

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор

М. Р. Ткач

«  » 2025 р.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: Удосконалення технології виготовлення
корпусу клапанів (АК-4, 115x76x80)

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Студент групи 6261м



Стрельченко Е.С.

Керівник роботи
д.т.н., професор



Ткач М.Р.

Рецензент
к.т.н., доцент

Поліщук В.А.

Миколаїв 2025

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ “ _____ ” _____ 2025 р.

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

Стрельченко Еріка Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення корпусу клапанів (АК4, 115x76x80)

керівник роботи д.т.н., професор Ткач М.Р.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом роботи 1.12.2025 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.

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування ділянки цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту:

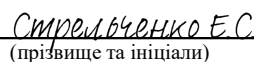
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Моргун С.О.		
Рецензент	к.т.н., доцент Поліщук В.А.		

7. Дата видачі завдання _____

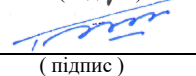
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі A3)	25.10.2025	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2025	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2025	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2025	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2025	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2025	
7	Оформлення креслень	до 1.12.2025	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі A3)	1-9.12.2025	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі A1)	6-13.12.2025	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи (текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2025	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2025	
12	Рецензування	16-22.12.2025	

Студент


(підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2025р.

АНОТАЦІЯ КВАЛІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Проведено дослідження підвищення стійкості різального інструменту при обробці корпусу клапанів зі сплаву АК-4.

Методами досліджень є: інформаційний пошук, експериментальні та аналітичні дослідження, математична статистика.

Розроблено технологію механічної обробки деталі корпусу клапанів (АК-4, 115x76x80).

Наведено аналіз технологічності конструкції деталі, визначення та обґрунтування типу виробництва, проектування заготовки, розрахунки припусків і між операційних розмірів. Розроблено маршрутний технологічний процес обробки деталі та визначено режими різання на операції механічної обробки. Виконано розрахунки спеціального інструменту і пристосування.

Конструкції пристосувань і інструментів розроблені з урахуванням досвіду, накопленого на базовому підприємстві і сучасним вимогам до конструкцій технологічної оснастки.

Вибір устаткування, ріжучого, допоміжного і контрольного інструменту проведено на основі всебічного аналізу технічних вимог і можливостей оснащення підприємства серійного типу виробництва.

Проведено аналіз виробничих небезпек і шкідливостей, розроблено заходи з охорони праці та навколишнього середовища у відповідності з дійсними нормативними документами.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, оснащення, інструмент, охорона праці та навколишнього середовища.

ANNOTATION OF MASTER'S QUALIFICATION WORK

A study was conducted on increasing the durability of cutting tools when machining valve bodies made of AK-4 alloy.

The research methods included an information search, experimental and analytical studies, and mathematical statistics. A technology for the mechanical processing of the valve body part (AK-4, 115x76x80) was developed.

An analysis of the manufacturability of the part's design, the determination and justification of the production type, the workpiece design, and the calculations of machining allowances and inter-operational dimensions were presented. A process route for machining the part was developed and cutting parameters for the machining operations were determined.

Calculations for a special tool and fixture were performed. The designs of the fixtures and tools were developed taking into account the experience accumulated at the common company, as well as modern requirements for technological equipment.

The selection of equipment, cutting, auxiliary, and measuring tools was carried out based on a comprehensive analysis of the technical requirements and the equipment capabilities of a mass-production facility.

An analysis of industrial risks and hazards was conducted, and occupational and environmental protection measures were developed in accordance with current regulatory documents.

Keywords: technological process, mechanical processing, equipment, tools, occupational and environmental protection.

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						1
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Зміст				
Вступ				6
Розділ 1. Загальна частина				8
1.1.Призначення деталі „корпус клапанів АКП” та її конструкція				10
1.2.Матеріал деталі та його властивості (АК-4 ГОСТ 4784-74)				12
1.3.Визначення та обґрунтування типу виробництва та форми організації праці				16
Розділ 2. Наукова частина				19
2.1. Аналіз існуючих методів покращення ріжучих властивостей інструменту				21
2.2. Вимоги до покриттів різального інструменту				23
2.3. Структура зносостійких покриттів				25
2.4. Стійкість інструменту від параметрів покриття				28
2.5. Технології покриття різального інструменту				30
2.6. Способи формування зносостійких покриттів				32
2.7. Можливість використання різноманітного покриття при точінні жароміцного деформованого сплаву АК-4				35
2.8. Висновок з покращення різальних властивостей інструменту				39
Розділ 3. Технологічна частина				41
3.1. Аналіз технологічності деталі				43
3.2. Вибір та обґрунтування виду та способу одержання заготовки				43
3.3. Розрахунок вартості основних матеріалів				49
3.4. Аналіз базового технологічного процесу				50
3.5. Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу клапанів				52
3.6. Обґрунтування вибору технологічного обладнання				54
3.7. Обґрунтування вибору ріжучого інструменту				56
3.8. Обґрунтування вибору вимірювальних інструментів				57
3.9. Розрахунок припусків на механічну обробку				57
3.10. Розрахунок режимів різання				61
3.11. Технічне нормування				65
3.12. Програмування на верстатах з ЧПК				67
Розділ 4. Конструкторська частина				78

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						2
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

4.1. Опис пристосування на багатоцільову операцію	80
4.2. Розрахунок пристосування на багатоцільову операцію	81
4.2.1. Визначення сили затиску	81
4.2.2. Визначення номінального діаметра гвинта	83
4.2.3. Розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) пристосування	83
4.2.4. Розрахунок крутячого моменту	84
4.2.5. Визначення мінімальної довжини плеча	84
4.3. Пристосування для фрезерної операції	84
4.3.1. Опис тисків пневматичних	84
4.3.2. Розрахунок сили затиску	85
4.4. Свердло комбіноване (спеціальне)	86
4.4.1. Опис і призначення	86
4.4.2. Розрахунок різьбонарізного інструменту	86
4.5. Фреза Т-подібна	87
4.6. Прилад індикаторний для заміру внутрішніх канавок	87
Розділ 5. Проектування дільниці	89
5.1 Кратка характеристика дільниці	91
5.2. Опис служб механічного цеху і дільниці, що проектується	91
5.3. Конструкція будівлі	92
5.4. Вихідні данні для проектування дільниці цеху по виробництву корпусу клапанів	92
5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей	93
5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі	95
5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання	96
5.7.1. Календарний фонд часу роботи обладнання	96
5.7.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання	97
5.7.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання	97
5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження	97
5.9. Складання графіка завантаження обладнання	100
5.10. Складання кошторису витрат на основне обладнання	101
5.11. Організація виробництва на ділянці	102

5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами	102
5.13. Розрахунок висоти цеху	104
5.14. Розробка планування ділянки	104
5.15. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці ¹	105
5.15.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників.	105
5.15.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників	106
5.15.3. Визначення необхідної кількості службовців	107
5.16. Зведена відомість працюючих на ділянці	109
5.17. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки	109
Розділ 6. Економічна частина	111
6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати працівників дільниці	113
6.2. Визначення фонду заробітної плати основних робітників	114
6.3. Визначення фонду заробітної плати допоміжних робітників	115
6.4. Визначення фонду заробітної плати службовців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу	116
6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на дільниці	118
6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування	119
6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі	125
6.7.1. Калькуляція виготовлення деталі	125
6.7.2. Визначення оптової ціни річної програми	126
6.7.3. Визначення фінансових результатів (прибутку)	127
6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту	129
6.9. Техніко-економічні показники ділянці	132
Розділ 7. Охорона праці	134
7.1. Вступна частина	136
7.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів	136
7.3. Штучне освітлення та його розрахунок	139
7.4. Загальні положення техніки безпеки на фрезерних	

станках з ЧПК	143
Розділ 8. Охорона навколишнього середовища	145
8.1. Вступ	147
8.2. Заходи щодо охорони навколишнього середовища	148
Висновки до кваліфікаційної роботи	151
Література	152
Додатки	154
Програми до верстат з ЧПК	
Специфікація	

Вступ

Останні два десятиліття відзначені у світі високими темпами росту параметрів газотурбінних двигунів (ГТД) і розвитком технології їхнього виробництва. Динаміка росту параметрів газових турбін свідчить, що їх ККД із 33% на початку 80-х років досяг 38 - 40% і по рогнозу для потужних парогазових турбін, створюваних на базі нового покоління ГТД, у найближчому майбутньому досягне 60%. Одночасно потужність одновальних енергетичних ГТД зросла в 5 разів і досягла 350 Мвт.

Нові можливості сучасних ГТД викликали ріст попиту їх на світовому ринку й збільшення виробництва, у першу чергу для енергетики. Це обумовлено тим, що сучасні ГТД із високим термодинамічним ККД роблять вироблення електроенергії з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Виробництво нових ГТД вимагає постійного вдосконалювання технологічних процесів, розробки й впровадження якісно нових матеріалів і способів виготовлення з них деталей і вузлів, що забезпечують постійно зростаючі вимоги до якості й експлуатаційної надійності. З огляду на що, між конструкцією двигуна й технологією його виробництва існує постійний взаємозв'язок, основу для вдосконалювання технічних характеристик ГТД утворюють створювані нові технологічні процеси обробки й складання, технічний контроль і випробування.

Значна теплонапруженість, механічна напруженість, вібронапруженість деталей двигуна, важкість обробки матеріалів, високі вимоги до точності виготовлення, корозійної стійкості й інші вимоги, спричиняються застосування складних і нестандартних технологічних рішень, що висуває технологію виробництва ГТД як напрямок, що визначає надійність і ресурс двигуна в цілому, його трудомісткість і собівартість.

Головним напрямком удосконалювання виробництва ГТД і найважливішими особливостями науково-технічного прогресу в галузі в цілому є підвищення продуктивності праці і якості випускається продукції, що, за рахунок зниження частки ручної праці й підвищення рівня його автоматизації, введення оптимальних режимів механічної обробки, діагностики поточного стану технологічного встаткування, а також відновлення парку встаткування.

Основним завданням дипломного проекту є розробка прогресивної технології виготовлення агрегатно командно-паливного корпусу клапанів й підвищення стійкості різального інструменту при обробці корпусу клапанів зі сплаву АК-4, а також планування ділянки цеху для її виробництва

					<i>6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ</i>	Арк.
						7
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

					6261м.10.КРМ.08.01.ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Загальний розділ					Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.												8	11
Керівник	Ткач М. Р.									НУК				
Консульт.														
Н. контр	Моргун С.О.													
Зав. каф.	Ткач М. Р.													

1. Загальна частина

1.1.Призначення деталі „корпус клапанів АКП” та її конструкція.

1.2.Матеріал деталі та його властивості (АК-4 ГОСТ 4784-74).

1.3.Визначення та обґрунтування типу виробництва та форми організації праці.

					<i>6261м.10.КРМ.08.01.ПЗ</i>	Арк.
						9
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

1.1. Призначення деталі „корпус клапанів АКП” та її конструкція

Агрегат командно-паливний призначений для забезпечення:

- автоматичного запуску двигуна;
- розподілу палива по каналах форсунок;
- обмеження продуктивності насоса при перевищенні температури газів у ГТД вище заданої величини;
- припинення подачі палива до форсунок при спрацьовуванні аварійних захистів;
- необхідної витрати палива в залежності від режиму роботи двигуна.

АКП являє собою скомпоновану на корпусі 7 групу агрегатів: блок дросельного крану 1, блок клапанів 2, блок обмеження наростання тиску 3, блок клапанів запуску 4, блок розподільних клапанів 5, стоп-кран 6. Кріплення блоків на корпусі 7 здійснюється за допомогою гвинтів, ущільнених на розніманні гумовими кільцями.

Блок клапанів 2 призначений для:

- підтримки постійного тиску палива на дросельному крані;
- підтримки постійного тиску на вході у виконавчий механізм обмежника наростання тиску і сервомеханізм паливного насоса;
- запобігання виникнення високого тиску за насосом у момент зупинки двигуна.

Постійний перепад на дросельному крані підтримує клапан постійного перепаду, що складає з золотника 2.3, пружини 2.4, упора 2.5. на золотник 2.3 діють: знизу – тиск палива за насосом, зверху – зусилля пружини 2.4 і тиск палива за дросельним краном.

Якщо перепад на дросельному крані перевищить заданий, то золотник 2.3 зміститься нагору, відкриє злив палива з міжпоршневої камери насоса і підведення палива високого тиску до штокової порожнини насоса.

У результаті зниження тиску в міжпоршневої камері і росту тиску в штоковій

порожнині сервопоршень зміщується і переводить похилу шайбу на менший кут нахилу. Продуктивність насоса зменшується, перепад тиску зменшується до заданої величини і золотник 2.3 повертається в рівноважне положення.

Якщо перепад тиску на дросельному крані стане нижче заданого, то золотник 2.3 зміститься вниз, прикриє злив з міжпоршневої камери і підведення палива до штокової порожнини. У той час у міжпоршневую камеру підводиться паливо через дросельний пакет 7.1, похила шайба встановлюється на великий кут, продуктивність насоса збільшується, перепад у дросельному крані відновлюється до заданої величини і золотник 2.3 повертається в рівноважне положення.

Перепад тиску палива на дросельному крані визначається затягуванням пружини 2.4 і залишається постійним на всіх режимах роботи двигуна.

Постійний тиск палива на вході у виконавчий механізм обмежника наростання тиску (ОНД) і сервомеханізм насоса забезпечує клапан постійного тиску (КПД), що складає з золотника 2.1 і пружини 2.2.

При перевищенні тиску за клапаном вище заданого, який задається протяжливості пружини 2.2, золотник 2.1 переміщається нагору і прикриває отвір входу в клапан, і навпаки, при зменшенні тиску палива за клапаном золотник 2.1 зміщується вниз і збільшує прохідний перетин входу палива в клапан.

До клапанів постійного перепаду і постійного тиску паливо через насос подається через фільтр автоматики 2.8.

Для запобігання можливості виникнення високого тиску за насосом у момент зупинки двигуна переключом важеля керування на упор "стіп" служить запобіжний клапан, що складається з золотника 2.7 і пружини 2.6.

При зростанні перепаду тиску палива на дросельному крані вище припустимого значення золотник 2.7 зміщується нагору і перепускає паливо з каналу нагнітання на лінію усмоктування. (Рис.1.1.)

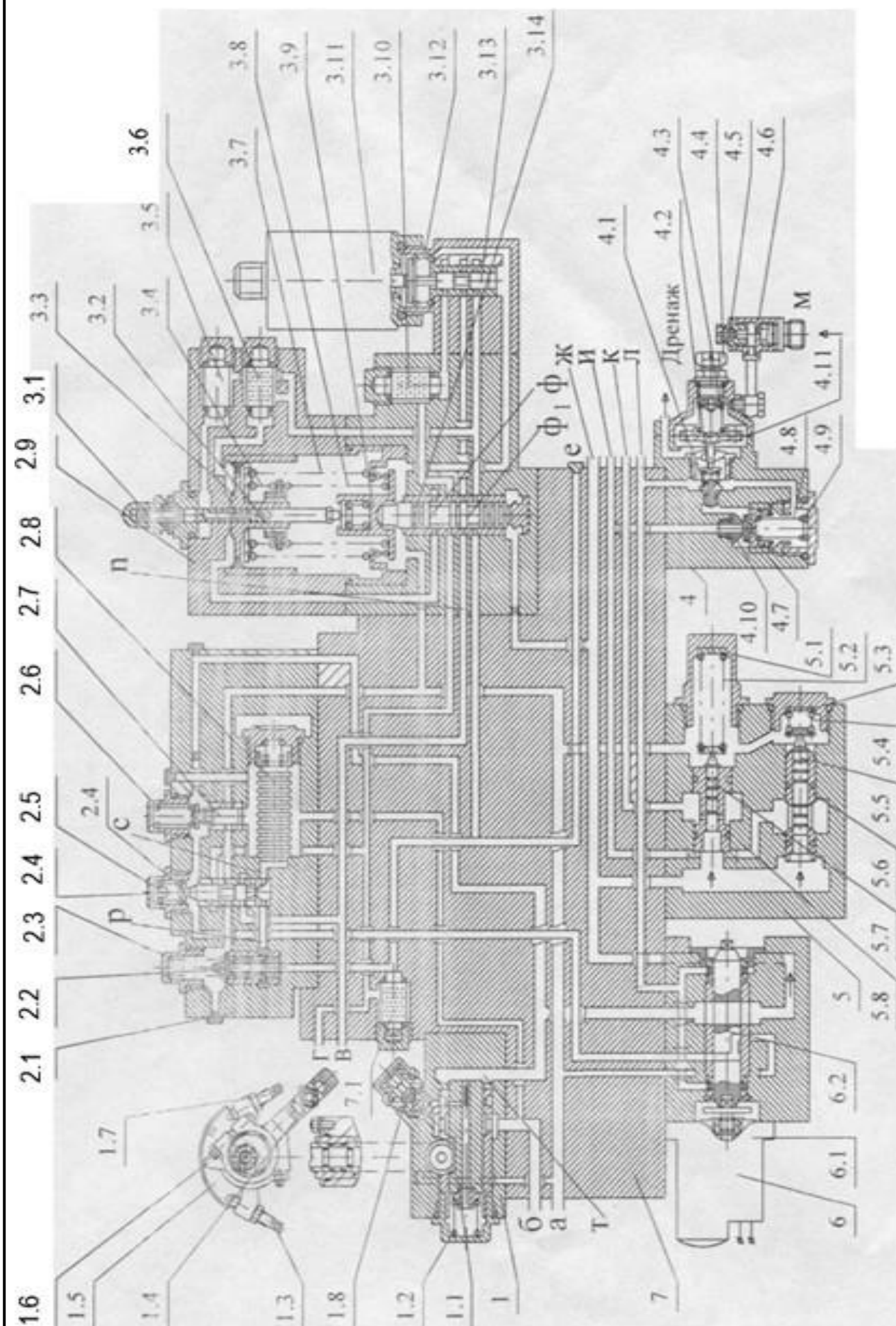


Рис.1.1.1. Схема принципіальна КТА

зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата

6261м.10.КРМ.08.01.ПЗ

Арк.
12

1.2. Матеріал деталі та його властивості (АК-4 ГОСТ 4784-74)

Матеріал АК-4 є жароміцним деформованим сплавом на основі системи Al-Cu-Mg-Ni-Fe.

Хімічний склад сплаву АК-4 приведений у таблиці 1.1.

Хімічний склад (%) деформованого жароміцного сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74

Таблиця 1.1.

Основні компоненти	Cu	1.9-2.5	
	Mg	1.4-1.8	
	Ni	0.8-1.3	
	Fe	0.8-1.3	
	Si	0.5-1.2	
	Ti	-	
Домішки (не більш)	Mn	0.2	
	Zn	0.3	
	Ti	0.1	
	Інші	Кожна	0.05
		Сума	0.1

Сплав АК-4 добре деформується в гарячому стані. Характеристики механічних і фізичних властивостей сплаву приведені в таблицях 1.2, 1.3,1.4.

Для зменшення короблення і повідець загартування деталей складної конфігурації можна проводити в киплячій воді.

Застосування.

Жароміцний деформований сплав АК-4 застосовують для виготовлення деталей двигунів (лопатки компресора, крильчатки, поршні та ін.), що працюють при підвищених температурах.

Фізичні і механічні властивості алюмінієвого сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74

Таблиця 1.2.

Характеристика		Значення
Стан матеріалу		Загартований і штучно зіс- тарений
Щільність, ρ , г/см ³		2,77
Коефіцієнт лінійного роз- ширення $\alpha \times 10^6$ в інтер- валі температур, °C	20-100	22
	20-200	23,1
	20-300	24
Теплопровідність, кал/см $\times$ с $\times$ °C		0,43
Електропровідність у % від електропровідності міді		50
Модуль нормальної пружності E, кгс/мм ²		7200
Модуль зрушення G, кгс/мм ²		2700
Межа міцності при розтяганні G_B , кгс/мм ²		42
Межа повзучості $G_{0,2}$, кгс/мм ²		35
Межа втоми на базі 2×10^7 циклів, G_{-1} , кгс/мм ²		13,5
Відносне подовження, δ , %		10
Відносне звуження, ψ , %		20
Твердість HB, кгс/мм ²		120

[26,Т1,стр.18 табл.8, стр.21 табл.9]

Характеристика механічних властивостей кувань і штампувань зі сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74 (у загартованому і штучно зістареному стані)

Таблиця 1.3.

[26,стр.61]

Вид виробу	Маса, кг	Уздовж волокна		δ, %	Поперек волокна					
		G _B	G _{0,2}		По ширині			По товщині		НВ
		кгс/мм ²			G _B	G _{0,2}	δ,	G _B ,	δ,	
					кгс/мм ²		%	кгс/мм ²	%	
		Не менш								
штампування	≤100	8	8	5	7	7	4	36	3	100
кування	≤700	7	7	4	6	6	3	35	3	100

Межі тривалої міцності і повзучості (за 100 годин) пресованих напівфабрикатів зі сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74

Таблиця 1.4.

200 °С		250 °С		300 °С	
G_{100}	$G_{0.2/100}$	G_{100}	$G_{0.2/100}$	G_{100}	$G_{0.2/100}$
20	15	7,5	6,5	4,0	3,5

[26,Т1,стр.52 табл.19]

Технічна характеристика.

Пластичність задовільна.

Сплав відрізняється невисокою корозійною стійкістю, схильний до корозійного розтріскування. Деталі треба анодувати та захищати лакофарбовими покриттями.

Сплав задовільно зварюється крапковим і роликовим зварюванням, добре обробляються різанням.

1.3. Визначення та обґрунтування типу виробництва та форми організації праці

Тип виробництва та відповідні йому форми організації праці у цеху визначають характер технологічного процесу і його побудову. В залежності від заданої річної програми випуску та характеру (габаритів, маси) деталей, які підлягають обробці, встановлюється тип виробництва - одиничне, серійне або масове (табл.1.5, табл.1.6.).

Вибір типу виробництва за заданою програмою випуску деталей

Таблиця 1.5.

Тип виробництва	Кількість оброблювальних за рік деталей одного найменування та типорозміру, шт.		
	Великі (важкі)	Середні	Дрібні (легкі)
Одиничне	до 5	до 10	до 100
Серійне	5...100	10...5000	100...50000
Масове	понад 1000	понад 5000	понад 50000

Вибір типу виробництва за масою деталей

Таблиця 1.6.

Маса деталі, кг	Обсяг річної програми випуску, шт.				
	Одиничне	Дрібносерійне	Серійне	Великосерійне	Масове
10,0	10	10...200	200...1000	10000...25000	25000
5,0...10,0	10	10...300	300...25000	25000...50000	50000
2,5...5,0	10	10...500	500...35000	35000...75000	75000
1,0...2,5	10	10... 1000	1000...50000	50000...100000	100000
1,0	10	10...2000	2500...100000	75000...200000	200000

Отже, проаналізував вхідні дані за таблицями 1.5 та 1.6

($A=5000$; $MD=1,0$ кг) можна зробити висновок, що виробництво корпусу клапанів АКТ серійне.

Згідно з ГОСТ 14.004-83 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції K_{zo} , який розраховується за формулою:

$$K_{zo} = \frac{O}{P},$$

де, O - число різних операцій;

P - число робочих місць, на яких виконуються операції.

При $1 < K_{zo} < 10$ – масове та великосерійне виробництво;

$10 < K_{zo} < 20$ – середньо серійне;

$20 < K_{zo} < 40$ – дрібносерійне;

K_{zo} не регламентується – одиничне виробництво.

Згідно з обраним типом виробництва характерна для нього форма організації робіт у цеху відрізняється так:

за групами обладнання (головним чином для одиничного виробництва);

предметна, потоково-серійна чи перемінно-потокова, характерна для серійного виробництва;

прямотечійна, характерна для масового та вменшій мірі великосерійного виробництва;

неперервним потоком (тільки для масового виробництва).

Для серійного виробництва визначається партія деталей. Поняття "партія" відноситься до кількості однойменних деталей, одночасно оброблюваних з однієї наладки обладнання, а поняття "серія" - до кількості машин, приладів і т. п., які запускаються у виробництво одночасно.

Величина виробничої партії знаходиться за спрощеною формулою:

$$n = N / \Phi x * 3 \text{ шт.},$$

де, N - річна програма випуску деталей одного найменування та розміру, шт.;

Φx -кількість робочих днів протягом року, яка приблизно дорівнює 305 дням;

3 - резервний запас заготовок деталей на складі для забезпечення непере-

рвної роботи ділянки у денних нормах, який повинен становити: для великих деталей - 2-3 дні, для середніх - до 5 днів, для дрібних - від 10 до 30 днів.

$$n=5000/305*5=80 \text{ шт.}$$

Отримана величина виробничої партії повинна бути не меншою за операційну партію (тобто за кількість деталей, які поступають на робоче місце для виконання технологічної операції).

Виготовлення корпусів клапанів буде характеризуватися середнім обсягом випуску даного виду виробів, причому виготовлення здійснюється періодично повторюваними партіями (тобто форма організації робіт - перемінна-потокова).

Технологічне устаткування повинне відповідати характеристикам серійного виробництва , тобто мати мобільність і універсальність.

У серійному виробництві поряд з універсальним устаткуванням застосовують спеціалізоване і спеціальне устаткування. Широко використовують переналагоджувані швидкодіючі пристосування, універсальний і спеціальний що ріже і вимірювальний інструмент, що збільшує продуктивність.

					6261м.10.КРМ.08.01.ПЗ	Арк.
						18
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

					6261м.10.КРМ.08.02.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Науковий розділ					Літера	Аркуш	Аркушів
Студент	Стрельченко Е.С.											
Керівник	Ткач М. Р.										19	22
										НУК		
Н. контр	Моргун С.О.											
Зав. каф.	Ткач М. Р.											

2.Наукова частина

- 2.1. Аналіз існуючих методів покращення ріжучих властивостей інструменту
- 2.2 Вимоги до покриттів різального інструменту
- 2.3 Структура зносостійких покриттів
- 2.4 Стійкість інструменту від параметрів покриття
- 2.5 Технології покриття різального інструменту
- 2.6 Способи формування зносостійких покриттів
- 2.7 Можливість використання різноманітного покриття при точінні жароміцного деформованого сплаву АК-4
- 2.8 Висновок з покращення різальних властивостей інструменту

2.1. Аналіз існуючих методів покращення ріжучих властивостей інструменту

Використання сучасних високопродуктивних і дорогих металорізальних верстатів, оснащених системами ЧПК та адаптивного управління, особливо в умовах гнучких автоматизованих виробництв, підвищує вимоги до якості та надійності різального інструменту. При цьому інструментальний матеріал повинен одночасно володіти достатнім запасом міцності при стисканні та згинанні, додатку ударних імпульсів і закономірних напруг.

Залежно від виду інструменту та умов різання характер теплосилових навантажень теж дуже різноманітний, при цьому практично завжди найбільш навантажений поверхневий шар, властивості якого в першу чергу визначають працездатність інструменту в процесі різання. Щоб протистояти таким навантаженням, робочі поверхні інструменту повинні мати високі показники твердості, теплостійкості тощо.

Перелічені властивості зазвичай є взаємовиключними, і для створення ріжучих інструментів, з комплексом зазначених властивостей на поверхні та в обсязі тіла, в даний час використовують різного роду способи модифікації робочих поверхонь, що полягають у зміні фізико-механічних і кристалохімічних властивостей поверхні і поверхневого шару. Модифікація робочих поверхонь дозволяє створити інструмент, що має унікальне поєднання, на перший погляд, суперечливих властивостей – високої міцності та твердості. Одним з найбільш поширених та ефективних напрямків модифікації робочих поверхонь ріжучих інструментів є нанесення зносостійких покриттів.

Мною було проведено аналіз на підставі існуючих методів покращення стійкості інструменту.

Основними чинниками, що впливають на підвищення властивостей є режими різання; матеріал, який обробляють використання сучасних змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР) та зміни покриття, що нанесено на різальну частину.

Різноманітні методи покращення ріжучих властивостей інструменту наведено на рис.2.1.

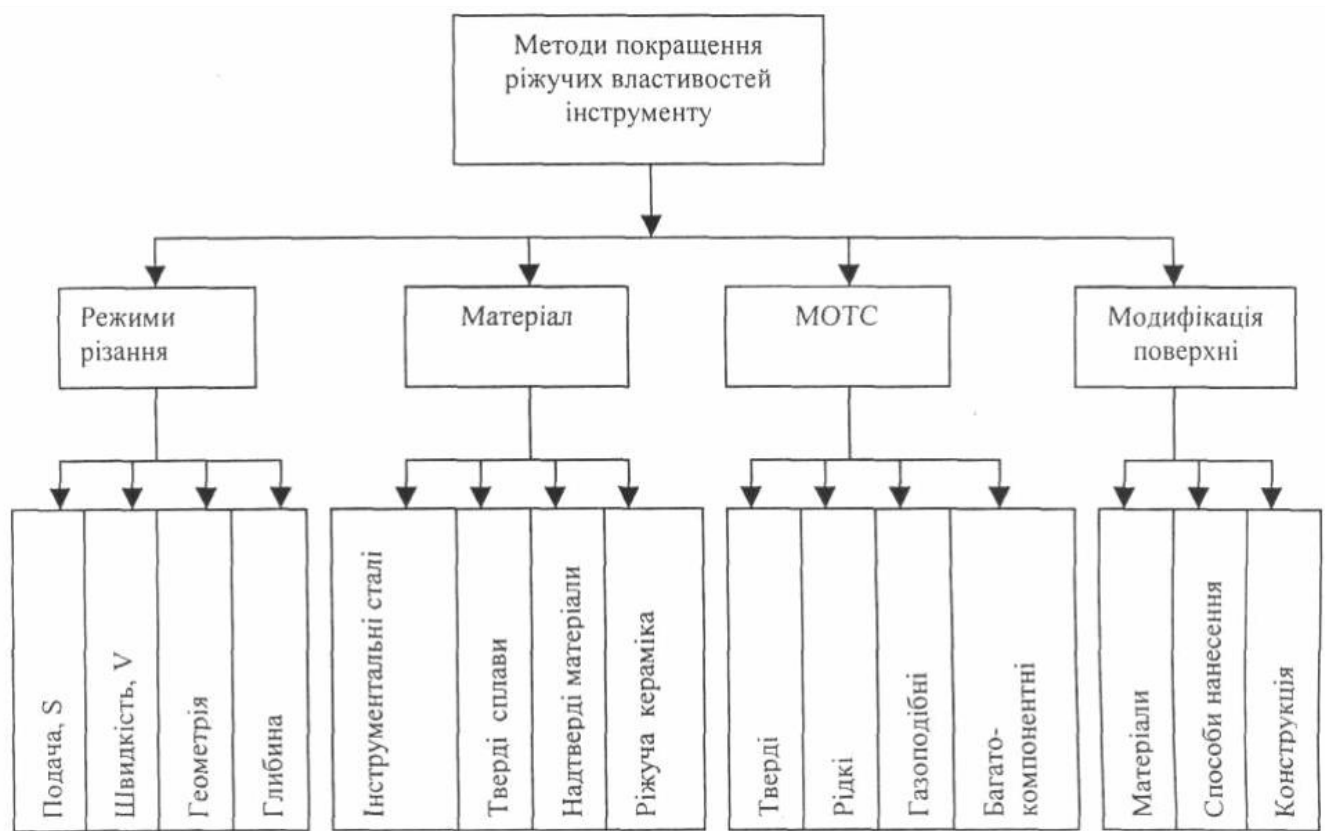


Рис.2.1 – Методи покращення ріжучих властивостей інструменту

Треба прийняти до уваги, що використання одного конкретного методу для покращення ріжучих властивостей інструменту не забезпечить на 100% істотного поліпшення стійкості інструменту, оскільки за існуючої технології може покращити лише на 20–30%. Тому більш перспективним заходом поліпшення ріжучих властивостей інструменту вважають отримання нових інструментальних матеріалів [1,2], вдосконалення його конструкції, нанесення на різальну частину зносостійких покриттів [3].

Широке промислове використання різального інструменту із зносостійкими покриттями дозволяє вирішувати цілий комплекс наступних питань:

- значно підвищити період стійкості та надійність;
- збільшити продуктивність процесів обробки різанням;
- скоротити питому витрату дорогих інструментальних матеріалів та дефіцитних елементів (вольфрам, молібден, тантал, кобальт) для їх виготовлення;
- розширити область використання твердих сплавів та скоротити номенклатуру застосовуваних сплавів стандартних марок;
- підвищити якість поверхневого шару та точність розмірів оброблених деталей.

Зносостійкі покриття наносяться як на інструменти зі швидкорізальної сталі, так і твердосплавні інструменти, а також змінні пластини, що не переточуються, для інструментів збірної конструкції. Як матеріали для таких покриттів використовуються карбіди, нітриди, бори́ди, карбонітриди та силіциди тугоплавких металів, а також окис алюмінію, а також використання алмазних покриттів та ельбору.

Всі з'єднання, що використовуються для нанесення покриттів, можна умовно розділити:

- іонні матеріали - Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 , MgO тощо;
- ковалентні матеріали - А(алмаз), B_4C , кубічний нітрид бору (CBN), SiC , Si_3N_4 , AlN тощо.

Для того, щоб покриття, нанесене на ріжучий інструмент, суттєво підвищувало його експлуатаційні властивості, воно повинно відповідати цілій низці вимог, різних для самого шару покриття та для перехідної зони між покриттям та основним матеріалом

2.2. Вимоги до покриттів різального інструменту

Матеріал, з якого виготовлено інструмент, а також властивості покриття повинні співпадати. Враховуючи зазначене треба отримати: мінімальну відмінність фізико-механічних та теплофізичних властивостей. Найчастіше використовують наступні матеріали покриттів для інструментальних сталей: оксид алюмінію, карбонітрид титана, карбід, нітрид [4,5].

Поверхня покриття, що безпосередньо контактує з оброблюваним матеріалом, не повинна з ним активно взаємодіяти. Це забезпечується:

- застосуванням різного характеру хімічного зв'язку у покритті та оброблюваному матеріалі, що збільшує опір адгезійного зношування;
- високою міцністю покриття та його опором хімічній взаємодії з оброблюваним матеріалом та навколишнім середовищем.

Покриття, зазвичай, має нижчий коефіцієнт тертя проти інструментального матеріалу. Це означає, що тертя між передньою поверхнею ріжучої частини інструменту та стружкою істотно скорочує абразивний знос, послаблює ефект адгезійного зносу (оскільки скорочується наростування в процесі різання).

Наприклад, якщо подивитись на поперечний переріз, смуга, яку створює покриття повинна бути як з високою твердістю, в тому числі і з високою в'язкістю. Це необхідно враховувати для зменшення внутрішньої напруги.

Необхідні властивості покриття, які забезпечують наведені вище вимоги:

- Міцність на достатньо високому рівня (враховуючи втомну);
- Опір (високого рівню), що запобігає ударним навантаженням;
- Опір від утворення тріщин;
- Опір до термічних ударів, а також до високих температур, виникаючих у процесі обробки;
- Теплопровідність повинна бути низького рівню.

Між покриттям та основним матеріалом має бути хороша адгезійна міцність. Це можливо, якщо:

- характер хімічних зв'язків матеріалу покриття та основного матеріалу однаковий;
- термічні напруги в перехідній зоні мінімальні (коефіцієнти теплового розширення матеріалу покриття та основного матеріалу повинні бути близькими);
- забезпечена чистота поверхні основного матеріалу (відсутність жирів; оксидних плівок тощо);
- внутрішні напруги в основному матеріалі мінімальні;
- характер контактної поверхні основного матеріалу (висока шорсткість) сприяє кращому схоплюванню покриття з основою.

В інструментальному виробництві широке розповсюдження отримали моношарові, градієнтні, багатошарові та композиційні покриття на основі нітриду, карбідів, карбонітридів, оксидів титану, алюмінію, хрому, кремнію.

Склад та властивості покриттів, які наносять на різальний інструмент наведено в таблиці 2.1.

Склад і властивості покриттів, що наносять на різальний інструмент

Склад	TiN	TiC	TiCN	TiN/TiCN	TiAlN	TiAlSiXN	CrAlN	CrN	Cr/CrN	CrN/CrO
Тип	Моно-шарові	Моно-шарові	Моно-шарові	Багато-шарові, градієнтні	Нано-кристалічні	Нанокристалічні/багатошарові	Моно-, багатошарові	Моно-шарові	Багатошарові	Багатошарові
Мікротвердість HV _{0,05}	2300 ±300	2900 ±200	3100 ±300	2700 ±200	3100 ±200	3550 ±350	3000 ±200	2100 ±200	2300 ±200	2400 ±200
Рекомендована товщина, мкм	1-4	5-10	2-4	2-4	2-5	2-7	2-5	1-8	2-10	2-10
Коефіцієнт тертя по хрому	0,6		0,35	0,4	0,5	0,6	0,4	0,35	0,35	0,4
Червоностійкість, °C	500	720	400	450	900	1150	1100	600	650	700
Колір	золотий	темно-сірий	сіро-блакитний	сіро-блакитний	антрацит	мідний	сіро-блакитний	металевий	металевий	колір побігності

2.3. Структура зносостійких покриттів

Покриття, які мають зносостійкі властивості для використання на різальному інструменті вміщують сполуки, що містять в собі як тверді так і крихкі властивості, тобто мають дуже низьку крихку міцність [6,7].

Сьогодні існує багато видів зносостійких покриттів для покращення стійкості інструменту. Вони різняться за структурою, хімічним складом і товщиною. В даний час в технічній літературі в основному розглядаються системи швидкорізальна сталь - покриття, твердий сплав покриття, полікристалічний надтвердий матеріал на основі кубічного нітриду бору.

В одношарових покриттях на матеріал наноситься рівномірний шар певного хімічного складу. Це найпростіші покриття і наносять їх, як правило, на швидкорізальні інструменти. Сучасна технологія дозволяє наносити складніші покриття з більш високими експлуатаційними характеристиками.

Градієнтними називаються покриття, в яких хімічний склад поступово змінюється від матеріалу, що покривається до зовнішньої поверхні покриття. Градієнтні покриття можуть складатися з однієї хімічної сполуки або реалізовувати поступове заміщення одного елемента іншим. Покриття, в яких шари з різними хімічними складами чергуються і мають чітко окреслені межі, називаються багатошаровими. У багатошарових покриттях шари виконують різні функції – одні підвищу-

ють зносостійкість, інші, маючи низьку теплопровідність, створюють температурний бар'єр між основою та зовнішньою поверхнею покриття. Важливою властивістю багатошарових покриттів є здатність зупиняти тріщини, що виникають, які поширюються не вглиб покриття, а вздовж меж окремих шарів.

Найбільшою популярністю користуються багатошарові покриття, що складаються з кількох основних шарів, розділених тонкими проміжними шарами. Технологія нанесення дозволяє надати їм характеристики, необхідні для конкретних умов обробки, та гарантувати, що покриття ефективно додає фізико-механічні властивості основи із твердого сплаву.

У багатошаровому покритті кожен зносостійкий шар виконує свою функцію, що покращує експлуатаційні властивості ріжучої кромки. Варіюючи складом і товщиною шарів, можна створити будь-яке покриття, призначене для обробки певної групи матеріалів або виконують конкретну операцію.

Однією з особливих різновидів багатошарових покриттів є комбіноване покриття, коли поверх твердого покриття нанесений шар покриття з низьким коефіцієнтом тертя («покриття, що самозмазується»).

Твердосплавна основа та покриття мають деякі загальні властивості. Обидва мають високу твердість, ударну в'язкість і зносостійкість. Разом з тим деякі інші властивості у основи і покриття різні, призводять до виникнення внутрішніх напруг. Наприклад, різні коефіцієнти термічного розширення основи та покриття призводять до виникнення напруг у прикордонному шарі між ними. Хороша адгезія між основою сплаву та покриттям – найважливіша вимога, тому що покриття не може працювати, якщо його не закріпити на робочій поверхні інструменту. [8]

У даний час розроблено методику середньотемпературного процесу хімічного нанесення зносостійкого покриття, розроблено та впроваджено нові процеси додаткової обробки покриття, спрямовані на зниження рівня внутрішніх напруг.

Нанопокриття називаються багатошарові покриття, товщина шарів яких становить кілька нанометрів - 10^{-9} метра відноситься до PVD-покриттів. В даний час

з'являється можливість отримання нових вакуумних нанопокриттів з розмірами зерен менше 100 нм, такі покриття мають покращені механічні характеристики. Аналізуючи існуючі нанопокриття, можна виділити три основні групи:

- наноструктурні,
- нанокомпозитні,
- наночарові.

Наноструктурні покриття у свою чергу, поєднують у собі підвищену мікротвердість та достатню пластичність. Поведінка нанокристалічних матеріалів, з розмірами зерен 10 нм і менше, визначається головним чином процесами в прикордонних областях, оскільки кількість атомів у зернах порівняно або менше, ніж у межах. Ця обставина суттєво змінює характер взаємодії між сусідніми зернами, наприклад:

- гальмує генерацію дислокацій,
- перешкоджає поширенню тріщин через зміцнення меж зерен.

За цих умов дислокації у нанозернах відсутні. Нанокомпозитні покриття складаються з основної твердої нанокристалічної фази, на межах зерен якої розташовується тонкий шар другої нанокристалічної або наноаморфної фази. Отже, тверді зерна зміцнюючої фази розділені між собою тонкими прошарками атомів іншої фази. Такі покриття мають надвисоку твердість, великі коефіцієнти пружного повернення, високу термостійкість.

Наночарові покриття мають підвищену тріщиностійкість. Передумови для їх отримання виникли ще 20 років тому, при розробці багаторочових покриттів на основі TiN/NbN, TiN/VN, (TiAl)N/CrN тощо з шаровими металів або сполук, що чергуються. Наночарові покриття мають різні внутрішні напруги (модулі пружності) і близькі за величиною коефіцієнти термічного розширення. Товщина окремих шарів повинна бути настільки мала, щоб усередині них не з'являлося джерело дислокацій, а дислокації, які під дією напруг рухалися б до межі розділу з м'якшого шару, відштовхувалися б силами, що створюються пружними напругами в більш твердому шарі. Загальна кількість шарів покриття вибирається відповідно до технологічних завдань, що вирішуються, і в ряді випадків може досягати двохсот.

2.4. Стійкість інструменту від параметрів покриття

Покриття, які мають найбільшу стійкість, це перед усім TiC-TiCN-TiN і TiC-Al₂O₃, якщо прийняти, що всі інші умови різання твердосплавним інструментом рівні [9,10].

Тверді сплави частіше за все зміцнюють двошаровим покриттям. Для нанесення на швидкорізальні сталі, а також інструментальні двошарове покриття використовують рідше.

Проміжна смуга шару Al₂O₃ забезпечує низьку теплопровідність, що діє як теплозахист.

Для перешкоджання дифузійним процесам між покриттям та ріжучою частиною інструменту забезпечують смуги Ni і Co, що дає термостабільність, а також можливість отримати потрібну товщину шару покриття.

Результати досліджень ріжучих властивостей швидкорізальних свердел і кінцевих фрез зі згаданими зносостійкими комплексами свідчать про істотні переваги інструменту зі швидкорізального матеріалу з перспективним складом покриття не тільки в порівнянні з контрольними зразками інструменту без покриття, що відображає до 10 разів вищу стійкість, а також з інструментом зі покриттям стандартного складу, що відображає до 3,5-5 разів вищу стійкість [12].

Проведено випробування за наступних умов :

Вид обробки: сухе фрезерування.

Матеріал деталі, що обробляється: жароміцний кувальний сплав АК-4.

Інструмент: торцева фреза Ø 63 мм, яку оснащено пластинами з швидкорізальної сталі.

Режими різання: $V = 89$ м/хв, $SZ = 0,28$ мм/зуб, $t = 1,5$ мм.

Дані, що наведено на рис. 2.2, дозволяють відзначити підвищення періоду стійкості у порівнянні з періодом стійкості фрез без покриття:

- підвищення періоду стійкості фрез з покриттям A-Ti-TiN-(Ti,Al,Cr)N до 4 разів;
- підвищення періоду стійкості фрез із різними варіантами стандартних покриттів до 2...2,5 разів.

Результати проведених випробувань доводять, що період стійкості використання інструменту зі швидкорізального матеріалу, на який нанесено перспективний склад наноструктурованого покриття переважає у порівнянні з контрольним інструментом без покриття, а також з інструментом із стандартним покриттям.

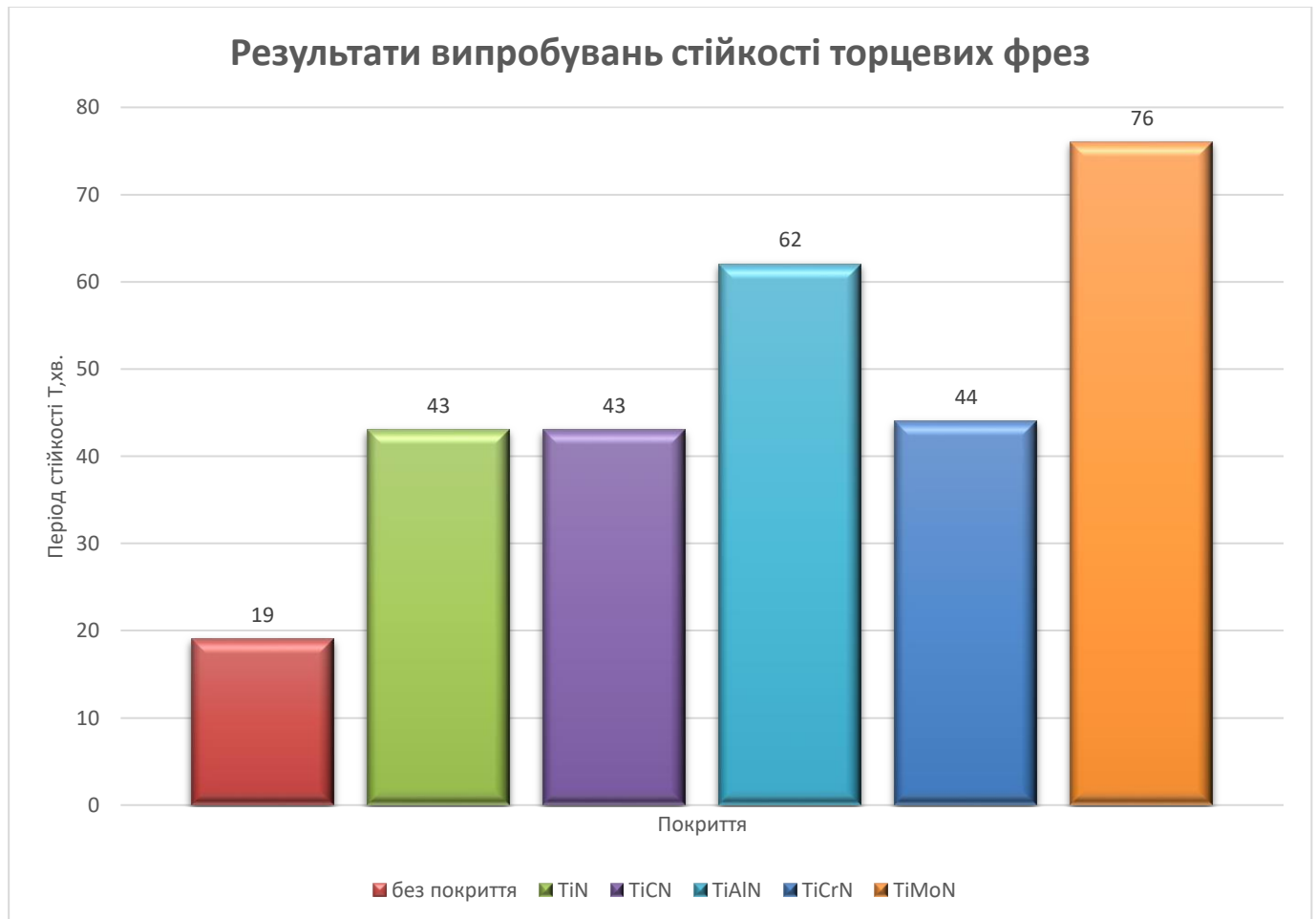


Рис.2.2 – Діаграма випробувань стійкості торцевих фрез

Залежність зносу задньої поверхні інструменту (зубів фрез) з різноманітним типом покриття від часу їх роботи наведено на рис. 2.3.



Рис.2.3 – Залежність зносу інструменту від часу його роботи

2.5. Технології покриття різального інструменту

Необхідність покращення надійності і стійкості різального інструменту викликає потребу використання матеріалів і сплавів з кращими фізико-механічними властивостями. В інструментальному виробництві використовуються різні методи поліпшення якості поверхневого шару різального і формуючого інструмента, технологічної оснастки.

Вище зазначені покриття наносять на інструмент зі швидкорізального та твердосплавного матеріалу (наприклад фрези, свердла чи мітчики, або розвертки чи плашки, а також протяжки тощо) різноманітними методами (рис.2.4).

Перша група методів передбачає зміцнення матеріалу, з якого виготовлено інструмент, причому зміцненню можуть піддаватися, як обмеженні приповерхневі зони, так і весь об'єм інструмента. Друга група методів характеризується тим, що на робочі поверхні тим або іншим чином наносять шар з матеріалу, що має більш високу зносостійкість, ніж основний матеріал.



Рис.2.4 – Швидкорізальний і твердосплавний інструмент.

Відомо, що практично всі процеси, які призводять до відмови інструмента – (зношування, ріст втомних тріщин) починаються з поверхні і визначаються властивостями відносно тонкого поверхневого шару. Одним з шляхів вирішення цієї задачі є використання тонких зносостійких покриттів, коли їх захисні властивості уже ефективно проявляються, а погіршення міцностних характеристик пов'язаних зі збільшенням їх товщини ще не відбуваються.

Ефект від тонкоплівкового зміцнення можна значно збільшити шляхом використання багатфункціональних покриттів з різними властивостями.

При цьому з'являється можливість альтернативного вибору тієї чи іншої технології в умовах конкретного виробництва з урахуванням специфіки матеріалу інструмента, особливостей його обробки, можливості створення комбінованих методів і гібридних технологій, коли поєднання різних механізмів окремих процесів приводить до принципово нових технологічних ефектів.

У промисловості все ширше застосовуються матеріали з покриттям, які є типовими композитами, що мають високу зносостійкість в поєднанні з досить задовільною міцністю при вигині, ударною в'язкістю, тріщиностійкістю.

					6261м.10.КРМ.08.02.ПЗ	Арк.
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		31

Використання покриттів дає можливість більш раціонально використовувати фізико-механічні властивості інструментальних матеріалів і підвищити працездатність і надійність різального інструменту.

Загальні експлуатаційні вимоги до покриттів: покриття повинно мати високу твердість, достатню дифузійну стійкість та стійкість до окислювального зношування, зберігати свої фізико-механічні властивості при високих температурах; не мати дефектів. Відповідно до технологічного призначення покриття для різального інструменту повинні мати: твердість, яка у 1,5...2 рази перевищує твердість матеріалу основи; малу схильність до адгезії з оброблюваним матеріалом; мінімальну здатність до дифузійного розчинення у матеріалі, який обробляється та мінімальну відмінність кристалічних структур покриття та матеріалу основи.

Прогрес технології в галузі інженерії поверхні дає можливість використовувати різні метали, сплави і псевдосплави шляхом нанесення на робочі поверхні інструменту з різних матеріалів та сплавів з метою підвищення ефективності експлуатації. Одним із напрямків інженерії поверхні визначено формування поверхневих шарів – найбільш активних областей конструкційних інструментальних матеріалів, що приймають участь у обміні енергією та речовиною з зовнішнім середовищем. Це призводить до їхньої більш ранньої пошкоджуваності порівняно з більш глибокими шарами. У більшості випадків працездатність різального інструменту залежить не стільки від якості матеріалу основи, скільки від властивостей поверхневих шарів. Використання покриттів сприяє зміцненню поверхневого шару, збільшенню терміну експлуатації різального інструмента, заміні дорогих інструментальних матеріалів більш дешевими.

2.6. Способи формування зносостійких покриттів

Вирішення проблеми підвищення якості інструменту та поліпшення його експлуатаційних властивостей, може здійснюватись, як за рахунок застосування вже існуючих методів зміцнення, також за рахунок їхнього удосконалення та створення нових. На підставі цього виникає необхідність систематизації і класифікації наявних методів нанесення покриттів.

Вибір конкретного методу формування поверхневого шару є складною техніко-економічною задачею. Проведений аналіз способів формування зміцнюючого покриття показав, що існує багато методів нанесення функціональних покриттів, які можна класифікувати на шість основних груп згідно методам утворення (рис. 2.5).

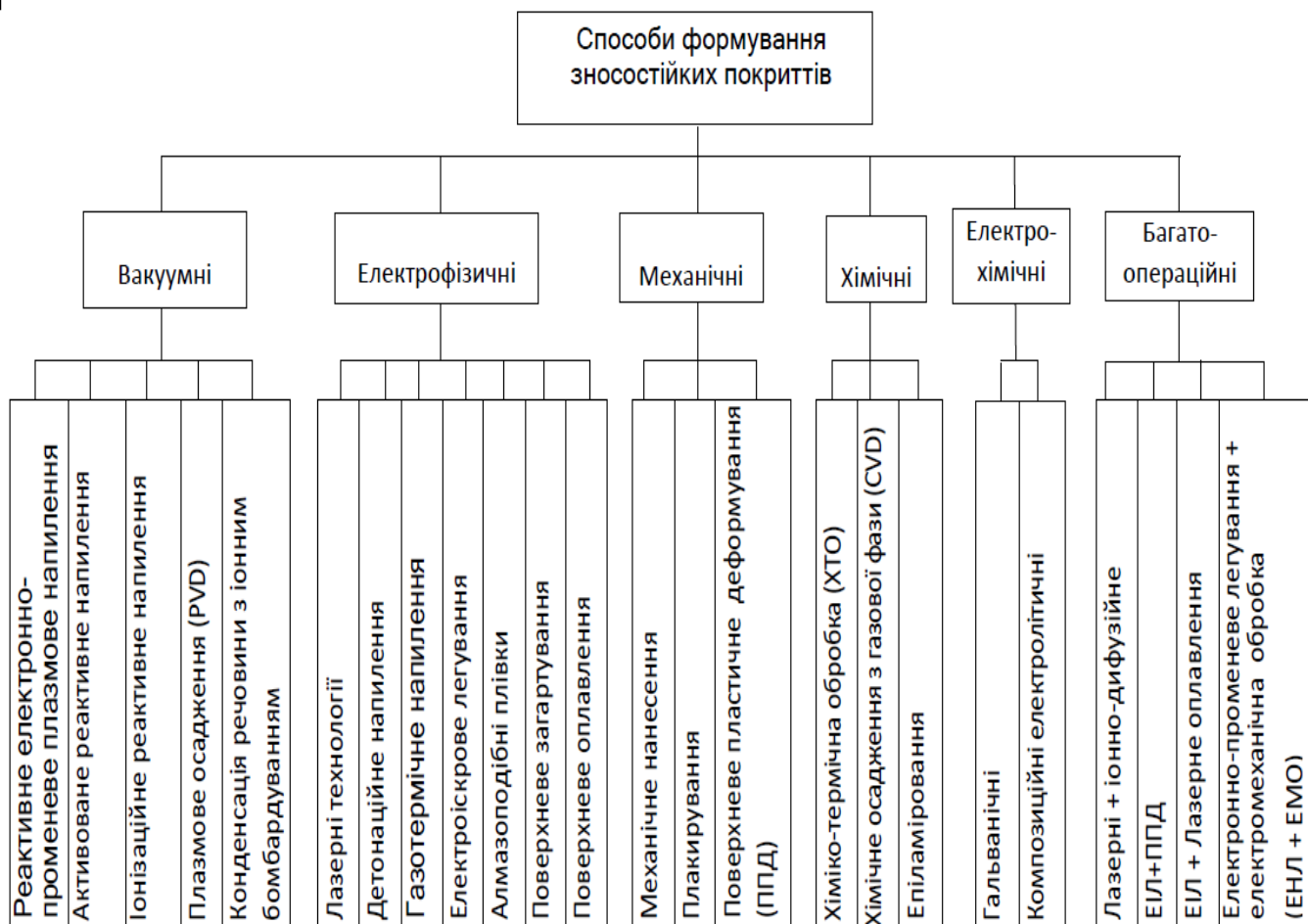


Рис.2.5 – Класифікація способів нанесення зміцнюючих покриттів

Серед методів фізичного зміцнення деталей та інструменту широко розвиваються вакуумні, лазерні технології та електроіскрове легування. Термовакuumний метод напылювання, заснований на нагріванні в вакуумі речовини до температури випаровування, перенесенні часток, а також конденсації пару на деталі, відбувається при перевищенні тиску пару над тиском в робочій камері. До зміцнення іонним осадженням відносять процеси, в яких поверхня бомбардується іонами, що мають енергію, достатню для створення змін у структурі поверхневого шару. Речовина, яка наноситься, випаровується або розпорошується, в такому випадку джерелом іонів виступає плазма тліючого розряду. Позитивні іони складових покриття прискорюються полем та бомбардують основу, яка знаходиться під

високим від'ємним потенціалом. При бомбардуванні прискореними іонами відбуваються фізичні процеси:

- розпилення матеріалу основи,
- утворення недосконалостей кристалічних ґраток,
- прискорення дифузії,
- локальне нагрівання.

Перелічені процеси викликають зміни у структурі та властивостях покриття якщо порівнювати зі нанесенням без іонного бомбардування. При цьому з'являється можливість ефективного очищення поверхні різального інструменту шляхом розпилення при бомбардуванні іонами інертного газу.

Відомо, що з метою підвищення зносостійкості деталей на поверхнях різної форми створюють регулярні ділянки з компактним розміщенням більш твердих матеріалів та регулярним рельєфом, геометричні параметри котрих можуть змінюватись в широких межах. Деталі, які працюють у важких умовах, пропонується обробляти захисними покриттями дискретного типу та створювати композиційні структури із мінімальним зносом.

Ідея принципу формування покриття дискретного типу полягає у тому, що суцільний шар покриття змінюють переривчастим (фрагментованим) шаром. Вони дозволяють зберегти екрануючу функцію суцільних покриттів та разом з тим знизити недоліки покриття суцільного типу, наприклад як когезійне розтріскування та адгезійне відшарування. Застосування покриттів дискретної структури показали високу ефективність на різальному інструменті. Так, при обробці жароміцного деформованого сплаву АК-4, металорізальний інструмент з дискретними нітридтитановими покриттями показав значне підвищення зносостійкості порівняно із суцільним покриттям.

Разом з позитивними ефектами зносостійкості покриття суцільної структури часто не використовують своїх можливостей через когезійне розтріскування або адгезійне відшарування. Крім того, дискретна структура поверхневого шару забезпечує можливість проникнення мастильного середовища у зону тертя, сприяє утворенню вторинних структур, та охолодженню контактної поверхні. Утворений

мікрорельєф призводить до локалізації абразивних часток та продуктів зношування, що змінює характер зношування. Характеристики таких покриттів, залежать від технологічних параметрів процесу формування та повинні враховувати умови експлуатації, а саме характер навантаження, допустиму величину зносу, тощо.

Під час обробка жароміцного деформованого сплаву АК-4 інструментом із полікристалічного нітриду кубічного бору можна відзначити значні температури, а також контактними напруженнями, які спостерігаються в зоні різання. З метою подолання цих проблем пропонується застосування покриття.

2.7. Можливість використання різноманітного покриття при точінні жароміцного деформованого сплаву АК-4

Вибір покриття – дуже важливе питання, яке потребує комплексного підходу до його вирішення. Оскільки обране покриття визначає умови роботи, впливає на сили тертя та хімічні процеси, що відбуваються в зоні різання, в результаті контакту оброблюваного сплаву АК-4 та передньої поверхні інструменту.

Склад покриття слід вибирати виходячи з аналізу навантажень, що діють на різальний інструмент у процесі різання, та властивостей оброблюваного матеріалу. Однаковий тип покриття інструменту у різних умовах експлуатації може створити істотне покращення стійкості, але також може показати негативний ефект.

Докладніше було розглянуто особливості різних вакуумно-дугових покриттів на основі титану.

1. Покриття нітрид титану TiN.

Першим набуло широкого застосування. Цьому сприяли відносно проста технологія його отримання, невисока вартість вихідних матеріалів (титан майже на порядок дешевший від інших тугоплавких металів, азот – найбільш доступний, дешевий і безпечний у порівнянні з іншими реакційними газами) та найголовніше – високі експлуатаційні характеристики. Мікротвердість такого покриття може змінюватися в межах $H_{\mu} = 20\text{--}40$ ГПа і залежить головним чином тиску азоту у вакуумній камері в процесі осадження. Найбільш стійкі до різних видів зношування монофазні покриття TiN з $H_{25} \approx 40$ ГПа, вміст азоту в яких близько до 40%. Висока хімічна пасивність TiN суттєво знижує адгезійну взаємодію робочих поверхонь РІ з мате-

ріалом заготівлі та значно зменшує довжину контакту стружки та заготівлі з передньої та задньої поверхнями. В результаті практично повністю блокується розвиток лунки зносу на передній поверхні і сповільнюється розвиток фаски зносу по задній поверхні. Одночасно зменшуються складові сил різання та потужності джерел теплоти. При роботі РІ з покриттям TiN спостерігається тенденція до зниження інтенсивності наростоутворення, внаслідок чого досягається краща якість обробленої поверхні.

Дане покриття досить універсальне і може успішно застосовуватися на РІ різних типів в умовах адгезійно-втомного та абразивного зношування при обробці більшості матеріалів (конструкційних сталей, чавунів, бронз). Ефективність цього покриття значно знижується при різанні в'язких хромонікелевих сталей, титанових та алюмінієвих сплавів.

Ефект підвищення стійкості зростає зі збільшенням швидкості різання. При низьких швидкостях різання збільшення стійкості відносно невелике (1,6 раза); при цьому переточування по задній поверхні суттєво не знижує стійкості свердел з покриттям. При підвищенні швидкості різання середня стійкість свердел із покриттям TiN значно зростає (до 6 разів). Дуже ефективні покриття TiN на дорогих фасонних РІ, форма яких визначає розміри деталі (черв'ячні фрези, довбані, фасонні різці та протяжки). Їх переточують переважно по передній поверхні. Зношування по задній поверхні таких РІ з покриттями приблизно в 3 рази менше, ніж у РІ без покриття, тобто покриття дозволяє значно збільшити кількість переток до повного зносу. Ці різальні інструменти після нанесення покриття набагато ефективніше працюють при підвищених швидкостях різання.

Відповідно до наведеного вище у висновку можна зазначити, що покриття TiN не рекомендовано для покриття різального інструменту при обробці сплаву АК-4.

2. Покриття TiCN.

Формується під час напуску до вакуумної камери за допомогою суміші нітрогену та ацетилену(а також метаном) при охолодженні покриття. У процесі охолодження мікротвердість покриттів має залежність від тиску та складу, збільшується при підвищенні у складі суміші вмісту ацетилену та може перевищити 42 ГПа. Одночасно з цим зростає і крихкість покриття. Реально підвищення зносостійкості РІ

					6261м.10.КРМ.08.02.ПЗ	Арк.
						36
зм.	арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

застосовують покриття TiCN з мікротвердістю $H_{\mu} = 27\text{--}30$ ГПа. Критична навантаження, що характеризує міцність адгезійного зв'язку покриття з основою, залежить від властивостей основи, але незалежно від матеріалу основи завжди нижче, ніж аналогічний показник для покриття TiN. Однак коефіцієнт тертя у покриття TiCN менше, ніж у покриття TiN.

При нагріванні покриттів TiCN на повітрі їх окиснення починається при температурі $\Theta = 365\text{--}400$ °С, отже, область їхнього кращого застосування – ріжучі інструменти, що працюють на низьких та середніх швидкостях різання при обробці конструкційних сталей та кольорових металів.

3. Покриття (Ti, Al)N.

Нині одне з найперспективніших. При збереженні високих фізико-механічних характеристик нітриду титану воно має додаткову властивість: при нагріванні на повітрі його поверхня покривається щільним шаром оксиду алюмінію, який перешкоджає окисленню та адгезійній взаємодії поверхні PI з матеріалом, що обробляється. Таке покриття має підвищену стійкість до окисного зносу і теплостійкість, воно створює тепловий бар'єр, практично ізолюючий інструментальний матеріал, внаслідок чого теплові потоки перерозподіляються і більшість теплоти виноситься із зони різання зі стружкою. Мікротвердість покриття $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ дорівнює 10-42 ГПа, та якщо збільшити вміст Al – зростає, досягаючи максимуму при ~ 60 мол. % AlN, а після 75 мол. % AlN значно знижується (до 10 ГПа). При нагріванні на повітрі покриття $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ зберігає кубічну структуру до 750 ° С при $x = 0,25$ і до 830 ° С при $x = 0,6$. Високі температури викликають дифузію алюмінію на поверхню покриття, в результаті чого утворюється аморфний шар Al_2O_3 , який захищає покриття від окислення, в той час як шар TiO_2 , що утворюється при окисленні TiN покриття, такого захисту не забезпечує. Крім того, оксиди Al значно стабільніші, ніж оксиди титану. Додатково підвищити стійкість до окислення покриття (Ti, Al)N можна шляхом введення до його складу невеликої кількості хрому та ітрію.

Наприклад:

- покриття $(\text{Ti}_{0,46}\text{Al}_{0,54})\text{N}$ окислюється при $\Theta = 870$ °С;
- покриття $(\text{Ti}_{0,44}\text{Al}_{0,53}\text{Cr}_{0,03})\text{N}$ окислюється при $\Theta = 920$ °С;
- покриття $(\text{Ti}_{0,43}\text{Al}_{0,52}\text{Cr}_{0,03}\text{Y}_{0,02})\text{N}$ окислюється при $\Theta = 950$ °С.

Зазначені особливості покриття (Ti, Al)N визначають межі його кращого застосування – обробка з великими тепловими навантаженнями. До таких операцій належать:

- 1) практично будь-яка високопродуктивна обробка;
- 2) обробка матеріалів з низькою теплопровідністю (корозійностійкі сталі, титанові та нікелеві сплави тощо).

Дане покриття як на твердосплавному, так і швидкорізальному РІ, ефективно при обробці твердих матеріалів (загартованих підшипникових сталей), у тому числі без застосування ЗОР.

4. Покриття (Ti, Mo)SN

Мають найменший коефіцієнт тертя з усіх розглянутих нами покриттів, тому переважна сфера його застосування – це обробка матеріалів, схильних до налипання на РІ. Крім того, це покриття є альтернативою ЗОР, що містить шкідливі для середовища компоненти.

Відомо, що дисульфід молібдену має мінімальний коефіцієнт тертя (до 0,05). Структура MoS_2 є пластинками, в яких атом молібдену оточений з усіх боків атомами сірки. Зв'язки між такими пластівцями підтримуються лише силами Ван-дер-Ваальса, тому вони при точенні легко ковзають щодо один одного і переходять на поверхню контртіла. Разом з тим, MoS_2 має невелику твердість (~ 5 ГПа) і низьку зносостійкість.

Для поліпшення цих показників створюють багатошарові покриття, що складаються з тонких шарів, що чергуються MoS_2 і сполук TiN, TiB_2 , Al_2O_3 , або одношарові композити при одночасному осадженні цих сполук і MoS_2 . Такі покриття характеризуються досить низьким коефіцієнтом тертя (0,02-0,1) за високої твердості (15-35 ГПа).

Нанесення зносостійкого покриття з використанням титану, що містять MoS_2 , на свердла, кінцеві фрези та іншій РІ сприяють значному збільшенню їх стійкості, а також дозволяють скоротити застосування ЗОР або відмовитися від них.

5. Покриття (Ti, Cr)N.

Застосовують головним чином підвищення стійкості РІ при обробці сталей аустенітного класу, а також хромонікелевих і титанових сплавів. Воно ефективне також при обробці малолегованих сталей і збільшує стійкість РІ більшою мірою, ніж покриття TiN. Оскільки присутність хрому сприяє зростанню пластичності, воно ефективно в умовах ударно-циклічних навантажень і великих перерізах шару, що зрізається.

Експлуатаційні випробування РІ з покриттям (Ti, Cr)N показують, що їхня стійкість значно вища, ніж у РІ із швидкорізальних сталей та з твердих сплавів з покриттям TiN. При цьому результати сильно залежать від складу покриття та типу оброблюваних матеріалів.

Стійкість твердосплавних пластин з покриттям (Ti, Cr)N при точенні конструкційних сталей максимально при співвідношенні Ti/Cr 90/10; при точенні корозійно-стійких сталей на основі нікелевої оптимальне співвідношення становить ~ 80/20, а при обробці титанового сплаву ВТ-20 найкращі результати були отримані при співвідношенні 25/75.

В цілому, при точенні сплавів, що важко обробляються (ХН70ТЮР, ХН77ВМТЮР, 13Х11Н2В2МФ) стійкість пластин з твердого сплаву ВК6 з покриттям (Ti, Cr)N зростає в середньому в 2-3 рази в порівнянні зі стійкістю пластин без покриття.

На підставі наведених вище властивостей різноманітних покриттів, а також за результатами випробувань стійкості торцевих фрез можна надати рекомендацію щодо використання покриття (Ti, Cr)N для ріжучого інструменту при точінні жароміцного деформованого сплаву АК-4.

2.8. Висновок з покращення різальних властивостей інструменту

Проаналізувавши різноманітні види покриттів для покращення стійкості ріжучого інструменту можна зробити висновок, що найбільш важливим під час вибору конкретного покриття є розуміння властивостей матеріалу, який обробляється, а також треба приймати до уваги наступне:

– всі використовувані матеріали покриттів мають високу твердість;

- усі матеріали покриттів характеризуються високою температурою плавлення чи розкладання;
- ковалентні матеріали зберігають твердість за високих температур, але мають малу стабільність і погано поєднуються з основним матеріалом;
- іонні матеріали характеризуються високою стабільністю та хімічною стійкістю, але мають меншу твердість, що дозволяє їх використовувати як зовнішні шарів, що контактують;
- металеві матеріали добре поєднуються з основним матеріалом, мають високу в'язкість, але характеризуються високою схильністю до хімічного зв'язку з матеріалом, який обробляється.

TiN Титаново-нітритне покриття — універсальне стандартне покриття. Його термін служби на 300-400% більше терміну служби інструментів без покриття. Рекомендується охолодження.

TiAlN Титаново-алюмінієво-нітритне покриття відрізняється високою термостійкістю (до 900 градусів) і корозійною стійкістю. Підходить для свердління міцних матеріалів без охолодження.

TiCN Титаново-вуглецево-нітритне покриття забезпечує високу твердість і одночасно хорошу ковкість. Покриття характеризується дуже низьким коефіцієнтом тертя. Застосовується для свердління високоміцної сталі. Необхідне охолодження.

Покриття Tescrona є покриттям з високою термостійкістю, а невеликий коефіцієнт тертя впливає на збільшення терміну служби і забезпечує незначний знос. Алюмінієво-титаново-нітритне покриття відрізняється також й корозійною стійкістю. Використовують для свердління міцних матеріалів без використання охолодження.

Висновок: основним призначенням зносостійкого покриття є збільшення продуктивності за рахунок можливості роботи з високими швидкостями різання. Нанесення зносостійких покриттів на швидкорізальні інструменти є одним з ефективних шляхів підвищення стійкості та розширення їх технологічних можливостей.

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ											
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Технологічний розділ					Літера		Аркуш	Аркушів			
Студент	Стрельченко Е.С.												41	37		
Керівник	Ткач М. Р.															
Н. контр	Моргун С.О.															
Зав. каф.	Ткач М. Р.															
					НУК											

3. Технологічний розділ

- 3.1. Аналіз технологічності деталі
- 3.2. Вибір та обґрунтування виду та способу одержання заготовки
- 3.3. Розрахунок вартості основних матеріалів
- 3.4. Аналіз базового технологічного процесу
- 3.5. Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу клапанів
- 3.6. Обґрунтування вибору технологічного обладнання
- 3.7. Обґрунтування вибору ріжучого інструменту
- 3.8. Обґрунтування вибору вимірювальних інструментів
- 3.9. Розрахунок припусків на механічну обробку
- 3.10. Розрахунок режимів різання
- 3.11. Технічне нормування
- 3.12. Програмування на верстатах з ЧПК

3.1. Аналіз технологічності деталі

Деталь – корпус клапанів. Деталь виготовляється із сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74, за допомогою штамповки на кривошипних гаряче-штампувальних пресах, тому заготовка близька по формі до готової деталі.

Деталь, хоча і малогабаритна проте складної форми, що вимагає обробки з шести сторін. На багатьох із сторін є виступи, кишені, пази і інші конструктивні елементи, тобто сторони корпусу – це поверхні, що мають декілька рівнів по глибині, кожний рівень має складний контур. На кожній стороні розташовано певне число основних і кріпильних отворів: гладких, східчастих, конічних і різьбових, різних розмірів, глибини і точності. Також потрібна обробка внутрішньої порожнини корпусної деталі, в якій є канавки та кишені. Тому доцільно буде використати багатоцільові верстати, які дозволяють сумістити операції фрезерування прямолінійних і криволінійних поверхонь, центрування, свердлення, розсвердлювань, зенкування, розгортання, розточування, нарізування різьблення (мітчиками, плашками, різцевими головками, різцями) і ін. Але варто взяти до уваги, що режими різання потрібно буде занижати, щоб видержувати потрібну точність обробки.

Поверхня А має підвищені вимоги до точності та якості обробки. Це зумовлено тим, що ця поверхня є установчою базою при складанні агрегату. Потрібна допоміжна кінцева обробка поверхні, наприклад тонкий притир (доводка).

Багато отворів мають малі діаметри і при цьому складний внутрішній контур. Конструкторські не передбачено вільного доступу інструменту. Тому необхідно застосовувати інструменти з подовжувачем.

Багато отворів соосні. Їх обробка приводить до появи гострих кромek та необхідності введення слесарно-зачисних операцій або, що більш доцільно, введення миючих операцій за допомогою ультразвуку або лугів.

На основі даного аналізу можна зробити висновок, що деталь корпус клапанів цілком технологічна.

3.2. Вибір та обґрунтування виду та способу одержання заготовки

В машинобудуванні широке поширення отримали такі види заготовок:

- прокат (прутковий, профільний, періодичний, листовий, товстостінні безшовні труби);

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

- поковки (отримані методом вільного кування, штампуванням, ротаційним обтисненням і т. п.);
- відливки зі сталі, чавуну та кольорових металів (отримані литтям у земляні або металеві форми, за виплавлюваними моделями; під тиском і т. п.);
- зварені (литозварені, штампозварені).

Вибір способу одержання заготовки – складна задача, так як різні способи дозволяють забезпечити технічні та економічні вимоги, які пред’являються. Від вдосконалення способів одержання заготовок залежать витрати матеріалу, якість виробу, трудоемність їх виготовлення та собівартість.

На вибір виду і способу отримання заготовки оказують вплив:

- розміри, маса, конфігурація деталі;
- матеріал та вимоги які ставляться;
- тип виробництва;
- потрібна точність виготовлення заготовки і якість її поверхні.

Для проектуємої деталі, враховуючи вище перелічені фактори, вибираємо вид заготовки – штампована поковка на КГШП.

Штампування на кривошипних гаряче-штампувальних пресах (КГШП) найбільш доцільні в виробництві кувань складної форми. КГШП має ряд технологічних і експлуатаційних переваг у порівнянні зі штампуванням, наприклад, на молотах. Вони, звичайно, відрізняються більш високою вартістю, але пристосовані для високо механізованого й автоматизованого виробництва кувань, допускають ексцентричне розташування струмків у штампі, постачені нижнім і верхнім виштовкувачами. Нерегульований кінець робочого ходу КГШП не дозволяє деформувати заготовку в одному струмку за кілька ходів. Швидкість у момент початку деформації цих пресів не перевищує 0,6...0,8 м/с; зусилля складає 6,2...120 МН.

При штампуванні на КГШП одержують кування, більш близькі за формою до готової деталі, з більш точними розмірами (особливо по висоті), чим при штампуванні на молотах. Більш зроблена конструкція штампів забезпечує меншу величину зсуву половин штампа, зменшення припусків (на 20...30%), напусків, штампува-

льних ухилів (у 2...3 рази), допусків і як наслідок - збільшення коефіцієнта використання матеріалу.

Продуктивність штампування підвищується приблизно в 1,4 рази за рахунок скорочення числа ударів у кожному струмку до одного. Собівартість кувань знижується на 10...30% за рахунок зменшення витрати металу і експлуатаційних витрат.

До числа основних недоліків КГШП відноситься їхня висока вартість (приблизно в 3...4 рази вище, ніж у молотів); менша універсальність; гірше заповнення глибоких порожнин через малу швидкість деформації, більш складна конструкція, регулювання й експлуатація штампів.

Конструювання заготовки.

Заготовка – штампована поковка одержувана на КГШП. Для встановлення величини допусків і припусків на розміри штампованої поковки необхідно встановити наступні параметри у відповідності з ГОСТ 7505-89 :

Точність виготовлення – клас точності поковки встановлюється залежно від технологічного процесу і устаткування для її виготовлення. При відкритому (облойному) штампуванні на КГШП клас точності Т4-Т5. Приймаємо клас точності – Т5.

Група матеріалу – умовно приймаємо М1.

Маса поковки –оринтировочна величина розрахункової маси поковки ($G_{п.р.}$), що обчислюється по формулі:

$$G_{п.р.} = G_{д} \times k_{р} ,$$

де $G_{д}$ – маса деталі, кг;

$k_{р}$ - розрахунковий коефіцієнт, встановлюваний відповідно до характеру деталі, $k_{р} = 1,6$

Тоді

$$G_{п.р.} = 1,0 \times 1,6 = 1,6 \text{ кг}$$

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Ступінь складності – ступінь складності поковки визначається відношенням маси (об'єму) поковки до маси (об'єму) фігури, в яку вписується поковка.

$$C = \frac{G_{\text{поковки}}}{G_{\text{фігури}}}$$

Поковка вписується у фігуру паралелепіпеда.

$$C = 1,6 / 2,0 = 0,8$$

Приймаємо ступінь складності – С1.

Конфігурація роз'єму штампу приймемо «плоскій» для спрощення його конструкції.

Залежно від розрахункової маси поковки, групи матеріалу, ступені складності, класу точності поковки встановлюємо початковий індекс – 10.

Основні припуски на номінальні розміри деталі визначаємо з урахуванням початкового індексу і шорсткості поверхонь деталі. Одержувані результати вносимо в таблицю 3.1.

Визначення розмірів штамповки

Таблиця 3.1.

Найменування розміру	Позн.	Формула для розрахунку	Припуск, мм	Допуск, мм	Розмір штамповки, мм
Довжина	L ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 115 + 2 \cdot (1,4 + 0,8) = 119,4(\text{мм})$	2x2,2	+1,4 -0,8	119,4 +1,4 -0,8
	L ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 10 + (0,8 + 0,6) = 11,4(\text{мм})$	1,4	+0,9 -0,5	11,4 +0,9 -0,5
Висота	H ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 84 + 2(1,4 + 0,6) = 88(\text{мм})$	2x2,0	+1,3 -0,7	88 +1,3 -0,7
	H ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 80 + 2(1,4 + 0,6) = 84(\text{мм})$	2x2,0	+1,3 -0,7	84 +1,3 -0,7
	H ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 76 + 2(1,4 + 0,6) = 80(\text{мм})$	2x2,0	+1,3 -0,7	80 +1,3 -0,7
Ширина	B ₃	$L_3 = L + P_{заг1} + P_{заг2} = 80 + (0,6 + 1,4) + (1,4 + 0,8) = 84,2(\text{мм})$	2,0 2,2	+1,3 -0,7	84,2 +1,3 -0,7
	B ₃	$L_3 = L + 2P_{заг} = 35 + 2(1 + 0,5 + 0,2) = 38,8(\text{мм})$	2x1,8	+1,1 -0,5	38,8 +1,1 -0,5
Діаметр отворів	D ₃₁	$D_3 = D - 2P_{заг} = 18 - 2(0,8 + 0,6) = 15,2(\text{мм})$	2x1,4	+0,9 -0,5	15,2 +0,9 -0,5
		$D_3 = D - 2P_{заг} = 13 - 2(0,5 + 0,7) = 10,6(\text{мм})$	2x1,2	+0,9 -0,5	10,6 +0,9 -0,5
	D ₃₂	$D_3 = D - 2P_{заг} = 18 - 2(0,8 + 0,6) = 15,2(\text{мм})$	2x1,4	+0,9 -0,5	15,2 +0,9 -0,5
		$D_3 = D - 2P_{заг} = 14 - 2(0,5 + 0,7) = 11,6(\text{мм})$	2x1,2	+0,9 -0,5	11,6 +0,9 -0,5
		$D_3 = D - 2P_{заг} = 13 - 2(0,5 + 0,7) = 10,6(\text{мм})$	2x1,2	+0,9 -0,5	10,6 +0,9 -0,5

Визначимо об'єм штамповки, умовно розбивши її на окремі прості елементарні фігури:

$$V_1 = L_3 \times H_3 \times B_3 = 11,94 \times 8,8 \times 8,42 = 881,74(\text{см}^3)$$

$$V_2 = 1,14 \times 3,88 \times 3,88 = 17,6(\text{см}^3)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_{заг1}^2}{4} \cdot L_1 + \frac{\pi \cdot D_{заг2}^2}{4} \cdot L_2 = \frac{3,14 \cdot 1,52^2}{4} \cdot 1,6 + \frac{3,14 \cdot 1,06^2}{4} \cdot 4,1 = 69,52(\text{см}^3)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 1,52^2}{4} \cdot 2,5 + \frac{3,14 \cdot 1,16^2}{4} \cdot 7,4 + \frac{3,14 \cdot 1,01^2}{4} \cdot 1,4 = 96,47(\text{см}^3)$$

$$V_5 = (3,92 \times 0,6 \times 8,42) + (5,02 \times 1,0 \times 8,42) = 162,7(\text{см}^3)$$

$$V = V_1 + V_2 - V_3 - V_4 - V_5 = 881,74 + 17,6 - 69,52 - 96,47 - 162,7 = 570,65(\text{см}^3)$$

Масу штамповки визначаємо за формулою:

$$m_{заг} = V_{заг} \cdot \rho = 570,65 \cdot 0,0027 = 1,54(\text{кг})$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

Коефіцієнт використання матеріалу – це відношення ваги готової деталі до ваги заготовки, отриманої запропонованим методом. Характеризує економічне використання матеріалу, зменшення відходів механічної обробки, є одним з показників доцільного вибору методу отримання заготовки.

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}, \text{ де}$$

$m_{\text{д}}$ – вага деталі, кг

$m_{\text{з}}$ – вага заготовки, кг

$$K_{\text{вм}} = \frac{1.0}{1.54} = 0.65$$

Ескіз одержаної заготовки зображений на Рис.3.1.

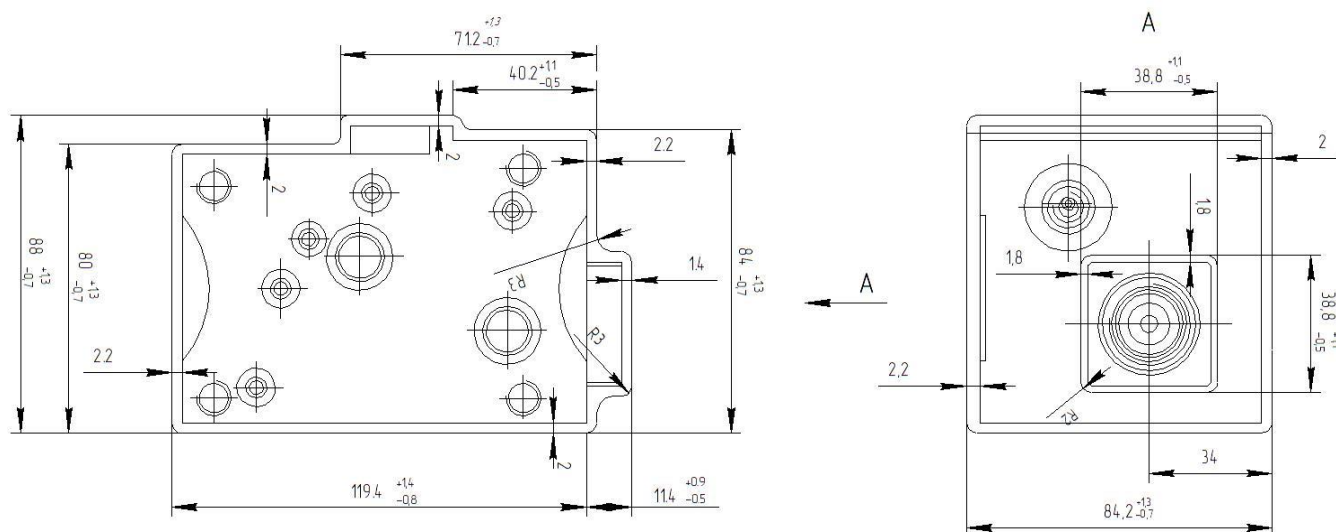


Рис. 3.1. Ескіз спроектованої заготовки

Базова заготовка :

Маса базової заготовки: $m_{\text{з}} = 2,4$ кг

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{1.0}{2.4} = 0,42$$

Ескіз базової заготовки зображений на Рис.3.2.

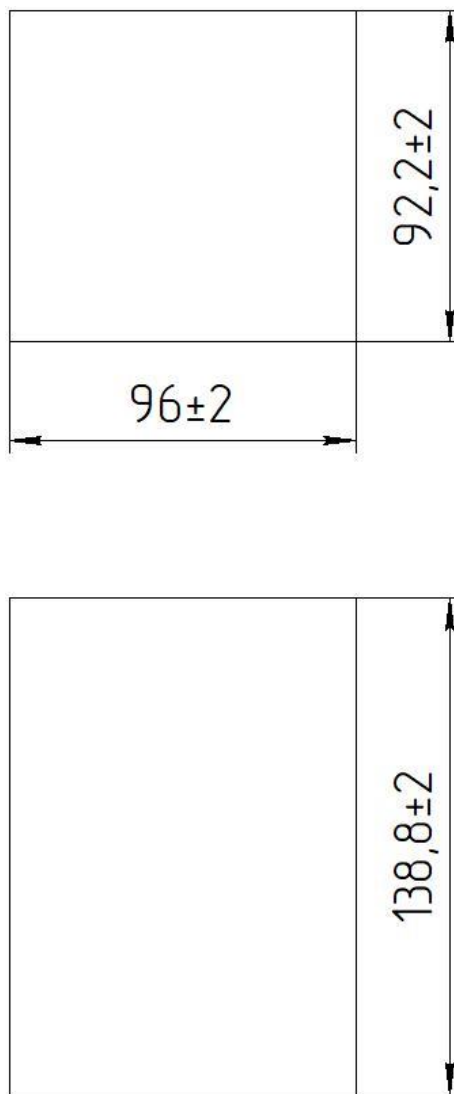


Рис. 3.2. Ескіз базової заготовки

З розрахунків ми бачимо, що заготовка отримана штамповою на КГШП буде близька до форми і розмірів готової деталі, що приведе до великої економії матеріалу і збільшенню коефіцієнту використання матеріалу ($K_{в.м.}$) порівняно з поковкою. Таким чином більш економічним і раціональним способом отримання заготовки для серійного виробництва є штамповка, так як вона має високий $K_{в.м.}$. Якість поверхонь, точність розмірів, міцність заготовки і продуктивність теж буде вище. Відповідно вище приведеним розрахункам, приймаємо заготовку – штамповку.

3.3. Розрахунок вартості основних матеріалів

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

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

$$M = K_{\text{тз}} * m * C_{\text{м}} * q * C_{\text{отх}},$$

де $K_{\text{тз}}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготовчі витрати,

$$K_{\text{тз}} = 5\%;$$

m – маса заготовки, кг.;

$C_{\text{м}}$ – ціна матеріалу заготовки, грн/т.;

q – маса відходів при виготовленні деталі із заготовки, кг.;

$C_{\text{отх}}$ – ціна реалізовуваних відходів, грн/т.

Розрахунок витрат на основні матеріали оформляємо у вигляді таблиці 3.2.

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 3.2.

Найменування деталі за програмою	Річна програма, шт.	Марка матеріалу	Норма витрати на одиницю, кг.	Витрати на програму, т.	Ціна 1 т., грн.	Сума, грн.	Маса відходів на одну деталь, кг.	Маса відходів на програму, т.	Ціна реалізації 1 т. відходів, грн.	Сума від реалізації (в розрахунку на річну програму),	Ітого затрат на матеріали за вирахуванням реалізовуваних відходів,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Корпус клапанів	5000	Сплав АК4	1,54	7.70	300 000	2 310 000	0,54	2,70	60 000	162 000	2 148 000

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

$$M = 1,05 * 1,54 * 300 - 0,54 * 60 = 462 - 32,4 = 429,6 \text{ грн.}$$

3.4. Аналіз базового технологічного процесу

При розробці технологічного процесу корпусу підшипнику за основу був прийнятий технологічний процес базового підприємства.

Маршрутний технологічний процес механічної обробки корпусу клапанів базового підприємства пропонується в такій послідовності:

Базовий технологічний процес.

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 3.3.

Даний технологічний процес спланований для мілкосерійного типу виробни-

№	Найменування операції	№	Найменування операції	№	Найменування операції
000	Заготовча	052	Багатоцільова	095	Гравіровочна
005	Фрезерна	057	Контрольна	100	Доводочна
010	Слюсарна	063	Багатоцільова	105	Притирочна
015	Контрольна	067	Контрольна	110	Моечна
020	Термічна – закалка	070	Моечна	115	Прокачка
025	Фрезерна	075	Слюсарно – свердлильна	120	Моечна
030	Слюсарна	080	Слюсарна	125	Контрольна
041	Багатоцільова	085	Моечна	130	Єматалірування
047	Контрольна	090	Розмічальна	135	Консервація

цтва і має великий об'єм робіт на одній операції. Так, наприклад, на фрезерній операції виконується чорнова і чистова обробка деталі з двох сторін з переустановленням.

Обладнання, яке використовують відповідає даному типу виробництва, в основному є універсальним, окрім багатоцільових операцій.

Крім цього використовується ручна праця на слюсарних операціях. Різьба нарізується вручну мітчиками. Слюсарні роботи виконуються напілком.

Ріжучий інструмент майже весь взятий стандартний. Це різці, свердла, зенкери, развертки, фрези. Також використовується і спеціальний інструмент, використання якого обумовлено елементами конструкцій деталі – це комбінований зенкер, різець фрезерний.

Вимірювальний інструмент стандартний: штангенциркуль, штангенглибиномір, мікрометр, нутромір, калібр пробки.

Метод отримання заготовок в базовому технологічному процесі – поковка.

Прийнята система базування відповідає точності розмірів, які виконуються. Отже, базовий технологічний процес можна використовувати за основу в проектуємому технологічному процесі, але з деякими змінами.

3.5. Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу клапанів

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Технологічний процес повинен розроблятися у повній відповідності та РД 5.9708-90 із діючими стандартами ЄСТД. З багатьох можливих варіантів технологічних процесів, які забезпечують задану точність, необхідно вибрати найбільш оптимальний план (маршрут) обробки та намітити зміст технологічних операцій, виходячи з технологічних та економічних принципів розробки. За основу приймається базовий технологічний процес.

У залежності від річної програми випуску виробів та прийнятого типу виробництва технологічний процес слід будувати так:

- в першу чергу обробляються базові поверхні;
- після цього обробляються поверхні з найбільшим припуском;
- далі виконується обробка поверхонь, зняття металу з яких в найменшому ступені впливає на жорсткість заготовки;
- на початку технологічного процесу слід виконувати такі операції, на яких можна чекати виникнення браку через приховані дефекти металу (тріщини, раковини);
- поверхні, обробка яких пов'язана з точністю і допусками відносно розташування поверхонь, виконують з однієї установки;
- суміщення чорнової і чистової обробки в одній операції та на одному і тому ж обладнанні небажано.

На забезпечення високої ефективності і точності механічної обробки суттєво впливає правильність вибору технологічних баз. При виборі технологічних баз слід дотримуватись таких правил:

- в якості чорнових баз використовувати поверхні, які не обробляються або мають мінімальний припуск;
- чорнова база використовується тільки один раз;
- в якості установчої бази приймається такі поверхні, які дозволяють вести обробку більшої кількості поверхонь з однієї установки і забезпечать простоту конструкції установчих елементів пристрою;
- - при виборі баз необхідно слідувати принципу постійності і суміщення баз.

Враховуючи вище перелічені принципи, маршрутний технологічний процес механічної обробки корпусу клапанів пропонується виконувати в слідуючий послідовності :

Проектуємий технологічний процес

Таблиця 3.4.

№	Найменування операції	Зміст операції
05	Заготовча	—
05K	Контрольна	Вхідний контроль
10	Термічна	Загартування
15	Фрезерна	Фрезерування плоских сторін D, C, F у 2 проходи : начисто і начорно
20	Фрезерна з ЧПК	Фрезерування складних сторін A, B, E у 2 проходи : начисто і начорно
25	Слюсарна	Очистити задирки, притупити гострі кромки після фрезерних операцій
25K	Контрольна	Поточний контроль
30	Багатоцільова	Оброблення отворів поверхонь C та E
35	Багатоцільова	Оброблення отворів поверхонь A та F; фрезерування сторони A, виїмок S1 та S2
40	Багатоцільова	Оброблення отворів поверхонь B1, B2 та D
40K	Контрольна	Поточний контроль
45	Моєчна	Промивка деталі
50	Фрезерна з ЧПК	Гравірування
55	Доводочна	Притир поверхні A
60	Моєчна	Комплексна промивка деталі
60K	Контрольна	Заключний контроль

Для досягнення високої ефективності багатоцільових верстатів всю обробку заготовок прагнуть виконувати на одному верстаті за один-два установа. Але доводиться зважати на небезпеку спотворення форми оброблених деталей унаслідок перерозподілу залишкових напруг, які є в початковій заготовці. В цих випадках технологічний процес розділяють на операції чорнової (обдирної) та подальшої обробки. Чорнову обробку виконують на могутніх, особливо жорстких верстатах (з ЧПК або універсальних), і деталі направляють на термообробку для зняття внутрішніх напруг. Подальшу механічну обробку виконують на багатоцільовому верстаті. Саме цей принцип використовується на підприємстві. Цей принцип залишиться і у новому спроектованому процесі. Але на відміну від базового ТП, обробка складних поверхонь буде виконуватись на станку з ЧПК (складні поверхні з'являються внаслідок прийняття нової заготовки більш наближеної по формі до

готової деталі).

З урахуванням того, що поверхні вже будуть оброблені до заданої точності, у обробляючому центрі з'являться вільні міста в інструментальному магазині. Операція різьблення, яка раніше виконувалась вручну, буде виконуватись на багатоцільовому верстаті.

Гравіровочна операція також буде виконуватись на верстаті з ЧПК, що заощадить час і зусилля, передуюча їй розмічальна операція стає непотрібною.

Кінцева обробка найбільш точної поверхні А теж механізується.

3.6. Обґрунтування вибору технологічного обладнання

У виробництві часто зустрічаються складні корпусні деталі, що вимагають обробки з шести сторін. На кожній із сторін є виступи, кишені, пази і інші конструктивні елементи, тобто кожна сторона корпусу – поверхня, що має декілька рівнів по глибині, кожний рівень має складний контур. На кожній стороні розташовано певне число основних і кріпильних отворів : гладких, східчастих, конічних і різьбових, різних розмірів, глибини і точності. Часто потрібна обробка внутрішньої порожнини корпусної деталі, в якій є перемички, стіни, кишені. В звичайних умовах це вимагає розробки складної технології, передбачаючи значне число фрезерних, свердлувальних і розточувальних операцій. При цьому корпус необхідно транспортувати від одного верстата до іншого, багато разів його встановлювати його на верстаті, вивіряти і закріплювати, проектувати засоби механізації і автоматизації. При такій роботі машинний час (основний) зазвичай не перевищує 30% штучного часу, а решту його частини займають допоміжні операції і переходи.

Багатоцільові верстати (БВ) дозволяють сумістити операції фрезерування прямолінійних і криволінійних поверхонь, центрування, свердлення, розсвердлювань, зенкування, розгортання, розточування, нарізування різьблення (мітчиками, плашками, різцевими головками, різцями) і ін.

Отож обробка деталі „корпус клапанів” виконується на таких верстатах:

- Чорнове фрезерування плоских поверхонь буде виконуватися на вертикально - фрезерному верстаті мод. 6P12.

- Чорнове та чистове фрезерування складних поверхонь буде виконуватись на багатоцільовому верстаті мод. МА665А2Ф3. За допомогою нього ж можна зробити гравировочну операцію без передуючої їй розмітки. Його технічна характеристика приведена нижче (табл.3.5.).

- Обробка усіх інших поверхонь та конструкторських елементів буде виконуватись на п'яти координатному обробному центрі із горизонтальним шпинделем мод.МС032. Технологічна характеристика представлена у таблиці 3.6.

- Кінцева обробка поверхонь з високими вимогами щодо якості (поверхні що потребують спеціальної точної обробки) виконується на доводочному верстаті мод.3807В.

- Для економії часу та зусиль вибираємо комплексну моєчну машину.

-

Технічна характеристика верстата МА665А2Ф3

Таблиця 3.5.

№ п/п	Параметри	Значення
1.	Відстань від торця шпинделя до поверхні стола, мм: $H_{\max}$ $H_{\min}$	790
		160
2.	Розміри робочої поверхні стола, мм: довжина ширина	12500
		500
3.	Найбільше переміщення, мм: породільне стола поперечне салазок вертикальне револьверної головки	1000
		500
		630
4.	Дискретність по всім осям, мм:	0,01
5.	Межі робочих подач, м/хв.:	5–2400
6.	Швидкий хід, м/хв.:	4800
7.	Кількість закріплених інструментів:	8
8.	Система ЧПК:	Н33–2М

Цей верстат підвищеної точності, оснащений вісьмипозиційною інструментальною голівкою. Система ЧПК забезпечує переміщення супорта по двох координатах; є автоматичне переключення дев'яти швидкостей шпинделя.

Технічна характеристика верстата МС-032

Таблиця 3.6.

№ п/п	Параметри	Значення
1.	Робочий хід по осі X, мм	550
2.	Робочий хід по осі Y, мм	500
3.	Робочий хід по осі Z, мм	500
4.	Поворот по осі A, угл.град	200
5.	Поворот по осі C, угл. град.	360°
6.	Робоча подача по осях Y, X, і Z, мм/хв.	1...4000
7.	Робоча подача по осях A і C, угл.град/хв.	1...360
8.	Швидкий хід по осях X, Y, Z, м/хв.	10
9.	Швидкий хід по осі A, хв. ⁻¹	5
10.	Швидкий хід по осі C, хв. ⁻¹	10
11.	Сила подачі по осях X, Y, Z, N	6000 (100% ПВ)
12.	Момент по осях A, C Nm	300 (100% ПВ)
13.	Швидкість обертання шпинделя, хв. ⁻¹	12...4846
14.	Мінімальний інкремент по осях X, Y, Z, мм	0,001
15.	Мінімальний інкремент по осях A і C, угл. Град	0,001°
16.	Ріжучі інструменти: -приєднувальний конус. № -максимальна довжина консольної частини, мм -максимальний діаметр, мм -максимальна вага, кг	40 (по ISO) 250 Φ 80 6
17.	Діаметр столу C, мм	320
18.	Центруючий діаметр столу C, мм	Φ 150I6
19.	Точність позиціонування -по осям X, Y, Z -по осям A і C, угл.сек.	0,03 30" і 60"
20.	Потужність головного двигуна, kw	11 (100% ПВ)
21.	Напруга живлення, V Hz	380 50
22.	Встановлена потужність, kVA	30
23.	Живлення повітрям, Мра	0,5
24.	Загальна вага, кг	7500
25.	Загальна займана поверхня, м х м	2,5 х 3,5

Всі моделі обладнання вибрані у відповідності з режимами обробки, параметрами оброблювальних поверхонь і габаритами встановлюваної деталі.

3.7. Обґрунтування вибору ріжучого інструменту

Тип інструменту визначається методом обробки і обладнанням, яке використовується.

Конструкція і розміри інструменту для заданої операції обираються в залежності від:

- виду обробки;
- розмірів оброблювальної поверхні;
- властивостей матеріалу заготовки;
- потрібної точності обробки і шорсткості оброблювальної поверхні;

На вибір матеріалу ріжучої частини впливають:

- матеріал деталі;
- вид і характер обробки;
- тип виробництва.

Взагалі, обробка корпусу клапанів виконується з використанням стандартного ріжучого інструменту: токарні різці, свердла, зенкери, розвертки, мітчики, фрези.

3.8. Обґрунтування вибору вимірювальних інструментів

При виборі засобів вимірювання враховуються в першу чергу точність вимірювального розміру. Також враховуються габаритні розміри, маса деталі, розташування вимірювальних поверхонь, число контролюємих параметрів.

Економічними показниками засобів вимірювання є вартість, надійність приладу, вартість його ремонту і експлуатаційна тривалість роботи до ремонту, час витрачений на ремонт.

Для контролю точності розмірів корпусу клапанів використовуються стандартні вимірювальні засоби: штангенциркулі, штангенглибиномири, мікрометр, нутромір, а також спеціальний вимірювальний інструмент (калібри, шаблони, вимірювальні й автоматичні пристрої та прилади активного контролю), який вибирається у залежності від виду, розміру вимірюваної поверхні та потрібної точності.

3.9. Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуском називають шар металу, який підлягає видаленню в процесі механічної обробки. Припуск може бути операційним, проміжним, загальним.

Операційний припуск – припуск, який видаляється при виконанні однієї технологічної операції.

Загальний припуск – сума операційних припусків, який видаляється при виконанні всіх технологічних операції, виконаних на даній поверхні.

Для визначення припусків на обробку використовують два методи: дослідно – статистичний (табличний) і розрахунково – аналітичний.

При дослідно – статистичному методі загальні і проміжні припуски беруться по таблицям довідкових даних. Цей метод менш трудомісний та менш точний, так як він не враховує всіх причин впливаючи на величину загального припуску.

Розрахунково – аналітичний метод дозволяє отримати більш точні значення припусків. Цей метод більш трудомісний.

Аналітичний розрахунок припусків на обробку поверхні 80-0,4 мм, L=115 мм.

Таблиця 3.7.

Найменування технологічного переходу	Точність	Шорсткість, R_a , мкм	Допуск, мкм
1	2	3	4
Заготовка	-	80	$TD_0 = 2200$
Чорнове фрезерування	H12	20	$TD_1 = 1200$
Чистове фрезерування	H10	6.3	$TD_2 = 750$
Притир	H8	2,5	$TD_3 = 400$

Формули для визначення припуску при обробці поверхні :

$$Z_{\min i} = (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta \Sigma_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \text{ де}$$

R_{zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході

h_{i-1} – глибина дефективного поверхневого шару на попередньому переході

$\Delta \Sigma_{i-1}$ – сумарне значення відхилення розташування поверхні на попередньому переході

ξ_i – похибка встановлення заготовки на переході, який виконується.

$$Z_{\max i} = Z_{\min i} + TD_{i-1} - TD_i, \text{ де}$$

TD_{i-1} – допуски розмірів на попередньому переході, мм

TD_i – допуски розмірів на виконуємо переході, мм.

Розрахуємо припуск на чорнове фрезерування:

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки данного типу визначається по формулі :

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{i\ddot{n}}^2 + \Delta_{ei\ddot{d}}^2}, \text{ де}$$

$\Delta_{кор}$ – відхилення поверхні штамповки від короблення,

$$\Delta_{ei\ddot{d}} = 0,25 \cdot \sqrt{2,2^2 + 1} = 0,604 = 604 \text{ (мкм)}$$

$\Delta_{от}$ – величина відхилення розташування,

$$\Delta_{i\ddot{n}} = 2 \cdot \Delta y \cdot L = 2 \cdot 0,07 \cdot 80 = 11,2 \text{ (мкм)}.$$

Тоді,

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{604^2 + 11,2^2} = 604,2 \text{ (мкм)}.$$

Похибка установки при базуванні :

$$\Delta \xi_y = K_y \cdot \Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 604,2 = 36,25 \text{ (мкм)}.$$

Похибка базування при установки в пристрій :

$$\xi = 120 \text{ мкм. [21, табл.2.3]}$$

Мінімальне та максимальне значення міжопераційних припусків :

$$Z_{1min} = 160 + 250 + \sqrt{604,2^2 + 120^2} = 1026 = 1,03 \text{ (мм)}$$

$$Z_{1max} = 1026 + 22000 - 1200 = 2026 = 2,06 \text{ (мм)}$$

2. Припуск на чистове фрезерування:

Величина залишкових відхилень після чистового розточування: $\Delta_{зал} = 0,6 \text{ мкм}$,

тобто

$$\Delta_{\Sigma} = 0,6 \cdot 604,2 = 362,5 \text{ (мкм)}$$

Похибка базування при установки в пристрій :

$$\xi = 120 \text{ мкм. [21, табл.2.3]}$$

$$Z_{2min} = 32 + 50 + \sqrt{362,5^2 + 120^2} = 464 = 0,46 \text{ (мм)}$$

$$Z_{2max} = 464 + 1200 - 750 = 914 = 0,91 \text{ (мм)}$$

3. Припуск на притир:

Величина залишкових відхилень після чистового розточування: $\Delta_{зал} = 0,04 \text{ мкм}$,

тобто

$$\Delta_{\Sigma} = 0,04 \cdot 362,5 = 14,5 \text{ (мкм)}$$

Похибка встановлення при притирі : $\xi = 0 \text{ мкм}$

$$Z_{3min} = 25 + 25 + \sqrt{14,5^2 + 0^2} = 65 = 0,065 \text{ (мм)}$$

$$Z_{2max} = 65 + 750 - 400 = 415 = 0,41 \text{ (мм)}$$

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		59

Міжопераційні розміри, їх розрахунок:

Таблиця 3.8.

Розрахункові величини	Позначення	Числове значення, мм
1	2	3
Креслярський розмір	$D_{\text{кресл}}$	80 _{-0,4}
Вихідний розмір	$D_{\text{вих}}$	79,6
Припуск на шліфування	$Z_{3\text{min}}$	0,065
Діаметр після чистового розточування $D_3 = D_{\text{вх}} + Z_{3\text{min}} = 79.6 + 0.065 = 79.665$ (мм)	D_2	79,665 ^(+0,41)
Припуск на чистове розточування	$Z_{2\text{min}}$	0,46
Діаметр після чорнового розточування $D_2 = D_3 + Z_{2\text{min}} = 79.665 + 0.46 = 80.125$ (мм)	D_1	80,125 ^(+0,91)
Припуск на чорнове розточування	$Z_{1\text{min}}$	1.03
Розрахунковий діаметр заготовки $D_{1\text{дiз}} = D_2 + Z_{1\text{min}} = 80.125 + 1.03 = 81.16$ (мм)	$D_{1\text{роз}}$	81.16 ^(+2,06)
Прийнятий діаметр заготовки	D_0	82,2 ^{+1,3 -0,7}

Проводимо перевірку правильності виконання розрахунків:

- $Z_{1\text{max}} - z_{1\text{min}} = 2026 - 1026 = 1000$ (мкм)
 $TD_1 - TD_2 = 2200 - 1200 = 1000$ (мкм)
- $Z_{2\text{max}} - z_{2\text{min}} = 914 - 464 = 450$ (мкм)
 $TD_2 - TD_3 = 1200 - 750 = 450$ (мкм)
- $Z_{3\text{max}} - Z_{3\text{min}} = 415 - 65 = 350$ (мкм)
 $TD_3 - TD_4 = 750 - 400 = 350$ (мкм)

Результати розрахунків зводимо до таблиці 3.9 та будуємо графічну схему розташування припусків і допусків на обробку поверхні 80_{-0,4} мм, L=115мм.
(Рис.3.3.)

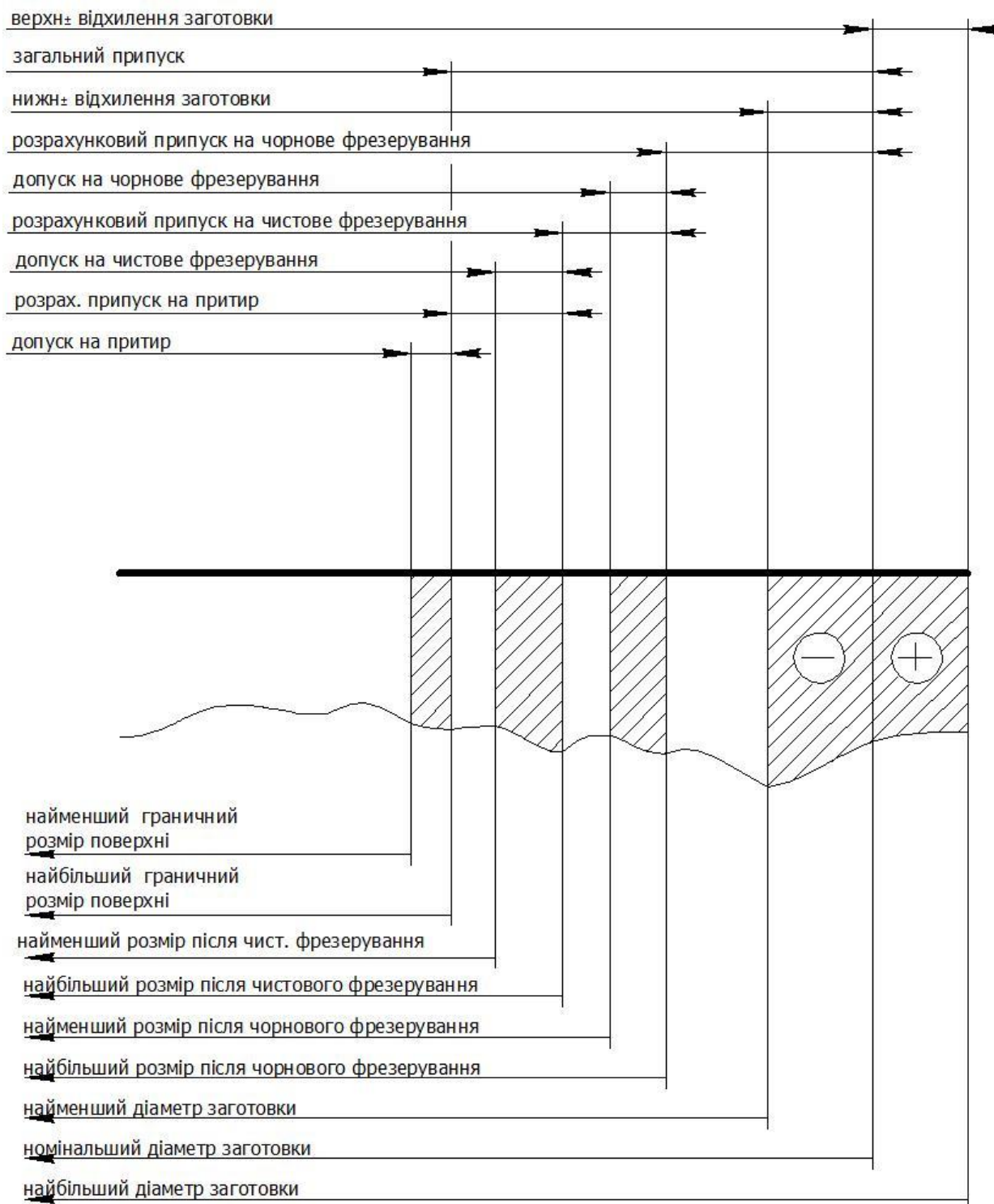


Рис. 3.3. Схема розташування допусків та припусків

Розрахунок припусків на обробку отвору і граничних розмірів по переходах:

Таблиця 3.9.

Технологічна операція механічної обробки	Точність	Елементи припуску, мкм				Допуск, мкм	Розрахунковий припуск, $Z_{\min}$	Розрахунковий розмір, мм	Граничний розмір, мм		Граничний розмір припуску, мм	
		R_z	h	Δ_Σ	Δ_{ξ_y}				max	min	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заготовка	-	160	250	604,2	-	2200 0	-	81,16	83,35	81,16	-	-
Чорнове розточування	12	32	50	362,5	120	1200	1026	80,125	81,32	80,125	2,03	1,03
Чистове розточування	10	25	25	14,5	120	750	464	79,665	80,41	79,665	0,91	0,46
Шліфування	8	10	15	-	-	400	65	79,6	80	79,6	0,41	0,065
Всього											3,35	1,555

Одержані аналітичним методом розрахунку значення припусків близькі по своєму значенню до вибраного припуску табличним способом. Отже назначені припуски на механічну обробку економічно доцільні.

3.10. Розрахунок режимів різання

При призначенні режимів різання враховують характер обробки, тип та розміри інструменту, матеріал його ріжучої частини, матеріал та стан заготовки, тип та стан інструмента.

Аналітичний розрахунок режимів різання розглянемо на прикладі чистової обробки на вертикально фрезерному верстаті мод. 6P12.

Виконується торцове фрезерування плоскої поверхні шириною $B=86,0$ мм та довжиною $L=117,2$ мм, глибиною різання $t=1$ мм.

Оброблюваний матеріал – сплав АК-4.

Заготовка – штампова. Параметри шорсткості поверхні $R_z=10$ мкм.

1. Обираємо фрезу та встановлюємо її геометричні параметри.

Приймаємо торцеву фрезу з вставними призматичними зубцями, оснащеними пластинами з твердого сплаву Т5К10.

Діаметр фрези в залежності від ширини фрезеруємої поверхні :

$$D=1.3 \cdot B=1.3 \cdot 86=111.8 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартну фрезу $D=125$ мм з числом зубів $z=8$, ГОСТ 9473-80.

Визначаємо геометричні елементи фрези. Приймаємо :

$$\varphi_1 = 60^\circ; \alpha = 120^\circ; \gamma = -5^\circ \quad [16, \text{Т2, стр.278}]$$

2. Призначення режимів різання:

1) Глибина різання: $t=1$ мм

2) Подача на зуб фрези

Для обробки з урахуванням потужності верстата $N=5,5$ кВт вибираємо $S_z=0.18 \dots 0.22$ мм/зуб. Приймаємо $S_z=0,2$ мм/зуб [16, Т2, стр.290].

Тоді $S_{об}=S_z \cdot z=0.2 \cdot 8=1.6$ мм/об.

3) Період стійкості інструмента:

Приймаємо $T = 18$ хв [16, Т2, стр.290].

Допустимий знос зубів по задній поверхні $h_3=1,2$ мм.

4) Швидкість різання, яка допускається ріжучими властивостями фрези визначається за наступною формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z^p} \cdot K_v, \quad \text{де}$$

D – діаметр фрези;

T – період стійкості інструменту, мкм;

t – глибина фрезерування, мм;

S_z - подача на один зуб, мм/зуб;

Z – число зубів;

B – ширина фрезерування, мм.

K_v – виправний коефіцієнт, визначається за формулою:

$$K_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{iv}, \quad \text{де}$$

k_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, $k_{mv}=0,8$

k_{nv} – коефіцієнт, що враховує якість обробляемого матеріалу, $k_{nv}=1,0$

k_{iv} – коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал, $k_{iv} = 2.4$

$$K_v = 0.8 \cdot 1 \cdot 2.4 = 1.92$$

C_v – коефіцієнт, враховуючий властивості обробляючого матеріалу;

q, m, x, y, n, p – коефіцієнти, які є показниками ступеню.

$$C_v = 332$$

$$m = 0.2$$

$$y = 0.4$$

$$p = 0$$

$$q = 0.2$$

$$x = 0.1$$

$$n = 0.2$$

[16, табл.39, стр.286]

$$V = \frac{332 \cdot 125^{0.2}}{180^{0.2} \cdot 1^{0.1} \cdot 0.2^{0.4} \cdot 86^{0.2} \cdot 8^0} \cdot 1.92 = 402 \text{ (мм/хв)}$$

5) Частота обертання шпинделя n , об/хв:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{402 \cdot 1000}{3.14 \cdot 125} = 1024 \text{ (об/хв)}$$

Приймаємо згідно паспорту верстата $n = 1000$ об/хв.

6) За вибраною величиною числа обертів шпинделя знаходимо дійсну швидкість різання:

$$V_a = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 1000}{1000} = 392 \text{ (мм/хв)}$$

7) Швидкість руху подачі (хвилина подача) :

$$S_{хв} = S_z \cdot z \cdot n = S_o \cdot n = 1.6 \cdot 1000 = 1600 \text{ (мм/хв)}$$

8) Сила різання.

Головна складова сили різання при фрезеруванні – окружна сила :

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{MP}, \text{де}$$

q, x, y, n, w – коефіцієнти, які є показниками ступеню в формулі.

$$C_p = 82.5$$

$$y = 0.75$$

$$q = 1.3$$

$$K_{MP} = 1.0$$

$$x = 1$$

$$n = 1.1$$

$$w = 0.2$$

[16, Т2, стр.282]

$$P_z = \frac{10 \cdot 82.5 \cdot 1^1 \cdot 0.2^{0.75} \cdot 86^{1.1} \cdot 8}{125^{1.3} \cdot 1000^{0.2}} \cdot 1 = 409.5 \text{ (Н)}$$

Тоді,

9) Крутячий момент на шпинделі :

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{409.5 \cdot 125}{2 \cdot 1000} = 256 \text{ (Н·м)}$$

10) Потужність різання:

$$N_c = \frac{P_z \cdot N}{1020 \cdot 60} = \frac{409,5 \cdot 392}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ (кВт)},$$

$$N_{рез} \leq N_{шп}$$

Перевіряємо достовірність потужності верстату:

$$N_{ред} = N_{ла} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,8 = 4,4 \text{ (кВт)}.$$

Отже, обробка на верстаті 6P12 з $N_{ед} = 5,5$ кВт на розрахованих режимах можлива.

11) Основний час на обробку:

$$T_o = \frac{L}{S_{дв} \cdot n} \cdot i, \text{ де}$$

$$L = l + y + \Delta,$$

y - величина врізання, дорівнює: $y = 14$ мм.

$\Delta = 1 - 3$ мм. - величина перебігу фрези. Приймаємо $\Delta = 2$ мм,

$$\text{тоді } L = 117,2 + 14 + 2 = 133,2 \text{ (мм);}$$

i - число проходів, $i = 6$:

$$T_o = \frac{133,2}{0,16 \cdot 1000} \cdot 14 = 0,42 \text{ (хв)}$$

Режими різання для інших оброблювальних поверхонь вибираємо за нормативними довідниками, узгоджуємо з паспортними даними верстатів і записуємо в операційні карти.

Режими різання на MC032 потрібно знижати. Це пов'язане з тим, що жорсткість видвіжної пінолі в десятки разів менша ніж жорсткість шпиндельної бабки. Тому щоб отримати високу точність обробки на багатоцільових верстатах з видвіжною пінолю (MC032) режими різання знижуються на 10-25%.

3.11. Технічне нормування

Технічне нормування встановлює технологічно обґрунтовану норму витрат виробничих ресурсів (робочого часу, сировини, матеріалів та інструменту). В залежності від методів розроблених норм витрат праці підрозділяються на дослідно – статистичні та технічне нормування.

Технічне нормування розроблюється шляхом інженерно – економічного розрахунку. В серійному виробництві за технічно обґрунтовану норму часу приймаємо штучно – калькуляційний час:

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_{шт.к.} = T_{осн.} + T_{доп.} + T_{обс.} + T_{в.о.п.} + \frac{T_{п.з.}}{N}, \quad \text{де}$$

$T_{осн.}$ – основний час, який витрачається на здійснення технологічного процесу механічної обробки, хв.

$T_{доп.}$ – час, який витрачається на виконання роботи, яка забезпечує формоутворення деталі (до складу входять прийоми пов'язані з встановленням та зняттям деталі, вивіркою, управлінням верстатів), хв.

$T_{обс.}$ – час на обслуговування робочого місця (регулювання верстата, зміна числа обертів, подач, змащування верстата, прибирання), хв.

$T_{в.о.п.}$ – час на відпочинок та особисті потреби, визначається в % відношенні від $T_{опер.}$

$T_{п.з.}$ – підготовчо – заключний час, який складається з часу на наладку верстата, вивчення роботи нового пристрою, інструментів, також залежить від способу встановлення деталей та їх кількості, хв.

N – кількість деталей в партії, яка запускається на обробку, шт.

$$T_{опер.} = T_{осн.} + T_{доп.}$$

Розрахунок норм часу на фрезерну операцію:

1) Визначення основного часу $T_{осн.}$, хв., проводиться за слідуючою формулою:

$$\check{N}_{iii.} = \frac{L}{S \cdot m} \cdot i = \frac{133.2}{0,16 \cdot 1000} \cdot 14 = 0.42 \quad (\text{хв}), \text{ де}$$

L – загальна довжина, оброблювальної поверхні, мм

i – число проходів інструменту в напрямку подачі

2) Визначаємо допоміжний час:

$$T_{доп.} = T_{всп} + T_{пер} + T_{вим}, \quad \text{де}$$

$T_{всп}$ – норма часу, пов'язана з встановленням та зняттям деталі, $T_{всп}=0,4\text{хв}$

$T_{пер}$ – норма часу, пов'язана з виконанням переходів (управління верстатом, включенням подачі, переміщенням частин верстату), $T_{пер} = 0,37\text{хв}$.

$T_{вим}$ – норма часу, пов'язана з вимірюванням оброблювальної деталі, $T_{вим} = 0,24\text{хв}$

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\check{N}_{ai d'} = 0.4 \cdot 6 + 0.37 \cdot 6 + 0.24 \cdot 6 = 2.4 + 2.22 + .72 = 5.34 \text{ (хв)}$$

Визначення часу на обслуговування робочого місця виконуємо за слідуючою формулою:

$$T_{обс} = k_1 \cdot T_{опер}, \text{ де}$$

k_1 – процент часу, $k_1 = 4\%$

$$\check{N}_{i \acute{a}i} = 0.04 \cdot (0.42 + 5.34) = 0.23 \text{ (хв)}$$

Визначення часу на відпочинок та особисті потреби:

$$T_{від} = k_2 \cdot T_{опер}, \text{ де}$$

k_2 – відсоток часу, $k_2 = 4\%$

$$\check{N}_{\acute{a}i\acute{a}} = 0.04 \cdot (0.42 + 5.34) = 0.23 \text{ (хв)}$$

Підготовчо – заключний час визначається в залежності від розміру партії:

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2}, \text{ де}$$

$T_{п.з.}$ – вибирається за ормативами і залежить від обладнання [26]

$T_{п.з.1}$ – підготовчо – заключний час на організаційне обслуговування, на налагоджування верстату, пристрою, $T_{п.з.1} = 11 \text{ хв.}$ [26]

$T_{п.з.2}$ – підготовчо - заключний час на отримання інструменту, пристрою до роботи і здавання їх після роботи, $T_{п.з.2} = 6 \text{ хв.}$

$$T_{d'.\zeta.} = 11 + 6 = 17 \text{ (хв)}$$

$$\check{N}_{\check{r} \check{n} . \zeta.} = 0.42 + 5.34 + 0.23 + 0.23 + \frac{17}{20} = 7.07 \text{ (хв)}$$

Норми часу на інші операції розраховуються аналогічно з використанням довідкової літератури [26], [27] і заносяться в операційні карти.

3.12. Програмування на верстатах з ЧПК

Структура керуючої програми.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПК необхідно знати траєкторію переміщення інструменту і інші умови обробки. Дану програму називають програмою обробки деталі або керуючою програмою (КП).

Структурну одиницю КП складає кадр. Кадр є послідовністю символів мови програмування.

Елементом кадру є слово, яке складається з адреси числового значення або змінні. Адреса є однією з алфавітних букв (A-Z) і визначає значення подальшого числового значення. В деяких випадках залежно від запрограмованих підготовчих функцій одна і та ж адреса може мати різний сенс (табл.3.10.).

Значення адрес.

Таблиця 3.10.

Функція	Адреса	Значення
Номер програми	O, P	Номер програми
Номер кадру	N	Номер кадру
Підготовча функція	G	Визначення режиму роботи (лінійна кругова інтерполяція та ін.)
Розмірні слова	X, Y, Z	Команда на переміщення паралельно координатним осям X, Y, Z
	A, B, C	Команда на переміщення по додаткових осях
	U, V, W	
	R	Радіус дуги кола
	I, J, K	Координати центру дуги кола при круговій інтерполяції паралельно осям X, Y і Z відповідно
Швидкість подачі	F	Завдання швидкості подачі
Функція шпинделя	S	Завдання числа оборотів шпинделя
Функція інструменту	T	Завдання номера інструменту
Допоміжні функції	M	Вказівка на двопозиційне управління (вкл-викл) на стороні верстата
	B	Розподіл столу та ін.
Номер зсуву	H, D	Завдання номера зсуву; Вид і номер корекції на довжину і радіус відповідно
Пауза	P, X	Завдання часу паузи
Число повторень	L	Число повторень підпрограми; число повторень постійного циклу
Параметри	P, Q, R	Параметри постійного циклу

Підготовчі функції.

Підготовчі функції (G) визначають режим і умови роботи верстата і ЧПК. Кодуються вони двозначним числом від G00 до G99. За будь-якою з функцій закріплене відповідне значення (табл.3.11).

Перелік кодів G

Таблиця 3.11

Код	Група	Функція, її зміст	Примітка
1	2	3	4
G00	01	Позиціонування (прискорене переміщення)	* М
G01		Лінійна інтерполяція (робоча подача)	* М
G02		Кругова інтерполяція за годинниковою стрілкою	М
G03		Кругова інтерполяція проти годинникової стрілки	М
G04		Пауза	
G17	02	Завдання площини ХУ	* М
G18		Завдання площини ХZ.	М
G19		Завдання площини YZ	М
G33	01	Нарізування різьби	
G40	07	Анулювання корекції інструменту по радіусу	*
G41		Корекція інструменту по радіусу зліва	М
G42		Корекція інструменту по радіусу справа	М
G43	08	Корекція довжини інструменту "+"	М
G44		Корекція довжини інструменту "-"	М
G49		Анулювання корекції довжини інструменту	
G54	14	Вибір координатної системи заготовки 1	* М
G55		Вибір координатної системи заготовки 2	М
G56		Вибір координатної системи заготовки 3	М
G57		Вибір координатної системи заготовки 4	М
G58		Вибір координатної системи заготовки 5	М
G59		Вибір координатної системи заготовки 6	М
G60	15	Одностороннє позиціонування (високоточне)	
G62	15	Швидке позиціонування (грубо) з метою економії часу	
G65	00	Команда простого виклику макрооперації користувача	
G66		Модальний виклик мікрооперації	М
G67		Анулювання G66	

продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4
G73		Цикл крокового свердлення з відскоком	М
G74		Цикл нарізування зворотної різьби мітчиком	М
G76		Цикл точного розточування	М
G80		Анулювання постійного циклу	*
G81		Цикл свердління, цикл точкової розточки	М
G82		Цикл свердління, цикл зенкування (з паузою)	М
G83	09	Цикл крокового свердління з відскоком (глибоке свердління)	М
G84		Цикл нарізування різьби мітчиком	М
G85		Цикл розточування	М
G87		Цикл розточування із зворотної сторони	М
G90	03	Завдання в абсолютних значеннях	* М
G91		Завдання в приращеннях	* М
G92	00	Завдання системи координат (запрограмований зсув нуля)	
G94		Щохвилинна подача (мм/мін)	* М
G95	05	Синхронна подача (подача на 1 оборот) (мм/об)	* М
G98		Повернення до початкового рівня (постійний цикл)	* М
G99	10	Повернення до рівня крапки R (постійний цикл)	М

Примітка: 1) коди G із знаком "*" означають, що вони ефективними при включенні живлення або після натиснення кнопки скидання;

2) символом М в примітці позначені модальні функції.

Підготовча функція може: бути модальною або одноразовою. Одноразові функції ефективні тільки в тому кадрі, в якому вони заcodedані. Модальні функції ефективні до тих пір, поки не будуть скасовані або є замінені іншою командою тієї ж групи.

Підготовчі функції розбиті на 16 груп. В одному кадрі можна програмувати

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

декілька G-функцій, якщо вони з різних груп

Допоміжні функції.

Для подачі різноманітних технологічних команд використовуються допоміжні функції, які кодуються буквою М (табл.3.12).

Перелік кодів М

Таблиця 3.12.

Код	Функція, її зміст
1	2
M00	програмована зупинка. Після закінчення переміщення запрограмованого в кадрі програма переривається із зупинкою шпинделя. Робота за програмою відновлюється натисненням кнопки "Пуск" на пульті управління
M02	кінець програми. Приводить до зупинки шпинделя, подачі і виключення охолодження після виконання всіх команд в кадрі
M03	обертання шпинделя за годинниковою стрілкою, якщо дивитися в позитивному напрямі осі Z. Діє до відміни командами M00, M01, M04, M05
M04	обіг шпинделя проти годинникової стрілки
M05	зупинка шпинделя. Виконується в кінці кадру з виключенням охолодження. Застосовується перед наступною орієнтацією шпинделя
M06	зміна інструменту
M07	включення гідрозмиву стружки
M08	включення охолодження
M09	виключення охолодження
M10	затиск інструменту в шпинделі
M11	розтиск інструменту
M13	обертання шпинделя за годинниковою стрілкою і включення охолодження
M14	обертання шпинделя проти годинникової стрілки і включення охолодження
M20	маніпулятор "вперед"
M21	маніпулятор "назад"
M22	маніпулятор "вгору"
M23	маніпулятор "вниз"
M24	поворот маніпулятора
M27	включення транспортера прибирання стружки
M28	виключення транспортера прибирання стружки
M98	звернення до підпрограми
M99	кінець підпрограми

Зміна системи координат заготовки програмною командою.

В наявності є 6 систем координат заготовки від G54 до G59, проте, якщо їх мало або потрібні їх переміщення для кожної програми, то можна замінити систему координат наступною командою:

G10 L2 P_p X_x Y_y Z_z γ γ δ δ ,

Де, p=1-6 - вибирається відповідно до змінної системи координат заготівки.

x, y, z, γ, δ (γ, δ - одній з A, B, C, U, V, W) - величини зсуву початку відліку заготовки по кожній осі.

При P=0 можна змінити величину зсуву початку відліку заготовки зовнішньої установки.

Початковий установа деталі показано на Рис.3.4.

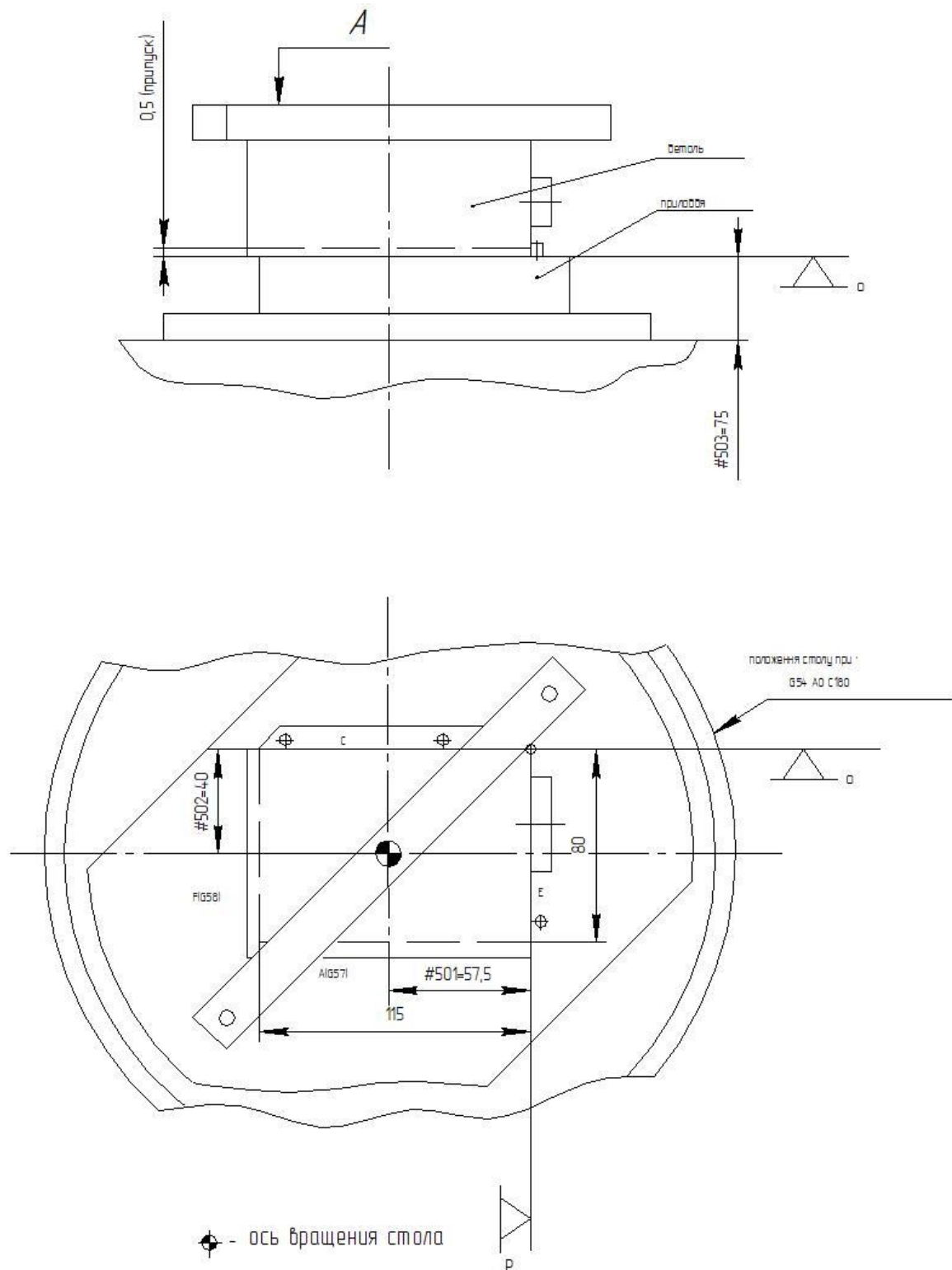


Рис. 3.4. Установ деталі на багатоцільову операцію 040

В програмі оброблюється поверхня А з обробкою усіх отворів на поверхні та отвір F1 на поверхні F (див. технологічний процес).

Керуюча програма на багатоцільову операцію 040.

%	Початок програми обробки на багатоцільову операцію 040
:8096	

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		73

#501=57.5					Завдання загальних змінних,— змінних пов’язаних з приладдям				
#502=40-0.1									
#503=75									
G10 L2 P4 X#501 Y[#503-#507] Z[79.7-#502] A90. C0					Завдання початку робочих систем координат		G57 (A)		
G10 L2 P5 X[79.7-#502] Y[#503-#507] Z[114.7-#501] A90. C-90.							G58 (F)		
T5 M6					Фрезерування поверхні А фрезою торцевою насадною Ø87				
X[2+#102/2] Y38. F30 S650 M3									
Z0.1									
G1 X-[115+2]									
Y48.									
X0									
G0 Z200									
T4 M6					Фрезерування виїмок S1 та S2 фрезою торцевою насадною Ø63				
G65 P57									
X[2+#102/2] Y40. F50 S500 M3									
Z-1.5									
G1 X[#102/2-8]									
G0 Z5.									
X-[115+2+#102/2]									
Z-1.5									
G1 X-[114.5-8+#102/2]									
G0 Z5.									
X0									
Z200									
T8M6					Центрування отвору F1				
G81 X-25. Y45.5 R2. Z-2. F100 S1000 M3									
G65 P57					Центрування отворів по- верхні А (G57)				
G81 G99 R2. Z-2. M3 S1000 F100 L0									
X-18. Y72.								A1	
Y7.								A2	
X-106.								A3	
Y67.								A4	
X-64.5 Y47.								A5	
X-22.5 Y26.								A6	
X-61. Y65.								A7	
X-21. Y60.								A8	

X-87. Y38.		A9	
X-94. Y10.		A10	
X-79. Y52.		A11	
G0 Z200.			
T9 M6(SV..D12)	Свердління отворів в роз- мір Ø12	A5	
X-64.5 Y47.			
G65 P83 Z-33			
X-22.5 Y26.		A6	
G65 P83 Z-42			
T10 M6	Свердління отворів в роз- мір Ø4,1	A7	
G66 P83 Z-25			
X-61. Y65.		A8	
X-21. Y60.		A9	
X-87. Y38.		A11	
X-79 Y52.			
G67		A10	
X-94. Y10.			
G65 P83 Z-20			
G65 P58		F1 (поверхня F-G58)	
X-25. Y45.5			
G65 P183 Z-55			
M0		Зупинка	
T12 M6	Свердління отворів в роз- мір Ø8,5		
G65 P57		A2	
G66 P83 Z-81		A1	
X-18 .Y7.			
Y72.		A4	
X-106.Y67.			
G67		A3	
X-106. Y7.			
G65 P83 Z-75.			
	Зенкування фаски		
T14 M6(ZENKK.90)			
X50.			
Z30.			
G81 G98 R2. Z0 F30 S300 M3 L0		A1	
X-18.Y72.		A2	
Y7.		A3	
X-106.		A4	
Y67.			
G0 Z200.			

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

T20 M6	Зенкування отвору A11 комбінованим зенкером Ø10–Ø5,875			
G81 X-79. Y52. R1. Z-6. F20 S400 M3				
T22 M6	Розверчення отвору A11 розверткою ф6f7			
G81 X-79. Y52 .R2. Z-6. F30 S250 M3				
T27 M6	Свердління отворів свердлом кільцевим Ø11–Ø6	A7		
G81 R2. Z-1.2 F15 S150 M3 L0				
X-61. Y65.		A8		
R-0.5 Z-1.45				
X-21. Y60. R2. Z-1.2		A9		
R-0.5 Z-1.45				
X-87. Y38. R2. Z-1.2		A10		
R-.5 Z-1.45				
X-94. Y10. R2. Z-1.2				
R-0.5 Z-1.45				
	Свердління отворів свердлом кільцевим Ø19–Ø14	A5		
T2 8M6				
G81 R2. Z-1.45 F30 S300 M3 L0		A6		
X-64.5 Y47.				
X-22.5 Y26.				
	Зенкування отвору F1 комбінованим зенкером Ø10–1:50			
T29 M6				
G65 P58				
G81 X-25. Y45.5 R20. Z-1. F30 S660 M3				
	Нарізання в отворах різблення M10x1,5	A1		
T30 M6				
G65 P57		A2		
G84 R2. Z-4. F75 S50 M3 L0				
X-18. Y72.		A3		
Y7.				
X-106.		A4		
Y67.				
G0 Z200.				
	Повернення деталі до початкового устаткову			
Y100.				
M11				
M21				
G54 A-90.C0				
G91 Y-280. M10				
G90 M20				
M2	Кінець програми			

					6261м.10.КРМ.08.03.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця координат отворів.

	Поверхня А (G57)											Поверхня F (G58)
Отв.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	F1
X	-18	18	-106	-106	-65	-23	-61	-21	-87	-94	-79	-25
Y	72	7	7	67	47	26	65	60	38	10	52	45.5

					6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ								
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Конструкторський розділ				Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.											78	11
Керівник	Ткач М. Р.								НУК				
Н. контр	Моргун С.О.												
Зав. каф.	Ткач М. Р.												

4. Конструкторська частина

- 4.1. Опис пристосування на багатоцільову операцію.
- 4.2. Розрахунок пристосування на багатоцільову операцію.
 - 4.2.1. Визначення сили затиску.
 - 4.2.2. Визначення номінального діаметра гвинта.
 - 4.2.3. Розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) пристосування.
 - 4.2.4. Розрахунок крутного моменту.
 - 4.2.5. Визначення мінімальної довжини плеча.
- 4.3. Пристосування для фрезерної операції.
 - 4.3.1. Опис лещат пневматичних.
 - 4.3.2. Розрахунок сили затиску.
- 4.4. Свердло комбіноване (спеціальне).
 - 4.4.1. Опис і призначення.
 - 4.4.2. Розрахунок різьбонарізного інструменту.
- 4.5. Фреза Т-подібна.
- 4.6. Прилад індикаторний для заміру внутрішніх канавок.

4.1. Опис пристосування на багатоцільову операцію

Пристосування – це допоміжний пристрій, що використовують при механічній обробці, зборки та контролі виробів.

Використання пристосувань сприяє :

- підвищенню продуктивності праці;
- підвищенню точності обробки, однакової для всіх деталей;
- забезпечення необхідних умов праці;
- підвищенню безпеки робіт;
- зниженню собівартості виробів;
- зниженню кваліфікації робочого.

Вимоги до пристосувань пред'являються слідуючи :

- пристосування повинно бути простим і економічно ефективним;
- швидкодіючим;
- достатньо жорстким (для визначення точності, що потрібна);
- зручним та безпечним в роботі;
- ремонтпригодним.

При закріпленні деталі в пристрій повинні виконуватись слідуючи умови :

- не повинно порушуватись положення заготовки або деталі;
- закріплення повинно бути надійним, щоб під час обробки положення деталі залишалось незмінним;
- виникаючі при закріпленні деформації повинні бути мінімальними.

Виходячи з цих вимог проектується пристосування на багатоцільову операцію.

На плиту 1 приварюються бобишки та основа. Плита є ланцюгом, що зв'язує основу зі столом верстату.

Базування здійснюється по циліндричному 4 та ромбічному 5 пальцями. Кріпиться основа до столу верстата болтами. Пальці розташовані від центру пристосування на відстані $80 \pm 0,01$ мм. Ця відстань визначається сіткою стола обробляючого центру (стіл круглий, отвори розташовані один відносно іншого на відстані 40 мм). На основі встановлені штифти $\phi 10$ і $\phi 6$ та виконано отвір $\phi 30H7$ відносно якого й встановлюються жорстко три штифта. Відхилення на відстані від центру пристосування до штифтів і на відстані між штифтами задаються рівними $\pm 0,02$ мм, так як

					6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

на ці штифти буде опиратися і по ним базуватись деталь.

Деталь встановлюється на основі з упором в штифти. Зверху деталь притискує планка 2, затиск здійснюється гайками.

Планка насаджується на шпильки 11 які нижньою різьбою встановлені в бо- бики.

Вимоги до виготовлення пристосування досить високі. Поверхня основи повинна бути оброблена до $Ra=2.5$ мкм, з такою ж жорсткістю повинна бути нижня поверхня плити, яка дотикається до столу верстата. Відхилення перпендикулярності штифтів і центрального отвору відносно нижньої площини плити (поверхні Б) не повинні перевищувати 0,01 мм.

Площина, на яку встановлюється деталь, повинна бути строго паралельна поверхні А. Допустиме відхилення 0,01мм.

Ці вимоги повинні бути задовільне ні, так як від точності виготовлення пристосування залежить точність обробки деталі.

Пристосування на багатоцільову операцію економічно доцільно і ефективно.

4.2. Розрахунок пристосування на багатоцільову операцію

Затиск деталі у пристосуванні на багатоцільову операцію здійснюється гвинтовим елементарним затискним механізмом, який є самогальмуючим.

4.2.1. Визначення сили затиску

В процесі обробки на деталь діють слідуєчи сили :

- сила затиску ($P_{зат}$) ;
- сили тертя (T);
- сила різання (P).

Сили та їх складові показані на мал.3.1.

Силу затиску $P_{зат}$ визначаємо з умови рівноваги сил тертя та різання.

$$T_1 + T_i + T_{\zeta} > P_v$$

$$T_1 + T_o + T_{\zeta} = P_v \cdot k$$

$$P_{\zeta} \cdot f_1 = \frac{P_v \cdot k - P_h \cdot f - P_o \cdot f_1}{2f}, \quad [14, \text{стр.59}]$$

де f_1 - коефіцієнт між заготовкою та гвинтом;

k - коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт запасу входить в формулу для забезпечення надійного закріплення

					6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

заготовки.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad [27, T2, \text{стр.85}]$$

k_0 – коефіцієнт гвинтового запасу, $k_0=1.5$

k_1 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання із-за нерівностей на поверхні, що оброблюється, $k_1=1.2$

k_2 – коефіцієнт, який враховує притуплення ріжучого інструмента, $k_2=1.1$

k_3 – коефіцієнт, який враховується при торцевому фрезеруванні, $k_3=1.2$

k_4 – коефіцієнт, який характеризує постійність сили закріплення, $k_4=1.3$

k_5 – коефіцієнт, який враховується при встановленні заготовки на постійні опори плоскою по верхньою, $k_5=1$

$$k = 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1.1 \cdot 1.2 \cdot 1.3 \cdot 1 = 3.11$$

Значення коефіцієнтів тертя визначають по таблиці [27, T2, стр.85, табл.10].

$$f=0.5$$

$$f=0.16$$

В процесі фрезерування на деталь діють сили P_h , P_v , P_o . Значення цих сил залежить від сили різання P_z .

При елементарному фрезеруванні (нагрузки розподіляються симетрично) сили будуть рівні :

$$P_h = 0.4P_z ;$$

$$P_v = 0.95P_z ; \quad [25, \text{табл.} 42]$$

$$P_o = 0.55P_z,$$

де P_z – основа сили різання, яка визначається за формулою :

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^w} \cdot k_{mp}, \text{ де}$$

C_p – коефіцієнт, який залежить від матеріалу ;

t – глибина різання, мм ;

S_z – подача на зуб ;

B – ширина заготовки ;

z – кількість зубів фрези ;

n – частота обертання шпинделя ;

k_{mp} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюємого матеріалу на силові залежності.

$$C_p=22,6$$

$$Z=6$$

$$y=0,72$$

$$t=1$$

$$D=32$$

$$u=1,0$$

[27, T2, стр 285, табл. 41]

$$S_z=0,02$$

$$n=400$$

$$g=0,86$$

$$B=115$$

$$x=0,86$$

$$w=0$$

$$k_{mp} - 2,75 \text{ [27, стр 265, табл. 10]}$$

$$S_z = \frac{S_m}{z \cdot n} = \frac{40}{6 \cdot 400} = 0,02 \text{ (мм/зуб)}$$

Звідси :

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 115^{1,0} \cdot 6}{32^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 2,75 = 1194 \text{ (Н)}$$

$$P_v = 0,95 P_z = 0,95 \cdot 1194 = 1134 \text{ (Н)};$$

$$P_h = 0,4 P_z = 0,4 \cdot 1194 = 477,6 \text{ (Н)};$$

$$P_o = 0,55 P_z = 0,55 \cdot 1194 = 656,7 \text{ (Н)}.$$

А отже

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_v \cdot k - P_h \cdot f - P_o \cdot f_1}{2 f}$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{1134 \cdot 3,11 - 477,6 \cdot 0,5 - 656,7 \cdot 0,16}{2 \cdot 0,5} = 3172 \text{ (Н)}$$

4.2.2. Визначення номінального діаметра гвинта

Знаючи силу затиску можна визначити номінальний діаметр гвинта d , мм.

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{P_z}{G_p}} \text{ [27, T2, стр. 285, табл. 44]}$$

$$G=100 \text{ МПа}$$

$$P_z=3172 \text{ Н}$$

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{3172}{100}} = 8,2 \text{ (мм)}$$

Отриманий діаметр округляється до найближчого більшого значення [18, стр. 86, татл. 11]

Приймається гайка і гвинт М10х1,5.

Відповідно $P_z=4900 \text{ Н}$.

4.2.3. Розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) пристосування

Виходячи з умов закріплення деталі вираховується ККД (η) механізму.

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi_{d.d.}) + \frac{0.67 \cdot f1 \cdot (D_{QN}^3 - d_{BT}^3)}{(D_{QN}^2 - d_{BT}^2) \cdot d_2}}, \text{ де}$$

$D_{ЗТ}$ і $d_{НТ}$ – відповідно зовнішній та внутрішній діаметр опорного торця гайки ;
 $f1$ – коефіцієнт тертя між заготовкою та гвинтом (гайкою), $f1=0,16$
 [39,стр.87,табл.12]
 $\alpha = 2^{\circ}56'$

$$\eta = \frac{tg 2^{\circ}56'}{0.15 + \frac{0.67 \cdot 0.16 \cdot (26^3 - 11^3)}{(26^2 - 11^2) \cdot 10.8}} = 0.386$$

Якщо $ККД < 0,4$, то гвинтовий затиск надійний проти самовисування.
 $0,386 < 0,4$

4.2.4. Розрахунок крутного моменту

Виходячи з умов закріплення деталі розраховується крутний момент ($M_{кр}$), який потрібно прикласти до гвинта для надійного закріплення заготовки.

$$M_{кр} = 0,2 \cdot P_z \cdot d_2$$

$$M_{кр} = 0,2 \cdot 4900 \cdot 10.8 = 10584 \text{ (Н мм)}$$

4.2.5. Визначення мінімальної довжини плеча

Крутний момент можна знайти і так :

$$M_{кр} = P_p \cdot l, \text{ де}$$

P_p – зусилля від руки робочого, $P_p=160 \text{ Н}$;

l – плече на яке докладається сила P_p , мм.

Визначимо l :

$$l = \frac{M_{кр}}{P_p} = \frac{10584}{160} = 66.1 \text{ (мм)}.$$

Мінімальна довжина плеча, що необхідна для створення потрібної сили затиску, буде складати 66 мм.

4.3. Пристосування для фрезерної операції

4.3.1. Опис лещат пневматичних

Для швидкого і точного виконання технологічних операцій необхідно застосовувати спеціальне пристосування. Заміна ручних пристосувань механізованими

значно скорочує час на установку і зняття деталей, що значно підвищує продуктивність праці.

Для обробки заготовки на вертикально-фрезерному верстаті найбільш доцільно замінити ручні лещата на механізовані. Застосовуємо гідравлічні лещата. До їх основних переваг, в порівнянні з пневматичними і мембранними, є те, що вони володіють більшою силою затиску. Це дозволяє вести обробку на підвищених швидкостях різання. Недолік – бруд при течі масла.

Затискаючи губки лещат – змінні. Губки встановлюють на пальцях і закріплюють болтами 17. Попередню настройку на задній розмір здійснюють пересуванням лівої губки гвинтом 7. Остаточне кріплення – правою губкою від пневматичного приводу. Тиски можуть повертатися щодо плити 1. Для закріплення їх на плиті служать гайки 16. Затискаючий хід губки що рухається – 6мм.

Деталь встановлюється в лещата. Відкриваємо кран гідросистеми. Масло надходить в порожнину гідроциліндра, під його тиском поршень стискує пружину, – лещата затискають деталь. Після обробки деталі масло виливається із гідроциліндру, поршень під дією пружини повертається в початкове положення, – лещата розтискаються.

4.3.2. Розрахунок сили затиску

При тиску повітря $P_{\text{п}}=0,4$ МПа сила затиску буде дорівнювати :

$$P_{\text{зп}} = S \cdot P_{\text{д}} \cdot \eta \cdot l \cdot \frac{1}{y} - P_{\text{дд}}, \text{ де}$$

S - площа мембрани пневмопривода,

$$S = T_1 \cdot R^2 = \pi \cdot 0.114^2 = 0.04 \text{ (м}^2\text{)} ;$$

$$P_{\text{п}}=0,4 \text{ МПа} = 4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 ;$$

η - коефіцієнт корисної дії (ККД), $\eta=0,75$;

l - верхнє плече коромисла, $l=0,054$ м ;

y - нижнє плече коромисла, $y=0,023$ м ;

$P_{\text{пр}}$ - допустиме навантаження на пружину стиснення, $P_{\text{пр}} = 3 \text{ кН} = 3000 \text{ Н}$.

$$P_{\text{зп}} = 0.04 \cdot 400000 \cdot 0.75 \cdot 0.054 \cdot \frac{1}{0.023} - 3000 = 25174 \approx 25 \text{ (кН)}$$

4.4. Свердло комбіноване (спеціальне)

					6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

4.4.1. Опис і призначення

Для зменшення числа переходів, виключення зацентровки та розсвердлювання отворів розумно пристосовувати комбіновані свердла. Випробування свердел при обробці заготовлі визначили, що комбіновані свердла по зрівнянню з раніше використаними забезпечують підвищення точності розташування отворів (відхилення при позиціонуванні $+0,025;0,1$) та продуктивності – в 2-2,5 рази.

4.4.2. Розрахунок різьбонарізного інструменту

1) Свердло комбіноване призначено для свердлення отворів: $\varnothing 10,5\text{мм}$ під метричну різьбу M12x1,5-6H на глибину свердлення $L=28\text{мм}$; та $\varnothing 12,5\text{мм}$ на глибину різання $L=4\text{мм}$.

2) Свердло комбіноване виготовляється з швидкоріжучій сталі, що передбачено ГОСТ 19265-73 Сталь P18. Твердість робочій частини свердла HRC 63...66.

3) Всі конструктивні та габаритні розміри свердла обираємо за ГОСТ 14952-75:

a) Діаметр $d=10,5\text{мм}$;
b) Діаметр $D=12,5\text{мм}$;
c) Діаметр хвостовика обираємо виходячи з наявності стандартних цанг – приймаємо $\varnothing K=15,0\text{мм}$;

d) Довжина свердла приймаємо $L=75\text{мм}$;
e) Довжина ріжучої частини $L_1=30\text{мм}$;
f) Довжина хвостовика $L_2=45\text{мм}$;
g) Центрові отвори виконуються за формою А ГОСТ 14034-74.

4) Визначаємо геометричні і конструктивні параметри свердла:

a) Кут нахилу гвинтової канавки $\omega=0^\circ$;
b) Кути між ріжучими кромками – $2\varphi=118^\circ\pm 3^\circ$
c) $2\varphi_1=120^\circ\pm 10^\circ$;
d) Задній кут $\alpha=11^\circ\pm 3^\circ$;
e) Кут нахилу поперечної кромки $\psi=50^\circ\pm 5^\circ$.

5) Товщина серцевини $d_c=0.14D$, приймаємо $d_c=3,2\text{мм}$.

Збільшення серцевини в напрямку хвостовика 1,4-1,8мм на 100мм довжини робочої частини свердла ($\approx 2^\circ$).

					6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		86

6) Зворотна конусність свердла на 100мм довжини робочої частини в межах 0,05-0,1мм.

7) Напрямок затилування під кутом 6° . Висота затилування по $\varnothing D-K=1\text{мм}$, по $\varnothing d-K_1=0.7\text{мм}$.

8) Всі ТВ та допуски на розміри свердла за ГОСТ 14952-75.

4.5. Фреза Т-подібна

Фреза Т-подібна призначена для фрезерування отвору $\varnothing 18,5\text{H}11^{(+0,13)}$. Довжина фрезерування $L=4\text{мм}$. В отворі глибиною 79мм:

1. Обираємо фрезу та встановлюємо її геометричні елементи. Приймаємо Т-подібну фрезу з швидкоріжучій сталі Р9К5 з твердістю 63...66HRC. Діаметр фрези дорівнює 18,5мм. Діаметр шейки фрези дорівнює 10мм. Довжина ріжучої частини 3,1мм. Довжина шейки 80мм. Число зубів $Z=6$.

2. Виходячи з розрахунку середнього діаметра конуса хвостовика ($d_{cp}=21,5$) згідно СТ СЕВ 147-75 обираємо найближчий більший конус - Конус Морзе №3 з лапкою ,що має конструктивні розміри : $d_1=23,83\text{мм}$, $d_2=19,1\text{мм}$. Довжина – 94мм.

3. Геометричні елементи робочої частини Т-подібної фрези.

- а) Задній кут $\alpha=10^\circ$;
- б) Передній кут $\gamma=15^\circ$;
- с) Кут нахилу канавки $\omega=10^\circ$;
- д) Радіус на ріжучих кромках $R=0,4\text{мм}$.

4. Глибина стружкової канавки – 2,5мм.

5. Центрові отвори по А 1,6 ГОСТ 14034-74.

4.6. Прилад індикаторний для заміру внутрішніх канавок

Деталь корпус клапанів має такий конструкторський елемент, як канавки. Перевірити правильність їх виконання вельми скрутно. Використовування стандартних вимірювальних засобів, наприклад, таких як штангенциркуль, не дасть потрібних результатів. Для цих цілей підходить прилад індикаторний для виміру внутрішніх діаметрів канавок.

Безпосередньо з поверхнями, відстань між якими необхідно заміряти, в контакт вступають ніжки 3 і 4. Ніжка 3 закріплена на корпусі 1. Ніжка 4 закріплена

на штоку 2, який здатний рухатися подовжньо усередині корпусу 1. З одного боку шток підштовхується пружиною 9, з іншою – упирається в індикатор ІЧ 10 клас 0 (ГОСТ 577-68). Інструмент дозволяє виміряти діаметри канавок в діапазоні від 9 до 50 мм

Сумарна погрішність приладу, включаючи погрішність індикатора не перевищує 0,015мм.

Схема контрольного пристосування представлена на мал.3.4.

Прилад простий у виготовленні, не містить нестандартних елементів, економічно доцільний та зручний у використанні.

					<i>6261м.10.КРМ.08.04.ПЗ</i>	Арк.
						88
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ									
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Проектування дільниці					Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.												89	22
Керівник	Ткач М. Р.													
										НУК				
Н. контр	Моргун С.О.													
Зав. каф.	Ткач М. Р.													

5. Проектування ділянки цеху по виробництву корпусу клапанів КТА

- 5.1 Кратка характеристика ділянки.
- 5.2. Опис служб механічного цеху і ділянки, що проектується.
- 5.3. Конструкція будівлі.
- 5.4. Вихідні данні для проектування ділянки цеху по виробництву корпусу клапанів.
- 5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей.
- 5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі.
- 5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання.
 - 5.7.1. Календарний фонд часу роботи обладнання.
 - 5.7.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання.
 - 5.7.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання.
- 5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження.
- 5.9. Складання графіка завантаження обладнання.
- 5.10. Складання кошторису витрат на основне обладнання.
- 5.11. Організація виробництва на ділянці.
- 5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами.
- 5.13. Розрахунок висоти цеху.
- 5.14. Розробка планування ділянки.
- 5.15. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці.
 - 5.15.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників.
 - 5.15.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників.
 - 5.15.3. Визначення необхідної кількості службовців.
- 5.16. Зведена відомість працюючих на ділянці.
- 5.17. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки.

5.1 Кратка характеристика дільниці

Дільниця механічного цеху, що проектується, створюється для виготовлення деталі «корпус клапанів» з річною програмою випуску $A=5000$ шт.

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

Чисельність всього устаткування дільниці складає 12 верстатів.(з них 9 з ЧПУ). Завантаженість обладнання – 80%.

Також можна зробити висновок, що використовується універсальний та спеціальний інструмент, що збільшує продуктивність праці.

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

На ділянці задіяно 24,79 працюючих, у тому числі :

- 16 основних робітників з середньою кваліфікацією 4,83;
- 6,31 допоміжних робітників з середньою кваліфікацією 3,55;
- 2,11 чол. спеціалістів;
- 0,29 чол. службовців;
- 0,08 чіл. молодшого обслуговуючого персоналу.

5.2. Опис служб механічного цеху і дільниці, що проектується

Дільниця по проектуванню корпусу клапанів, складання і випробування тифонів входить в склад механічного цеху.

В склад механічного цеху входять:

- виробничі дільниці, в тому числі і дільниця, що проектується;
- допоміжні відділення;
- службові приміщення;
- побутові приміщення.

Дільниця, що проектується, служить для розміщення виробничого обладнання і робочих місць необхідних для виконання технологічного процесу по виготовленню корпусу клапанів. На дільниці розташовані верстати, які відносяться до групи середніх верстатів, слюсарно-складальна дільниця для виконання слюсарно-

складальних робіт, стенд для гідравлічних випробувань корпусу клапанів, випробувальний бокс для випробування тифона, міста для зберігання заготовок і склад готових виробів. Кількість верстатів прийнято рівним 4.

Зважаючи на відносно малий розмір дільниці, виходячи з кількості одиниць обладнання і кількості робітників, визначено, що не доцільно вводити в склад дільниці такі допоміжні відділення, як заготівельне, заточувальне, ремонтне. Ці допоміжні відділення являються загально цеховими, обслуговують кілька дільниць і не знаходяться на території дільниці, що проектується.

В цеху знаходиться бюро технічного контролю, яке є частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. На дільниці є місто для ВТК. Відділ технічного контролю перевіряє всі вимірювальні інструменти, прилади, пристосування, відповідність виготовлених деталей вимогам креслення, контролює складання тифона і випробування.

5.3. Конструкція будівлі

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

Колони розташовані на відстані 6 метрів одна від одної. Висота будівлі 7 метрів, ширина прольоту дільниці, що проектується, 12 метрів. Для освітлення виробничої дільниці передбачені ліхтарі верхнього світла. Не зважаючи на відносно високу вартість і складність конструкції, їх застосування виправдовується тим, що такі ліхтарі дають добру і рівномірну освітленість великих площ, в той час як бокове засклення не може забезпечити достатню освітленість таких великих площ. Крім того ліхтарі природного світла служать і для природної вентиляції. Ліхтарі розташовують вздовж прольоту цеха з верхнім заскленням та зовнішнім водовідводом.

5.4. Вихідні данні для проектування дільниці цеху по виробництву корпусу клапанів

Найменування деталі	корпус клапанів
Марка матеріалу	сплав АК4 ГОСТ 4784-74
Маса деталі	1,0 кг.
Маса заготовки	1,54 кг.

Річна програма	5000шт.
Режим роботи	2 зміни

Маршрутно технологічний процес обробки заготовки деталі типу „Корпус клапанів”.

Таблиця 5.1

№	Найменування операції	Найменування та модель обладнання	Розряд робіт	T _{шт, хв}	T _{п.з, хв}
1	2	3	4	5	6
015	Фрезерна	Вертикально фрезерний 6P12	3	6,54	17
020	Фрезерна з ЧПК	Багатоцільовий верстат MA655A2Ф3	4	9,63	23
025	Слюсарна	Верстак слюсарний	2	2,15	6
035	Багатоцільова	Оброблювальний центр MC-032	4	90,08	100
040	Багатоцільова	Оброблювальний центр MC-032	4	79,2	100
045	Багатоцільова	Оброблювальний центр MC-032	4	125,4	100
060	Фрезерна з ЧПК	Багатоцільовий верстат MA655A2Ф3	4	4,27	11
065	Доводочна	Доводочний 3807 В	4	5,43	27
Ітого:				322,7	384

5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей

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

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

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

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

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

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Для $\alpha = 0,03$ $n_{\text{опт}} = 384/0,03 \cdot 322,7 = 39,66$, приймаємо $n_{\text{опт}} = 40$.

Для $\alpha = 0,04$ $n_{\text{опт}} = 384/0,04 \cdot 322,7 = 29,75$, приймаємо $n_{\text{опт}} = 30$

Для $\alpha = 0,05$ $n_{\text{опт}} = 384/0,05 \cdot 322,7 = 23,80$, приймаємо $n_{\text{опт}} = 24$.

Для $\alpha = 0,06$ $n_{\text{опт}} = 384/0,06 \cdot 322,7 = 19,83$, приймаємо $n_{\text{опт}} = 20$.

Для $\alpha = 0,07$ $n_{\text{опт}} = 384/0,07 \cdot 322,7 = 16,99$, приймаємо $n_{\text{опт}} = 17$.

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

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

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

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

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

З урахуванням всіх виробничих і технічних вимог, приймаємо

$$n_{\text{опт}} = 20 \text{ дет.}$$

Кількість запусків в рік:

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

де A - річна програма, шт;

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

$$K_{\text{з.р}} = 5000/20 = 250 \text{ раз}$$

Розрахуємо змінне вироблення по формулі:

$$B_{зм} = \frac{A}{D_p \cdot 2},$$

де

A - річна програма, шт;

D_p – кількість робочих днів в році, D_p=252 днів.

$$B_{см} = 5000 / 252 \cdot 2 = 10 \text{ шт.}$$

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

5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

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

$$t_{шт.к.} = t_{шт} + \frac{t_{пз} \cdot n}{n},$$

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

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

n - розмір партії деталей, шт.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі зводиться і таблицю 5.2.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Таблиця 5.2.

Найменування операції	Штучний час, хв	Підготовчо-заклучний час, хв	Розмір партії, шт.	Штучно-калькуляційний час	
				хвилини	години
1	2	3	4	5	6
Фрезерна	6,54	17	20	7,39	0,123
Фрезерна з ЧПК	9,63	23		10,78	0,180
Слюсарна	2,15	6		2,45	0,041
Багатоцільова	90,08	100		95,08	1,585
Багатоцільова	79,2	100		84,20	1,403
Багатоцільова	125,4	100		130,40	2,173
Фрезерна з ЧПК	4,27	11		4,82	0,080
Доводочна	5,43	27		6,78	0,113
РАЗОМ	322,7	384		341,90	5,698

5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання

Режим роботи ділянки характеризується наступними чинниками:

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

Розрізняють наступні види фондів часу роботи обладнання:

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

5.7.1. Календарний фонд часу роботи обладнання

Календарний фонд часу визначається по наступній формулі:

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

де D_k - кількість календарних днів в році.

5.7.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання

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

Номінальний фонд часу визначається по наступній формулі:

$$\Phi_n = D_p \times T_{cm} \times S - 1 \text{ ч.} \times D_{предп},$$

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

T_{cm} - тривалість зміни, $T_{cm}=8 \text{ ч.}$;

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

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

$D_{предп}=4$ днів.

$$\Phi_n = 252 \times 8 \times 2 - 1 \times 4 = 4028 \text{ ч.}$$

5.7.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання

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

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

де Φ_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, ч;

β - коефіцієнт, що ураховує простій обладнання в планово-запобіжному ремонті ($\beta = 0,03-0,05$ - для універсальних верстатів, $0,10-0,15$ - для верстатів з ЧПУ і п/а).

Для універсальних верстатів- $\Phi_{эф} = 4028 \times (1 - 0,05) = 3827 \text{ н.-ч.}$

Для верстатів з ЧПУ - $\Phi_{эф} = 4028 \times (1 - 0,07) = 3746 \text{ н.-ч.}$

Для верстака слюсарного- $\Phi_{эф} = 4028 \times (1 - 0,03) = 3907 \text{ н.-ч.}$

5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження

Необхідна кількість обладнання на ділянці розраховується по формулі:

$$C_p = \frac{T_{нр}}{\Phi_{эф} \times K_{вн}},$$

де $\Phi_{\text{эф}}$ - ефективний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, ст.-ч.;

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

TH_i - річна трудомісткість виготовлення виробів на i -м типі обладнання,

н.-ч.

$$TH_i = t_{\text{шт.к}} \cdot A,$$

де $T_{\text{шт.к}}$ - штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на i -м типі обладнання, н.-ч.;

A - річний об'єм випуску виробів, шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по формулі:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{\text{пр}}},$$

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

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

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по формулі:

$$K_{z.c.p.} = \frac{\sum TH_i}{SP \cdot K_{\text{вн.ср}} \cdot \Phi_{\text{эф}}},$$

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

Наприклад, розрахуємо потрібна кількість обладнання на чорнову фрезерну операцію:

річна трудоемкість виготовлення виробу-

$$TH_i = 0,123 \cdot 5000 = 615 \text{ н.год.}$$

тоді, необхідна кількість обладнання на ділянці буде

$$C_p = 615 / 3827 \cdot 1,10 = 0,15 \text{ шт.}$$

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

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці наступний

$$K_z = 0,15 / 1 = 0,15$$

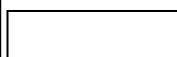
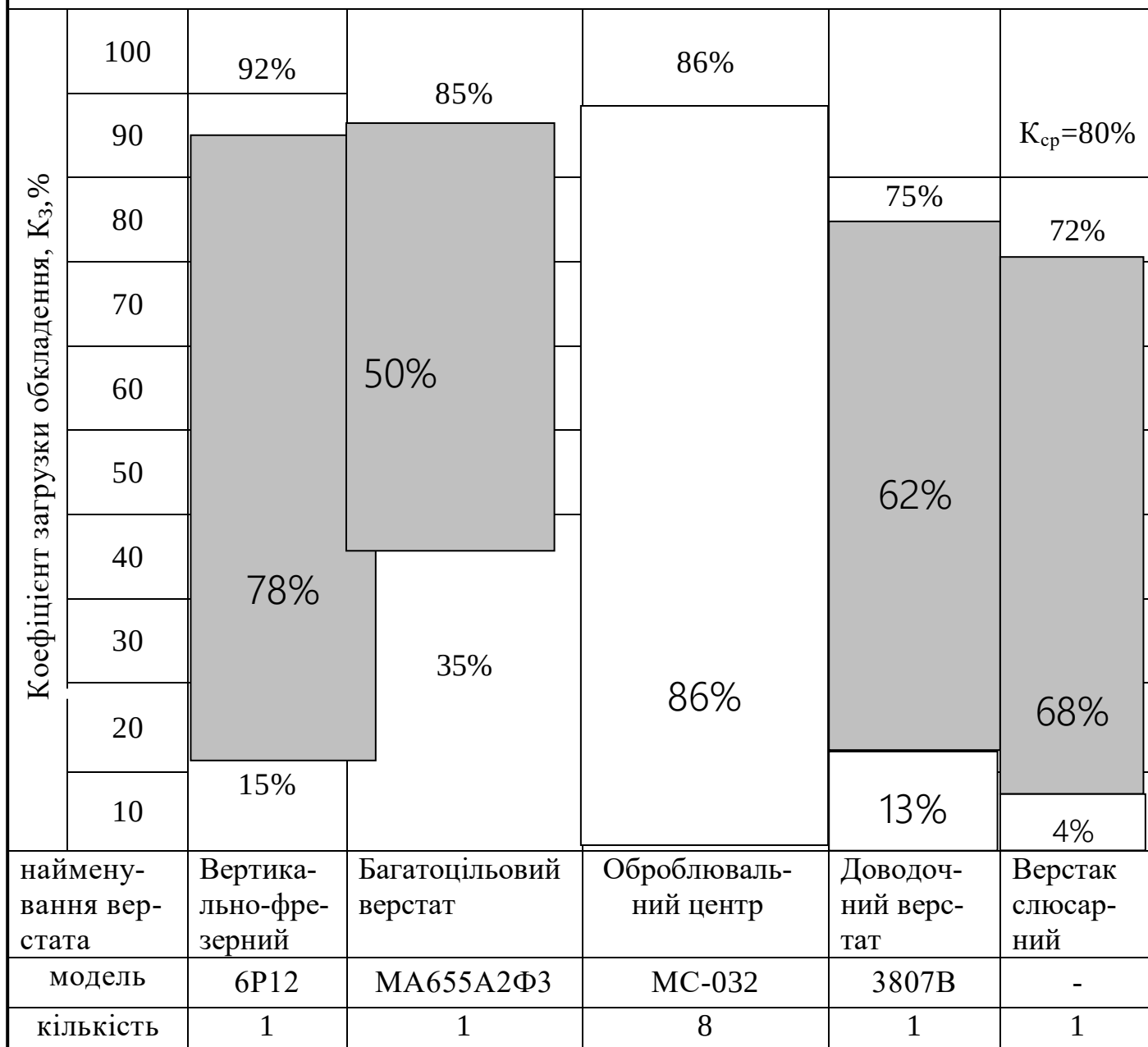
Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження обладнання по типах виконуємо та заносимо до таблиці 5.3.

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						98
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 5.3.											
Розрахунок необхідної кількості обладнання та його завантаження.											
Найменування і моделі обладнання	Річна програма А,шт	Штучно-калькуляційний час ТН	Річна трудомісткість, ТН, н.год	Довантаження по кооперації, н.год	Річний об'єм робіт, ТНі н.год.	Ефективний фонд часу роботи обладнання Феф, н.год	Коефіцієнт виконання норм, Кв	Кількість верстатів, шт.		Коефіцієнт загрузки обладнання	Середній коефіцієнт загрузки
								розрахунок	Прінцип та		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вертикально фрезерний 6Р12	5000	0,123	615	3257	3873	3827	1,1	0,15	1	0,92	0,80
		0,260	1300	1884	3184	3746	1	0,35	1	0,85	
5,161		25807	-	25807	3746	1	8,01	8	0,86		
0,113		565	2592	3157	3827	1,1	0,17	1	0,75		
0,041		205	3171	3376	3907	1,2	0,04	1	0,72		
							0,72				
РАЗОМ						39397				12	

5.9. Складання графіка завантаження обладнання

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



- без довантаження



- з довантаженням супутньої продукції

Мал.5. 1. Графік завантаження обладнання.

5.10. Складання кошторису витрат на основне обладнання

Для розрахунку вартості основного обладнання складаємо кошторис витрат на основне обладнання ділянки (таблиця 5.4.)

Таблиця 5.4.

Кошторис витрат на основне технологічне обладнання ділянки.

Найменування обладнання	Кількість	Потужність, кВт	Площа, м ²	Ціна, грн	Витрати на транспортування і монтаж, грн	Загальна вартість обладнання, грн	Ремонтна складність	
		за одиницю	за одиницю	за одиницю			механічна	електрична
		загальна	загальна	загальна			за одиницю	за одиницю
							загальна	загальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вертикально фрезерний 6P12	1	7.5	4.5	45 000	3 150	48 150	11	8,5
		7.5	4.5	45 000			11	8,5
Багатоцільовий верстат МА655А2Ф3	1	22	12	240 000	16 800	256 800	15	40
		22	12	240 000			15	40
Оброблювальний центр МС-032	8	11	8,75	1 800 000	1 008 00	15 408 000	15	45
		88	70	14 400 000			120	360
Доводочний верстат 3807 В	1	1,0	3,6	48 000	3 360	51 360	2	4
		1,0	3,6	48 000			2	4
Верстак слюсарний	1	-	2,4	5 400	380	5 780	2	-
		-	2,4	5 400			2	-
РАЗОМ	12	118.5	92.5	14 738 400	1 031 690	15 770 090	150	412.5

5.11. Організація виробництва на ділянці

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

При виборі транспортних засобів необхідно враховувати: відповідність типів транспортних засобів переміщуваним вантажем, необхідну продуктивність транспортних засобів, можливо менша кількість обслуговуючого персоналу. Виходячи з вимог, раніше зазначених, як засоби горизонтального переміщення застосовується ручний візок з піднімаючою платформою.

Як кранове обладнання вибираємо кран-балку вантажопідйомністю 1т, яка забезпечує обслуговування всієї площі ділянки.

5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами

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

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

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

Розрахунок виконується за формулою:

$$FП = \sum_{i=1}^n SΠ_i * q_i, м^2$$

де $SΠ_i$ – кількість верстатів i -тої групи обладнання;

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

$$FП = 4,5 * 1 + 12 * 1 + 8,75 * 8 + 3,6 * 1 + 2,4 * 1 = 92,5 м^2.$$

Допоміжна площа – територія зайнята складом штучних заготовок та готової продукції, заготівельними відділеннями, контрольними відділеннями.

Площа контрольного відділення:

$$F_{\text{контр}} = 0,05 * FП = 0,05 * 92,5 = 4,63 м^2$$

Площа побутових приміщень приймається в розмірі 20% від виробничих площ і складає $(92,5 + 4,63) * 0,2 = 19,4 м^2$

Площа складу матеріалів і заготовок:

$$F_{\text{скл}} = \frac{N * G * t_{\text{ср}}}{\Phi * q_{\text{ср}} * K_v * K_m}$$

де N – річний об'єм випуску виробів, шт.;

G – маса заготовки, т;

$t_{\text{ср}}$ – норми запасу матеріалів і заготовок на складі, у календарних днях;

$q_{\text{ср}}$ – середня вантажонапруженість площі складу, $т/м^2$;

Φ – число календарних днів в році;

K_v – коефіцієнт використання площі складу в залежності від виду транспорту;

K_m – коефіцієнт використання матеріалу.

$$F_{\text{скл}} = \frac{5000 * 1,54 * 10^{-3} * 5}{252 * 0,7 * 0,2 * 0,65} = 1,68 м^2$$

Площа складу готових деталей дорівнює :

$$F_{\text{сгд}} = \frac{5000 * 1,0 * 10^{-3} * 5}{252 * 0,7 * 0,2 * 0,65} = 1,09 м^2$$

Загальна площа ділянки:

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						103
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

$$F_{\text{заг}} = 92,5 + 4,63 + 19,4 + 1,68 + 1,09 = 119,3 \text{ м}^2.$$

Загальна площа дільниці уточняється на основі планування обладнання магістральних проїздів і проходів і приймається рівною 144 м².

5.13. Розрахунок висоти цеху

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

Висота Н дорівнює:

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

де k – висота найбільш високого верстата, м;

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

l – висота контейнера;

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

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

$$h = A + m;$$

де A - габаритна висота крана, приймають за ГОСТ 7890 - 67,

m - відстань між верхньою точкою крана и нижньою точкою перекриття > 300 мм.

$$H = 2480 + 1200 + 500 + 1500 + 500 + 800 + 400 = 6930 \text{ мм}$$

Приймаємо H=7 м.

5.14. Розробка планування ділянки

Планування цеху – план розташування виробничого, вантажного, транспортного та іншого обладнання інженерних місць, робочих місць, місць контролера та інших.

На планах ділянки відповідними умовними позначеннями вказують: колони будинків, стіни зовні і внутрішні, перегородки; усе технологічне, підйомна транспортне обладнання; місце складів, проходи; проїзди.

Приміщення механічного цеху приймаємо одноповерховим, прямокутної форми з підлогою на бетонній основі, розміром підтримуючого перекриття сітки 12х6 м, шириною проїзду 2,4. Одержуємо наступні величини виробничих площ, що

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						104
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

включає в себе склад заготівель та склад готових деталей, місце майстра та ВТК:

$$F_y = 144 \text{ м}^2 = 12 \times 12$$

Загальна розрахункова площа ділянки визначається за формулою:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{пр}} + F_{\text{скз}} + F_{\text{сгд}} + F_{\text{квп}};$$

де $F_{\text{квп}}$ – площа приміщення ВТК.

Одержуємо

$$F_{\text{уч}} = 92,5 + 4,63 + 19,4 + 1,68 + 1,09 = 119,3 \text{ м}^2.$$

При заставлянні площі одержуємо наступні значення розбіжності:

$$\Delta F = \frac{F_y^{\nabla} - F_{\text{о}^{\pm}}}{F_y^{\nabla}} = \frac{144 - 119,3}{144} = 0,17 = 17\%,$$

що не перевищує нормативного значення, що складає 25%.

5.15. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці

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

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

5.15.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників

Кількість основних виробничих робітників 1-ої професії визначається по наступній формулі:

$$K_{pi} = \frac{TH_i}{\Phi B \times K_{\text{вн}} \times KM},$$

де TH_i - річна трудомісткість і-го виду робіт, н.-год.;

ΦB - ефективна річна фонд часу роботи робочого, $\Phi B = 1820$ год.;

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт виконання норм часу робітників і-и професії;

KM - коефіцієнт багатостатності.

Результати визначення кількості основних робітників зводимо в таблицю 5.5.

Розрахунок кількості основних робітників.

Таблиця 5.5.

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						105
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Професія	Розряд	Трудо- ємкість робіт, н.-год	Ефек- тив-ний фонд часу ро- бітника, год.	Коефіцієнт		Чисельність робіт- ників, чіл.	
				Вико- нання норм	многоста- ночності КМ	По розра- хунку Кр_	Прійня- те Кпр
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезерувальник	3	3873	1820	1,10	1	1,93	2
Оператор багатоці- льових верстатів	4	3184		1	1	1,75	2
Оператор оброб- лювальних центрів	4	25805		1	2	7,1	8
Доводочник	4	3157	1820	1,1	1	1,58	2
Слюсар	2	3376		1,2	1	1,55	2
РАЗОМ		39397					16

5.15.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Кількість допоміжних робітників можна визначити:

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

Розрахунок кількості допоміжних робітників

Таблиця.5.6.

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Професія	Число обслуговуваних агрегатів, шт	Норма обслуговування	Кількість допоміжних робітників, чол	Розряд работ	Режим роботи	Необхідна кількість робітників чол.
1	2	3	4	5	6	7
Наладчик фрезерних верстатів	1	1 на 10 верстатів	0,1	5	2-х змінний	0,2
Наладчик верстатів з ЧПК	9	1 на 8 верстатів	1,125	5		2,25
Наладчик доводочного обладнання	1	1 на 10 верстатів	0,1	5		0,2
Електромонтер	412,5	1050 р. о.	0,4	3		0,8
Слюсар по ремонту обладнання	150	660 р.о.	0,23	3		0,46
Контролер	8	1 на 40 чоловік	0,2	5		0,4
Мастильник	8	1 на 200 чоловік	0,04	2		0,08
Комплектувальник	8	1 на 50 чоловік	0.16	2		0,32
Комірник	8	1 на 50 чоловік	0.16	2		0,32
Прибиральник виробничих приміщень	144	1 на 300м2	0,48	1		0,96
Транспортний робітник	8	1 на 50 чоловік	0.16	3		0,32
РАЗОМ						6,31

5.15.3. Визначення необхідної кількості службовців

Чисельність ІТР і службовців визначається відповідно до структури, що склалася, кадрів на провідних підприємствах галузі і по функціях управління.

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу знаходиться по нормах обслуговування

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 5.7.

Професія	Норма обслуговування	Кількість обслуговуваних чоловік	Кількість за розрахунком	Оклад, грн.
1	2	3	4	5
<i>1. Спеціалісти:</i>				
Майстер	1 на зміну	-	1	32 500
Інженер-технолог	60	16	0,27	29 700
Інженер-нормувальник	70	16	0,23	28 700
Технік-планувальник	60	16	0,27	22 100
Економіст	60	16	0,23	28 000
Бухгалтер	150	16	0,11	28 900
РАЗОМ			2,11	
<i>2. Службовці:</i>				
Табельник	200	22,31	0,11	14 300
Нарядник	300	22,31	0,07	14 500
Обліковець	200	22,31	0,11	14 000
РАЗОМ			0,29	
<i>3. Молодий обслуговуючий персонал</i>				
Прибиральник побутових приміщень	240 м ²	19,4	0,08	12 100
РАЗОМ			0,08	
ВСЬОГО			2,48	

5.16. Зведена відомість працюючих на ділянці

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Кількість і структура працюючих на ділянці по виготовленню деталі зводимо в таблицю 5.8.

Зведена відомість працюючих на ділянці.

Таблиця 5.8.

п/п	Категорії працюючих	Кількість працюючих, чіл	Структура %
1	2	3	4
1	Основні робітники	16	64,54
2	Допоміжні робітники	6,31	25,45
3	Спеціалісти	2,11	8,51
4	Службовці	0,29	1,17
5	Молодший обслуговуючий персонал	0,08	0,32
	РАЗОМ	24,79	100

Визначимо середній розряд працюючих на ділянці по формулі :

$$P_{cp.p} = \frac{\sum K_p * P_p}{\sum K_p};$$

де K_p – число робітників даного розряду;

P_p – тарифний розряд робітників.

- середній розряд основних робітників :

$$P_{cd.p} = \frac{2 * 2 + 3 * 2 + 4 * 12}{16} = 4.83$$

- середній розряд допоміжних робітників :

$$P_{cd.p} = \frac{1 * 0.96 + 2 * 0.72 + 3 * 1.58 + 5 * 3.05}{6.31} = 3.55$$

5.17. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки

Дані про капітальні вкладення ділянки зводимо в таблицю 5.9.

Визначення величини капітальних вкладень

Таблиця 5.9.

					6261м.10.КРМ.08.05.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

					6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ								
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Організаційно-економічний розділ				Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.											111	23
Керівник	Ткач М. Р.								НУК				
Н. контр	Моргун С.О.												
Зав. каф.	Ткач М. Р.												

**6. Основні техніко-економічні показники роботи виробничої дільниці
механічного цеху**

- 6.1.Склад і методика розрахунку річного фонду.
заробітної плати працівників дільниці.
- 6.2. Визначення фонду заробітної плати основних робітників.
- 6.3. Визначення фонду заробітної плати допоміжних робітників.
- 6.4. Визначення фонду заробітної плати службовців,
спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу.
- 6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної
плати працюючих на дільниці.
- 6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування.
- 6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових
результатів виготовлення деталі.
- 6.7.1. Калькуляція виготовлення деталі.
- 6.7.2. Визначення оптової ціни річної програми.
- 6.7.3. Визначення фінансових результатів (прибутку).
- 6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків
окупності проекту.
- 6.9. Техніко-економічні показники ділянці.

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

Фонд заробітної плати на дільниці складається з:

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

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

Річний фонд основної заробітної плати основних робочих визначається за формулами:

- для робочих відрядників:

$$\begin{aligned} \text{ЗП}_{\text{осн.відр}} &= \sum_{i=1}^m C_{\text{ч}_i} \times T_{\text{н}} \\ &\text{або} \\ \text{ЗП}_{\text{осн.відр}} &= \sum_{i=1}^m P_i \times A_i \end{aligned}$$

де

m - номенклатура деталей;

$C_{\text{ч}_i}$ - годинна тарифна ставка робочих, грн.;

$T_{\text{н}}$ - трудомісткість річної програми i -го виробу, н-год;

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

A_i - річна програма i -го виробу, шт.

- для робочих погодинних:

$$\text{ЗП}_{\text{осн.пог.}} = C_{\text{ч}_i} \cdot K_{\text{р}} \cdot \Phi_{\text{еф.}}$$

де

$K_{\text{р}}$ - кількість робочих погодинників, осіб;

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

Річний фонд основної заробітної плати допоміжних робочих розраховується аналогічно $ЗП_{\text{осн.пог.}}$.

$$ЗП_{\text{осн.пог.}} = Сч_i \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{эф.}}$$

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

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

Розрахунок заробітної платні представлений в таблицях 6.1, 6.2, 6.3

6.2. Визначення фонду заробітної платні основних робітників

Основна заробітна платня виробничих робітників розраховується по формулі:

$$З_{\text{осн.сд}} = Сч_i \times T_i$$

Розрахуємо, наприклад, основну заробітну платню слюсаря 3-го розряду:

-на одиницю продукції:

$$ЗП = 0,123 \times 139,02 = 17,01 \text{ грн.}$$

- на програму з урахуванням супутньої продукції :

$$ЗП = 3873 \times 139,02 = 538424,46 \text{ грн.}$$

Розрахунок основної заробітної платні для фрезерувальника ЧПУ 5-го розряду з урахуванням багатостатності:

$$ЗП_{\text{осн.відр.}} = \sum_{i=1}^m Сч_i \cdot T_n \cdot K_{\text{бв}} = 25805 \cdot 157,56 \cdot 0,65 = 2642793,27 \text{ грн}$$

де

$K_{\text{бв}}$ - коефіцієнт багатостатності.

Розрахунок основної заробітної платні інших виробничих робітників аналогічний і зводиться в таблицю 6.1.

Розрахунок основної заробітної платні виробничих робітників

Таблиця 6.1.

Найменування операції	Розряд роботи	Основна заробітна платня на одиницю продукції			На програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Трудоемкість трудової річної програми, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
фрезерна	3	0,123	139,02	17,01	3873	139,02	538424,46
фрезерна з ЧПК	4	0,26	157,56	40,97	3184	157,56	501671,04
багатоцільова	4	5,161	157,56	813,17	25805	157,56	4065835,8
доводочна	4	0,113	157,56	17,80	3157	157,56	497416,92
слюсарна	2	0,041	125,12	5,13	3376	125,12	422405,12
РАЗОМ				894,61			6025753,34

6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робітників

Основна заробітна платня допоміжних робітників розраховується по формулі:

$$\text{Зосн. повр.} = \text{Счі} \times \text{Кр} \times \text{Феф}$$

Розрахуємо, наприклад, основний фонд заробітної платні наладчика фрезерних верстатів 5-го розряду:

$$\text{ЗП} = 144,83 \times 0,2 \times 1820 = 52718,2 \text{ грн.}$$

Розрахунок основного фонду заробітної платні інших допоміжних робітників аналогічний і зводиться в таблицю 6.2.

Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Таблиця 6.2.

Професія	Кількість, чол.	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Ефективна річна фондія часу, годинник	Основна заробітна плата одного робітника, грн.
1	2	3	4	5	6
Наладчик фрезерних верстатів	0,2	5	144,83	1820	52718,2
Наладчик верстатів з ЧПК	2,25	5	144,83		593078,85
Наладчик доводчого обладнання	0,2	5	144,83		52718,2
Електромонтер	0,8	3	115,01		167454,56
Слюсар по ремонту обладнання	0,46	3	115,01		96286,37
Контролер	0,4	5	144,83		105436,24
Мастильник	0,08	2	93,72		13654,63
Комплектувальник	0,32	2	93,72		54582,53
Комірник	0,32	2	93,72		54582,53
Прибиральник виробничих приміщень	0,96	1	80,30		140300,16
Транспортний робітник	0,32	3	115,01		66981,82
РАЗОМ	6,31				1397794,09

6.4. Визначення фонду заробітної платні службовців, спеціалістів молодшого обслуговуючого персоналу

Заробітна плата розраховується, на основі штатного розкладу цеху і діючої системи посадових окладів. Розрахунок зводиться в табл. 6.3.

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

					6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ	Арк.
						116
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

$$З_{\text{осн. сп.}} = K_{\text{сл.і.}} \cdot O_{\text{м.і}} \cdot M,$$

де $K_{\text{сл.і.}}$ - кількість службовців і-ї групи;

$O_{\text{м.і}}$ - місячний оклад, грн.;

M - число місяців роботи за рік.

Розрахунок проводиться за допомогою таблиці 6.3

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

Таблиця 6.3.

№	Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних одиниць	Посадовий оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Величина основного фонду заробітної платні, грн..
1	2	3	4	5	6
Спеціалісти:					
1	Майстер	1	32500	11	357500
2	Інженер-технолог	0,27	29700	11	88209
3	Інженер-нормувальник	0,23	28700	11	72611
4	Інженер-планувальник	0,27	22100	11	65637
5	Економіст	0,23	28000	11	70840
6	Бухгалтер	0,11	28900	11	34969
	РАЗОМ	2,11			698766
Службовці:					
1	Табельник	0,11	14300	11,2	17617,6
2	Нарядник	0,07	14500	11,2	11368
3	Обліковець	0,11	14000	11,2	17248
	РАЗОМ	0,29			46233,6
Молодший обслуговуючий персонал:					
1	Прибиральник побутових приміщень	0,08	12100	11,2	10841,6
	РАЗОМ	0,08			10841,6
	ВСЬОГО	2,48			746841,2

6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на ділянці

При розрахунку додаткової заробітної плати застосовується формула:

$$З_{\text{доп}} = \frac{З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{ді}}}{100},$$

де $Н_{\text{д}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати, %

Середньорічна заробітна плата одного працюючого:

$$ЗП_{\text{сери}} = \frac{ЗП_{\text{осні}} + ЗП_{\text{доп}}}{K_i}$$

де K_i – кількість працюючих i -ї групи.

Середньомісячна заробітна плата одного працюючого:

$$З_{\text{ср.м.і}} = \frac{З_{\text{ср.і}}}{12},$$

Разом по графах середньорічна і середньоарифметична заробітна плата підводиться як середнє арифметичне від даних значень у колонках.

Розрахунок середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих ділянки приведений у таблиці 6.4.

Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючої ділянки

Таблиця 6.4.

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Усього, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плата, з урахуванням дован-	Додаткова				
			%	грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Виробничі	16	6025753,34	35	2109013,66	8134767	508422,93	42368,58
Допоміжні	6,31	1397794,09	25	349448,52	1747242,61	276900,57	23075,05
Спеціалісти	2,11	689766	30	206929,8	896695,8	424974,31	35414,53
Службовці	0,29	46233,6	20	9246,72	55480,32	191311,45	15942,62
Молодший обслуговуючий персонал	0,08	10841,6	18	1951,49	12793,09	159913,6	13326,13

Разом:	24,79	8170388,63	-	2676590,1 9	10846978,8	1561522,86	130126,91
--------	-------	------------	---	----------------	------------	------------	-----------

6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування

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

Для включення витрат на утримання й експлуатацію устаткування в собівартість одиниці продукції визначимо % B_{yEO} по формулі:

$$\%B_{yEO} = \frac{\sum B_{yEO}}{\sum ЗП_{осн}} \times 100\%$$

де $\sum ЗП_{осн}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих (результат таблиці 6.1.).

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Таблиця 6.5.

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
1. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	Амортизація	Амортизація виробничого устаткування транспортних засобів, і інструмента визначаємо по формулі: $A = \frac{F_{\text{пер}} \times H_a}{100} \text{ де,}$ $F_{\text{пер}}$ – балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a – норма амортизації, %; на устаткування – 24 %; транспортних засобів – 40 %; інструментів – 24 %. $A_{\text{уст}} = (15770090 \times 0,24) = 3784821,6$ $A_{\text{тр}} = (2373914 \times 0,4) = 949565,6$ $A_{\text{ін}} = (236551 \times 0,24) = 56772,24$	3784821,6 949565,6 56772,24
Разом по I статті:			7791159,44
2. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження $M = \Sigma m \times R \times K_{\text{см}} \times C_{\text{см}} \times D_r,$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день; $R=150$ – кількість одиниць ремонтної складності; $K_{\text{см}}$ – коефіцієнт змінності ($K_{\text{см}}=2$); $C_{\text{см}}=2,10$ – вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, грн.;	61122,6

продовження табл.6.5.

1	2	3	4
		$D_p=252$ – кількість робочих днів у році $M=(8 \times 0,04 + 1 \times 0,025 + 1 \times 0,025 + 1 \times 0,015) \times 150 \times 2 \times 2,10 \times 252 = 61122,6$	
	Заробітна плата	Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладчики) визначають: а) основна заробітна плата: $Z_{осн} = C_{п} \times \Phi_{эф} \times K_p$ $Z_{осн} = (2,65 \times 144,83 + 0,08 \times 93,72) \times 1820 = 712166$ б) додаткова заробітна плата: $Z_{доп} = Z_{осн} \times 20 \%$ $Z_{доп} = 712166 \times 20 \% = 142433,2$ в) відрахування на соціальне страхування: $Z_{соц} = \frac{Z_{осн} + Z_{доп}}{100} \times 37,5\%$ $Z_{соц} = \frac{712166 + 142433,2}{100} \times 37,5\% = 320474,7$	7121661 142433,2 320474,7
	Послуги	Витрати на електроенергію $C_{эл} = \sum_{i=1} N \times \Phi_{ном} \times K_{исп} \times C,$ де N – установлена потужність устаткування по групах, кВт. Φ – нормативний фонд часу роботи устаткування, рік. C – вартість одного кВт × год. електроенергії, грн.(9,56) $K_{вик}$ – коефіцієнт використання устаткування. $C_{эл} = 118,5 \times 3787 \times 0,80 \times 9,56 = 3432112,7$	3432112,7

Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата

6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ

Арк.
121

1	2	3	4
		Витрати на стиснене повітря $S_{\text{в}} = B \times \Phi_{\text{эф}} \times S \times K_3 \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \times C_{\text{в}}$ де В – норма витрати стиснутого повітря за 1 рік роботи устаткування, м³. S – кількість однорідних одиниць устаткування споживаючих стиснене повітря, шт. β – втрата повітря в трубопроводі (5%); Ц_в – ціна одного м³ стиснутого повітря, грн.(0,95) K₃ – коефіцієнт завантаження устаткування. $S_{\text{в}} = 1,5 \times 3787 \times 2 \times 0,88 \times \left(1 + \frac{5}{100}\right) \times 0,95 =$ $= 9972,7$	9972,7
		Витрати на воду $C_{\text{вод}} = \frac{Q \times \Phi_{\text{эф}} \times S}{1000} \times \Pi_{\text{вод}}$ де Q – норма витрати води на 1 верстат у рік, м³, (0,6 л/год) Ц_{вод} – ціна 1 м³ води, 34,044 грн. Φ_{эф} – ефективний фонд часу роботи устаткування, рік. S – число верстатів працюючих із СОЖ, шт. $C_{\text{вод}} = \frac{0,6 \times 3787 \times 11}{1000} \times 34,044 = 850,9$	850,9

Разом по II статті:					4679132,8
продовження табл.6.5.					
1	2	3			4
3.Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів.	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{уст}=15770090\times0,045=709654,05$ $C_{ін}=236551\times0,05=11827,55$ $C_{тр}=2373914\times0,045=106826,13$			709654,05 11827,55 106826,13
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики й ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. $З_{осн}=(0,8\times115,01+0,46\times115,01)\times1820=263736,2$ $З_{доп}=263736,2\times20\%=52747$ $З_{соц.}=(263736,2+52747)*37,5\%=118681,29$			263736,2 52747 118681,29
Разом по III статті:					1263472,22
4. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріали	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 2% від вартості транспортних засобів. $2365514\times2\%=47310,28$			47310,28
	Зарплата	Зарплата на оплату праці робітників, зайнятих переміщенням вантажів визначається аналогічно другій статті $З_{осн}=0,32\times115,01\times1820=66981,82$ $З_{доп}=66981,82\times20\%=13396,36$			66981,82 13396,36 30141,68
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата	6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ
					Арк. 123

		$З_{\text{соп.}} = (66981,82 + 13396,36) * 37,5\% = 30141,68$	
<i>продовження табл. 6.5.</i>			
1	2	3	4
	Послуги	Вартість транспортних послуг допоміжних цехів, при укрупнених розрахунках, можна прийняти 2-3% від суми статей 1; 2; 3 $(7791159,44 + 4679132,8 + 1263472,22) * 2\% = 274675,29$	274675,29
Разом по IV статті:			432505,43
5. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн.: $C = 750 * 2 + 840 * 8 + 660 * 1 = 8880$	8880
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості. $8880 * 30\% = 2664$	2664
Разом по V статті:			11544
6. Інші.		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей. $(7791159,44 + 4679132,8 + 1263472,22 + 432505,43 + 11544) * 2\% = 283556,28$	283556,28
Разом по VI статті:			283556,28
Усього:			14461370,17

$$\%B_{\text{УЕО}} = \frac{14461370,17}{6025753,34} \times 100\% = 234\%$$

					6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ	Арк.
						124
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі

6.7.1 Калькуляція виготовлення деталі

Калькуляція - це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. При визначенні виробничої собівартості продукції, що виробляється на ділянці механічного цеху, слід спиратися на стандарт бухгалтерського обліку П(С)БУ 16.

Калькуляція виготовлення деталі

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	300	„Розрахунок витрат на основні матеріали”
02	Зворотні відходи	60	„Розрахунок витрат на основні матеріали”
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	894,61	Таблиця 6.1 підсумок графі 5
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	313,11	35% від п.03
05	Відрахування на соціальні заходи	422,7	37,5% від п.п. 03 + 04
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	2093,39	1282,26% від п.03
07	Загальновиробничі витрати	1341,92	150% від п.03
08	Виробнича собівартість	5305,73	(01 – 02) + 03 + 04 + 05 + 06 + 07
09	Адміністративні витрати	1163	130% від п.03
10	Витрати на збут	35,78	4% від п.03
11	Інші операційні витрати	44,73	5% від п.03
12	Повна собівартість	6549,25	08+09+10+11

6.7.2 Визначення оптової ціни річної програми

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

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

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

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	1500000	А×таб. 6.6 с.01
02	Зворотні відходи	300000	А×таб. 6.6 с.02
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	4473050	А×таб. 6.6 с.03
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	1565550	А×таб. 6.6 с.04
05	Відрахування на соціальні заходи	2113500	А×таб. 6.6 с.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	10466950	А×таб. 6.6 с.06
07	Загальновиробничі витрати	6709600	А×таб. 6.6 с.07
08	Виробнича собівартість	26528650	А×таб. 6.6 с.08
09	Адміністративні витрати	5815000	А×таб. 6.6 с.09
10	Витрати на збут	178900	А×таб. 6.6 с.10
11	Інші операційні витрати	223650	А×таб. 6.6 с.11
12	Повна собівартість	32746200	08+09+10+11
13	Рівень рентабельності	30%	30%
14	Прибуток	9823860	п.13 від п.12

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	42570060	п.12+п.14

6.7.3 Визначення фінансових результатів (прибутку)

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за допомогою таблиці 6.9.

Визначення фінансових результатів

Таблиця 6.8

1.	Доход (виручка) від реалізації продукції	42570060	п.15 табл.6.7
2.	Собівартість продукції (виробнича)	26528650	п.08 табл.6.7
3.	Валовий прибуток	16041410	п.1–п.2
4.	Адміністративні витрати	5815000	п.09 табл.6.7
5.	Витрати на збут	178900	п.10 табл.6.7
6.	Інші операційні витрати	223650	п.11 табл.6.7
7.	Фінансові результати від операційної діяльності	9823860	п.3- (п.4+п.5+п.6)
8.	Податок на прибуток від звичайної діяльності	2455965	25% від п.7
9.	Фінансовий результат (чистий прибуток)	7367895	п.7-п.8

6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2026 року і продовжується на протязі 6 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 5000 штук.

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

Таблиця 6.9.

Проектовані обсяги виробництва.

Роки	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Обсяг виробництва %	70	90	100	100	100	100

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

Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Таблиця 6.10.

Показники	Величина витрат, грн.
I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:	
1. Будівлі, споруди і передатні пристрої	239110
2. Транспортні засоби	2373914
3. Інші	16013041
Разом: вкладення в основні фонди	18626065
II. Інвестиції в оборотні кошти	29738809,85
Усього: I+II	48364874,25

Визначення інвестицій в оборотні кошти.

Інвестиції є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А). Для даної деталі повна собівартість річної програми складає 32746200 грн. (табл.6.7., п.12), амортизація – 3007390,15 грн. (табл.6.11., п.2+п.3+п.4), інвестиції в оборотні кошти будуть рівні:

$$I_{\text{НВ}} = \frac{\text{ПС} - \text{А}}{12} \times 1,2 = \frac{32746200 - 3007390,15}{12} \times 1,2 = 2973880,98 \text{ грн.}$$

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

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

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники	Значення, грн.	Вказівки з розрахунку
1. Чистий прибуток, у тому числі:		
а) у річному обсязі продукції	7367895	п.9 табл.6.8
б) прибуток від випуску супутньої продукції	2819623,31	дивись розрахунок нижче
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів	11955,5	5% від п.1 таб.6.10
3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	593478,5	25% від п.2 таб.6.10
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	2401956,15	15% від п.3 таб.6.10
Разом сумарний грошовий потік:	13194908,46	п.1+2+3+4

Прибуток від випуску супутньої продукції:

$$П' = \frac{П}{ТН} \times (ТН' - ТН)$$

де П – отриманий прибуток від заданої програми, грн.

ТН – трудомісткість річної програми, н.-г.

ТН' – трудомісткість річної програми з урахуванням

$$\Pi' = \frac{7367895}{28493} \times (39397 - 28493) = 281962,31 \text{ грн}$$

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва по роках

Таблиця 6.12.

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
0	Сума капітальних вкладень	Початок 2026 року	48364874,85
1	70% грошового потоку	2026	9236435,92
2	90% грошового потоку	2027	11875417,61
3	100% грошового потоку	2028	13194908,46
4	100% грошового потоку	2029	13194908,46
5	100% грошового потоку	2030	13194908,46
6	100% грошового потоку	2031	13194908,46

Визначення строків окупності проекту.

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

Рік 1-й: - (48364874,85) + 9236435,92 = - (39128438,93) грн.

Рік 2-й: - (39128438,93) + 11875417,61 = - (27253021,32) грн.

Рік 3-й: - (27253021,32) + 13194908,46 = - (14058112,86) грн.

Рік 4-й: - (14058112,86) + 13194908,46 = - (863204,4) грн.

Рік 5-й: - (863204,4) + 13194908,46 = 12331704,06 грн.

$\frac{863204,4}{13194908,46}$

Період окупності = $4 + \frac{863204,4}{13194908,46} = 5,065$ року або 5 років 1 місяць

Проект окупиться на 1 місяць п'ятого року.

Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13.

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
0	$K_d = \frac{1}{(1 + k_c)^t}$ де $k_c = 10\%$ – ставка дисконтування; t – номер року $K_d = \frac{1}{(1 + 0,10)^0} = 1$	$K_d \times \text{значення року}$ табл.6.12. 48364874,85
1	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,90909$	8396751,53
2	$K_d = 0,82645$	9814438,88
3	$K_d = 0,75131$	9913466,67
4	$K_d = 0,68301$	9012254,43
5	$K_d = 0,62092$	8192982,56
6	$K_d = 0,56447$	7448129,98
Разом чиста теперішня вартість проекту		4413149,2

Рік 1-й: $-(48364874,85) + 8396751,53 = - (39968123,32)$ грн.

Рік 2-й: $- (39968123,32) + 9814438,88 = - (30153684,44)$ грн.

Рік 3-й: $- (30153684,44) + 9913466,67 = - (20240217,77)$ грн.

Рік 4-й: $- (20240217,77) + 9012254,43 = - (11227963,34)$ грн.

Рік 5-й: $- (11227963,34) + 8192982,56 = - (3034980,78)$ грн.

Рік 6-й: $- (3034980,78) + \frac{7448129,98}{3034980,78} = 4413149,2$ грн.

Період окупності = $5 + \frac{7448129,98}{7448129,98} = 5,41$ року або 5 років 5 місяців

Випливає, що проект з урахуванням дисконту окупиться на 5 місяць п'ятого року.

6.9. Техніко-економічні показники дільниці

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту дільниці механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої дільниці. Основні техніко-економічні показники дільниці зведені в таблицю 6.14.

Техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 6.14.

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	штуки	5000
2. Трудомісткість річної програми - заданої річної програми; - з урахуванням супутньої продукції	н.-г.	28493 39397
3. Чисельність працюючих всього: в тому числі: — основних робітників — допоміжних робітників — спеціалістів — службовців — молодшого обслуговуючого персоналу	осіб	24,79 16 6,31 2,11 0,29 0,08
4. Середній розряд робітників — основних — допоміжних	—	4,83 3,55
5. Фонд заробітної плати: — основних робітників — допоміжних робітників — спеціалістів — службовців — молодшого обслуговуючого персоналу	грн.	8134767 1747242,61 896695,8 55480,32 12793,09
6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	

— основних робітників		42368,58
— допоміжних робітників		23075,05
— спеціалістів		35414,53
— службовців		15942,62
— молодшого обслуговуючого персоналу.		13326,13

продовження табл.6.14

1	2	3
7. Вартість основних виробничих фондів		18626065
всього,		239110
у тому числі		
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої)	грн.	2373914
II. групи (транспортні засоби, ЕОМ, прилади)		16013041
III. групи (інше)		
8. Кількість устаткування, використуваного на ділянці	штук	12
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	0,80
10. Коефіцієнт використання матеріалу	—	0,65
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	5305,73
12. Собівартість річної програми	грн.	32746200
13. Оптова ціна річної виробничої програми підприємства	грн.	42570060
14. Чистий прибуток	грн.	7367895
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	4413149,2
16. Строк окупності капітальних вкладень		
— без дисконтування	роки	5,065
— з урахуванням дисконтування		5,41

Висновок:

Випуск деталей « корпус клапанів » є цілком доцільний, технологічно необхідний і економічно вигідний. Інвестиції окупаються протягом 5 літ 1 місяця без дисконту і протягом 5 літ і 5 місяців з урахуванням дисконтування.

					6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ	Арк.
						133
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

У результаті реалізації проекту, за період його життєвого циклу підприємство отримає 7367895 гривень прибутку.

					<i>6261м.10.КРМ.08.06.ПЗ</i>	Арк.
						134
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

					6261м.10.КРМ.08.07.ПЗ									
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Охорона праці					Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.												135	11
Керівник	Ткач М. Р.									НУК				
Н. контр	Моргун С.О.													
Зав. каф.	Ткач М. Р.													

7. Аналіз шкідливостей на дільниці

- 7.1. Вступна частина
- 7.2. Аналіз, небезпечних та шкідливих факторів
- 7.3. Штучне освітлення і його розрахунок
- 7.4. Загальні положення техніки безпеки на фрезерних станках з ЧПК

7.1. Вступна частина

Охорона праці (ОП) - система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних, лікувально профілактичних заходів забезпечення безпеки, зберігання здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основною задачею ОП є зведення до мінімальної імовірності ушкодження чи захворювання робітника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Законодавчі і нормативні акти ОП.

В законодавстві про ОП відображені наступні правила і норми: правила організації ОП на підприємствах; правила по ТБ і виробничої санітарії; правила, забезпечуючи індивідуальний захист працюючих ОП професійних захворювань; | правила і- норми спеціальної охорони праці жінок, молоді і осіб із зниженою працездатністю; правові норми, в яких передбачається відповідальність за порушення законодавства про ОП.

Найважливіші положення в області ОП є закріплені в “Кодексі законів про працю”. Забезпечення здорових і безпечних умов праці покладається на адміністрацію підприємства. Адміністрація підприємства зобов'язана упроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, забезпечуючи санітарно-гігієнічні умови і запобігаючи виникненню професійних захворювань робочих. Виробничі будівлі і споруди повинні відповідати вимогам забезпечуючим безпечні умови праці. Ці вимоги включають: раціональне використання територій; правильне використання устаткування; захист робочих від дії шкідливих виробничих факторів; зміст промислових приміщень відповідно до санітарно-гігієнічних вимог. В законодавстві про ОП особливу увагу надається дотриманню ОП при проектуванні і розробці нових машин і устаткування.

7.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Реальні виробничі умови характеризуються небезпечними і шкідливими факторами. Небезпечні виробничі фактори - фактори, дію яких на працюючого в певних умовах приводять до травми або інших професійних захворювань. Шкідливим виробничим фактором називається такий, дія якого на працюючого в певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності. Небезпечні - деталі,

що рухаються, механізмів, розжарені тіла. Шкідливі - повітря, домішки в ньому, теплота, недостатнє освітлення, шум, вібрація, іонізуюче лазерне і електромагнітне випромінювання.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори діляться на фізичні, хімічні, психологічні й біологічні.

До небезпечних виробничих факторів при роботі на металооброблювальних обладнанні відносять: струмоведучі частини обладнання, що рухаються деталі машин і механізмів, розпечені тіла, підйомно-транспортне обладнання й вантажі що переміщуються.

До шкідливих виробничих факторів відносять: знижену або підвищену температуру в приміщенні, високу вологість повітря, підвищений рівень ультразвуку, теплові, іонізуючі, інфрачервоні й інші випромінювання, підвищений вміст пилу й шкідливих газів у повітрі, високий рівень шуму й вібрацій, погана освітленість, підвищена яскравість світла й пульсація світла.

До шкідливих хімічних факторів відносять шкідливі пари, аерозолі, токсичний пил, агресивні середовища.

До шкідливих і небезпечних біологічних факторів відносять віруси, бактерії, мікроби.

Статистика виробничого травматизму на машинобудівних підприємствах свідчать про те, що причиною травматизму є безпосереднє зіткнення робітника із травмонезбезпечними елементами через випадкове проникнення в небезпечну зону. Небезпечна зона може бути чітко обмежена (наприклад - зона обертів і частин, що рухаються, верстата) і необмежена (зона дії потоку стружки).

До порушень правил і норм по охороні праці приводять неритмічність роботи, застосування інструментів і прийомів роботи, непередбачених технологією, нечітке постачання виробництва сировиною й матеріалами. Ефективність профілактичної роботи з охорони праці залежить, насамперед від

уваги адміністрації, профспілкової організації до питань виробничої дисципліни й культури праці.

Одним з головних шкідливих виробничих факторів у процесі металообробки є пил. Причини виділення пилу на підприємствах машинобудування можуть бути

найрізноманітнішими. Пил утвориться при дробленні й розмелі, транспортуванні дрібного матеріалу, механічній обробці тендітних матеріалів, обробці поверхні (шліфуванні, глянцеванні), пакуванню й розфасовці й т.д. Ці причини пилеутворення є основними або первинними. В умовах виробництва може виникати й вторинне пилеутворення, наприклад, під час прибирання приміщень, русі людей і т.п. Ступінь небезпеки пилу залежить від її концентрації, дискретності й фізико-хімічних властивостей. Чим менше розмір часток, тим вони небезпечніше, тому що разом з повітрям глибше проникають у дихальну систему. При шліфувальних роботах колами з корунду й електрокорунду утворюється пил 4-го класу небезпеки, що робить фиброгенний вплив на організм.

ПДК становить 6 мг/м^3 за ДСТ 12.1. 005-88. Виміри запиленості робочого місця проводять відповідно до нормативного документа МЦ № 4436-87.

Наступним шкідливим фактором є недостатня освітленість або занадто більша яскравість освітлення робочого місця. СНІП 2-4-79 нормує освітленість робочого місця: для механооброблювальних цехів, для газорозрядних ламп комбіноване освітлення повинне бути 2000 лк, загальне 200 лк, до = 1,5.

Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях встановлені відповідно до ГОСТ 12.1. 005-88 і є оптимальними для життєдіяльності людського організму:

- 1) температура повітря $+20 \div +25^\circ\text{C}$;
- 2) категорії роботи; всі роботи з ваги підрозділяються на категорії:
 - а) легкі фізичні роботи з енерговитратами до 172 Дж/с;
 - б) фізичні роботи середньої ваги з енерговитратами до 172 - 293 Дж/с;
 - в) важкі фізичні роботи з енерговитратами більше 293 Дж/с;
- 3) швидкість руху повітря влітку 0,2 - 1 м/с, узимку 0,2 - 0,5 м/с;
- 4) тиск - 760 мм рт. ст.;
- 5) вологість повітря 40 - 60%.

Електробезпечність досягається пристроєм заземлень, захисних відключень. Основна міра захисту від поразки електрострумом наступна: неприступність струмоведучих шляхів, електричний поділ мережі, застосування малої напруги, подвійна ізоляція струмоведучих частин.

Рівні шуму. Рівень звукового тиску, що допускається, по середнегеометричним

					6261м.10.КРМ.08.07.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		139

частотах 63 Гц - 94дБ; 125Гц - 87 дБ; 250Гц - 82 дБ; 500Гц - 78 дБ; 1000Гц - 75 дБ; 2000Гц - 73 дБ; 4000Гц - 71 дБ; 8000Гц - 70 дБ, еквівалентний рівень звуку 80 дБ.

Вібрація. Існують норми по обмеженню загальних вібрацій, які встановлюють величину логарифмічного рівня коливальної швидкості в октавних діапазонах зі середнегеометричними значеннями 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц і норми по обмеженню локальної вібрації - в октавних смугах частот зі середнегеометричними значеннями 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000 Гц. Гігієнічні норми вібрації встановлені для тривалості робочої зміни - 8 годин.

Згідно СНиП 2 - 2 - 80 до промислових будинків і виробничих приміщень пред'явлений ряд вимог, таких як пристрій брадедмауєров, наявність шляхів евакуації, систем пожежогасіння й пожежної сигналізації, застосування вогнестійких і неспалених матеріалів, пристрій димових люків.

СНиП 2 - 33 - 75 вимагає установку у вентиляційних установках вогнепреградних, швидкодійних заслінок, водяних завіс і подібних їм пристроїв, що перешкоджають поширенню полум'я по вентиляційних каналах.

7.3. Штучне освітлення і його розрахунок

Штучне освітлення - освітлення приміщень штучним світлом за допомогою електричних ламп - газорозрядних чи розжарювання.

За конструктивним виконанням штучне освітлення може бути трьох систем - загальне, місцеве і комбіноване.

Загальне - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення), або стосовно до розташування устаткування (загальне локалізоване освітлення).

Місьцеве - освітлення, додаткове до загального, створюване світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Місьцеве освітлення приймається лише разом із загальним освітленням.

Комбіноване - освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяють на наступні види: робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Робоче - освітлення приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів,

призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту.

Чергове - освітлення в неробочий час.

Аварійне - освітлення для продовження роботи при аварійному відключенні робочого освітлення.

Евакуаційне - освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення.

Охоронне - освітлення уздовж границь територій, які охороняються у нічний час.

Як джерела світла для освітлення промислових підприємств, громадських будинків і споруджень, судових приміщень застосовують газорозрядні лампи І лампи розжарювання. Лампи розжарювання (ЛЖ) належать до джерел світла теплового випромінювання. Усі ЛЖ розділяють звичайно на лампи загального призначення і лампи спеціального призначення. Лампи розжарювання можуть бути підібрані за каталогами, або в спеціальній довідковій світлотехнічній літературі.

Газорозрядною лампою (ГЛ) називають лампу, у якій оптичне випромінювання виникає в результаті електричного розряду в газах, парах чи їхніх сумішах. До газорозрядних ламп належать ртутні лампи високого і низького тиску, металогалогенні і ксенонові лампи. Найпоширенішими газорозрядними лампами є люмінесцентні (ЛЛ), що являють собою розрядні джерела світла низького тиску. Люмінесцентні лампи можна поділити на освітлювальні лампи загального і спеціального призначення.

Вибір світильників проводиться на основі урахування вимог:

- 1). світлотехнічних;
- 2). економічних, у тому числі енергетичних;
- 3). зв'язаних з умовами середовища;
- 4) естетичних.

Вихідні дані для розрахунку штучного освітлення ділянки механічного цеху по виготовленню деталі „Колонка напрямна”:

- Площа ділянки $F = 527 \text{ м}^2$ (24x22);
- Висота ділянки $H = 5,2 \text{ м}$;
- Висота робочої поверхні $h_p = 0,9 \text{ м}$.

Стеля дільниці побілена, стіни побілені, вікна незавішені, підлога темна. Проведемо розрахунок штучного освітлення дільниці (загального).

1) Вибираємо тип світильника. Для освітлення дільниці приймаємо газорозрядні лампи типу ПВЛП.

2) Визначаємо відстань від стелі до робочої поверхні за формулою:

$$H_0 = H - h_p,$$

де

H - висота дільниці, м;

h_p - висота робочої поверхні, м.

Тоді

$$H_0 = 5,2 - 0,9 = 4,3 \text{ м.}$$

3) Визначаємо відстань від стелі до світильника:

$$h_c = 0,25H_0 = 0,25 \times 4,3 = 0,8 \text{ м.}$$

4) Визначаємо висоту підвішування світильника над освітлюваною поверхнею:

$$h = H_0 - h_c = 4,3 - 0,8 = 3,5 \text{ м.}$$

5) Визначаємо висоту підвішування світильника над підлогою:

$$H_n = h + h_p = 3,5 + 0,9 = 4,4 \text{ м (величина знаходиться у межах норм).}$$

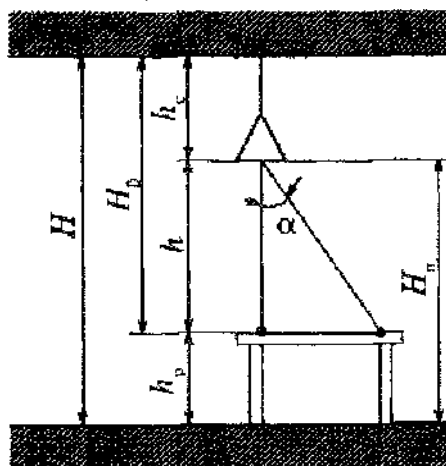


Рис 7.1. Розміщення світильника в приміщенні

3). Для досягнення найбільшої рівномірності освітлення приймаємо відношення

$$\frac{L}{h} = 1,4 \text{ (} L/h = 1,4 \dots 1,8 \text{ - при паралельному розміщенні світильників).}$$

Тоді відстань між центрами світильників:

$$L = 1,4 \times h = 1,4 \times 3,5 = 4,9 \text{ м.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

6261м.10.КРМ.08.07.ПЗ

Арк.

142

4). Визначаємо необхідну кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{527}{(4.9)^2} = 22 \text{ шт.}$$

Приймаємо 24 світильники типу ПВЛП (4 ряди по 6 світильника).

5). Знаходимо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{22 \times 24}{3.5 \times (22 + 24)} = 3.3$$

6). За таблицею 26 [8] знаходимо значення коефіцієнтів відбиття:

- для стелі $p_n = 70\%$;
- для стін $p_c = 50\%$;
- для підлоги $p_p = 10\%$.

7). За таблицею 23 [8] при $i = 3.3$, $p_n = 70\%$, $p_c = 50\%$, $p_p = 10\%$ для світильника типу ПВЛП коефіцієнт світлового потоку $\eta = 53\% = 0.53$

8). Знаходимо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_{\text{розр}} = \frac{E_{\min} \times S \times K_z \times z}{N \times \eta \times n},$$

де

$E_{\min}$ - рівень мінімальної освітленості за нормами (за таблицею 1 [8]), лк;

S - площа освітлюваного приміщення, м^2 ;

K_z - коефіцієнт запасу (за таблицею 5 [8]);

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, дорівнює відношенню середньої освітленості до мінімальної. Для люмінесцентних ламп $z = 1.1$;

N - кількість світильників;

η - коефіцієнт використання світлового потоку ламп, встановлених у світильнику;

n - кількість ламп у світильнику.

Тоді

$$\Phi_{\text{розр.}} = \frac{150 \times 527 \times 1.8 \times 1.1}{24 \times 0.53 \times 2} \approx 5052 \text{ лм}$$

9). За знайденим світловим потоком з таблиці 17 вибираємо лампу потужністю 80Вт (ЛДЦ), що має світловий потік 5130 лм, найбільш близький до розрахункового.

					6261м.10.КРМ.08.07.ПЗ	Арк.
						143
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

При цьому фактична освітленість:

$$E_{\phi} = E_N \frac{\Phi_N}{\Phi_{розр}} = 150 \times \frac{5052}{5130} = 148 \text{ ллк}$$

де

E_N - рівень освітленості за нормами;

Φ_N - світловий потік обраної лампи, лм.

$\Phi_{розр}$ - світловий потік лампи, отриманої розрахунком, лм.

10). Знаходимо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{заг} = P_{л} \times N \times n = 80 \times 24 \times 2 = 3840 \text{ Вт} = 3,84 \text{ кВт}$$

де

$P_{л}$ – потужність обраної лампи;

N - кількість світильників, шт;

n - кількість ламп у світильниках, шт.

7.4. Загальні положення техніки безпеки на фрезерних станках з ЧПК

Інструкції з охорони праці для оператора фрезерних верстатів зі ЧПК (витримки):

1. Фрезерні роботи, виконувані на верстатах з ЧПК, передбачають непостійне перебування фрезерувальника біля верстата під час роботи програми. При обробці першої деталі з партії й впровадженні нового оснащення фрезерувальник, щоб уникнути порушення техпроцеса й збоїти програми, повинен перебувати на робочому місці постійно.

2. Безпека роботи на фрезерних верстатах з ЧПК досягається знанням їхнього устрою, принципу роботи, точним виконанням вимог інструкції з охорони праці й технологічної документації.

3. Перед пуском верстата перевірити:

- огороження небезпечних зон;
- справність пускового пристрою;
- чи не відбувається самовключення верстата;
- наявність і справність інструмента, оснащення, пристосування;
- справність місцевого освітлення;
- нейтральне положення ручного керування;

- роботу верстата на холостому ходу;
- наявність масла в системі змащення;
- наявність заземлення.

4. Не допускати використання інструмента й допоміжних пристосувань, що мають хоча б незначне ушкодження, подряпини, забоїни, risks хвостовиків і посадкових місць у шпинделях і револьверних головках верстатів з ЧПК.

5. Установку й зняття деталі, виміри, підналагодження вузлів і механізмів і робите після повної зупинки верстата.

6. Застосовувати дискові фрези із тріщинками або поламаними зубами забороняється.

7. Забирати стружку безпосередньо руками забороняється.

8. При порушенні процесу обробки не намагайтеся робити які-небудь виправлення самі. Відключіть керування верстатом і докладіть майстрові.

9. У запобігання аварії не перемикайте швидкості на ходу верстата.

10. Про всяку замічену несправність устаткування або небезпеки для себе й навколишніх негайно повідомте адміністрації. Одночасно попередите навколишніх про загрозливий їм небезпеки.

11. Не притримуйте руками вантаж під час його транспортування. Застосовуйте для цих цілей пристосування.

12. По закінченню роботи відключити електроживлення верстата, пульта керування й гідростанції.

13. Чищення й змащення верстата до його повної зупинки заборонені. Застосовувати стиснене повітря для обдування заготівель, виробів, устаткування й одяга заборонений.

					6261м.10.КРМ.08.08.ПЗ								
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Охорона навколишнього середовища				Літера	Аркуш	Аркушів		
Студент	Стрельченко Е.С.											146	5
Керівник	Ткач М. Р.								НУК				
Н. контр	Моргун С.О.												
Зав. каф.	Ткач М. Р.												

8. Охорона навколишнього середовища

8.1. Вступ.

8.2. Заходи щодо охорони навколишнього середовища.

					<i>6261м.10.КРМ.08.08.ПЗ</i>	Арк.
						147
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

8.1. Вступ

Охорона природного середовища від негативних впливів господарської діяльності людини “ найгостріша проблема сучасності.

Стан біосфери сьогодні й особливо в майбутньому залежить від спільних політичних, наукових і виробничих зусиль всіх держав і народів, від того, на скільки ясно й вчасно людство зрозуміє, що скінчилася багатовікова епоха безконтрольного й безрозсудного „владствування” над природою. Науково- технічний прогрес озброїв людини такими потужними важелями впливу на навколишнє середовище, що його руйнівні наслідки стали порівнянні з відбудовними можливостями природи.

Статистика показує, що потужність світової індустрії подвоюється кожні 14 - 15 років. Отже, від того, чи навчиться людство розумно використовувати навколишнє середовище, залежить, збережеться або порушиться рухлива рівновага в природі, що формувалося в плинні мільйонів років.

На навколишнє середовище впливає дуже багато факторів, але найбільш масштаби і значним є хімічне забруднення навколишнього середовища з'єднаннями й елементами, невластивими для хімічного й біологічного состава навколишнього середовища.

До них відносять газоподібні й аерозольні з'єднання промислового походження. їхнє нагромадження в навколишнім середовищі відбувається швидше, ніж їхнє природне розкладання. У зв'язі із цим коштує завдання утилізації або очищення відходів сучасного виробництва. Так само варто створювати безвідхідне або близьке до нього виробництва. Але в сучасних умовах створення такого виробництва неможливо. Отже єдиною можливістю захисту навколишнього середовища є очищення й утилізація промислових відходів.

Охорона навколишнього середовища й раціональне використання природних резервів - це завдання великої економічної й соціальної значимості. Адже мова йде про здоров'я людей і про дбайливий підхід до природного багатства. Більше того, це питання й майбутнього. Від їхнього рішення залежать умови, у яких будуть жити наступні покоління.

8.2. Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Основним фактором, що впливає на забруднення навколишнього середовища на механооброблювальній ділянці є утворення в процесі обробки стружка й шкідливі для здоров'я аерозолі рідини.

Загальні вимоги й норми по охороні навколишнього середовища й утилізації відходів сформульовані в ОНТП - 14-86.

Виробничі процеси не повинні забруднювати навколишнє середовище викидами шкідливих речовин.

Основні заходи щодо охорони навколишнього середовища повинні передбачати:

- заміну шкідливих речовин у виробництві найменш шкідливих, сухих способів речовин, що порошать, - мокрими;
- застосування прогресивної технології виробництва, що виключає контакт людини зі шкідливими речовинами;
- можливість отсоса із зони обробки забрудненого повітря, очищення його від домішок і при необхідності оснащення індивідуальними пристроями, що включають пилестружкогазоприймачи й агрегати, що відсмоктують, верстатів, автоматичних ліній, при обробці яких утвориться пил і дрібна стружка, а також і шкідливі для здоров'я аерозолі рідин, газів, концентрація яких перевищує ПДК у робочій зоні, застосування приймачів пилу або аерозолів з метою приєднання до групової системи отсоса при наявності в споживача групової системи, що відсмоктує;
- очищення промислових верстатів від забруднення в очисних спорудженнях;
- загальні вимоги безпеки на шум і вібрацію відповідно до ГОСТу 12.1. 003-86 і ШСТ 12.1.006-84.

Як уже вказувалося раніше, утилізація відходів виробляється залежно від виду й кількості відходів, і має велике значення в комплексі мер по охороні навколишнього середовища.

Вибір необхідних рішень по механізації транспортування відходів так само залежить від виду й кількості відходів.

Мінімальні масла при використанні їх у якості що змазує або прохолоджує ма-

теріалу через певний строк повинні бути замінені свіжими. Обов'язковий збір відпрацьованих масел всіма споживачами регламентований відповідними постановами.

Умови зберігання відпрацьованих масел повинні відповідати вимогам діючих норм проектування складських господарств для зберігання легкозаймистих і горючих рідин.

Існують наступні рекомендації з вибору методів утилізації металевої стружки. Тому що металева стружка повинна бути здана для переплавлення розсипом (дроблена й знежирена) або у вигляді брикетів. У кожному окремому випадку необхідно розглядати економічну доцільність переробки стружки. Переробка стружки (із брикетуванням) вважається економічно вигідною: для сталевих стружки - 2,7 т/ч, чавунної - 1,5 т/ч, алюмінієвої - 0,5 т/ч.

					<i>6261м.10.КРМ.08.08.ПЗ</i>	Арк.
						150
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки до кваліфікаційної роботи:

Враховуючи проведений аналіз наданої кваліфікаційної роботи можна зробити підсумок, що для виготовлення обраної деталі – корпус клапанів, яка виготовляється із сплаву АК-4 ГОСТ 4784-74, було розроблено оптимальний технологічний процес з використанням заготовки отриманої за допомогою штамповки на кривошипних гаряче-штампувальних пресах, тому заготовка близька по формі до готової деталі.

Деталь, хоча і малогабаритна проте складної форми, що вимагає обробки з шести сторін. На багатьох із сторін є виступи, кишені, пази і інші конструктивні елементи, тобто сторони корпусу – це поверхні, що мають декілька рівнів по глибині, кожний рівень має складний контур. На кожній стороні розташовано певне число основних і кріпильних отворів: гладких, східчастих, конічних і різьбових, різних розмірів, глибини і точності

Наведені розрахунки підтверджують досягнення мети через математичне моделювання, вибір ефективних режимів різання, підвищення точності складання та зниження собівартості виробництва, забезпечуючи високу якість продукції.

Тобто, підтверджено, що розроблений технологічний процес підвищує якість виготовлення деталі та зменшує виробничі витрати.

Також впроваджено технологічні покращення: Обґрунтовано використання сучасних методів обробки (використання верстатів ЧПК), що забезпечує мінімальні розмірні відхилення. Обґрунтовано використання новітніх видів покриттів інструменту: основним призначенням зносостійкого покриття є збільшення продуктивності за рахунок можливості роботи з високими швидкостями різання. Нанесення зносостійких покриттів на швидкорізальні інструменти є одним з ефективних шляхів підвищення стійкості та розширення їх технологічних можливостей.

Розрахунково доведена техніко-економічна ефективність:

Випуск деталей «корпус клапанів» є цілком доцільний, технологічно необхідний і економічно вигідний. Інвестиції окупаються протягом 5 літ та 1 місяця без дисконту і протягом 5 літ і 5 місяців з урахуванням дисконтування.

У результаті реалізації проекту, за період його життєвого циклу підприємство отримає 7 367 895 гривень прибутку.

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						151
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Література

1. Шляхи підвищення ефективності механічної обробки високоміцних і композиційних матеріалів / В.Я.Лебєдев // Вісн.Житомир.інж.-технол.ін-ту.Техн.науки. – 2003. – №2. – С.96. – 104.
2. Остафьев В.А. Современные методы интенсификации процесса резания материалов / В.А. Остафьев, В.С. Антонюк. – К.: "Знання", 1988. – 28 с.
3. Клименко С.А. Точение износостойких защитных покрытий / С.А Клименко, Ю.А.Муковоз, Л.Г. Полонский, П.П. Мельничук. – К.: Техника, 1997. – 146 с.
4. Аникеев А.М. Современные твердые сплавы с износостойким покрытием / А.М.Аникеев, И.Ю.Коняшин, Е.Ю.Леонов, В.С.Торопченков // Пути повышения эффективности использования режущих инструментов. Всес. науч.-техн. совещ. Москва, 15-17 окт., 1991: Тез. докл. – М., 1991. – С. 63–64.
5. Коняшин И.Ю. Нанесение износостойких покрытий на безвольфрамовые твердые сплавы // Свойства и применение спеченных твердых сплавов / И.Ю. Коняшин, А.И. Аникеев. Всес. н.-и. и проект., ин-т тугоплав. мат. и тверд. сплавов (ВНИИТС). – М., 1991. – С. 98–102.
6. Верещака А.С. Работоспособность инструмента с износостойким покрытием / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
7. Верещака А.С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака, Н.П. Третьяков. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
8. Белов А.Ф. Износостойкие покрытия для технологического и режущего инструмента. / А.Ф. Белов, Э.М. Волин, И.С. Полькин. – Сб. «Перспективные методы получения покрытий и модифицированных поверхностей», Киев, ИЭС им. Патона, 1984. С. 9–10.
9. Исследование и применение покрытий из карбида ниобия на режущем инструменте / А.К. Минкевич, Г.Д. Кузнецов, В.С. Серебринникова и др. – В. Кн.: Диффузионное насыщение и покрытия на металлах. – К.: Наукова думка, 1977. – С. 128–130.
10. Особенности формирования покрытий системы Ti [N,C] на твердосплавных пластинах / Ю.И. Карпов, М.Б. Чижмаков // Вестник машиностроения. – 1992. – №3. – С.62–64.

11. Гордиенко А. Анализ влияния фазового состава покрытий из нитрида титана на эксплуатационные характеристики режущих инструментов / А. Гордиенко. // Zesz. nauk. Prapn. Mach. – 1991. – №36. –Р. 101–109. – Рус.

12. Верещака, А.С. Верещака А. А. Тенденции совершенствования и методология создания функциональных покрытий для режущего инструмента. Современные технологии в машиностроении : сб. науч. статей. Харьков : НТУ «ХПИ», 2007. С. 192-235

13.Сорочан В.В. «Организация и технология производства в судовом газотурбостроении»: технический сборник. Николаев: Издательство ПО «Зоря», «Техконсалдинг», 2000. - с.272.

14.Николаевские газотурбинные двигатели и установки. История создания. ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект». Под общ. ред. докт. техн. наук В.И. Романова. - Николаев: Издательство «Юг - Информ», 2005. - с.304.

15.С.Г. Бирюков, Н.Н. Ивахненко, А.П. Шумилов. Расчет припусков на механическую обработку. Николаев, 1991. - с. 44.

16.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - с.656.

17.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974.-421с.

18.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - с.496.

19.Анурьева В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т.- М.: Машиностроение, 1980.

20.А.М. Тубальцев. Виробниче освітлення та його розрахунок: навчальний посібник. - Миколаїв: УДМТУ, 2001. - 84 с.

21.Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и

- режущему инструменту: Учеб. пособие для техникумов по предмету «Основные учения о резании металлов и режущий инструмент». 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 400 с.
22. Четвериков С.С. Металлорежущие инструменты (проектирование и производство). 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1965. - 730 с.
23. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник,- Львів: Світ, 1996. - 361 с.
24. Клауцан Г.А., Пінін В.Г. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи «Оцінка пожежної і інженерної обстановки на ОГД у НС». Під заг. ред. В.О. Михайлюка. - Миколаїв: УДМТУ, 2001. - 23с.
25. Веницкий З. Б. Состояние и перспектива развития стационарного газотурбостроения в СССР и за рубежом // Энергетическое машиностроение. 1978.- Л.: 11 С.3-48.
26. Материалы в машиностроении. Выбор и применение. Справочник в 5-и томах. Под общей редакцией Кудрявцева И.В.
27. Мягков В.Д., Палей М.А. и др. Допуски и посадки Справочник в 2-х частях.-Л.: Машиностроение, 1982.
28. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учебное пособие для техникумов - 2-е изд. Переработанное и дополненное - М. Высшая школа, 1986г.
29. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / под ред. А.А. Панова.- М.: Машиностроение, 1988 г.-736.
30. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение, 1974. - 421 с.
31. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ па металлорежущих станках. В 3-х т.- М.: Машиностроение, 1974.-200 с.
32. Соловьев С.Н. Основы технологии судового машиностроения - Л.: Судостроение, 1992.-380с.

- 33.Справочник металлиста. В 5-ти т. Т.3.. Под ред. А.Н. Малова,- М.: Машиностроение, 1977. - 748 с.
34. Соловьев С.Н., Сюсюкин М.М., Шапошников В.Н., Шевченко Д.Д. Специальная технология судового машиностроения. - Л. :Судостроение, 1978. - 280с.
35. Романовский Г.Ф., Василенко М.В., Сербін С.І. Теоретичні основи проектування судових газотурбінних агрегатів: Навчальний посібник. - Миколаїв: УДМТУ, 2003. - 304 с.
- 36.Белорусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, Москва: Высшая школа, 1980г.
- 37.Великанов К.М., Власов В.Ф., Каранзанова К.С. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Учебное пособие для вузов Изд. 3-е. - Л: «Машиностроение», 1977п, 208с.
- 38.Гжиров В.Н., Серебницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ Справочник. - Л: «Машиностроение», 1990г., 588с.
- 39.Келоглу Ю.П., Захариевич К.М., Кафташевская М.И. Металлы и сплавы. Справочник изд.2-е, Переработанное и дополненное. - Кишинев: «Каря Молдовеняско», 1977г.
- 40.Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р.,Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник 2-е изд. Переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1990г.
- 41.Мамаев И.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Машиностроение, 1979г.
42. Методичні вказівки до виконання економічних розрахунків у складі дипломного проекту студентами спеціальності 8,090202 “Технологія машинобудування” Л.А. Варламова, Г.В.Єфімова - Миколаїв: УДМТУ, 2004р.
- 43.Соловйов С.М., Чуприков О.Л. Розрахунки очікуваної точності при механічній обробці деталей на металорізних верстатах: Навчальний посібник - Миколаїв: УДМТУ,2003р.
- 44.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт магістрів для студентів освітньої програми «Інжиніринг механічних систем» спеціальності G 9 «Прикладна механіка» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»/

М.Р.Ткач, О.П. Шумілов , О.Л. Ніколаєв, В.А. Поліщук; Під загальною редакцією М.Р. Ткача. – Миколаїв: НУК, 2025. – 110 с.

ДОДАТКИ

Програми для верстат з ЧПК

Програма на операцію 030

%

:8095(090080020-OP.41)

N2011

N4444

#501=57.5

#502=40

#503=75

G90M33

(C-G57)G10L2P4X-[115+1-#501]Y[#503-#507]Z[80+1-#502]A90.C0

(E-G58)G10L2P5X[1-#502]Y[#503-#507]Z[115+11-#501]A90.C-90.

T1M6(FR.K.D40...44)

(E)G65P58

X-[#102/2+3]Y0S450M3

Z0

G1Z-5.F200

F45X5.

Y[88-#102/2]

X80.

X0F300

Y[45.5+#102/2]

X[65.5+#102/2]F45

Y[10.5-#102/2]

X[30.5-#102/2]

Y45.5

G0Z10.

X-[#102/2+3]Y0

G1Z-10.F200

X5.F45

Y[88-#102/2]

X80.

X0F300

G41Y45.5D33

X64.5F45

X65.5Y44.5

Y11.5

X64.5Y10.5

X31.5

X30.5Y11.5

Y44.5

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						157
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

X31.5Y45.5

G40

G0Z90.

T2M6(SW.D21)

(E1)X[80-32]Y28.

G65P83Z-74.9S400F40

T3M6(SW.D17)

(E1)X[80-32]Y28.

Z5.S600M3

G81R-65.Z-79.F40

T5M6(REZ.FR.D87)

(E)Y28.X[29-#102/2]S600M3

Z.1

G1X40.F30

Z0

X[29-#102/2]F40

G0Z99.

T1M6(FR.K.D40...44)

(C)G65P57

X[115+2+#102/2]Y[#102/2-2]

Z.1S500M3

G1X-1.F70

Y[86+2-#102/2]

X115.

Y43.

X15.

G0Z99.

T8M6(SW.C)

(C)G65P57

(C1)X54.Y25.5

Z25.S1000M3

G81R1.Z-2.F100

(C2)X78.

(C3)X95.

(C4)Y45.5

(E)G65P58

(E3)X25.Y62.

Z20.

G81R-8.Z-12.

(E4)X14.Y42.Z-10.6

(E5)Y7.

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						158
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

T9M6(SW.D12)
(C)G65P57
(C3)X95.Y25.5
G65P83Z-46.5A180S700F35

T10M6(SW.D4.1)
(C2)X78.Y25.5
G65P183S1200F40Z-60
(C3)X95.Y25.5
G65P183S1200F40Z-70R-45.
(C4)X95.Y45.5
G65P183S1200F40Z-60

T11M6(SW.D10.5)
(C1)X54.Y25.5
G65P83Z-62

T12M6(SW.D8.5)
(E)G65P58
(E3)X25.Y62.
G65P83R-10Z-38.2

T13M6(SW.D5)
(E3)X25.Y62.
G65P83R-5Z-84
(E1)X[80-32]Y28.
G65P83R-80Z-100

T14M6(ZEN.D29-M24)
(E1)X[80-32]Y28.
Z120.S400M3
G81R85.Z30.F40
R31.Z10.
R11.Z-2.5F20
R2.Z-3.F10

T6M6(REZ.KAN.)
(E1)X[80-32]Y28.
G65P11D20I24.8R-13K1.1

T7M6(REZ.D24.83)
X[80-32]Y28.
X[80-32+1.5]
Z5.
Z-14.
X[80-32]

					<i>6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ</i>	Арк.
						159
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

S200M3
G1Z-48.F10
M19
G0X[80-32+1.5]
Z99.

T15M6(M24)
(E1)G65P20X[80-32]Y28.R-3.Z-13.V24M24
G0Z99.

T16M6(FR.SHP.D10)
(E2)X25.Y61.
Z30.S800M3
G81R-8.Z-20.F30
R-19.Z-30.
R-29.Z-35.
R-34.Z-38.2

T11M6(SW.D10.5)
(E2)X25.Y61.
Z10.S600M3
G81R-8.Z-36.F30

T30M6(ZENK.D13)
(C)G65P57
(C3)X95.Y25.5
Z30.S400M3
G81R2.Z-20.F40
R-19.Z-40.
R-39.Z-46.F30
R-45.Z-46.3F20

T17M6(ZEN.D13.79)
(C)(C3)G81X95.Y25.5R3.Z-46.3F40S400M3

T18M6(ZEN.D27-M18)
(C3)X95.Y25.5
Z50.S400M3
G81R18.Z1.F20
R2.Z-.2F10

T19M6(REZ.KAN.D13B2.5)
(C)G65P57
(C3)X95.Y25.5
G65P11I14.6D13.8R-46.4K2

T21M6(FR.T.D15.5B6)

					<i>6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ</i>	Арк.
						160
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

(C3)X95.Y25.5
G65P11I18.7D16.5R-17.2K1.2

T23M6(ZENKOV.D16-90)
(C3)X95.Y25.5S200M3
Z2.
G1Z-16.F200
Z-17.6F30
G0Z99.

T6M6(REZ.KAN.)
(C3)X95.Y25.5
G65P11D16.5I18.6R-11.3K1.2

T24M6(M18)
(C3)G84X95.Y25.5R5.Z-7.F75S50M3

T25M6(RAZV.D13.96H7)
(C3)X95.Y25.5S200M3
G85R-15.Z-45.F70

T26M6(ZEN.D25-M12)
(C1)X54.Y25.5
Z50.S450M3
G81R15.Z1.F20
R3.Z-.2F10

(E)G65P58
(E2)X25.Y61.
Z50.
G81R5.Z-9.F20
R-7.Z-10.23F10

T27M6(M12)
(E2)G84X25.Y61.R-5.Z-18.F75S50M3

(C)G65P57
(C1)G84X54.Y25.5R2.Z-8.

T28M6(M6)
(E)G65P58
(E3)X25.Y62.F300S100M3
Z2.
G1Z-36.
G84R-36.Z-43.F100
G0Z99.

					<i>6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ</i>	Арк.
						161
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

T29M6(ZEN.D7-1:50)

(C)G65P57

(C2)X78.Y25.5

Z50.S800M3

G81R20.Z-1.F40

(C4)X95.Y45.5

T5M6(REZ.FR.D87)

(C)X[115+3+#102/2]Y[#102/2-1]

Z0S700M3

G1X0F50

Y[87-#102/2]

X[115+#102/2]

G0Z250.M5

M9

Y100.M21

G54C135.A0M11

M0

C0A-90.

Y-120.

M2

%

Програма на операцію 035

%

:8096(090080020-OP.52)

N2011

N4444

#501=57.5

#502=40

#503=75

(A-G57)G10L2P4X#501Y[#503-#507]Z[80-#502]A90.C0

(F-G58)G10L2P5X[80-#502]Y[#503-#507]Z[115-#501]A90.C-90.

T1M6(FR.KON.D40)

(A)G65P57

X[2+#102/2]Y[#102/2-2]

Z.1S600M3

G1X-115.F70

Y[88-#102/2]

X0

Y42.

X-100.

G0Z100.

(F)G65P58

X-[80+2+#102/2]Y[#102/2-2]

Z.1

G1X0

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						162
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Y[88-#102/2]

X-80.

Y44.

X0

G0Z99.

T4M6(REZ.FR.D63)

(A)G65P57

X[1+#102/2]Y40.

S300M3Z-1.5

G1X[#102/2-8]F30

G0Z2.

X-[115+1+#102/2]

G1Z-1.5

X-[115-8+#102/2]

G0Z5.

X-50.

Z99.

T8M6(SW.C)

(F)G65P58

(F1)X-25.Y45.5S1000M3

G81R2.Z-2.F100

(A)G65P57

(A5)X-64.5Y47.

Z15.

G81R2.Z-2.

(A6)X-22.5Y26.

(A7)X-61.Y65.

(A8)X-21.Y60.

(A9)X-87.Y38.

(A10)X-94.Y10.

(A11)X-79.Y52.

(A1)X-18.Y72.

(A2)Y7.

(A3)X-106.

(A4)Y67.

G0Z99.

T9M6(SW.D11)

(A5)X-64.5Y47.

G65P83Z-30

(A6)X-22.5Y26.

G65P83Z-42

T10M6(SW.D4.1)

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						163
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

G66P83Z-25
(A7)X-61.Y65.
(A8)X-21.Y60.
(A9)X-87.Y38.
(A11)X-79.Y52.
G67
(A10)X-94.Y10.
G65P83Z-20

(F)G65P58
(F1)X-25.Y45.5
G65P83Z-55

T12M6(SW.D8.5)
G65P57
(A1)X-18.Y72.
G65P83Z-82
(A2)Y7.
G65P83Z-82
(A3)X-106.
G65P83Z-80.5
(A4)Y67.
G65P83Z-82

T11M6(SW.D10.5-90)
(A)G65P57
(A1)X-18.Y72.S350M3
Z30.
G81R6.Z.1F50
(A2)Y7.
(A3)X-106.
(A4)Y67.

T13M6(SV.D5-120)
(A11)X-79.Y52.S500M3
G81R2.Z-6.F30

T14M6(M10-1.5)
(A1)X-18.Y72.
Z20.S50M3
G84R2.Z-3.F75
(A2)Y7.
(A3)X-106.
(A4)Y67.
G0Z99.

T16M6(FR.SHP.D10)

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						164
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

(A11)X-79.Y52.
G65P11D10I10.05R-1.H2.

T20M6(ZEN.D10-D5.875)
(A11)G60X-79.Y52.
G81R1.Z-6.F50S500M3

T22M6(RAZV.D6F7)
(A11)G60X-79.Y52.
G81R2.Z-6.F60S250M3

T23M6(ZENK.D12)
(A5)X-64.5Y47.
Z10.S500M3
G81R1.Z-20.F80
(A6)X-22.5Y26.

T27M6(SV.D11-D6)
(A7)X-61.Y65.
Z20.S500M3
G81R1.Z-1.3F25
R-1.Z-1.45
(A8)X-21.Y60.R1.Z-1.3
R-1.Z-1.45
(A9)X-87.Y38.R1.Z-1.3
R-1.Z-1.45
(A10)X-94.Y10.R1.Z-1.3
R-1.Z-1.45

T28M6(SV.D19-D14)
(A5)X-64.5Y47.
Z30.S500M3
G81R1.Z-1.3F25
R-1.Z-1.45
(A6)X-22.5Y26.R1.Z-1.3
R-1.Z-1.45

T29M6(ZEN.D7-1:50)
(F)G65P58
(F1)G81X-25.Y45.5R20.Z-1.F35S800M3

T31M6(ZENK.D8.5)
(A)G65P57
(A1)X-18.Y72.
Z30.S500M3
G81R1.Z-81.F100
(A2)Y7.

					<i>6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ</i>	Арк.
						165
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

(A3)X-106.

(A4)Y67.

T5M6(REZ.FR.D80)

(A)X[2+#102/2]Y[88-#102/2]

Z0S900M3

G1X-115.F50

Y[#102/2-1]

X[1+#102/2]

G0Z99.

(F)G65P58

X-[82+#102/2]Y[88-#102/2]

Z0

G1X5.F50

Y[#102/2-1]

X-[81+#102/2]

G0Z250.M5

Y100.M11

M21

G54C-160.A30.

M0

A-90.C0

Y-120.

M2

%

Програма на операцію 040

%

:8097(090080020-OP.63)

N2011

N4444

#501=34.5+22.5

#502=40

#503=65

(B1-G55)G10L2P2X[#501-54]Y[#503-#507+25]Z[84-#502]A90.C180.

(B3-G56)G10L2P3X[#501-82]Y[#503-#507+25]Z[76-#502]A90.C180.

(D1-G57)G10L2P4X[95-#501]Y[#503-#507+15]Z[#502]A90.C0

T1M6(FR.K.D50)

(B1)G65P55

X-[67-54+#102/2]Y[55+2+#102/2]F40S450M3

Z-2.

G1Y-26.

X[#102/2-62]

Y[55+2+#102/2]

X-[67-54+#102/2]F300

Z-6.

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						166
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

G1Y-26.F40
X[#102/2-62]
Y[55+2+#102/2]
X-[67-54+#102/2]F300
Z-8.
Y-26.F40
X[#102/2-62]
Y56.
Z1.F300
Z0
X[-15+#102/2]F40
Y-26.
X[56-#102/2]
Y56.
G0Z99.

T2M6(FR.K.D22)
X-[67-54+2+#102/2]Y-[25+2+#102/2]S450M3
Z20.
G1Z-8.F300
G42D34Y-20.F50
F30X-[67-54-8]
G2X[54-67+8+25]Y-[25-5+25]R25.
G1G40X0F100
G0Z20.

X[54-38+#102/2]Y[56+#102/2]
G1Z-4.F300
Y-26.F30
X[55-#102/2]
Y[55+#102/2]
X[54-18]
Y-15.
G0Z99.

T8M6(SV.C)
X0Y0
Z20.S900M3
(B1)G81R1.Z-2.F90
(B2)G56X-13.Y40.9
(B3)X0Y0
(D1)G65P57
G81X0Y0R1.Z-2.

T10M6(SV.D4.1)
(D1)X0Y0
G65P183Z-32

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						167
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

(B2)G65P56
X-13.Y40.9
G65P183Z-50

T3M6(SV.D11)
(B1)G55X0Y0
G65P183Z-65.2
(B3)G56X0Y0
G65P183Z-57.5

T4M6(SV.D16.25)
(B3)X0Y0S600M3
Z30.
G81R3.Z-17.F40
G80
(B1)G55X0Y0
G81R3.Z-25.F40

T5M6(ZEN.D25-M18)
(B1)X0Y0
Z60.S500M3
G81R30.Z0F25
G85R3.Z-.2F20

T9M6(SV.D12)
(B1)X0Y0
Z20.S600M3
G81R-20.Z-49.2F30
(B3)G56X0Y0R-14.Z-45.
R-44.Z-57.5

T6M6(ZEN.D13)
(B1)G65P55
X0Y0
Z30.S500M3
G81R-20.Z-40.F50
R-39.Z-49.55
(B3)G56X0Y0R-15.Z-40.
R-39.Z-47.5

T7M6(ZEN.D13.79)
(B3)X0Y0
Z50.S500M3
G81R-14.Z-35.F50
R-34.Z-47.5
(B1)G55X0Y0R-20.Z-40.
R-39.Z-49.55

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						168
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

T13M6(ZEN.D25-M18)
(B3)G56X0Y0
Z100.S400M3
G81R60.Z14.F30
R15.Z3.
G85R4.Z-.5F15

T15M6(REZ.KAN.D12B1,5)
(B3)X0Y0
G65P11I13.7D13R-57.5K1.2

T31M6(REZ.KAN.D12B1)
(B1)G55X0Y0
G65P11I15.2D13.7R-49.6

T11M6(FR.T.D13B4,2)
(B3)X0Y0G56
Z50.
G65P11I18.3D14R-40K1.5
G65P11I18.3D14R-32.5K1.5
G65P11I18.3D14R-26K1.5
G65P11I18.8D14R-17.5K1.5
(B1)G55X0Y0
G65P11I18D14.R-45.2K1.5
G65P11I18D14.R-42.K1.5
G65P11I18D14R-39.K1.5
G65P11I18D14R-36.K1.5
G65P11I18D14R-16.K1.5
G65P11I18D14R-19.K1.5
G65P11I18D14R-22.K1.5
G65P11I18D14R-25.2K1.5

T19M6(REZ.KAN.D13B2,5)
(B3)G56X0Y0
G65P11I15.2D13.8R-47.5K1.5

T20M6(RAZV.D13H9)
(B3)X0Y0
G85R-44.Z-57.F70S500M3

T24M6(REZ.KAN.D18)
(B1)G55X0Y0
Z50.
G65P11I20.3D13.8R-41.2
G65P11I20.3D13.8R-45.15
G65P11I20.3D13.8R-37.1H0

G65P11I18.8D16.R-17.H0

G65P11I18.8D16.R-21.1

G65P11I18.8D16.R-25.2

T26M6(M18)

(B1)G55X0Y0

Z30.S30M3

G84R1.Z-7.5F45

(B3)G56X0Y0Z-8.

T27M6(ZENK.D16-90)

(B1)G55X0Y0

Z20.S500M3

G81R-2.Z-25.5F60

R-25.Z-26.1S150F10

T28M6(RAZV.D13,96H7)

(B3)G56X0Y0

Z50.

G85R2.Z-46.5F60S250M3

G80

(B1)G55X0Y0

G85R2.Z-49.

T29M6(ZENK.D7-1:50)

(B2)G56G81X-13.Y40.9R20.Z-1.F35S900M3

(D1)G65P57

G81X0Y0R20.Z-.9

G0Z250.M5

Y100.M11

G54A0

M21C30.

M9

M0

M21C180.A-90.

Y-120.

M2

%

					6261м.10.КРМ.08.00.ПЗ	Арк.
						170
Зм.	Арк..	№ докум.	Підп.	Дата		

Перше застос.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	A1			6261м.10.КРМ.10.03.СК	Документація Складальне креслення		
Справ. №					Деталі		
			1	6261м.10.КРМ.10.03.01	Основа з вушками	1	
			2	6261м.10.КРМ.10.03.02	Поворотний корпус	1	
			3	6261м.10.КРМ.10.03.03	Рама з салазками	1	
			4	6261м.10.КРМ.10.03.04	Гудка	2	
			5	6261м.10.КРМ.10.03.05	Повзун	1	
			6	6261м.10.КРМ.10.03.06	Гвинт	1	
			7	6261м.10.КРМ.10.03.07	Напрямна планка	1	
			8	6261м.10.КРМ.10.03.08	Кільце	1	
			9	6261м.10.КРМ.10.03.09	Тол	1	
			10	6261м.10.КРМ.10.03.10	Опорний диск	1	
			11	6261м.10.КРМ.10.03.11	Важель	1	
			12	6261м.10.КРМ.10.03.12	Шток	1	
			13	6261м.10.КРМ.10.03.13	Мембрана	1	
		14	6261м.10.КРМ.10.03.14	Пружина	1		
Підп. і дата					Стандартні вироби		
			16		Гайка М12 ГОСТ 5927-70	5	
			17		Болт М12х65.58 ГОСТ 7808-70	5	
Взам. інв. №							
Підп. і дата							
Інв. № подл.	Зм.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата	6261м.10.КРМ.10.03.СП	
	Розробив		Стрельченко Е.С.			Пристосування на фрезерну операцію (пневмолещата)	Лит.
	Перевірив		Ткач М.Р.				Арк.
	Консульт.						Аркушів
	Н-контр.		Моргун С.О.				1
Затверд.		Ткач М.Р.				НУК	

Перше застос.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	A1			6261м.10.КРМ.10.04.СК	<u>Документація</u>		
					Складальне креслення		
					<u>Складальна одиниця</u>		
Справ. №			1	6261м.10.КРМ.10.04.10	Плита		
					<u>Деталі</u>		
			2	6261м.10.КРМ.10.04.01	Планка	1	
			3	6261м.10.КРМ.10.04.02	Палець	1	
			4	6261м.10.КРМ.10.04.03	Болт	4	
			5	6261м.10.КРМ.10.04.04	Болт ромбічний	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
Підп. и дата			9		Гвинт М4х12 ГОСТ 1476-75	2	
			10		Штифт Ш10п6х30 ГОСТ3128-70	3	
			11		Шпилька М12х140 ГОСТ 22032-76	2	
			12		Гайка М12 ГОСТ 8918-69	2	
Інв. № дубл.							
Взам. інв. №							
Підп. и дата							
Інв. № подл.	Зм.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата	6261м.10.КРМ.10.04.СП	
	Розробив	Стрельченко Е.С.				Лит.	Арк.
	Перевірив	Ткач М.Р.					Архів
	Консульт.						1
	Н.-контр.	Морзун С.О.				НУК	
	Затверд.	Ткач М.Р.					
Приспосовування на богатоцільову оперуцію							

Перше застос.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка		
	A2			6261м.10.КРМ.10.09.СК	Документація Складальне креслення				
Справ. №					Деталі				
			1	6261м.10.КРМ.10.09.01	Корпус	1			
			2	6261м.10.КРМ.10.09.02	Шток	1			
			3	6261м.10.КРМ.10.09.03	Ножка	1			
			4	6261м.10.КРМ.10.09.04	Ножка	1			
			5	6261м.10.КРМ.10.09.05	Пластинка	1			
			6	6261м.10.КРМ.10.09.06	Пластинка	1			
			7	6261м.10.КРМ.10.09.07	Планка	1			
			8	6261м.10.КРМ.10.09.08	Пружина	1			
			9	6261м.10.КРМ.10.09.09	Пружина	1			
		10	6261м.10.КРМ.10.09.10	Втулка	1				
Підп. і дата					Стандартні вироби				
			11		Штифт 2Гх8 ГОСТ 3128-70	1			
			12		Заклепка 2х14-011 ГОСТ 10300-68	1			
			13		Заклепка 2х26-011 ГОСТ 10300-68	4			
			14		Гвинт напискний М4х16 ГОСТ14.731-69	1			
Інв. № дубл.			15		Штифт 3Гх40 ГОСТ3128-70	1			
Взам. інв. №									
Підп. і дата									
Інв. № подл.	Зм.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата	6261м.10.КРМ.10.09.СП			
	Розробив	Стрельченко Е.С.				Пристрій індикаторний для вимірювання внутрішніх канавок	Лист.	Арк.	Архівів
	Перевірив	Ткач М.Р.							1
	Консульт.						НУК		
	Н-контр.	Морзун С.О.							
Затверд.	Ткач М.Р.								