних робітників розраховується з урахуванням кількості робітників, тарифної оплати праці і нормативу відрахувань на відпустки. Цей норматив складає 20% тарифної оплати праці.

Розрахунок тарифного фонду заробітної плати
допоміжних робітників

Таблиця 6.2

Спеціальність робітника	Розряд робіт	Кількість робочих, чол..	Погодинна тарифна ставка, грн.	Ефективний річний фонд часу, год	Тарифна заробітна плата, грн	Фонд оплати відпусток
1. Налагоджувальник верстатів з ЧПК	2	2	10,91	1819	39690,6	7938,12
2. Слюсар з поточного ремонту	4	0,38	14,88	1819	10285,4	2057,07
3. Електрослюсар з ремонту	4	0,245	14,88	1819	6631,35	1326,27
4. Верстатник з ремонту обладнання	3	1,5	13,39	1819	36534,6	7306,92
5. Мазильник	2	0,95	10,91	1819	18853	3770,61
6. Комірник	3	0,36667	13,39	1819	8930,76	1786,15
7. Електромонтер	3	0,98	13,39	1819	23869,3	4773,86
8. Контролер	4	1,98	14,88	1819	53592,1	10718,4
9. Транспортний робітник	2	0,62857	10,91	1819	12474,2	2494,83
10. Прибиральник виробничих прим.	2	0,62667	10,91	1819	12436,4	2487,29
Разом	-	9,65691			223298	44659,5

Примітка. * Використані тарифні ставки тарифної сітки 311 машинобудівного підприємства.

Загальний фонд оплати праці допоміжних робітників складає:

$$З_{\text{доп}} = 223298 + 44659,5 = 267957,5 \text{ грн}$$

Річний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців та молодшого

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговуючого персоналу розраховується на основі діючої системи посадових окладів. Розрахунок зводиться в табл.6.3.

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

Таблиця.6.3

Спеціальність робітника	Кількість робочих, чол..	Посадовий оклад, грн.	Тривалість роботи, міс	Величина річного фонду заробітної плати без відпусків, грн	Фонд оплати відпусків, грн
Спеціалісти					
1. Майстер	1,0263	2500	11	28223,25	5644,65
2. Інженер-технолог	0,2667	2200	11	6454,14	1290,828
3. Інженер-нормувальник	0,2286	2100	11	5280,66	1056,132
4. Інженер-планувальник	0,4276	1800	11	8466,48	1693,296
5. Економіст	0,4276	1900	11	8936,84	1787,368
6. Бухгалтер	0,171	1800	11	3385,8	677,16
Разом	2,5478	-	-	60747,17	12149,434
Службовці					
7. Табельник	0,1283	1500	11	2116,95	423,39
8. Обліковець - нарядник	0,0855	1300	11	1222,65	244,53
Разом	0,2138	-	-	3339,6	667,92
Молодший обслуговуючий персонал					
9. Прибиральник побутових приміщень	0,47	1200	11	6204	1240,8
Всього	9	-	-	70290,77	14058,154

В табл.6.3 вказана тривалість роботи даної категорії робітників за виключенням часу відпусків.

Загальний річний фонд оплати праці спеціалістів, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу складає:

$$З_{\text{сп.сл.моп}} = 70290,77 + 14058,154 = 84348,924 \text{ грн}$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний фонд заробітної плати всіх працюючих та їх середньорічна та середньомісячна зарплата наведено у табл.6.4

6.2 Розрахунок річних витрат на основну сировину та матеріали

Річна вартість матеріалу (V_M) визначається за формулою:

$$V_M = P_B \times M_3 \times C_M - P_B \times M_B \times C_B$$

де, M_3 , M_B , M_D – відповідно маса заготовки, відходів, кг;

C_M , C_B – відповідно вартість одного кг. матеріалу з транспортними витратами і ПДВ, а також відходів, грн;

P_B – річний обсяг випуску деталей шт.

У випадку виробництва на дільниці (в цеху) декількох виробів розрахунок ведеться по кожному виробу окремо. У даному прикладі, вартість матеріалу на одиницю продукції становить.

$$V_{\text{м.од.пр.}} = 2,7 \times 15 - (2,7 - 1,7) \times 1.5 = 39,0 \text{ грн}$$

Вартість матеріалів на річну програму

$$V_{\text{м.р.п.}} = 39,0 \times 10000 = 390000 \text{ грн}$$

Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючих дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Середньорічна зарплата одного працюючого, грн	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Тарифна заробітна плата з урахуванням довантаження, грн.	Додаткова заробітна плата, грн.	Разом, грн.		
Основні виробничі робітники	16	911838	182368	1094205	68387,8	5698,99
Допоміжні робітники	9,6569	223298	44659,6	267958	27747,8	2312,32
Спеціалісти	2,5478	60747,2	12149,4	72896,6	28611,6	2384,3
Службовці	0,2138	3339,6	667,92	4007,52	18744,2	1562,02
МОП	0,47	6204	1240,8	7444,8	15840	1320
Разом	28,8885	1205426	241085	1446512	-	-

6.3 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Для включення витрат на утримання і експлуатацію устаткування у собівартість одиниці продукції визначимо $\%B_{уву}$ за формулою:

$$\%B_{уву} = \frac{B_{уву}}{З_{осн}^{тар}} \times 100\%$$

де, $З_{осн}^{тар}$ – річний тарифний фонд заробітної плати основних робітників (результат табл. 6.1);

$B_{уву}$ – річні витрати на утримання і експлуатацію устаткування.

Методи розрахунку даного показника наведено нижче.

$$\%B_{уву} = \frac{481950,22}{911837,6} \times 100\% = 53\%$$

Витрати на повне відновлення основних виробничих фондів і їх капітального ремонту. Складається з амортизаційного нарахування:

$$A = \frac{(F_{пер} \times H_a)}{100}$$

де, $F_{пер}$ – первинна вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів;

H_a – норма амортизації, %; річні норми амортизації для устаткування – 15 %; для транспортних засобів – 25 %; для інструментів – 15 %.

$$A_{уст} = \frac{(1221586 \times 15)}{100} = 183237,9 \text{ грн}$$

$$A_{тр} = \frac{(183237,9 \times 25)}{100} = 45809,5 \text{ грн}$$

$$A_{інстр.} = \frac{(109942,74 \times 15)}{100} = 16491,411 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} A &= A_{уст} + A_{тр} + A_{інстр.} = 183237,9 + 45809,5 + 16491,411 \\ &= 245538,811 \text{ грн} \end{aligned}$$

Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування). Складаються з витрат на:

1. Мастильні, обтиральні матеріали та емульсії для охолодження (М).

Визначається за формулою:

$$M = \sum_{m=1}^m (m_m \times C_{пр}) \times R \times K_{зм} \times Ц_m \times Д_p, \text{ грн}$$

де, $m = 1, 2, 3 \dots m$ - норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по m -й групі устаткування за добу: для токарних верстатів – 0,015 кг; для шліфувальних – 0,02 кг; для фрезерних – 0,025 кг; для зубооброблювальних - 0,02 кг;

$C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів даної групи;

$R = 95$ – кількість одиниць ремонтної складності;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності ($K_{зм}=2$);

$Ц_m$ – ціна одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, $Ц_m=1.05 \text{ грн}$;

$Д_p$ – кількість робочих днів у році, $Д_p=254$.

$$M = 0,17 \times 95 \times 2 \times 1.05 \times 254 = 8614,41 \text{ грн}$$

2. Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладчики, мастильники):

- а) тарифна і додаткова заробітна плата мастильників

$$З_{нал.маст.} = 18853 + 8614,41 = 27467,41 \text{ грн}$$

- б) відрахування на соціальні заходи – 37,5 %

$$З_{соц} = \frac{27467,41}{100} \times 37,5\% = 10300,3 \text{ грн}$$

3. Витрати на електроенергію ($B_{ел}$)

$$B_{ел} = \sum_{i=1}^n N \times \Phi_e \times K_{вик} \times C, \text{ грн}$$

де, $i = 1, 2, 3 \dots n$ – кількість устаткувань;

N – установлена потужність устаткування по групах, кВт;

Φ_e – ефективний фонд часу роботи устаткування, год.;

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання устаткування.

$$B_{\text{ел}} = 60,8 \times 4011 \times 0,881 \times 1,29 = 277154,45 \text{ грн}$$

4. Витрати на стиснене повітря ($B_{\text{п}}$):

$$B_{\text{п}} = B \times \Phi_{\text{еф}} \times S \times K_3 \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \times C_{\text{е}}, \text{ грн}$$

де, B – норма витрати стиснутого повітря за 1 рік роботи устаткування, м^3 .

S – кількість однорідних одиниць устаткування, споживаючих стиснене повітря, шт. (10–15% всього обладнання);

β – втрата повітря в трубопроводі (5%);

$C_{\text{е}}$ – ціна одного м^3 стиснутого повітря, грн.;

K_3 – коефіцієнт завантаження устаткування;

$$B_{\text{п}} = 1,5 \times 4011 \times 1,1 \times 0,881 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) \times 0,25 = 1530,6 \text{ грн}$$

5. Витрати на воду ($B_{\text{вод}}$):

$$B_{\text{вод}} = \frac{Q \times \Phi_{\text{еф}} \times S}{1000} \times C_{\text{вод}}, \text{ год.}$$

де, Q – норма витрати води на 1 верстат у рік, м^3 ;

$C_{\text{вод}}$ – ціна 1 м^3 води, грн. $C_{\text{вод}} = 6.93$ грн;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи устаткування, рік.;

S – число верстатів працюючих із СОЖ, шт.

$$B_{\text{вод}} = \frac{18 \times 4011 \times 11 \times 6.93}{1000} = 5504 \text{ грн}$$

Суммарні витрати:

$$8614,41 + 27467,41 + 10300,3 + 277154,45 + 1530,6 + 5504 \\ = 330571,17 \text{ грн}$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів. Складаються з витрат на:

1. Матеріали для устаткування, крім автоматичних ліній. Витрати на матеріали можна застосовувати в розмірі 4,5% від первинної вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% від вартості транспортних засобів.

$$C_{\text{уст}} = 1221586 \times 0.045 = 54971,37 \text{ грн}$$

$$C_{\text{тр}} = 183237,9 \times 0.045 = 8245,71 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ін}} = 109942,74 \times 0.05 = 5497,17 \text{ грн}$$

2. Зарплата робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики й ін.) та відрахування на соціальне страхування ($Z_{\text{сл.}}$)

$$Z_{\text{сл.тар.}} = 6631,35 + 1326,27 + 36534,6 + 7306,92 + 23869,3 + 4773,86 \\ = 80442,3 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{соц.}} = \frac{80442,3 \times 37.5}{100} = 30165,87 \text{ грн}$$

Сумарні витрати:

$$54971,37 + 8245,7 + 5497,17 + 80442,3 + 30165,87 = 179322,41 \text{ грн}$$

Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів. Складаються з витрат на:

1. Матеріали на утримання транспортних засобів (гсм, запчастини) ($M_{\text{тр}}$). При укрупнених розрахунках, приймається 2% від вартості транспортних засобів.

$$M_{\text{тр}} = 183237,9 \times 0.02 = 3664,76 \text{ грн}$$

2. Зарплата робітників, зайнятих переміщенням вантажів ($Z_{\text{тр}}$) та відрахування на соціальне страхування ($Z_{\text{стр}}$)

$$Z_{\text{тр}} = 12474,2 + 3664,76 = 16138,96 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{соц.}} = \frac{16138,96 \times 37.5}{100} = 6052,11 \text{ грн}$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Транспортні послуги допоміжних цехів. При укрупнених розрахунках, можна приймати 2-3% від суми витрат на повне відновлення основних виробничих фондів і їх капітального ремонту, витрат на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування) та витрат на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів.

$$(245538,811 + 330571,17 + 179322,41) \times 0.02 = 15109 \text{ грн}$$

Сумарні витрати:

$$245538,811 + 330571,17 + 179322,41 + 15109 = 770541,391 \text{ грн}$$

Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються.
Складаються з витрат на:

1. Малоцінні інструменти і пристрої та предмети, що швидко зношуються. При укрупнених розрахунках, приймається на 1 верстат, грн.:
зубообробні – 840; токарські – 570; протяжні – 690; фрезерні – 630; свердлильні – 660; шліфувальні – 750

$$2 \times 570 + 750 + 2 \times 630 + 6 \times 840 = 8190 \text{ грн}$$

2. Вартість зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються. Вартість зносу приймається нарівні 25–30% від їхньої вартості.

$$109942,74 \times 0.25 = 27485,69 \text{ грн}$$

Сумарні витрати:

$$27485,69 + 8190 = 35675,69 \text{ грн}$$

Інші витрати що не передбачені іншими статтями.

Приймаються у розмірі 2-3% від суми попередніх статей.

$$(35675,69 + 770541,391 + 179322,41 + 330571,17 + 245538,811) \times 0.02 = 31233 \text{ грн}$$

Загальні витрати:

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$35675,69 + 770541,391 + 179322,41 + 330571,17 + 245538,811 + 31233 = 1592882,472 \text{ грн}$$

6.4 Розрахунок річних загальновиробничих витрат

Витрати, пов'язані з управлінням цехом

Складаються з витрат на основну заробітну плату з нарахуванням згідно штатного розпису.

1. спеціалісти:

$$ЗП_{\text{спец}} = 60747,17 + 60747,17 \times 0.375 = 83527,36 \text{ грн}$$

2. службовці:

$$ЗП_{\text{служ}} = 3339,66 + 3339,66 \times 0.375 = 4592 \text{ грн}$$

3. молодшого обслуговуючого персоналу:

$$ЗП_{\text{моп}} = 6204 + 6204 \times 0.375 = 8530,5 \text{ грн}$$

4. допоміжних робітників

$$ЗП_{\text{доп.р.}} = 223298 + 223298 \times 0.375 = 307084,75 \text{ грн}$$

Сумарні витрати:

$$83527,36 + 4592 + 8530,5 + 307084,75 = 403684,61 \text{ грн}$$

Витрати на службові відрядження.

Приймається за укрупненими нормативами з розрахунку 300 грн. на одного спеціаліста:

$$В_{\text{відр.}} = 300 \times 2.5478 = 764,34 \text{ грн}$$

Витрати на охорону праці та техніку безпеки.

Складають біля 33 грн. на рік на одного робітника, або за нормативами на видачу спеціального харчування, одягу, взуття та інших індивідуальних засобів захисту робітників:

$$В_{\text{охор}} = 33 \times 28,8885 = 953,32 \text{ грн}$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на підготовку та перепідготовку кадрів.

Приймаються на рівні нормативів для підприємства. За укрупненими нормативами – 200 грн. на одного робітника на рік:

$$B_{\text{підг.}} = 200 \times 28,8885 = 5777,7 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування (А) від вартості основних виробничих фондів загально цехового призначення – І група (будівель, споруд).

$$A = \frac{(F_{\text{пер}} \times H_a)}{100}$$

де, $F_{\text{пер}}$ – первинна вартість будівель, споруд;

H_a – річна норма амортизаційних відрахувань – 5 %.

$$A = (141000 + 36660) \times \frac{5}{100} = 8883 \text{ грн}$$

Комунальні витрати цеху.

1. Річні витрати на освітлення приміщень – розраховуються за формулою:

$$B_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} \times C_e$$

де, C_e – ціна одного кВт/год, що дорівнює 1.29 грн.;

$W_{\text{осв}}$ – розходи електричної енергії, кВт/год.

Витрати електроенергії для освітлення приміщень з урахуванням 5% чергового визначається як:

$$W_{\text{осв}} = \frac{1.05 \times W_{\text{п}} \times T_{\text{р}} \times S_{\text{п.заг.}}}{1000}, \text{ кВт/год}$$

де, $W_{\text{п}}$ – питомі витрати електроенергії на освітлення (15 кВт/год на 1 кв.м);

$T_{\text{р}}$ – тривалість часу освітлення протягом року, год. (за умови двозмінної роботи становить 1796 год.);

$S_{\text{п.заг.}}$ – загальна площа ділянки.

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{осв}} = \frac{1.05 \times 15 \times 1796 \times 244,4}{1000} = 6913 \text{ кВт/год}$$

Звідси:

$$B_{\text{осв}} = 6913 \times 1.29 = 8918 \text{ грн}$$

2. Витрати на опалення приймаються у розмірі 7 грн. на 1 куб.м. об'єму приміщення

$$B_{\text{оп}} = 7 \times 2688,4 = 18818,8 \text{ грн}$$

3. Витрати на воду й каналізацію приймаються на рівні 100 грн. на одного працюючого:

$$B_{\text{в.к.}} = 100 \times 28,8885 = 2888,85 \text{ грн}$$

4. Матеріали і інші витрати приймаються у % від вартості будівель та споруд – приблизно 3%:

$$B_{\text{м}} = (141000 + 36660) \times \frac{3}{100} = 5329,8 \text{ грн}$$

Сумарні витрати:

$$8918 + 18818,8 + 2888,85 + 5329,8 = 35955,45 \text{ грн}$$

Поточний ремонт будівель та споруд

Приймається у % від балансової вартості будівель та споруд (прибл. 2%):

$$B_{\text{рем}} = (141000 + 36660) \times \frac{2}{100} = 3553,2 \text{ грн}$$

Інші витрати, що не передбачені у попередніх статтях витрат

У % від суми загальновиробничих витрат – приблизно 5%

$$(3553,2 + 35955,45 + 8883 + 5777,7 + 953,32 + 764,34 + 403684,61) \times 0,05 = 22378,6 \text{ грн}$$

Загалом:

$$3553,2 + 35955,45 + 8883 + 5777,7 + 953,32 + 764,34 + 403684,61 + 22378,6 = 481950,22 \text{ грн}$$

$$\%B_{\text{заг}} = \frac{\sum B_{\text{заг}}}{\sum 3П_{\text{тар}}} \times 100\% = \frac{481950,22}{911837,6} \times 100\% = 53\%$$

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунок дільничної (цехової) собівартості одиниці виробу та оптової ціни виробу

Собівартість виробу – це усі витрати на його виготовлення і реалізацію. У залежності від складу витрат, що включаються в собівартість, та міста їх виникнення існує кілька видів собівартості продукції: технологічна, виробнича та повна.

Технологічна собівартість включає усі прямі витрати, які виникають під час виготовлення виробу: основні сировина та матеріали, основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями основних робочих.

Виробнича собівартість включає технологічну собівартість витрати на утримання та експлуатацію обладнання і загальновиробничі витрати.

Повна собівартість виробу включає виробничу собівартість, витрати, пов'язані з продажем виробу (витрати на збут), адміністративні, а також інші операційні витрати.

У дипломній роботі припускається, що виготовлений на проектованій дільниці виріб реалізується іншим споживачам. Подальші розрахунки при курсовому проектуванні впливають з даної умови.

У наведену нижче номенклатуру статей калькуляції можуть вноситися зміни з урахуванням особливостей техніки, технології й організації виробництва відповідної галузі, питомої ваги окремих видів витрат у собівартості продукції, а також поєднуватися кілька типових статей калькуляції в одну або виділятися з однієї типової статті кілька статей калькуляції.

Визначення собівартості одиниці виробу є калькулювання, а підсумковий документ калькулювання – калькуляція.

При виконанні даної курсової роботи рекомендується застосовувати метод калькулювання в залежності від методу розподілу непрямих витрат на собівартість одиниці продукції.

Відомо, що до непрямих витрат відносяться витрати на утримання та експлуатацію обладнання, загальновиробничі і адміністративні витрати. Вони розподіляються на собівартість одиниці продукції пропорційно тарифній заробітній платі основних робітників.

В даному прикладі розрахунку повної собівартості виготовлення одиниці виробу на проектованій ділянці наведено в табл.6.5

Калькуляція виготовлення деталі типу

Таблиця 6.5

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.
1	Основні сировина і матеріали	40,5
2	Зворотні відходи	1,5
3	Тарифна заробітна плата основних виробничих робітників	23,98
4	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	6,162533333
5	Відрахування на соціальні заходи	11,30345
6	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	22,0616
7	Загальновиробничі витрати	11,99
8	Виробнича собівартість	117,4975833
9	Адміністративні витрати	28,776
10	Витрати на збут	0,9592
11	Інші операційні витрати	1,199
12	Повна собівартість	148,4317833

Визначена повна собівартість деталі дозволяє розрахувати річну собівартість обсягу випуску деталей, а також плановий прибуток виходячи з планової норми рентабельності 15% (табл.6.6).

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.
1	Повна собівартість	2226476,75
2	Плановий прибуток	333971,5124
3	Оптова ціна випуску продукції без ПДВ	2560448,262

6.6 Визначення фінансових результатів роботи дільниці

Фінансові результати визначаються згідно з П(С)БО 3 за допомогою табл.6.9

Визначення розміру чистого прибутку підприємства

Таблиця.6.7

Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.
Доход (виручка) від реалізації продукції	2560448,262
Собівартість продукції (виробнича)	1762463,75
Валовий прибуток	797984,5125
Адміністративні витрати	431640
Витрати на збут	14388
Інші операційні витрати	17985
Фінансові результати від операційної діяльності	333971,5125
Податок на прибуток від звичайної діяльності	83492,87813
Фінансовий результат (чистий прибуток)	250478,6344
Витрати на збут	31919,3805
Інші операційні витрати	39899,22563
Повна собівартість	405790,1186

Примітка: *) Це або інше значення відповідно до чинного законодавства про оподаткування прибутку підприємств.

6.7 Розрахунок показників ефективності інвестицій

Для економічного обґрунтування інвестицій (капітальних вкладень) використовуються поняття ефект, або результат, та ефективність, або результативність.

Ефект – це корисний результат реалізації будь-якого проекту. Він може бути виражений у чотирьох видах: технічному, економічному, соціальному та екологічному.

Технічний та економічний ефект визначається при розробці курсового проекту з технології, соціальний – з організації та нормування праці, а економічний – з організації виробництва.

Економічний ефект виступає у вартісній оцінці. До показників економічного ефекту або корисного результату реалізації капітальних вкладень (інвестицій) можуть бути віднесені: економія різних видів виробничих ресурсів; збільшення обсягів випуску продукції; чиста поточна вартість (NPV); одержання прибутку (балансового або чистого).

Економічна ефективність – це відношення ефекту (корисного результату) до витрат або ресурсів, що його забезпечують. До показників, які характеризують економічну ефективність і широко використовуються за кордоном, відносяться: коефіцієнт внутрішньої рентабельності проекту; модифікований коефіцієнт внутрішньої рентабельності проекту; дисконтований період окупності капітальних вкладень (інвестицій) та ін.

Впровадження інвестиційного проекту визначається доцільним якщо показник NPV більше або дорівнює нулю. Якщо $NPV = 0$, то впровадження проекту забезпечує одержання лише нормативного прибутку, тобто прибутку, закладеного при визначенні ціни продукції, яка випускається.

У іноземній літературі наводиться формула показника чистої поточної вартості реальних інвестицій.

$$NPV = \sum_{t=0}^t C_t \times (1 + E)^{-t}$$

де, C_t – грошовий потік наприкінці періоду t , грн;

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

E – норма дисконту у частках одиниці;

$t = 1, 2, 3 \dots$ – життєвий цикл інвестиційного проекту, роки.

У даній дипломній роботі для визначення дисконтного прибутку – чистої поточної вартості від створення дільниці (цеху) більш зручно скористатися формулою, запропонованою П. Орловим:

$$NPV = \sum_{t=0}^t (\Pi_t + A_t - H_t) \times (1 + E)^{-t} - K_{\Sigma}.$$

де, Π_t – прибуток від реалізації проекту у році t , грн.;

A_t – амортизаційні відрахування в році t , грн.;

H_t – податок на прибуток;

t – рік, результати і витрати якого приводяться до розрахункового;

K_{Σ} – сумарні капітальні вкладення на реалізацію проекту, приведені до початкового моменту часу.

Періодом окупності є період, протягом якого вхідні грошові потоки за проектом повністю покривають початкові капітальні вкладення:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{Кількість повних років до останнього, де}}{\frac{\text{Не відшкодований в останньому році залишок витрат}}{\text{Дисконтований грошовий потік в останньому році}}}$$

6.8 Приклад розрахунку показників ефекту та ефективності інвестицій капітальних вкладень у створення дільниці (цеху)

Початкові дані для розрахунку наведено в табл.6.8, а розрахунки показників ефекту та ефективності – табл.6.9.

Початкові дані для розрахунку NPV та періоду окупності

Таблиця 6.8

Найменування показників	Одиниця виміру	Кількісне значення показника
Плановий період створення ділянки	рік	до 1 року
Випуск продукції починається з другої половини другого року створення ділянки	шт за 0.5 року	7500
Капітальні вкладення, усього	грн	1753226,64
Повна собівартість одиниці виробу	грн	148,4317833
Оптова ціна одиниці виробу (без ПДВ)	грн	170,6965508
Річний випуск продукції	грн	15000
Річні амортизаційні відрахування	грн	245538,811
Норма (ставка) дисконтування	коефіцієнт	0,1

Приклад розрахунку показників ефекту та ефективності інвестицій у створення ділянки

Таблиця 6.9

Найменування показників	Роки					
	0	1	2	3	4	5
Капітальні вкладення, всього, грн	2016720					
Амортизація основних засобів, грн.		245538,8	245538,8	245538,8	245538,8	245538,8
Прибуток до виплати податків, грн.		292225,1	584450,1	584450,1	584450,1	584450,1
Податок на прибуток, грн.		73056,27	146112,5	146112,5	146112,5	146112,5
Чистий прибуток		219168,8	438337,6	438337,6	438337,6	438337,6
Чистий грошовий потік, грн.		464707,6	683876,4	683876,4	683876,4	683876,4
Множник теперішньої вартості	1	0,9091	0,8265	0,7514	0,6831	0,5342
Дисконтовані капітальні вкладення, грн.	2016720					
Дисконтований грошовий потік, грн.		422465,7	565223,9	513864,7	467156	365326,8

Розрахунки показників ефекту та ефективності виконуються за таких умов:

1. Інвестиції здійснюються протягом року.
2. Випуск деталей починається із другого півріччя другого року створення проектованої ділянки.
3. У першому півріччі другого року здійснюються закупівля сировини, матеріалів, малоцінного інструменту і опробування устаткування.

Інвестиції в оборотні кошти розраховуються за формулою:

$$I_{об} = \frac{ПС - А}{12} + \frac{(ПС - А) \times 20}{12 \times 100}$$

де, ПС – повна собівартість річного випуску продукції, грн. (див. табл.6.8);

А – річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

2 – кількість місяців у році;

20 % – резервний страховий фонд.

$$I_{об} = \frac{2226476,75 - 245538,811}{12} + \frac{(2226476,75 - 245538,811) \times 20}{12 \times 100}$$
$$= 198093,8 \text{ грн}$$

Прибуток від випуску супутньої продукції розраховується за формулою:

$$П' = \frac{П}{ТН} \times (ТН' - ТН)$$

де,

П – фінансовий результат від операційної діяльності, табл.6.9;

ТН – трудомісткість річної програми, нормо-год., табл.5.4, гр.5.;

ТН' – трудомісткість річної програми з урахуванням супутньої продукції, табл.5.4, гр.7.

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						116
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У даному прикладі

$$П' = \frac{333971,5125}{18008} \times (39854 - 18008) = 405150 \text{ грн}$$

Чиста теперішня вартість проекту дорівнює:

$$NPV = -2016720 + 422465,7 + 565223,9 + 513864,7 + 467156 + 365326,8 = 317317,1 \text{ грн}$$

Визначення періоду окупності проекту:

$$\text{Рік перший} - -2016720 + 422465,7 = -1594254,3 \text{ грн}$$

$$\text{Рік другий} - -1594254,3 + 565223,9 = -1029030,4 \text{ грн}$$

$$\text{Рік третій} - -1029030,4 + 513864,7 = -515165,7 \text{ грн}$$

$$\text{Рік четвертий} - -515165,7 + 467156 = -48009,7 \text{ грн}$$

$$\text{Рік п'ятий} - -48009,7 + 365326,8 = 317317,1 \text{ грн}$$

Період окупності ($T_{ок}$) визначається за формулою:

$$T_{ок} = 4 + \frac{317317,1}{365326,8} = 4,13 \text{ роки}$$

Як видно з розрахунків, проект приймається, оскільки задовольняє необхідні критерії.

ВИСНОВКИ

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту ділянки механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону її роботи. Основні техніко-економічні показники ділянки зводяться у підсумкову таблицю (табл.6.10).

Виконані розрахунки щодо проектування ділянки для виробництва деталі показали, що вкладені інвестиції є доцільними, оскільки термін окупності становить 4,13 роки.

					6261м.18.МР.08.06.ПЗ	Арк.
						117
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 6.10

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1. Обсяг виробництва	шт	15000
2. Трудомісткість річної програми:	н.год.	39854
заданої	н.год.	18008
з урахуванням супутньої продукції	н.год.	21846
3. Чисельність працюючих всього	осіб	28,8885
основних робітників	осіб	16
допоміжних робітників	осіб	9,6569
спеціалістів	осіб	2,5478
службовців	осіб	0,2138
молодшого обслуговуючого персоналу	осіб	0,47
4. Середній розряд робітників	-	3,04
основних	-	2,5
допоміжних	-	3,58
5. Фонд заробітної плати:	грн	1446511,92
основних робітників	грн	1094205
допоміжних робітників	грн	267958
спеціалістів	грн	72896,6
службовців	грн	4007,52
молодшого обслуговуючого персоналу	грн	7444,8
6. Середньомісячна заробітна плата:	грн	3465,200748
основних робітників	грн	5698,984375
допоміжних робітників	грн	2312,318998
спеціалістів	грн	2384,298872
7. Вартість основних виробничих фондів всього	грн	1643283,9
I групи (будівлі, споруди, передатні пристрої)	грн	238460
II групи (транспортні засоби, ЕОМ, прилади)	грн	183237,9
III групи (інше)	грн	1221586
8. Кількість устаткування, використовуваного на дільниці	шт	11
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	85,00%

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хань Лянлян			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевірів		Новошицький А.В.					119	11
Н. Контр.		Боду С.Ж.			Охорона праці	НУК		
Затвердив		Ткач М.Р.						

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Загальні положення охорони праці

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно – гігієнічних та лікувально – профілактичних заходів та засобів, які спрямовані на збереження здоров'я та працездатності людини під час праці (“Закон України про охорону праці”).

Основною задачею охорони праці є зведення до мінімуму ушкодження чи захворювання робітника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

У сучасних машинобудівних підприємствах широко розповсюдженні новітні методи обробки матеріалів, які пов'язані (деякі) з підвищеним фактором ризику та травматизму, а також різноманітного впливу шкідливих речовин або випромінювань, які утворюються під час роботи обладнання. Не дивлячись на це – основними методами обробки у загальному шарі виробництва залишається холодна обробка матеріалів, де зайнято приблизно 50% всіх робітників. Такий відсоток працюючих у поєднанні з підвищеною можливістю отримання травм визначає велику питому вагу травматизму в цьому виді виробництва. Найчистіше травми отримуються на верстатах токарної та фрезерної групи з причини недосконалих захисних огорожень, несправності устаткування, інструменту та пристосувань.

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на стан та працездатність людини під час праці. Реальні виробничі умови характеризуються небезпечними і шкідливими факторами. Небезпечні виробничі фактори, дія яких на працюючого в певних умовах приводять до травми або інших професійних захворювань. Небезпечні – деталі, що рухаються, механізми, розжарені тіла. Шкідливі – повітря, домішки в ньому, теплота, недостатнє освітлення, шум, вібрація, іонізуюче лазерне і електромагнітне випромінювання.

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						120
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2 Безпека праці при роботі на токарних верстатах

Основними факторами, що визначаються при роботі на токарних верстатах, є обертання верстатних пристосувань (патронів) та заготовок, а також утворення в процесі різання стружка. При роботі з високими швидкостями різання, особливу увагу повинно приділяти правильному і надійному закріпленню заготовок.

Точність при чистових видах точіння може досягати 7-8-го квалітету, а шорсткість обробленої поверхні – 1,6-3,2 мкм. Розрізання заготовок на токарних верстатах виконують відрізними різцями, які за конструктивним виконанням можуть бути прямими та зворотними.

Відрізний різець встановлюють строго на рівні лінії центрів верстата і перпендикулярно до осі заготовки. При розрізуванні заготовок великих діаметрів можлива поломка різця в кінці проходу в результаті того, що тонка перемичка під дією сил тяжіння і різання прогинається і відрізний різець защемляється в прорізі. У цьому випадку необхідно, не доходячи до центру приблизно 1,5-2,0 мм, вивести різець з прорізи, вимкнути обертання шпинделя і відпилити відрізану частину вручну.

Перед свердлінням, зенкуванням чи розгортанням токарний верстат слід ретельно вивірити на співвісність центрів. Важливими умовами операції свердління є: міцне закріплення заготовки, перпендикулярність її торця осі обертання, відсутність на торці опуклостей, завдання первісного напрямку свердла. Для цього заготовку у верстатному пристосуванні встановлюють з можливо найменшим вильотом, а торець перед свердлінням гладко підрізають. Для завдання первісного напрямку свердла в центрі торця роблять поглиблення центрувальним свердлом або коротким жорстким свердлом; глибина свердління приблизно повинна бути рівною діаметру одержуваного отвору. Свердління отворів великого діаметру з ручною подачею ускладнено через необхідність докладання з боку токаря великих зусиль. Тому отвори діаметром понад 20 мм слід обробляти послідовно двома свердлами.

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						121
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обпилювання застосовують для зачищення поверхонь, видалення задирок, зняття фасок невеликих і т.д. Його виконують напилками різноманітної форми і з різною насічкою. Застосовувати можна тільки напилки із цілою і щільно насадженої ручкою. Так як обпилювання виробляють вручну, то для запобігання травм токар повинен стояти приблизно під кутом 45° до осі центрів верстата з розворотом праворуч.

Полірування застосовують для зниження шорсткості оброблених поверхонь. Його здійснюють шліфувальними шкурками різної зернистості. Під час полірування шкірку утримують пальцями або правої руки, або обох рук. В останньому випадку токар повинен розташовуватися біля верстата так само, як і при обпилювання, тобто передній кінець шкурки утримувати лівою рукою, а протилежний - правою.

7.3. Методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою

При обробці деталей в механічних цехах формуються різні види стружки:

1. елементна стружка, являє собою окремі зрізані елементи.
2. стружка злому, елементи котрої з'єднані між собою.
3. Зливна стружка, яка не має помітних слідів площини зсуву.

Найбільшу небезпеку являє собою зливна стружка, яка при обробці може накручуватися на деталь, інструмент, рукоятки керування, чіплятися за одяг та призвести до травми робочого. Також при точінні сталей з подачами $S > 0,25$ мм/об, новими прохідними різцями може утворюватися стружка міцна та пружна, практично пряма. Стружка такої форми являє собою небезпеку не тільки для робочого, який обслуговує верстат, але і для робочих, які зайняті на сусідніх верстатах. Стружка – шпага дуже незручна для прибирання, зберігання, для повторної утилізації.

Один з най ефективніших методів боротьби зі зливною стружкою – це стружкодробіння та стружкозавертання.

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

Засоби стружкодробіння та стружко-завертання :

1. Лункою, заточеною на передній грані різця
2. Уступами, заточеними на передній грані різця
3. Накладними стружко ламами, встановленими на передню грань
4. Застосування екранів
5. Вібраційне різання
6. Попереднє нарізання канавок на глибину 70% припуску.

Недоліками перших двох методів є те, що заточка лунок та уступів призведе до послаблення ріжучої частини інструмента. Перші чотири методи не завжди забезпечують надійне стружкоподріблення. Також параметри заточки необхідно підбирати експериментально згідно даних умов обробки. Однак, ці методи не потребують збільшення машинного часу та змінюють якість оброблюваної поверхні. Метод вібраційного дроблення дає надійне стружкодріблення незалежно від матеріалу та режимів різання. Однак його використання потребує додаткових пристроїв, створює перемінне навантаження, іноді знижує чистоту поверхні.

Попереднє нарізання канавок потребує додаткової операції, що призведе до збільшення часу на обробку деталі та відповідно її вартості.

На ділянці мається можливість використовувати стружко лами або спеціально заточений ріжучий інструмент.

7.4. Розробка заходів, що забезпечують зниження негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів і надзвичайних ситуацій.

На основі проведеного аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виникнення яких можливо на ділянці цеху по виробництву «корпусу», запропоновані наступні конструктивні й організаційні заходи щодо їхнього зниження й ліквідації.

1. Для підтримки в приміщеннях оптимальної температури повітря застосовують у літній період - кондиціонери, а в зимовий період - система

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						123
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опалення. У цьому випадку система водяного опалення, найбільш ефективна в санітарно-гігієнічному відношенні, вода в систему опалення подається від власної котельні підприємства.

Для теплового самопочуття людини важливо певне сполучення температури, відносній вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні. Вологість повітря дуже впливає на терморегуляції організму, а рух повітря в приміщеннях є важливим чинником, що впливає на теплове самопочуття людини. Швидкість повітря робить також вплив на розподіл шкідливих речовин у приміщенні.

Для забезпечення чистоти повітря й заданих метеорологічних умов у виробничому приміщенні передбачається вентиляція. Наявність у вентиляційній системі устрою для підігріву, осушки або зволоження повітря обов'язково. Конструкція верстатів передбачає місце для приєднання витяжної насадки, у такий спосіб пил і туман, що утворилися в зоні різання віддаляються безпосередньо з її, не поширюючись по всьому виробничому приміщенню. Вилучене й очищене повітря, особливо в холодну пору року, рекомендується використати при рециркуляції. Влучення ЗОР в очі, на руки, відліт стружки із зони різання запобігає застосуванням для контролю за процесом різання спеціального оглядового вікна, захищеного металевими ґратами з товщиною прутів 5 мм. Можлива робота без застосування захисного кожуха із заміною людини промисловим роботом портативного типу.

Верстати, що мають пристосування для охолодження різального інструменту розпилюваною рідиною, що виділяє в процесі різання шкідливі аерозолі, обладнаються гідроприймачами, пристосуваннями до індивідуальної або групової вентиляційної установки для видалення цих аерозолів.

2. Для огороження людей від частин, що рухаються, верстата застосовуються загородження. Зона обробки на верстатах зі ЧПУ повинна захищатися захисним устроєм (екраном). При цьому екранується зона обробки не тільки з боку робочого місця, але також і з боку протилежної робочому місцю. Загородження мають також захисні патрони. Огородження рухливі й

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		124

легко приділяються при установці й знятті заготівель, не обмежуючи технологічних можливостей верстата. Огородження пасової передачі приводу головного руху верстата здійснюється металевим кожухом, що відкидається, штампованим або клепаним з листової сталі товщиною 1,5мм.

Проектом не допускається:

- підтримувати деталь руками, при необхідності потрібно використати дерев'яні підкладки;
- під час роботи верстата вимірювати деталь;
- перевіряти рукою чистоту зовнішньої й внутрішньої поверхонь деталі;
- передавати через верстат інструмент, технічну документацію й так далі;
- для прискорення зупинки виключеного верстата гальмувати рукою патрон .

У механічному цеху використовується природне й штучне освітлення, як доповнення при недоліку природного освітлення по нормах, залежно від часу доби, пори року. При виконанні точних зорових робіт необхідно комбіноване освітлення, тобто освітлення при якому до загального освітлення (джерела світла розташовуються у верхній зоні приміщення) додається місцеве освітлення (джерела світла концентруються на робочих місцях).

Верстати обладнані стаціонарними устроями місцевого освітлення. Рекомендується широке використання вбудованого освітлення. Кронштейн для місцевого освітлення повинен мати надійну фіксацію світильника у всіх необхідних положеннях. Проводиться чищення стекол, віконних прорізів і світлових ліхтарів не рідше двох разів у рік.

3. Щоб уникнути виникнення небезпечних наслідків від дії вібрацій необхідний захист від них. Захист від вібрації починається , насамперед, з їхньої ліквідації. Досягається це вдосконалюванням кінематичних схем і поліпшенням роботи механізмів. Для окремих частин конструкції застосовують пружну підвіску, амортизацію, ізолюють опори. Ізоляція

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						125
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фундаменту (у ґрунті навколо фундаменту встановлюють розриви із заповненням або без заповнення) запобігає передачі коливань від фундаменту до навколишнього ґрунту або від її до фундаменту. Технічними мірами не завжди вдається знизити рівень вібрації нижче встановлених норм, у цих випадках доводиться боротися використати індивідуальні захисні кошти. Для захисту від локальної вібрації використовується взуття на товстої виброгасящій підшві. Зниження вібрації при експлуатації верстата досягається застосуванням замість зубчастих передач - ремінних, які мають підвищену плавність роботи. Для зниження вібрації за рахунок втрати енергії в коливальній системі застосовуються спеціальні гумові коврики, при монтажі верстата, а також у цехах роблять подвійні статі, що гасять вібрацію, також встановлюється силове встаткування в прольотах потужних балок, що лежать на ізолюванні від статей опорах. Статі цеху встановлюють на опорах основного фундаменту будинку. При таких розташуванні статей віброударні навантаження силового встаткування гасяться пружністю прольоту несучих балок.

Для зниження вібрації й відповідно збільшення точності обертання окремих механізмів (шпинделя, ходових гвинтів, приводів подач) проводиться їхнє балансування й обкатування разом зі сполученими деталями (наприклад вал-зубчасте колесо й так далі).

4. Для зниження виробничого шуму використовують різні методи:

1. усунення причин або ослаблення шуму в джерелі його виникнення
2. зниження шуму на шляху його поширення
3. застосування індивідуальних коштів захисту робітників

Ослаблення шуму в джерелі його виникнення є найбільш радикальними коштами боротьби із шумом виробничого устаткування. Однак, досвід підприємств показав, що ефективність заходів щодо зниження шуму експлуатованих машин і механізмів невелике й тому зниження шуму варто домагатися насамперед у процесі проектування устаткування. Зниження шуму зубчастих передач експлуатованих верстатів висновок коробка передач

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						126
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкостей, редукторів у звукоізолюючі кожухи, а також приміщенням зубчастих коліс у масляні ванни. Зменшення шуму електродвигунів металорізальних верстатів досягається гарним динамічним балансуванням ротора двигуна, підвищенням твердості корпусу двигуна, валу ротора, підшипників і т.д., висновком електродвигуна у звукоізолюючий кожух. Зниження шуму можна домогтися застосувавши менш інтенсивний режим різання або розмістивши верстати в ізольованих приміщеннях зі стелями, облицьованими звукоізолюючим матеріалом.

Проведення планового ремонту дозволить зменшити рівень шумів, пов'язаний зі зношуванням деталей.

Примусове змащення тертьових частин і механізмів, застосовуване у верстаті, дозволяє істотно знизити рівень шуму. Сполучення перерахованих вище мір дозволяє зменшити звуковий тиск на основних шумових частотах верстата до 30...40 дБ.

5. Щоб уникнути поразки електричним струмом уживають наступні основні міри захисту:

1. забезпечення неприступності струмоведучих частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику;
2. заземлення верстатів;
3. у комплексі використовується захисне відключення.

Для усунення небезпеки поразки людей електричним струмом, з появою напруги на конструктивних частинах електроустаткування, тобто при замиканні на корпус, використовується захисне заземлення. Це навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих струмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою. Принцип дії - зниження до безпечних значень напруг зіткнення й кроку.

Для захисту струмоведучих кабелів від механічних ушкоджень (як силових, так і керуючих) їх укладають у захисні металеві кожухи або спеціальні пази.

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		127

Регулярне технічне обслуговування повинне містити в собі огляд і чищення, при необхідності, електроустаткування верстата від пилу й бруду.

Крім того регулярно проводиться інструктаж з техніки безпеки при роботі з електричним устаткуванням. Участь робочих неелектричних спеціальностей (фрезерувальник, свердлувальник) у ремонтних, налагоджувальних, іспитових або інших роботах зовсім неприпустимо.

6. Щоб уникнути виникнення пожеж строго виконуються міри пожежної безпеки. Пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі. На нашій механічній ділянці це досягається шляхом:

1. застосування негорючих і важко горючих речовин і матеріалів замість пожежонебезпечних

2. обмеження застосування горючих речовин

3. запобігання поширення пожежі за межі вогнища, тобто застосування протипожежних перешкод, до них ставляться стіни, перегородки, двері, ворота, тамбури-шлюзи й вікна між приміщеннями, цехами

4. використання коштів пожежогасіння, у цьому випадку застосовуються вуглекислотні вогнегасники, і т.д.

Застосування автоматичних коштів виявлення пожеж є однією з основних умов забезпечення пожежної безпеки в машинобудуванні, тому що дозволяє сповістити черговий персонал про пожежу й місце його виникнення. У цьому випадку в механічному цеху використовуються димові оповідачі ДИП-1.

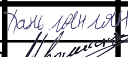
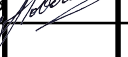
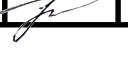
До числа організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки ставляться навчання робітників та службовців пожежної безпеки, інструктаж

про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами й матеріалами, організація пожежної охорони об'єкта. При роботі дотримуються протипожежні вимоги і є на робочому місці коштів для гасіння пожежі: пісок, воду, вогнегасники й т.д. Щоб уникнути небезпеки виникнення пожежі на робочому місці (верстаті) верстат експлуатується відповідно до зазначеного в його паспорті експлуатаційними параметрами. Перевантаження верстата по

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		128

потужності неприпустима. Для запобігання загоряння сторонніх предметів і матеріалів не дозволено захламляти ними прилягаючі до верстата (особливо до електроустаткування) території.

					6261м.18.МР.08.07.ПЗ	Арк.
						129
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Хань Лянлян			Охорона навколишнього середовища	Лім.	Арк.	Аркуші
Перевірів		Новошицький А.В.					130	11
Н. Контр.		Боду С.Ж.			НУК			
Затвердив		Ткач М.Р.						

8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1. Загальне поняття

Навколишнє середовище – це фізичне середовище мешкання людини, рослинного, тваринного світу і мікроорганізмів. Вона містить у собі натуральну природу і продукти антропогенної діяльності, яка все більше впливає на біосферу Землі.

Придбаним аспектом господарської діяльності є створення таких умов для використання природного фонду, що забезпечували б повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства.

Тому охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів – об'єктивна необхідність, яка впливає із соціально-економічних умов розвитку суспільства.

Вся організація справи охорони навколишнього природного середовища охоплює комплекс заходів, спрямованих на боротьбу проти забруднення, засмічення і псування земної поверхні, гідросфери й атмосфери, проти шумів, вібрацій, випромінювань і побуту, які завдають шкоду здоров'ю людей.

Задачею всесвітньої стратегії охорони природи є досягнення наступних трьох основних цілей в області збереження екологічних ресурсів:

– Підтримка основних економічних процесів і систем життєзабезпечення (відновлення і захист ґрунтів, круговорот живильних речовин і очищення вод і ін.), від яких залежить існування людини й економічний розвиток;

– Збереження генетичної розмаїтості (всього обсягу генетичного матеріалу, що міститься у всіх живих організмах на Землі), від якого залежить функціонування багатьох екологічних процесів і систем життєзабезпечення, здійснення програм селекції, необхідних для охорони і поліпшення різновиду культурних рослин, домашніх тваринних і корисних мікроорганізмів, а також розвиток науки і медицини, подальший технічний процес і забезпечення сировиною багатьох галузей промисловості, що використовують біологічні ресурси.

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
						131
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Забезпечення оптимального використання біологічних видів і екосистем (особливо риб і промислових тварин, пасовищ і лісів), є основою існування мільйонів сільських жителів, а також великих галузей промисловості.

Для здійснення діючого контролю за чистоту навколишнього середовища охорони керування будь-якої ієрархічної ступені повинні володіти технічними, економічними засобами, правовими нормами для того, щоб за допомогою їх впливати на підприємства й організації, які забруднюють навколишнє середовище.

У цьому плані важливим кроком у підвищенні ефективності охорони природи є розробка стандартів (правил), що регламентують діяльність людини таким чином, щоб вона не наносила збитку навколишньому середовищу.

Стрімкий розвиток всіх галузей промисловості, енергетики, транспорту, збільшення кількості населення і урбанізація, хімізація усіх сфер діяльності людини привело до певних змін навколишнього природного середовища, у тому числі неблагоприємних змін, зміни в основному у забрудненні біосфери. Вплив шкідливих речовин антропогенного походження на навколишнє середовище, а також відгук середовища на ці впливи стає глобальним та всеохоплюючим.

В результаті життєдіяльності людини в атмосфері появляються велика кількість шкідливих забруднюючих сполук (речовин). Взаємодія атмосферного повітря з водою та ґрунтом приводить до якісних і кількісних змін всієї біосфери в цілому, атмосферного повітря клімату землі. Найбільш сильні зміни клімату і якості атмосферного повітря спостерігаються у великих місцях.

Розрізняють природне і антропогенне забруднення атмосфери. Природне забруднення атмосфери виникає в результаті природних процесів без впливу людини, а антропогенне - в результаті діяльності людей.

До антропогенних джерел забруднення атмосферного повітря відносяться енергетичні установки, викопне паливо, промислові підприємства, транспорт, сільськогосподарське виробництво.

Через високу щільність розміщення, значний внесок в забруднення повітря вносять комунально-побутові підприємства.

Ступінь впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище визначається складом і природою речовин, їх концентрацією, тривалістю впливу, фізіологічними і морфологічними особливостями досліджуємого об'єкта та другими факторами.

З виливом забруднюючих атмосферних повітря сполук зв'язані різноманітні неприємні відчуття, нежить, хвороби і навіть смерть людини.

Здійснення контролю над дотриманням стандартів в зонах інтенсивного антропогенного впливу на атмосферне повітря може зменшити наслідки забруднення атмосфери.

Відносини у галузі охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються Законом України «Про охорону навколишнього середовища», а також розроблюваними відповідно до нього земельним, водним, лісовим законодавством, законодавством про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу та іншим спеціальним законодавством.

У статті 3 цього закону передбачено основні принципи охорони навколишнього природного середовища, нижче приведено третю статтю.

Стаття 3. Основні принципи охорони навколишнього природного середовища.

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;
- запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;
- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;
- збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;
- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;
- обов'язковість екологічної експертизи;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;
- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;
- безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;
- стягнення збору за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів, компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної змінності територій, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку;

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
						134
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;
- вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міждержавного співробітництва.

8.2. Запобігання негативного впливу проектованої ділянки на навколишнє середовище

Головними засобами по зниженню викидів шкідливих речовин в атмосферу є вдосконалення технологічних процесів, враховуючи зниження неорганізованих викидів; будівництво нових і підвищення ефективності існуючих очисних споруд; ліквідація джерела забруднення; перепрофілювання виробництва.

Машинобудівне виробництво шкідливо впливає на навколишнє середовище практично на всіх етапах виготовлення деталей машин.

На етапі механічної обробки деталі утворюється ряд факторів, які впливають на навколишнє середовище:

– різні змащувально – охолоджуючі рідини, емульсії та продукти їх розпаду, які забруднюють стічні води та навколишнє середовище;

– вихід шкідливих елементів в атмосферу від металорізальних верстатів виробляється через загальну вентиляцію. Основним викидом є пил з наявністю діоксиду кремнію до 2%. Річний вихід його складає 0,100 м/рік.

Очищення і знешкодження газових складових викидів здійснюється заходами, вибір яких визначається складом, концентрацією забруднюючих сполук, типом виробництва.

Очистку вентиляційних викидів від механічних сполук здійснюють апаратами мокрого і сухого пиловловлювання, волокнистими фільтрами і електрофільтрами. Відпрацьовані ЗОР збирають в спеціальні ємності і вивозять.

Очищення стічних вод від механічних домішок здійснюється проціджуванням, відстоюванням, фільтруванням, відокремлення механічних

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
						135
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частинок в полі дії центробіжних сил від масловміщуючих домішок – відстоюванням, фільтруванням, обробкою спеціальними реагентами.

На жаль, на етапі штампування не можна повністю змінити картину існуючих процесів, тому що це самий економічний спосіб одержання для виробництва заготовок із алюмінію. Але можна і потрібно вивчити систему вентиляції виробничого приміщення й установити сучасні очисні системи і фільтри на повітрявиводи і колектори стічних вод.

Для цього на етапі механічної обробки з продуктами виділення і власне з відпрацьованими змазувально-охолоджуючими рідинами й іншими технологічними середовищами застосовують кілька різних методів зменшення забруднення навколишнього середовища:

1. Зміна режимів різання і застосування сучасних ріжучих матеріалів, що дозволяє в деяких випадках відмовитися від застосування технологічних середовищ, без істотного зниження продуктивності технологічного процесу.

2. Очисні заходи для очищення відпрацьованих технологічних середовищ у граничнодопустимих концентраціях шкідливих речовин у стічних водах до відповідних ДСТУ і ОСТів.

3. Застосування різних механічних, хімічних, біологічних, а також комбінованих методів очищення повітря.

У цілому, можна впевнено затверджувати, що цілком виключити вплив сучасного промислового виробництва будь-якого типу неможливо.

Але в наших силах істотно знизити ці впливи, незважаючи на високий рівень матеріальних витрат, так відновлення навколишнього середовища в первісному виді в наступному спричиняє великі витрати. А також необхідно звернути увагу на наслідок шкідливого впливу забруднення, як зникнення цілих видів живих істот, що не потребують ніякої матеріальній оцінці.

Найбільш ефективною формою захисту природного середовища від викидів промисловості є розробка і застосування безвідхідних і маловідходних технологічних процесів.

Безвідходна технологія – активна форма захисту навколишнього середовища від шкідливої дії, що являє собою комплекс засобів в технологічних процесах від обробки сировини до використання готової продукції, в результаті чого зменшується до мінімуму кількість шкідливих викидів. Необхідно вдосконалення техпроцесів, створення нових екологічно нешкідливих процесів, розроблення нового устаткування з меншим рівнем викидів домішок і відходів у навколишнє середовище.

Існують два основні напрямки екозахисту: зменшення кількості викидів шкідливих речовин та їх знешкодження.

Перший напрямок передбачає застосування прогресивних технологічних схем; другий – використання сорбційних металів з утилізацією шкідливих компонентів.

Повністю виключити вплив сучасного виробництва на навколишнє середовище неможливо, але можливо суттєво знизити його, використовуючи сучасні технології. Так наприклад:

В металообробній промисловості щодня утворюється велика кількість стічних вод, що складаються з різних емульсій (ЗОР, після лиття під тиском), а також миючих розчинів. Ці стоки містять небезпечні речовини, що не дозволяє безпосередньо скидати їх у міську каналізацію або водойми. Існує безліч технічних рішень для досягнення якості води, відповідного ГДК, зменшення кількості осаду або для забезпечення замкнутої системи водокористування.

Найпоширенішими методами переробки відпрацьованих технологічних рідин є хімічне розкладання, мембранна очистка та випарювання.

Фізико-хімічний метод: розкладання

Під розкладанням розуміється переробка емульсій шляхом поділу їх на фази «вода» і «масло». Переробка розкладанням здійснюється в кілька стадій:

- Відділення неемульгованих (поверхневих) масел,
- Відділення твердих частинок,

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		137

- Розкладання емульсії,
- Відділення отриманих фаз.

Хімічне розкладання проводиться шляхом додавання різних хімікатів. Для досягнення оптимального результату необхідно ретельно дотримувати дозування.

У нових методах розкладання використовуються так звані «де-емульгатори». Їх необхідно підбирати залежно від перероблюваної рідини і ретельно дозувати. Це обмежує застосування даного методу при зміні складу рідини.

Перевагою фізико-хімічного методу є можливість застосування даного методу для великих обсягів стоків ($> 3 \text{ м}^3 / \text{ч}$). Таким чином, даний метод є найбільш економічно вигідним при великих обсягах стоків і при невисоких вимогах до якості зливаються вод.

Механічний метод: мембранна очистка

Іншим методом переробки емульсій є ультрафільтрація. Під підвищеним тиском (5-10 Бар) емульсія проходить через пористу керамічну мембрану. Вода безперешкодно проходить через пори, а масла, жири і воски затримуються на мембранах.

Однак даний метод не може забезпечити повне відділення органічних речовин. Залишкова вологість залишку становить в середньому 60-70%. Значним недоліком мембранної системи є обмеження застосування подібної системи при змінах складу рідини.

Термічний метод: випарювання / дистиляція

Найдавнішим методом розділення речовин є дистиляція. Для випарювання води пропонуються різні технічні рішення:

1. Випарки з тепловим насосом

У даних установках створюється вакуум (близько 40-80 мБар), робоча температура становить 30-45 ° С. Передача енергії від конденсації пари для

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		138

нагрівання надходить холодної рідини проводиться за допомогою теплового насоса, що складається з компресора і циркулюючого хладагенту.

Перевагами цього методу є низькі температури, отже, переробка агресивних рідин не викликає корозію стінок робочої камери.

Значним недоліком даного методу є високе енергоспоживання в порівнянні з випаровуванням з прямою конденсацією водяної пари.

2. Випарювання з прямою конденсацією водяної пари

Для зниження споживання енергії, необхідної для випаровування води, були розроблені вакуумно-дистиляційні установки, де енергопередачі здійснюється шляхом прямого конденсації водяної пари.

За допомогою вакуумного насоса в випарнику створюється тиск близько 600 мБар. Завдяки створюваному вакууму вихідна рідина всмоктується в систему. Завдяки зниженого тиску вода починає кипіти при температурі 86 ° С. Утворюється водяна пара всмоктується через вакуумний насос, конденсується при атмосферному тиску і подається на зовнішню стінку теплообмінника (випарника) для нагріву вихідної рідини. Так як температура конденсації пари при атмосферному тиску 100 ° С, то завдяки більш низькій температурі вихідної рідини (86 ° С) пара конденсується на стінках теплообмінника і передає вихідної рідини необхідну для випаровування енергію.

В системі виникає енергетична рівновага. Єдиним джерелом енергоспоживання системи є вакуумний насос. У порівнянні з випарки з тепловим насосом дані установки характеризуються більш низьким споживанням енергії (45-60 Вт / л). Однак після вакуумно-дистиляційних установок, як і після випарювачів з тепловим насосом, потрібно доочищення дистиляту.

Проаналізувавши 3 методи переробки відпрацьованих технологічних рідин, констатуємо той факт, що вакуумно-дистиляційні установки пропонують собою більш сучасне і економічне рішення, ніж фізико-хімічне

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		139

розкладання або мембранне очищення. Завдяки високій концентрації залишку витрати на утилізацію помітно знижуються.

Вакуумна дистиляція є найекономічнішим з представлених методів. Висока якість дистиляту дозволяє використовувати його повторно, завдяки цьому значно знижуються витрати на використання чистої (свіжої) води. При цьому підвищується не тільки культура виробництва, але й економічна ефективність підприємства.

					6261м.18.МР.08.08.ПЗ	Арк.
						140
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра проведено удосконалення технології виготовлення вала-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$; $L = 208$ мм).

Наведено опис призначення і конструкції деталі, матеріалу деталі і його механічних властивостей. Проведено аналіз технологічності конструкції деталі типу валу-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$). Здійснено вибір типу виробництва та форми організації праці.

Представлені загальні відомості про морфологічний аналіз. Запропоновано використання морфологічного аналізу при розробці нових конструкцій ріжучих інструментів та для удосконалення існуючих конструкцій. Розроблена морфологічна таблиця конструкцій ріжучих інструментів. Наведені рекомендації щодо використання типових евристичних прийомів та каталогу фізичних ефектів і явищ при розробці нових конструкцій ріжучих інструментів. Наведені конструкції прогресивних антивібраційних ріжучих інструментів для токарної, фрезерної та розточувальної обробки. Запропоновані вісім нових конструкцій ріжучих інструментів, створених за допомогою розробленої морфологічної таблиці.

Проведено вибір способу одержання заготовки деталі – валу-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$). Здійснено вибір відповідного технологічного обладнання. Вибрані та обґрунтовані технологічні бази. Наведені методи контролю якості продукції та стандартизації при проектуванні. Розроблено технологічний процес виготовлення валу-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$). Проведено вибір металообробного обладнання та верстатних пристроїв. Розраховані припуски на механічну обробку валу-шестерні конічної. Проведено розрахунок режимів різання та здійснено технічне нормування.

Здійснено розрахунок і проектування ріжучого інструмента для обробки канавки сходу різьбової поверхні – різця фасонного призматичного. Спроековано контрольно-вимірювальне пристосування для контролю товщини зуба по ділильному діаметру валу-шестерні конічної. Спроековано

					Арк. 141
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

верстатне пристосування для закріплення валу-шестерні конічної при фрезерно-центрувальній операції – лещата пневматичні.

Дана характеристика дільниці механічного цеху для виготовлення валу-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$). Проведено визначення та розрахунки партії деталей. Розраховано штучно-калькуляційний час виготовлення валу-шестерні конічної. Визначено фонд часу роботи обладнання. Розрахована потрібна кількість обладнання дільниці. Складено графік завантаження обладнання. Складено кошторис витрат на обладнання. Розрахована виробнича площа. Розроблено план розташування обладнання та робочих місць на дільниці по виготовленню валу-шестерні конічної. Розрахована чисельність робітників працюючих на дільниці. Зроблено оцінку капітальних вкладень на організацію дільниці по виготовленню валу-шестерні конічної.

Проведено розрахунок річного фонду оплати праці робітників дільниці для виготовлення валу-шестерні конічної ($m = 3,5$ мм; $z = 21$). Розраховані річні витрати на основну сировину та матеріали. Здійснено розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування та розрахунок річних загальновиробничих витрат. Розрахована дільнична собівартість одиниці виробу та оптової ціни виробу. Визначені фінансові результати роботи дільниці. Розраховані показники ефективності інвестицій. Наведено приклад розрахунку показників ефекту та ефективності інвестицій капітальних вкладень у створення дільниці цеху по виготовленню валу-шестерні конічної.

Розглянуті положення охорони праці на машинобудівному підприємстві. Наведені правила техніки безпеки праці при роботі на токарних верстатах. Представлені методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою, яка утворюється при обробці на металорізальних верстатах. Розроблені заходи щодо забезпечення зниження негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на дільниці цеху для виготовлення валу-шестерні конічної.

Наведені загальні поняття про охорону навколишнього середовища. Запропоновано заходи по запобіганню негативного впливу на навколишнє

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		142

середовище функціонування спроектованої ділянки цеху для виготовлення валу-шестерні конічної.

В процесі роботи розроблені креслення: вал-шестерня конічна ($m = 3,5$ мм; $z = 21$), штампована заготовка валу-шестерні конічної, різець фасонний призматичний, контрольне пристосування для контролю товщини зуба по ділильному діаметру, лещата пневматичні, наладка на круглошліфувальну операцію, наладка на шліцефрезерну операцію, план ділянки цеху по виготовленню валу-шестерні конічної.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		143

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготованок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. – Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. / Під заг. ред. А.Г. Косилової та Р.К. Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990.
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці / Л.І. Івченко, В.В. Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. – Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ. університет «Житомирська політехніка», 2009.
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А. Панов, В.В. Анікін, Н.Г. Бойм та ін. Під заг. ред. А.Н. Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац. техн. університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						144
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг. ред. к.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.
12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М. Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.
13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец. вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
14. 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.
15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н.І. Каличева та ін. За заг. ред. В.Л. Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.
16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник / І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Е. Грицай, М.Л. Кухляк, Я.М. Кусій, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Е.М. Махоркін, В.П. Свізінський. За заг. ред. І.І. Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.
17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац. тех. університет ім. Івана Пулюя, 2013. – 84 с.
18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДОО, Техніка, 1991.
19. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

20. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.
21. Черноусенко О.Ю., Чепелюк О.О., Риндюк Д.В. Основи наукових досліджень та інженерної творчості // Навчальний посібник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 270 с.
22. Кравець С.В., Нечидюк А.А., Романовський О.Л. Теорія технічних систем. Навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2015. – 139 с.
23. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 142 с.
24. Строїтелєв І.О., Лебедєв В.В., Червоний І.Ф. Основи науково-технічної творчості. Навчальний посібник // Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2008. – 131 с.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		146