

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА
ДЕТАЛІ «КРИШКА 12.63.1»
08-64.МКР.001.00.000.ПЗ

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ПМ-22м
спеціальності 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Гайдучок М.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф. каф. ТАМ

Козлов Л.Г.
(прізвище та ініціали)

« 13 » 12 2023 р.

Опонент: д.т.н., доц. каф. АТМ

Цимбал С.В.
(прізвище та ініціали)

« 13 » грудня 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ТАМ

Козлов Л.Г.
(прізвище та ініціали)

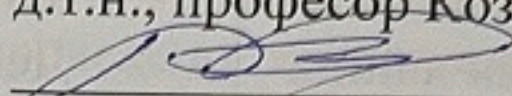
« 13 » 12 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет Машинобудування та транспорту
Кафедра Технологій та автоматизації машинобудування
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 13-Механічна інженерія
Спеціальність – 131 – Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма – Технології машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

д.т.н., професор Козлов Л.Г.


«16» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гайдучку Миколі Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Технологічна підготовка виробництва деталі "Кришка 12.63.1"

керівник роботи Козлов Леонід Геннадійович д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року №274

2. Строк подання студентом роботи: 15 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі Кришка 12.63.1

Матеріал: Сірий чавун СЧ15 ГОСТ 1412-85

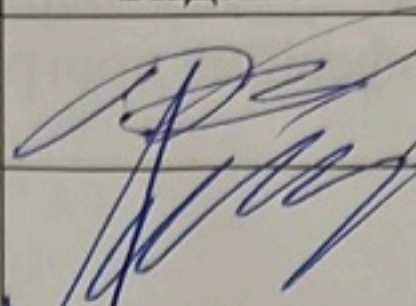
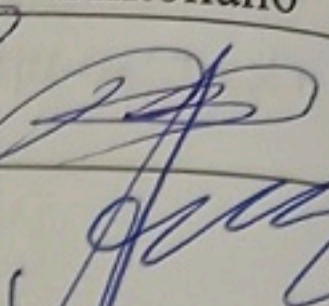
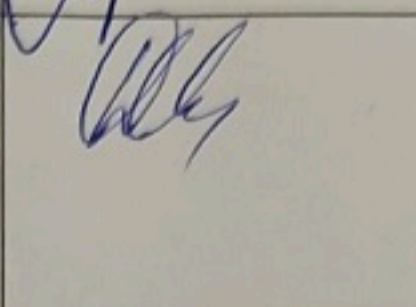
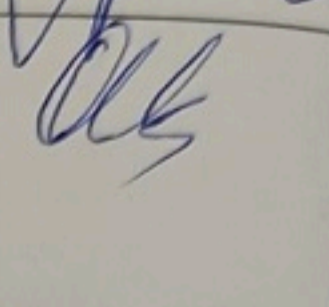


Програма випуску N=4500 шт.

4. Зміст текстової частини: Аналіз задач та шляхів їх вирішення при технологічній підготовці виробництва; Технологічна частина; Економіка виробництва; Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

Креслення деталі, креслення заготовки, технологічний процес механічної обробки, розмірний аналіз, карта налагоджень, верстатне пристосування, дільниця механічної обробки, техніко-економічне порівняння ТП

6. Консультанти розділів роботи

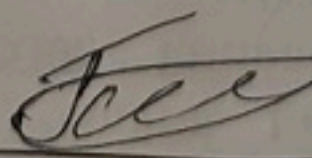
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видано	завдання виконано
Основна частина	д.т.н., проф. Козлов Л.Г.		
Економічна частина	к.т.н., проф. Лесько О.Й.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	д.пед.н., проф. Дембіцька С.В.		

7. Дата видачі завдання 10 жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

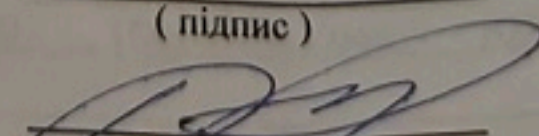
№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примі
1	Визначення об'єкту та предмету дослідження	до 25.10.23р	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	до 25.10.23р	
3	Розв'язання поставлених задач	до 30.10.23р	
4	Формування висновків по роботі, практичної цінності результатів	до 20.11.23р	
5	Виконання розділу «Економічна частина»	до 25.11.23р	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	до 25.11.23р	
7	Попередній захист МКР	до 02.12.23р	
8	Перевірка роботи на плагіат	до 04.12.23р	
9	Нормоконтроль МКР	до 13.12.23р	
10	Рецензування МКР	до 13.12.23р	
11	Захист МКР	до 20.12.2023р	

Студент


(підпис)

Гайдучок М.А.

Керівник роботи


(підпис)

Козлов Л.Г.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.9

Гайдучок М.А. Технологічна підготовка виробництва деталі «Кришка 12.63.1». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма - Технології машинобудування, Вінниця: ВНТУ, 2023. 107 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 28 назв; рис.: 11; табл. 33.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено технологічну підготовку виробництва деталі «Кришка 12.63.1». У загальній частині роботи проведено аналіз задач та методів їх вирішення по технологічній підготовці виробництва. Визначено порядок та відповідальні особи за підготовку та проведення технологічних заходів, які входять до переліку заходів технологічної підготовки виробництва.

В технологічній частині для деталі "Кришка 12.63.1" проведено якісний та кількісний аналіз конструкції, визначено тип виробництва – середньосерійне та організацію роботи – групова. Проведено розмірний аналіз розробленого технологічного процесу механічної обробки. Для розміру $\varnothing 25H8$ визначено припуски і технологічні розміри на механічну обробку. Було розроблено верстатне пристосування для виконання 015 свердлильної операції з використанням вертикально-свердлильного верстата з ЧПК 2P135Ф2.

У розділі охорони праці проведено аналіз технічних рішень щодо безпечної експлуатації об'єкта. Визначено показники мікроклімату на робочому місці.

В економічній частині проведено розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

Графічна частина складається з 9 листів та плакатів.

Ключові слова: технологічна підготовка виробництва, технологічний процес механічної обробки, верстатне пристосування.

ABSTRACT

Haiduchok M.A. Technological preparation for the production of the part "Cover 12.63.1". Master's qualification work in the specialty 131 - Applied Mechanics, educational program - Technologies of Mechanical Engineering, Vinnytsia: VNTU, 2023. 108 p. In Ukrainian language. Bibliogr. : 28 titles; fig. : 11; table 33.

In the master's qualification work the improvement the technological preparation for the production of the part "Cover 12.63.1" was carried out. In the general part of the work, an analysis of problems and methods of their solution in the technological preparation of production was carried out. The procedure and persons responsible for the preparation and implementation of technological measures, which are included in the list of measures of technological preparation of production, have been determined.

In the technological part, a qualitative and quantitative analysis of the structure was carried out for the "Cover 12.63.1" part, the type of production was determined - medium series, and the organization of work - group. The dimensional analysis of the developed technological process of mechanical processing was carried out. For size $\square 25H8$, allowances and technological dimensions for mechanical processing are defined. A machine tool was developed for performing 015 drilling operations using a vertical drilling machine with a 2P135F2 CNC machine tool.

The labor protection section analyzed technical solutions for safe operation of the facility. The indicators of the microclimate at the workplace were determined.

In the economic part, the efficiency of the invested investments and their payback period were calculated.

The graphic part consists of 9 letters and posters.

Keywords: technological preparation of production, technological process of mechanical processing, machine tool adjustment.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ЗАДАЧ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВИРОБНИЦТВА	8
1.1 Технологічна підготовка виробництва.....	8
1.2 Задачі технологічної підготовки виробництва	10
1.3 Етапи проведення технологічної підготовки виробництва	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	15
2.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи	15
2.2 Аналіз конструкції і технологічності деталі	21
2.3 Вибір способу виготовлення заготовки	24
2.4 Розробка маршруту механічної обробки	26
2.5 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	30
2.6 Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь	35
2.7 Визначення режимів різання при різних методах механічної обробки	39
2.8 Визначення технічних норм часу на операції.....	42
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	46
3.1 Розробка технічного завдання на пристосування.....	46
3.2 Розробка і вибір схеми базування і закріплення заготовки	48
3.3 Розробка конструктивної схеми пристосування.....	49
3.4 Визначення сил закріплення та параметрів затискного пристрою.....	50
3.5 Аналіз точності пристосування.....	53
3.6 Вибір приводу, розрахунок його параметрів	57
3.7 Опис роботи пристосування	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	59
4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	59
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	61

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи в умовах дії загрозових чинників надзвичайних ситуацій	67
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	70
5.1 Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи.....	70
5.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	72
5.3 Прогноз попиту на інноваційне рішення	75
5.4 Вибір каналів збуту та післяпродажного обслуговування.....	75
5.5 Виявлення основних конкурентів	76
5.6 Обрання методу ціноутворення.....	77
5.7 Оцінка рівня якості інноваційного рішення	77
5.8 Оцінка конкурентоспроможності інноваційного рішення.....	79
5.9 Прогнозування витрат на виконання роботи	80
5.10 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки	87
5.11 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності	89
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94
Додаток А (обов'язковий). ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ	97
Додаток Б (обов'язковий). ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА	98

ВСТУП

В роботі розглядаються питання удосконалення технологічного процесу виготовлення та обробки заготовки деталі "Кришка 12.63.1".

У сучасних умовах машинобудівне підприємство залишається конкурентоздатним лише за умови швидкого впровадження у виробництво технологічного процесу обробки нових деталей. Для вирішення завдань технологічної підготовки виробництва необхідно перевірити на технологічність конструкцію виробу, розробити типові технологічні процеси, спроектувати та виготовити засоби технологічного оснащення. Тому питання організації технологічної підготовки виробництва є актуальною задачею для будь-якого підприємства.

Метою роботи є підвищення економічності виготовлення деталі «Кришка 12.63.1» за рахунок технологічної підготовки виробництва деталі з застосуванням сучасних верстатів з ЧПК.

Для досягнення вказаної мети в роботі були поставлені і вирішені такі завдання:

- аналіз задач та шляхів їх вирішення при технологічній підготовці виробництва;
- аналіз конструкції заготовки деталі "Кришка" та методів їх виготовлення;
- розробка маршруту механічної обробки з використанням сучасних методів моделювання технологічних процесів;
- визначення точності виготовлення деталі на основі розмірного аналізу конструкції деталі та заготовки;
- проведення розробки верстатного пристосування;
- розрахунок економічної доцільності впровадження покращеного технологічного процесу;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Об'єкт дослідження: заготовка деталі «Кришка 12.63.1».

Предмет дослідження: Методи виготовлення заготовки та обробки деталі «Кришка 12.63.1».

Методи дослідження:

- аналітичний огляд задач та шляхів їх вирішення при технологічній підготовці виробництва;
- аналітичний огляд сучасних методів виготовлення заготовок деталей;
- розрахунок припусків на обробку плоских поверхонь за допомогою методу розмірних ланцюгів;

Практичне значення одержаних результатів: полягає в проведенні технологічної підготовки виробництва та удосконаленні маршруту механічної обробки заготовки деталі «Кришка 12.63.1».

Особистий внесок здобувача. Основні результати досліджень отримані автором самостійно. Мета та завдання досліджень узгоджені з науковим керівником. В працях, що опубліковані у співавторстві автору належать: аналіз етапів проведення технологічної підготовки виробництва.

Апробація результатів. Основні матеріали роботи розглядались на Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)”.

Публікації. Матеріали магістерської кваліфікаційної роботи були опубліковані в тезах наукової конференції [6] .

1 АНАЛІЗ ЗАДАЧ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Технологічна підготовка виробництва

Виробництво будь-якої машинобудівної продукції неможливе без його технічної підготовки, що включає три комплексні етапи: конструкторську і технологічну підготовки, а також календарне планування комплексного процесу виготовлення виробів у встановлені терміни, у відповідних обсягах і витратах.

Конструкторська підготовка виробництва включає розробку конструкції виробу та створення його складальних креслень деталей, що запускаються у виробництво, з оформленням відповідних специфікацій та іншої конструкторської специфікації відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД).

Технологічна підготовка виробництва (ТПП) - сукупність заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва. Остання визначається наявністю на підприємстві повних комплектів конструкторської та технологічної документації та СТО, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції із встановленими техніко-економічними показниками [1].

Календар планування виробничого процесу виготовлення виробу у встановлений термін при заданому обсязі випуску та витратах.

Мета ТПП - оптимальне за термінами та ресурсами забезпечення технологічної готовності виробництва до виготовлення виробів відповідно до вимог замовника або ринку даного класу виробів [2].

ТПП при технологічному забезпеченні взаємопов'язана зі стадіями життєвого циклу продукції за ГОСТ Р 15.000, передбачає проведення робіт при проектуванні виробів, виготовленні дослідних зразків та одиничних виробів, постановці на виробництво серійних виробів та спрямована на:

– раціональне за термінами та ресурсами поєднання стадій розробки виробів та підготовки їх виробництва;

- формування визначальних (принципових) технологічних організаційних рішень щодо виробництва виробів у процесі їх проектування;
- виявлення та вирішення принципів проблем технології, застосування матеріалів та організації виробництва до початку виготовлення виробів для приймальних випробувань;
- своєчасне забезпечення виробництва якісними технологічними процесами, матеріалами, комплектуючими виробами, засобами технологічного оснащення на основі використання, під час їх створення чи придбання, інформаційних масивів описів конструкторсько-технологічних рішень;
- своєчасне забезпечення вихідною технологічною інформацією матеріально-технічних та організаційно-економічних процесів підготовки виробництва, у тому числі реконструкції, розширення чи нового будівництва;
- створення умов для організаційної, інформаційної та технічної спільності робіт ТПП, що проводяться на стадіях розробки та постановки виробів на виробництво різними виконавцями.

Організаційну, інформаційну та технічну сумісність робіт ТПП забезпечують на основі застосування:

- раціональних параметричних та типорозмірних рядів об'єктів виробництва (виробів);
- типових конструкторсько-технологічних, технологічних та організаційних рішень, у тому числі типових (групових) технологічних процесів та уніфікованих засобів технологічного оснащення;
- вимог нормативно-технічної документації, що діє, Системи розробки та постановки продукції на виробництво (СРПП), Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), Єдиної системи технологічної документації (ЕСТД), систем якості;
- прогресивних інформаційних технологій на основі єдиних баз даних конструкторсько-технологічного призначення;
- постійної оновлюваності та достовірності інформації, а також швидкості та простоти доступу до неї з урахуванням забезпечення санкціонованого доступу до

інформації (конструкторської, технологічної, виробничої), виробів, матеріалів та обладнання, що представляють промислову чи комерційну таємницю;

– методів інформаційного та математичного моделювання процесів ТПП;

– методів мережевого планування та управління ТПП;

– наступності та документування організаційних рішень щодо ТПП на етапах розробки та постановки виробів на виробництво;

– інтенсивної комп'ютерної підтримки процесів ТПП. Вимоги до якості ТПП визначають виходячи із загальної політики та завдань замовника, розробника та виробника в галузі забезпечення якості виробів при їх розробці та виробництві.

1.2 Задачі технологічної підготовки виробництва

Виконавці ТПП здійснюють взаємовідносини на економіко-правовій основі, передбаченій чинним законодавством [3].

Організація та управління процесами ТПП на рівні підприємств проводяться за рекомендаціями Р 50-297 та Р 50-54-94.

Технологічна підготовка виробництва проводиться: при проектуванні виробу; при виробництві дослідних зразків та одиничних виробів; під час виробництва серійних виробів.

Завдання ТПП серійних виробів — забезпечення технологічної готовності виробництва для виготовлення зазначених виробів, і навіть виробів, раніше освоєних іншими виробниками чи іноземних фірм, що виготовляються з технічної документації.

Організатором та відповідальним виконавцем ТПП серійних виробів є їхній виробник; співвиконавцями (при науково-технічній чи економічній доцільності) - спеціалізовані технологічні організації.

Для проведення ТПП серійних виробів розробник передає виробнику:

– комплект робочої конструкторської документації на виріб (з літерою «01» або вище за ГОСТ 2.103);

- документацію (у тому числі директивну), що містить визначальні технологічні та організаційні рішення щодо виробництва виробу, відпрацьовану при виготовленні та випробуваннях дослідних зразків;

- дослідні зразки, які пройшли приймальні випробування. При необхідності з метою скорочення термінів ТПП розробник (виробник дослідних зразків) на договірній основі передає виробнику серійних виробів:

- документацію на однотипні технологічні процеси (з літерою «О» або вище за ГОСТ 3.1102);

- конструкторську документацію на однотипні засоби технологічного оснащення, відпрацьовану за результатами виготовлення та випробувань дослідних зразків;

- керуючі програми для однотипного обладнання;

- засоби технологічного обладнання, придатні для використання;

- відомості про застосування матеріалів та комплектуючих виробів;

- розрахунок трудомісткості виготовлення дослідних зразків;

- план (графік) ТПП дослідних зразків;

- перелік кваліфікації виконавців та ін.

Виробник спільно з співвиконавцями на основі отриманої від розробника документації з урахуванням принципів рішень щодо організації ТПП, прийнятих під час проектування виробу, розробляє план (графік) ТПП серійних виробів у вигляді самостійного документа або у складі плану (графіка) постановки виробу на виробництво. При цьому враховують:

- термін освоєння серійного виробництва виробу;

- заплановані обсяги випуску виробів за роками освоєння;

- прогноз стійкості збуту протягом кількох років;

- трудомісткість ТПП;

- стан організаційно-технічного рівня виробництва та можливість його підвищення з метою забезпечення комерційної стратегії виробника на ринку;

– можливість кооперації та спеціалізації виробництва для ритмічного забезпечення виготовлення виробів якісними матеріалами, деталями, складальними одиницями, комплектуючими виробами, засобами технологічного оснащення.

ТПП серійних виробів передбачає:

– опрацювання робочої конструкторської документації на серійний виріб з урахуванням технологічності закладених у неї рішень;

– розробку чи уточнення (корегування) з використанням інформаційних масивів описів конструкторсько-технологічних рішень:

а) технологічних процесів виготовлення серійного виробу відповідно до державних стандартів ЕСТД;

б) спеціальних засобів технологічного оснащення відповідно до державних стандартів ЕСКД та технологічних процесів їх виготовлення відповідно до державних стандартів ЕСТД;

в) керуючих програм для автоматизованого технологічного обладнання:

– придбання (виготовлення) спеціальних засобів технологічного обладнання для виробництва серійних виробів;

– забезпечення необхідною технологічною інформацією реконструкції чи нового будівництва виробничої та випробувальної баз;

– уточнення (коригування) технологічної документації за результатами виготовлення та кваліфікаційних випробувань настановної серії (першої промислової партії);

– забезпечення вимог ресурсозбереження, екології та охорони праці під час виготовлення та випробування серійних виробів;

– заходи відповідно до забезпечення технологічної готовності виробництва до виготовлення якісних виробів для приймальних випробувань.

1.3 Етапи проведення технологічної підготовки виробництва

Виробник серійних виробів на вимогу замовника або узгодження з розробником з метою скорочення термінів постановки виробів на виробництво

виконує найбільш складні та трудомісткі роботи ТПП одночасно з виготовленням та випробуваннями дослідних зразків [4]. З цією метою розробник та виробник дослідних зразків у частині, що їх стосується, передають виробнику серійних виробів:

- робочу конструкторську документацію на дослідний зразок (без літери або з літерою «О» згідно з ГОСТ 2.103);
- документацію, що містить визначальні технологічні та організаційні рішення щодо виробництва виробу;
- документацію на однотипні технологічні процеси (без літери або з літерою «О» згідно з ГОСТ 3.1102);
- план (графік) ТПП дослідних зразків;
- іншу необхідну документацію.

Критерій завершеності ТПП серійних виробів - фактичне виконання робіт, передбачених планом, підтверджене оцінкою технологічної готовності виробництва до виготовлення серійних виробів відповідно до критерію завершеності ТПП дослідних зразків та одиничних виробів.

Система розробки та постановки продукції на виробництво (СРПП), яка є встановленою державними стандартами системою організації та управління процесом технологічної підготовки виробництва, передбачає широке застосування прогресивних технологічних процесів, стандартного технологічного оснащення та обладнання, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, інженерно-технічних та управлінських робіт [5].

Основне призначення СРПП - встановлення системи організації та управління процесом ТПП, що забезпечує:

- єдиний для всіх підприємств та організацій системний підхід до вибору та застосування методів та засобів технологічної підготовки виробництва, що відповідають досягненням науки, техніки та виробництва;
- освоєння виробництва та випуску виробів вищої категорії якості у мінімальні терміни, за мінімальних трудових та матеріальних витрат на ТПП на всіх стадіях

створення виробів, включаючи дослідні зразки (партії), а також вироби одиничного виробництва;

– організацію виробництва високого ступеня точності, що припускає можливість безперервного його вдосконалення та швидку переналагодження на випуск нових виробів;

– раціональну організацію механізованого та автоматизованого виконання комплексу інженерно-механічних та управлінських робіт;

– взаємозв'язку ТПП та управління його з іншими системами та підсистемами управління;

– вирішення завдань, що групуються за такими основними функціями:

а) Забезпечення технологічності конструкції виробу;

б) Розробка технологічних процесів;

в) Проектування та виготовлення засобів технологічного оснащення;

г) Організація та управління процесом ТПП.

Технологічне проектування від загального технічного обсягу підготовки становить 30-40% - для дрібносерійного, 40-50% для серійного та 50-60% - для масового виробництва [6].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення типу виробництва та форми виробництва

Проведемо розрахунок коефіцієнту закріплення операцій [7]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (2.1)$$

де $\sum O_i$ – кількість операцій, які виконуються на дільниці;

$\sum P_i$ – кількість робочих місць на дільниці.

До найбільш характерних переходів механічної обробки для деталі “Кришка 12.63.1” відносять:

- попереднє точіння поверхні $\varnothing 100e8$;
- попереднє точіння поверхні $\varnothing 100e8$;
- остаточне точіння поверхні $\varnothing 100e8$;
- попереднє підрізання торцю $\varnothing 150$;
- остаточне підрізання торцю $\varnothing 150$;
- однократне точіння поверхні $\varnothing 150$.

Визначаємо основний час механічної обробки $T_{осн}$. Для остаточного точіння:

$$T_o = 0,20 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} =, [\text{хв}] \quad (2.2)$$

де l, d – довжина та діаметр оброблюваної поверхні.

Тоді

$$T_{осн1} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 100 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 0,595 \text{ (хв)}.$$

$$T_{осн2} = 0,18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 100 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 0,63 \text{ (хв)}.$$

$$T_{осн3} = 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 100 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 0,700 \text{ (хв)}.$$

$$T_{осн4} = 0,037(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037(150^2 - 100^2) \cdot 10^{-3} = 0,462 \text{ (хв)}.$$

$$T_{осн5} = 0,052(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,052(150^2 - 100^2) \cdot 10^{-3} = 0,65 \text{ (хв)}.$$

$$T_{осн6} = 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 150 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,51 \text{ (хв)}.$$

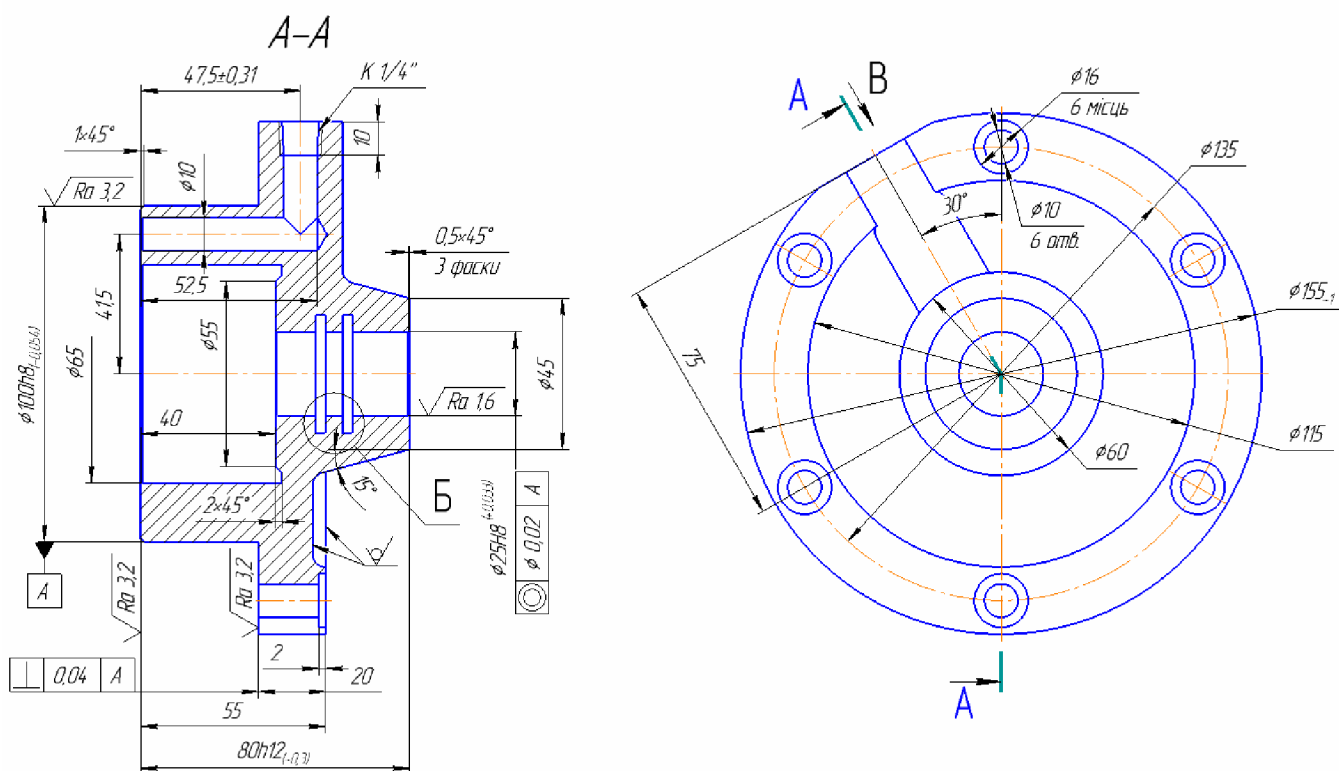


Рисунок 2.1 – Характерні поверхні деталі Кришка 12.63.1

Визначено $T_{шт-к}$:

$$T_{шт-к} = T_o \cdot \varphi_k, \text{ [хв]} \quad (2.3)$$

де φ_k – коефіцієнт,

T_o – основний час.

Програма випуску деталі "Кришка 12.63.1" N=4500 шт, а маса деталі – 3,543 кг, тому попередньо приймаємо виробництво середньосерійне. Тоді

$$T_{шт-к1} = T_{осн1} \cdot \varphi_k = 0,595 \cdot 2,14 = 1,273 \text{ (хв)}.$$

$$T_{шт-к2} = T_{осн2} \cdot \varphi_k = 0,63 \cdot 2,14 = 1,348 \text{ (хв)}.$$

$$T_{шт-к3} = T_{осн3} \cdot \varphi_k = 0,7 \cdot 2,14 = 1,498 \text{ (хв)}.$$

$$T_{шт-к4} = T_{осн4} \cdot \varphi_k = 0,562 \cdot 2,14 = 0,989 \text{ (хвхл)}$$

$$T_{шт-к5} = T_{осн5} \cdot \varphi_k = 0,65 \cdot 2,14 = 1,391 \text{ (хв)}.$$

$$T_{шт-к6} = T_{осн6} \cdot \varphi_k = 0,51 \cdot 2,14 = 1,091 \text{ (хв)}.$$

Визначаємо кількість верстатів:

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ [шт]} \quad (2.4)$$

де $N = 4500$ шт. – річна програма випуску деталі ”Кришка 12.63.1”;

$T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час, хв.;

F_d – дійсний фонд роботи обладнання ($F_d = 3890$ год.);

$\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання

Тоді:

$$C_{p1} = \frac{4500 \cdot 1,273}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,029 \text{ (шт)}.$$

$$C_{p2} = \frac{4500 \cdot 1,348}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,031 \text{ (шт)}.$$

$$C_{p3} = \frac{4500 \cdot 1,498}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,035 \text{ (шт)}.$$

$$C_{p4} = \frac{4500 \cdot 0,989}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,023 \text{ (шт)}.$$

$$C_{p5} = \frac{4500 \cdot 1,391}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,032 \text{ (шт)}.$$

$$C_{p6} = \frac{4500 \cdot 1,091}{60 \cdot 4060 \cdot 0,8} = 0,025 \text{ (шт)}.$$

Приймаємо кількість верстатів $P=1$.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_{pi}}{P_i}, \quad (2.5)$$

де C_{pi} – необхідна кількість верстатів для виконання даної операції;

P_i – кількість робочих місць для виконання даної операції.

Кількість операцій на кожному робочому місці:

$$O_i = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.i}}, \quad (2.6)$$

де $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_{з.ф.i}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання, на i -ій операції.

$$O_1 = \frac{0,8}{0,029} = 25,59;$$

$$O_2 = \frac{0,8}{0,031} = 25,81;$$

$$O_3 = \frac{0,8}{0,035} = 22,85;$$

$$O_4 = \frac{0,8}{0,023} = 34,78;$$

$$O_5 = \frac{0,8}{0,032} = 25;$$

$$O_6 = \frac{0,8}{0,025} = 32.$$

Сумарна кількість операцій ΣO_i :

$$\Sigma O_i = 25,59 + 25,81 + 22,85 + 34,78 + 25 + 32 = 166,03.$$

Сумарна кількість прийнятих верстатів: $\Sigma P = 6$.

Тоді коефіцієнт закріплення $K_{3.0}$ дорівнює:

$$K_{3.0} = 166,03/6 = 27,67.$$

Остаточно приймаємо тип виробництва – дрібносерійне.

Визначаємо форму організації роботи [8]:

$$N_{\partial} = \frac{N}{255}, [\text{хв}] \quad (2.7)$$

де 255 кількість робочих днів в року;

$$N_{\partial} = \frac{4500}{255} = 17,65 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо $N_{\partial} = 18$ шт.

$$Q_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{T_{шт-ксер} \cdot \eta_z}, [\text{шт}] \quad (2.8)$$

де $T_{шт-к.сер.}$ – середній штучно-калькуляційний час для всіх переходів, хв.;

F_{∂} – добовий фонд часу роботи обладнання ($F_{\partial} = 952$ хв.),

η_z – добовий коефіцієнт завантаження потокової лінії.

$$T_{шт-ксер} = \frac{\sum T_{шт-к_i}}{\sum n_i}, [\text{хв}] \quad (2.9)$$

де $T_{шт-к.}$ – штучно-калькуляційний час виконання i -го переходу, хв.;

$\sum n$ – сумарна кількість виконуваних переходів.

$$T_{шт-ксер} = \frac{1,273 + 1,348 + 1,498 + 0,989 + 1,391 + 1,091}{6} = 1,265 \text{ (хв)},$$

$$Q_d = \frac{952}{1,265} \cdot 0,85 = 639,7 \text{ (шт)}.$$

Приймаємо $Q_d = 640$ шт.

За результатами розрахунків обираємо групову форму організації роботи.

Визначаємо кількість деталей в партії для одночасного запуску.

$$n = \frac{N \cdot t}{255}, \text{ [шт]} \quad (2.10)$$

де t – періодичність запуску деталей на обробку, в днях (3 дні).

$$n = \frac{4500 \cdot 3}{254} = 53,15 \text{ (шт)}. \text{ Приймаємо } 53 \text{ шт.}$$

Визначаємо кількість змін:

$$C_{зм} = \frac{T_{шт-ксер} \cdot n}{476 \cdot \eta_3}, \text{ [шт]} \quad (2.11)$$

$$C = \frac{1,265 \cdot 53}{476 \cdot 0,85} = 0,166 \text{ (шт)}.$$

Приймаємо $C_{зм. пр.} = 1$ зміна.

Кількість деталей в партії :

$$n_{пр} = \frac{476 \cdot \eta_3 \cdot C_{зм. пр.}}{T_{шт-ксер}}, \text{ [шт]} \quad (2.12)$$

$$n = \frac{1 \cdot 476 \cdot 0,85}{1,265} = 319,89 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо $n_{\text{пр.}} = 320$ (шт).

Отже тип виробництва – дрібносерійне, форма організації роботи – групова, при цьому розмір мінімальної партії виробів складає 320 шт.

2.2 Аналіз конструкції та технологічності деталі

Проведемо якісний аналіз деталі.

Основне службове призначення деталі „Кришка 12.63.1” в обмеженні осьового і радіального переміщення штока, що переміщується в отворі $\varnothing 25\text{H}8$. Кришка 12.63.1 кріпиться за допомогою отворів $\varnothing 10$.

Основними конструкторськими базами деталі, є зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 100\text{h}8$ та торець. Допоміжними конструкторськими базами є отвір $\varnothing 25\text{H}8$ та інший торець. Кріпильними є отвори $\varnothing 10$. Інші поверхні деталі є вільними поверхнями.

До нетехнологічних елементів можна віднести глухі отвори $\varnothing 10$, К 1/4", заглиблення 2 мм.

Проведемо кількісний аналіз технологічності конструкції деталі Кришка.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = Q_{ye} / Q_e, \quad (2.11)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів в конструкції деталі,

Q_e – загальна кількість елементів.

$$K_{ye} = \frac{Q_{ey}}{Q_e} = \frac{14 + 18 + 0 + 6 + 20}{18 + 24 + 1 + 6 + 20} = 0,841$$

Оскільки виконується умова $K_y = 0,841 \geq 0,6$, тому деталь Кришка відноситься до технологічних.

Таблиця 2.1 – Загальна кількість конструктивних елементів

Розміри				
Лінійні	Діаметральні	Різьбові	Кутові	Шорсткість
80h12 *	Ø155 ₋₁	К 1/4"	45° (4 розм.) *	6,3 (16 пов.)*
75 *	Ø135		30° *	3,2 (3 пов.)*
55 *	Ø115		15° *	1,6 (1 пов.)*
52,5	Ø100h8 *			
47,5±0,31	Ø65			
41,5	Ø60 *			
40 *	Ø55 *			
20 *	Ø45 *			
12,5	Ø35			
12 *	Ø25H8 *			
10 *	Ø16 (6 пов.) *			
5 *	R12,5			
3 (2 розм.) *	Ø10 (7 отв.) *			
1 *				
0,5 (3 розм.) *				
$\sum_{заг} = 18$	$\sum_{заг} = 24$	$\sum_{заг} = 1$	$\sum_{заг} = 6$	$\sum_{заг} = 20$
$\sum_{уніф} = 14$	$\sum_{уніф} = 18$	$\sum_{уніф} = 0$	$\sum_{уніф} = 6$	$\sum_{уніф} = 20$

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{ш_{ср}}$$

Таблиця 2.2 – Шорсткість поверхонь деталі

Шорсткість	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,6 (Ø25H8)	1	1,6×1 = 1,6
3,2 (Ø100h8, 80h12, 20)	3	3,2×3 = 9,6
6,3 (всі інші)	16	6,3×16 = 100,8
Всього	20	112

Середній клас шорсткості складає:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{112}{20} = 5,6,$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{5,6} = 0,178.$$

Оскільки виконується перевірка $K_{ш} = 0,178 < 0,32$, тому деталь Кришка технологічна по коефіцієнту шорсткості.

Коефіцієнт точності

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}},$$

де T_{cp} – середній квалітет точності

Таблиця 2.3 – Квалітети точності поверхонь деталі

Квалітет	Розміри	Кількість розмірів	Розрахунок
8	Ø25H8, Ø100h8	2	8×2=16
12	80h12	1	12×1=12
14	всі інші	16	14×16=224
Всього		20	252

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{252}{20} = 12,6,$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,6} = 0,92.$$

Оскільки виконується умова $K_T = 0,918 > 0,8$, тому деталь Кришка технологічна по коефіцієнту точності.

Оскільки виконуються всі умови, то деталь Кришка 12.63.1 технологічна.

2.3 Вибір способу виготовлення заготовки

Вибір двох альтернативних способів виготовлення заготовки.

Дана деталь – Кришка 12.63.1 випускається в умовах дрібносерійного виробництва, оскільки маса деталі 3,543 кг (легкі деталі масою до 10 кг), а програма випуску $N = 4500$ шт. (в межах 500 – 5000 шт.).

Так як матеріал деталі сірий чавун СЧ15, то методом виготовлення деталі є лиття, так як матеріал має добрі ливарні властивості.

Для виготовлення даної деталі обирає метод виготовлення – це лиття в піщано-глинисті форми з машинною формовкою [9].

Таблиця 2.4 – Вихідні дані лиття в піщано-глинисті форми(маш. формування)

Вихідні дані	Згідно ГОСТ 26645-85	Прийнято
Клас розмірної	7т-11	8
Ступінь жолоблення елементів виливків	3-6	4
Ступінь точності поверхонь виливків	9-16	11
Шорсткість поверхонь виливків	Ra=25мкм	
Клас точності маси виливків	5-13т	8
Ряд припусків на обробку виливків	4-7	5

Розраховуємо розміри виливка:

$$\varnothing 155 + 2 \cdot 2,2 = \varnothing 159,4 \text{ (мм);}$$

$$\varnothing 100 + 2 \cdot 2,1 = \varnothing 104,2 \text{ (мм);}$$

$$\varnothing 65 - 2 \cdot 1,8 = \varnothing 60,8 \text{ (мм);}$$

$$\varnothing 25 - 2 \cdot 1,4 = \varnothing 22,2 \text{ (мм);}$$

$$80 + 1,6 + 1,6 = 83,2 \text{ (мм);}$$

$$55 + 1,6 = 56,6 \text{ (мм);}$$

$$40 + 1,6 - 1,2 = 40,4 \text{ (мм);}$$

$$20 + 1,2 = 21,2 \text{ (мм).}$$

Для визначення маси заготовки побудуємо 3d модель заготовки за розрахованими розмірами (рис. 2.2).

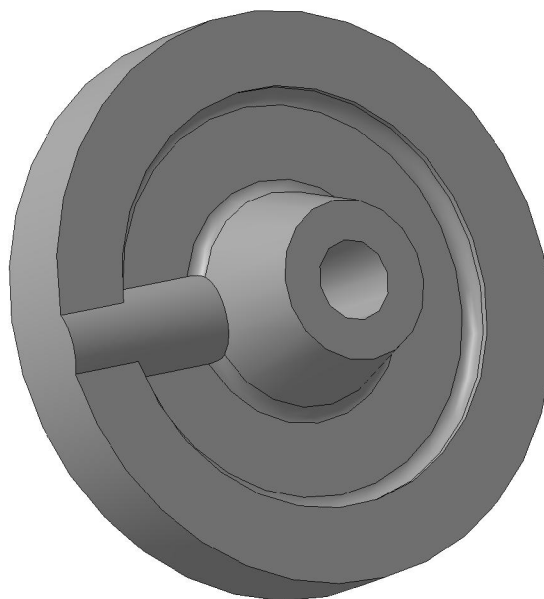


Рисунок 2.2 – Виливок піщано-глиниста форма(машинне формування)

Визначимо коефіцієнт точності маси:

$$K_{Т.М.} = \frac{G_{дет}}{G_{загот}}. \quad (2.12)$$

При литті в піщано-глинисті форми (машинне формування):

$$K_{т.м} = \frac{3,543}{4,54} = 0,78.$$

2.4 Розробка маршруту механічної обробки

Задана деталь “Кришка 12.63.1” відноситься до класу фланців [10].

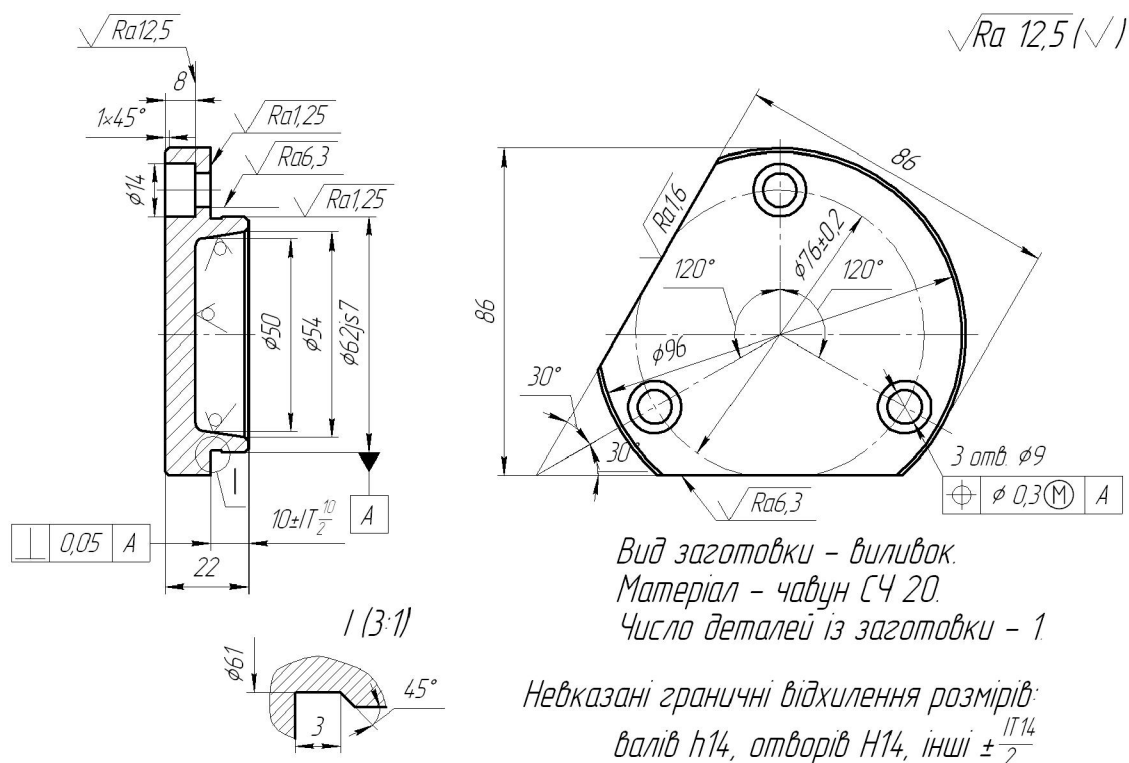


Рисунок 2.4 – Ескіз типової деталі типу "Фланець"

Для визначення кількості ступенів механічної обробки отвору $\varnothing 25H8$ проведемо вибір способів механічної обробки поверхонь з підвищеними вимогами точності. Загальне уточнення [11]:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_{заг.}}{T_{дет.}} \cdot [\text{МКМ}] \quad (2.13)$$

Допуск заготовки – 1300 мкм, допуск деталі – 33 мкм. Тоді:

$$\varepsilon = 1,3/0,033 = 39,39.$$

Приймаємо 3 переходи механічної обробки. Призначаємо:

$$\varepsilon_1 = 6, \varepsilon_2 = 3,5.$$

Знайдемо уточнення, яке має бути забезпечене на третьому переході

$$\varepsilon_4 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2} = \frac{39,39}{6 \cdot 3,5} = 1,876.$$

Допуск технологічного розміру після кожного переходу складатиме:

$$T_1 = T_3 / \varepsilon_1 = 1,3/6 = 0,217 \text{ (мм)};$$

$$T_2 = T_1 / \varepsilon_2 = 0,217/3,5 = 0,062 \text{ (мм)};$$

$$T_3 = T_2 / \varepsilon_3 = 0,062/1,876 = 0,033 \text{ (мм)}.$$

Таблиця 2.6 – Визначення способів і кількості ступенів механічної обробки

Поверхневий розмір	Загальне уточнення	Проміжне уточнення	Допуск	Квалітет	Вид механічної обробки
Ø100h8	$\varepsilon = 2,2/0,054 = 40,74$	$\varepsilon_1 = 5$ $\varepsilon_2 = 3,5$ $\varepsilon_3 = 2,32$	$T_3 = 2,2$ $T_1 = 0,44$ $T_2 = 0,126$ $T_3 = 0,054$	16 12 9 8	Точіння попер. Точіння попер. Точіння остаточ.
Ø25H8	$\varepsilon = 1,3/0,033 = 39,39$	$\varepsilon_1 = 6$ $\varepsilon_2 = 3,5$ $\varepsilon_3 = 1,876$	$T_3 = 1,3$ $T_1 = 0,217$ $T_2 = 0,062$ $T_3 = 0,033$	16 13 10 8	Розточування попер. Розточування попер. Розточування остаточ.

Допуск після першого переходу відповідає 13 квалітету точності, після другого – 10 квалітету, після третього – 8 квалітету.

Оскільки обробляється внутрішня циліндрична поверхня, то доцільно використати методи обробки – 3 переходи розточування.

Вибираємо чистові та чорнові технологічних баз.

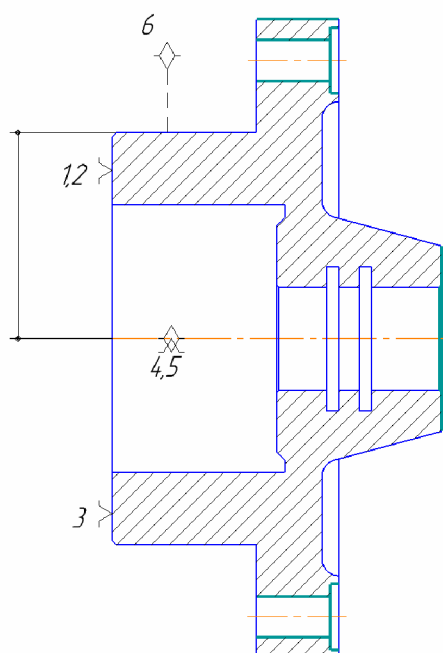


Рисунок 2.5 – Ескіз баз на операції 005 (чорнові технологічні бази)

В якості чорнових баз на перших операції 005 використаємо схему базування на в 3-х кулачковий патрон.

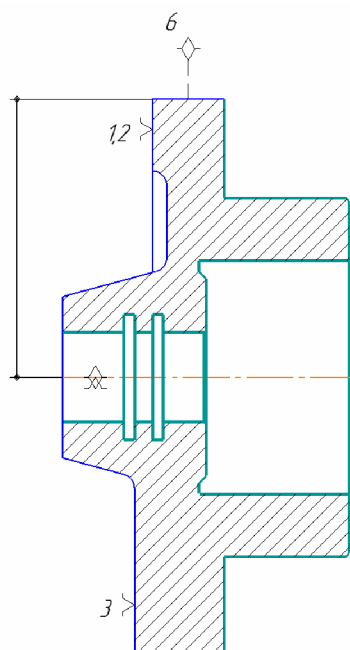
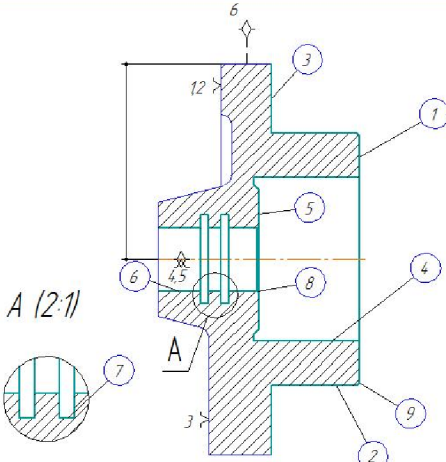
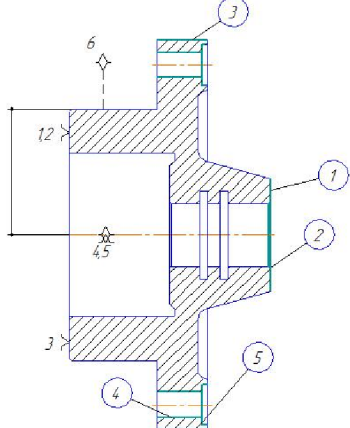
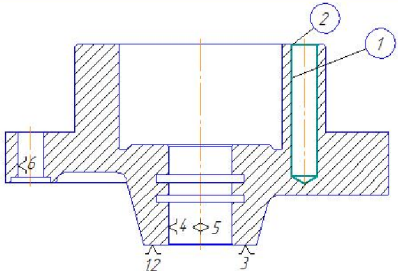
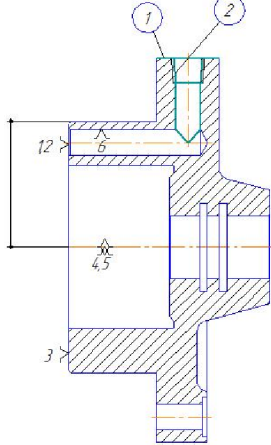


Рисунок 2.6 – Ескіз баз на операції 010 (чистові технологічні бази)

Таблиця 2.7 – Маршрут механічної обробки деталі "Кришка 12.63.1"

№ п.п	Назва операції: зміст переходу	Ескіз та схеми базування	Обладна- ння
005	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Точити поверхні 1, 2 та 3 попередньо по контуру. 3. Точити поверхню 2 попередньо. 4. Розточити поверхні 4 та 5 однократно. 5. Розточити отвір 6 попередньо. 6. Розточити отвір 6 попередньо та фаску 8 однократно. 7. Розточити канавки 7 однократно. 8. Розточити пов. 6 остаточно. 9. Точити пов. 1, 2, 3 остаточно та фаску 9 однократно. 10. Зняти деталь. 		Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ40
010	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Підрізати торець 1 однократно. 3. Розточити фаску 2 однократно. 4. Точити пов. 3 однократно. 5. Центрувати 6 отв. 4 однократно. 6. Свердлити 6 отв. 4. 7. Цекувати 6 отв. 5. 8. Зняти деталь. 		Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ40
015	<p><u>Свердлильна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Центрувати отв. 1 однократно. 3. Свердлити отв. 1 однократно. 4. Цекувати фаску 2 однократно. 5. Зняти деталь. 		Фрезерний верстат з ЧПК 2Р135Ф2
020	<p><u>Фрезерна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Фрезерувати поверхню 1 однократно. 3. Центрувати отв. 2 однократно. 4. Свердлити отв. 2 однократно. 5. Нарізати різь в отв. 2. 6. Зняти деталь. 		Фрезерний верстат з ЧПК 6Р13РФ3

2.5 Розмірний аналіз технологічного процесу

Проведемо вибір розташування технологічних розмірів. Призначаємо допуски на технологічні розміри. Для заготовки приймаємо 16 квалітет точності.

Таблиця 2.8 – Попередні допуски технологічних розмірів [12]

Технологічний розмір	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	$З_1$	$З_2$	$З_3$	$З_4$
Допуск, мм	1,2	0,52	0,62	0,74	0,3	0,62	1,9	1,9	1,3	1,6

$$K_{1\max} = 80 \text{ (мм)}, K_{1\min} = 79,7 \text{ (мм)}; \quad K_{2\max} = 55 \text{ (мм)}, K_{2\min} = 54,26 \text{ (мм)};$$

$$K_{3\max} = 20 \text{ (мм)}, K_{3\min} = 19,48 \text{ (мм)}; \quad K_{4\max} = 40,31 \text{ (мм)}, K_{4\min} = 39,69 \text{ (мм)};$$

$$K_{5\max} = 47,81 \text{ (мм)}, K_{5\min} = 47,19 \text{ (мм)}.$$

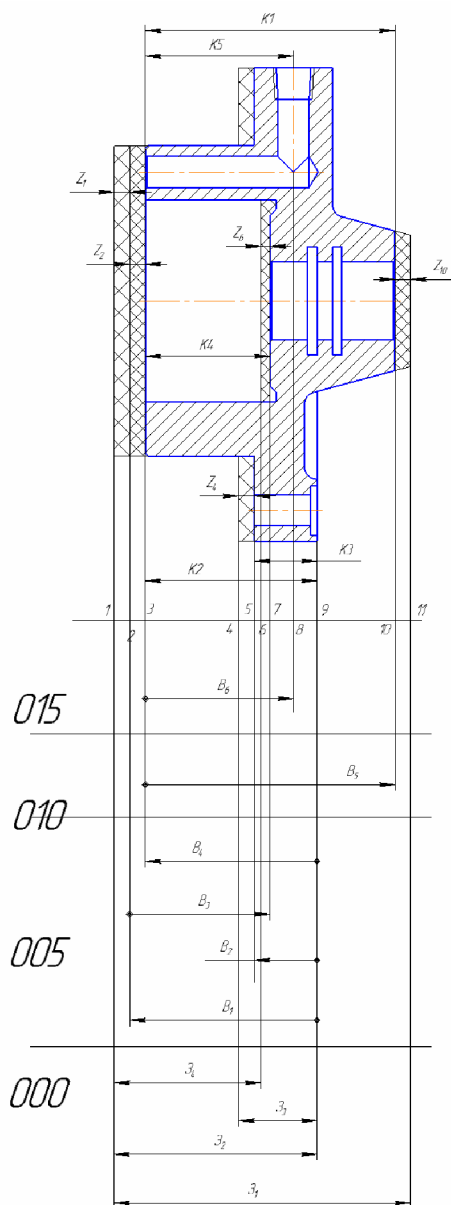


Рисунок 2.8 – Розмірна схема технологічного процесу

Похідний, вихідний граф-дерева, суміщений граф.

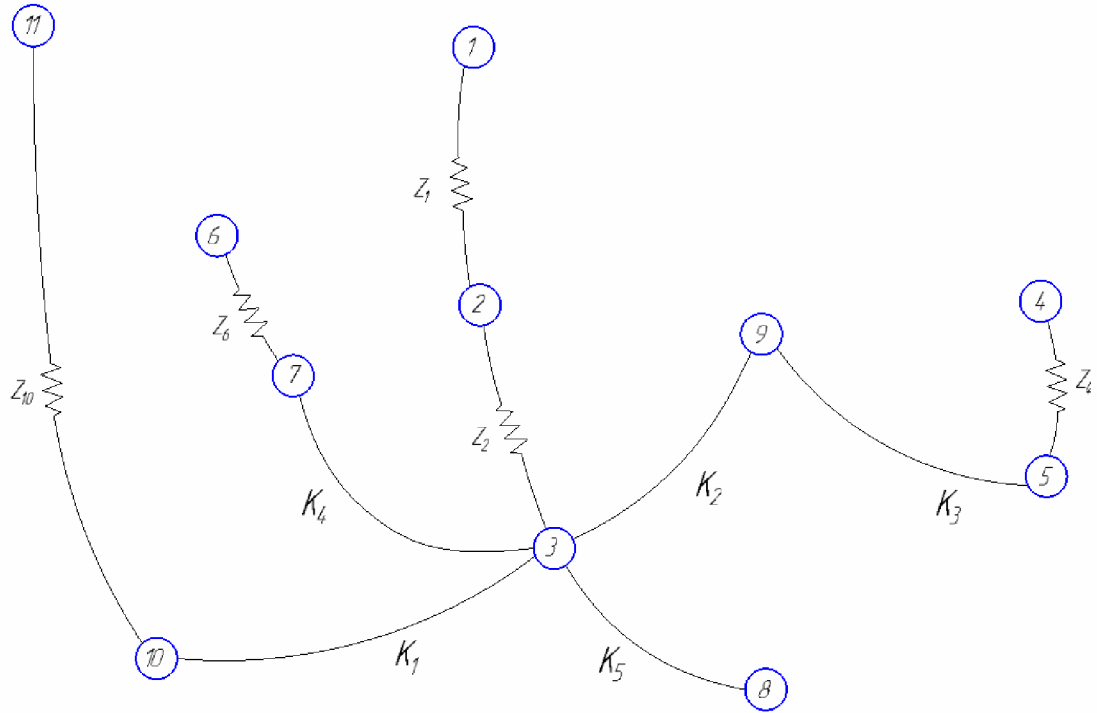


Рисунок 2.9 – Похідне граф-дерево

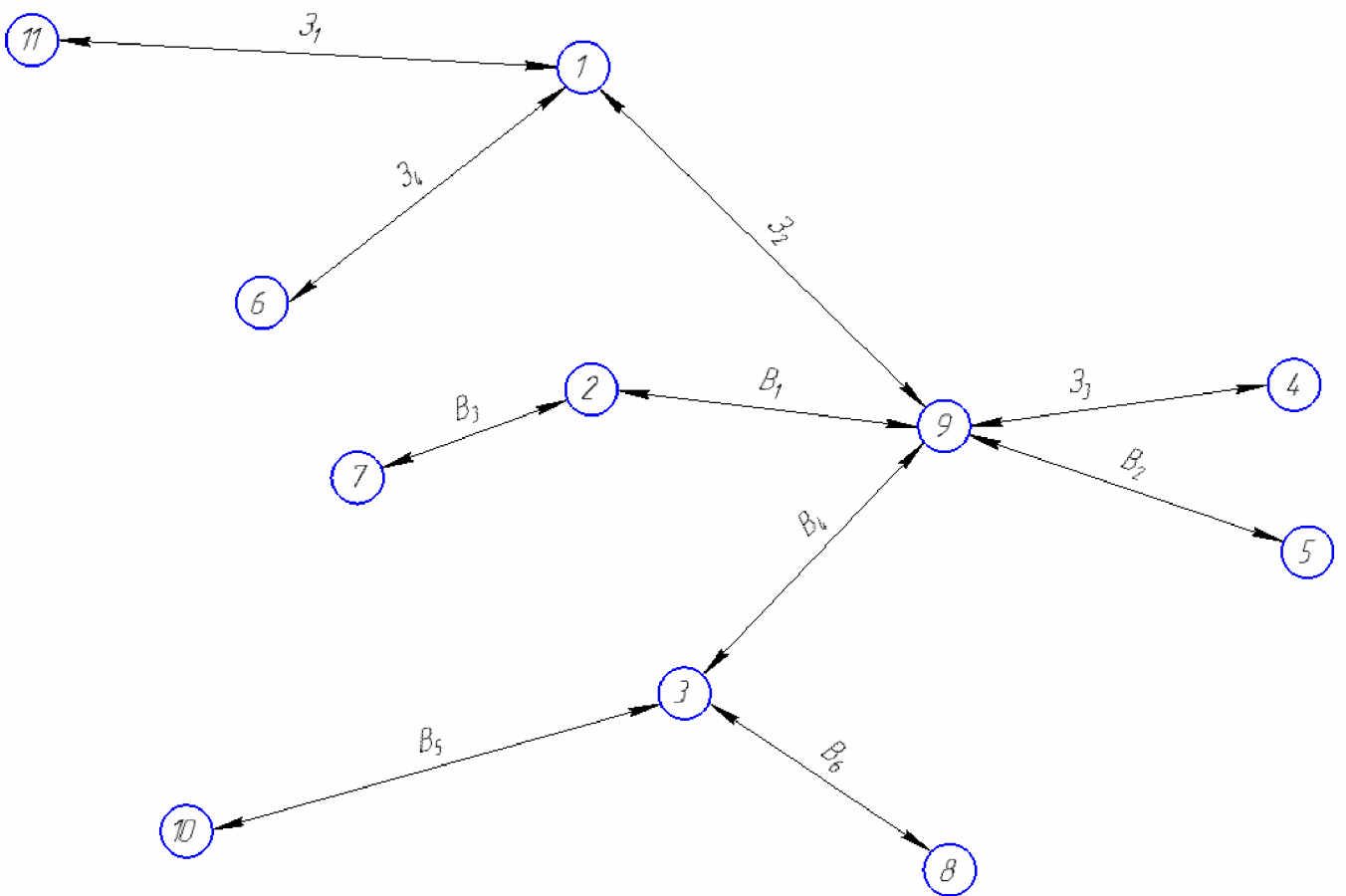


Рисунок 2.10 – Вихідне граф-дерево

Суміщений граф-дерево це графічне зображення технологічного процесу механічної обробки.

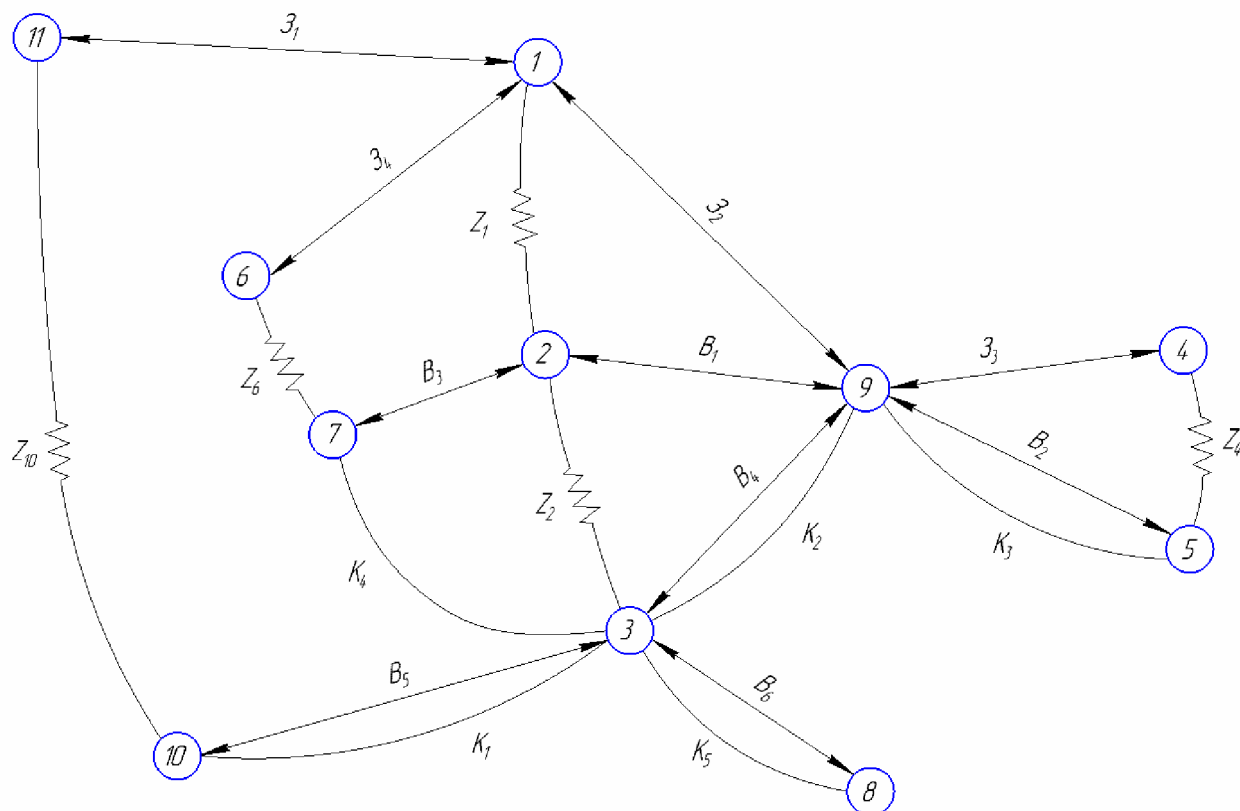


Рисунок 2.11 – Суміщене граф-дерево

Проміжні мінімальні припуски призначаємо нормативним способом.

$$Z_{1\min}=1,2 \text{ (мм)}; \quad Z_{2\min}=0,8 \text{ (мм)}; \quad Z_{4\min}=0,8 \text{ (мм)}; \quad Z_{6\min}=0,8 \text{ (мм)};$$

$$Z_{10\min}=1,2 \text{ (мм)}.$$

Таблиця 2.9 – Рівнянь технологічних розмірних ланцюгів

№ п/п	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	$B_5 - K_1 = 0$	$B_5 = K_1$	B_5
2	$B_4 - K_2 = 0$	$B_4 = K_2$	B_4
3	$B_2 - K_3 = 0$	$B_2 = K_3$	B_2
4	$B_6 - K_5 = 0$	$B_6 = K_5$	B_6
5	$Z_3 - Z_4 - B_2 = 0$	$Z_4 = Z_3 - B_2$	Z_3
6	$B_1 - Z_2 - B_4 = 0$	$Z_2 = B_1 - B_4$	B_1

Продовження табл. 2.9

7	$z_2 - z_1 - B_1 = 0$	$z_1 = z_2 - B_1$	z_2
8	$-K_4 + B_4 - B_1 + B_3 = 0$	$K_4 = B_4 - B_1 + B_3$	B_3
9	$-z_4 - z_6 + B_3 - B_1 + z_2 = 0$	$z_6 = -z_4 + B_3 - B_1 + z_2$	z_4
10	$-z_{10} - B_5 + B_4 - z_2 + z_1 = 0$	$z_{10} = -B_5 + B_4 - z_2 + z_1$	z_1

Таблиця 2.10 – Технологічні розміри

Розмір, що визначається	Розрахунок
1	2
B_5	$B_5 = K_1$ $B_5 = 80_{(-0,3)} \text{ (мм)}$.
B_4	$B_4 = K_2$ $B_4 = 55_{-0,74} \text{ (мм)}$.
B_2	$B_2 = K_3$ $B_2 = 20_{-0,52} \text{ (мм)}$.
B_6	$B_6 = K_5$ $B_6 = 47,5(\pm 0,31) \text{ (мм)}$.
z_3	$z_4 = z_3 - B_2$ $z_{3\min} = z_{4\min} + B_{2\max} = 0,8 + 20 = 20,8 \text{ (мм)}$; $z_{3\max} = z_{3\min} + IT(z_3) = 20,8 + 1,3 = 22,1 \text{ (мм)}$; $z_3 = 21,45 (\pm 0,65) \text{ (мм)}$; $z_{4\max} = z_{3\max} - B_{2\min} = 22,1 - 19,48 = 2,62 \text{ (мм)}$.
B_1	$z_2 = B_1 - B_4$ $B_{1\min} = z_{2\min} + B_{4\max} = 0,8 + 55 = 55,8 \text{ (мм)}$; $B_{1\max} = B_{1\min} + IT(B_1) = 55,8 + 1,3 = 57,1 \text{ (мм)}$; $B_1 = 57,1_{-1,3} \text{ (мм)}$; $z_{2\max} = B_{1\max} - B_{4\min} = 57,1 - 54,26 = 2,84 \text{ (мм)}$.
z_2	$z_1 = z_2 - B_1$ $z_{2\min} = z_{1\min} + B_{1\max} = 1,2 + 57,1 = 58,3 \text{ (мм)}$;

Продовження таблиці 2.10

1	2
	$Z_{2\max} = Z_{2\min} + IT(Z_2) = 58,3 + 1,9 = 60,2 \text{ (мм)};$ $Z_2 = 60,2_{-1,9} \text{ (мм)};$ $Z_{1\max} = Z_{2\max} - B_{1\min} = 60,2 - 55,8 = 4,4 \text{ (мм)}.$
B_3	$K_4 = B_3 - B_1 + B_4$ $B_{3\max} = B_{1\min} + K_{4\max} - B_{4\min} = 55,8 + 40,31 - 54,26 = 41,85 \text{ (мм)};$ $B_{3\min} = B_{1\max} + K_{4\min} - B_{4\max} = 57,1 + 39,69 - 55 = 41,49 \text{ (мм)}.$ $B_3 = 41,67 (\pm 0,18) \text{ (мм)}.$
Z_4	$Z_6 = -Z_4 + B_3 - B_1 + Z_2$ $Z_{6\min} = -Z_{4\max} + B_{3\min} - B_{1\max} + Z_{2\min}$ $Z_{4\max} = B_{3\min} - B_{1\max} + Z_{2\min} - Z_{6\min} =$ $= 41,49 - 57,1 + 58,3 - 0,8 = 41,89 \text{ (мм)};$ $Z_{4\min} = Z_{4\max} - IT(Z_4) = 41,89 - 1,6 = 40,29 \text{ (мм)};$ $Z_4 = 41,09 (\pm 0,8) \text{ (мм)}.$ $Z_{6\max} = -Z_{4\min} + B_{3\max} - B_{1\min} + Z_{2\max} =$ $= -40,18 + 41,85 - 55,8 + 60,2 = 5,07 \text{ (мм)}.$
Z_1	$Z_{10} = -B_5 + B_4 - Z_2 + Z_1$ $Z_{10\min} = -B_{5\max} + B_{4\min} - Z_{2\max} + Z_{1\min}$ $Z_{1\min} = B_{5\max} - B_{4\min} + Z_{2\max} + Z_{10\min} =$ $= 80 - 54,26 + 60,2 + 1,2 = 87,14 \text{ (мм)};$ $Z_{1\max} = Z_{1\min} + IT(Z_1) = 87,14 + 1,9 = 89,04 \text{ (мм)};$ $Z_1 = 89,04_{-1,9} \text{ (мм)}.$ $Z_{10\max} = -B_{5\min} + B_{4\max} - Z_{2\min} + Z_{1\max} =$ $= -79,7 + 55 - 58,3 + 89,04 = 6,04 \text{ (мм)}.$

Таблиця 2.11 – Значення технологічних розмірів та розмірів заготовки

Технологічний розмір	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
розмір	57,1	20	41,67	55	80	47,5
Допуск	1,3	0,52	0,36	0,74	0,3	0,62

Продовження таблиці 2.11

Технологічний розмір	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
	89,04	60,2	21,45	41,09
Допуск	1,9	1,9	1,3	1,6

2.6 Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні $\varnothing 25H8$

Для проведення розрахунків приймаємо [12]:

- для заготовки $R_Z=140$ мм, $T = 240$ мкм;
- при попередньому розточуванні $R_Z=T=100$ мкм;
- при попередньому розточуванні $R_Z=T=50$ мкм;
- при чистовому розточуванні $R_Z=25$ мм, $T = 25$ мкм.

Розраховуємо мінімальні значення міжопераційних припусків:

$$2Z_{i\min}=2(R_{z_{i-1}}+T_{i-1}+\sqrt{\rho_{i-1}^2+\varepsilon_i^2}). \text{ [мкм]} \quad (2.14)$$

Сумарне значення просторових відхилень згідно [10] визначається:

$$\rho=\sqrt{\rho_{\text{жол}}^2+\rho_{\text{зм}}^2}, \text{ [мкм]} \quad (2.15)$$

де $\rho_{\text{жол}}$ – просторові відхилення спричинені жолобленням;

$\rho_{\text{зм}}$ – відхилення за рахунок зміщення поверхні.

Для деталі Кришка відповідно:

$$\rho_{\text{жол}}=\sqrt{(0,7 \cdot 25)^2+(0,7 \cdot 40)^2}=33,02 \text{ (мкм);}$$

$$\rho_{\text{зм}}=T_{80}=0,12 \text{ (мм);}$$

$$\rho=\sqrt{33,02^2+120^2}=124,46 \text{ (мкм).}$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_n = k \cdot \rho_{n-1} \text{ [мкм]} \quad (2.16)$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 124,46 = 7,5 \text{ (мкм)};$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 7,5 = 0,37 \text{ (мкм)}.$$

Похибка установки при попередньому розточуванні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ [мкм]} \quad (2.17)$$

де ε_6 – похибка базування, що в даному випадкові рівна нулеві;

ε_3 – похибка закріплення, що при установці в самоцентруючому трьохкулачковому патроні складає 110 мкм. Відповідно похибка установки:

$$\varepsilon_1 = 110 \text{ (мкм)}.$$

При попередньому зенкеруванні похибка установки, внаслідок того, що переходи виконуються в одному пристосуванні складатиме:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot 0,05 = 110 \cdot 0,05 = 5 \text{ (мкм)}.$$

Мінімальний припуск:

Попереднє розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(140 + 240 + \sqrt{124,46^2 + 110^2}) = 2 \cdot 546 \text{ (мкм)}.$$

попереднє розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(100 + 100 + \sqrt{7,5^2 + 5^2}) = 2 \cdot 209 \text{ (мкм)}.$$

чистове розточування:

$$2Z_{3\min} = 2(50 + 50 + 0,37) = 2 \cdot 100 \text{ (мкм)}.$$

Після чистового розточування ми маємо отримати розмір, який вказаний на креслені:

$$d = 25,033 \text{ (мм)}.$$

Віднімаємо розрахунковий мінімальний припуск почергово по кожному технологічному переходу:

після попереднього розточування:

$$d_2 = 25,033 - 2 \cdot 0,100 = 24,833 \text{ (мм)};$$

після попереднього розточування:

$$d_1 = 24,833 - 2 \cdot 0,209 = 24,415 \text{ (мм)}.$$

для заготовки:

$$d_{\text{зар}} = 24,415 - 2 \cdot 0,546 = 23,323 \text{ (мм)}.$$

Визначаємо найменші граничні розміри:

$$d_{\min 3} = 25,033 - 0,033 = 25 \text{ (мм)};$$

$$d_{\min 2} = 24,833 - 0,084 = 24,749 \text{ (мм)};$$

$$d_{\min 1} = 24,42 - 0,33 = 24,09 \text{ (мм)};$$

$$d_{\max \text{ зар}} = 23,3 - 1,3 = 22 \text{ (мм)}.$$

Граничні значення припусків Z_{\max}^{ep} :

$$2Z_{\max 3} = 25 - 24,749 = 0,251 \text{ мм} = 251 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\min 3} = 25,033 - 24,833 = 0,2 \text{ мм} = 200 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\max 2} = 24,749 - 24,09 = 0,659 \text{ мм} = 659 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\min 2} = 24,833 - 24,42 = 0,413 \text{ мм} = 413 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\max 1} = 24,09 - 22 = 2,09 \text{ мм} = 2090 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\min 1} = 24,42 - 23,3 = 1,12 \text{ мм} = 1120 \text{ (мкм)}.$$

Розраховуємо загальні припуски:

$$2Z_{0\min} = 1120 + 413 + 200 = 1733 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{0\max} = 2090 + 659 + 251 = 3000 \text{ (мкм)}.$$

Всі результати проведених розрахунків записано в таблицю 2.12

Таблиця 2.12 – Розрахункові значення припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору $\varnothing 25H8$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 25H8$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм $2Z_{\min}$	Розрахунковий розмір, мм d_p	Допуск мкм δ	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків	
	R_z	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	140	240	124,46			23,323	1,3	22	23,3		
Розточув. попереднє	100	100	7,5	110	2·546	24,415	0,33	24,09	24,42	1,12	2,09
Розточув. попереднє	50	50	0,37	5	2·209	24,833	0,084	24,749	24,833	0,413	0,659
Розточув. остаточне	20	25	-	-	2·100	25,033	0,033	25	25,033	0,2	0,251
Ітого										1,733	3

Виконуємо перевірку:

$$2Z_{\max 3} - 2Z_{\min 3} = 0,251 - 0,2 = 0,051 \text{ (мм)};$$

$$\delta_4 - \delta_3 = 0,084 - 0,033 = 0,051 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 2} - 2Z_{\min 2} = 0,659 - 0,413 = 0,246 \text{ (мм)};$$

$$\delta_3 - \delta_2 = 0,33 - 0,084 = 0,246 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 1} - 2Z_{\min 1} = 2,09 - 1,12 = 0,97 \text{ (мм)};$$

$$\delta_2 - \delta_1 = 1,3 - 0,33 = 0,97 \text{ (мм)}$$

Отже всі проведені розрахунки є правильними і не потребують уточнення.

Таблиця 2.13 – Розрахункові значення припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку поверхні розміром $\varnothing 100\text{h}8$

Поверхні	Припуск $2Z_{\min}$	Розрахункові розміри	Допуск, мм	Проміжні розміри, мм
$\varnothing 100\text{h}8$				
Заготовка $\varnothing 104,56_{-2,5}$	-	-	2,5	$\varnothing 104,56_{-2,5}$
Точіння попереднє	2,11	101,678	0,46	$\varnothing 101,68_{-0,46}$
Точіння попереднє	0,267	100,934	0,12	$\varnothing 100,93_{-0,12}$
Точіння остаточне	0,121	100	0,054	$\varnothing 100\text{h}8$

2.7 Визначення режимів різання при різних методах механічної обробки

Проведемо розрахунок режимів різання на прикладі розточування отвору та свердління отвору.

Операція 005. Токарно-револьверна з ЧПК

Модель верстата – 1П420Ф40.

Розрахунок режимів різання для розточування отвору $\varnothing 25\text{H}8$.

Ріжучий інструмент: Різець розточний з твердосплавною пластиною Т15К6.

Глибину різання:

$$t = (D-d)/2 = (24,833-24,42)/2 = 0,206 \text{ (мм)}.$$

Рекомендується подача для таких умов – $S=0,25-0,4$ мм/об. [8]. Приймаємо $S=0,35$ мм/об.

Приймаємо період стійкості різців $T=90$ хв.

Допустима швидкість різання $V_{\text{табл}} = 78$ м/хв [13]. Матеріал без корки $K_{\text{nv}}=1$; матеріал різців Т15К6, $K_{\text{uv}}=1$;

$$V_{\text{різ}} = V_{\text{таб}} \cdot K_{\text{nv}} \cdot K_{\text{uv}} = 78 \cdot 1 \cdot 1 = 78 \text{ (м/хв)}.$$

Частота обертання шпинделя складає

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D = 1000 \cdot 78 / 3,14 \cdot 24,833 = 1001,31 \text{ (об/хв)}.$$

Враховуючи те, що верстат 1П420ПФ40 має безступінчасте регулювання частотою обертання, тому приймаємо $n = 1000$ (об/хв).

Дійсна швидкість різання складає:

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 24,833 \cdot 1000 / 1000 = 77,94 \text{ (м/хв)}.$$

Потужність різання при заданій точності складає $N_{\text{таб}}=1,1$ кВт.

Ефективна потужність верстата на шпинделі:

$$N_{\text{в}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 8 \cdot 0,85 = 6,4 \text{ (кВт)}; N_{\text{різ}} < N_{\text{в}}.$$

Умови по обробці різанням (потужності) виконуються.

Розрахунок режимів різання для свердління шести отворів $\varnothing 10$.

Ріжучий інструмент: Свердло спіральне ГОСТ 10903-77.

Визначення припуску на обробку:

$$t = 10/2 = 5 \text{ (мм)}.$$

Визначення подачі: для HB<229. Глибина свердління: $l/d=10/20<3$ $K_1=1,0$.

$$S_0 = S_{\text{таб}} \cdot K_{1s} = 0,32 \cdot 1,0 = 0,32 \text{ (мм/об)}.$$

Назначаємо період стійкості свердла $T=30$ хв.

Визначаємо допустиму швидкість різання $V_{\text{таб}}=19,2^{\text{м/хв}}$, $K_{1v}=0,8$ [8]:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_{1v} = 19,2 \cdot 0,8 = 15,36 \text{ (м/хв)}.$$

Визначаємо частоту обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 15,36}{3,14 \cdot 10} = 489 \text{ (хв}^{-1}\text{)}.$$

Тоді $n_{\text{пр}} = 500$ об/хв.

Дійсна швидкість різання складає:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 500}{1000} = 15,7 \text{ (м/хв)}.$$

Визначаємо потужність різання при заданих режимах різання, $N_{\text{таб}}=0,2$ (кВт).

Ефективна потужність на шпинделі верстата складає

$$N_B = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ (кВт)}; \quad N_B > N_{\text{таб}};$$

Умови обробки по потужності виконуються.

Таблиця 2.14 – Режими різання Операція 005 - Токарно-револьверна з ЧПК

	Операції та переходи	t, мм	S, мм/об	S _{хв} , мм/хв	n, об/хв	V, м/хв
2	Точити поверхні 1, 2, та 3 попередньо	0,7	0,25	203,5	814	255,6
3	Точити поверхню 2 попередньо	0,4	0,3	289,5	965	303,01
4	Розточити поверхні 4 та 5 однократно.	0,8	0,25	103	412	84,09
5	Розточити отвір 6 попередньо.	0,4	0,25	205	820	64,37
6	Розточити отвір 6 попередньо.	0,25	0,3	300	1000	77,94
7	Розточити канавки 7 однократно.	0,3	0,3	156	520	57,15
8	Розточити пов. 6 остаточно	0,35	0,35	425	1215	95,38
9	Точити поверхні 1, 2 та 3 остаточно та фаску 9 однократно	0,2	0,35	413	1180	370,52

2.8 Визначення технічних норм часу для всіх операцій

Визначаємо основний технологічний час (підрізання торця):

$$t_o = T_o = 0,037 (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3}, [\text{хв}] \quad (2.18)$$

Так, наприклад, при виконанні другого переходу маршруту механічної обробки операції 010, де обробляється торець деталі, маємо:

$$T_{o2} = 0,037 (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037 (40^2 - 25^2) \cdot 10^{-3} = 0,036 \text{ (хв)}.$$

Основний час для операції 010:

$$\begin{aligned} T_o &= 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,2 \cdot d \cdot l = \\ &= (0,037 \cdot (40^2 - 25^2)) + 0,18 \cdot 25 \cdot 0,5 + 0,18 \cdot 155 \cdot 20 + 6 \cdot 0,52 \cdot 2 \cdot 2 + \end{aligned}$$

$$+ 6 \cdot 0,52 \cdot 10 \cdot 20 + 6 \cdot 0,52 \cdot 16 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 1,332 \text{ (хв.)};$$

$T_{ум}$ – норма штучного часу, що визначається за формулою:

$$T_{ум} = T_0 + T_e + T_{об} + T_{от} \text{ [хв.]}, \quad (2.19)$$

де T_e – допоміжний час, що можна знайти за формулою:

$$T_e = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yn} + T_{из} \text{ [хв.]}, \quad (2.20)$$

де $T_{y.c}$ – час на установку і зняття деталі, що рівний 0,35 хв.;

$T_{з.о}$ – час на закріплення і розкріплення деталі, що рівний 0,2 хв.;

T_{yn} – час на прийоми управління, що рівний 0,35 хв.;

$T_{из}$ – час на вимірювання деталі, що рівний 0,15 хв.;

Тоді

$$T_e = 0,35 + 0,2 + 0,35 + 0,15 = 1,05 \text{ (хв.)};$$

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця, що визначається за формулою:

$$T_{об} = 7\% \cdot (T_0 + T_e) = 0,07 \cdot (1,332 + 1,05) = 0,167 \text{ (хв.)};$$

$T_{от}$ – час на відпочинок і особисті потреби, що визначаємо за формулою:

$$T_{от} = 5\% \cdot (T_0 + T_e) = 0,05 \cdot (1,332 + 1,05) = 0,119 \text{ (хв.)};$$

Визначаємо штучний час на 010 операції:

$$T_{\text{шт}} = 1,332 + 1,05 + 0,167 + 0,119 = 2,668 \text{ (хв.)};$$

Час виконання операцій називається штучно-калькуляційним і визначається:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n} \text{ [хв.]}, \quad (2.21)$$

де $T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв.;

$T_{\text{п-з}}$ – підготовчо – заключний час, хв.;

$$T_{\text{п-з}} = 14 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 9 = 31 \text{ (хв.)};$$

n – кількість деталей в партії, шт.;

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} \text{ [шт.]}, \quad (2.22)$$

де N – річна програма випуску деталей, $N = 4500$ шт.;

t – кількість днів запасу деталей на складі, $t = 3$ дні;

Φ – кількість робочих днів в року, $\Phi = 252$ дні;

Тоді

$$n = \frac{4500 \cdot 3}{252} = 53,57 = 53 \text{ (шт.)};$$

$$T_{\text{шт-к}} = 31/53 + 2,668 = 3,253 \text{ (хв.)}$$

Аналогічним способом визначаємо норми часу на інші поверхні деталі та отриманий результат заносимо до таблиці 2.15

Таблиця 2.15 – Норми штучно-калькуляційного часу

Номер і найменування операції	T_o , хв	T_e , хв			$T_{об}$, хв	$T_{от}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{н-з}$, хв	n	$T_{шт-к}$, хв
		$T_{y.c} + T_{z.o}$	$T_{y.n}$	T_{uz}						
Токарно-револьверна з ЧПК	3,724	0,55	0,35	0,1	0,334	0,239	5,347	31	53	5,932
Токарно-револьверна з ЧПК	1,332	0,55	0,35	0,1	0,167	0,119	2,668	31	53	3,253
Свердлильна з ЧПК	0,216	0,35	0,25	0,1	0,064	0,046	1,026	31	53	1,611
Фрезерна з ЧПК	0,389	0,35	0,25	0,1	0,076	0,054	1,219	31	53	1,804

Загальний час на обробку деталі становитиме:

$$T_{заг} = 5,932 + 3,253 + 1,611 + 1,804 = 12,6 \text{ (хв.)}$$

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

3.1 Розробка технічного завдання на пристосування

Назва та галузь застосування

Пристосування спеціальне для верстата моделі 2P135Ф2. Операція 015, Свердлильна з ЧПК.

Пристосування повинно відповідати умовам безпечної роботи, передбаченими ГОСТ12.2.029-77.

Експлуатація пристосування в закритому приміщенні.

Підстави для розробки і назва проектуючої організації

Розробку пристосування вести на підставі завдання до магістерської кваліфікаційної роботи, складеного і затвердженого кафедрою “Технологій та автоматизації машинобудування”.

Мета і призначення розробки

Метою даного розділу МКР є розробка конструкції спеціального пристосування для виконання операції на верстаті моделі 2P135Ф2 відповідно технічним вимогам даного ТЗ та оформлення складального і монтажного креслення пристосування для виконання операції.

Джерела розробки

- Дійсне ТЗ на проектування;
- Єдина система конструкторської і технологічної документації;
- Загальні правила по розробці технологічних процесів і вибір засобів технологічної оснастки згідно ГОСТ 14.301-83;
- Правила вибору технологічної оснастки;
- Атласи вибору конструкції пристосувань.

Технічні вимоги

Конструкція пристосування повинна бути простою, надійною, зручною в експлуатації і забезпечувати можливість візуального контролю роботи основних вузлів. Габарити пристосування повинні відповідати розмірам стола верстата моделі

2P135Ф2, забезпечувати вільне позиціонування інструмента. Монтаж і кріплення пристосування на столі верстата повинен здійснюватися легко і швидко. Монтаж і кріплення пристосування на столі верстата здійснюється за допомогою гвинтів М12.

Конструкція пристосування повинна забезпечувати можливість наладки на розмір безпосередньо на верстаті. Повинно забезпечуватись вільне видалення стружки.

Технічні вимоги на деталь вказані в робочому кресленні, що додається до даного ТЗ. Основними документами на проектування є креслення деталі, операційна карта або креслення заготовки.

Пристосування обслуговується верстатником четвертого розряду.

– Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

З метою підвищення надійності і економічності пристосування необхідно забезпечити комплектацію стандартними, установочними і затискними елементами. Рівень стандартизації і уніфікації конструкції повинен бути не менше 80%.

– Вимоги до забезпеченості використання пристосування

Зовнішні елементи конструкції пристосування не повинні мати поверхні з нерівностями, які представляють джерело небезпеки. Радіуси заокруглень, розміри фасок зовнішніх поверхонь повинні бути не менше 1 мм. Конструкція пристосування повинна передбачати безпечність встановлення і знімання заготовки, яка ліквідує можливість їх самовільного падіння з опор.

Максимальний габаритний зазор для встановлення заготовок з метою виключення защемлення рук робітника не повинна перевищувати 5 мм. Висота від рівня підлоги до органів керування повинна бути не менше 1000 мм і не більше 1600 мм.

– Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту

Пристосування фарбувати емаллю ПФ методом пневморозпилювання, колір згідно вимог ТУ. Експлуатувати пристосування в закритому приміщенні. Технічне обслуговування і ремонт здійснювати згідно правил ППР. Кінцеву підналадку і регулювання виконати після обробки пробних заготовок.

– Вимоги до транспортування і збереження

Конструкція пристосування повинна забезпечувати надійність, зручність в обслуговуванні і відповідати вимогам по охороні праці при транспортуванні і встановленні пристосування на верстаті або стелажі. Пристосування зберігати на стелажах, які забезпечують всі вимоги по транспортуванню і зберіганню. Місце зберігання спеціальне приміщення, яке опалюється.

До економічних показників входять:

термін окупності – 3 років;

лімітна ціна – 12000 грн.;

економічна перевага в порівнянні з іншими.

Вихідні дані для пристосування:

– креслення деталі “Кришка 12.63.1”;

– річний об’єм випуску деталей $N_p=4500$ шт.

– маса деталі $m=3,543$ кг.

– матеріал деталі СЧ 15 ГОСТ 1412-79.

3.2 Розробка і вибір схеми базування і закріплення заготовки

За своєю формою, конструкцією та технологічними ознаками дана деталь відноситься до класу фланці.

Обробка деталі на заданій операції здійснюється на свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2.

На операції 015, свердлильна з ЧПК, виконується свердління отвору.

Наша деталь базується на площини та два пальці. Пристосування монтується на столі верстата і кріпиться болтами.

Настройка на розмір виконується по установу з точністю $\pm 0,01$ мм.

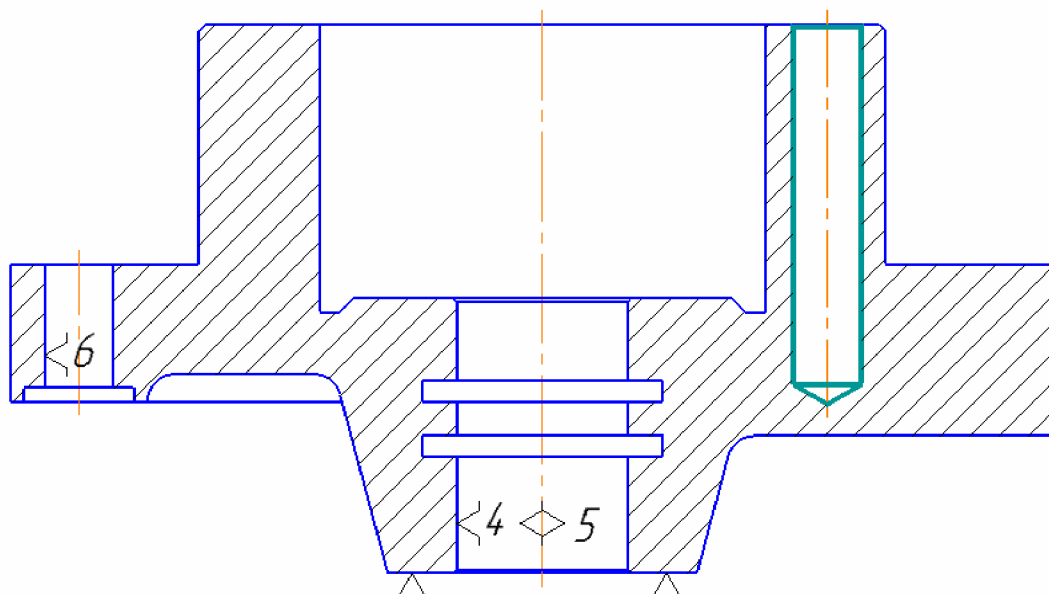


Рисунок 3.1 – Схема базування заготовки

Визначимо похибки базування на даній операції:

$\varepsilon_{652,5} 0$ – обробка з одного установу;

$\varepsilon_{6\varnothing 10} = 0$ – обробка циліндричної поверхні.

Похибка базування для розміру $\varepsilon_{641,5} = TA_{25} + TC = 33 + 0 = 33$ мкм.

Похибка $\varepsilon_{641,5} = 33 < TA_{14} = 620$, тобто похибка базування входить в поле допустимого значення розміру.

3.3 Розробка конструктивної схеми пристосування

Після визначення схеми установки проводимо вибір схеми закріплення і конструкцію затискного механізму.

В процесі закріплення сили затиску не повинно порушуватись положення заготовки, яке вона отримала після базування [15].

Деталь встановлюється на два установчих пальця і площину.

Пальці запресовані в плиту, яка прикріплена до основи пристосування. Через отвори основи проходять тяги, які за допомогою рухомої плити та опорної шайби притискають деталь до основи. Тяги з'єднані з кулачком та поворотною ручкою.

Монтується пристосування на столі верстата гвинтами $M12 \times 1,5$.

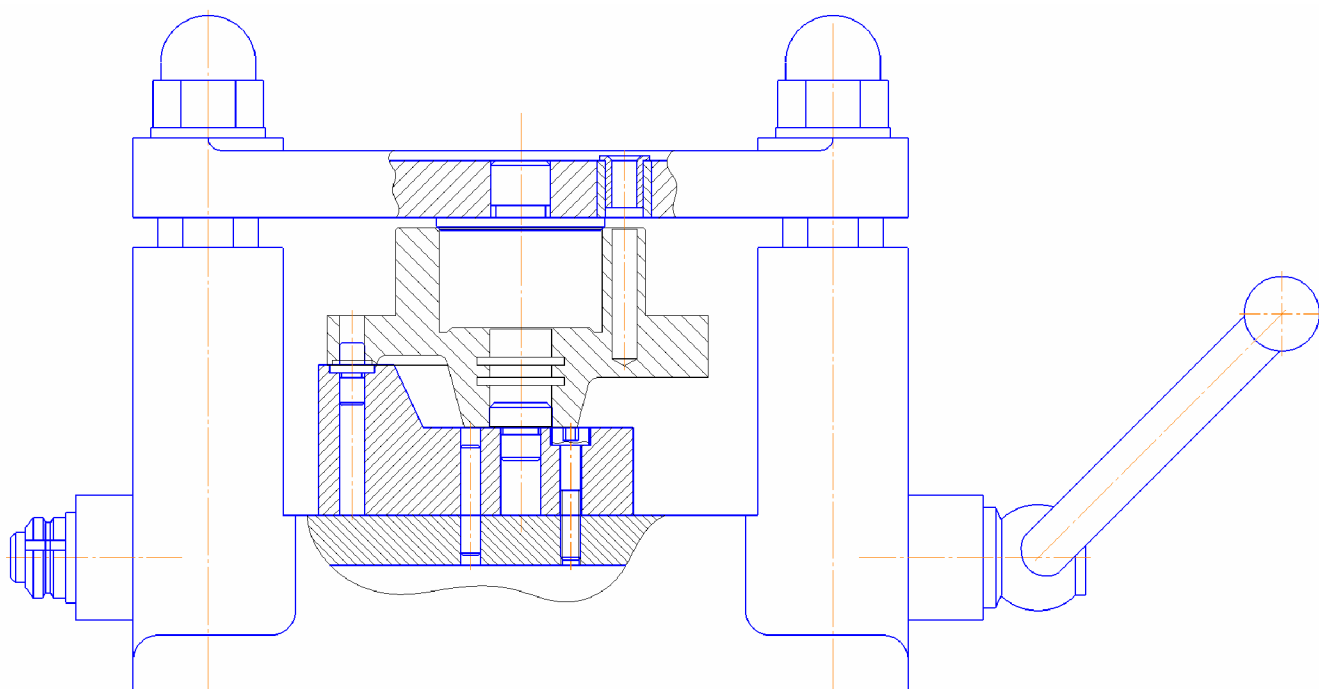


Рисунок 3.2 – Конструктивна схема верстатного пристосування

3.4 Визначення сил закріплення та параметрів затискного пристрою

В процесі обробки отворів свердлінням оброблювана заготовка знаходиться під дією крутного моменту різання M_p і осьової сили P_o . В нашому свердлильному пристосуванні сила подачі і сила закріплення заготовки діє в одному напрямку, притискаючи заготовку до установочної поверхні.

При кріпленні заготовки в затисковому механізмі необхідно, щоб сила затискання забезпечувала надійне притискання упорної шайби до заготовки тільки в момент засвердлювання. Під дією крутного моменту різання M_p деталь намагається повернутися навколо осі. Цьому моменту протидіє момент тертя M_{mp} , що створюється осьовим зусиллям і силою закріплення Q .

Складаємо рівняння рівноваги дії сил.

$$M_p = M_{mp1} + M_{mp2}; \quad (3.1)$$

$$M_{mp1} = M_{mp2} = Q \cdot f_{mp} \cdot l. \text{ [Нм]} \quad (3.2)$$

Звідси, сила закріплення складає:

$$Q = \frac{M_p}{2 \cdot f_{mp} \cdot l} \cdot [\text{H}] \quad (3.3)$$

Визначаємо момент різання M_p за формулою:

$$M_p = 10C_M D^q s^y K_p, [\text{Нм}] \quad (3.4)$$

Поправочні коефіцієнти і показники степенів [6]:

$$C_M = 0,021; q = 2,0; y = 0,8; s = 0,2;$$

$$K_p = K_{MH} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = \left(\frac{190}{190} \right)^{0.6/0.6} = 1.$$

Тоді

$$M_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 10^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 8,79 \text{ (Нм)}$$

Знаючи значення моменту різання, знайдемо силу закріплення Q :

$$Q = \frac{8,79}{2 \cdot 0,15 \cdot 0,055} = 532 \text{ (Н)}.$$

Проведемо розрахунок затискного пристрою з круглим ексцентровим кулачком

Вихідні данні:

- допуск: $\delta = 0,3$ мм;
- сила затискання заготовки: $Q = 532$ Н;
- кут γ повороту кулачка при роботі: γ - не обмежений;
- привод: немеханізований

Визначаємо ексцентриситет E :

$$e = 0.5 \left(\delta + \Delta_{\text{gap}} + \frac{Q}{I} + \Delta h_K \right),$$

де Δ_{gap} - гарантований зазор для зручного встановлення заготовки ($\Delta_{\text{gap}} = 0,2-0,4$ мм), приймаємо $\Delta_{\text{gap}} = 0,3$ мм; I – жорсткість ексцентрового кулачка ($I = 980-1960$ кН/м), приймаємо $I = 1000$ кН/м; Δh_K - запас ходу, який враховує значення зношення та похибки виготовлення кулачка ($\Delta h_K = 0,4 - 0,6$ мм), приймаємо $\Delta h_K = 0,5$ мм.

Тоді:

$$e = 0,5(0,3 + 0,3 + 532/1000 + 0,5) = 1,253 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $e = 1,25$ (мм)

Визначаємо діаметр $d_{\text{ц}}$ опори:

$$d_{\text{ц}} \geq 0.226\sqrt{Q} \text{ [мм]}.$$

$$d_{\text{ц}} = 0.226\sqrt{532} = 12,36 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $d_{\text{ц}} = 13$ мм

Визначаємо зовнішній діаметр D ексцентрового кулачка:

$$D \geq 2(e + 1.2d_{\text{ц}}) \text{ [мм]}.$$

$$D = 2(1,253 + 1,2 \cdot 13) = 33,706 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $D = 35$ мм (ГОСТ 9061-68*).

Перевіряємо ексцентровий кулачок на самогальмування:

$$D \geq 16e.$$

$$D = 16 \cdot 1,253 = 20,05 \text{ (мм)} < 35 \text{ (мм)}.$$

Тобто умова самогальмування виконується

Визначаємо ширину B ексцентрового кулачка:

$$B \geq 0.037Q/D [\text{мм}].$$

$$B = 0,037 \cdot 532/35 = 5,62 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $B = 6$ мм (ГОСТ 9061-68*)

Визначаємо момент на рукоятці ексцентрового кулачка:

$$M = 2 \cdot e \cdot Q [\text{Н} \cdot \text{мм}].$$

$$M = 2 \cdot 1,253 \cdot 532 = 667 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Приймаємо $L = 170$ мм.

3.5 Аналіз точності пристосування

Визначення складових похибки установки

$$E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_{np}^2}, [\text{мкм}] \quad (3.8)$$

Проведемо розрахунки на точність для розміру 41,5.

Сумарна похибка пристосування визначається за формулою:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T_1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{n.u}^2 + (K_{T_2} \cdot \omega)^2}, \quad (3.9)$$

де T – допуск виконуємого розміру; для розміру 55 він складає 0,6 мм;

K_T – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілення; приймаємо $K_T = 1,0$ ($K_T = 1 \dots 1,2$);

K_{T1} – коефіцієнт, який враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; приймаємо $K_{T1}=0,8$ ($K_{T1}=0,8\dots0,85$);

K_{T2} – коефіцієнт, який враховує частку похибки обробки в сумарній похибці, яка викликається факторами, не залежними від пристосування; приймаємо $K_{T2}=0,6$ ($K_{T2}=0,6\dots0,8$);

ω – економічна точність обробки; приймаємо $\omega = 0,02$ мм для свердління по 10 – му квалітету;

ε_{δ} – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення;

ε_y – похибка установки пристосування на верстаті;

$\varepsilon_{и}$ – похибка деталі через зношення установчих елементів пристосування;

$\varepsilon_{п.и.}$ – похибка від перекосу (зміщення) інструменту.

В нашому випадку похибка базування складає $\varepsilon_{\delta} = 300$ мкм.

Сила затискання направлена перпендикулярно розміру 41,5 , а тому не впливає на розмір. Приймаємо $\varepsilon_3 = 0$.

Похибка установки пристосування на верстаті $\varepsilon_y=0,01$ мм – за рекомендацією.

Величина зносу для пальців $E_{и}=U$ (U – лінійний знос установчих елементів пристосування);

$$U = \frac{NK_y(1+0,03L)0,79t_i}{m - m_1 \cdot \dot{I}_1 - m_2 \cdot 0,1Q / FNV}, \quad (3.10)$$

де N – число встановлюваних заготовок;

K_y – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

L – довжина шляху ковзання заготовки по опорах при досиланні її до упора, мм (визначається за умовами експлуатації пристосування);

t_M – машинний час обробки заготовки в пристосуванні, хв;

m, m_1, m_2 – коефіцієнти;

Π_1 – критерій зносостійкості;

Q – навантаження на опору, Н;

F – площа торкання опори з базовою поверхнею заготовки, мм^2 ;

HV – твердість матеріалу опори по Віккерсу, рекомендації з її вибору наведені в [15].

Міжремонтний період Π заміни чи відновлення установчих елементів

$$\Pi = \frac{12K[N]}{N_p}, \quad (3.11)$$

де K – коефіцієнт запасу, що враховує нестабільність зносу установчих елементів ($K=0,8\dots0,85$);

$[N]$ – допустиме число встановлюваних заготовок до граничного зносу установчих елементів;

N_p – річна програма випуску деталей.

$$\varepsilon_{\text{и}} = 0,045 \text{ (мм)}.$$

Похибка від перекосу (зміщення) інструменту $\varepsilon_{\text{п.и.}} = 0$, тому що відсутні напрямні елементи для інструменту.

Підставляємо отримані значення параметрів у вихідну формулу (3.9):

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0,6 - 1,0 \sqrt{(0,8 \cdot 0,3)^2 + 0,01^2 + 0,045^2 + (0,6 \cdot 0,02)^2} = 0,355 \text{ (мм)}.$$

Отже умова виконується.

Вибір розрахункових параметрів, що визначають точність пристосування

На даній операції нам необхідно отримати розмір 41,5.

В якості розрахункових параметрів вибираємо наступні: $S_{\text{max ц}}$, $S_{\text{max ср}}$ – максимальний зазор між циліндричним пальцем та відповідним отвором в заготовці та максимальний зазор між зрізаним пальцем і у відповідним отвором в заготовці.

Призначимо на діаметри пальців поле допуску $f7$.

Виконавчі розміри діаметрів пальців

$$d_{\psi} = d_{cp} = 25f7 = 25_{-0.041}^{-0.020} = 24,98_{-0.021} \text{ (мм)}.$$

Максимальний зазор між пальцями та отворами

$$S_{\max\psi} = S_{\max cp} = 0,033 + 0,032 = 0,065 \text{ (мм)},$$

де D_{cp} , D_{ψ} – діаметри отворів під пальці в заготовці, $D_{\psi} = D_{cp} = 25^{+0,033}$ (мм);

$L_{д} = 41,5$ (мм) – відстань між осями отворів;

$ITL_{д}$ – допуск відстані, $ITL_{д} = \pm 0,05$ мм;

$\omega_{дон}$, $\gamma_{дон}$ – допустиме зміщення бічне та допустиме кутове зміщення,

$$\omega_{дон} = \pm 0,2 \text{ мм}, \gamma_{дон} = 5';$$

Розрахунок точності виготовлення деталей пристосування з використанням розмірного аналізу

Максимальне бічне зміщення заготовки:

$$0,5 \cdot S_{\max\psi} = 0,5 \cdot S_{\max cp} = 0,5 \cdot 0,065 = 0,0325 \text{ (мм)} < 0,2 \text{ (мм)}.$$

Отже умова $\omega_{дон} \geq 0,5 \cdot S_{\max}$ виконується.

Максимальне кутове зміщення дорівнює

$$\gamma_{\max} = \arctg[0,5 \cdot (S_{\max\psi} + S_{\max cp}) / L] = \arctg[0,5 \cdot (0,065 + 0,065) / 41,5] = \arctg 0,00157 < 5'$$

Отже умова $\gamma_{\max} \leq \gamma_{дон}$ виконується

Розрахунковий діаметр зрізаного пальця

$$d_{cp.p} = d_{cp.\max} - 0,25 \cdot ITd_{cp} = 9,984 - 0,25 \cdot 0,018 = 9,9795 \text{ (мм)}$$

Розрахунковий діаметр отвору під зрізаний палець

$$D_{cp.p} = D_{cp.min} + 0,25 \cdot ITD_{cp} = 10 + 0,25 \cdot 0,018 = 10,00045(\text{мм});$$

$$S_{miny} = 0,016(\text{мм});$$

$$ITL_n = 0,5 \cdot ITL_{\partial} = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05(\text{мм}).$$

Розрахункове зміщення вісі зрізаного пальця

$$\varepsilon_{cp.p} = 0,5(ITL_{\partial} - S_{maxy}) + ITL_n = 0,5 \cdot (0,1 - 0,034) + 0,05 = 0,083(\text{мм}).$$

Для пальців діаметром 10 мм ширина стрічки $d=4\text{мм}$. Тоді

$$b \leq 0,25 \cdot (D_{cp.p.} + d_{cp.p.}) \cdot (D_{cp.p.} - d_{cp.p.}) / \varepsilon_{cp.p.}$$

$$4 \leq 0,25 \cdot (10,00045 + 9,9795) \cdot (10,00045 - 9,9795) / 0,083 \approx 7,12$$

Отже умова виконується.

Отже всі допуски, що були прийняті в процесі розрахунку не жорсткі і тому прийнятні.

3.6 Вибір приводу, розрахунок його параметрів

Враховуючи дрібносерійний тип виробництва, програму виготовлення деталей на протязі року $N = 4500$ шт., мінімальний основний час обробки кожної деталі серед операцій технологічного процесу (0,216 хв). Приймаємо ексцентровий затискний механізм, який буде забезпечувати достатню швидкодію роботи та надійність затискання деталі. Про це свідчить їх загальна характеристика: переваги – простота та компактність конструкції, широке застосування стандартизованих деталей, зручність у налагодженні, можливість отримувати порівняно великі сили закріплення заготовок при невеликій силі на приводі (звичайно до 2000 Н), здатність до самогальмування, швидкодія (час спрацьовування біля 0.04 хв.).

3.7 Опис роботи пристосування

Заготовку, яка обробляється, встановлюють опорною площиною на пластину 6 і орієнтують по двом отворах на циліндричний палець 5 і зрізаний палець 4. Закріплення деталі виконують за допомогою переміщення плити 2 з встановленою в неї опорною шайбою 3. Так, при обертанні ручки пристосування, зусилля передається на ексцентриковий затисний пристрій, який рухає плиту 2 до низу. шайба 3 притискає деталь до пластини.

Монтується пристосування на столі верстату і кріпиться 4-ма болтами.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Розробка технологічної підготовки виробництва деталі «Кришка 12.63.1» відбувалась в приміщенні, яке обладнане робочими місцями з ПК. На розробника могли мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [16]:

1. Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена чи понижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищена чи понижена іонізація повітря;
- недостатня освітленість робочої зони;
- відсутність чи нестача природного освітлення.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження; розумове перевантаження; емоційні перевантаження.

Відповідно до наведених факторів здійснюємо планування щодо безпечного виконання роботи.

4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Обладнання робочого місця.

Робоче місце – це зона простору, що оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного працівника чи групи працівників.

Раціонально організоване робоче місце забезпечує умови праці і правильну побудову робочого процесу. Кожне робоче місце має свої специфічні особливості, пов'язані з особливостями організації виробничого процесу, різноманіттям форм конкретної праці.

Конструкція робочого місця розробника і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. [17]

Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Вимоги до конструкції меблів (робочий стіл, стілець (крісло), розташованих на робочих місцях користувача ПК, визначаються вимогами [18]. Відповідно до вимог екран ПК слід розташовувати на оптимальній відстані від очей працівника, але не ближче 0,4 м залежно від розміру екрана монітора.

Висота робочої поверхні столу для ПК має бути в межах 680 - 800 мм, а ширина - забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля. Рекомендовані розміри столу: висота - 725 мм, ширина - 600 -1400 мм, глибина - 800 - 1000 мм.

Робочий стіл для ПК повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм, на рівні витягнутої ноги – не менше 650 мм.

Робочий стіл для ПК, як правило, має бути обладнаним підставкою для ніг шириною не менше 300 мм та глибиною не менше 400 мм, з можливістю регулювання по висоті в межах 150 мм та кута нахилу опорної поверхні - в межах 20 град. Підставка повинна мати рифлену поверхню та бортик на передньому краї заввишки 10 мм. Застосування підставки для ніг тими, у кого ноги не дістають до підлоги, є обов'язковим.

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- підключати і відключати роз'єми кабелів пристроїв ПК тільки при відключеній напрузі;
- подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності кріплення провідників заземлення, справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- при виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;

- для профілактики порушень і підтримання працездатності оператора ПК власником повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- у період роботи за дисплеєм необхідно передбачити через кожні 40 – 45 хв три-п'ятихвилинні перерви для відпочинку. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год [4].

В приміщенні, де проводилася робота використовується чотири провідна трифазна електромережа з заземленим нульовим проводом. Величина напруги цієї мережі становить 380 х 220В (фазна напруга (фаза – «0») – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов з небезпеки електротравматизму – без підвищеної небезпеки [19].

Для запобігання електротравмам у приміщенні здійснюються:

- 1) ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустаткування відповідно з вимогами нормативів;
- 2) захисне заземлення із використанням природних заземлювачів;
- 3) систематичне проведення інструктажу з електробезпека;
- 4) суворе дотримання правил електробезпеки на робочому місці.

Таким чином, рівень організації та обслуговування робочих місць значно впливає на ступінь важкості, стомливості й привабливості праці. Чим раціональніше організоване робоче місце, чим воно зручніше, чим краще забезпечене всім необхідним для безперебійної та ритмічної роботи, тим менш утомливою буде праця, тим більша її привабливість, тим вищі працездатність працівника і рівень продуктивності його праці.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Виробниче приміщення – замкнутий простір в спеціально призначених будинках та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом частини робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

Мікрокліматичні умови на робочому місці, у виробничих приміщеннях – найважливіший санітарно-гігієнічний фактор, від якого багато в чому залежить стан здоров'я та працездатність людини. Визначається він поєднанням таких показників або параметрів, як температура повітря і поверхонь, відносна вологість, швидкість руху (рухливість) повітря, теплове випромінювання.

У санітарних нормах ДСН 3.3.6.042-99 [20] встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру виробничого приміщення (значні або незначні тепловиділення).

Робота проектувальника за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) [21]. Допустимі параметри мікроклімату для цієї категорії наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні	21 ... 25 °С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	до 0,1 м / с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	22 ... 28 °С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	0,1 ... 0,2 м / с

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні використовується централізована парова система опалення (для підтримання температури в холодний період року) та система кондиціонування (для підтримання температури в теплий період року), а також систематичне (раз за зміну) вологе прибирання.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Чистота повітря виробничого середовища є важливим фактором підтримання стабільної працездатності працівників, формування у них позитивного ставлення до роботи, підвищення продуктивності праці. Багатьма дослідженнями доведено, що система дихання людини найменш пристосована до забрудненої атмосфери. Слизові оболонки, легеневий апарат піддаються більшому впливу забрудненого повітря, ніж очі та шкіряний покрив. Разом з тим велика кількість виробничих процесів супроводжується утворенням дрібних часточок твердих або рідких речовин, які утримуються в повітрі. Кількість домішок – газів, парів, пилу, які містяться в одному літрі або одному кубічному метрі повітря у грамах, характеризує ступінь забруднення виробничого середовища [22].

В приміщенні, де виконується робота, можливими шкідливими речовинами у повітрі є фенол, пил та озон. Джерелами цих речовин є офісна техніка. Пил потрапляє у приміщення ззовні, через вікна, двері та заноситься співробітниками.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Фенол	0,01	0,01	3
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування та вологого прибирання.

4.2.3 Виробниче освітлення

Освітлення на робочих місцях справляє багатоплановий вплив на працівника, зокрема на його емоційний стан, працездатність, мотивацію, продуктивність і безпеку праці. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, а й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – неспання та сон. Отже, недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і активність усіх життєвих процесів. Рациональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Згідно ДБН В.2.5-28-2018 [23] в приміщенні, де здійснюється робота за допомогою ПК необхідно застосувати систему комбінованого освітлення. Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні для роботи зазначені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, Лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Високої точності	0,3 -0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

- 1) Максимальне використання бічного природного освітлення.
- 2) Систематичне очищення скла від бруду – не рідше двох разів на рік.
- 3) Систематична заміна перегорілих ламп.

4.2.4 Виробничий шум

Шкідливий та небезпечний вплив шуму на організм людини встановлено з повною достовірністю. Ступінь такого впливу, переважно, залежить від рівня та характеру шуму, форми та тривалості впливу, а також індивідуальних особливостей людини. Численні дослідження підтвердили той факт, що шум належить до загальнофізіологічних подразників, які за певних обставин можуть впливати на більшість органів та систем організму людини. Так, дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо.

Джерелом шуму під час розробки підсистеми контролю знань користувачів дистанційних курсів технічних дисциплін з використанням сучасних технологій програмування є працююча офісна техніка, а також – рух автотранспорту біля будинку. У табл. 4.5 вказані граничні рівні звуку залежно від категорії тяжкості і

напруженості праці, що є безпечними відносно збереження здоров'я і працездатності згідно ДСН 3.3.6.037-99 [24].

Таблиця 4.5 – Граничні рівні звуку, дБ, на робочих місцях.

Категорія напруженості праці	Категорія важкості праці			
	I. Легка	II. Середня	III. Важка	IV. Дуже важка
I. Мало напружений	80	80	75	75
II. Помірно напружений	70	70	65	65
III. Напружений	60	60	-	-
IV. Дуже напружений	50	50	-	-

Для зниження рівня шуму стіни і стеля приміщень, де встановлені комп'ютери, можуть бути облицьовані звукопоглинальними матеріалами.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму доцільно використовувати комп'ютери з пасивним охолодженням та встановити пластикові вікна, які мають достатню звукоізоляцію.

4.2.5 Виробничі випромінювання

Розробка технологічної підготовки виробництва деталі «Кришка 12.63.1» відбувалася за допомогою ПК, відповідно існує ймовірність впливу ЕМП на працівника.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальних особливостей організму. У результаті дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму.

Ці порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, в також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи. У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-

судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	для дорослих користувачів 20 кВ/м для дітей 15 кВ/м

Заходи щодо зменшення впливу на працівника електромагнітного випромінювання: оптимальна організація робочого місця, доцільне розміщення технологічного устаткування, дотримання гігієнічно-обґрунтованих режимів праці та відпочинку, зменшення часу перебування у зоні опромінення.

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

4.3.1 Дія землетрусу на виробничі приміщення

Землетрус є найбільш небезпечне стихійне лихо і являє собою підземні удари (поштовхи) і коливання земної поверхні, викликані природними причинами. При землетрусі величезної сили енергія поширюється у вигляді пружних природних хвиль. Землетрус може тривати від кількох секунд до кількох діб.

Критерієм стійкості виробничих приміщень в умовах дії землетрусу є його інтенсивність, яка вимірюється в балах за шкалою МСК, в залежності від якої можна визначити ступінь руйнування споруд.

Область виникнення підземного поштовху є осередком землетрусу, в межах якого здійснюється процес виділення накопиченої енергії у вигляді повздовжніх і поперечних пружних сейсмічних хвиль. Наслідки сильних землетрусів по ступені зруйнувань будинків, споруд і ураженню людей можна зрівняти з наслідками ядерного вибуху. Тому дуже велике значення надається заходам по прогнозуванню землетрусів [26].

4.3.2 Оцінка стійкості роботи виробничого приміщення в умовах дії землетрусу

Вихідні дані: $M = 7$ балів; $h = 12$ км; $R = 360$ км; $V_{np} = 6$ км/с; $V_{нов} = 0,8$ км/с.

Визначаємо енергію землетрусу за формулою

$$E = 10^{5,24+1,44M} \text{ [Дж]}; \quad (4.1)$$

$$E = 10^{5,24 + 1,44 \cdot 7} = 2089296130854000 \text{ (Дж)}.$$

Знаходимо інтенсивність землетрусу

$$I_R = 1,5M - 3,51g\sqrt{R^2 + h^2} + 3 \text{ [бала]}; \quad (4.2)$$

$$I_R = 1,5 \cdot 7 - 3,51g\sqrt{360^2 + 12^2} + 3 = 4,54 \text{ (бала)}.$$

Оскільки $I_R = 4,54$ бала, то виробниче приміщення отримає слабкі руйнування.

Визначимо час приходу повздовжніх хвиль

$$t_{II} = \frac{\sqrt{R^2 + h^2}}{V_{III}} \text{ [с]}, \quad (4.3)$$

$$t_{II} = \frac{\sqrt{360^2 + 12^2}}{6} = 60,03 \text{ (с)}.$$

Знайдемо час приходу поверхневих сейсмічних хвиль

$$t_{\tau} = \frac{h}{V_{III}} + \frac{R}{V_{ПОВ}} \text{ [с]}, \quad (4.4)$$

$$t_{\tau} = \frac{12}{6} + \frac{360}{0,8} = 452 \text{ (с)}.$$

4.3.3 Розробка превентивних заходів з підвищення стійкості роботи в умовах дії НС

Прогнозування землетрусів може бути довгостроковим і короткостроковим. Воно здійснюється мережею сейсмічних станцій. Предвісниками землетрусів є ріст малих поштовхів, підйом води в свердловинах, деформація поверхні землі, підвищення рівня радіації (за рахунок радону), незвичайна (неспокійна) поведінка тварин і птахів.

Попередні заходи захисту від землетрусу включають:

- сейсмостійке будівництво;
- підготовку служб спасіння і ліквідації наслідків;
- нейтралізація джерел підвищеної небезпеки;
- навчання населення правилам поведінки під час землетрусу;
- наявність в кожному будинку (квартирі) аптечок першої медичної допомоги;
- закріплення в будинках столів, шаф і інш.

З початку землетрусу люди, люди що перебувають в будинку до 2-х поверхів, повинні негайно залишити приміщення і вийти на відкрите місце (за 25 – 30 с.).

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи

Для наукових і пошукових науково-дослідних робіт зазвичай здійснюють оцінювання наукового ефекту.

Основними ознаками наукового ефекту науково-дослідної роботи є новизна роботи, рівень її теоретичного опрацювання, перспективність, рівень розповсюдження результатів, можливість реалізації. Науковий ефект НДР можна охарактеризувати двома показниками: ступенем наукової новизни та рівнем теоретичного опрацювання [27].

Значення показників ступеня новизни і рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи в балах наведено в табл. 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – Показники ступеня новизни науково-дослідної роботи

Ступінь новизни	Характеристика ступеня новизни	Значення показника ступеня новизни, бали
1	2	3
Принципово нова	Робота якісно нова за постановкою задачі і ґрунтується на застосуванні оригінальних методів дослідження. Результати дослідження відкривають новий напрям в цій галузі науки і техніки. Отримано принципово нові факти, закономірності; розроблено нову теорію. Створено принципово новий пристрій, спосіб, метод	60...100
Нова	Отримано нову інформацію, яка суттєво зменшує невизначеність наявних значень (повному або вперше пояснено відомі факти, закономірності, впроваджено нові поняття, розкрито структуру змісту).	40...60
Відносно нова	Робота має елементи новизни в постановці задачі і методах дослідження. Результати дослідження систематизують і узагальнюють наявну інформацію, визначають шляхи подальших досліджень; вперше знайдено зв'язок	10...40

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Відносно нова	(або знайдено новий зв'язок) між явищами. В принципі, відомі положення поширено на велику кількість об'єктів, в результаті чого знайдено ефективне рішення. Розроблено більш прості способи для досягнення відомих результатів. Проведено часткову раціональну модифікацію (з ознаками новизни)	10...40
Традиційна	Робота виконана за традиційною методикою. Результати дослідження мають інформаційний характер. Підтверджено або поставлено під сумнів відомі факти та твердження, які потребують перевірки. Знайдено новий варіант рішення, який не дає суттєвих переваг порівняно з існуючим	2...10
Не нова	Отримано результат, який раніше зафіксований в інформаційному полі та не був відомий авторам	1...2

Таблиця 5.2 – Показники рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи

Характеристика рівня теоретичного опрацювання	Значення показника рівня теоретичного опрацювання, бали
Відкриття закону, розробка теорії	80...100
Глибоке опрацювання проблеми: багатоаспектний аналіз зв'язків, взаємозалежності між фактами з наявністю пояснень, наукової систематизації з побудовою евристичної моделі або комплексного прогнозу	60...80
Розробка способу (алгоритму, програми), пристрою, отримання нової речовини	20...60
Елементарний аналіз зв'язків між фактами та наявною гіпотезою, класифікація, практичні рекомендації для окремого випадку тощо	6...20
Опис окремих елементарних фактів, викладення досвіду, результатів спостережень, вимірювань тощо	1...5

Показник, який характеризує науковий ефект, визначається за формулою:

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot k_{\text{нов}} + 0,4 \cdot k_{\text{теор}}, \quad (5.1)$$

де $k_{нов}$, $k_{теор}$ – показники ступенів новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи, бали;

0,6 та 0,4 – питома вага (значимість) показників ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи.

В роботі проведено розробку роботизованого технологічного комплексу для виготовлення деталі Кришка, тому $k_{нов} = 30$. Розроблено алгоритм для аналізу якості виготовлення заготовки під час її виготовлення, тому $k_{теор} = 40$. Тоді показник, який характеризує науковий ефект дорівнює:

$$E_{нау} = 0,6 \cdot 30 + 0,4 \cdot 40 = 34 .$$

5.2 Оцінювання комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки по технологічній підготовці виготовлення деталі ”Кришка 12.63.1”, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Для проведення технологічного аудиту залучено 3-х незалежних експертів які оцінили комерційний потенціал розробки за 12-ю критеріями, наведеними в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни Аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведено в таблицю за зразком таблиці 5.4.

Середньоарифметична сума балів \overline{CB}

$$\overline{CB} = \frac{\sum_{i=1}^3 CB_i}{3} = \frac{35 + 32 + 34}{3} = 33,67$$

Дана розробка має рівень комерційного потенціалу вище середнього.

Таблиця 5.4 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Дерібо О.В.	Савуляк В. В.	Сердюк О.В.
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	3
2	3	2	2
3	2	2	3
4	3	3	2
5	3	4	4
6	3	2	2
7	3	3	2
8	4	3	4
9	2	2	3
10	3	3	2
11	3	2	3
12	4	4	3
Сума балів	СБ ₁ =35	СБ ₂ =32	СБ ₃ =34

5.3 Прогноз попиту на інноваційне рішення

Так як деталь "Кришка 12.63.1" не може бути реалізована самостійно на ринку то його прогнозований попит буде встановлюватись залежно від програми випуску готового виробу.

Ринками збуту продукції можуть бути всі регіони України.

Оскільки загальний ресурс роботи масляного гідромотора, до складу якого входить деталь "Кришка 12.63.1", є досить великим, тому будемо вважати, що його покупка підприємством буде разовою. Також оцінивши новизну, та техніко-економічні показники можна припустити що нагнітач тиску буде зберігати свою актуальність протягом 5 років.

5.4 Вибір каналів збуту та післяпродажного обслуговування

Враховуючи те, що деталь "Кришка 12.63.1" не може бути реалізована самостійно, тому канали збуту будь обиратись для всього виробу, а саме масляного гідромотора ГМШ-50-12.

Канали збуту - це сукупність фірм чи окремих осіб, які виконують посередницькі функції щодо фізичного переміщення товарів. Зважаючи на те, що нагнітачі тиску розповсюджуються на заводи-виробники переробної техніки та на фірми, що розповсюджують запасні частини до такої техніки, основними каналами розповсюдження будуть:

- канал нульового рівня, що передбачає реалізацію гідромоторів на підприємства-виробники переробної техніки;
- канал першого рівня, що передбачає реалізацію гідромоторів оптовим дилерам.

5.5 Виявлення основних конкурентів

На сьогоднішній день в Україні випуском масляних гідромоторів крім Вінницького агрегатного заводу займається ОАО "Гідросила" м. Кропивницький. В таблиці 5.5 наведені основні техніко-економічні показники аналога і розробки. Основним недоліком аналога (тобто обробки спочатку точінням а потім обкочуванням) є велика собівартість обробки, оскільки значно більше часу затрачається.

Таблиця 5.5 – Співвідношення параметрів аналогу і нової розробки

Показник	Одиниці виміру	Аналог, масляний гідромотор ГМК-50	Масляного гідромотор ГМШ-50-12	Відношення параметрів нового виробу і параметрів аналога
Кількість операцій	шт.	4	3	1,33
Кількість одиниць обладнання	шт.	4	3	1,33
Сумарний час механічної обробки	хв.	13,38	12,41	1,08

Аналізуючи таблицю 5.5 можна зробити висновок, що нова розробка є кращою ніж аналог. Вона має меншу собівартість при вищому номінальному тиску, що дозволить отримати кращі експлуатаційні характеристики.

5.6 Обрання методу ціноутворення

При обранні методу ціноутворення на масляний гідромотор, складовою частиною якого є деталь "Кришка", необхідно враховувати ціну основного конкурента на аналогічний за характеристиками гідромотор.

Закордонні аналоги можуть скласти конкуренцію лише за рахунок підвищених експлуатаційних характеристик. Але собівартість таких гідромоторів набагато вища.

Серед ринкових методів ціноутворення з орієнтацією на конкурентів обираємо метод рівноважної ціни, сутність якого полягає у встановленні цін з врахуванням витрат, попиту і конкуренції.

Зважаючи на кращі параметри розроблюваного приладу ніж у аналога, пропонується продавати даний гідромотор за ціною нижкою до конкурента, що забезпечить конкурентоспроможність даного пристосування на ринку в нашій країні та подальше завоювання лідерства за показниками обсягів продажу.

5.7 Оцінка рівня якості інноваційного рішення

Оцінка рівня інноваційного рішення проводиться з метою порівняльного аналізу і визначення найбільш ефективного в технічному відношенні варіанта інженерного рішення. Визначимо абсолютний та відносний рівні якості гідромотора.

Таблиця 5.6 – Основні техніко-економічні показники нової розробки

Показник	Абсолютне значення параметра			Коефіцієнт вагомості параметра
	краще	середнє	гірше	
Кількість операцій		7		0,3
Кількість одиниць обладнання		7		0,3
Сумарний час механічної обробки	8			0,4

Визначимо абсолютний рівень інноваційного рішення за формулою:

$$K_{ap} = \sum_{i=1}^n P_{Hi} \cdot \alpha_i, \quad (5.2)$$

де P_{Hi} - числове значення i -го параметру інноваційного рішення;

n - кількість параметрів інноваційного рішення, що прийняті для оцінки;

α_i - коефіцієнт вагомості відповідного параметра.

$$K_{ap} = 7 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,4 = 7,4.$$

Далі визначаємо рівень якості окремих параметрів інноваційного рішення, порівнюючи його показники з абсолютними показниками якості найліпших вітчизняних та зарубіжних аналогів, основних товарів конкурентів.

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру та занесемо їх у таблицю 5.6, для цього скористаємося формулами:

$$q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Bi}},$$

або

$$q_i = \frac{P_{Bi}}{P_{Hi}},$$

де P_{Hi} , P_{Bi} - числові значення i -го параметра відповідно нового і базового виробів.

$$q_1 = 4/3 = 1,33;$$

$$q_2 = 4/3 = 1,33;$$

$$q_3 = 14,18/12,41 = 1,14.$$

Таблиця 5.7 – Основні технічні та економічні параметри інноваційного рішення та товару - конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий	Новий		
Технічні показники				
Кількість операцій	4	3	1,33	0,3
Кількість одиниць обладнання	4	3	1,33	0,3
Сумарний час механічної обробки	13,38	12,41	1,08	0,4
Економічні показники				
Собівартість продукції	5800	5650	1,026	0,7
Капітальні вкладення	90000	95000	0,95	0,3

Відносний рівень якості інноваційного рішення визначаємо за формулою:

$$K_{ЯВ} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (5.3)$$

$$K_{ЯВ} = 1,33 \cdot 0,3 + 1,33 \cdot 0,3 + 1,08 \cdot 0,4 = 1,23.$$

Відносний коефіцієнт показника якості інноваційного рішення більший одиниці, це означає, що інноваційний продукт якісніший базового товару конкурента на 23%.

5.8 Оцінка конкурентоспроможності інноваційного рішення

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками для нашого пристосування є технічні параметри, а також ціна придбання та експлуатаційні витрати при використанні гідромотора.

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення з урахуванням вищевказаних груп показників можна визначити за формулою:

$$K = I_{\text{ТП}} / I_{\text{ЕП}}, \quad (5.4)$$

де $I_{\text{ТП}}$ - індекс технічних параметрів (відносний рівень якості інноваційного рішення);
 $I_{\text{ЕП}}$ - індекс економічних параметрів.

Індекс економічних параметрів визначається за формулою:

$$I_{\text{ЕП}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{неі}}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{бей}}}, \quad (5.5)$$

де $P_{\text{бей}}$ $P_{\text{неі}}$ - економічні параметри відповідно базового та нового товарів.

$$I_{\text{ЕП}} = (5800 \cdot 0,7 + 90000 \cdot 0,3) / (5650 \cdot 0,7 + 95000 \cdot 0,3) = 0,956;$$

$$K = 1,23 / 0,956 = 1,283 > 1.$$

Оскільки показник конкурентоспроможності більший 1, то наш інноваційний продукт є більш конкурентоспроможним, ніж товар конкурент.

5.9 Прогнозування витрат на виконання роботи

Розрахунок основної заробітної плати розробників.

Основна заробітна плата розробників, яка розраховується за формулою [27]:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн.]}, \quad (5.6)$$

де: М – місячний посадовий оклад кожного розробника (дослідника), грн.

T_p – число робочих днів в місяці. Приблизно $T_p = 21 \div 22$,

t – число днів роботи розробника.

Для керівника проекту основна заробітна плата складатиме:

$$Z_o = \frac{22000}{22} \cdot 10 = 10000 \text{ (грн.)}$$

Аналогічно розраховуємо заробітну плату інших розробників. При цьому необхідно врахувати, що найбільшу частину роботи виконує інженер-технолог. Результати розрахунків зведено до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Результати розрахунків основної заробітної плати [28]

№ п/п	Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату
1.	Керівник проекту	22000	1000	10	10000
2.	Інженер-технолог	14000	636,63	6	3818,18
4.	Інженер-конструктор	14000	636,63	6	3818,18
Всього					17636,36

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання технологічних операцій по виготовленню одного виробу:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c \text{ [грн.]}, \quad (5.7)$$

де: t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання технологічної операції, годин;

n – число робіт по видах та розрядах;

K_c – коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками. $K_c=1 \div 5$. Приймаємо $K_c=1,37$;

C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну технологічну операцію, грн./год. C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}} \left[\frac{\text{грн.}}{\text{год}} \right], \quad (5.8)$$

де: M_m – мінімальна місячна оплата праці, грн. З 1 січня 2023 року – $M_m = 6700$ грн.;

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду та професії;

T_p – число робочих днів в місяці. Приблизно $T_p = 21 \div 22$;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Враховуючи, що мають працювати робітники четвертого та п'ятого розрядів, то погодинна тарифна ставка складатиме:

$$C_4 = 6700 \cdot 1,5 \cdot 1,37 / 22 \cdot 8 = 78,23 \text{ (грн./год.)};$$

Таблиця 5.9 – Витрати на основну заробітну плату

Обладнання	Трудомісткість годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка	Величина оплати, грн
Токарно-револьверний 1П420ПФ40 (налагодження)	0,2	4	78,23	15,65
Свердлильний 2Р135Ф2 (налагодження)	0,15	4	78,23	11,73
Вертикально-фрезерний 6Р13РФ3 (налагодження)	0,12	4	78,23	9,39
Всього				36,77

Додаткова заробітна плата розраховується, як 12 % від основної заробітної плати розробників:

$$З_{д} = (17636,36 + 36,77) \cdot 12\% = 2120,78 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату склали 22% від суми основної та допоміжної заробітної плати:

$$(17636,36 + 36,77 + 2120,78) \cdot 0,22 = 4354,66 \text{ (грн.)}$$

Амортизація обладнання, які використовуються під час виготовлення пристосування.

Таблиця 5.10 – Результати розрахунків амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Термін нормативного використання, р.	Термін корисного використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
Комп'ютер Lenovo	12000	5	0,3	60
Приміщення	250000	25	0,3	300
Токарно-револьверний верстат Spinner TC300-52	800000	5	0,3	4000
Токарно-револьверний верстат 1П420ПФ30	720000	5	0,3	3600
Вертикально-фрезерний верстат Spinner U4-620	880000	5	0,3	4400

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування в цілому можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц}{T_{H.B.}} \frac{T_{Ф.В.}}{12},$$

де $Ц$ – балансова вартість обладнання, грн;

$T_{Ф.В.}$ – строк корисного використання обладнання (міс.);

$T_{H.B.}$ – нормативний термін використання обладнання, років.

Відповідно:

$$A = 60 + 300 + 4000 + 3600 + 4400 = 12360 \text{ (грн.)}.$$

Витрати на матеріали розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot Ц_i \cdot K_i - \sum_1^n B_i \cdot Ц_B \text{ [грн.]}, \quad (5.9)$$

де: H_i – витрати матеріалу i -го найменування, 4,716 кг,

$Ц_i$ – вартість матеріалу i -го найменування, 105 грн./кг.,

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$.

B_i – маса відходів i -го найменування, 1,021 кг,

$Ц_B$ – ціна відходів i -го найменування, 7 грн./кг.

n – кількість видів матеріалів.

Таблиця 5.11 – Витрати на матеріал

Найменування матеріалу	Ціна за 1 кг., грн.	Витрачено, кг.	Величина відходів, кг	Ціна відходів грн./кг.	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Сірий чавун СЧ30	105	4,716	1,021	7	82,58
					82,58

Для виготовлення даного виробу підприємство використовує один вид матеріалу - чавун сірий СЧ30 і відповідно отримаємо:

$$M = 105 \cdot 4,716 \cdot 1,1 - 1,021 \cdot 7 = 537,55 \text{ (грн.)}$$

Витрати на силову електроенергію на розробку розраховуються за формулою:

$$B_e = W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni} / \eta_i \text{ [грн.]}, \quad (5.10)$$

де: C – вартість 1 кВт-години електроенергії. На 25 листопада 2023 року для промисловості (2 категорія споживачів) ціна електроенергії становить $C_{опт} = 4,107$ грн./кВт згідно тарифів оператора ринку, $C_{розп} = 1,769$ грн./кВт за розподіл електричної енергії згідно тарифів ТОВ "Енера Вінниця" та $C_{пост} = 0,131$ грн./кВт тариф на послуги постачальника універсальних послуг.

W – установлена потужність обладнання;

t – фактична кількість годин роботи обладнання при виконанні технологічних операцій, в результаті чого виготовляється один виріб;

K – коефіцієнт використання потужності.

$$C_e = (4,107 + 1,769 + 0,131)(1 + 20\%/100\%) = 7,208 \text{ (грн.)}$$

$$C_{e1} = 7,208 \cdot 0,5 \cdot 80 \cdot 1 = 288,32 \text{ (грн.)},$$

$$C_{e2} = 7,208 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 1 = 518,98 \text{ (грн.)},$$

$$C_{e3} = 7,208 \cdot 12 \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 15,57 \text{ (грн.)},$$

$$C_{e4} = 7,208 \cdot 12 \cdot 0,16 \cdot 0,9 = 12,46 \text{ (грн.)},$$

$$C_{e5} = 7,208 \cdot 10 \cdot 0,07 \cdot 0,9 = 4,54 \text{ (грн.)},$$

$$C_e = 288,32 + 518,98 + 15,57 + 12,46 + 4,54 = 839,87 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 5.12 – Результати розрахунків витрат електроенергії

Найменування обладнання	Час роботи, год.	Потужність, кВт.	Коефіцієнт використання
Комп'ютер Lenovo	10 днів = 10·8 = = 80 годин	0,5	1
Приміщення (освітлення)	80	0,9	1
Токарно-револьверний верстат 1П420ПФ40	0,2	12	0,9
Свердлильний верстат 2Р135Ф2	0,16	12	0,9
Вертикально-фрезерний верстат 6Р13РФ3	0,07	10	0,9

Інші витрати можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати робітників, які виконували дану роботу:

$$I_{\text{в}} = (1 \dots 3) (Z_0 + Z_p), \quad (5.11)$$

$$I_{\text{в}} = 1,5 \cdot (17636,36 + 36,77) = 26509,69 \text{ (грн.)}$$

Усі витрати складають:

$$B = 17636,36 + 36,77 + 2120,78 + 4822,23 + 4354,66 + 12360 + \\ + 537,55 + 839,87 + 26509,69 = 69217,91 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок загальних витрат виконання даної роботи всіма виконавцями.

Загальна вартість даної роботи визначається за $B_{\text{заг}}$ формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha}, \quad (5.12)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відн. одиницях. Для нашого випадку $\alpha = 0,95$.

Тоді

$$V_{\text{заг}} = 69217,91 / 0,95 = 72860,96 \text{ (грн.)}$$

Прогнозування загальних витрат здійснюється за формулою:

$$ЗВ = V_{\text{заг}} / \beta, \quad (5.13)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи. Так, якщо розробка знаходиться: на стадії науково-дослідних робіт, то $\beta \approx 0,1$; на стадії технічного проектування, то $\beta \approx 0,2$; на стадії розробки конструкторської документації, то $\beta \approx 0,3$; на стадії розробки технологій, то $\beta \approx 0,4$; на стадії розробки дослідного зразка, то $\beta \approx 0,5$; на стадії розробки промислового зразка, $\beta \approx 0,7$; на стадії впровадження, то $\beta \approx 0,8-0,9$.

Для нашого випадку $\beta \approx 0,9$.

Тоді:

$$ЗВ = 72860,96 / 0,9 = 80956,62 \text{ (грн.)}$$

Тобто прогнозовані витрати на розробку способу суміщеної обробки та впровадження результатів даної роботи становлять приблизно 91,291 тис. грн.

5.10 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Комерційний ефект модернізації дільниці механічної обробки деталі "Кришка 12.63.1" пояснюється досягненням кращих характеристик обробленої деталі. Це дозволяє реалізовувати нашу розробку на ринку дорожче, ніж аналогічні або подібні за функціями розробки.

Аналіз місткості ринку даної продукції показує, що в даний час в Україні кількість потенційних користувачів масляних гідромоторів складає щороку

приблизно 4500 шт. Середня ціна подібних виробів 5800 грн. Оскільки собівартість виготовлення кришки за рахунок модернізації скоротилась в нас є можливість реалізувати наші гідромотори приблизно на 11% дешевше, тобто в середньому за 5650 грн. або на 150 грн. дешевше. При цьому повинен збільшуватися і попит на нашу розробку.

Припустимо, що масляні гідромотори даного типорозміру буде користуватися попитом на ринку протягом 4-х років після впровадження модернізації ділянки механічної обробки. Після цього високою є ймовірність, що конкуренти також проведуть модернізацію свого обладнання, що дозволить їм скоротити собівартість виготовлення масляних гідромоторів.

За нашими розрахунками, результати нашої розробки можуть бути впроваджені з 1 квітня 2024 року, а її результати будуть виявлятися протягом 2025-го, 2026-го, 2027-го та 2028-го років.

Прогноз зростання попиту на нашу розробку складає по роках:

1-й рік після впровадження (2025 р.) – приблизно 3000 шт.;

2-й рік після впровадження (2026 р.) – приблизно 4000 шт.;

3-й рік після впровадження (2027 р.) – приблизно 4500 шт.;

4-й рік після впровадження (2028 р.) – приблизно 3500 шт.

У 2029 р. ми не плануємо отримання прибутків для потенційних інвесторів, оскільки високою є ймовірність, що з'являться нові, більш якісні розробки.

Розрахуємо очікуване збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що його можна отримати потенційний інвестор від впровадження результатів нашої розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n \Delta C_0 \cdot N + C_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (1 - g/100), \quad (5.14)$$

де ΔC_0 – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником є зменшення ціни нового виробу, грн.; ми домовилися, що $\Delta C_0 = 150$ грн;

N – основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році до впровадження результатів наукової розробки; було встановлено, що $N = 4500$ шт.;

ΔN – покращення основного кількісного показника від впровадження результатів розробки;

Π_0 – основний оціночний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році після впровадження результатів розробки, грн.; $\Pi_0 = 5650$ грн;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2023 році ставка податку на додану вартість встановлена на рівні 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати $\rho = 0,2 \dots 0,3$; візьмемо $\rho = 0,25$;

ν – ставка податку на прибуток. У 2023 році $\nu = 18\%$.

Тоді, збільшення чистого прибутку для потенційного інвестора $\Delta \Pi_1$ протягом першого року від реалізації нашої розробки (2025 р.) складе:

$$\Delta \Pi_1 = (3000 \cdot 150) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 76871,93 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta \Pi_2 = (4000 \cdot 150) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 102495,9 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta \Pi_3 = (4500 \cdot 150) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 114851,25 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta \Pi_4 = (3500 \cdot 150) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 89651,63 \text{ (грн.)}$$

5.11 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування нашої розробки потенційним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених в розробку інвестицій та термін їх окупності.

Розраховуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$. Для цього користуються формулою:

$$E_{\text{абс}} = \text{ПП} - PV, \quad (5.15)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків від реалізації результатів розробки, грн.;

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$\text{ПП} = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (5.16)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої роботи, грн.;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої наукової роботи, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні. Для України приймемо, що $\tau = 0,10$ (або 10%);

t – період часу (в роках) від моменту отримання прибутків до точки „0”. Якщо $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від впровадження нашої розробки буде збитковим і вкладати кошти в розробку ніхто не буде. Якщо $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від впровадження нашої розробки принесе прибуток і вкладати кошти в дану розробку в принципі можна.

Тоді приведена вартість всіх можливих чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від реалізації результатів нашої розробки, складе:

$$\text{ПП} = \frac{76871,93}{(1 + 0.1)^2} + \frac{102495,9}{(1 + 0.1)^3} + \frac{114851,25}{(1 + 0.1)^4} + \frac{89651,63}{(1 + 0.1)^5} = 320760,77 \text{ (грн.)}$$

Абсолютна ефективність нашої розробки (при прогнозованому ринку збуту) складе:

$$E_{\text{абс}} = 320760,77 - 80956,62 = 239804,15 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів нашої розробки може бути доцільним.

Але це ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлене у фінансуванні даного проекту. Він буде зацікавлений це роботи тільки тоді, коли ефективність вкладених інвестицій буде перевищувати певний критичний рівень.

Для цього розрахуємо відносну ефективність E_B вкладених у розробку коштів. Для цього скористаємося формулою:

$$E_B = \sqrt[T_{ж}]{1 + E_{abc} / PV} - 1, \quad (5.17)$$

де E_{abc} – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, $E_{abc} = 239804,15$ грн.;

PV – теперішня вартість інвестицій PV = 80956,62 грн.;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Для нашого випадку:

$$E_B = \sqrt[5]{1 + 239804,15 / 80956,62} - 1 = 0,317 = 31,7\%.$$

Далі визначимо ту мінімальну дохідність, нижче за яку кошти в розробку нашого проекту вкладатися не будуть.

У загальному вигляді мінімальна дохідність або мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування τ_{\min} визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (5.18)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = (0,12...0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05...0,2)$, але може бути і значно більше. Для нашого випадку отримаємо:

$$\tau_{\text{мін}} = 0,16 + 0,12 = 0,28 \text{ або } \tau_{\text{мін}} = 28\%.$$

Оскільки величина $E_B = 31,7\% > \tau_{\text{мін}} = 28\%$, то інвестор у принципі може бути зацікавлений у фінансуванні нашої розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій розраховується за формулою:

$$T_{\text{ок}} = 1/E_B,$$
$$T_{\text{ок}} = 1/0,317 = 3,15.$$

Тобто у інвестора, на нашу думку, може виникнути зацікавленість вкладати гроші в дану розробку, оскільки він може отримати більші доходи, ніж якщо просто покладе свої гроші на депозит у комерційному банку.

ВИСНОВКИ

В запропонованій роботі проведено аналіз задач та методів їх вирішення по технологічній підготовці виробництва. Визначено порядок та відповідальні особи за підготовку та проведення технологічних заходів, які входять до переліку заходів технологічної підготовки виробництва.

В роботі для деталі "Кришка 12.63.1" проведено якісний та кількісний аналіз конструкції, визначено тип виробництва – дрібносерійне та організацію роботи – групова. У якості способу виготовлення заготовки вибрано лиття заготовок в піщано-глинисті форми з машинним формування. Розроблено маршрут механічної обробки. Проведено розмірний аналіз розробленого технологічного процесу механічної обробки. Для розміру $\varnothing 25H8$ визначено припуски і технологічні розміри на механічну обробку. Для цієї ж поверхні розраховані режими різання. Для всіх операцій механічної обробки розраховано технічні норми часу.

Було розроблено верстатне пристосування для виконання 015 свердлильної операції з використанням вертикально-свердлильного верстата з ЧПК 2P135Ф2.

Проведено аналіз технічних рішень щодо охорони праці та безпечної експлуатації об'єкта. Проведено розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності. Період окупності склав 3,15 року.

В результаті виконання даної роботи проведено повний розрахунок, який необхідний для виготовлення деталі “ Кришка 12.63.1”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Турова О.Г. Організація виробництва та управління підприємством: Підручник, 2004. Постійне посилання: <http://ebib.pp.ua/organizatsiya-proizvodstva-upravlenie.html>
2. Краснокутська Н.В. Інноваційний менеджмент. — К: КНЕУ, 2003. - 504 с.
3. Чалдаєва Л.А. Економіка підприємства, 2015. Постійне посилання: https://stud.com.ua/59754/ekonomika/ekonomika_pidpriyemstva.
4. Іванов І.М. Організація виробництва на промислових підприємствах: підручник / І.М. Іванов. - К .: Інфра-М, 2007. - 352 с.
5. Ільїн А.І. Планування на підприємстві: навч. посібник А.І.. Ільїн. М .: Нове знання, 2011. - 672 с.
6. Гайдучок М. А. Аналіз заходів технологічної підготовки виробництва Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)”, Вінниця.
7. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
8. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.
9. Дусанюк Ж. П. Технологічні процеси виготовлення деталей машин. Навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 196 с.
10. Мельничук П.П. Технологія машинобудування / П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков // – Житомир: ЖДТУ, 2005 – 882 с.
11. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / Руденко П. О. –К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
12. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування : навчальний посібник / С.Г. Бондаренко – Львів : Магнолія, 2018. – 500 с.

13. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів]/ М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов; під заг.ред. М.П. Мазура - Львів: Новий світ - 2000, 2010. - 422 с.

14. Дубровська Г.М. Системи сучасних технологій : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів / Г. М. Дубровська, А. П. Ткаченко. - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Центр навчальної літератури, 2004. - 352 с.

15. Петров О.В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О.В. Петров, С.І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.

16. Кобилянський О.В. Основи охорони праці (в двох частинах). Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, Ч. 2. – 2007. – 171 с.

17. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028

18 НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_prapop_0_00-7_15-18_01_ua.php

19. ДБНВ.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. 154 с

20. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

21. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

22. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

23. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>

24. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

25. Терещенко О. П. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях” в дипломних проектах і магістерських роботах студентів машинобудівельних спеціальностей. / О.П. Терещенко, О.В. Кобилянський – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 45 с.

26. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах / В. Ф. Сакевич. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.

27. Козловський В. О. Методичні вказівки до виконання студентами - магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт. / В.О.Козловський - Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.

28. Закон України «Про оплату праці» від 24.03.1995, № 108/95-ВР. [сайт]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/108/95-Вр>.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Технологічна підготовка виробництва деталі «Кришка 12.63.1»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ Кафедра технологій та автоматизації машинобудування, ФМТ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 81,6 Схожість 18,4

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Сердюк О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи _____ Гайдучок М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Козлов Л.Г.
(підпис) (прізвище, ініціали)

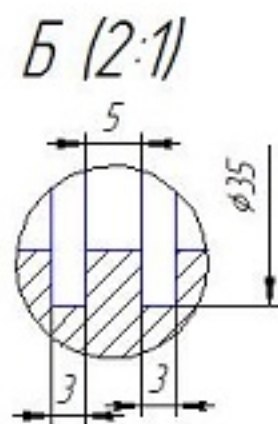
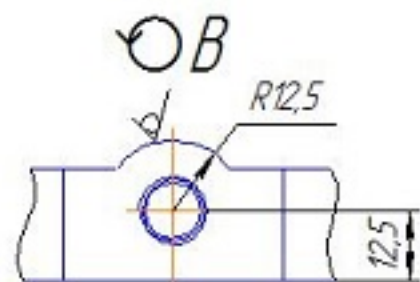
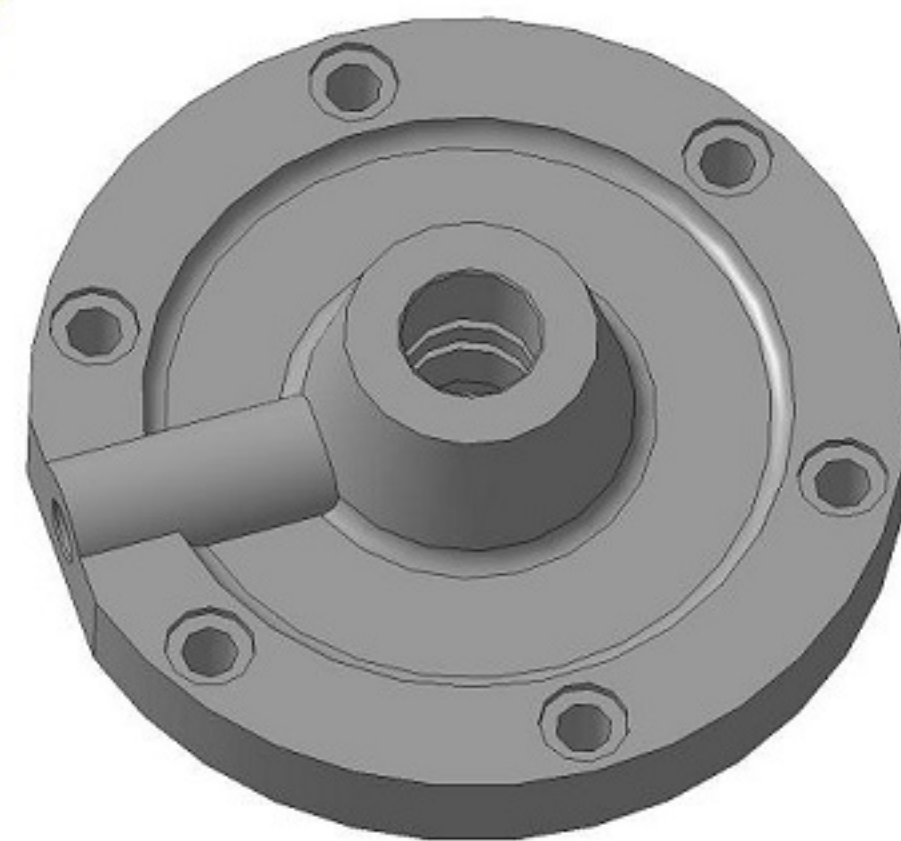
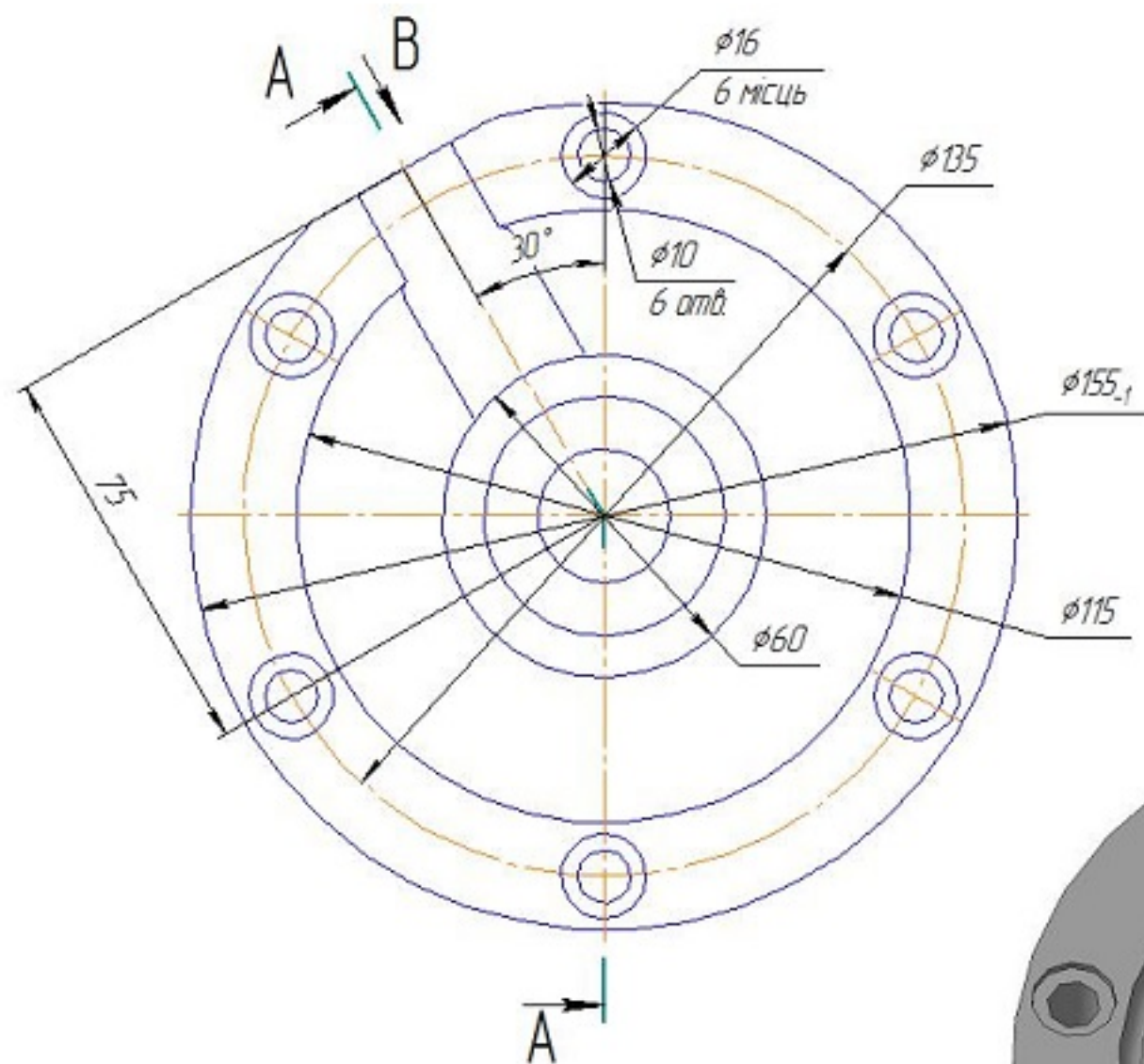
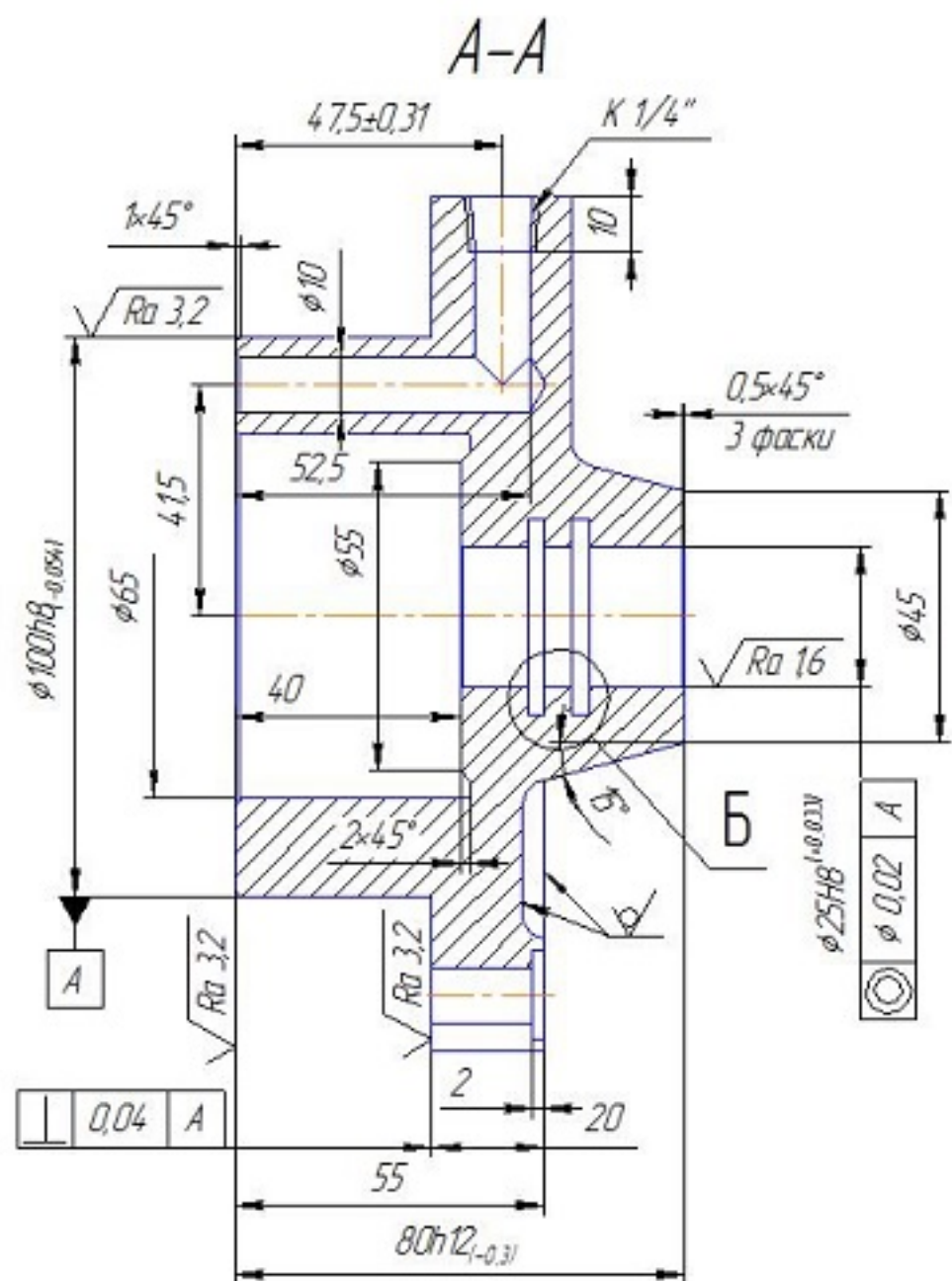
Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА
ДЕТАЛІ «КРИШКА 12.63.1»

Технологічна підготовка виробництва передбачає:

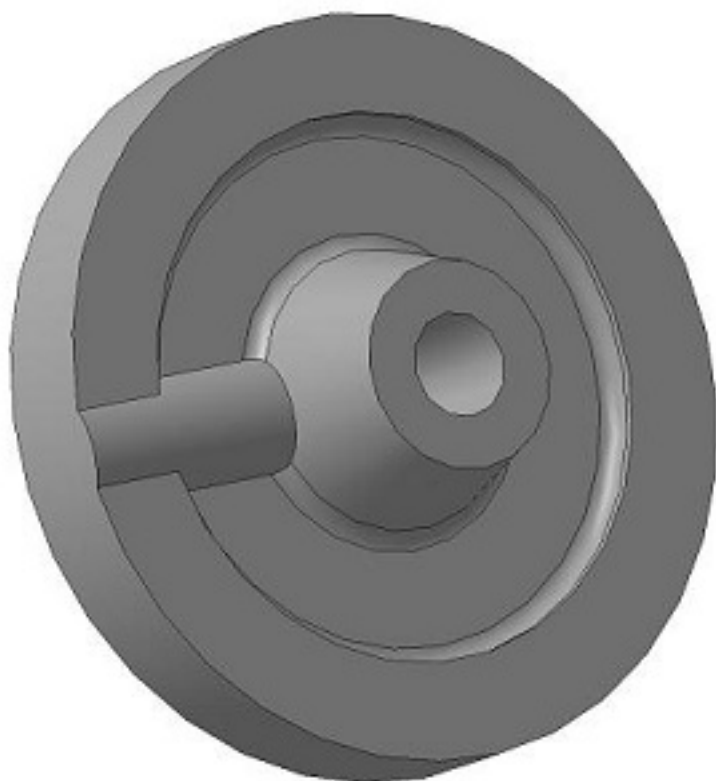
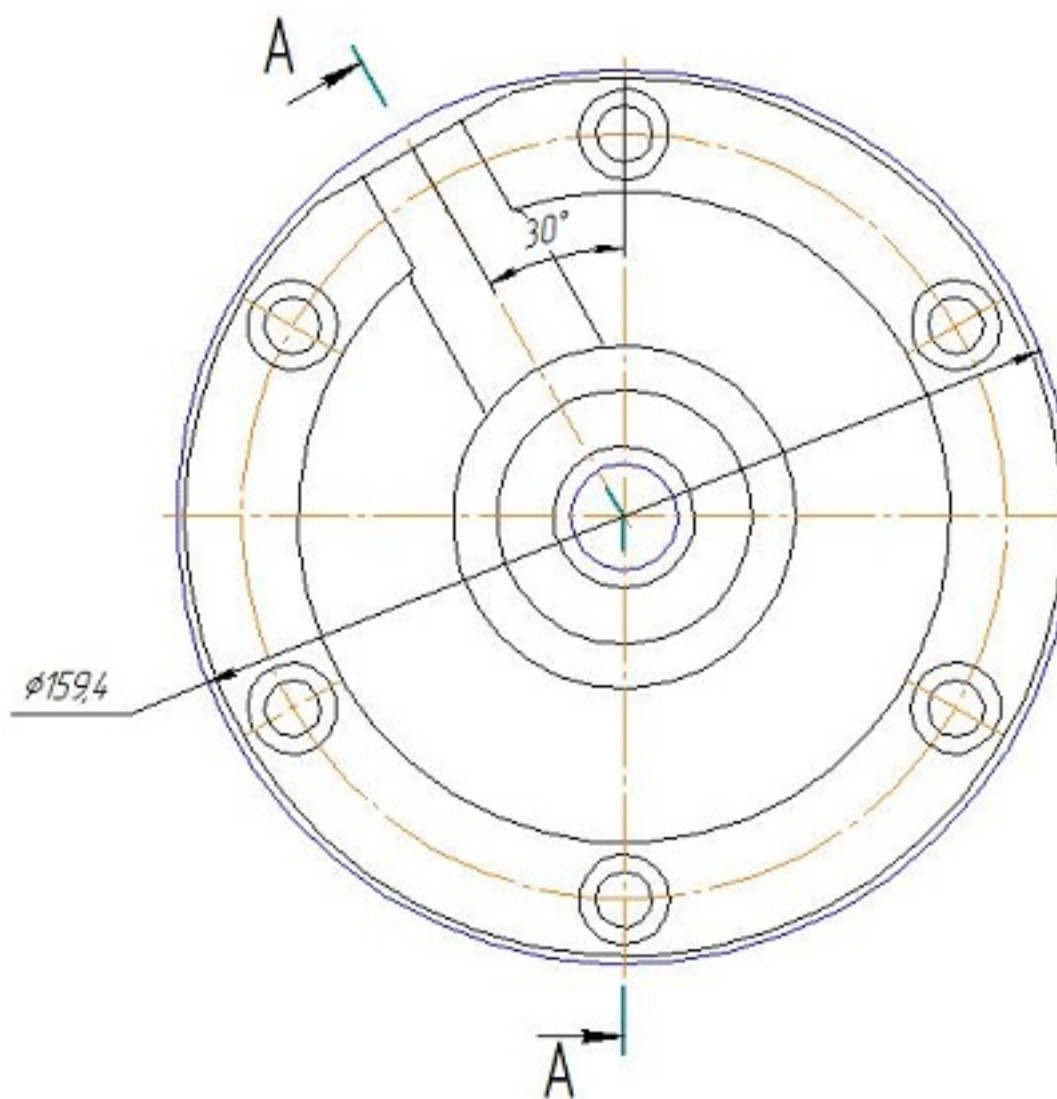
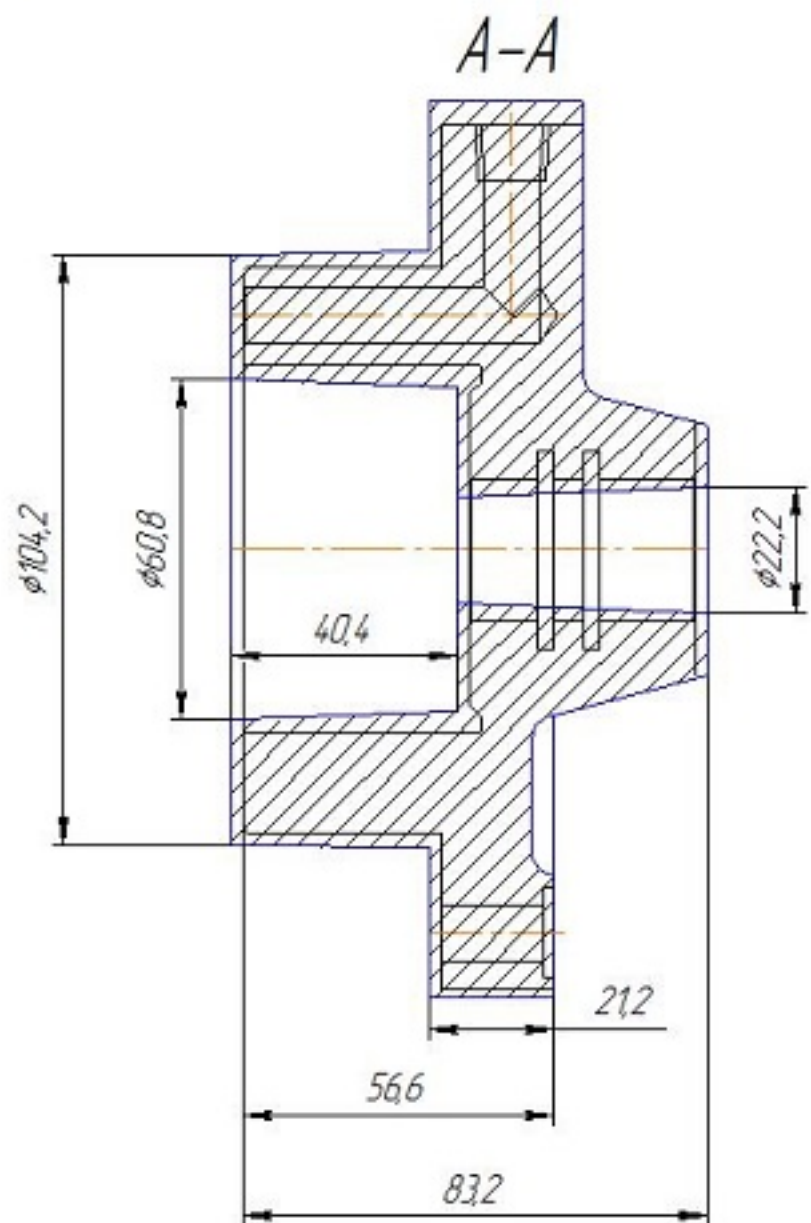
- × технологічний аналіз робочої документації та контроль технологічності конструкції деталей та вузлів;
- × коригування отриманої від організації-розробника технологічної документації щодо конкретних умов підприємства-виробника нової продукції;
- × розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, складання, регулювання та випробування окремих вузлів та виробу в цілому;
- × проектування технологічного оснащення та нестандартного обладнання;
- × розробка та впровадження раціональних методів технічного контролю;
- × розробка раціональних технологічних маршрутів та на цій основі планування цехів та виробничих ділянок з розстановкою обладнання;
- × впровадження (налагодження) технологічних процесів на виробничих ділянках та робочих місцях;
- × розрахунки виробничої потужності підприємства, нормативів витрат інструменту, матеріалів, енергоресурсів тощо.

				08-64.МКР.001.00.001 П/1			
№	Дат.	№ версії	Лист	Завдання технологічної підготовки виробництва	Лист	Всього	Всього
1		1.0	11		11		11
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							



1 Неказані ливарні радіуси 4 мм
2 H14, h14, ± 1/2

				08-64.MKP.001.00.001			
Імен. лист	№ докум.	Підп.	Дата	Кришка 12.63.1	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Гайду-чок М.А.				3543	1:1	
Вірб.	Козлов ЛГ.				Лист	Листов	1
Н.контр.	Сердюк О.В.			СЧ15 ГОСТ 1412-85			
Утв.	Козлов ЛГ.						
							ВНТУ
							зр. 1ПМ-22М
							Формат А2



1. Точність вилівка 8-4-11-5 ГОСТ 7505-89
2. Невказані ливарні радіуси до 2 мм
3. Невказані ливарні нахили до 3°
4. H14; h14; ±IT 14/2

				08-64.MKP.00100.002		
Імен. лист	№ докум.	Підп.	Дата	Кришка 12.63.1 (вилівок)		
Розроб.	Гайдучак М.А.					
Укроб.	Козлов ЛГ.			Лист	Листов	1
Н.контр.	Севдак О.В.			СЧ15 ГОСТ 1412-85		
Укроб.	Козлов ЛГ.			ВНТУ зр. 1ПМ-22М		
				Формат А2		

Кришка 12.63.1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

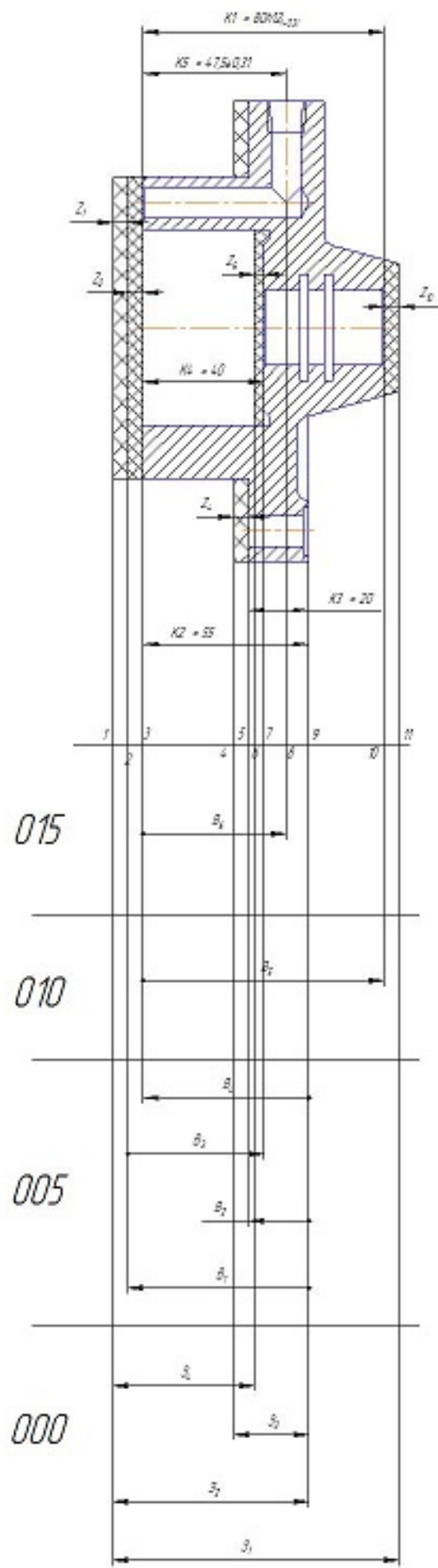
Маршрут механічної обробки

08-64.МКР.001.00.200 П/Л

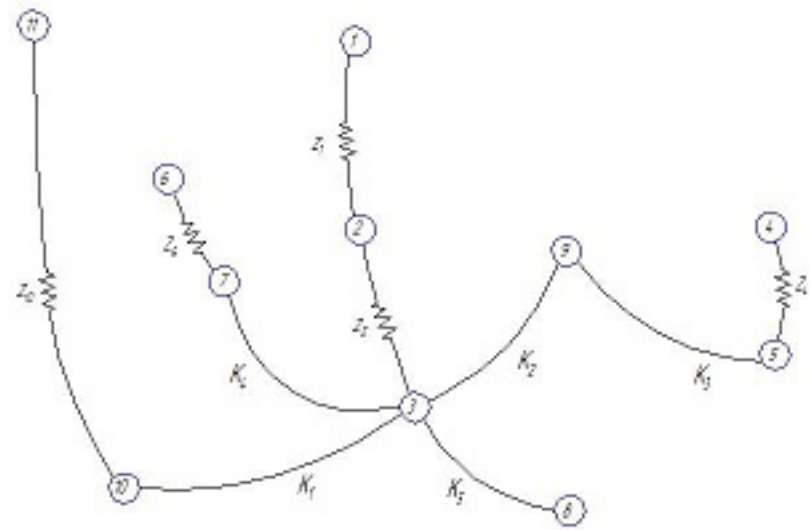
№ п.п	Назва операції: зміст переходу	Схема установки	Обладнання
005	<p style="text-align: center;"><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Точити поверхні 1 в розмір $56,25_{-0,7}$, 2 в розмір $\phi 102,68_{-0,46}$ та 3 в розмір $21,3_{-0,26}$ попередньо по контуру. 3. Точити поверхню 2 в розмір $\phi 101,63_{-0,12}$ попередньо. 4. Розточити поверхні 4 та 5 однократно. 5. Розточити отвір 6 в розмір $\phi 23,12^{+0,18}$ попередньо. 6. Розточити отвір 6 в розмір $\phi 24,36^{+0,08}$ попередньо та фаску 8 однократно. 7. Розточити канавки 7 однократно. 8. Розточити пов. 6 остаточно. 9. Точити пов. 1, 2, 3 остаточно та фаску 9 однократно. 10. Зняти деталь. 		<p>Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ40</p>
010	<p style="text-align: center;"><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Підрізати торець 1 однократно. 3. Розточити фаску 2 однократно. 4. Точити пов. 3 однократно. 5. Центрувати 6 отв. 4 однократно. 6. Свердлити 6 отв. 4. 7. Цекувати 6 отв. 5. 8. Зняти деталь. 		<p>Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ40</p>
015	<p style="text-align: center;"><u>Свердлильна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Центрувати отв. 1 однократно. 3. Свердлити отв. 1 однократно. 4. Цекувати фаску 2 однократно. 5. Зняти деталь. 		<p>Свердлильний верстат з ЧПК 2Р135Ф2</p>
020	<p style="text-align: center;"><u>Фрезерна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити деталь. 2. Фрезерувати поверхню 1 однократно. 3. Центрувати отв. 2 однократно. 4. Свердлити отв. 2 однократно. 5. Нарізати різь в отв. 2. 6. Зняти деталь. 		<p>Фрезерний верстат з ЧПК 6Р13РФ3</p>

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10

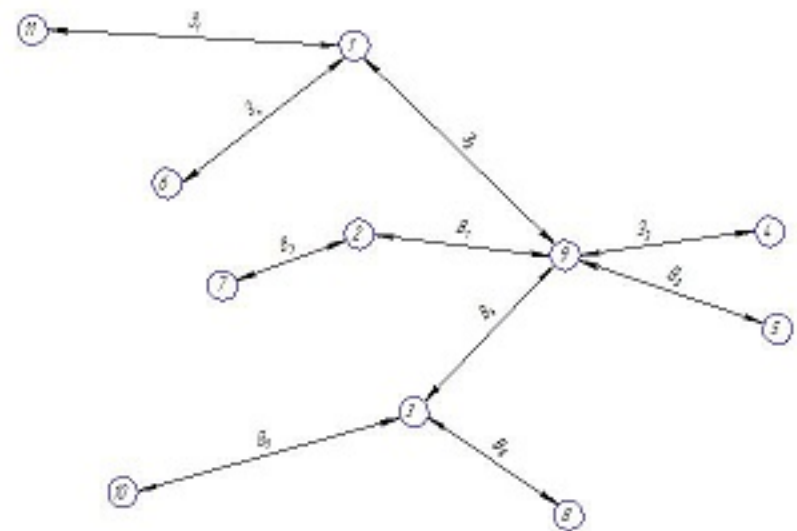
Розмірна схема технологічного процесу



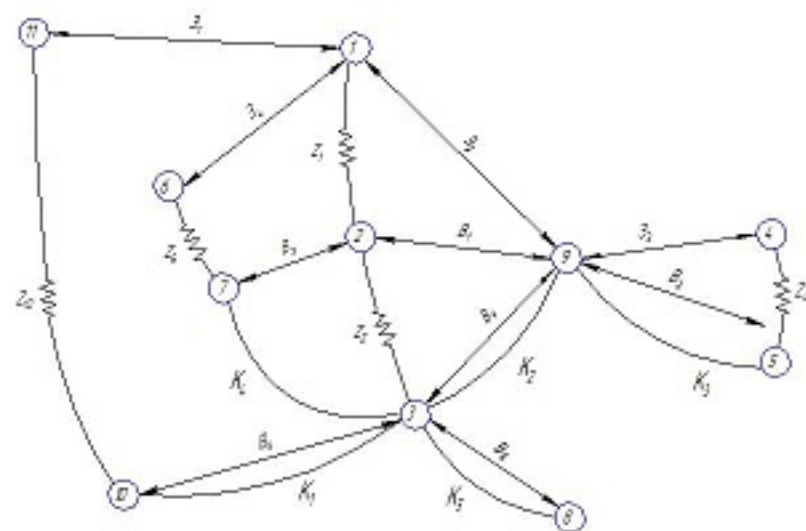
Вихідний граф



Похідний граф



Суміщений граф



Технологічні розміри та розміри заготовки

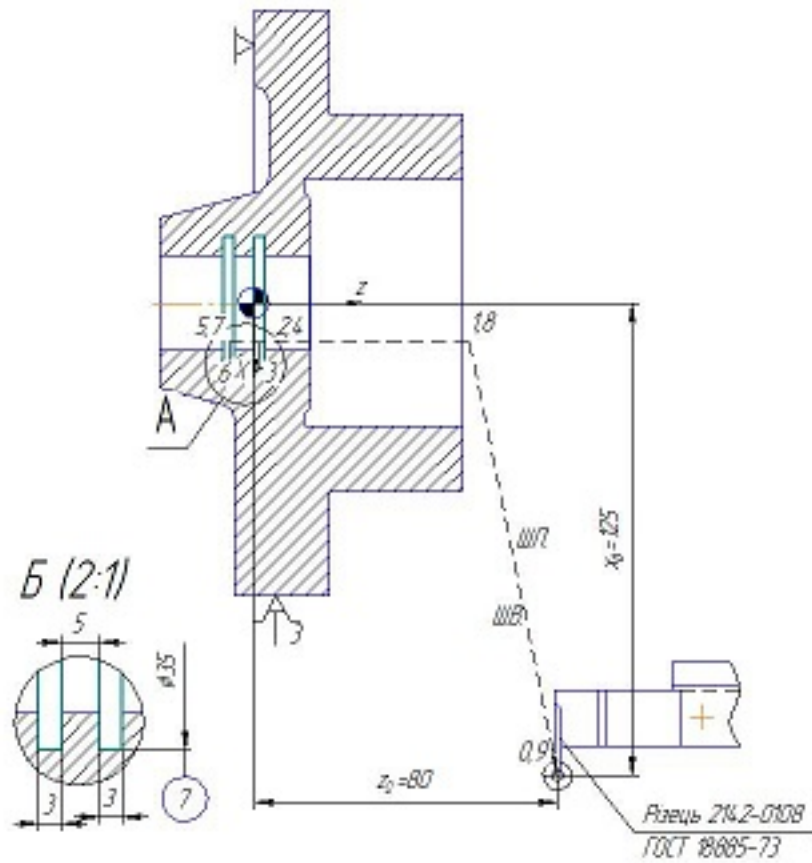
	$B_1, \text{мм}$	$B_2, \text{мм}$	$B_3, \text{мм}$	$B_4, \text{мм}$	$B_5, \text{мм}$	$B_6, \text{мм}$	$Z_1, \text{мм}$	$Z_2, \text{мм}$	$Z_3, \text{мм}$	$Z_4, \text{мм}$
тип	37,55	16,98	36,25	17,58	25,65	35,4	17,98	39,54	26,35	5,88
мак	38,25	17,58	36,75	17,98	26,54	35,65	18,02	41,15	27,75	16,98

Припуски на механічну обробку поверхонь

	$Z_1, \text{мм}$	$Z_2, \text{мм}$	$Z_3, \text{мм}$	$Z_4, \text{мм}$	$Z_5, \text{мм}$
тип	12	0,8	0,4	12	0,6
мак	3,6	2	1,22	5,3	1,35

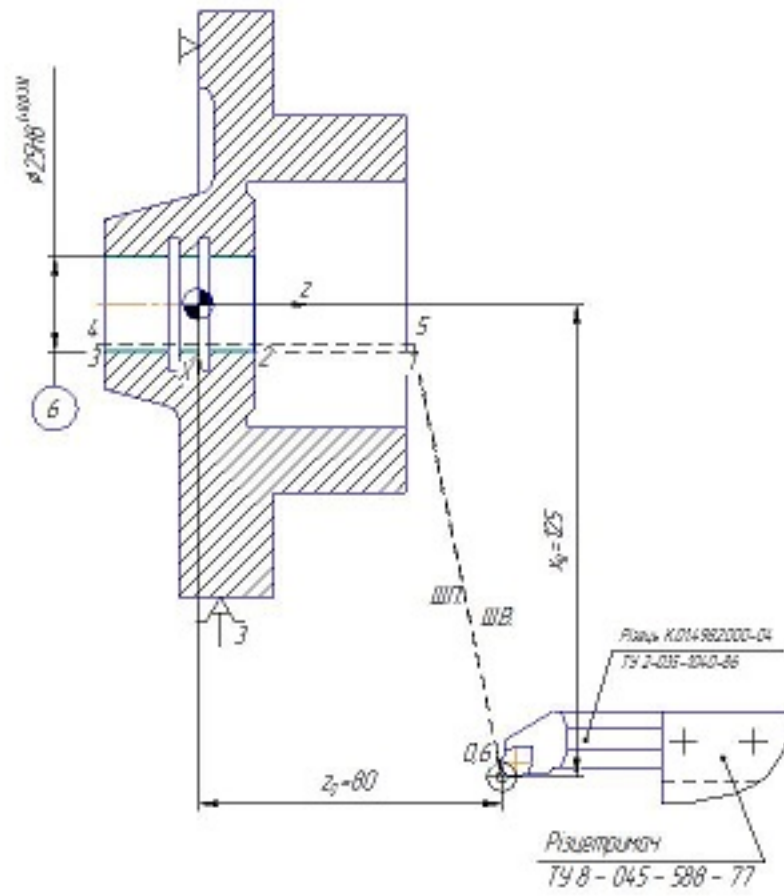
Перехід 7

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

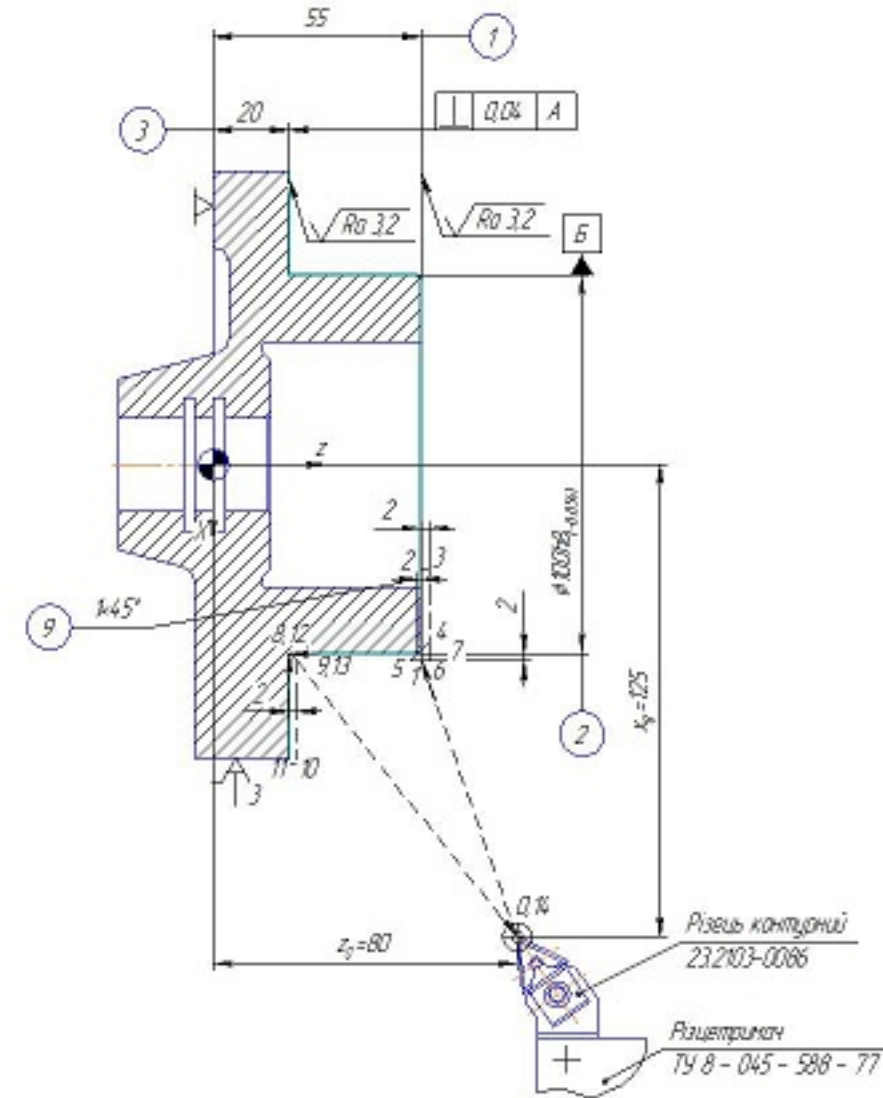


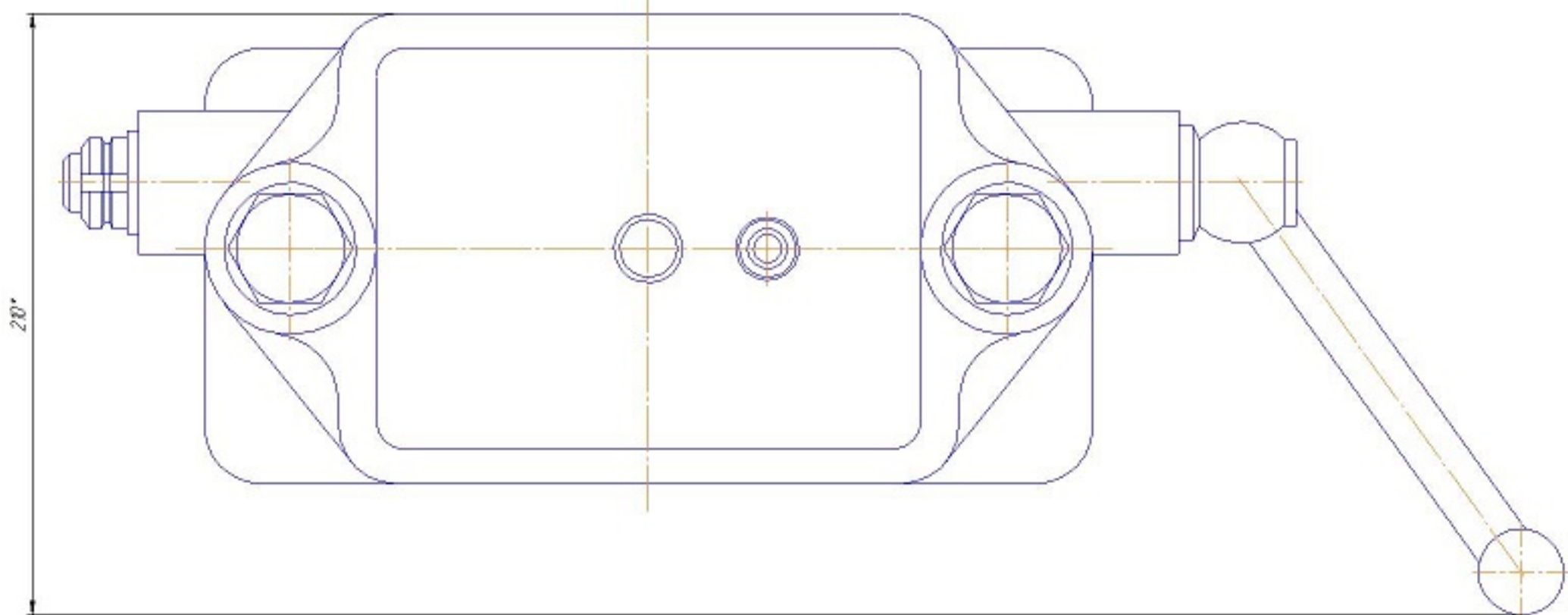
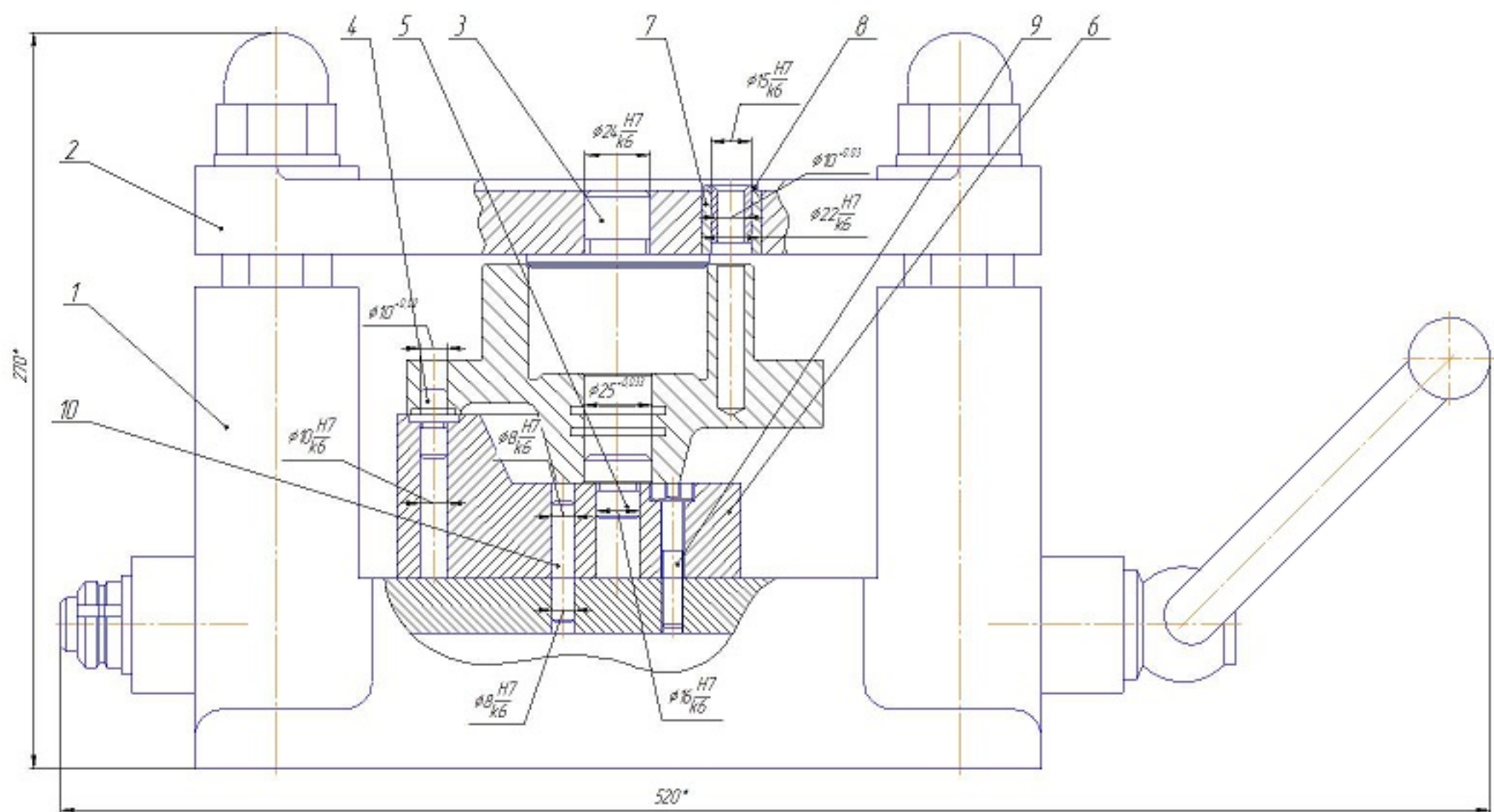
Перехід 8

$\sqrt{Ra\ 16}$



Перехід 9



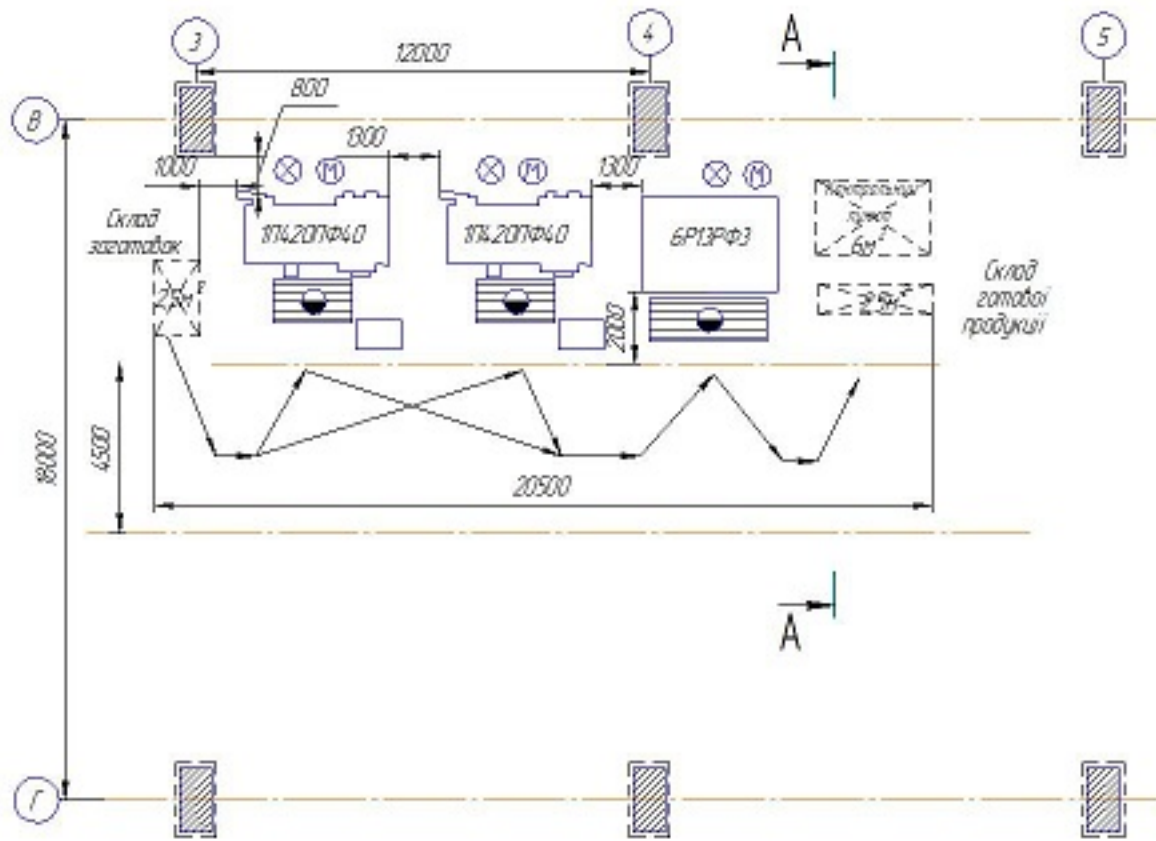


Технічні характеристики

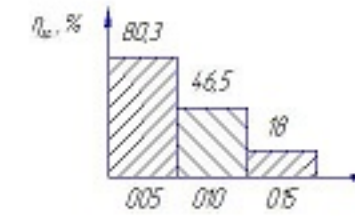
- 1 Кондуктор одномістний
- 2 Зусилля затискання 450 Н

* Розміри для довідок

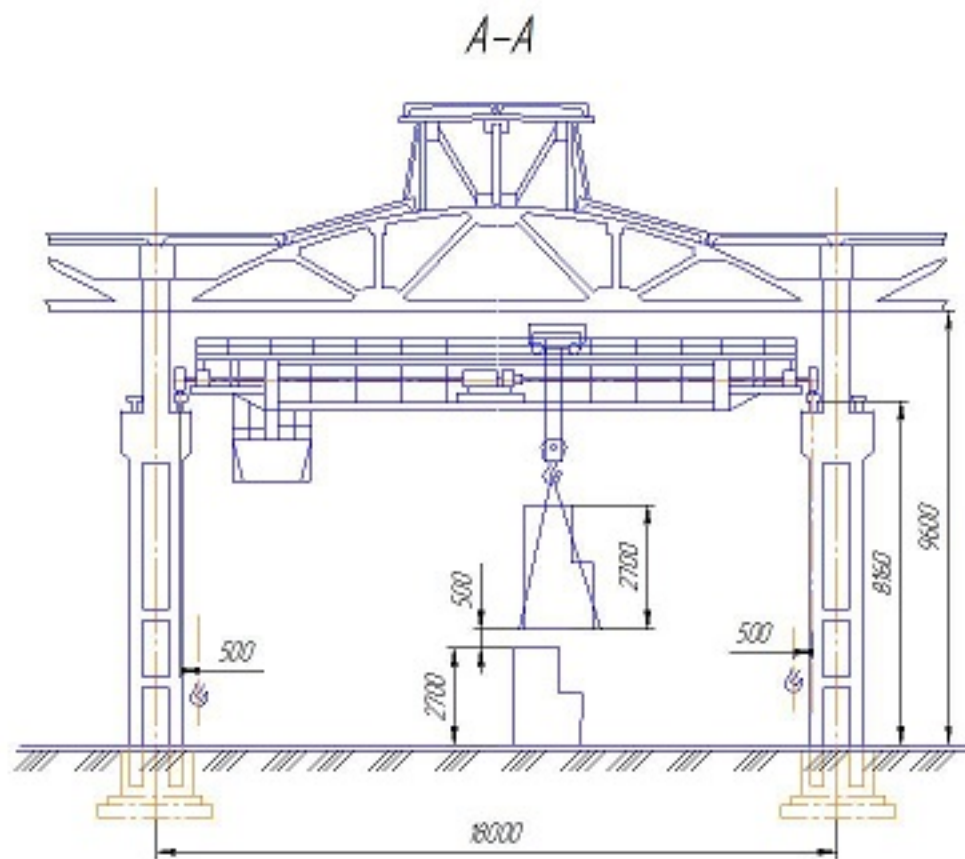
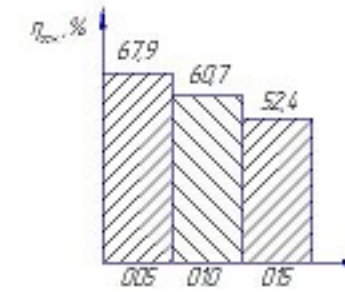
				08-64.МКР.00101000 СК			
№	Діаг.	№ версії	Лист	Лист	Конт.	Лист	Лист
№	Діаг.	№ версії	Лист	Лист	Конт.	Лист	Лист
№	Діаг.	№ версії	Лист	Лист	Конт.	Лист	Лист
№	Діаг.	№ версії	Лист	Лист	Конт.	Лист	Лист
				Кондуктор частковий Складальне креслення			
				11			
				ВНУ			
				ар. ТНУ-22М			
				Лист 41			



Графік завантаження обладнання



Графік використання обладнання по основному часу



Технічна характеристика дільниці

- Площа дільниці (м²)
 - загальна - 107м²
 - виробнича - 92м²
 - допоміжна - 35м²
- Кількість працюючих (чол)
 - робітників основних - 3
 - допоміжних - 1
 - ІТР - 1
 - МОП - 1
 - службовців - 1
- Верстатів - 3
- Транспорту засоби електровізки - 1

08-64.МКР.001.00.005 П/Л			
№	Дат.	№ версії	Лист
1			1
Дільниця механічної обробки			1:100
			ВНТУ
			ар. ТН-22м
			Формат А1