

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення  
продуктивності обробки матриці штампа за рахунок удосконалювання  
технологічного процесу

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ-ПОМ23мг  
спеціальності: 015.34 Професійна освіта  
(Машинобудування)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Олексій КОРИТЧЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник Олег ХОРОШИЛОВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент Костянтин БРОВКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри Олег ПОДОЛЯК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Антон СКОРКІН

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Секретар ЕК Валентина СКОРКІНА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

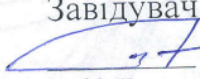
Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В.Н. КАРАЗІНА

науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»  
машинобудування, транспорту і зварювання  
015.34 Професійна освіта (Машинобудування)  
професійна програма Професійна освіта (Машинобудування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

 О.Л. Подоляк

“12” жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

другого (магістерського) рівня вищої освіти

Олексію КОРИТЧЕНКО

Ідентифікатор (ші)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з  
зміщення продуктивності обробки матриці штампа за рахунок  
впровадження технологічного процесу

Визначена наказом 4801-5/3345 від 12.10. 2024 р.

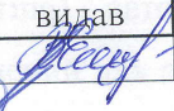
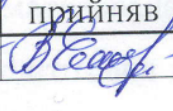
Термін здачі магістрантом закінченої роботи “5” грудня 2024 р.

Вихідні дані до роботи: Креслення деталі типу «матриця» і механізмів  
обробного обладнання із системою автоматичного керування,  
технічні документи, паспортні дані обладнання, каталоги, стандарти на  
технічного оснащення.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить  
вирішити): Вступ. Вибір стратегії й типу виробництва. Вибір заготовки.  
Вибір технологічних баз. План обробки. Вибір засобів технологічного  
оснащення. Розробка технологічних операцій. Патентні дослідження. Наукові  
дослідження. Вибір і проектування верстатного пристосування. Вибір і  
проектування інструмента. Проектування виробничої ділянки. Методичний  
збірник. Висновки. Список джерел інформації. Додатки.

Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових  
креслень, плакатів: Аналітичний огляд. Вибір стратегії й типу виробництва.  
Вибір заготовки. Вибір технологічних баз. План обробки. Вибір засобів  
технологічного оснащення. Розробка технологічних операцій. Патентні  
дослідження. Наукові дослідження. Вибір і проектування верстатного  
пристосування. Вибір і проектування інструмента. Проектування виробничої  
ділянки. Висновки.

Консультант:

|          | Консультант      | Підпис, дата                                                                       |                                                                                     | Оцінка<br>(бали) |
|----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|          |                  | Завдання<br>видав                                                                  | Завдання<br>прийняв                                                                 |                  |
| Замовник | Галина ЄЛЬНИКОВА |  |  |                  |

Завдання « 12 » жовтня 2024 р.

Олег ХОРОШИЛОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

Олексій КОРИТЧЕНКО

(підпис)

(ім'я, прізвище)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання кваліфікаційної роботи

| Етапи роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання      | Термін виконання | Позначки керівника про виконання завдань |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------|
| Вибір теми й обґрунтування проблеми дослідження.                              | 05.09.24         |                                          |
| Визначення об'єкта, предмета, мети й завдань.                                 |                  |                                          |
| Складання плану роботи. Підбір літератури й інших джерел                      | 06.09.24         |                                          |
| Оформлення завдання проектування для затвердження теми кваліфікаційної роботи | 12.09.24         |                                          |
| Підготовка аналітичної частини                                                | 20.09.24         |                                          |
| Підготовка теоретичної частини                                                | 07.10.24         |                                          |
| Розробка дослідницької частини                                                | 21.10.24         |                                          |
| Розробка методичного розділу                                                  | 01.11.24         |                                          |
| Підготовка графічного матеріалу                                               | 08.11.24         |                                          |
| Доробка проекту по зауваженнях наукового керівника                            | 15.11.24         |                                          |
| Доробка проекту по зауваженнях консультантів                                  | 22.11.24         |                                          |
| Оформлення кваліфікаційної роботи. Підготовка до захисту.                     | 29.11.24         |                                          |
| Захист кваліфікаційної роботи                                                 | 10.12.24         |                                          |

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Олексій КОРИТЧЕНКО

(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Антон СКОРКІН

(ім'я, прізвище)

Олег ПОДМАК

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

### Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проекту)

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення продуктивності обробки матриці штампа за рахунок удосконалювання технологічного процесу

(назва роботи)

студента

КОРИТЧЕНКО Олексій Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник

Хорошилов Олег Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 1,73,

Коефіцієнт Подібності 2: 0,84 ,

Сигнал „Тривога!": ☒ – немає; ☐ – є, кількість разів у тексті \_\_\_\_.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту K1):

не більше 11% – оригінальна робота,

від \_\_% до \_\_% – задовільно оригінальна робота,

від \_\_% до \_\_% – умовно оригінальна робота,

більше \_\_% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

☒ оригінальна,

☐ задовільно оригінальна,

☐ умовно оригінальна,

☐ неоригінальна.

#### Висновок:

☒ робота може бути допущена до захисту,

☐ необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проекту).

#### Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор

(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

20.10.24  
(дата)

## ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

CAM – (англ. Computer-aided manufacturing) - автоматизована система, або модуль автоматизованої системи, призначений для підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК

ДТР – досліджувані технічні рішення

ІРК – інструментально-роздавальна комора

ІТП – інженерно - технічні працівники

МКВ – Міжнародна класифікація винаходів

МОП – молодший обслуговуючий персонал

ПЧПК – пристрій числового програмного керування верстатом

рис. – рисунок

РІ – ріжучий інструмент

САПР – система автоматизованого проектування

табл. – таблиця

ТП – технологічний процес

ТР – технічний розв'язок

УДК – універсальна десяткова класифікація

УСП – універсально-складальні пристосування

хв. – хвилина

ЧПК – числове програмне керування

## РЕФЕРАТ

У проекті розглянуті питання вдосконалювання технологічного процесу виготовлення матриці.

Запропонований спосіб одержання заготовки методом лиття в піщано-глинисті форми за результатами економічного аналізу. Розроблений новий технологічний маршрут виготовлення деталі для среднесерійного виробництва. Розраховані припуски на мех. обробку. На багатоцільовій операції на основі проведених наукових і патентних досліджень оптимізовані режими різання й удосконалена конструкція фрези. Показані налагодження на багатоцільову й фрезерно-розточувальну операції. Розраховане й спроектоване верстатне пристосування. Спроектована ділянка обробки деталі й розраховані коефіцієнти завантаження застосовуваного обладнання. Впровадження пропонованих заходів щодо вдосконалювання техпроцесу дозволить одержати річний економічний ефект у розмірі 288 тис.грн.

Проект складається з пояснювальної записки, що включає в себе 127 с., \_\_\_\_ рис., \_\_\_\_ табл., список використаних літературних джерел, додатки.

*Ключові слова:* ШТАМП, МАТРИЦЯ, МЕТОД ОБРОБКИ, ФРЕЗЕРУВАННЯ, ВИСОКОШВИДКІСНА ОБРОБКА, СПЛАЙН – ОБРОБКА, СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ.

## ABSTRACT

The project addresses the issues of improving the manufacturing process of the matrix.

The proposed method of obtaining the workpiece by casting into sand-clay forms on the basis of economic analysis. A new technological route for the production of a medium-sized production component has been developed. Assumptions on fur are calculated. processing In the multi-purpose operation, based on scientific and patent research, optimized cutting modes and improved cutting design. The debugging for a multi-purpose and milling-boring operation is shown. Machine tools are designed and designed. The designed part of the processing of the part and the coefficients of loading of the used equipment are calculated. Implementation of the proposed measures to improve the technical process will allow the annual economic effect of 288 thousand

The project consists of an explanatory note, including 127 s, \_\_\_\_ figures, \_\_\_\_ tables., list of used literary sources, supplements.

*Keywords:* STAMP, MATRIX, METHOD, PROCESSING, MILLING, HIGH SPEED PROCESSING, SPLINE - FINISHING, AUTOMATIC SYSTEM.

## ЗМІСТ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                           | 9  |
| 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ<br>МАШИНО-БУДІВНОЇ ГАЛУЗІ ..... | 10 |
| 1.1 Особливості професійної підготовки фахівців машинобудівної<br>галузі .....  | 10 |
| 1.2 Практична підготовка фахівців машинобудівної галузі                         | 13 |
| 1.3 Висновки до розділу 1 .....                                                 | 16 |
| 2 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ .....                                                   | 17 |
| 2.1 Аналіз службового призначення деталі .....                                  | 17 |
| 2.2 Технологічність конструкції деталі .....                                    | 19 |
| 2.3 Завдання проекту .....                                                      | 19 |
| 3. ВИБІР СТРАТЕГІЇ Й ТИПУ ВИРОБНИЦТВА .....                                     | 20 |
| 4. ВИБІР ЗАГОТОВКИ .....                                                        | 21 |
| 5. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ. ПЛАН ОБРОБКИ .....                                  | 27 |
| 5.1 Вибір методів обробки поверхонь матриці .....                               | 27 |
| 5.2 Вибір технологічних баз .....                                               | 29 |
| 6. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ .....                                 | 33 |
| 7. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ .....                                        | 37 |
| 8. ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....                                                   | 47 |
| 8.1 Завдання розділу .....                                                      | 47 |
| 8.2 Дослідження досягнутого рівня виду техніки «Фрези» .....                    | 48 |
| 8.3 Патентний пошук .....                                                       | 50 |
| 8.4 Аналіз результатів пошуку .....                                             | 54 |
| 9. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....                                                    | 58 |
| 10. ВИБІР І ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО<br>ПРИСТОСУВАННЯ .....                     | 67 |
| 10.1 Принцип роботи прискорювальної головки .....                               | 67 |
| 10.2 Розрахунки зусилля затискача інструмента .....                             | 69 |
| 11. ВИБІР І ПРОЕКТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТА .....                                      | 73 |

|      |                                                                                                                                                                                                                      |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.  | ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ .....                                                                                                                                                                                | 76  |
| 12.1 | Розрахунки кількості основного технологічного обладнання на ділянці й коефіцієнта його завантаження .....                                                                                                            | 76  |
| 12.2 | Розрахунки числа робітників .....                                                                                                                                                                                    | 81  |
| 12.3 | Організація постачання матеріалами й заготовками .....                                                                                                                                                               | 82  |
| 12.4 | Організація транспортного господарства .....                                                                                                                                                                         | 83  |
| 12.5 | Організація роботи ділянки й робочих місць .....                                                                                                                                                                     | 83  |
| 13   | МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ (МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРУ НА ТЕ-МУ «ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МАТРИЦІ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ».) ..... | 86  |
| 13.1 | Постановка оперативних цілей семінару .....                                                                                                                                                                          | 88  |
| 13.2 | Вибір типу семінару і форми його проведення .....                                                                                                                                                                    | 89  |
| 13.3 | Визначення переліку питань для обговорення та джерел інформації при підготовці до семінару .....                                                                                                                     | 90  |
| 13.4 | Проектування мотиваційних технологій навчання студентів на семінарі .....                                                                                                                                            | 92  |
| 12.5 | Аналіз базових умов навчання .....                                                                                                                                                                                   | 94  |
| 13.6 | Проектування основної частини реферативного семінару.....                                                                                                                                                            | 94  |
| 13.7 | Висновки до методичної частини .....                                                                                                                                                                                 | 102 |
|      | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....                                                                                                                                                                                              | 103 |
|      | СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ .....                                                                                                                                                                                       | 105 |
|      | ДОДАТОК А (ПЛАКАТИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ) .....                                                                                                                                                                                | 109 |

## ВСТУП

Ціль дипломного проектування за технологією машинобудування - навчитися правильно застосовувати теоретичні знання, отримані в процесі навчання, використовувати свій практичний досвід роботи на машинобудівних підприємствах для розв'язку професійних технологічних і конструкторських завдань.

Метою даного проекту є зниження трудомісткості виготовлення матриці шляхом розробки прогресивного технологічного процесу, що базується на сучасних досягненнях в області верстатобудування, інструментального виробництва.

Для досягнення мети вирішуються наступні завдання:

2. Розширення, поглиблення, систематизація й закріплення теоретичних знань, і застосування їх для проектування прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, включаючи проектування засобів технологічного оснащення.

2. Розвиток і закріплення навичок ведення самостійної творчої інженерної роботи.

3. Оволодіння методикою теоретичних досліджень технологічних процесів механоскладального виробництва.

У дипломному проекті повинна відображатися економія витрат праці, матеріалу, енергії. Розв'язок цих питань можливо на основі найбільш повного використання можливостей прогресивного технологічного обладнання й оснащення [29].

## 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНО-БУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

### 1.1. Особливості професійної підготовки фахівців машинобудівної галузі

Автоматизація виробничих процесів є основною тенденцією розвитку сучасного машинобудування. Широке та повсюдне застосування автоматизованих систем призводить до корінних змін не тільки у виробництві, а й у професійній підготовці здобувачів освіти машинобудівного профілю.

У нових освітніх стандартах вимоги до освоєння навчальної програми формуються у компетенціях та трактування поняття «компетентність», як правило, починається зі слова «здатність». Але здатність, за визначенням, це індивідуальне властивість особистості. Однак, незважаючи на це, будь-який випускник закладу вищої освіти зобов'язаний освоїти важливі компетенції, пов'язані з володінням знаннями нових технологій та високоефективних засобів технологічного оснащення автоматизованого машинобудування, основ систем автоматизованого проектування та інформаційних технологій; вміннями та навичками розрахунку та конструювання деталей, механізмів та машин, розробки технологічних процесів виготовлення виробів із застосуванням сучасних методів автоматизованого проектування; навичками оперування інформацією та інтерпретування, порівняння та зіставлення різних виробничих ситуацій, освоєння складною технікою та технологією [28,29].

Випускник - машинобудівник повинен вирішувати такі професійні завдання:

- у розрахунково-проектній діяльності – це участь у складі колективу виконавців у розробці проектів технічних умов та вимог, нормативної документації для нових об'єктів професійної діяльності; у формуванні цілей проекту, побудові структури їх взаємозв'язків, виявлення пріоритетів вирішення завдань; у розробці проектів - об'єктів професійної діяльності з

урахуванням механіко-технологічних, естетичних, екологічних та економічних вимог; у розробці конструкторської та технологічної документації для ремонту;

- у виробничо-технологічній діяльності - це визначення у складі колективу виконавців виробничої програми з технічного обслуговування, сервісу та ремонту при експлуатації машин та обладнання; у розробці та вдосконаленні технологічних процесів; ефективне використання матеріалів, обладнання та програм розрахунків параметрів технологічних процесів; забезпечення безпеки експлуатації, зберігання, обслуговування, ремонту, безпечних умов праці персоналу; впровадження ефективних інженерних рішень у практику; проведення стандартних та сертифікаційних випробувань матеріалів, виробів та послуг; розробка та реалізація пропозицій щодо ресурсозбереження;

- в експериментально-дослідній діяльності - це участь у складі колективу виконавців у фундаментальних та прикладних дослідженнях у галузі професійної діяльності; в аналізі стану та динаміки показників якості об'єктів професійної діяльності; в аналізі, синтезі та оптимізації процесів забезпечення якості випробувань із застосуванням проблемно-орієнтованих методів; технічне, організаційне забезпечення та реалізація досліджень; у виконанні дослідно-конструкторських розробок; в обґрунтуванні та застосуванні нових інформаційних технологій; а також у пошуку та аналізі інформації з об'єктів досліджень;

- в організаційно-управлінській діяльності - це участь у складі колективу виконавців в організації роботи колективу, виборі та реалізації управлінських рішень; участь у складі колективу виконавців у вдосконаленні організаційно-управлінської структури підприємств з експлуатації, зберігання, технічного обслуговування, ремонту та сервісу машин та обладнання; у виборі та розробленні раціональних нормативів експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та зберігання; у здійсненні технічного контролю та управління якістю виробів;

- у монтажньо-налагоджувальній діяльності - це монтаж та налагодження обладнання для технічного обслуговування та ремонту техніки, участь в авторському та інспекторському нагляді; монтаж, участь у випробуванні та здачі в експлуатацію технологічного обладнання для виробничих випробувань машин та механізмів;

- у сервісно-експлуатаційній діяльності – це забезпечення експлуатації машин відповідно до вимог нормативно-технічних документів; проведення у складі колективу виконавців випробувань та визначення працездатності експлуатованого та ремонтного обладнання; а також участь у проведенні робіт з технічного обслуговування та ремонту механізмів; організація роботи із клієнтурою; нагляд за безпечною експлуатацією обладнання; організація у складі колективу виконавців експертиз та аудиту при проведенні сертифікації вироблених агрегатів та систем, послуг та робіт з технічного обслуговування та ремонту машин.

Здатність машинобудівника до вирішення подібних завдань забезпечується спеціальною підготовкою у закладі вищої освіти, яку визначають як конструкторсько-технологічну. Основними компонентами конструкторсько-технологічної підготовки здобувачів освіти машинобудівного профілю є конструкторська, технологічна та програмна підготовки.

Конструкторська формує знання про конструкції, матеріали, параметри геометричної точності деталей, вузлів, механізмів та машин, розрахунку на міцність, жорсткість, розтягування та стиснення в залежності від призначення; вміння, необхідні для конструювання та розмірного аналізу конструкції виробів, що сприяють розвитку технічного мислення та просторової уяви; навички у створенні креслень, конструкторських документів.

Технологічна підготовка формує здібності, необхідні для розробки технологічного процесу виготовлення та складання деталей, вузлів, механізмів та машин, а також методів їх контролю, вибору та обґрунтування методу отримання заготовок, ріжучих та вимірювальних інструментів

технологічного оснащення, розрахунку припусків та норм часу на обробку та складання виробів, складання технологічної документації.

Важливою складовою конструкторсько-технологічної підготовки з використанням інформаційних технологій є програмна підготовка, у процесі якої здобувачі освіти повинні освоїти основи програмування, вміти розробляти програми для виконання багатьох розрахунків конструювання та проектування технологічних процесів виготовлення виробів, що керують програмою механічної обробки деталей [28, 29].

## **1.2. Практична підготовка фахівців машинобудівної галузі**

Особливе місце у підготовці фахівців машинобудівного профілю відводиться виробничій практиці. Основна мета навчальної практики полягає у оволодінні професійними знаннями, вміннями та початковими навичками як виконавець при роботі на технологічному обладнанні виробничих цехів. Зміст загальної технологічної практики здобувачів освіти на отримання знань про структуру виробництва та окремих цехів підприємств, про обладнання, оснащення, інструмент, про організацію роботи. У ході практики майбутні машинобудівники вивчають технологічну документацію, набувають уміння зі складання прогресивних технологічних процесів виготовлення та складання деталей та вузлів автомашин, проходять первинну адаптацію на майбутньому робочому місці. На різних етапах навчання здобувачів освіти цілі та завдання практики органічно пов'язані і між собою та з іншими формами навчання.

Цілі навчальної практики: формування прикладних знань, вмінь та попередні навички виконання робіт як виконавця за однією з робочих професій машинно-ручної праці; знання складових елементів технологічного процесу випуску виробів, у виробництві яких бере участь практикант; організації управління цехом, ділянкою, бригадою; взаємовідносин у трудових колективах; досвід творчої діяльності з перенесення навичок виконання прийомів та операцій з одного виду робіт на інший, щодо застосування

теоретичних знань у практичній діяльності; виховання відповідальності та організованості у вирішенні виробничих завдань.

Навчальна практика проводиться у цехах машинобудівних підприємств та навчально-виробничих лабораторіях закладу вищої освіти. На весь період практики за кожним здобувачем освіти закріплюється робоче місце. Для оволодіння різними виробничими навичками бажано організувати роботу здобувачів освіти на кількох робочих місцях. За результатами практики здобувачі освіти подають індивідуальні звіти та складають іспит. Цілі технологічної практики: знання організаційної структури підприємства та його окремих цехів, технології, обладнання, оснастки, інструменту, продукції заготівельних та обробних виробництв, що випускається; уміння вивчати технічну та технологічну документацію, збирати дані технологічних документів з реальними заводськими параметрами, описувати технічні об'єкти та складати звіт; досвід творчої діяльності з використання теоретичних знань, отриманих під час освоєння попередніх дисциплін, у докладному вивченні пристрою, послідовності роботи та характеристик технічного обладнання.

Технологічна практика, повинна бути логічним завершенням курсів та розділів дисциплін «Інженерна графіка», «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Теорія машин та механізмів» та «Деталі машин», «Метрологія, стандартизація та сертифікація», має з ними безпосередні зв'язки не лише за змістом, а й за структурою.

Технологічна підготовка впливає на розвиток предметно-образного мислення здобувачів освіти та необхідна ув'язка змістовної частини дисциплін професійного циклу зі спеціальними дисциплінами. Вивчення методів побудови креслень просторових об'єктів та правила оформлення конструкторської документації відповідно до стандартів, методів та засобів автоматизації виконання, оформлення проєктно-конструкторської документації в рамках курсів «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка» знаходять безпосереднє застосування спеціальних курсах з проєктування механізмів. Вивчені в розділах дисципліни «Теорія механізмів і машин» зубчасті та гвинтові передачі, кривошипно-шатунні та кулісні механізми є

основою для розробки типових механізмів перетворення рухів.

Майбутні машинобудівники вивчають кінематичні, динамічні характеристики основи розрахунку та проєктування. Розглянуті в розділах дисципліни «Матеріалознавство» питання впливу різних хімічних елементів та способів термообробки на фізико-механічні характеристики та властивості матеріалів використовують при проєктуванні механізмів для визначення технічних та експлуатаційних характеристик (міцності, твердості, зносостійкості та ін.) елементів конструкції машин та різальних інструментів.

При вивченні питань про склад, властивості та структуру різних матеріалів необхідно наголосити на поведінці цих матеріалів в умовах виробництва та експлуатації з урахуванням впливу зовнішніх факторів - навантажень, нагрівання, охолодження, впливу агресивного середовища тощо.

Досліджувані в розділах дисципліни «Деталі машин та основи конструювання» питання проєктування з використанням зубчастих, черв'ячних, ремінних, ланцюгових передач, різних видів з'єднань (різьбових, шпонкових та ін.), муфт та інших елементів приводів потрібні при проєктуванні приводів багатьох механізмів.

Під час формування тематики дипломного проєкту перевага надається питанням дослідження, проєктування та розробки сучасного високопродуктивного обладнання, покращення його технічних та експлуатаційних характеристик, застосування нових конструкційних та інструментальних матеріалів. Важливе місце займають питання автоматизації проєктування, використання прикладних програм та програмного забезпечення машинобудівних виробництв. Зміст випускної роботи випускника машинобудівного профілю є конструкторсько-технологічним проєктом, що базується на знаннях, вміннях, навичках компетенціях сформованих у здобувачів освіти при вивченні дисциплін різних циклів. При виконанні дипломного проєкту здобувач освіти повинен уміти творчо застосовувати свої знання при вирішенні комплексної проблеми. Графічна частина випускної роботи дає основні конструкторські та технологічні рішення, включає в себе креслення деталей, операційні ескізи технічного процесу виготовлення деталі, креслення пристроїв для автоматизації окремих

операцій та переходів, ріжучих інструментів, а також, якщо це необхідно, кінематичні та принципові схеми планувальних рішень. Усі графічні матеріали виконуються з використанням найбільш широких графічних пакетів програм на комп'ютер. Така система конструкторсько-технологічної підготовки фахівців машинобудівного профілю дозволяє повніше задовольнити потреби промисловості у кадрах машинобудівних спеціальностей різного рівня та пропонує більш широкі можливості для вибору та успішної реалізації випускників відповідно до їх здібностями та можливостями.

### **1.3 Висновки до розділу 1**

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи нами було виконано визначення актуальності та особливості професійної підготовки фахівців машинобудівної галузі.

Розглянули професійні завдання фахівця машинобудівної галузі, до яких відноситься: розрахунково-проектна діяльність, виробничо-технологічна діяльність, експериментально-дослідна діяльність, організаційно-управлінська діяльність, монтажно-налагоджувальна діяльність, сервісно-експлуатаційна діяльність.

В першому розділі ми більш детально розглянули конструкторсько-технологічну підготовку здобувачів освіти машинобудівного профілю та її компоненти; конструкторська, технологічна та програмна підготовки.

Проаналізувати освітньо-професійну програму та навчальний план підготовки фахівців машинобудівної галузі. На основі логічної структури вивчення навчальних дисциплін було виявлено, що навчання здобувачів освіти здійснюється за спіраллю, а технологічна практика є логічним завершенням таких навчальних дисциплін «Інженерна графіка», «Метрологія, стандартизація та сертифікація», «Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів», «Теорія машин та механізмів» та «Деталі машин».

## 2. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

### 2.1 Аналіз службового призначення деталі

Завданням дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «матриця». Матриця – це частина штампа для виготовлення сталевих заготовок методом пластичного деформування. Матриця призначена для утвору разом з пуансоном порожнини необхідної конфігурації і силового впливу на оброблюваний матеріал. Штмп складається із двох або більш частин. Матриця – це нерухлива частина штампа. Коли матриця й пуансон з'єднані разом, вони утворюють замкнену порожнину певної конфігурації, стінки якої впливають на оброблюваний матеріал, пластично деформують його й надають вихідній заготовці із пластичного матеріалу необхідну форму. Таким чином, виходить деталь або заготовка. Матриця працює в умовах високої температури, контактної напруги та інтенсивного тертя ковзання. Точність поверхонь матриці безпосередньо впливає на точність одержуваних виробів. Шорсткість поверхонь матриці впливає на шорсткість одержуваних поверхонь, тому до робочих поверхонь матриці пред'являються високі вимоги по точності розмірів, форми й взаємного розташування поверхонь, а також шорсткості поверхонь. Твердість матриці повинна бути значно вище твердості оброблюваного матеріалу, щоб забезпечити оброблюваність і зменшити зношування. Тому, для виготовлення матриці виберемо інструментальний матеріал – сталь 4Х5МФС із наступної об'ємним загартуванням [28, 29].

Матриця (рис.2.1) у парі з пуансоном призначена для виготовлення штампувань фланця.

На рисунку 2.1 представлений ескіз матриці, а в таблиці 2.1 класифікація її поверхонь.

Для виготовлення даної матриці застосовується інструментальна сталь для штамів гарячого деформування 4Х5МФС. Хімічний склад стали, представлено в таблиці 2.2.

## Ескіз матриці

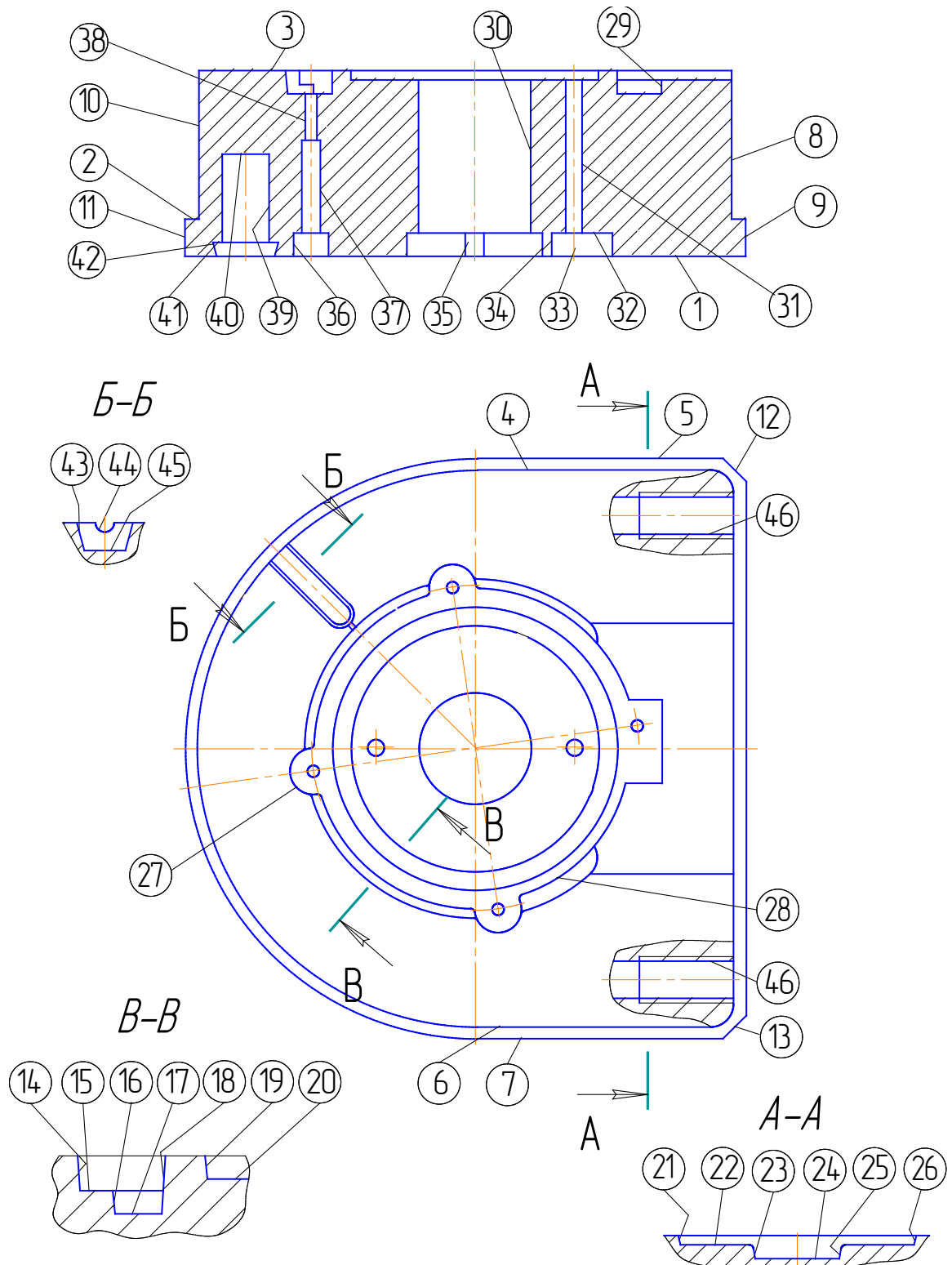


Рисунок 2.1- Ескіз матриці

Таблиця 2.1 - Класифікація поверхонь деталі по службовому призначенню

| Вид поверхні                   | Номера поверхонь          |
|--------------------------------|---------------------------|
| Виконавчі поверхні             | 14-29                     |
| Основні конструкторські бази   | 1,30                      |
| Допоміжні конструкторські бази | 2-4,6,8,10,31-39,41,42,46 |
| Вільні поверхні                | 7,9,10                    |

Таблиця 2.2 - Хімічний склад сталі 4X5МФС

| Зміст елементів, % |           |           |           |          |           |          |          |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| <i>C</i>           | <i>Mn</i> | <i>Si</i> | <i>Cr</i> | <i>V</i> | <i>Mo</i> | <i>S</i> | <i>P</i> |
|                    |           |           |           |          |           | не більш |          |
| 0,3-0,4            | 0,15-0,4  | 0,8-1,2   | 4,5-5,5   | 0,3-0,5  | 1,2-1,5   | 0,03     |          |

Сталь марки 4X5МФС має підвищений опір тендітному руйнуванню, разгаростійкості й прокаліваємості й тому її застосовують для складного пресового інструмента [1].

## 2.2 Технологічність конструкції деталі

Аналіз креслення матриці показав, що всі розрізи й перетину, зовсім чітко й однозначно пояснюють її конфігурацію й можливі способи одержання заготовки; креслення містить усі необхідні відомості про матеріал деталі, термічній обробці, масі деталі; деталь не має яких-небудь важкодоступних поверхонь, усі поверхні доступні для обробки й ремонту; можливий вільний доступ інструмента до оброблюваних поверхонь; відсутність глухих отворів; деталь є досить твердою, що дозволяє застосувати високошвидкісну обробку; на кресленні проставлені усі необхідні вимоги для виготовлення матриці, з метою одержання надалі якісних штампувань. Таким чином, деталь є досить технологічною [29].

## 2.3 Завдання проекту

Основним завданням проекту є одержання економічного ефекту від модернізації технологічного процесу виготовлення деталі.

У даному проекті для досягнення економічного ефекту пропонується застосувати наступні заходи:

1. Спроекувати заготовку з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу й з мінімальною собівартістю.

2. Розробити технологічний процес виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки й техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.д.).

### 3. ВИБІР СТРАТЕГІЇ Й ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

Відповідно до заданої програми випуску 1000 деталей у рік і масою деталі 1,4 кг. вибираємо серійний тип виробництва [2].

Для серійного типу виробництва характерні наступні показники технологічного процесу:

- Форма організації технологічного процесу – перемінно-постійна;
- Повторюваність випуску – періодичне повторення партії;
- Вид технологічного процесу – одиничний;
- Заготовка – виливок, штампування, прокат;
- Обладнання – універсальне, частково-спеціалізоване;
- Завантаження встаткування – періодична зміна деталей на верстатах;
- Розміщення обладнання на ділянці – по ходу технологічного процесу;
- Оснащення – універсальне і спеціальне;

Виходячи з перерахованого вище, стратегією проекту будемо вважати одержання економічного ефекту шляхом зменшення штучного часу, приблизно на заготівельній операції, введенням нового способу одержання заготовки; на фрезерній операції за допомогою модернізації верстата, пристосування та інструмента на основі проведених наукових і патентних досліджень, враховуючи екологічну складову проекту [28].

#### 4. ВИБІР ЗАГОТОВКИ

Вибір оптимального варіанта одержання заготовки

Для порівняння розглянемо два способи одержання заготовки для подальшого виготовлення матриці:

- прокат ( по базовому ТП);
- лиття в піщані форми.

Розрахунки заготовки із прокату.

За основу розрахунків проміжних припусків ухвалюємо максимальний розмір деталі 125 мм.

Установлюємо попередній маршрутний технологічний процес обробки поверхні деталі 125 мм:

Операція 10 Фрезерна чорнова

Визначаємо розрахунковий розмір заготовки:

$$D_{p.з} = D_n + 2z_{10}, \text{ мм} \quad (4.1)$$

де,  $D_n = 125 \text{ мм}$  - номінальний розмір;

$2z_{10} = 5,2 \text{ мм}$  – припуск на розмір на операції 10 [3, с.51, табл. 2.6].

$$D_{p.з} = 125 + 5,2 = 130,2 \text{ мм.}$$

За розрахунковим даними вибираємо розмір гарячекатаного прокату звичайної точності – смуга за ДСТ 4405-75.

$$\text{Смуга} \frac{50 \times 140 \text{ ГОСТ} 4405 - 75}{4X5M\Phi C \text{ TУ14} - 1 - 335 - 72}$$

У цьому випадку максимальний розмір  $i$  є довжиною заготовки.

Обсяг заготовки:

$$V_3 = L_3 \cdot H_3 \cdot B_3, \text{ мм}^3 \quad (4.2.)$$

де,  $L_3 = D_{p.з} = 130,2 \text{ мм}$  – довжина заготовки;

$H_3, B_3$  – висота й ширина заготовки, мм.

$$V_3 = 130,2 \cdot 50 \cdot 140 = 0,91 \cdot 10^6 \text{ мм}^3.$$

Маса заготовки:

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \text{ кг} \quad (4.3.)$$

де,  $\rho = 7,86 \text{ кг/м}^3$  – питома щільність стали;

$m_3 = 7,86 \cdot 0,91 = 7,1 \text{ кг}$ .

Коефіцієнт корисного використання матеріалу:

$$K_{u.m.} = \frac{m_o}{m_3} \quad (4.4)$$

де  $m_o$  - маса деталі;

$m_3$  - маса заготовки;

$$K_{u.m.} = \frac{1,4}{7,1} = 0,2$$

Заготовку в проектному варіанті запропоновано виконати виливком [29].

#### Вид заготовки

Вибираємо заготовку – виливок, отриману литтям у піщано-глинисті сирі форми з низько вологих ( до 2,8%) високоміцних (більш 160 кПа) сумішей з високим і однорідним ущільненням до твердості не менш 90 одиниць.

#### Клас розмірної точності

Вибираємо по [4, додаток 1, табл. 9]. Виходячи зі способу одержання заготовки і найбільшого габаритного розміру виливка клас розмірної точності 8-13 кв. Ухвалюємо 10 клас розмірної точності.

#### Ступінь жолоблення елементів

Вибираємо по [4, додаток 2, табл. 10], виходячи з відношення В/Л ( 0,32. Ступінь жолоблення 4-7. Ухвалюємо 6 ступінь жолоблення.

#### Ступінь точності поверхонь

Вибираємо по [4, додаток 3, табл. 11] –11 –18. Ухвалюємо ступінь точності поверхонь 14, що відповідає шорсткості  $R_a = 40 \text{ мкм}$  [4, додаток 4, табл. 12].

#### Клас точності маси

Визначаємо по [4, додаток 5, табл. 13], виходячи з номінальної маси виливка ( $m = 1...10 \text{ кг}$ ) і способу одержання виливка, ступінь точності маси виливка 7т-14. Ухвалюємо 10.

### Ряд припусків на обробку

Згідно [4, додаток 6, табл. 14] 14 ступені точності поверхні відповідають 5-8 ряди припусків на обробку. Ухвалюємо 7 ряд припусків.

### Допуск розмірів, форми й розташування елементів виливка

Допуски розмірів [4, с.2, табл. 1], форми й розташування елементів виливка [4, с. 5, табл. 2] призначаємо на кожну поверхню виливка окремо й зводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Допуски на розміри виливка

| Розмір деталі, мм            | Допуск на розмір, мм | Допуски форми й розташування поверхонь, мм |
|------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| $\varnothing 23,77^{+0,021}$ | 2,0                  | 0,4                                        |
| 40-0,016                     | 2,2                  | 0,4                                        |
| 120                          | 3,2                  | 0,5                                        |
| 125                          | 3,2                  | 0,5                                        |
| 55 $\pm$ 0,095               | 2,2                  | 0,4                                        |

Допуск нерівностей поверхні виливка не повинен перевищувати 1,0 мм.

[4, с. 6, табл. 3].

### Загальні допуски

Загальні допуски елементів виливка, що враховують спільний вплив допуску розміру й допусків форми й розташування поверхонь вибираємо по [4, додаток 8, табл. 16] і зводимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Загальні допуски

| Розмір деталі, мм            | Загальний допуск, мм |
|------------------------------|----------------------|
| $\varnothing 23,77^{+0,021}$ | 2,4                  |
| 40-0,016                     | 3,2                  |
| 120                          | 4,0                  |
| 125                          | 4,0                  |
| 55 $\pm$ 0,095               | 3,0                  |

### Припуски на обробку, розміри виливка

Припуски на обробку визначаємо по [4, с. 10, табл. 6].

Таблиця 4.3 - Припуски й розміри виливка

| Розмір деталі, мм        | Припуск на розмір, мм | Розмір виливка, мм |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| Ø23,77 <sup>+0,021</sup> | 7,6                   | Ø16,17±1,2         |
| 40-0,016                 | 7,0                   | 47±1,6             |
| 120                      | 6,4                   | 126,4±2,0          |
| 125                      | 6,4                   | 131,4±2,0          |
| 55±0,095                 | 3,5                   | 58,5±1,5           |

Маса виливка

$$m_3^{отл} = \rho \cdot \sum_{i=1}^n V = 7,86 \cdot 0,26 = 2,07 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{ум} = \frac{m_o}{m_3} = \frac{1,4}{2,07} = 0,68$$

Техніко-економічне порівняння методів одержання заготовки

Собівартість деталі:

$$C_{дет} = C_3 + C_{мо} - C_{отх}, \text{ грн} \quad (4.5.)$$

де,  $C_3$  – вартість заготовки, грн;

$C_{мо}$  – вартість механічної обробки, грн;

$C_{отх}$  – вартість відходів, грн

Для заготовки отриманої із прокату:

$$C_3^{пр} = C_б \cdot m_3, \text{ грн.} \quad (4.6.)$$

Для заготовки, отриманою виливком:

$$C_3 = C_б \cdot m_3 \cdot K_t \cdot K_{сл} \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_{п}, \text{ грн.} \quad (4.7.)$$

де,  $C_б$  – базова вартість кг заготовки;

$m_3$  – маса заготовки, кг;

$K_t$  – коефіцієнт точності;

$K_{сл}$  – коефіцієнт складності;

$K_v$  – коефіцієнт маси;

$K_m$  – коефіцієнт марки матеріалу;

$K_{п}$  – коефіцієнт обсягу виробництва.

Для заготовки отриманої із прокату:

$$C_6^{\text{пр}} = 0,36 \text{ грн/кг} [5, \text{с.35}]$$

$$m_3 = 7,1 \text{ кг}$$

$$C_3^{\text{пр}} = 0,36 \cdot 7,1 = 2,56 \text{ грн/шт}$$

Для заготовки отриманої литтям у піщану форму:

$$C_6^{\text{шт}} = 0,29 \text{ грн/кг} [5, \text{с.40}]$$

$$K_T = 1,0 [5, \text{с.38}]$$

$$K_{\text{сл}} = 1,0 [5, \text{с.38, табл. 4.6}]$$

$$K_B = 0,82 [5, \text{с.38, табл. 4.7}]$$

$$K_M = 2,5 [5, \text{с.38}]$$

$$K_{\text{п}} = 0,77 [5, \text{с.38, табл. 4.8}]$$

$$C_3^{\text{от}} = 0,29 \cdot 2,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 2,5 \cdot 0,77 = 0,95 \text{ грн/шт.}$$

Визначимо витрати на механічну обробку:

$$C_{\text{мо}} = C_{\text{уд}} \cdot (m_3 - m_d), \text{ грн} \quad (4.8.)$$

де,  $C_{\text{уд}}$  – питомі витрати на зняття 1 кг стружки, грн

$$C_{\text{уд}} = C_c + E_n \cdot C_k, \text{ грн} \quad (4.9.)$$

де,  $C_c = 0,356 \text{ грн/кг}$  – поточні витрати [5, с.34, табл. 4.2];

$C_k = 1,035 \text{ грн/кг}$  – капітальні витрати [5, с.34, табл. 4.2];

$E_n = 0,2$  - нормативний коеф. ефективності капітальних вкладень.

[5, с.34 ]

$$C_{\text{мо}}^{\text{пр}} = (0,356 + 0,2 \cdot 1,035) \cdot (7,1 - 1,4) = 3,21 \text{ грн/кг.}$$

$$C_{\text{мо}}^{\text{от}} = (0,356 + 0,2 \cdot 1,035) \cdot (2,07 - 1,4) = 0,38 \text{ грн/кг.}$$

$$C_{\text{отх}} = C_{\text{уд отх}} \cdot (m_3 - m_d), \text{ грн} \quad (4.10.)$$

де,  $C_{\text{уд отх}}$  – питома собівартість 1 кг відходів, грн

$$C_{\text{уд отх}} = 0,1 \cdot C_6, \text{ грн/кг} \quad (4.12.)$$

$$C_{\text{уд отх}}^{\text{пр}} = 0,2 \cdot 0,36 = 0,036 \text{ грн/кг.}$$

$$C_{\text{уд отх}}^{\text{от}} = 0,2 \cdot 0,29 = 0,029 \text{ грн/кг.}$$

$$C_{\text{отх}}^{\text{пр}} = 0,036 \cdot (7,1 - 1,4) = 0,21 \text{ грн}$$

$$C_{\text{отх}}^{\text{от}} = 0,029 \cdot (2,07 - 1,4) = 0,02 \text{ грн}$$

$$C_{\text{дет}}^{\text{пр}} = 2,56 + 3,21 - 0,21 = 5,56 \text{ грн}$$

$$C_{\text{дет}}^{\text{от}} = 0,95 + 0,38 - 0,02 = 1,31 \text{ грн}$$

Очікуваний економічний ефект:

$$E = C_{\text{дет}}^{\text{б}} - C_{\text{дет}}^{\text{м}}, \text{ грн/шт} \quad (4.12.)$$

$$E = 5,56 - 1,31 = 4,25 \text{ грн/шт.}$$

Проведені розрахунки показують, що економічно доцільно в якості заготовки для деталі – матриця використовувати заготовки отримані литтям у земляні форми.

## 5. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ. ПЛАН ОБРОБКИ

### 5.1 Вибір методів обробки поверхонь матриці

Вибір методів обробки поверхонь деталі різанням виконаємо по типових таблицях обробки [6] і результати вибору зведемо в таблицю 4.1 проекту. Номера поверхонь узяті з ескізу матриці (рис.2.1).

Таблиця 5.1 - Методи обробки поверхонь матриці

| № пов.                   | Точність<br>(квал.) | Шорсткість,<br>Ra(мкм) | Методи обробки                                                |
|--------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1,3                      | 6                   | 1,6                    | Фрезерування(чорнове, напівчистове),<br>шліфування            |
| 2,32,33                  | 9                   | 1,6                    | Фрезерування (чорнове, напівчистове, чистове)                 |
| 4,6,8,10,14-<br>20,21-29 | 8,9                 | 0,8                    | Фрезерування (чорнове, напівчистове,<br>чистове), полірування |
| 5,7,9,11,12,13,39-<br>45 | 12                  | 12,5                   | Фрезерування                                                  |
| 30                       | 7                   | 0,8                    | Розточування (чорнове, напівчистове, чистове),<br>полірування |
| 31,35,38                 | 7                   | 0,8                    | Свердління, зенкерування, розгортання.                        |
| 34                       | 12                  | 12,5                   | Розточування                                                  |
| 36,37,46                 | 11                  | 12,5                   | Свердління                                                    |

Дані методи реалізовані при розробці технологічного маршруту виготовлення матриці.

Розробка технологічного маршруту виготовлення матриці

При розробці маршруту в середньосерійному виробництві дотримувалися наступних правил:

2.Технологічні операції розробляли за принципом концентрації технологічних переходів, тобто якнайбільше поверхонь обробляти з один установ заготовки.

2.Віддавали перевагу багатопозиційним верстатам, верстатам зі ЧПК.

3.Намагалися ширше застосовувати різальний інструмент зі змінними багатогранними пластинами (ЗМП). Для цільного інструмента (свердлів і ін.) рекомендуємо швидкорізальну сталь Р6М5.

4. Ширше застосовувати верстатні пристосування зі змінними настановними елементами й механізованими затискними пристроями.

5. У першу чергу обробляються поверхні, які надалі будуть технологічними базами.

6. Отвір з точним взаємним розташуванням обробляти за одну установку.

Технологічний маршрут обробки матриці представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Технологічний маршрут виготовлення матриці

| № операції | Найменування операції      | Обладнання (тип, модель)                           | Зміст операції                                                                             |
|------------|----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | 2                          | 3                                                  | 4                                                                                          |
| 005        | Заготівельна               | Лиття                                              | Відлити заготовку                                                                          |
| 010        | Фрезерно-розточувальна     | Фрезерно-розточувальний 6М610Ф3                    | Фрезерувати поверхні 1,5,7,9,11, 12,13; розточити отвір 30,34; розточити начисто отвір 30. |
| 015        | Багатоцільова чорнова      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Фрезерувати поверхні 2,3,4,6,8,10, 14-26,43-45; свердлити отвір 32.                        |
| 020        | Свердлильно-фрезерна       | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 1,32,33,39-42, Свердлити отвір 35,36,37,38                            |
| 025        | Свердлильна                | Вертикально-свердлильний 2Н118                     | Свердлити отвір 46                                                                         |
| 030        | Багатоцільова напівчистова | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Фрезерувати поверхні 2,3,4,6,8,10, 14-26; зенкеровать отвір 38                             |
| 035        | Свердлильно-фрезерна       | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 32,33, зенкеровать отвір 31                                           |
| 040        | Контрольна                 | Контр. пристосування                               | Контролювати якість виготовлення                                                           |
| 045        | ТЕ                         | Пекти                                              | Розжарювати HRC 45...50                                                                    |
| 050        | Шліфувальна                | Плоскошліфувальний 3Е710А                          | Шліфувати поверхні 1,3                                                                     |
| 055        | Багатоцільова чистова      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Фрезерувати поверхні 2,4,6,8,10, 14-26; розгорнути отвір 38.                               |
| 060        | Свердлильно-фрезерна       | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 32,33, розгорнути отвір 31                                            |
| 065        | Багатоцільова полірувальна | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Полірувати поверхні 2,4,6,8,10, 14-26                                                      |
| 070        | Контрольна                 | Контр. пристосування                               | Контролювати якість виготовлення                                                           |
| 075        | Маркірування               |                                                    | Маркірувати позначення й номер деталі                                                      |
| 080        | Консервація                |                                                    | Консервувати тонким шаром ЦІАТИМа                                                          |

## 5.2 Вибір технологічних баз

Заготовка деталі в процесі обробки повинна зайняти й зберігати в плинні всього часу обробки певне положення щодо деталей верстата або пристосувань. Для цього необхідно виключити можливість трьох прямолінійних рухів заготовки в напрямку обраних координатних осей і трьох обертових рухів навколо цих або паралельних їм осей ( тобто позбавити заготовку 6 ступенів волі). Теоретична схема базування вибирається залежно від типу деталі. Для нашого випадку тип деталі - корпус. Вибирається настановна база, яка позбавляє заготовку трьох ступенів волі база, що направляє, яка позбавляє заготовку двох ступенів волі й опорна база, що позбавляє заготовку ще одному ступені волі. Для обґрунтування обраних баз складемо таблицю 4.3, у якій покажемо, які бази використовуються на операціях [10, 13, 23].

У якості чорнових технологічних баз на першій операції ТП вибираємо поверхні 1, 7, 9 (ОКБ) для забезпечення повного базування заготовки, як єдино можливі.

Чистовими базами на багатоцільових операціях 015,030,055,065 служать:

Настановна явна база – поверхня 1, реалізована при його контакті з настановним елементом пристосування; напрямна явна база – точно оброблене отвір 30, реалізованої циліндричним пальцем; опорна явна база - поверхня 6, реалізована настановним елементом пристосування.

Чистовими базами на свердлильно-фрезерних 020,035,060 операціях служать:

Настановна явна база – поверхня 3, реалізована при його контакті з настановним елементом пристосування; напрямна явна база - точно оброблене отвір 30, реалізованої циліндричним пальцем;; опорна явна база – поверхня 4, реалізована при його контакті з настановним елементом пристосування.

Чистовими базами на свердлильній 025, шліфувальній 050 операціях служать:

Настановна явна база – поверхня 3, реалізована при його контакті з настановним елементом пристосування; напрямна явна база – поверхня 6, реалізована настановним елементом пристосування; опорна явна база - поверхня 11, реалізована настановним елементом пристосування.

Таблиця 5.3 - Технологічні бази

| № операції | № опорних точок | Найменування бази | Характер прояву |         | Реалізація |        | Єдність баз | Сталість баз |
|------------|-----------------|-------------------|-----------------|---------|------------|--------|-------------|--------------|
|            |                 |                   | явна            | схована | природна   | штучна |             |              |
| 1          | 2               | 3                 | 4               | 5       | 6          | 7      | 10          | 11           |
| 010        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        | +           | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 015        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 020        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 025        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 030        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 035        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 050        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        | +           |              |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 055        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 060        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |
| 065        | 1-3             | УБ                | +               |         | +          |        |             |              |
|            | 4,5             | НБ                | +               |         | +          |        |             | +            |
|            | 6               | О                 | +               |         | +          |        |             |              |

Примітка: у таблиці 4.3 настановна база позначається буквами УБ база, що напружає, позначається буквами НБ, опорна – О.

Такий вибір баз поряд з точністю виготовлення матриці забезпечує вимоги взаємного розташування її поверхонь.

Призначення операційних технічних вимог

Допуски на розміри заготовки, отриманої литтям, визначаємо за ДСТ 26645-85 [4].

Операційний допуск на діаметральні розміри при обробці замкненої поверхні ухвалюємо рівним статистичної погрішності обробки [7]:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} \quad (5.1)$$

де  $\omega A_{cm}^{on}$  - статична погрішність обробки.

Для цього залежно від типу технологічного встаткування, на якому виконується обробка, характеру обробки, визначаємо квалітет точності діаметрального розміру й далі величину операційного допуску.

Операційні допуски лінійних розмірів, що зв'язують незамкнуті поверхні визначимо керуючись наступними правилами:

- При призначенні операційного допуску на відстань між вимірювальною базою й обробленою поверхнею для випадку обробки на настроєному верстаті до складу допуску будемо включати просторові відхилення вимірювальної бази, а також погрішність базування, від розбіжності настановної й вимірювальної баз [21, 23]:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} + \Delta_{np}^u + \varepsilon_{\delta} \quad (5.2)$$

де  $\Delta_{np}^u$  - просторові відхилення;

$\varepsilon_{\delta}$  - погрішність базування.

- Операційний допуск на розмір між поверхнями, обробленими з одного установа, потрібно ухвалювати рівним статистичної погрішності обробки:

$$TA^{on} = \omega A_{cm}^{on} \quad (5.3)$$

Величини  $\omega A_{cm}^{on}$  для лінійних розмірів визначимо по даним [8] з

урахуванням типу встаткування, методу координації інструмента, величини розміру.

Величини просторових відхилень вимірювальної бази  $\Delta''_{np}$  визначимо по даним [8].

Технологічні допуски форми й взаємного розташування оброблюваних поверхонь поберемо з [6] і вкажемо в технічних вимогах на операцію на кресленні 06.M15.6.02.000.

## 6. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

При виборі типу й моделі металорізальних верстатів будемо керуватися наступними правилами:

1) Продуктивність, точність, габарити, потужність верстата повинні бути мінімальними достатніми для того, щоб забезпечити виконання вимог пред'явлених до операції.

2) Верстат повинен забезпечити максимальну концентрацію переходів на операції з метою зменшення числа операцій, кількості встаткування, підвищення продуктивності й точності за рахунок зменшення числа перестановок заготовки.

3) У випадку недостатнього завантаження верстата його технічні характеристики повинні дозволяти обробляти інші деталі, що випускаються даним цехом, ділянкою.

4) У серійному виробництві слід застосовувати переважно універсальні верстати, револьверні верстати, верстати зі ЧПК, багатоцільові верстати (обробні центри).

При виборі пристосувань будемо керуватися наступними правилами:

1) Пристосування повинне забезпечувати матеріалізацію теоретичної схеми базування на кожній операції за допомогою опорних і настановних елементів.

2) Пристосування повинне забезпечувати надійні закріплення заготовки обробці.

3) Пристосування повинне бути швидкодіючим.

4) Затискач заготовки повинен здійснюватися, як правило, автоматично.

5) Слід віддавати перевагу стандартною, нормалізованим, універсально-збірним пристосуванням, і тільки при їхній відсутності проектувати спеціальні пристосування.

При виборі РІ будемо керуватися наступними правилами:

1) Вибір інструментального матеріалу визначається вимогами, з одного боку, максимальної стійкості, а з іншого мінімальної вартості.

2) Слід віддавати перевагу стандартним і нормалізованим інструментам.

При виборі засобів контролю будемо керуватися наступними правилами:

1) Точність вимірювальних інструментів і пристосувань повинна бути суттєво вище точності вимірюваного розміру.

2) У серійному виробництві слід застосовувати інструменти загального призначення: штангенциркулі, мікрометри, довгоміри та і.н., рідше – спеціального призначення.

3) Слід віддавати перевагу стандартним і нормалізованим засобам контролю.

Вибір засобів технологічного оснащення робимо по джерелах [9], [10], [11], [12], [13] і результати вибору зтягаємо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Вибір засобів технологічного оснащення

| Операція | Обладнання                                | Пристосування                                                                                     | РІ                                                                                                                                                                                                             | Контроль                                                                                  |
|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                         | 3                                                                                                 | 4                                                                                                                                                                                                              | 5                                                                                         |
| 010      | Фрезерно-розточувальний 6М610Ф3           | Лещата з механізованим приводом ДЕРЖСТАНДАРТ 14904-80, упор УСП                                   | Фреза торцева (100 (пластини Т15 К6) ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80, Різець розточувальний ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ 18062-72, Різець розточувальний Т30 К6 ДЕРЖСТАНДАРТ 18062-72 Різець розточувальний ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 20874-75 | Штангенциркулі ШЦШ-250-0,1 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80 нутромер індикаторний ДЕРЖСТАНДАРТ 9244-59 |
| 015      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                   | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76 (опорна плита, циліндричний палець, пневматичний затискач) | Фреза торцева (100 ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80, Фреза кінцева Р6М5 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ 4675-71, Фреза кінцева Р9 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ 17026-71                                                                                 | Штангенциркулі ШЦШ-250-0,1 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80,                                           |
| 020      | Вертикальний свердильно-фрезерний верстат | Косинець УСП, упор УСП, затискач ексцентриковий.                                                  | Свердло спіральне (7,5 Р6М5 ДЕРЖСТАНДАРТ 10903-77                                                                                                                                                              | Штангенциркулі ШЦШ-125-0,1 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80.                                           |

|     |                                                    |                                                                                                   |                                                                                                                                                                            |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|     | 243ВМФ2                                            |                                                                                                   | Свердло спіральне Р6М5 (4,2 ДЕРЖСТАНДАРТ 2092-77, Свердло спіральне Р6М5 (2 ДЕРЖСТАНДАРТ 2092-77, Фреза кінцева Р6М5 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ4675 -71                               |                                                                |
| 025 | Вертикально-свердлильний 2Н118                     | Косинець УСП, упор УСП, затискач ексцентриковий із чобітком                                       | Свердло спіральне (10 Р6М5 ДЕРЖСТАНДАРТ 10903-77                                                                                                                           | Штангенциркуль ШЦШ-125-0,1 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80.                |
| 030 | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-22 ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21690-76 (опорний косинець, упори, пневматичний затискач)        | Фреза торцева (100 ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80, Фреза кінцева Р9К5 ДЕРЖСТАНДАРТ 17026-71<br>Зенкер 9ХС (2,4 ДЕРЖСТАНДАРТ2154 4-76<br>Фреза конічна конц. (7 ДЕРЖСТАНДАРТ1815 1-72 | Штангенциркуль ШЦШ-125-0,05 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80, Калібр-пробка |
| 035 | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76 (опорна плита, циліндричний палець, пневматичний затискач) | Кінцева фреза (15 ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ2053 9-75<br>Зенкер 9ХС (3,4 ДЕРЖСТАНДАРТ2154 4-76                                                                                       | Штангенциркуль ШЦШ-125-0,05 ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80, Калібр-пробка |
| 050 | Плоскошліфувальний 3Е710А                          | Стіл магнітний                                                                                    | Коло шліфувальне ДЕРЖСТАНДАРТ 2424-83                                                                                                                                      | Мікрометр першого класу точності ДЕРЖСТАНДАРТ 6507-78          |
| 055 | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-22 ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21690-76 (опорна плита, упори, пневматичний затискач)            | Фреза конічна кінцева (7 ДЕРЖСТАНДАРТ1815 1-72, Розгорнення цільне (2,5 ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80<br>Кінцева фреза (10 ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ2053 9-75                                | Контрольне пристосування індикаторного типу, Калібр-пробка     |
| 060 | Вертикальний свердлильно-фрезерний                 | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76                                                            | Кінцева фреза (10 Т30 К6 ДЕРЖСТАНДАРТ2053                                                                                                                                  | Калібр-пробка                                                  |

|     |                            |                                                                                                          |                                                                                                                |  |
|-----|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|     | верстат<br>243ВМФ2         | (опорна плита,<br>циліндричний<br>палець,<br>пневматичний<br>затискач)                                   | 9-75<br>Розгорнення цільне (4<br>ДЕРЖСТАНДАРТ<br>1672-80<br>Розгорнення цільне (3,5<br>ДЕРЖСТАНДАРТ<br>1672-80 |  |
| 065 | Багатоцільовий<br>2204ВМФ2 | Комплект УСП-22<br>ЧПК<br>ДЕРЖСТАНДАРТ<br>21690-76 (опорна<br>плита, упори,<br>пневматичний<br>затискач) | Полірувальне коло<br>ДЕРЖСТАНДАРТ<br>2424-83                                                                   |  |

## 7. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Розрахунки режимів різання будемо вести за методикою запропонованої в [10], а розрахунки норм часу за методикою [9].

Операція 055 Багатоцільова

Вибір обладнання.

На даній операції для обробки вибираємо багатоцільовий верстат 2204ВМФ2

Технічна характеристика:

Частота обертання шпинделя –  $50 \dots 4500 \text{ хв}^{-1}$

планшайби –  $6,3 \dots 160 \text{ хв}^{-1}$

Подача шпиндельної бабки, стола –  $1,25 \dots 12500 \text{ мм/хв}$

висувного шпинделя –  $2 \dots 2000 \text{ мм/хв}$

Габарити верстата -  $2630 \times 2785 \times 2250$ .

Вибір послідовності переходів.

1) – Фрезерувати уступ

2) – Фрезерувати утворюючу

3) – Розгорнути отвору  $\varnothing 2,5H7$ .

Вибір різального інструменту зроблений у розд. 5.

Розрахунки режимів різання:

– глибина різання  $t=0,1 \text{ мм}$ ;

– подача  $S_Z=0.25 \text{ мм/зуб}$ ;

швидкість різання розраховується по емпіричній формулі

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (7.1)$$

де,  $C_v = 234$  – коефіцієнт; [10, стор.287, табл.39]

$m = 0,37$  – показник ступеня;

$x = 0,24$  – показник ступеня;

$y = 0,26$  – показник ступеня;

$u = 0,1$  - показник ступеня;

$p = 0,13$  - показник ступеня;

$q = 0,44$  - показник ступеня.

$T = 100$  хв – період стійкості інструмента;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 0,94.$$

Підставляючи значення у формулу (6.1), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 5^{0,44}}{100^{0,37} \cdot 0,1^{0,24} \cdot 0,25^{0,26} \cdot 32^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,94 =$$

$$= 124,66 \text{ м/хв}$$

$$\text{Таким чином, } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 124,66}{\pi \cdot 5} = 7940 \text{ хв}^{-1}$$

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ хв} \quad (7.2)$$

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{384}{7940} \cdot 4 = 0,19 \text{ хв}$$

Розрахунки режимів різання:

- глибина різання  $t=0,1$  мм;
- подача  $S_z=0.03$  мм/зуб;

швидкість різання розраховується по емпіричній формулі

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

де,  $C_v = 234$  – коефіцієнт; [10, стор.287, табл.39]

$m = 0,37$  – показник ступеня;

$x = 0,24$  – показник ступеня;

$y = 0,26$  – показник ступеня;

$u = 0,1$  - показник ступеня;

$p = 0,13$  - показник ступеня;

$q = 0,44$  - показник ступеня.

$T = 100$  хв – період стійкості інструмента;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 0,94.$$

Підставляючи значення у формулу (6.1), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 3^{0,44}}{100^{0,37} \cdot 0,1^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,13}} \cdot 0,94 = 207,16 \text{ м/хв}$$

$$\text{Таким чином, } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 207,16}{\pi \cdot 3} = 21990 \text{ хв}^{-1}$$

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ хв}$$

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{865}{2641,5} \cdot 35 = 11,46 \text{ хв}$$

Розрахунки режимів різання:

глибина різання  $t=0,1$  мм;

подача  $S=0,4$  мм/об; [10, стор.278, табл.27]

швидкість різання розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (7.3)$$

де,  $C_v = 14$  – коефіцієнт; [10, стор.279, табл.29]

$m = 0,85$  – показник ступеня;

$y = 1,05$  – показник ступеня;

$x = 0,75$  – показник ступеня;

$q = 0,4$  – показник ступеня;

$T = 15$  хв – період стійкості інструмента; [10, стор.279, табл.30]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \quad (7.4)$$

де  $K_{mv} = K_c \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$  – коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних

властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання. [10, стор.261,

табл.1]

$\sigma_s = 900$  МПа – межа міцності оброблюваного матеріалу;

$K_z = 0,8$  – коефіцієнт;

$n_v = 1,0$  – показник ступеня.

Тоді  $K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{900} \right)^{1,0} = 0,67$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання.

$K_{uv} = 1,0$  (9ХС); [10, стор.263, табл.6]

$K_{lv} = 0,6$  – коефіцієнт, що враховує довжину отвору [10, стор.280, табл.31]

Таким чином,  $K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 0,6 = 0,4$ .

Підставляючи значення у формулу (6.2), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{14 \cdot 2,5^{0,4}}{15^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,4^{1,05}} \cdot 0,4 = 12,89 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання заготовки розраховується по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (7.5)$$

де,  $V = 12,89$  м/хв – швидкість різання;

$D = 2,5$  мм – діаметр розгорнення.

Таким чином,  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12,89}{\pi \cdot 2,5} = 1514 \text{ хв}^{-2}$ .

Ухвалюємо по паспорту  $n = 1500 \text{ хв}^{-1}$

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = k \cdot \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв} \quad (7.6)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу, мм

$k$  – кількість переходів,

$i$  – кількість проходів.

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} = 8 \cdot \frac{30}{1500 \cdot 0,4} = 0,4 \text{ хв}$$

$$T_{обб} = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} = 0,19 + 11,46 + 0,40 = 12,13$$

Розрахуємо штучне й штучно-калькуляційний час на операцію

$$T_{y.c}=0,58\text{хв, } T_{30}=0,44\text{хв, } T_{упий}=0,5\text{хв, } T_{из}=3,42\text{хв}$$

$$T_{вс} = (0,58 + 0,44 + 0,5 + 1,5) \cdot 1,85 = 2,24\text{хв}$$

$$T_{об} = \frac{(T_{o\Sigma} + T_{вс}) \cdot P_{об}}{100\%}, \text{ хв}$$

де  $P_{об}=11,5\%$  – витрати часу на обслуговування робочого місця й устаткування у відсотках до оперативного

$$T_{об} = \frac{(12,13 + 2,24) \cdot 11,5}{100\%} = 1,65\text{хв}$$

$$\text{Таким чином, } T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об} = 12,13 + 2,24 + 1,65 = 16,02\text{хв}$$

Штучно-калькуляційний час розрахуємо по формулі:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \text{ хв}$$

де  $T_{n-3} = 48\text{хв}$  – підготовчо заключний час

$n$  – розмір партії.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n} = 16,02 + \frac{48}{1000} = 16,07\text{хв/шт}$$

Операція 060 Свердлильно-фрезерна

Вибір устаткування.

На даній операції для обробки вибираємо вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2

Технічна характеристика:

Частота обертання шпинделя – 40-2500 хв<sup>-1</sup>

Подача по осях: по координатах X, Y 2,15-2500 мм/хв Прискорене переміщення: по координатах X, Y - 3000 мм/хв по координаті Z - 3000 мм/хв

Габарити верстата - 1590×1640×2620.

Вибір послідовності переходів.

1) – розгорнути отвору Ø3,5H7

2) – розгорнути отвір Ø4H7

3) – фрезерувати начисто паз 8D7.

Вибір різального інструменту зроблений у розд. 5.

Розрахунки режимів різання:

Розрахунки режимів різання:

глибина різання  $t=0,1$  мм;

подача  $S = 0,4$  мм/об; [10, стор.278, табл.27]

швидкість різання розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв}$$

де,  $C_v = 14$  – коефіцієнт; [10, стор.279, табл.29]

$m = 0,85$  – показник ступеня;

$y = 1,05$  – показник ступеня;

$x = 0,75$  – показник ступеня;

$q = 0,4$  – показник ступеня;

$T = 15$  хв – період стійкості інструмента; [10, стор.279, табл.30]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

де  $K_{mv} = K_z \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$  – коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних

властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання. [10, стор.261, табл.1]

$\sigma_s = 900$  МПа – межа міцності оброблюваного матеріалу;

$K_z = 0,8$  – коефіцієнт;

$n_v = 1,0$  – показник ступеня.

Тоді  $K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{900} \right)^{1,0} = 0,67$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання.

$K_{uv} = 1,0$  (9XC); [10, стор.263, табл.6]

$K_{lv} = 0,6$  – коефіцієнт, що враховує довжину отвору [10, стор.280, табл.31]

Таким чином,  $K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 0,6 = 0,4$ .

Підставляючи значення у формулу (6.2), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{14 \cdot 3,5^{0,4}}{15^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,4^{1,05}} \cdot 0,4 = 18,92 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання заготовки розраховується по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}$$

де,  $V = 18,92$  м/хв – швидкість різання;

$D = 3,5$  мм – діаметр розгорнення.

$$\text{Таким чином, } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 18,92}{\pi \cdot 3,5} = 1722 \text{ хв}^{-2}.$$

Ухвалюємо по паспорту  $n=1600$  об/хв

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = k \cdot \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв}$$

де  $L$  – довжина робочого ходу, мм

$k$  – кількість переходів,

$i$  – кількість проходів.

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} = 4 \cdot \frac{45}{1600 \cdot 0,4} = 0,56 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів різання:

глибина різання  $t=0,1$  мм;

подача  $S=0,4$  мм/об; [10, стор.278, табл.27]

Підставляючи значення у формулу (6.2), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{14 \cdot 4^{0,4}}{15^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,4^{1,05}} \cdot 0,4 = 20,46 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання заготовки розраховується по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}$$

де,  $V = 20.46$  м/хв – швидкість різання;

$D = 4$  мм – діаметр розгорнення.

$$\text{Таким чином, } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,46}{\pi \cdot 4} = 1628 \text{ хв}^{-2}.$$

Ухвалюємо по паспорту  $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = k \cdot \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \text{ хв}$$

де  $L$  – довжина робочого ходу, мм

$k$  – кількість переходів,

$i$  – кількість проходів.

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} = 2 \cdot \frac{15}{1600 \cdot 0,4} = 0,14 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів різання:

глибина різання  $t = 0,2$  мм;

подача  $S_Z = 0.25$  мм/зуб;

швидкість різання розраховується по емпіричній формулі

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

де,  $C_v = 234$  – коефіцієнт; [10, стор.287, табл.39]

$m = 0,37$  – показник ступеня;

$x = 0,24$  – показник ступеня;

$y = 0,26$  – показник ступеня;

$u = 0,1$  – показник ступеня;

$p = 0,13$  – показник ступеня;

$q = 0,44$  – показник ступеня.

$T = 100$  хв. – період стійкості інструмента;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 0,94.$$

Підставляючи значення у формулу (6.1), одержимо:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 6^{0,44}}{100^{0,37} \cdot 0,2^{0,24} \cdot 1,25^{0,26} \cdot 5^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,94 = 86,92 \text{ м/хв}$$

$$\text{Таким чином, } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 86,92}{\pi \cdot 6} = 4600 \text{ хв}^{-1}$$

Ухвалюємо 2500 хв<sup>-2</sup>.

Основний час розрахуємо по формулі:

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ хв.}$$

$$\text{Таким чином, } T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = 2 \cdot \frac{42}{2500} \cdot 10 = 0,34 \text{ хв.}$$

$$T_{обб} = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} = 0,56 + 0,14 + 0,34 = 1,04 \text{ хв.}$$

Розрахуємо штучне й штучно-калькуляційний час на операцію

$$T_{y.c} = 0,58 \text{ хв}, T_{30} = 0,44 \text{ хв}, T_{уий} = 0,5 \text{ хв}, T_{из} = 3,42 \text{ хв.}$$

$$T_{ec} = (0,58 + 0,44 + 0,5 + 0,6) \cdot 1,85 = 1,14 \text{ хв}$$

$$T_{об} = \frac{(T_{o\Sigma} + T_{ec}) \cdot P_{об}}{100\%}, \text{ хв.}$$

де  $P_{об} = 11,5\%$  – витрати часу на обслуговування робочого місця й устаткування у відсотках до оперативного

$$T_{об} = \frac{(1,04 + 1,14) \cdot 11,5}{100\%} = 0,25 \text{ хв}$$

$$\text{Таким чином, } T_{ум} = T_o + T_{ec} + T_{об} = 1,04 + 1,14 + 0,25 = 2,43 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розрахуємо по формулі:

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{n-3}}{n}, \text{ хв}$$

де  $T_{n-3} = 48 \text{ хв.}$  – підготовчо-заклучний час

$n$  – розмір партії.

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n} = 2,43 + \frac{48}{1000} = 2,48 \text{ хв/шт}$$

Режими різання й норми часу на інші операції визначимо за методикою [9] і результати розрахунків занесемо в таблицю 6.1

Таблиця 7.1 - Режими різання й норми часу

| Операція                          | Перехід (позиція) | Глибина<br>t, мм | Швидкість<br>V,м/хв | Подача<br>S | Частота<br>n, хв <sup>-1</sup> | Основний час<br>T <sub>е</sub> , хв | Штучний час<br>T <sub>шт</sub> , хв | T <sub>шт.-калькул.</sub><br>час T <sub>шт</sub> - К, хв |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 010<br>Фрезерно-розточувальна     | 1                 | 3                | 188,4               | 0,15мм/зуб  | 500                            | 2,08                                | 11,58                               | 11,6                                                     |
|                                   | 2                 | 4                | 14,1                | 0,2мм/ об   | 250                            | 6,23                                |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,7              | 30,7                | 0,37мм/ об  | 500                            | 0,42                                |                                     |                                                          |
|                                   | 4                 | 0,3              | 11,6                | 0,71мм/ об  | 180                            | 0,92                                |                                     |                                                          |
| 015<br>Багатоцільова чорнова      | 1                 | 3                | 188,4               | 0,15мм/зуб  | 500                            | 2,14                                | 26,28                               | 26,34                                                    |
|                                   | 2                 | 4                | 37,68               | 0,1мм/зуб   | 400                            | 10,6                                |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,5              | 75,36               | 0,02мм/зуб  | 1200                           | 9,16                                |                                     |                                                          |
| 020<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 3,75             | 15,82               | 0,2 мм/ об  | 315                            | 1,54                                | 5,61                                | 5,66                                                     |
|                                   | 2                 | 2                | 7,91                | 0,17мм/ об  | 630                            | 1,14                                |                                     |                                                          |
|                                   | 1                 | 5,02             | 0,1мм/ об           | 800         | 0,85                           |                                     |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 188,4            | 0,15мм/зуб          | 500         | 2,08                           |                                     |                                     |                                                          |
| 025<br>Свердлильна                | 1                 | 5                | 12,77               | 0,17мм/ об  | 400                            | 2,56                                | 3,07                                | 3,15                                                     |
| 030<br>Багатоцільова напівчистова | 1                 | 1                | 502,4               | 0,15мм/зуб  | 1600                           | 2,14                                | 12,13                               | 12,18                                                    |
|                                   | 2                 | 1                | 196,25              | 0,1мм/зуб   | 2500                           | 8,4                                 |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,5              | 75,36               | 0,02мм/зуб  | 1200                           | 1,59                                |                                     |                                                          |
| 035<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 0,25             | 16,82               | 0,8мм/ об   | 1000                           | 0,84                                | 2,76                                | 2,81                                                     |
|                                   | 2                 | 0,25             | 17,27               | 0,8мм/ об   | 800                            | 0,38                                |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,4              | 124,65              | 0,2мм/зуб   | 1600                           | 1,54                                |                                     |                                                          |
| 050<br>Шліфувальна                | 1                 | 0,01             | 20                  | 28мм/хід    | 35м/с                          | 14,6                                | 8,6                                 | 8,65                                                     |
| 055<br>Багатоцільова чистова      | 1                 | 0,1              | 124,66              | 0,25мм/зуб  | 7940                           | 0,19                                | 16,02                               | 16,07                                                    |
|                                   | 2                 | 0,1              | 207,16              | 0,03мм/зуб  | 21990                          | 11,46                               |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,1              | 11,89               | 0,4мм/ об   | 1500                           | 0,4                                 |                                     |                                                          |
| 060<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 0,1              | 18,92               | 0,4мм/ об   | 1600                           | 0,56                                | 2,43                                | 2,48                                                     |
|                                   | 2                 | 0,1              | 20,46               | 0,4мм/ об   | 1600                           | 0,14                                |                                     |                                                          |
|                                   | 3                 | 0,2              | 86,92               | 0,25мм/зуб  | 2500                           | 1,04                                |                                     |                                                          |
| 065<br>Багатоцільова полірувальна | 1                 | 0                | 37,68               | 0,05мм/ об  | 2500                           | 2,19                                | 3,77                                | 3,82                                                     |
|                                   | 2                 | 0                | 114,57              | 0,05мм/ об  | 2500                           | 0,95                                |                                     |                                                          |

## 8. ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 8.1 Завдання розділу

Завдання розділу – на базі патентного пошуку запропонувати прогресивний технічний розв'язок (ТР) з метою вдосконалення технологічної операції й зробити вивід про можливість його використання.

Обґрунтування необхідності патентних досліджень

У якості об'єкта вдосконалення операції 55 Багатоцільовий як технологічної системи приймемо застосовуваний у базовому техпроцесі різальний інструмент – фрезу кінцеву. Виявити прогресивні ТР, які можуть лягти в основу вдосконаленого об'єкта, можна в результаті патентного дослідження досягнутого рівня виду техніки «Фрези». Використовувати вдосконалений об'єкт можна тільки в тому випадку, якщо він має патентну чистоту в країнах, де передбачається його використання. Установити, чи володіє вдосконалений об'єкт патентною чистотою, можна в результаті його патентної експертизи.

Для розв'язку цих завдань проведемо дослідження досягнутого рівня удосконалювання об'єкта «Фрези» і експертизу патентної чистоти вдосконаленого об'єкта.

На базовому підприємстві на операції 55 Багатоцільової застосовують фрезу кінцеву ДЕРЖСТАНДАРТ 18150-72.

Фреза призначена для фрезерування утворюючої матриці кувального штампа.

Фреза кінцева, рис.8.1, виготовлена із твердого сплаву ВК10М, містить ріжучу частину 1, шейку 2, хвостовик 3.

Фреза кінцева працює в такий спосіб: хвостовиком 3 вона базується й закріплюється в цанговому патроні фрезерного верстата й від нього одержує головний рух різання. За допомогою цього руху фреза своїми ріжучими крайками обробляє утворюючу матриці.

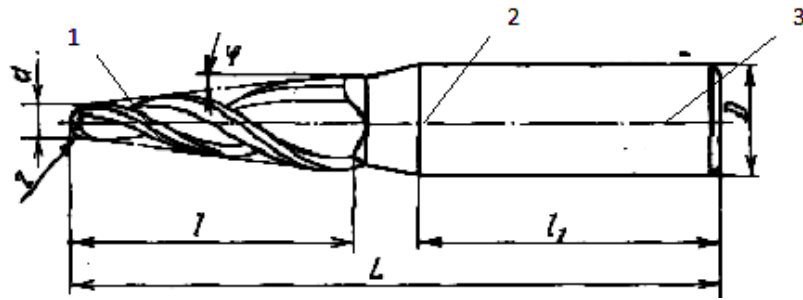


Рисунок 8.1 - Ескіз фрези

## 8.2 Дослідження досягнутого рівня виду техніки «Фрези»

Головними недоліками застосовуваної фрези є:

- мала стійкість;
- більші температури при фрезеруванні;
- нерівноміцність зубів уздовж осі;
- недостатня міцність інструмента.

Причинами цих недоліків є неоптимальність конструкції даного різального інструменту.

Ціль дослідження досягнутого рівня виду техніки «Фрези» - удосконалення досліджуваної кінцевої фрези й знаходження таких прогресивних ТР, які могли б усунути недоліки, зазначені вище, для можливості використовувати фрезу при високошвидкісній обробці.

Складання регламенту пошуку №1

Регламент пошуку визначає перелік досліджуваних технічних розв'язків (ДТР), їхню рубрику по Міжнародній класифікації винаходів (МКВ) і індекс Універсальної десятикової класифікації (УДК), країни пошуку, його ретроспективність (глибину), перелік джерел інформації, по яких передбачається провести пошук.

Фреза характеризується конструктивними ознаками – наявністю елементів, їх формою, матеріалом, розмірами, взаємним розташуванням і взаємозв'язком. Це істотні ознаки при дослідженні даного інструмента. Ознаки способу й речовини відсутні. Отже, даний інструмент розглядаємо як пристрій.

Досліджуваний пристрій – фреза кінцева містить наступні ТР:

- а) конструкція фрези;
- б) фрезерування – технологічний перехід, покладений в основу роботи фрези;
- в) спосіб виготовлення фрези.

З виявлених ТР вибираємо ДТР – такі ТР, удосконалювання яких може забезпечити досягнення сформульованої вище мети - усунення недоліків фрези шляхом усунення їх причин. Це ТР «Конструкція фрези».

Для визначення рубрики МКВ визначаємо ключове слово – «Фрези».

По «Алфавітно-предметному покажчикові» т.2 [15] для ключового слова визначаємо передбачувану рубрику МКВ:

B23C5/00 – 5/26 Конструктивні елементи фрез і допоміжні пристрої.

По «Покажчикові до МКВ» т.2 [16] уточнюємо рубрику МКВ Розділ 3:

B23C5/10 Фреза кінцева.

Індекс УДК визначаємо по «Покажчикові до універсальної десятикової класифікації».

622.9 Обробка різанням

622.914 Фрезерна обробка

У якості країн пошуку вибираємо провідні країни в області машинобудування – Україну, Великобританію, Німеччину, США, Францію і Японію.

Ретроспективність (глибину) пошуку встановлюємо в 15 років, вважаючись, що найбільш прогресивні ТР утримуються у винаходах, зроблених за останнє десятиліття.

У якості джерел інформації ухвалюємо патентні описи, патентні бюлетені: бюлетень «Відкриття, винаходу», реферативний збірник «Винаходу країн миру» відповідних випусків, реферативний журнал 14А «Різання металів. Верстати та інструменти», технічні журнали й книги в області механічної обробки металів.

Дані затыгаємо в табл. 8.1 «Регламент пошуку».

Таблиця 8.1 - Регламент пошуку №1, №2. Об'єкт: Фреза кінцева

Вид дослідження: 1) Дослідження досягнутого рівня виду техніки; 2) Дослідження патентної чистоти об'єкта.

| Предмет пошуку<br>(ДТР)                       | Індекси<br>МКВ(НКІ) і<br>УДК            | Країни<br>пошуку | Глибина<br>пошуку,<br>років | Джерела інформації                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                             | 2                                       | 3                | 4                           | 5                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1) Дослідження досягнутого рівня виду техніки |                                         |                  |                             |                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1)Конструкція<br>фрези                        | МКВ:<br>B23C5/10<br>УДК:<br>622.951     | UA               | 15<br>(1990-<br>2005)       | Патентні описи<br><br>Патентні бюлетені<br>UA                                                                                                                                                                                                |
| 2) Дослідження патентної чистоти об'єкта      |                                         |                  |                             | Реф. сб. (УкрІНТЕІ)                                                                                                                                                                                                                          |
| 2)Конструкція<br>фрези                        | МКВ:<br>B23C5/10<br><br>УДК:<br>622.951 | UA               | 20 (1985-<br>2005)          | Реф. журнал<br>(УкрІНТЕІ) 14А<br>«Різання металів,<br>верстати й<br>інструменти» (14<br>«Технологія<br>машинобудування»)<br><br>(УкрІНТЕІ) «Різальні<br>інструмент»<br>Журнали: «Вісник<br>машинобудування»,<br>«Верстати та<br>інструменти» |

### 8.3 Патентний пошук

Переглядаємо джерела інформації відповідно до регламенту, табл. 8.2. Вибираємо такі документи, по назвах яких можна припустити, що вони мають відношення до ДТР. По цих документах знайомимося з рефератами, анотаціями, формулами винаходів, кресленнями. Відомості про ТР, що мають відношення до ДТР, затыгаємо в табл. 8.2.

Вивчаємо сутність занесених у табл.8.2 ТР по відомостях, що втримуються в таблицях, а також шляхом перегляду текстів патентних описів, статей і т.п. Якщо з розгляду сутності ТР видне, що воно служить досягненню тієї ж мети, що ДТР (аналог ДТР), документ включаємо в перелік для детального аналізу. Запис про це робимо в графові 5 табл.8.2.

Ескізи аналогів наведені на рис.8.2.

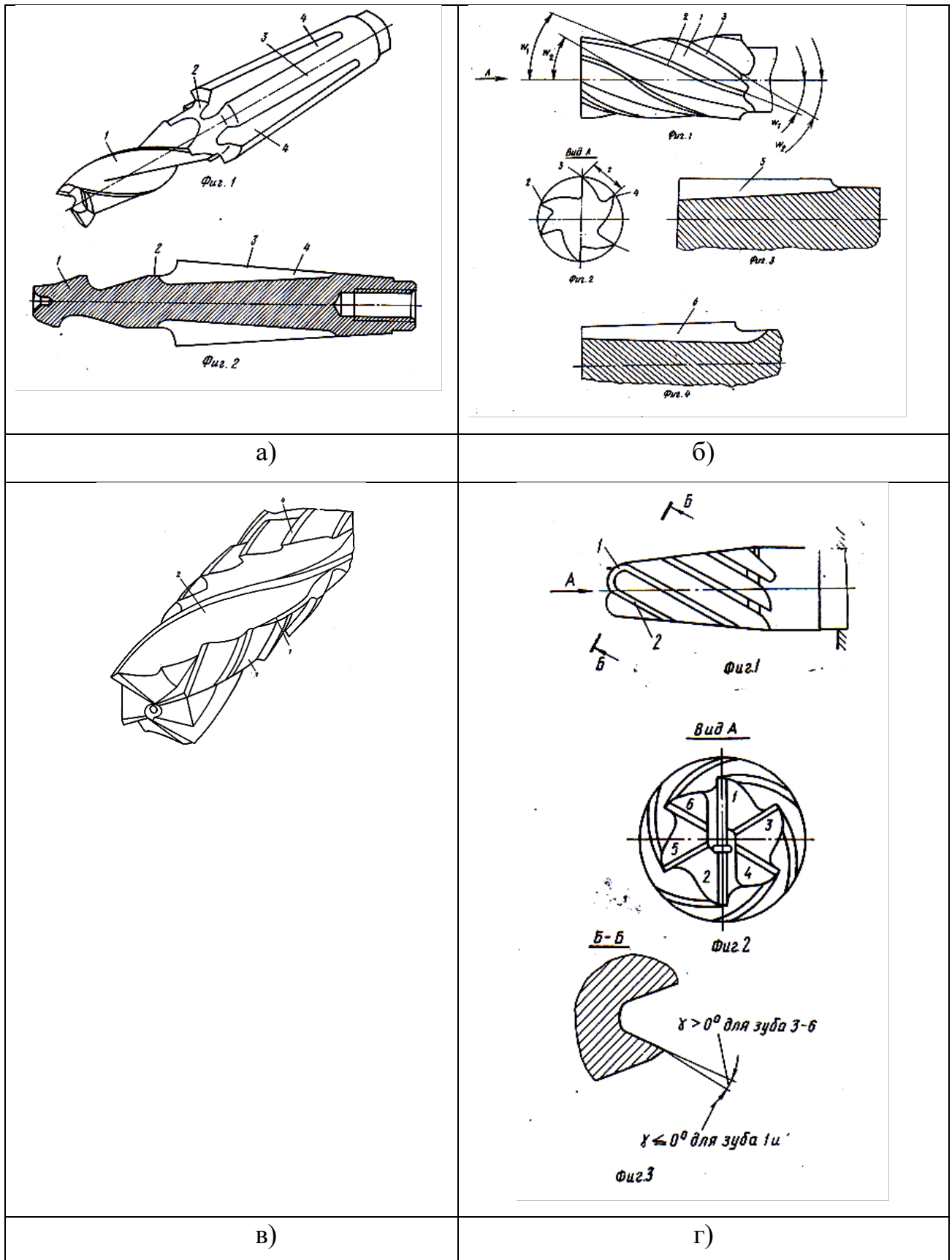


Рисунок 8.2 - Ескізи аналогів

Таблиця 8.2 - Патентна документація, відібрана для аналізу

| Предмет пошуку (ДТР) | Країна видачі, вид і номер охоронного документа, класифікаційний індекс | Автор, заявник, країна, дата публікації, назва         | Сутність ТР і ціль його створення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Підлягає (не підлягає) детальному аналізу при дослідженні рівня виду техніки | Підлягає (не підлягає) детальному аналізу при дослідженні патентної чистоти |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | 2                                                                       | 3                                                      | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                                                                            | 6                                                                           |
| Фреза кінцева        | UA пат № 3917957 B23C5/10                                               | Грим У.Т UA, 17.04.91<br>Кінцевий різальний інструмент | 2. Кінцева фреза (рис 7.2a) має робочу частину 1, ділянка 2 переходу з робочої частини на хвостовик 3. На хвостовику в осьовому напрямку рівномірно по окружності виконані канавки 4, діаметр яких у передній частині не перевищує діаметра робочої частини.<br>Ціль – підвищення міцності інструмента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Підлягає                                                                     | Підлягає                                                                    |
| Фреза кінцева        | США пат №1948057 B23C5/10                                               | Дж Нордберг США, 08.10.96<br>Кінцева фреза             | 2. На фіг.1(рис 7.2б) зображена ріжуча частина описуваної кінцевої фрези, на фіг. 2 – вид А на фіг.1, на фіг.3 і 4 – осьові перерізи ріжучої частини фрези з умовно розгорнутими суміжними стружковими канавками. Ріжуча частина 1 фрези має різні похилі зуби 2 і 3 з кутами, що чергуються, підйому ріжучих крайок. Окружний крок $t$ між ріжучими зубами 2 і 3 зменшується уздовж осі фрези до хвостовика, а окружний крок $t$ між ріжучими зубами 3 і 4 збільшується по напрямкові від торця до хвостовика. Глибина стружкових канавок виконана мінливої уздовж осі фрези.<br>Ціль – забезпечення рівномірності ріжучого зуба | Підлягає                                                                     | Підлягає                                                                    |

| Предмет пошуку (ДТР) | Країна видачі, вид і номер охоронного документа, класифікаційний індекс | Автор, заявник, країна, дата публікації, назва                    | Сутність ТР і ціль його створення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Підлягає (не підлягає) детальному аналізу при дослідженні рівня виду техніки | Підлягає (не підлягає) детальному аналізу при дослідженні патентної чистоти |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Фреза кінцева        | UA пат № 3625848 B23C5/10                                               | Чебоксаров В.В.<br>Огнев Ю.Ф.<br>UA,<br>09.02.92<br>Кінцева фреза | 3. Кінцева фреза (рис 7.2в) складається з ріжучої частини 1 і хвостовика (не показаний). На ріжучій частині виконані ріжучі зуби 2, між якими розташовані гвинтові ділянки 3 корпусу ріжучої частини, що мають однаковий кут підйому уздовж осі. На гвинтових ділянках корпусу уздовж його осі виконані ріжучі крайки 4, що мають напрямок, протилежне напрямку основних ріжучих зубів 2 і гвинтових ділянок корпусу.<br>Ціль – підвищення якості оброблюваної поверхні.                                                                                                                                                                                                                                                                               | Підлягає                                                                     | Підлягає                                                                    |
| Фреза кінцева        | UA пат № 3852461 B23C5/10                                               | Галкін В.А.<br>UA,<br>10.02.92<br>Кінцева фреза                   | 4. На фіг 1 (рис. 7.2г) зображена кінцева фреза, що містить два перекриті зуби 1 і 2, які в нормальному перетині по спіралі виконані з переднім кутом $\gamma = 0^\circ$ , а інші 4 неперекритих зуба 3-6 у нормальному перетині по спіралі – з переднім кутом $\gamma > 0^\circ$ . При роботі фрези повідомляється початкова осьова подача, фрезерування ведеться перекритими зубами 1 і 2, розташованими на торці. Потім фрези повідомляється поздовжнє переміщення – працюють зуби, розташовані на конусній поверхні ріжучої частини фрези. Неперекриті зуби цієї фрези в нормальному перетині по спіралі виконані з переднім кутом $\gamma > 0$ і знімають наклепану поверхню, залишену від перекритих зубів.<br>Ціль – збільшення стійкості фрези | Підлягає                                                                     | Підлягає                                                                    |

## 8.4 Аналіз результатів пошуку

Установлюємо, які показники позитивного ефекту бажане одержати в ідеальному вдосконаленому об'єкті. До таких показників будемо відносити:

- а) показники, що забезпечують досягнення мети вдосконаленого об'єкта;
- б) показники, що поліпшують корисні властивості об'єкта;
- в) показники, що послабляють шкідливі властивості об'єкта.

Показники позитивного ефекту затыгаємо в табл.8.3.

Оцінюємо забезпечення кожного показника позитивного ефекту кожним аналогом у балах по групах а) і б) – від 0 до 5 балів, по групах в) і г) – від -2 до 2 балів. ДТР по кожному показникові виставляємо оцінку 0. Оцінки затыгаємо в табл.8.3. Підсумуємо оцінки по кожному аналогові.

Таблиця 8.3 - Оцінка переваг і недоліків аналогів

| Показники позитивного ефекту |                                         | ДТР | Аналоги          |                  |                  |                   |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|                              |                                         |     | UA пат № 3917957 | UA пат № 3625848 | UA пат № 3852461 | США пат № 1948057 |
| 1                            | 2                                       | 3   | 4                | 5                | 6                | 7                 |
| а)                           | Підвищення стійкості                    | 0   | 2                | 3                | 4                | 1                 |
|                              | Збільшення міцності інструмента         | 0   | 5                | 1                | 1                | 3                 |
|                              | Зменшення температур різання            | 0   | 0                | 2                | 0                | 0                 |
| б)                           | Збільшення міцності зубів               | 0   | 3                | 1                | 1                | 5                 |
| в)                           | Підвищення якості оброблюваної поверхні | 0   | 1                | 2                | 1                | 1                 |
|                              | Зручність переточування                 | 0   | 0                | -1               | 0                | 2                 |
| г)                           | Спрощення конструкції                   | 0   | 0                | -2               | 0                | 0                 |
| Сумарний позитивний ефект    |                                         | 0   | 11               | 6                | 7                | 12                |

Найбільшу сумарну оцінку має аналог №1948057 (Дж. Нордберг, США, Кінцева фреза, 08.10.96). Це прогресивне ТР ухвалюємо для використання в удосконаленому об'єкті.

Опис удосконаленого об'єкта

Фреза призначена для фрезерування утворюючої матриці кувального штампа.

Фреза кінцева конічна рис.8.3, виготовлена зі швидкорізальної сталі Р9 К5, містить ріжучу частину 1 (фіг.1), на фіг. 2 показаний перетин А на фіг.1, на фіг.3 і 4 – осьові перерізи ріжучої частини фрези з умовно розгорнутими суміжними стружковими канавками. Ріжуча частина 1 фрези має різнопохилі зуби 2 і 3 з кутами, що чергуються, підйому ріжучих крайок. Окружний крок  $t$  між ріжучими зубами 2 і 3 зменшується уздовж осі фрези до хвостовика, а окружний крок  $t$  між ріжучими зубами 3 і 4 збільшується по напрямкові від торця до хвостовика. Глибина стружкових канавок виконана мінливою уздовж осі фрези.

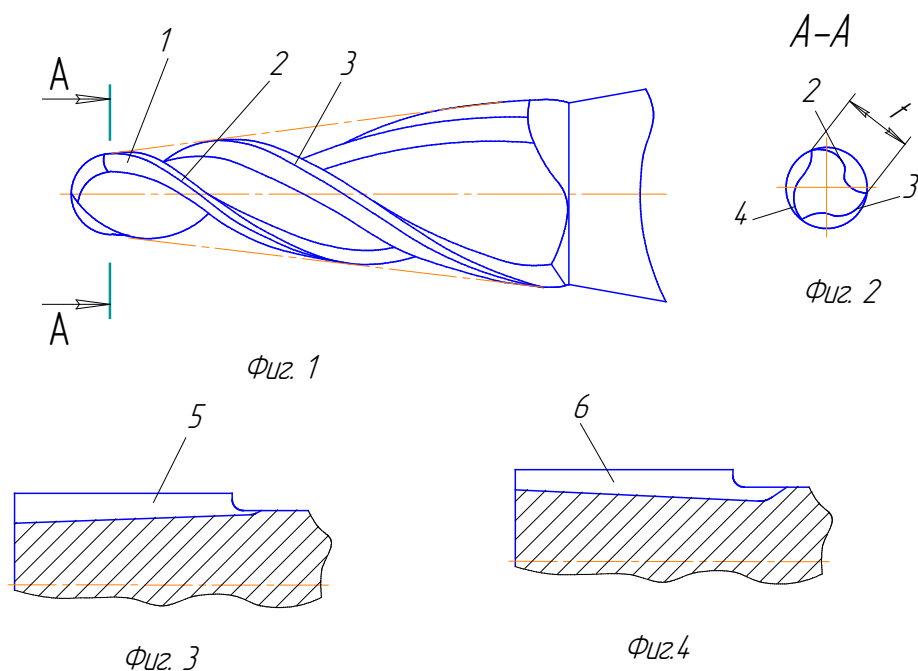


Рисунок 8.3 - Ескіз вдосконаленою фрези

Фреза працює в такий спосіб: хвостовиком вона базується й закріплюється в цанговому патроні фрезерного верстата й від нього одержує головний рух різання, заготовка й шпиндель верстата роблять взаємні переміщення.

Перевагою фрези є рівномірність ріжучого зуба уздовж осі фрези, завдяки чому її можна використовувати при підвищених швидкостях різання.

Дослідження патентної чистоти вдосконаленого об'єкта.

Метою експертизи патентної чистоти об'єкта є встановлення його використання.

Складання регламенту пошуку №2.

З виявлених при складанні регламенту пошуку №1 ТР вибираємо ДТР:

а) залежно від обсягу випуску об'єкта, його вартості й значимості ТР для об'єкта в цілому.

Враховуючи, що фреза є об'єктом серійного виробництва, тому для експертизи на патентну частоту залишаємо всі ТР п.7.2.2.

б) залежно від строків популярності ТР.

Попереднє знайомство з патентною документацією показало, що в провідних країнах регулярно патентуються конструкції фрез. Тому це ТР залишаємо в переліку для дослідження.

У якості країни пошуку ухвалюємо Україну (UA), де буде виготовлятися й використовуватися об'єкт.

Ретроспективність (глибину) пошуку встановлюємо в 20 років – термін дії патентів у UA.

Рубрики МКВ й УДК, перелік джерел інформації залишаються тими ж, що й у регламенті №2.

Дані затыгаємо в табл.7.2.

Патентний пошук

Переглядаємо джерела інформації відповідно до регламенту №2, табл. 8.2. Відомості про ТР, що мають відношення до ДТР, додатково затыгаємо в табл. 8.2.

Відбираємо аналоги ДТР і включаємо їх у перелік для детального аналізу. Запис про це робимо в графові 6 табл.8.2.

Аналіз результатів пошуку

Виявляємо істотні ознаки вдосконаленого об'єкта й групуємо їх.

Затыгаємо ознаки групи а) елементи, б) форма елементів, в) взаємне розташування елементів у табл.8.4.

Таблиця 8.4 - Істотні ознаки ДТР «Фреза»

| Номер ТР                          | Ознаки ТР                                      | ДТР | Аналоги          |                  |                  |                   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|                                   |                                                |     | UA пат № 3917957 | UA пат № 3625848 | UA пат № 3852461 | США пат № 1948057 |
| 1                                 | 2                                              | 3   | 4                | 5                | 6                | 7                 |
| а) Елементи                       |                                                |     |                  |                  |                  |                   |
| 1                                 | Ріжуча частина                                 | +   | +                | +                | +                | +                 |
| 2                                 | Хвостовик                                      | +   | +                | +                | +                | +                 |
| 3                                 | Шейку                                          | +   | +                | +                | +                | +                 |
| 4                                 | Стружкові канавки                              | +   | +                | +                | +                | +                 |
| 6                                 | Зміна переднього кута                          | -   | -                | -                | +                | -                 |
| 7                                 | Канавки на хвостовику                          | -   | -                | +                | -                | -                 |
| б) Форма елементів                |                                                |     |                  |                  |                  |                   |
| 1                                 | Різнопохилі зуби                               | +   | -                | -                | -                | +                 |
| 1                                 | 2                                              | 3   | 4                | 5                | 6                | 7                 |
| 2                                 | Хвостовик різної форми                         | -   | -                | +                | -                | -                 |
| 3                                 | Змінна глибина стружкових канавок              | +   | -                | -                | -                | +                 |
| 4                                 | Знакозмінний напрямок ріжучих крайок           | -   | +                | -                | -                | -                 |
| в) Взаємне розташування елементів |                                                |     |                  |                  |                  |                   |
| 1                                 | Чергування ділянки корпусу з ріжучими крайками | -   | +                | -                | -                | -                 |

Перевіряємо наявність кожного з ознак ДТР у кожному аналогу. Наявність ознаки відзначаємо знаком «+», відсутність – «-». Додаткові ознаки аналогів також затыгаємо в таблицю, а відсутність їх в ДТР відзначаємо знаком «-».

Зіставляємо сукупності ознак групи а) «елементи» ТР, захищених діючими патентами, і ДТР (табл.8.4). Бачимо, що тут жоден патент виключати з подальшого розгляду не можна.

Аналогічним образом аналізуємо ознаки групи б) «форма елементів» і в) «взаємне розташування». Бачимо, що в ДТР не використані сукупності ознак на патенти України пат № 3917957, пат № 3625848, пат № 3852462. Отже, удосконалена фреза має патентну чистоту у відношенні.

#### Висновок:

Для організації виробництва вдосконалених фрез потрібно придбати ліцензію у власників пат. США № 1948057.

## 9. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Активне впровадження технологій високошвидкісного фрезерування у виробництво формотворного технологічного оснащення значною мірою пов'язане із сучасним ростом продуктивності механічної обробки. Одночасно з підвищенням точності форми й чистоти поверхні, ця технологія забезпечує істотне зниження працевитрат.

Як відомо, основним конструкційним матеріалом для виробів технологічного оснащення є високолегована сталь, а більша частина знімання металу забезпечується за рахунок фрезерування на верстатах (обробних центрах) зі ЧПК. Складність форми поверхні деталей оснащення, висока міцність матеріалу, з якого вони виготовлені, а також необхідність збільшення продуктивності праці й отже, швидкості різання й подач, потужності двигуна верстата-комбінація всіх цих факторів приводить до появи ряду технічних проблем. Розглянемо деякі шляхи їх розв'язку.

Надзвичайно високі характеристики верстатів зі ЧПК останнього покоління (оберти шпинделя, подачі робітників і вільних переміщень, точності позиціонування інструмента) дозволяють, поряд зі швидкісним різанням, використовувати й інші якості сучасного інструмента — забезпечення гранично малого знімання матеріалу й, відповідно, обробки фасонних поверхонь із чистотою, що практично виключає фінішну ручну слюсарну операцію.

Однак придбання сучасного верстатного встаткування й різального інструменту для підприємств України представляє серйозну техніко-економічну проблему через них порівняно високої ціни.

Виробництво технологічного оснащення відрізняється, як правило, гранично малою серійністю й простотою форми заготовок (і викликані останнім фактором необхідністю знімання великої кількості матеріалу). У зв'язку із цим наявні на ділянці верстати повинні виконувати дві принципово одмінні друг від друга операції: чорнову обробку з основним зніманням матеріалу й чистову обробку, що забезпечує точність форми й розмірів виробу

й чистоту поверхні. На рис. 9.1 представлений графік оцінки технічних можливостей різних моделей верстатів. Він показує залежність необхідної потужності привода шпинделя від обертів при чорновому, напівчистовому й чистовому фрезеруванні, а також — для порівняння — величини потужності верстатів, що перебувають у розпорядженні авторів.

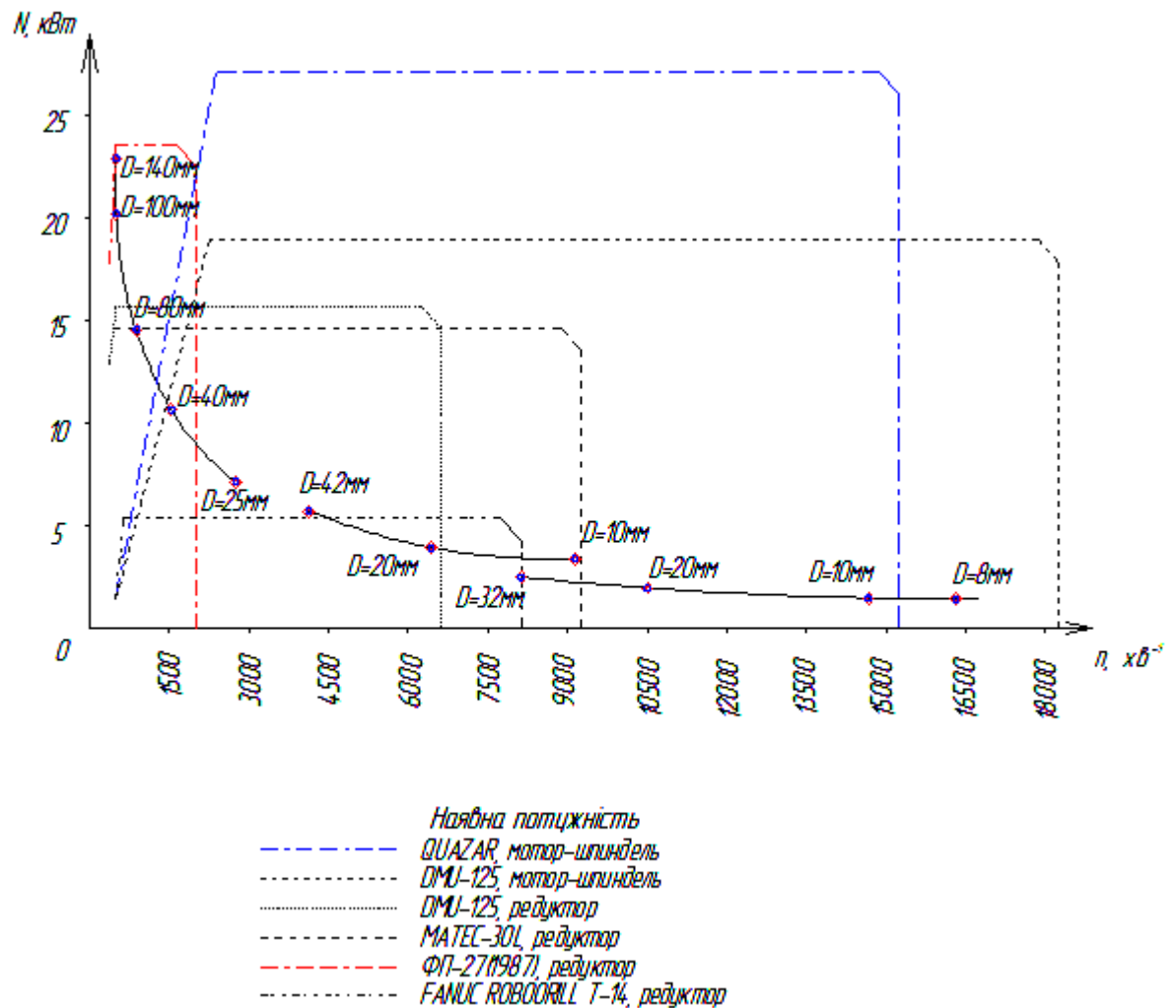


Рис. 9.1 - Необхідна потужність фрезерування

На схемі відбиті характеристики таких верстатів: ФП-27 виробництва заводу «САВМА» (1987р.), з подачами й обертами, характерними для верстатів середини 80-х, а також сучасні високошвидкісні верстати DMU-125P и QUAZAR, випущені в 2000-2003 г., з підвищеними обертами, подачами й точністю, оснащені мотор-шпинделем з характерним зниженням потужності на малих обертах. На діаграмі відбита та обставина, що для верстатів з редуктором потужність, близька до максимальної, зберігається до числа

обертів близько  $300 \text{ хв}^{-2}$ . На кривих потужності також розставлені крапки, відповідні до режимів роботи фрез SANDVIK серій R200 (чорнова обробка), R300 (напівчистова) і зі сферичною ріжучою частиною для чистової обробки.

Зіставлення необхідних і розташовуваних потужностей показує, що для верстатів, оснащених мотор-шпинделем, через зниження потужності при зменшенні обертів обмежуються величини діаметрів фрез і/або глибина й ширина фрезерування. Для верстатів з редуктором збереження розташовуваної потужності аж до малих обертів дозволяє виконувати продуктивну чорнову обробку фрезами досить великого діаметра. Низькі оберти шпинделя верстата ФП-27 суттєво зменшують ефективність використання на ньому фрез малих діаметрів (до 40 мм) навіть при чорновій обробці. Видне також, що верстати, що мають об'єднаний мотор-шпиндель, уступають верстатам з редуктором на режимах чорнової обробки. При чистовій обробці перевага переходить до сучасних 5- координатним верстатам, що дозволяють вести обробку периферією ріжучої частини фрези при забезпеченні високої чистоти обробленої поверхні.

При використанні інструмента для високошвидкісного фрезерування необхідно враховувати наявні для нього обмеження по глибині різання: вона, як правило, не перевищує 2-5 мм. При розподілі припусків по видах обробки (рис. 9.2) вибірка матеріалу здійснюється по шарах, причому цей алгоритм розподілу повинен ураховуватися в керуючих програмах, формованих у технологічних системах програмування (САМ-система або САПР ТП).

САМ-системи стають необхідним третім елементом комплексу «верстат — інструмент — засіб програмування», що впливають на ефективність і остаточну вартість цього комплексу.

Характерні величини робочих подач при чистовій обробці досить великі. Вони можуть становити  $-3-4 \text{ м/хв}$  і більш. Для криволінійних поверхонь траєкторія руху фрези у відомих системах програмування для верстатів зі ЧПК формується у вигляді шматочків ламаної лінії, із заданою точністю апроксимуючою оброблювану поверхню.

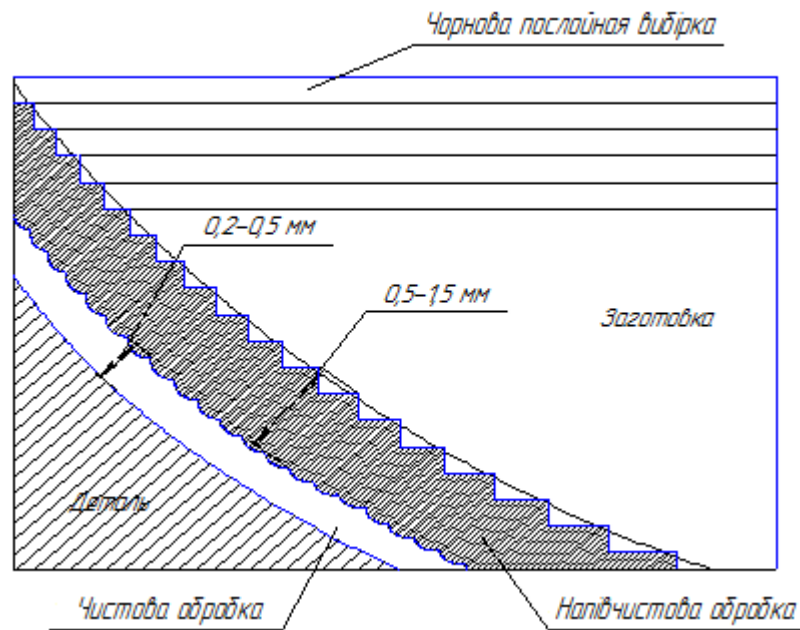


Рисунок 9.2 - Діапазони припусків по виду обробки

При обробці у точках зламу траєкторії рух верстата порушується (рис. 9.3).

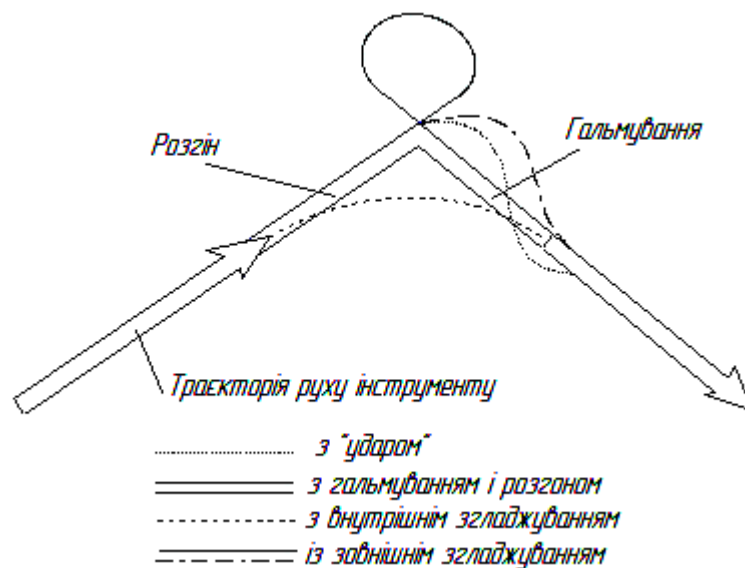


Рисунок 9.3 - Варіанти обходу кутової точки траєкторії

Зокрема, при виході в крапку зламу (пунктирна крива) виникає удар, інтенсивність якого визначається співвідношенням твердості верстата й величиною подачі. З метою його виключення в системі програмування можливе введення гальмування (зниження подачі) у крапці зламу або

спеціальні округлення траєкторії. Довжина ділянок гальмування-розгону й криволінійних заокруглень для даних подач визначаються розташовуваними тангенціальним і нормальним прискореннями верстата.

Коли мова йде про високошвидкісну обробку області, що найбільше неправильно розуміються, – робоча подача й швидкість швидких переміщень. Більш високі швидкості краще тільки в одному. Наприклад, у створеного для швидких переміщень верстата вузли можуть рухатися від однієї крапки до іншої зі швидкістю, наприклад 60 м/хв, тобто значно швидше, чим на повільному верстаті. Але коли на швидкому верстаті необхідно перемістити вузол на коротку відстань, на ньому не можна перемістити вузол з такою ж швидкістю, як переміщається вузол менш швидкісного верстата. Причиною є прискорення. З тими ж самими двигунами вузли «повільного» верстата розганяють до максимальної швидкості швидше, чим більш швидкісний верстат зможе «доповзти» до вищої швидкості (рис 9.4).

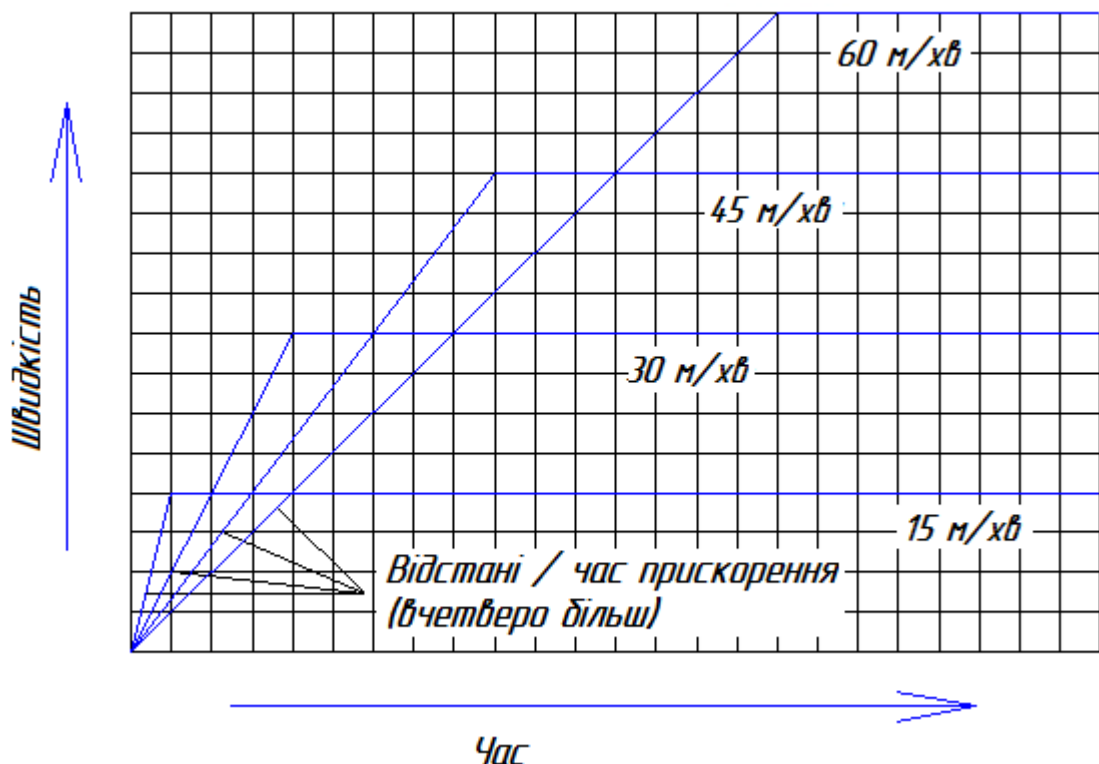


Рисунок 9.4 - Вплив граничної швидкості верстата на розгін/прискорення

Закони фізики диктують, що той же двигун може розігнатися набагато швидше, якщо він з'єднаний з редуктором, розрахованим на більш низьку швидкість. Якщо при русі будь-якого транспортного засобу Ви коли-або користувалися важелем перемикання передач, то Вам це буде зрозуміло. У їзді по місту більш низькі передачі забезпечують краще прискорення, тоді як четверта або п'ята передача забезпечують найвищу швидкість при русі по шосе, але ці швидкості пошук при русі в пробках. Однак для верстата з комп'ютерним пристроєм ЧПК (ПЧПК) двигун по кожній осі координат має тільки одне передатне відношення. Усі конструктори вибирають швидкості й діапазон прискорень верстата, думаючи, що вони є оптимальними. Важко сказати, що вони мали на увазі, вибираючи такий робітничий діапазон? Імовірно, намагалися догодити своїм відділам збуту й маркетингу, які просили підняти граничні швидкості й подачі.

Експонентна залежність прискорення від потужності означає, що для того, щоб удвічі побільшати прискорення, потрібно в чотири рази підняти потужність (рис. 9.4). І навпаки, при тієї ж самій потужності збільшення максимальної швидкості вдвічі вимагає чотириразового збільшення періоду розгону/затримки. Тому, більш «повільний» верстат може в реальності бути більш продуктивним (швидкісним), чому верстат з більш високим швидкісним діапазоном.

При фрезеруванні з використанням комп'ютерного ПЧПК можна плавно координувати рух по трьом лінійним осям для обробки складних контурів. Наприклад, фрезерування окружності реалізується як постійний процес, тобто як «, що стежить» різання, але усередині програми ПЧПК воно дробиться на складну послідовність команд і корекцій. Для програміста й оператора ясно, що трьох координатне ПЧПК розраховує переміщення по сімейству крапок, які розташовані приблизно по колу. Якість такої інтерполяції (ступінь наближення) залежить від точності роботи ПЧПК, яка постійно змінюється.

Чим вище швидкодія ПЧПК, тем плавніше інтерполяція. Коли верстат з ПЧПК фрезерує дугу в 8" при 200 імпульсах у хвилину, Ви бачите плавний

рух, але ПЧПК фактично виконує серію коротких лінійних кроків. Швидкодія ПЧПК визначає довжину кроку. Старі й більш повільні ПЧПК часто на круглому контурі дають огранювання або серію лисок. Інші ПЧПК, більш нові, але відносно повільні в порівнянні з наявними на ринку найбільш швидкодіючими, або вповільнюються, або частково компенсують погрішність за допомогою виходжування, хоча деяка погрішність при цьому все-таки залишається.

Довжину сегментів інтерполяції можна розрахувати, якщо відома швидкодія верстата. При використанні діапазону подачі 200 імпульсів у хвилину й тимчасової дискретності 3мкс лінійний сегмент або хорда становлять 0,25 мм (0,010"). Цей показник - найбільш висока швидкодія, характерне для самих популярних європейських високошвидкісних систем керування.

Самі ж швидкісні промислові системи керування демонструють швидкодія порядку 400мкс (0,0004с). Підвищення швидкодії в 7,5 раз забезпечує в результаті довжину хорди сегмента в 35 мкм (рис. 9.5).

Очевидною перевагою такого підвищення є більш точний контур обробленої поверхні незалежно від її розміру. Менш очевидною перевагою при скороченні часу циклу є підвищення точності.

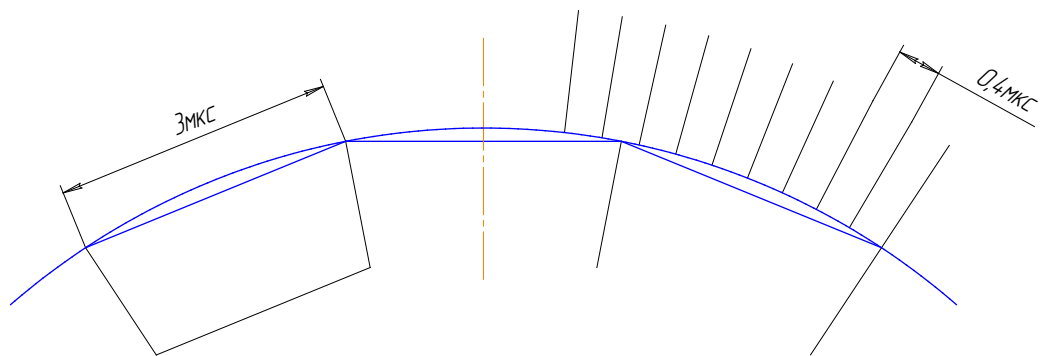


Рисунок 9.5 - Величина хорди сегмента обробки

Подвоєння швидкості дає в результаті чотириразове підвищення точності. Майже 10-кратний стрибок швидкодії з 3 мкс до 0,4 мкс, теоретично підвищує її приблизно в 56 раз. При комплексній обробці контуру найбільш

тверда вимога до ПЧПК - це плавний рух від крапки до крапки з того моменту, коли програма CAD-CAM генерує більшу масу індивідуальних траєкторій інструмента з дуже короткими лінійними кроки між ними. Чим вище швидкодія ПЧПК, тем швидше рухається інструмент і тем, відповідно, вище швидкість обробки.

Робота з більш рідкими зупинками при продовженні різання не тільки дозволяє зробити деталь швидше, але також продовжує термін служби інструмента й підвищує його продуктивність, тому що цей інструмент менше затуплюється. Хоча більшість виробників не прагнуть, щоб поверхні деталей були зайво гладкими, що погіршує їхня якість, проте в результаті більш плавних переміщень підвищується точність обробки й продовжується термін служби верстата. "Прогнозування" є ключем до реалізації цієї важливої функції.

Прогнозування стає основою для високошвидкісної обробки через високу щільність масиву даних. При використанні старих, більш повільних моделей ПЧПК вузли верстата рухаються досить повільно, тому переміщення уздовж осей можуть бути зупинені в межах будь-якого одиничного блоку. На нових верстатах при швидкості переміщення вузлів у кілька десятків метрів у хвилину їм потрібне більша відстань, щоб зупинитися. І при щільних, послідовних переміщеннях, необхідних для досягнення високої точності при обробці складних контурів, часом важко розрахувати час або відстань до зупинки уздовж осі, щоб одержати необхідну точність. Це може звучати так, ніби прогноз знизив продуктивність, пожертвувавши подачею, для того щоб забезпечити точність. Або навпаки, це – оптимізація продуктивності. Той же самий прогноз, який «сповільнив» програму ПЧПК для обробки гострих кутів, у той же час зберігає найвищі швидкості переміщень по координатах при менш радикальних змінах напрямку руху.

Там, де раніше, була необхідність вибирати більш повільні подачі при програмуванні, щоб фрезерувати складний контур, ефективний прогноз допоможе оптимізувати програмувальну подачу для конкретної фрези й

відповідно до оброблюваного матеріалу й дозволить ПЧПК ухвалювати рішення щодо того, де її потрібно сповільнити. Ідея полягає в тому, що прогноз дозволяє поліпшити ситуацію, задаючи величину програмувальної подачі й не ставлячи при цьому під погрозу точність переміщення. Результатом є збільшення безперервної або ефективної подачі до середнього рівня, підтримуваного протягом усього процесу обробки.

## 10. ВИБІР І ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

### 10.1 Принцип роботи прискорювальної головки

Необхідність прискорювальної головки визначається тим, що верстати зі ЧПК для обробки корпусних деталей мають обмежену частоту обертання шпинделя, недостатню для досягнення потрібної швидкості різання дрібнорозмірним інструментом.

Приклад конструкції прискорювальної головки наведений на рис. 10.2.

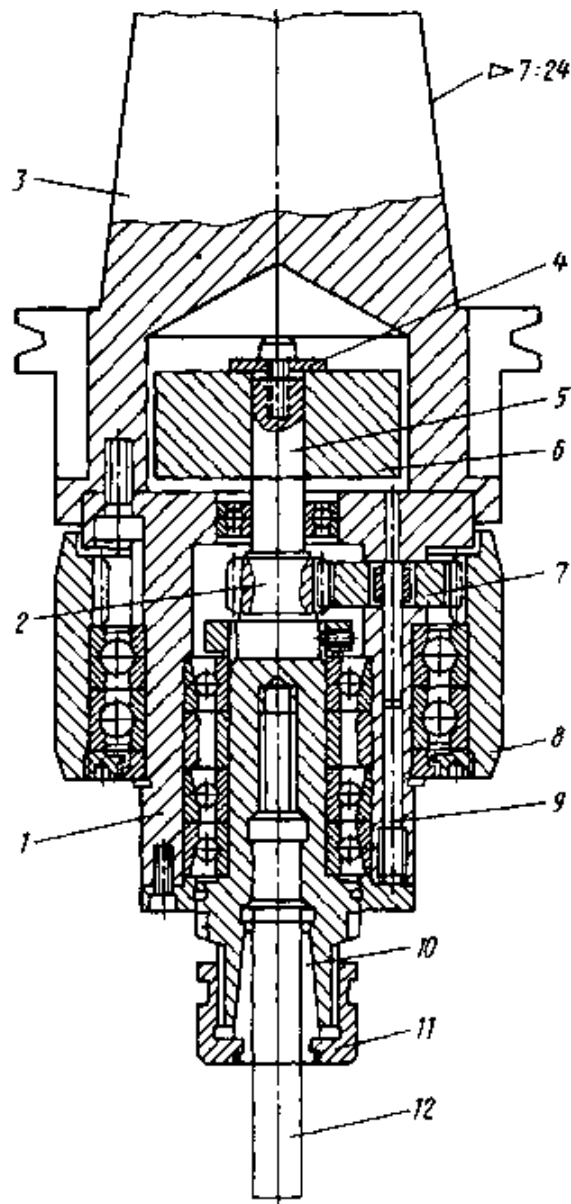


Рисунок 10.1 - Прискорювальна головка

Корпус виконує роль водила, у якому на осях 9 закріплені сателіти 7. Корпус нерухомо з'єднано із хвостовиком 3 з конусом 7:24, установлюваним у шпindel верстата. Сателіти 7 перебувають у зачепленні з корончатим колесом 8, яке може бути зупинене шляхом з'єднання з позиціонуючим блоком. Крутний момент передається на вихідний вал 6 через сонячне колесо 2. При цьому вихідний вал рухається із частотою, у п'ять раз більшої частоти обертання шпинделя верстата. На відкритому кінці вихідного вала розміщений цанговий патрон із цангою 10, яка за допомогою гайки 11 затискає циліндричний хвостовик інструмента 12. На іншому кінці вихідного вала 6 за допомогою шайби 4 закріплений маховик 5, призначений для підвищенні рівномірності обертанні інструмента.

Прискорювальні головки подібного типу можуть бути використані для обробки мелкорозмірним інструментом на верстатах, призначених для виготовленні великогабаритних деталей, що й мають максимальну частоту обертання до  $60 \text{ с}^{-2}$ . Підвищення швидкості різанні до оптимальних значень дозволяє значно підвищити надійність роботи інструмента.

Для спостереження за рухом окремих інструментів при їхнім переміщенні зі складу на верстат і назад необхідна надійна система ідентифікації, яка забезпечує одержання інформації про місце установки кожного інструмента в цей момент часу й ресурсі його стійкості. Така система сприяє зменшенню числа збоїв і кращому використанню ресурсу ріжучої частини інструмента.

Розроблені системи кодуванні інструмента за допомогою спеціальних носіїв інформації. Такий носій інформації являє собою циліндричну вставку діаметром 12 мм і висотою 8 мм (рис. 10.2), яка може нести 128 біт інформації. На ній можна записати номер інструмента, величину корекції, дані по стійкості, а також інформацію про технологічні параметри, номер верстата й шпинделя й дані про оброблювану деталь. При поверненні інструмента на склад для його підготовки до подальшої роботи програмуються причини цю заміни (зношування, поломка й нормальне повернення). При використанні

системи кодуванні можна аналізувати на якому верстаті, при обробці якої деталі, при якому числі обертів і подачі зламався інструмент. Малі розміри носія інформації дозволяють вмонтувати його в будь-який інструмент. На рисунку показане можливе місце для вбудовування (вставки) в корпус 3 допоміжного інструмента.

Для використання такої системи кодування необхідне спеціальне гніздо, що дозволяє записувати й зчитувати інформацію. При цьому дана система має перевагу в тому, що той самий інструмент можна багаторазово використовувати в різних умовах. Система містить у собі модуль — носій інформації, що записує, головку, що зчитує 2 і пристрій керування.

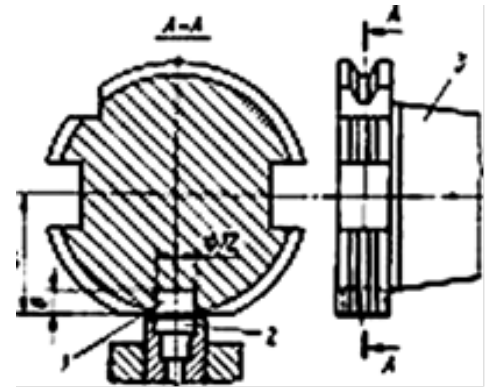


Рисунок 10.2 - Кодування інструменту

За допомогою головки 2 передають дані безконтактним способом у керуючий пристрій, у якому дані перетворюються за допомогою спеціального коду для комунікації із системою керування верстатом Використовуючи ідентифікацію інструмента, магазин можна завантажувати в будь-якому порядку.

Збільшення швидкості різання до оптимальних значень дозволяє значно підвищити надійність роботи інструмента.

Застосування на верстатах зі ЧПК дозволить підвищити продуктивність і скоротити основний час обробки.

## 10.2 Розрахунки зусилля затискача інструмента

Розрахуємо зусилля затискача кінцевої фрези з посадковим місцем Ø8 для процесу контурного фрезерування утворюючої матриці.

Схема розкладки сил показано на рисунку 10.3

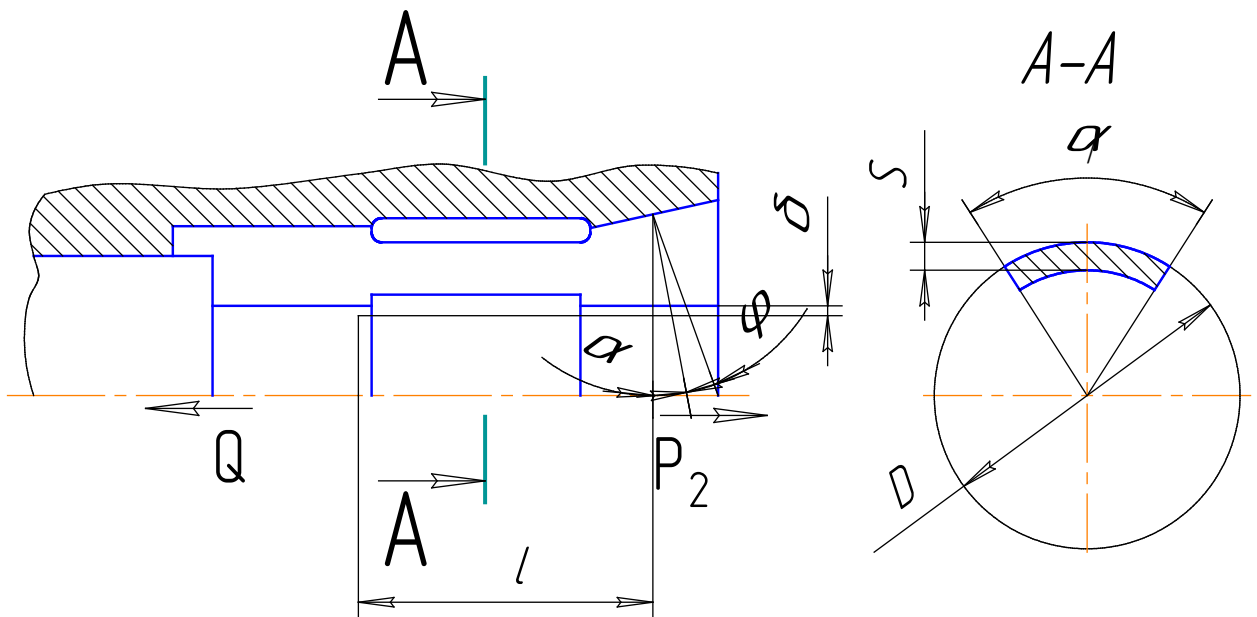


Рисунок 10.3 - Схема сил, що діють на заготовку

Осьову силу  $Q$ , необхідну для затягування цанги знайдемо по формулі:

$$Q = (P_1 + P_2) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \text{ Н} \quad (10.1)$$

де  $P_1$  – сила, що стискає челюстки цанги до їхнього зіткнення з поверхнею заготовки, Н;

$P_2$  – сила затискача заготовки всіма челюстками цанги, Н;

$\alpha$  - половина кута конуса цанги  $\alpha = 15^\circ$ ;

$\varphi$  - кут тертя  $\varphi = \operatorname{arctg} f_1 = 12^\circ$ .

$f_1$  - коефіцієнт тертя конусної поверхні,  $f_1 = 0,2$ .

$$P_1 = 3 \cdot \frac{E \cdot J \cdot f \cdot z}{l^3}, \text{ Н} \quad (10.2)$$

де  $E = 2,1 \times 10^5$  МПа – модуль пружності сталі, що йде на виготовлення цанги;

$J$  – момент інерції в перетині забитої частини челюстки,  $\text{мм}^4$ ;

$f$  - стріла прогину челюстки,  $f = \delta$ ,  $\delta$  - зазор між цангою й заготовкою (до початку затискача)  $\delta = 0,2$ ;

$z$  – число пелюсток цанги,  $z = 4$ ;

$l$  – відстань від площини зачепила челюстки цанги до середини конуса,

що затискає, цанги,  $l=20$  мм;

$$J = \frac{D^3 \cdot S}{8} \cdot \left( \alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \text{ см}^4 \quad (10.3)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр челюсток цанги,  $D=28$  мм;

$S$  – товщина челюстки цанги,  $S=10$  мм;

$\alpha_1$  - кут сегмента челюстки цанги  $\alpha_1=88$ .

Знайдемо силу  $P_1$ :

$$J = \frac{28^3 \cdot 10}{8} \cdot \left( 1,535_1 + \sin 88^\circ \cdot \cos 88^\circ - \frac{2 \cdot \sin^2 88^\circ}{1,535} \right) = 7134,4 \text{ см}^4 = 0,41 \text{ мм}^4$$

$$P_1 = 3 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,71 \cdot 0,2 \cdot 4}{20^3} = 44,73 \text{ Н}$$

Знайдемо силу  $P_2$ :

$$P_2 = \frac{1}{f} \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 \cdot K}, \text{ Н} \quad (10.4)$$

де  $M = P_Z \cdot r_1$  - момент різання, Н·м;

$r_1$  - відстань від осі до крапки додатка сили різання, мм;

$r$  – радіус заготовки на ділянці затискача, мм;

$P_Z$  – сила різання, що прагне повернути заготовку щодо осі цанги, Н;

$q$  – складова частина зусилля, прикладеного при різанні, що зрушує заготовку уздовж осі, Н;

$K = 1,5 \dots 2,0$  – коефіцієнт запасу.

Розрахуємо силу різання по формулі [10]:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \text{ Н} \quad (9.5)$$

де  $C_p = 12,5$ ,  $x = 0,85$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = 1,0$ ,  $q = 0,73$ ,  $w = 0$  - коефіцієнти;

$t$  - глибина різання,  $t=5$  мм;

$s_z$  - подача на зуб фрези,  $s_z=0,08$  м/зуб;

$B$  – ширина фрезерування,  $B=5$  мм;

$z$  – число зубів фрези,  $z = 3$ ;

$D$  – діаметр фрези,  $D = 3\text{мм}$ ;

$$\text{Тобто, } P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 5^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 5^1 \cdot 4}{3^{0,73} \cdot 6350^0} \cdot 1,06 = 662,34\text{Н}$$

$$q = 0,23 \quad P_z = 0,23 \times 662,34 = 152,33\text{Н}$$

$$\text{Таким чином, } P_2 = \frac{1}{0,2} \cdot \sqrt{\frac{(662,34 \cdot 1,5)^2}{4^2} + 152,33^2 \cdot 2} = 1643,93\text{Н}$$

Тепер можна знайти осьову силу  $Q$ :

$$Q = (44,73 + 1643,93) \cdot \text{tg}(15 + 11) = 823\text{Н}$$

Тобто для затискача інструмента для стабільного обертання без проворотів необхідно прикласти осьову силу рівну 823Н.

## 11. ВИБІР І ПРОЕКТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТА

Здійсимо розрахунок кінцевої конічної фрези із циліндричним хвостовиком для обробки струмків кувальних штамів.

Матеріал фрези - твердий сплав ВК10М

Геометричні параметри фрези

Правильне призначення геометричних параметрів фрези дозволяє забезпечити високу стійкість фрези й необхідну шорсткість обробленої поверхні.

Головний задній кут

$$\alpha = 16^\circ \text{ [17, стор.110, табл.4.2]}$$

Нормальний задній кут фрези

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega} \quad (11.1)$$

де  $\omega$  - кут нахилу гвинтових канавок фрези.

$$\omega = 25^\circ \text{ [13, стор.211, табл.3.10]}$$

$$\text{Тоді } \operatorname{tg} \alpha_N = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \omega} = \frac{\operatorname{tg} 16^\circ}{\cos 25^\circ} = 0.3163$$

$$\text{Звідки } \alpha_N = \arctg 0.3163 = 18^\circ$$

Передній кут (впливає на забезпечення необхідної міцності ріжучої крайки, мінімальні сили й потужність фрезерування)

$$\gamma = 10^\circ \text{ [17, стор.111, табл.4.3]}$$

Головний кут у плані (визначає стійкість і продуктивність фрези й співвідношення між складовими силами різання)

$$\varphi = 90^\circ \text{ [17, стор.111, табл.4.4]}$$

Перехідна крайка в плані  $\varphi_0$  ( для зміцнення ріжучої крайки)

$$\varphi_0 = \frac{\varphi}{2} \quad (11.2)$$

$$\text{Тобто } \varphi_0 = \frac{\varphi}{2} = \frac{90}{2} = 45^\circ$$

$$l_0 = 0,5 \text{ [17, стор.111, табл.4.4]}$$

Кут нахилу ріжучої крайки (служить для напрямку відводу стружки, зміцнення ріжучої крайки й забезпечення рівномірного фрезерування)

$$\lambda = \omega = 25^\circ$$

Кут підйому витків фрези

$$\theta = 7^\circ \text{ [13, стор.211, табл.3.10]}$$

Радіус торцевої частини фрези – 1,5мм [13, стор.211, табл.3.10]

Діаметр фрези

Мінімальний діаметр фрези перед переходом на радіус 1,5 –  $d = 3\text{мм}$  [13, стор.211, табл.3.10]

Довжина ріжучої частини фрези

$$l = 18\text{мм} \text{ [13, стор.211, табл.3.10]}$$

Число зубів фрези

$$z = 3 \text{ [13, стор.211, табл.3.10]}$$

Форма й розміри зубів і стружкових канавок

При виборі форми зуба необхідно забезпечити його необхідну міцність, вільне розміщення стружки, що зрізується, у канавці, велика кількість переточувань, простоту виготовлення.

Висота зуба

$$h = \frac{k \cdot D}{z}, \text{ мм} \quad (11.3)$$

де  $k=0,9\dots1,2$  - коефіцієнт

Таким чином,  $h = \frac{k \cdot D}{z} = \frac{0,9 \cdot 3}{3} = 0,9 \text{ мм}$  - висота в мінімального діаметра;

$$h = \frac{k \cdot D}{z} = \frac{0,9 \cdot 7,4}{3} = 2,2 \text{ мм} - \text{висота в максимального діаметра.}$$

Радіус закруглення дна стружкової канавки

$$r = (0,4\dots0,75) \cdot h, \text{ мм} \quad (11.4)$$

$$\text{Тобто } r_1 = (0,4\dots0,75) \cdot h = 0,75 \cdot 0,9 = 0,7 \text{ мм}$$

$$r_1 = (0,4\dots0,75) \cdot h = 0,5 \cdot 2,2 = 1,1 \text{ мм}$$

Кут спинки зуба

$$\alpha_1 = 30^\circ \text{ [17, стор.116]}$$

Радіус спинки зуба

$$R = (0,3 \dots 0,45) \cdot D, \text{ мм} \quad (11.5)$$

Тобто  $R_1 = (0,3 \dots 0,45) \cdot D = 0,45 \cdot 3 = 1,35 \text{ мм}$

$$R_1 = (0,3 \dots 0,45) \cdot D = 0,45 \cdot 7,4 = 3,3 \text{ мм}$$

Ширина стрічечки по задній поверхні

$$f_1 = 0,3 \dots 0,7 \text{ мм [17, стор.116]}$$

Ширина стрічечки по передній поверхні

$$f_2 = 1 \text{ мм [17, стор.116]}$$

Кінцева фреза для нарізування шліців представлено на рисунку 11.1

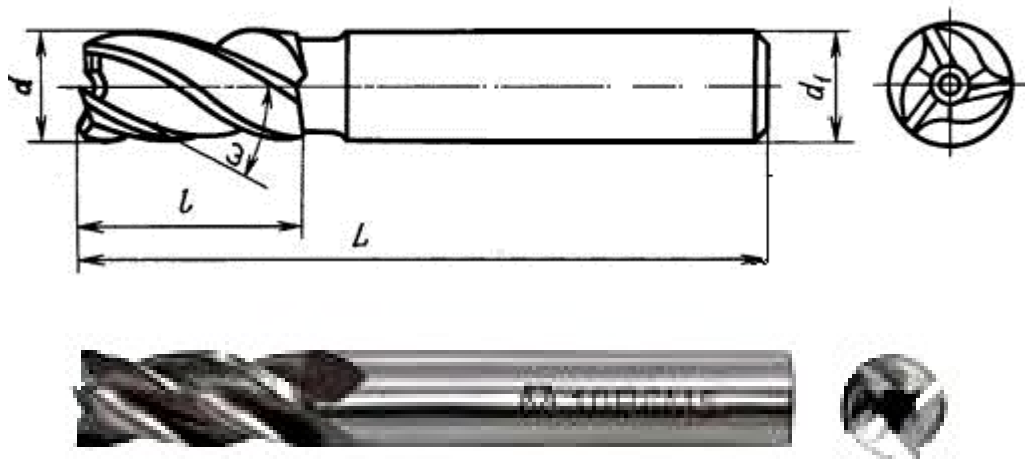


Рисунок 11.1 - Кінцева фреза для нарізування шліців

## 12. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ

Матриця в парі з пуансоном призначена для виготовлення штампувань фланця. Матриця виготовлено з інструментальної сталі 4Х5МФС. Річна програма випуску – 1000шт, що при масі 1,4кг відповідає середньосерійному виробництву. Робота ведеться в 2-х змінному режимі.

### 12.1 Розрахунки кількості основного технологічного обладнання на ділянці й коефіцієнта його завантаження

Ціль роздязнула – визначення кількості основного технологічного обладнання при середньосерійному виробництві на стадії технологічного проекту й підготовки вихідних даних для складання планування ділянки механічної обробки деталі.

Вихідні дані для проведення цього розрахунків є річна програма й технологічний процес із нормами часу. Норми часу наведено в таблиці 12.2.

Таблиця 12.1 - Норми часу по операціях

| № оп. | Код і найменування операції | $T_{шт},$<br>хв | Модель обладнання    |
|-------|-----------------------------|-----------------|----------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна      | 11,58           | 6М610Ф3              |
| 015   | Багатоцільова чорнова       | 26,28           | 2204ВМФ2             |
| 020   | Свердлильно-фрезерна        | 5,61            | 243ВМФ2              |
| 025   | Свердлильна                 | 3,07            | 2Н118                |
| 030   | Багатоцільова напівчистова  | 12,13           | 2204ВМФ2             |
| 035   | Свердлильно-фрезерна        | 2,76            | 243ВМФ2              |
| 040   | Контрольна                  | -               | Контр. пристосування |
| 045   | ТЕ                          | -               | Пекти                |
| 050   | Шліфувальна                 | 8,6             | 3Е710А               |
| 055   | Багатоцільова чистова       | 16,02           | 2204ВМФ2             |
| 060   | Свердлильно-фрезерна        | 2,43            | 243ВМФ2              |
| 065   | Багатоцільова полірувальна  | 3,77            | 2204ВМФ2             |
| 070   | Контрольна                  | -               | Контр. пристосування |
| 075   | Маркірування                | -               | Контрольна ділянка   |
| 080   | Консервація                 | -               | Контрольна ділянка   |

При визначенні кількості обладнання необхідно визначити дійсний фонд часу обладнання  $F_d$ .

Дійсний фонд часу роботи обладнання, прийнятий при розрахунках для відповідного режиму роботи визначимо по формулі:

$$F_d = F_H \left(1 - \frac{Bp}{100}\right), \quad (12.1)$$

де  $Bp$  – коефіцієнт втрат часу на ремонт обладнання,  $Bp=7\%$ ;

$F_H$  – номінальний фонд часу роботи обладнання, обумовлений по формулі:

$$F_H = \left[ (D_K - Pr - Bc - \frac{Cb}{2}) \cdot T_{CM} - D_{PP} \cdot T_{PP} \right] \cdot C, \quad (12.2)$$

де  $D_K$  – число календарних днів у році,  $D_K=365$ ;

$Pr$  – число святкових днів у році,  $Pr=11$ ;

$Bc$  – число неділей у році,  $Bc=52$ ;

$Cb$  – число суботніх днів у році,  $Cb=52$ ;

$T_{CM}$  – тривалість робочої зміни,  $T_{CM}=8$  год;

$D_{PP}$  – кількість передсвяткових днів,  $D_{PP}=9$ ;

$T_{PP}$  – час, на який скорочується передсвятковий день,  $T_{PP}=1$  год;

$C$  – кількість змін у добу,  $C=2$ .

Таким чином,  $F_H = ((365 - 11 - 52 - 26) \cdot 8 - 9 \cdot 1) \cdot 2 = 4398$  год

$F_d = 4398 \cdot (1 - 0,07) = 4090$  год.

Річна програма запуску рівна:

$$N_{z.zan} = N_z \left(1 + \frac{3z}{100}\right) \left(1 + \frac{Bp}{100}\right), \quad (12.3)$$

де  $N_z$  – річна програма випуску,  $N_z=1000$  шт;

$3z$  – відсоток деталей, що йдуть у запчастині,  $3z=15\%$ ;

$Bp$  – відсоток втрат деталей у шлюб,  $Bp=2\%$ .

$N_{z.zan} = 1000 \cdot (1 + 0,15) \cdot (1 + 0,02) = 1173$  шт.

Розрахункове число верстатів кожної групи буде перебувати по формулі:

$$S_p = \frac{T_u \cdot N_r}{F_d \cdot K_{вн} \cdot 60} \quad (12.4)$$

де  $K_{вн}$  – коефіцієнт виконання норм,  $K_{вн}=1,2$ .

Розрахунки необхідної кількості верстатів зведемо в таблицю 12.2

де  $S_{np}$  – прийняте нами кількість верстатів.

Таблиця 12.2 - Розрахункове число верстатів

| № оп. | Найменування операції      | Розрахункова кількість верстатів, $S_p$ | Прийнята кількість верстатів, $S_{np}$ |
|-------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 0,043                                   | 1                                      |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 0,097                                   | 1                                      |
| 020   | Свердлильно-фрезерна       | 0,021                                   | 1                                      |
| 025   | Свердлильна                | 0,011                                   | 1                                      |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 0,045                                   | 1                                      |
| 035   | Свердлильно-фрезерна       | 0,01                                    | 1                                      |
| 040   | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 045   | ТЕ                         | -                                       | -                                      |
| 050   | Шліфувальна                | 0,032                                   | 1                                      |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 0,059                                   | 1                                      |
| 060   | Свердлильно-фрезерна       | 0,01                                    | 1                                      |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 0,014                                   | 1                                      |
| 070   | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 075   | Маркірування               | -                                       | -                                      |
| 080   | Консервація                | -                                       | -                                      |

Отримані розрахункові значення кількості верстатів, округляємо в більшу сторону до цілого числа й визначаємо необхідну величину довантаження подібними видами продукції.

Довантаження обладнання перебуває по формулі:

$$N_{дог} = \frac{(S_{np} \cdot K_{исп} - S_p) F_{\partial} \cdot 60}{T_{ш} \cdot K_y} \quad (12.5)$$

де  $K_y=1,05$ - коефіцієнт збільшення штучного часу.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 12.3.

Проводимо заново розрахунки необхідної кількості обладнання по формулі:

$$S'_p = \frac{T_{ш} \cdot (N_r + N_{дог})}{F_{\partial} \cdot K_{вн} \cdot 60} \quad (12.4)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 12.4.

Таблиця 12.3 - Довантаження обладнання по операціях

| № оп. | Найменування операції      | Довантаження обладнання,<br>N <sub>дог</sub> , шт/рік |
|-------|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 18306                                                 |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 7585                                                  |
| 020   | Свердлильно-фрезерна       | 38702                                                 |
| 025   | Свердлильна                | 71484                                                 |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 17437                                                 |
| 035   | Свердлильно-фрезерна       | 79598                                                 |
| 040   | Контрольна                 | -                                                     |
| 045   | ТЕ                         | -                                                     |
| 050   | Шліфувальна                | 24947                                                 |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 12998                                                 |
| 060   | Свердлильно-фрезерна       | 90407                                                 |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 58025                                                 |
| 070   | Контрольна                 | -                                                     |
| 075   | Маркірування               | -                                                     |
| 080   | Консервація                | -                                                     |

Таблиця 12.4 - Розрахункове число верстатів з урахуванням довантаження

| № оп. | Найменування операції      | Розрахункова<br>кількість верстатів,<br>S <sub>p</sub> | Прийнята кількість<br>верстатів, S <sub>пр</sub> |
|-------|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 0,83                                                   | 1                                                |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 0,85                                                   | 1                                                |
| 020   | Свердлильно-фрезерна       | 0,83                                                   | 1                                                |
| 025   | Свердлильна                | 0,83                                                   | 1                                                |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 0,83                                                   | 1                                                |
| 035   | Свердлильно-фрезерна       | 0,82                                                   | 1                                                |
| 040   | Контрольна                 | -                                                      | -                                                |
| 045   | ТЕ                         | -                                                      | -                                                |
| 050   | Шліфувальна                | 0,82                                                   | 1                                                |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 0,83                                                   | 1                                                |
| 060   | Свердлильно-фрезерна       | 0,82                                                   | 1                                                |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 0,82                                                   | 1                                                |
| 070   | Контрольна                 | -                                                      | -                                                |
| 075   | Маркірування               | -                                                      | -                                                |
| 080   | Консервація                | -                                                      | -                                                |

Коефіцієнт завантаження обладнання визначається як відношення розрахункового числа до проектного:

$$K = S_p / S_{np} \quad (12.5)$$

Коефіцієнт завантаження обладнання зведемо в таблицю 12.5.

Таблиця 12.5 - Коефіцієнт завантаження обладнання

| № оп.                                     | Найменування операції      | Коефіцієнт завантаження обладнання |
|-------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 010                                       | Фрезерно-розточувальна     | 0,83                               |
| 015                                       | Багатоцільова чорнова      | 0,85                               |
| 020                                       | Свердлильно-фрезерна       | 0,83                               |
| 025                                       | Свердлильна                | 0,83                               |
| 030                                       | Багатоцільова напівчистова | 0,83                               |
| 035                                       | Свердлильно-фрезерна       | 0,82                               |
| 040                                       | Контрольна                 | -                                  |
| 045                                       | ТЕ                         | -                                  |
| 050                                       | Шліфувальна                | 0,82                               |
| 055                                       | Багатоцільова чистова      | 0,83                               |
| 060                                       | Свердлильно-фрезерна       | 0,82                               |
| 065                                       | Багатоцільова полірувальна | 0,82                               |
| 070                                       | Контрольна                 | -                                  |
| 075                                       | Маркірування               | -                                  |
| 080                                       | Консервація                | -                                  |
| Середнє значення коефіцієнта завантаження |                            | 0,828                              |

По отриманих коефіцієнтах завантаження обладнання побудуємо графік завантаження обладнання (рис.12.1)

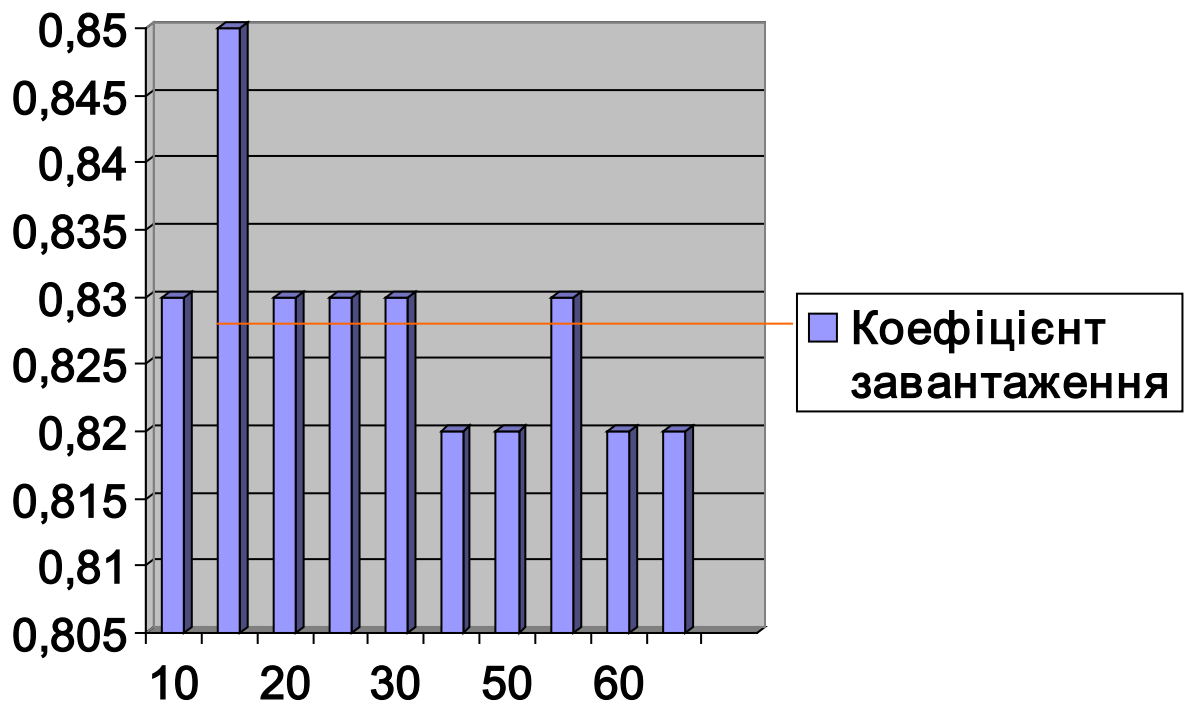


Рисунок 12.1 - Графік завантаження обладнання

## 12.2 Розрахунки числа робітників

Промислово – виробничий персонал цеху (ділянки) складається з виробничих і допоміжних робітників, інженерно – технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

Число робітників на кожну операцію визначаємо по формулі:

$$P_{осн} = \frac{T_{шт} \cdot (N_{г} + N_{дог})}{F_{эф.р} \cdot K_{вн} \cdot 60} \quad (12.6)$$

де  $F_{эф.р} = 1731$  год. - дійсний річний фонд часу роботи робітника.

Розрахунки числа робітників по операціях техпроцесу зведемо в таблицю 12.6

Таблиця 12.6 -Кількість робітників по операціях технологічного процесу

| № оп.                           | Найменування операції      | Розрахункова кількість верстатів, $S_p$ | Прийнята кількість верстатів, $S_{пр}$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 010                             | Фрезерно-розточувальна     | 1,95                                    | 2                                      |
| 015                             | Багатоцільова чорнова      | 1,96                                    | 2                                      |
| 020                             | Свердлильно-фрезерна       | 1,94                                    | 2                                      |
| 025                             | Свердлильна                | 1,95                                    | 2                                      |
| 030                             | Багатоцільова напівчистова | 1,95                                    | 2                                      |
| 035                             | Свердлильно-фрезерна       | 1,95                                    | 2                                      |
| 040                             | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 045                             | ТЕ                         | -                                       | -                                      |
| 050                             | Шліфувальна                | 1,97                                    | 2                                      |
| 055                             | Багатоцільова чистова      | 1,96                                    | 2                                      |
| 060                             | Свердлильно-фрезерна       | 1,96                                    | 2                                      |
| 065                             | Багатоцільова полірувальна | 1,95                                    | 2                                      |
| 070                             | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 075                             | Маркірування               | -                                       | -                                      |
| 080                             | Консервація                | -                                       | -                                      |
| Разом загальне число робітників |                            |                                         | 20                                     |

Після розрахунків числа основних виробничих робітників, необхідно розрахувати число допоміжних робітників, число контролерів, число ІТП, Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

Допоміжні робітники:

$$P_{всп} = \frac{(10...20\%) \cdot P_{осн}}{100\%} = \frac{15 \cdot 20}{100} = 3 - \text{ухвалюємо 3 осіб.}$$

Число контролерів:

$$P_{\text{конт}} = \frac{25\% \cdot P_{\text{осн}}}{100\%} = \frac{25 \cdot 20}{100} = 5 \text{ ухвалюємо 5 людей.}$$

Чисельність ІТП:

$$ИТП = \frac{3\% \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{всп}})}{100\%} = \frac{3 \cdot (20 + 3)}{100} = 0,69 \text{ ухвалюємо 1 людину.}$$

Молодший обслуговуючий персонал:

$$МОП = \frac{2\% \cdot (P_{\text{осн}} + P_{\text{всп}})}{100\%} = \frac{2 \cdot (20 + 3)}{100} = 0,46 \text{ ухвалюємо 1 людину.}$$

### 12.3 Організація постачання матеріалами й заготовками

Для зберігання запасу заготовок передбачається склад, розташований на початку ділянки механічної обробки деталі. На робоче місце заготовки, покладені в контейнер відкритого типу, доставляються за допомогою навантажувачів. У процесі обробки проводиться міжопераційний контроль, найбільш важливими є контрольні операції перед ТЕ, якийсь є 045 операція – загартування й після виготовлення деталі. Після кожної з перерахованих операцій деталь повертають на ділянку на подальшу обробку. Після перевіряють якість виготовленої деталі на контрольному столі. Працівники планово розподільного бюро забезпечують подачу деталей і заготовок до верстатів.

На основі технічної документації, інструментально-роздавальна комора (ІРК) завчасно комплектує спеціальний інструмент і пристосування, забезпечує його заточення, відновлення й списання. Доставку інструмента й пристосувань до робочого місця здійснюється допоміжними робітниками.

Стиснене повітря, масло, мастильно-охолоджувальна рідина подається до верстатів централізованими магістралями. При виявленні робочим нестачі масла у верстаті він зобов'язано сповістити про це майстрові, а той у свою чергу дає заявку допоміжним робітником відповідної служби, які забезпечують постачання основного виробництва (обладнання ділянки) маслом, спеціально обладнаним транспортом з тарою для масла.

## 12.4 Організація транспортного господарства

Головною метою організації транспортного господарства є зниження трудомісткості робіт і скорочення часу виробничого циклу. Вибір транспортних засобів залежить від характеру оброблюваних на ділянці заготовок, їх габаритів і маси, типу виробництва, конструкції будинку.

Доставка заготовок у механічний цех здійснюється автотранспортом. Подача контейнерів на склади й до місця обробки виконується за допомогою автотранспортувачів.

Передача деталей від верстата до верстата здійснюється за допомогою допоміжних робітників. Такий вид передачі деталей є оптимальним в умовах середнесерійного виробництва, деталей простої геометричної форми.

Для видалення стружки з робочої зони в більшості верстатів є шнекові пристрої, які переміщують стружку до люка, розташованого з тильної сторони верстата. Подальше транспортування стружки від верстата до загальноцехового місця збору проводиться за допомогою системи скребкових транспортерів (конвеєрів), розташованих під підлогою цеху уздовж верстатів.

## 12.5 Організація роботи ділянки й робочих місць

Організація робочого місця є первинною ланкою організації праці. Його правильна організація знижує стомлюваність робітника, підвищує працездатність і в підсумку збільшує продуктивність праці. Для правильної організації робітника місце важливе значення має спеціалізація, оснащення, планування й обслуговування робочого місця. При розміщенні предметів і засобів праці необхідно керуватися наступними умовами:

- на робочому місці не повинне бути нема чого зайвого, кожна деталь повинна мати своє місце
- усі часто використовувані предмети повинні перебувати ближче до зони їх використання
- розташування предметів на робочому місці повинне бути продумано з таким розрахунками, щоб робітник рухався з мінімальними витратами сил
- верстати повинні бути забезпечені місцевим висвітленням та ін.

Планування механічної ділянки на задану програму 400шт.

Обладнання розставлене по ходу технологічного процесу. Стружка віддаляється скребковим конвеєром, розташованим під підлогою.

Для інструмента передбачені інструментальні ящики. Для поліпшення умов праці на ділянці передбачене місце для відпочинку, місце для питного апарата (ситуратора). Для доставки контейнерів із заготовками й деталями по периметру ділянки розташована дорога (проїзд) для автотранспорту з одностороннім рухом. Відповідно до норм ширина проїзду становить 2000 див. Підведення стисненого повітря здійснюється від загальнозаводської централізованої системи. У якості засобів пожежної безпеки передбачений пожежний щит, ящик з піском. Є верстат, контрольний стіл, і ін.

При укрупненому проектуванні виробничу площу ділянки визначаємо по питомій площі, необхідній для розміщення верстатів залежно від їхньої маси. Величину питомої площі, що доводиться на один верстат беремо з [19].

$$S_{пр.} = S_{уд.} \cdot S_{общ.} \quad (12.7)$$

$$S_{пр.} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ м}^2$$

Розміри допоміжної площі ділянки визначимо, виходячи з норм для розрахунків площ допоміжних служб.

- склад допоміжних матеріалів (0.2 м<sup>2</sup> на один верстат) – 1,6 м<sup>2</sup>
- площа для зберігання стружки - 5 м<sup>2</sup>
- площа під проходи ухвалюємо 30% від площі верстатів - 85 м<sup>2</sup>
- резервне місце під додаткове обладнання - 150 м<sup>2</sup>
- площа для місця майстра - 9 м<sup>2</sup>
- площа під контрольні столи - 20 м<sup>2</sup>
- місце для відпочинку - 9 м<sup>2</sup>
- місце під контейнери для матеріалу - 88 м<sup>2</sup>
- місце під контр. ділянку - 12 м<sup>2</sup>

Загальна площа: 630 м<sup>2</sup>

Нормативи відстаней між верстатами, від стін і колон будинку, а також норми ширини магістральних проїздів наведені в [18]. Компонування механічної ділянки по обробці даної деталі представлено на рисунку 12.2.

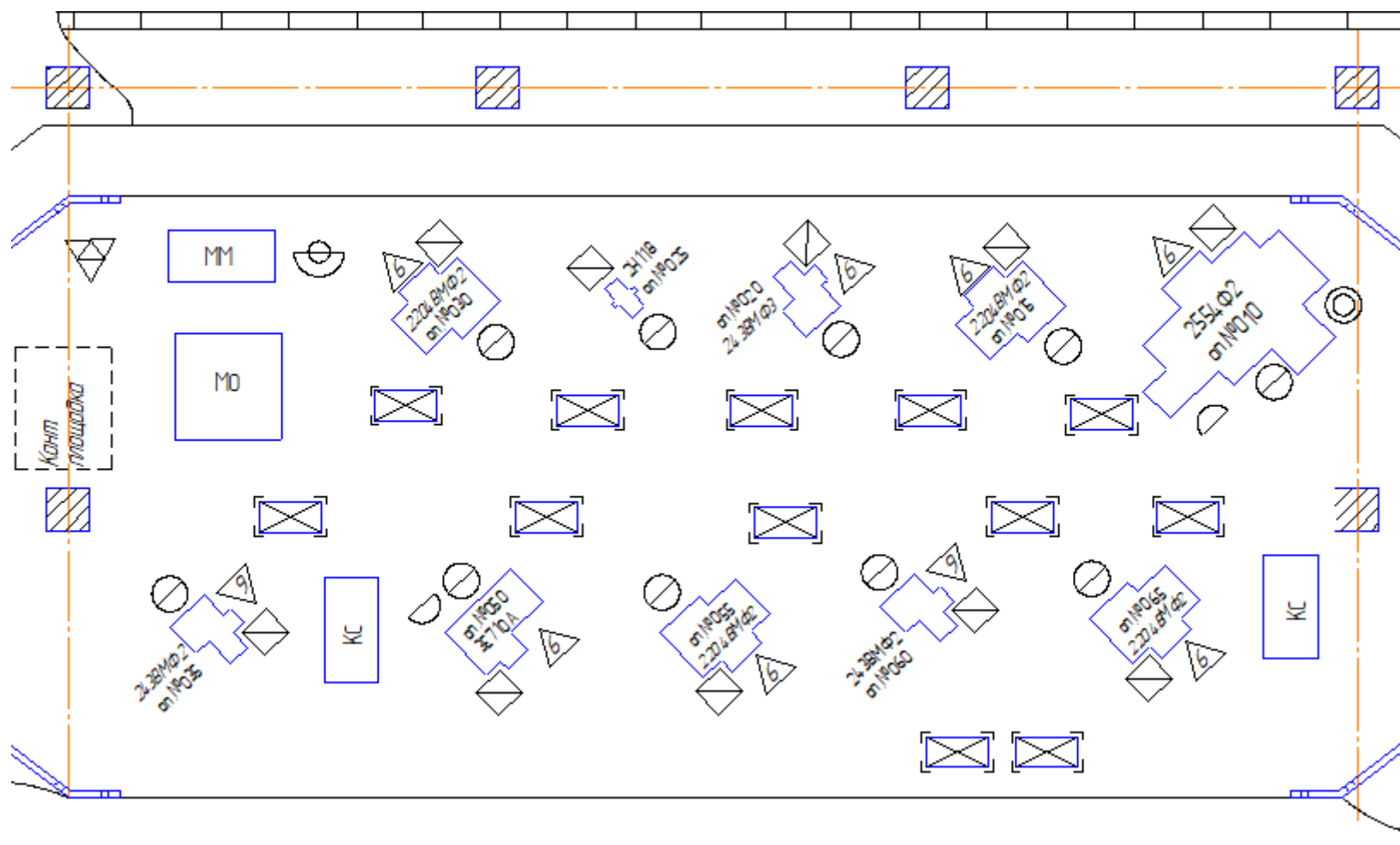


Рисунок 12.2 - Ескіз робочої ділянки з виготовлення матриці

### 13. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРУ НА ТЕМУ «ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МАТРИЦІ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ».

Фінансово-господарська діяльність українських підприємств в сучасних економічних умовах характеризується переглядом підходів до якості як пріоритетного чинника конкурентоспроможності, методу забезпечення зростання вартості капіталу. Поняття якості перестало бути об'єктом управління лише продукту як результату ринкової діяльності підприємства. Якість трансформується в іманентний процес постійного самовдосконалення підприємства та його структурних одиниць. Саме тому актуальною є необхідність формування нової концепції розуміння проблематики якості та побудови парадигми управління якістю.

Якість становить собою сукупність властивостей продукції, що обумовлюють ступінь її придатності задовольняти потреби споживачів відповідно до свого призначення. Роль і значення якості продукції постійно зростає під впливом потреб споживачів та технологій виробництва, які постійно змінюються. В наш час підвищення якості є однією з форм конкурентної боротьби. Високий рівень якості продукції сприяє підвищенню попиту, зростанню прибутку не тільки за рахунок збільшення обсягів продажу, а й за рахунок вищих цін (з урахуванням надбавки за якість). Прагнення підприємства до підвищення якості продукції впливає на зростання продуктивності праці, на темпи й ефективність науково-технічного розвитку, забезпечує ефективне використання основних фондів, зростання ефективності інвестицій, формуванню іміджу підприємства як економічно надійного партнера і виходу його на світовий ринок. Основними мотивами підвищення якості продукції є: розвиток технологій, зростання та зміна потреб населення, обмежена кількість природних ресурсів, пожвавлення конкуренції як на вітчизняному, так і на міжнародному ринку тощо. Наша тема стосується підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці.

Матриця - це частина штампа для виготовлення сталевих заготовок методом пластичного деформування. Матриця призначена для створення спільно з пуансоном порожнини необхідної конфігурації і силового впливу на оброблюваний матеріал. Штмп складається з двох або більше частин. Матриця - це нерухома частина штампа. Коли матриця і пуансон з'єднані разом, вони утворюють замкнену порожнину певної конфігурації, стінки якої впливають на опрацьований матеріал, пластично деформують його і надають вихідної заготівлі з пластичного матеріалу необхідну форму. Таким чином, виходить деталь або заготовка. Матриця працює в умовах високої температури, контактної напруги та інтенсивного тертя ковзання. Точність поверхонь матриці безпосередньо впливає на точність одержуваних виробів. Шорсткість поверхонь матриці впливає на шорсткість одержуваних поверхонь, тому до робочих поверхонь матриці пред'являються високі вимоги по точності розмірів, форми і взаємного розташування поверхонь, а також шорсткості поверхонь. Твердість матриці повинна бути значно вище твердості оброблюваного матеріалу, щоб забезпечити оброблюваність і зменшити знос. Тому, для дуже важливо підходити до процесу виготовлення матриці з професіоналізмом та відповідальністю.

Для виконання цих завдань потрібні висококваліфіковані фахівці.

Таких спеціалістів готує Українська інженерно-педагогічна академія за спеціальністю «Професійна освіта. Машинобудування».

Далі визначимо стратегічні цілі підготовки фахівця: навчитися правильно застосовувати теоретичні знання, отримані в процесі навчання, використовувати свій практичний досвід роботи на машинобудівних підприємствах для вирішення професійних технологічних і конструкторських завдань.

Дисципліна, з якої буде розроблятися семінар: «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості», тема: «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці».

Дидактичні цілі даної дисципліни в межах теми: зниження трудомісткості виготовлення матриці шляхом розробки прогресивного технологічного

процесу, що базується на сучасних досягненнях в області верстатобудування, інструментального виробництва.

### 13.1. Постановка оперативних цілей семінару

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання.

В процесі підготовки студентів за спеціальністю «Професійна освіта. Машинобудування», студенти проходили багато різних дисциплін за різними напрямками, одна з яких «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості».

Рівень сформованості обираємо найвищий, тому що тип заняття передбачає творчий підхід студентів до вирішення навчальних завдань.

Цілі семінару зазначені у таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 - Цілі семінару з теми «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці»

| Дидактична мета семінару                                                                                                             | Рівень цілі | Умови досягнення цілі                                                                                           | Результат у вигляді дій, які студенти повинні продемонструвати в результаті виконання семінару, та їх характеристика                      | Розвиваюча мета проведення семінару.                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                    | 2           | 3                                                                                                               | 4                                                                                                                                         | 5                                                                                                                                                                                                                  |
| Сформулювати у студентів визначати, характеризувати, аналізувати шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці | IV рівень   | Сформовані знання про матриці в машинобудуванні, технологію виготовлення матриці, якість технологічного процесу | Сформоване у студентів вміння визначати, аналізувати шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці характеризувати, | Розвивати логічне мислення, просторову уяву, увагу, пам'ять, розумову активність, інтуїцію, пізнавальну самостійність, пізнавальний інтерес, потребу в самоосвіті, ініціативу, творчість, обґрунтованість суджень. |

### 13.2. Вибір типу семінару і форми його проведення

Ефективною формою організації навчання у вищій школі є семінарські заняття, з якими органічно поєднуються лекції.

Семінарські заняття виконують такі основні функції:

- навчальну (поглиблення, конкретизацію, систематизацію знань, засвоєних під час лекційних занять та у процесі самостійної підготовки до семінару);
- розвивальну (розвиток логічного мислення студентів, набуття ними умінь працювати з різними літературними джерелами, формування умінь і навичок аналізу фактів, явищ, проблем тощо);
- виховну (виховання відповідальності, працездатності, виховання культури спілкування і мислення, прищеплення інтересу до вивчення конкретної дисципліни та до фаху, формування потреби раціоналізації навчально-пізнавальної діяльності та організації дозвілля);
- діагностично-корекційну та контролюючу (контроль за якістю засвоєння студентами навчального матеріалу, виявлення прогалин у його засвоєнні та їх подолання).

Семінар – це вид занять, який включає самостійне вивчення студентами програмного матеріалу і обговорення на заняттях результатів пізнавальної діяльності.

Семінари можуть бути різними як за вмістом, і з побудови, роботи. Зазвичай на семінарах обговорюються заздалегідь ці запитання. Студенти завчасно знайомляться з планом семінарського заняття література, рекомендованої до вивчення цієї теми, щоб матимуть можливість підготуватися до семінару.

Семінари бувають різних типів. Враховуючи дидактичну та розвиваючу мету було обрано реферативний семінар, тому що вивчаються окремі питання теми та систематизація уявлень студентів, вибір типу семінару та форми його проведення наведено у таблиці 13.2.

Реферативні семінари (або семінар-обговорення) відрізняються тим, що на них при керівництві з боку викладача заслуховують доповіді студентів по окремим питанням теми семінару. Такі семінари проводяться для поширення і систематизації уявлень студентів по окремим питанням навчального курсу, поповнення словарного запасу науковими термінами і закріплення їх, а також для розвитку комунікативних здібностей студентів.

Таблиця 13.2 - Вибір типу семінару та форми його проведення

| Тема семінару                                                       | Дисципліна, з якої проводиться семінар                        | Тип семінару та обґрунтування його обрання                                                                                                                                                                                                                          | Форма проведення семінару та обґрунтування її обрання                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                   | 2                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці | «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості» | Тип: Реферативний семінар. Такі семінари проводяться для поширення і систематизації уявлень студентів по окремим питанням навчального курсу, поповнення словарного запасу науковими термінами і закріплення їх, також розвиток комунікативних здібностей студентів. | Форма проведення. Групова/парна. Студенти розподі-ляються на підгрупи по дві особи та працюють кожна підгрупа над визначеною для них темою, один з пари виступає з доповіддю, інший - підсумовує і робить ви-сновки. Решта студентів повинна уважно слухати доповіді та доповнювати їх. |

### 13.3. Визначення переліку питань для обговорення та джерел інформації при підготовці до семінару

Перелік питань, які необхідно розглянути на семінарі та джерела інформації, які можна використати для підготовки доповідей наведено у таблиці 13.3.

Таблиця 13.3 - Питання для обговорення

| Питання для обговорення                                                  | Джерела інформації                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                        | 2                                                                                                                                           |
| 1. В чому полягає технологія вибору стратегії і виробництва як одного із | 1. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов / В.И. Аверченков, Ю.М.Казаков. – Брянск: БГТУ. – 20012. – 228 с. |

Продовження табл. 13.3

| 1                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці?</p>                                                                                                                                                          | <p>2. Капустин Н. М. Диалоговое проектирование технологических процессов / Н. М. Капустин, В. В. Павлов, Л. А. Козлов. – М. : Машиностроение, 1983. – 275 с</p> <p>3. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.</p>                                                                                                                                                    |
| <p>2. В чому полягає вибір технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці?</p>                                                                                                                      | <p>1. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении / П.А. Руденко. - Киев: Вища школа, 1985. - 255 с.</p> <p>2. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения /Б.С. Балакшин. - М.: Машиностроение, 1969, 358 с.</p> <p>3. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін – Суми: Вид-во СумДУ, 20012.-98 с.</p>                                                                                                      |
| <p>3. Яка особливість технології вибору і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці?</p>                                                                                | <p>1. Полуянов В. Т. Структурные преобразования в технологии механосборочного производства: монография / В.Т. Полуянов. - М.: Машиностроение, 1973. - 278 с.</p> <p>2. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін.– Суми: Вид-во СумДУ, 20012.-98 с.</p> <p>3. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.</p>                                                               |
| <p>4. Які етапи та особливості технології проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і з мінімальною собівартістю як одного зі шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці?</p> | <p>1. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов / В.И. Аверченков, Ю.М.Казаков. – Брянск: БГТУ. – 20012. – 228 с.</p> <p>2. Капустин Н. М. Диалоговое проектирование технологических процессов / Н. М. Капустин, В. В. Павлов, Л. А. Козлов. – М. : Машиностроение, 1983. – 275 с</p> <p>3. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.</p> |
| <p>5. В чому полягає сутність розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.)?</p>                 | <p>1. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с</p> <p>2. Корсаков В.С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.С.Корсаков.-3-е изд., доп. и перераб.- М.: Машиностроение, 1977. - 416 с</p> <p>3. Маталин А.А. Технология машиностроения/А.А. Маталин. - Л.: Машиностроение. 1985.- 496 с.</p>                                                                                                                 |
| <p>6. Чим характеризується технологія розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості?</p>                                                                                                   | <p>1. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении / П.А. Руденко. - Киев: Вища школа, 1985. - 255 с.</p> <p>2. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения /Б.С. Балакшин. - М.: Машиностроение, 1969, 358 с.</p> <p>3. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін.– Суми: Вид-во СумДУ, 20012.-98 с</p>                                                                                                       |

Продовження табл. 13.3

| 1                                                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. В чому полягає особливість технології розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості? | <p>1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов / В.С. Корсаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с., ил</p> <p>2. Колев К.С. Технология машиностроения /К.С Колев. Москва Высшая школа, 1977. - 256с.</p> <p>3. Картавов С.А. Технология машиностроения (спец. часть);/С.А. Картавов.– 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1988. –272 с.</p>                     |
| 8. Як відбувається вибір оптимального варіанту отримання заготовки матриці з урахуванням умов підвищення технологічності та якості?                                 | <p>1. Полуянов В. Т. Структурные преобразования в технологии механосборочного производства: монография / В.Т. Полуянов. - М.: Машиностроение, 1973. - 278 с.</p> <p>2. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 20012. – 98 с.</p> <p>3. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.</p> |

#### 13.4. Проектування мотиваційних технологій навчання студентів на семінарі.

Мотивація – це вид управлінської діяльності, який забезпечує процес спонукання особи до дієвості, спрямованої на досягнення особистих цілей чи цілей організації. Мотивація - це так звані психічні явища, що стали спонуканням до виконання тієї або іншої дії, учинку, що визначають активність особистості та її спрямованість на досягнення запланованого результату.

Зовнішня мотивація - заохочення, покарання та ін. види стимуляції поведінки.

Внутрішня мотивація - вона залежить від внутрішніх процесів, що відбуваються у свідомості особистості.

Вступна мотивація може здійснюватися у формі: бесіди, показу, демонстрації того чи іншого предмета або явища, на яке буде спрямовано весь процес навчання.

Поточна мотивація для підтримки постійного інтересу до навчальної діяльності. Вона може здійснюватися різними методами навчання відповідно

до етапів формування діяльності: у процесі його пояснення (бесіда, лекція, розповідь); у ході виконання практичних завдань (розв'язання задач, вирішення завдань, виконання лабораторних робіт); у процесі контролю (поточний, підсумковий, заключний тощо).

Основними прийомами мотивації в процесі викладу нового матеріалу є орієнтація навчального матеріалу на його практичний зміст, орієнтація на конкретну професійну діяльність, демонстрація в мовленні практичного використання теоретичних положень, які наводяться

Текст мотивації представимо в таблиці 13.13.

Для проведення нашого заняття скористуємося внутрішнім типом мотивації на вступному етапі заняття, передбачаючи, що студенти, готуючись до заняття вже зовнішньо змотивовані на отримання позитивної оцінки.

Таблиця 13.4 - Обрання методів мотивації навчальної діяльності

| Вид і методи мотивації                                                     | Мотивація                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Внутрішня вступна мотивація<br>Прийом мотивації:<br>Віднесення до ситуації | <p>Забезпечення високого рівня якості відбувається шляхом впровадження комплексу технічних, організаційних, економічних та інформаційних заходів і представляє собою трудомісткий процес, що передбачає проектування, виготовлення та реалізацію продукції і має достатньо високий ступінь корисності. Перед підприємством, що прагне зберегти свої позиції на ринку, постає необхідність застосування нових форм і методів підвищення якості продукції. Перш за все, це методи технічні, до яких відносяться: впровадження у виробничу діяльність підприємства нових видів техніки і технології; вдосконалення застосовуваних стандартів і технічних умов підприємства; зростання питомої ваги випуску сертифікованої продукції; підвищення якості сировини, матеріалів, напівфабрикатів, використовуваних у виробництві продукції. Важливе значення мають організаційні методи підвищення якості. Це впровадження сучасних форм і методів організації виробництва та управління; вдосконалення системи контролю і самоконтролю на всіх стадіях виготовлення продукції; оновлення неконкурентоспроможної продукції або зняття її з виробництва; запозичення та використання передового вітчизняного і зарубіжного досвіду в галузі підвищення конкурентоспроможності продукції.</p> <p>В сучасних економічних умовах система управління якістю як органічна частина підприємства повинна проектуватися, виходячи з призначення, цільової орієнтації та умов господарювання, а не формуватися лише еволюційним шляхом за допомогою окремих часткових нововведень. Працююча система управління якістю повинна стати реальним інструментом безперервного вдосконалення діяльності підприємства і джерелом економічних вигід. Задачею нашого сьогодення заняття обговорити та зробити висновки щодо питання впровадження технологічно нових підходів до виготовлення матриці для</p> |

## Продовження табл. 13.4

| 1 | 2                                                                                                                                 |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | підвищення якості технологічного процесу, щоб Ваша продукція була затребувана ринку продажу. Слухайте уважно та будьте активними! |

**13.5. Аналіз базових умов навчання**

Правильно організований навчальний процес руйнує помилкові уявлення, сприяє уточненню, поглибленню і поширенню правдивих. Це створює міцну основу для формування нових знань. Для того, щоб цей процес здійснювався організовано, а не стихійно, інтуїтивно, потрібно включати в структуру заняття етап актуалізації опорних знань студентів.

В таблиці 13.5 наведемо аналіз базових умов навчання з теми семінару.

Таблиця 13.5 - Аналіз базового матеріалу і способи актуалізації базових знань

| Перелік базових понять, законів, способів дій                                            | Назва дисциплін і тем, в яких формуються опорні знання і дії                                                      | Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій                                                                                                                                                                                                                   | Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                        | 2                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                     |
| Матриця<br>Виготовлення матриці<br>Технологічний процес<br>Якість технологічного процесу | «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості»<br>«Матеріалознавство та основи обробки матеріалів» | Усне фронтальне опитування:<br>1. Що таке матриця в машинобудування?<br>2. Що розуміється під технологічним процесом?<br>3. Які вимоги висуваються до якості технологічного процесу?<br>12. Які вимоги до якості виготовленої матриці існують?<br>5. В чому полягає технологія виготовлення якісної матриці? | Стисле нагадування основних положень базового матеріалу. акцентування уваги на незрозумілих моментах. |

**13.6. Проектування основної частини реферативного семінару**

При розробці дидактичного проекту семінару слід:

- визначити навчальний матеріал, що підлягає закріпленню, та сформулювати питання для обговорення;

- розробити змістовні матеріали з кожного питання: перелік основних понять, показників та закономірностей, які повинні бути обговорені та закріплені на семінарі;

- навести перелік тем доповідей, а також визначити мету та тривалість кожної доповіді наведено в таблиці 13.6.

Таблиця 13.6. - Характеристика доповідей на семінарі

| № доповіді | Тема доповіді                                                                                                                                                                                        | Мета доповіді                                                                                                                                                                                                                 | Тривалість доповіді | Тривалість обговорення доповіді |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 1          | 2                                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                             | 4                   | 5                               |
| 1          | Вибір стратегії і вибір виробництва як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                                                                             | Ознайомити слухачів з особливостями вибору стратегії і виробництва як одного зі шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                                                                    | 3-5                 | до 5 хв.                        |
| 2          | Вибір технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці                                                                                                         | Охарактеризувати процес вибору технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці                                                                                                         | 3-5.                | до 5 хв.                        |
| 3          | Вибір і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                                                                                | Описати процес вибору і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                                                                                         | 3-5.                | до 5 хв.                        |
| 4          | Технологія проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і з мінімальною собівартістю як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці | Охарактеризувати технологію проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і з мінімальною собівартістю як одного зі шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення              | 3-5.                | до 5 хв.                        |
| 5          | Сутність розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.)    | Визначити та проаналізувати сутність розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.) | 3-5.                | до 5 хв.                        |

Продовження табл. 13.6

| 1 | 2                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                        | 4    | 5        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| 6 | Технологія розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                            | Визначити особливості технології розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                          | 3-5. | до 5 хв. |
| 7 | Технологія розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості | Описати особливості технології розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості | 3-5. | до 5 хв. |
| 8 | Вибір оптимального варіанту отримання заготовки матриці з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                      | Проаналізувати існуючі варіанти отримання заготовки матриці та обрати оптимальний варіант з урахуванням умов підвищення технологічності та якості        | 3-5. | до 5 хв. |

Далі необхідно зазначити перелік джерел інформації для доповідей, який знаходиться в таблиці 13.7.

Таблиця 13.7 - Джерела інформації для підготовки доповідей

| Теми доповідей                                                                                                           | Джерела інформації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Вибір стратегії і вибір виробництва як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці | 1. Аверченков В.І. Автоматизація проектування технологічних процесів / В.І. Аверченко, Ю.М.Козаков. - Брянськ: БДТУ. - 20012. -228 с.<br>2. Капустін Н. М. Діалогове проектування технологічних процесів / Н. М. Капустін, В. В. Павлов, Л. А. Козлов. - М.: Машинобудування, 1983. - 275 с<br>3. Технологія машинобудування: Підручник для машинобудівних спеціальностей вузів / А.А. Гусев, Є.Р. Ковальчук, І.М. Колесов та інших. – М.: Машинобудування, 1986. – 480 з. |
| Вибір технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці                             | 1. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П.А. Руденко. – Київ: Вища школа, 1985. – 255 с.<br>2. Балакшін Б.С. Основи технології машинобудування/Б.С. Балакшин. - М: Машинобудування, 1969, 358 с.<br>3. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін–Суми: Вид-во СумДУ, 20012.-98 с.                                                                                                     |
| Вибір і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матри      | 1. Полуянов Ст. Т. Структурні перетворення в технології механозбірного виробництва: монографія / В.Т. По-Луянов. - М: Машинобудування, 1973. - 278 с.<br>2. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін–Суми: Вид-во                                                                                                                                                                                                    |

Продовження табл. 13.7

| 1                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ці                                                                                                                                                                                                   | СумДУ, 20012.-98 с.<br>3. Балабанов А. н. Короткий довідник технолога-машинобудівника. - М.: Видавництво стандартів, 1992. - 464 с.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Технологія проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і з мінімальною собівартістю як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці | 1. Аверченко В.І. Автоматизація проектування технологічних процесів / В.І. Аверченко, Ю.М.<br>2. Капустін Н. М. Діалогове проектування технологічних процесів / Н. М. Капустін, В. В. Павлов, Л. А. Козлов. - М.: Машинобудування, 1983. - 275 с.<br>3. Технологія машинобудування: Підручник для машинобудівних спеціальностей вузів / А.А. Гусєв, Е.Р. Ковальчук, І.М.                                         |
| Сутність розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.)    | 1. Балабанов А. н. Короткий довідник технолога-машинобудівника. - М.: Видавництво стандартів, 1992. - 464 с<br>2. Корсаков В.С. Основи технології машинобудування: підручник для вузів / В.С.Корсаков.-3-е вид., Дод. і перераб. - М.: Машинобудування, 1977. - 416 с<br>3. Маталін А.А. Технологія машинобудування/А.А. Маталін. - Л.: Машинобудування. 1985. - 496 с.                                          |
| Технологія розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                                                                                            | 1. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П.А. Руденко. – Київ: Вища школа, 1985. – 255 с.<br>2. Балакшін Б.С. Основи технології машинобудування/Б.С. Балакшин. - М: Машинобудування, 1969, 358 с. 3. Захаркін О.У. Технологічні засади машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін.– Суми: Вид-во СумДУ, 20012.-98 с                                             |
| Технологія розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                                                                 | 1. Корсаков В.С. Основи конструювання пристроїв: підручник для вузів/В.С. Корсаків. - 2-ге вид., перероб. та дод. - М.: Машинобудування, 1983. - 277 с., іл<br>2. Колєв К.С. Технологія машинобудування/К.С Колєв. Москва Вища школа, 1977. – 256с.<br>3. Картав С.А. Технологія машинобудування (спец. Частина); / С.А. Картавів. - 2-ге вид., Перераб. та дод. - Київ: Вища школа, 1988. -272 с.               |
| Вибір оптимального варіанту отримання заготовки матриці з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                                                                                      | 1. Полуянов Ст. Т. Структурні перетворення в технології механозбірного виробництва: монографія / В.Т. По-Луянов. - М: Машинобудування, 1973. - 278 с.<br>2. Захаркін О.У. Технологічні засади машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін. - Суми: Вид-во СумДУ, 20012. - 98 с.<br>3. Балабанов А. н. Короткий довідник технолога-машинобудівника. - М.: Видавництво стандартів, 1992. - 464 с. |

Далі необхідно розробити змістовну характеристику кожної доповіді і методику її проведення, яка знаходиться в таблиці 13.8.

Таблиця 13.8 - Змістовна характеристика доповідей

| Тема доповіді                                                                                                                                           | Частини доповіді | Основні питання доповіді                                                                                                                             | Метод викладу змісту | Методика забезпечення наочності                       | Прийоми активізації слухачів                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                       | 2                | 3                                                                                                                                                    | 4                    | 5                                                     | 6                                                            |
| Доповідь №1<br>Тема: «Вибір стратегії і вибір виробництва як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці»         | Вступна частина  | Опис сутності вибору стратегії і виробництва як одного зі шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                 | Монологічний метод   | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | Акцентування на важливих моментах, тезисні зупинки по тексту |
|                                                                                                                                                         | Основна частина  | Висновки                                                                                                                                             |                      |                                                       |                                                              |
|                                                                                                                                                         | Заключна частина | Висновки                                                                                                                                             |                      |                                                       |                                                              |
| Доповідь №2<br>Тема: «Вибір технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці»                                     | Вступна частина  | Загальна інформація про технологічний процес виготовлення матриці                                                                                    | Монологічний метод   | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | Акцентування на важливих моментах, тезисні зупинки по тексту |
|                                                                                                                                                         | Основна частина  | Визначення особливості процесу вибору технологічних баз та плану обробки в межах технологічного процесу виготовлення матриці                         |                      |                                                       |                                                              |
|                                                                                                                                                         | Заключна частина | Висновки                                                                                                                                             |                      |                                                       |                                                              |
| Доповідь №3<br>Тема: «Вибір і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці»            | Вступна частина  | Визначення та опис технології вибору і проектування нових видів пристосувань для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці | Монологічний метод   | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | Акцентування на важливих моментах, тезисні зупинки по тексту |
|                                                                                                                                                         | Основна частина  | Висновки                                                                                                                                             |                      |                                                       |                                                              |
|                                                                                                                                                         | Заключна частина | Висновки                                                                                                                                             |                      |                                                       |                                                              |
| Доповідь №4<br>Тема: «Технологія проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і мінімальною собівартістю як одного зі шляхів | Вступна частина  | Опис технології проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і мінімальною собівартістю як                                | Монологічний метод   | показ презентаційних слайдів                          | Наведення прикладів з професійної діяльності                 |
|                                                                                                                                                         | Основна частина  | Опис технології проектування матриці з максимальним коефіцієнтом використання матеріалу і мінімальною собівартістю як                                |                      |                                                       |                                                              |

Продовження табл. 13.8

| 1                                                                                                                                                                                                                        | 2                | 3                                                                                                                                                                                                                      | 4                  | 5                                                     | 6                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| з мінімальною собівартістю як один з шляхів підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці»                                                                                                         |                  | підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення матриці                                                                                                                                                    |                    |                                                       | досвідчених науковців тт. фахівців в цьому питанні                                              |
|                                                                                                                                                                                                                          | Заклучна частина | Висновки                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                       |                                                                                                 |
| Доповідь №5<br>Тема: «Сутність розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.)» | Вступна частина  | Визначення та аналіз сутності розробки технологічного процесу виготовлення матриці з використанням новітніх досягнень науки і техніки, що відповідає вимогам технологічності (економічності, точності, якості і т.ін.) | Монологічний метод | Демонстрація презентаційних слайдів                   | Виступ з проблемою                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                          | Основна частина  |                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                                       |                                                                                                 |
| Доповідь №6<br>Тема: «Технологія розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості»                                                                                         | Вступна частина  | Визначення та аналіз особливостей технології розрахунку заготовки матриці з прокату з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                                                                            | Монологічний метод | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | Акцентування на важливих моментах, тезисні зупинки по тексту                                    |
|                                                                                                                                                                                                                          | Основна частина  |                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                                       |                                                                                                 |
| Доповідь №7<br>Тема: «Технологія розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості»                                                              | Вступна частина  | Ознайомлення слухачів з особливостями технології розрахунку виготовлення матриці за допомогою лиття в піщані форми з урахуванням умов підвищення технологічності та якості                                             | Монологічний метод | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | Наведення прикладів з професійної діяльності досвідчених науковців тт. фахівців в цьому питанні |
|                                                                                                                                                                                                                          | Основна частина  |                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                                       |                                                                                                 |
| Доповідь №7<br>Тема: «Вибір                                                                                                                                                                                              | Вступна частина  | Опис процесу вибору оптимального                                                                                                                                                                                       | Монологічний       |                                                       | Акцентування на                                                                                 |

Продовження табл. 13.8

| 1                                                                                                          | 2                | 3                                                                                            | 4     | 5                                                     | 6                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| оптимального варіанту отримання заготовки матриці з урахуванням умов підвищення технологічності та якості» | Основна частина  | варіанту отримання заготовки матриці з урахуванням умов підвищення технологічності та якості | метод | Демонстрація ілюстрацій, показ презентаційних слайдів | важливих моментах, тезисні зупинки по тексту |
|                                                                                                            | Заклучна частина | Висновки щодо вибору оптимального варіанту                                                   |       |                                                       |                                              |

Визначимо критерії оцінювання студентів. Представимо їх в таблиці 13.9.

Максимум балів, що можна отримати за семінар 20 балів що перераховуються за коефіцієнтом у відповідності до вкладу у результати вивчення курсу з розрахунку максимум 100 балів.

Таблиця 13.9 - Оцінка участі студентів в семінарі та доповідей

| Критерії оцінки участі в семінарі | Кількість балів |
|-----------------------------------|-----------------|
| Виступ з доповіддю                | 0-2             |
| Володіння аудиторією              | 0-2             |
| Виступ в обговоренні доповіді     | 0-2             |
| Культура мови                     | 0-2             |
| Зовнішній вигляд                  | 0-2             |
| Термінологічна грамотність        | 0-2             |
| Повнота висвітлення теми доповіді | 0-2             |
| Логічність викладу                | 0-2             |
| Наочність викладу                 | 0-2             |
| Опанування                        | 0-2             |

Сценарій проведення реферативного семінару на тему: «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці» наведено в таблиці 13.10.

Таблиця 13.10 - Сценарій проведення реферативного семінару

| Етап проведення семінару    | Дії викладача                                                                                                  | Дії студентів                                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1                           | 2                                                                                                              | 3                                                 |
| Організація початку заняття | Вступне слово викладача, перевірка готовності студентів до заняття.<br>«Доброго дня, передайте мені будь-ласка | Студенти готуються до заняття, слухають уважно ви |

Продовження табл. 13.10

| 1                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             | журнал, та розпочнемо заняття»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | кладача                                                                                                                    |
| Повідомлення теми, цілі увідна мотивація навчальної діяльності              | Тема нашого сьогоднішнього заняття: «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці», мета заняття: сформувати вміння у студентів визначати, характеризувати, аналізувати шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці, розвивати логічне мислення, просторову уяву, увагу, пам'ять, розумову активність, інтуїцію, пізнавальну самостійність, пізнавальний інтерес, потребу в самоосвіті, ініціативу, творчість, обґрунтованість суджень.<br>Повідомляє важливість вивчення теми. | Студенти записують тему заняття, сприймають мету заняття, усвідомлюють важливість і актуальність теми.                     |
| Аналіз сформованості та актуалізація опорних знань                          | Проведення усного фронтального опитування:<br>1. Що таке матриця в машинобудування?<br>2. Що розуміється під технологічним процесом?<br>3. Які вимоги висуваються до якості технологічного процесу?<br>12. Які вимоги до якості виготовленої матриці існують?<br>5. В чому полягає технологія виготовлення якісної матриці?<br>Стисле нагадування основних положень базового матеріалу.                                                                                                                                        | Студенти слухають викладача, відповідають на питання. Слухають нагадування та корегування відповідей викладачем            |
| Повідомлення про тематику докладів і організацію опанування та обговорення. | На сьогоднішньому занятті, ми з вами заслухаємо 8 доповідей, які Ви підготували вдома. Після кожного виступу буде можливість обговорити основні положення доповіді та прийти до певних висновків. Ті, хто будуть активно приймати участь в обговоренні доповідей, отримають додаткові бали на занятті.                                                                                                                                                                                                                         | Студенти слухають викладача. Студенти з доповідями готуються до виступу.                                                   |
| Заслуховування та обговорення доповідей.                                    | Заслуховування доповідей студентів на обрані теми. Після кожної доповіді у студентів є до 5 хв. для того, щоб обговорити виступ, задати питання, які виникали під час доповіді. Обговорення.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Слухають уважно доповідачів, конспектують основні положення. Обговорюють доповідь, задають питання. Висловлюють свої думки |
| Оцінка доповідей та участі студентів в їх обговоренні.                      | Ми прослухали всі доповіді. Всі дуже гарно підготувалися та отримають добрі оцінки, студенти які приймали участь в обговоренні також отримають бали.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Слухають уважно викладача                                                                                                  |
| Підведення підсумків семінару.                                              | На сьогоднішньому занятті ми з вами добре попрацювали, дізнались про шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці, що стане Вам у нагоді                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Слухають викладача                                                                                                         |

Продовження табл. 13.10

| 1 | 2                                                            | 3 |
|---|--------------------------------------------------------------|---|
|   | у подальшому навчанні та у майбутній професійній діяльності. |   |

### 13.7 Висновки до розділу

В четвертому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці» з дисципліни: «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування», були сформульовані оперативні цілі семінару, обраний тип та форма проведення семінару, визначений перелік питань для обговорення, сформульована мотивація для зацікавленості студентів у вивченні теми, проаналізовані базові умови навчання з теми, обрані та проаналізовані джерела інформації для підготовки до семінару, описані критерії оцінювання доповідей студентів на семінарі та розроблений сценарій проведення семінарського заняття з теми.

## ВИСНОВОК

Провідна роль у прискоренні науково-технічного прогресу, підняттю України на світовий рівень у сфері виробництва покликано зіграти машинобудування, що у найкоротший термін необхідно підняти на вищий технічний рівень. Ціль машинобудування - зміна структури виробництва, підвищення якісних характеристик машин і встаткування. Передбачається здійснити перехід до економіки вищої організації й ефективності із всебічно розвиненими силами, зрілими виробничими відносинами, налагодженим господарським механізмом. Така стратегічна лінія держави.

Предметом дослідження й розробки в технології машинобудування є види обробки, вибір заготівель, якість оброблюваних поверхонь, точність обробки й припуски на неї, базування заготівель; способи механічної обробки поверхонь - плоских, циліндричних і ін.; методи виготовлення типових деталей - пресформ і штампів; процеси складання (характер з'єднання деталей і вузлів, принципи механізації й автоматизації складальних робіт); конструювання пристосувань.

Основними напрямками розвитку сучасної технології: перехід від переривчастих, дискретних технологічних процесів до безперервним автоматизованим, що забезпечує збільшення масштабів виробництва і якості продукції; впровадження безвідхідної технології для найбільш повного використання сировини, матеріалів, енергії, палива й підвищення продуктивності праці; створення гнучких виробничих систем, широке використання роботів і технологічних комплексів у машинобудуванні й приладобудуванні.

У проекті розглянуті питання вдосконалювання технологічного процесу виготовлення матриці.

Запропонований спосіб одержання заготовки методом лиття в піщано-глинисті форми за результатами економічного аналізу. Розроблений новий технологічний маршрут виготовлення деталі для среднесерійного

виробництва. Розраховані припуски на мех. обробку. На багатоцільовій операції на основі проведених наукових і патентних досліджень оптимізовані режими різання й удосконалена конструкція фрези. Показані налагодження на багатоцільову і фрезерно-розточувальну операцію. Розраховане й спроектоване верстатне пристосування. Спроектвана ділянка обробки деталі й розраховані коефіцієнти завантаження застосовуваного обладнання. Впровадження пропонованих заходів щодо вдосконалювання техпроцесу дозволить одержати річний економічний ефект у розмірі 288 тис.грн.

У методичному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «Шляхи підвищення якості технологічного процесу виготовлення матриці» з дисципліни: «Технологія сучасного машинобудування та забезпечення якості» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування», були сформульовані оперативні цілі семінару, обраний тип та форма проведення семінару, визначений перелік питань для обговорення, сформульована мотивація для зацікавленості студентів у вивченні теми, проаналізовані базові умови навчання з теми, обрані та проаналізовані джерела інформації для підготовки до семінару, описані критерії оцінювання доповідей студентів на семінарі та розроблений сценарій проведення семінарського заняття з теми.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ансеров М.А. Пристосування для металорізальних верстатів. - К., 1995
2. Ануров В. І. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3-х т. Т.1 - М.: Машинобудування, 1978. - 728с.
3. Анурьев В.І. Довідник конструктора - машинобудівника. К., 1992 - Т1.
4. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. - Львів: Світ, 1996. - 368с.
5. Вибір лиття й проектування креслення виливки: Метод. вказівки. / Сост.: В.О. Литвиненко, Ю.С. Косорова - К., 1996
6. Відлиття з металів і сплавів. Допуски розмірів, маси і припуски на механічну обробку. ГОСТ 266645-85. Москва. Державний комітет СРСР по стандартах, 1989.
7. Гжіров Р. І. Короткий довідник конструктора. Ленінград.: Машинобудування, 1984. - 464с.
8. Горбачевіч А. Ф., Шкред В. А. Курсове проектування з технології машинобудування - Мн. Обчислюємо. школа, 1983. - 256с.
9. ДЕРЖСТАНДАРТ 26645-85. Виливка з металів і сплавів.
10. Довідник технолога - машинобудівника. В 2-х т. Т.2 / Під ред. А.М. Дальського, О.Г. Сулова, - К., 2003
11. Довідник технолога - машинобудівника. В 2-х т. Т.1 / Під ред. А.М. Дальського, О.Г. Сулова - К., 2003
12. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т. 2/Под ред. А. Г. Косилової і Р. К. Мещерякова. - М.: Машинобудування, 1986. - 496с.
13. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т.1 / За ред. А. Г. Косилової і Р. К. Мещерякова. - М.: Машинобудування, 1985. - 656с.
14. Єгоров М. Є., Дементьев В. І., Дмитрієв В.Л. Технологія машинобудування - М.: Вища школа, 1976. - 534с.

15. Залога В. О. Розрахунок режимів різання при точінні, свердлінні, фрезеруванні. - К.: ІСДО, 1994. - 168с.
16. Збірний твердосплавний інструмент / Г. Л. Хаст, В. М. Гах, К. Г. Громаков и др. - М.: Машинобудування, 1989. - 256с.
17. Корсаков В. С. Основи технології машинобудування. Підручник для вузів. М.: Вищ. школа, 1974. - 336с.
18. Маталін А. А. Технологія машинобудування - Л.: Машинобудування, 1985 - 496 с.
19. Металообробний твердосплавний інструмент: Довідник / В. С. Самойлов, Е. Ф. Ейхманс, В. А. Фальковський и др. - М.: Машинобудування, 1988. - 368с.
20. Методичні вказівки та контрольні завдання з курсу «Технологія машинобудування» ч. II. Контрольна робота № 2. Сост. А. У. Захаркін, А. У. Ягуткін, Харків. ХПІ, 1984.
21. Обробка металів різанням. Довідник технолога. Під ред. А. А. Панова, М.: Машинобудування, 1988. - 736с.
22. П. Р. Родін. Металорізальні інструменти. Київ.: Вища школа, 1986. - 455с.
23. Розрахунок припусків і розмірів у машинобудуванні: / Я.М. Радкевич і ін.; за редакцією В.А. Тімірязєва. - К., 2004
24. Сорочкін Б. М. та ін Засоби для лінійних вимірювань. - М.: Машинобудування, 1976. - 264с.
25. Худобін Л. В. та ін Курсове проектування з технології машинобудування - М.: Машинобудування, 1989. - 288с.
26. Ящеріцин П. І., Єременко М. Л., Фельдштейн Є. Е. Теорія різання. Фізичні та теплові процеси в технологічних системах: Підручник для вузів. - Мінськ: Вищ. школа, 1990. - 512с.
27. Манеркина К. Д., Жданова Ю. Е. Производство и изготовление штамповой оснастки // Молодой ученый. — 2017. — №21. — С. 133-136. — URL <https://moluch.ru/archive/155/43723>

28. Виробництво і технології [Електронний ресурс]: <http://4ua.co.ua/manufacture/index.html>.
29. Виробництво і технології [Електронний ресурс]: <http://ukrefs.com.ua/print:page,1,90265-Razrabotka-tehnologicheskogo-processa-izgotovleniya-matricy.html>
30. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс]: підруч. / В. П. Головенкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: [http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna\\_pedagogika.pdf](http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf)
31. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.
32. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.
33. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.
34. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Краси́льник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 20213. – 224 с.
35. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко,

Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 20213. – 82 с.

36. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

37. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

38. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

39. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>

40. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>

41. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>

42. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>

43. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

44. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В.Н. КАРАЗІНА**

**Навчально-науковий інститут «Українська  
інженерно-педагогічна академія»**

(назва факультету/інституту)

**Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання**

(назва кафедри)

кваліфікаційна робота рівня вищої освіти "магістр"

**Професійна підготовка фахівця машинобудівних  
підприємств з підвищення продуктивності обробки матриці  
штампа за рахунок удосконалювання технологічного  
процесу**

Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)

Виконав студент групи ДІТ-ПОМ23мг  
Керівник д.т.н., проф.

Олексій КОРИТЧЕНКО  
Олег ХОРОШИЛОВ

**Завданням дипломного проекту є розробка прогресивного технологічного процесу виготовлення деталі «матриця».**

**Ціль** дипломного проектування за технологією машинобудування - правильно застосовувати теоретичні знання, отримані в процесі навчання, використовувати свій практичний досвід роботи на машинобудівних підприємствах для розв'язку професійних технологічних і конструкторських завдань.

**Метою** даного проекту є зниження трудомісткості виготовлення матриці шляхом розробки прогресивного технологічного процесу, що базується на сучасних досягненнях в області верстатобудування, інструментального виробництва.

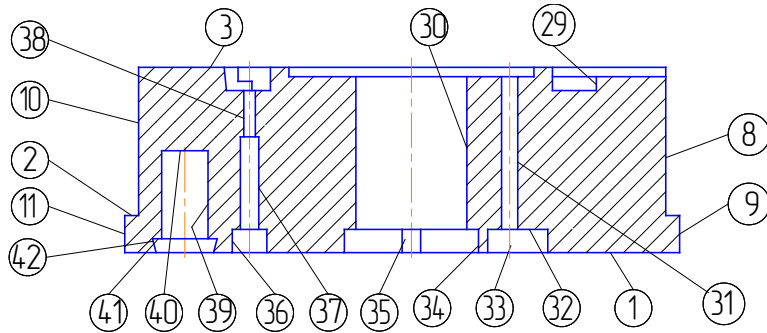
Для досягнення мети вирішуються наступні завдання:

1. Розширення, поглиблення, систематизація й закріплення теоретичних знань, і застосування їх для проектування прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, включаючи проектування засобів технологічного оснащення.
2. Розвиток і закріплення навичок ведення самостійної творчої інженерної роботи.
3. Оволодіння методикою теоретичних досліджень технологічних процесів механоскладального виробництва.

У дипломному проекті повинна відображатися економія витрат праці, матеріалу, енергії. Розв'язок цих питань можливо на основі найбільш повного використання можливостей прогресивного технологічного обладнання й оснащення.

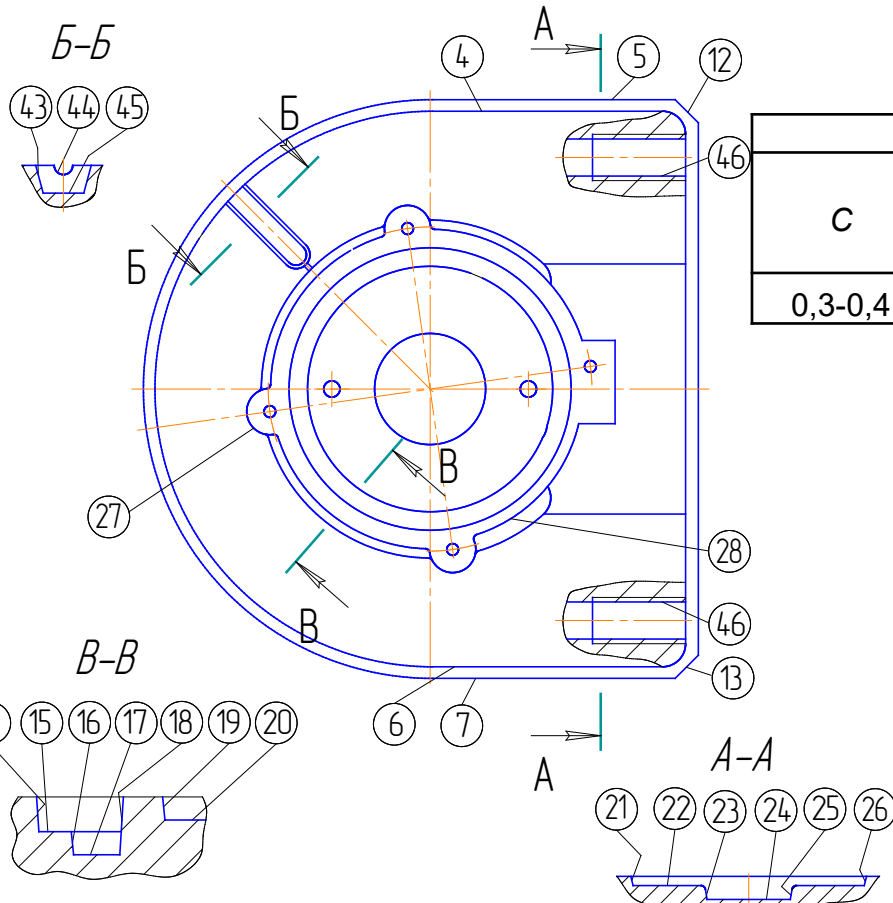
## АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

### Класифікація поверхонь деталі по службовому призначенню



| Вид поверхні                   | Номера поверхонь          |
|--------------------------------|---------------------------|
| Виконавчі поверхні             | 14-29                     |
| Основні конструкторські бази   | 1,30                      |
| Допоміжні конструкторські бази | 2-4,6,8,10,31-39,41,42,46 |
| Вільні поверхні                | 7,9,10                    |

### Хімічний склад сталі 4Х5МФС



| Зміст елементів, % |          |         |         |         |         |          |   |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|---|
| C                  | Mn       | Si      | Cr      | V       | Mo      | S        | P |
|                    |          |         |         |         |         | не більш |   |
| 0,3-0,4            | 0,15-0,4 | 0,8-1,2 | 4,5-5,5 | 0,3-0,5 | 1,2-1,5 | 0,03     |   |



## ВИБІР СТРАТЕГІЇ Й ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

Відповідно до заданої програми випуску 1000 деталей у рік і масою деталі 1,4кг вибираємо серійний тип виробництва.

Для серійного типу виробництва характерні наступні показники технологічного процесу:

- Форма організації технологічного процесу – перемінно-постійна;
- Повторюваність випуску – періодичне повторення партії;
- Вид технологічного процесу – одиничний;
- Заготовка – виливок, штампування, прокат;
- Обладнання – універсальне, частково-спеціалізоване;
- Завантаження обладнання – періодична зміна деталей на верстатах;
- Розміщення обладнання на ділянці – по ходу технологічного процесу;
- Оснащення – універсальна й спеціальна;

Виходячи з перерахованого вище, стратегією проекту будемо вважати одержання економічного ефекту шляхом зменшення штучного часу, приблизно на заготівельній операції, введенням нового способу одержання заготовки; на фрезерній операції за допомогою модернізації верстата, пристосування й інструмента на основі проведених наукових і патентних досліджень, враховуючи екологічну складову проекту.

### Допуски на розміри виливка

| Розмір деталі, мм            | Допуск на розмір, мм | Допуски форми й розташування поверхонь, мм |
|------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| $\varnothing 23,77^{+0,021}$ | 2,0                  | 0,4                                        |
| $40-0_{016}$                 | 2,2                  | 0,4                                        |
| 120                          | 3,2                  | 0,5                                        |
| 125                          | 3,2                  | 0,5                                        |
| $55\pm 0,095$                | 2,2                  | 0,4                                        |

# ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ. ПЛАН ОБРОБКИ

## Вибір методів обробки поверхонь матриці

| № пов.               | Точність (квал.) | Шорсткість, Ra(мкм) | Методи обробки                                             |
|----------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|
| 1,3                  | 6                | 1,6                 | Фрезерування(чорнове, напівчистове), шліфування            |
| 2,32,33              | 9                | 1,6                 | Фрезерування (чорнове, напівчистове, чистове)              |
| 4,6,8,10,14-20,21-29 | 8,9              | 0,8                 | Фрезерування (чорнове, напівчистове, чистове), полірування |
| 5,7,9,11,12,13,39-45 | 12               | 12,5                | Фрезерування                                               |
| 30                   | 7                | 0,8                 | Розточування (чорнове, напівчистове, чистове), полірування |
| 31,35,38             | 7                | 0,8                 | Свердління, зенкерування, розгортання.                     |
| 34                   | 12               | 12,5                | Розточування                                               |
| 36,37,46             | 11               | 12,5                | Свердління                                                 |

## Технологічний маршрут виготовлення матриці

| № операції | Найменування операції      | Обладнання (тип, модель)                          | Зміст операції                                                                             |
|------------|----------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | 2                          | 3                                                 | 4                                                                                          |
| 005        | Заготівельна               | Лиття                                             | Відлити заготовку                                                                          |
| 010        | Фрезерно-розточувальна     | Фрезерно-розточувальної 6М610Ф3                   | Фрезерувати поверхні 1,5,7,9,11, 12,13; розточити отвір 30,34; розточити начисто отвір 30. |
| 015        | Багатоцільова чорнова      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                           | Фрезерувати поверхні 2,3,4,6,8,10,14-26,43-45; свердлити отвір 31.                         |
| 020        | Свердильно-фрезерна        | Вертикальний свердильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 1,32,33,39-42, Свердлити отвір 35,36,37,38                            |
| 025        | Свердильна                 | Вертикально-свердильний 2Н118                     | Свердлити отвір 46                                                                         |
| 030        | Багатоцільова напівчистова | Багатоцільовий 2204ВМФ2                           | Фрезерувати поверхні 2,3,4,6,8,10, 14-26; зенкеровать отвір 38                             |
| 035        | Свердильно-фрезерна        | Вертикальний свердильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 32,33, зенкеровать отвір 31                                           |
| 040        | Контрольна                 | Контр. пристосування                              | Контролювати якість виготовлення                                                           |
| 045        | ТЕ                         | Пекти                                             | Розжарювати НРС 45...50                                                                    |
| 050        | Шліфувальна                | Плоскошліфувальний 3Е710А                         | Шліфувати поверхні 1,3                                                                     |
| 055        | Багатоцільова чистова      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                           | Фрезерувати поверхні 2,4,6,8,10, 14-26; розгорнути отвір 38.                               |
| 060        | Свердильно-фрезерна        | Вертикальний свердильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Фрезерувати поверхні 32,33, розгорнути отвір 31                                            |
| 065        | Багатоцільова полірувальна | Багатоцільовий 2204ВМФ2                           | Полірувати поверхні 2,4,6,8,10, 14-26                                                      |
| 070        | Контрольна                 | Контр. пристосування                              | Контролювати якість виготовлення                                                           |
| 075        | Маркірування               |                                                   | Маркірувати позначення й номер деталі                                                      |
| 080        | Консервація                |                                                   | Консервувати тонким шаром ЦІАТИМА                                                          |

# Вибір технологічних баз

| № операції | № опорних<br>крапок | Найменування<br>бази | Характер<br>прояву |         | Реалізація |        | Єдність баз | Сталість баз |
|------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------|------------|--------|-------------|--------------|
|            |                     |                      | явна               | схована | природня   | штучна |             |              |
| 1          | 2                   | 3                    | 4                  | 5       | 6          | 7      | 10          | 11           |
| 010        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        | +           | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 015        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 020        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 025        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 030        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 035        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 050        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        | +           |              |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 055        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 060        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |
| 065        | 1-3                 | УБ                   | +                  |         | +          |        |             | +            |
|            | 4,5                 | НБ                   | +                  |         | +          |        |             |              |
|            | 6                   | О                    | +                  |         | +          |        |             |              |

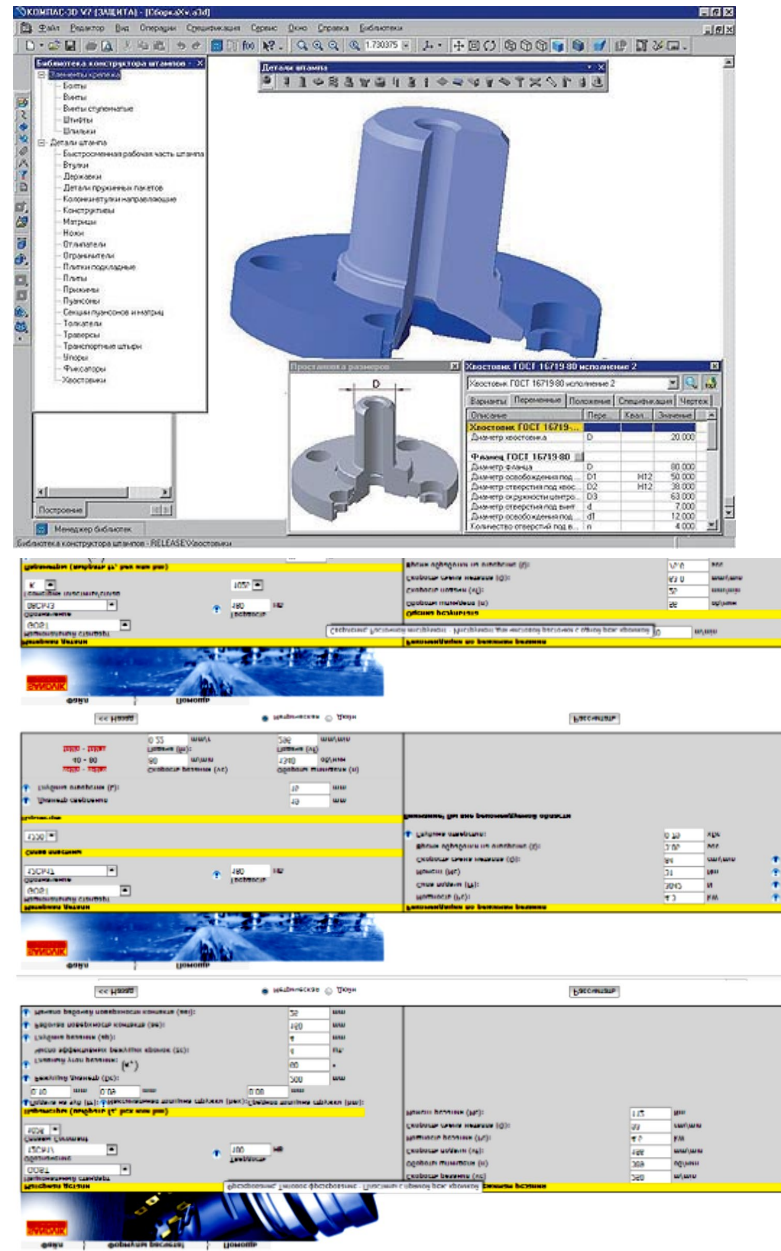
## Вибір засобів технологічного оснащення

| Операція | Обладнання                                         | Пристосування                                                                                     | PI                                                                                                                                                                                                                           | Контроль                                                                                             |
|----------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                  | 3                                                                                                 | 4                                                                                                                                                                                                                            | 5                                                                                                    |
| 010      | Фрезерно-розточувальної 6М610Ф3                    | Лещата з механізованим приводом<br>ДЕРЖСТАНДАРТ14904-80, упор УСП                                 | Фреза торцева (100 (пластини Т15 К6)<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80,<br>Різець розточувальної ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ18062-72,<br>Різець розточувальної Т30 К6<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 18062-72<br>Різець розточувальної ВК8 ДЕРЖСТАНДАРТ 20874-75 | Штангенциркуль ШЦIII-250-0,1<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80<br>нутромер індикаторний<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 9244-59 |
| 015      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76 (опорна плита, циліндричний палець, пневматичний затискач) | Фреза торцева (100 ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80,<br>Фреза кінцева Р6М5 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ4675-71,<br>Фреза кінцева Р9 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ 17026-71                                                                                          | Штангенциркуль ШЦIII-250-0,1<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80,                                                 |
| 020      | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Косинець УСП, упор УСП, затискач ексцентриковий із чобітком                                       | Свердло спіральне (7,5 Р6М5 ДЕРЖСТАНДАРТ 10903-77<br>Свердло спіральне Р6М5 (4,2 ДЕРЖСТАНДАРТ 2092-77,<br>Свердло спіральне Р6М5 (2 ДЕРЖСТАНДАРТ 2092-77,<br>Фреза кінцева Р6М5 К5 ДЕРЖСТАНДАРТ4675-71                       | Штангенциркуль ШЦIII-125-0,1<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80.                                                 |
| 025      | Вертикально-свердлильний 2Н118                     | Косинець УСП, упор УСП, затискач ексцентриковий із чобітком                                       | Свердло спіральне (10 Р6М5 ДЕРЖСТАНДАРТ 10903-77                                                                                                                                                                             | Штангенциркуль ШЦIII-125-0,1<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80.                                                 |
| 030      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-22 ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21690-76 (опорний косинець, упори, пневматичний затискач)        | Фреза торцева (100 ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80,<br>Фреза кінцева Р9К5 ДЕРЖСТАНДАРТ 17026-71<br>Зенкер 9ХС (2,4 ДЕРЖСТАНДАРТ21544-76<br>Фреза конічна конц. (7 ДЕРЖСТАНДАРТ18151-72                                                  | Штангенциркуль ШЦIII-125-0,05<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80,<br>Калібр-пробка                               |
| 035      | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76 (опорна плита, циліндричний палець, пневматичний затискач) | Кінцева фреза (15 ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ20539-75<br>Зенкер 9ХС (3,4 ДЕРЖСТАНДАРТ21544-76                                                                                                                                           | Штангенциркуль ШЦIII-125-0,05<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 160-80,<br>Калібр-пробка                               |
| 050      | Плоскошліфувальний 3Е710А                          | Стіл магнітний                                                                                    | Коло шліфувальне ДЕРЖСТАНДАРТ 2424-83                                                                                                                                                                                        | Мікрометр першого класу точності<br>ДЕРЖСТАНДАРТ 6507-78                                             |
| 055      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-22 ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21690-76 (опорна плита, упори, пневматичний затискач)            | Фреза конічна кінцева (7 ДЕРЖСТАНДАРТ18151-72,<br>Розгорнення цільне (2,5 ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80<br>Кінцева фреза (10 ВК6 ДЕРЖСТАНДАРТ20539-75                                                                                 | Контрольне пристосування індикаторного типу,<br>Калібр-пробка                                        |
| 060      | Вертикальний свердлильно-фрезерний верстат 243ВМФ2 | Комплект УСП-ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21676-76 (опорна плита, циліндричний палець, пневматичний затискач) | Кінцева фреза (10 Т30 К6 ДЕРЖСТАНДАРТ20539-75<br>Розгорнення цільне (4 ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80<br>Розгорнення цільне (3,5 ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80                                                                                  | Калібр-пробка                                                                                        |
| 065      | Багатоцільовий 2204ВМФ2                            | Комплект УСП-22 ЧПК ДЕРЖСТАНДАРТ 21690-76 (опорна плита, упори, пневматичний затискач)            | Полірувальне коло,                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                      |

# РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

## Режими різання й норми часу

| Операція                          | Перехід (позиція) | Глибина t, мм | Швидкість V, м/хв | Подача S   | Частота п, хв <sup>-1</sup> | Основний час T <sub>е</sub> , хв | Штучний час T <sub>шт</sub> , хв | T <sub>шт</sub> -калькул. час T <sub>шт</sub> - К, хв |
|-----------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 010<br>Фрезерно-розточувальна     | 1                 | 3             | 188,4             | 0,15мм/зуб | 500                         | 2,08                             | 11,58                            | 11,6                                                  |
|                                   | 2                 | 4             | 14,1              | 0,2мм/ об  | 250                         | 6,23                             |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,7           | 30,7              | 0,37мм/ об | 500                         | 0,42                             |                                  |                                                       |
|                                   | 4                 | 0,3           | 11,6              | 0,71мм/ об | 180                         | 0,92                             |                                  |                                                       |
| 015<br>Багатоцільова чорнова      | 1                 | 3             | 188,4             | 0,15мм/зуб | 500                         | 2,14                             | 26,28                            | 26,34                                                 |
|                                   | 2                 | 4             | 37,68             | 0,1мм/зуб  | 400                         | 10,6                             |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,5           | 75,36             | 0,02мм/зуб | 1200                        | 9,16                             |                                  |                                                       |
| 020<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 3,75          | 15,82             | 0,2 мм/ об | 315                         | 1,54                             | 5,61                             | 5,66                                                  |
|                                   | 2                 | 2             | 7,91              | 0,17мм/ об | 630                         | 1,14                             |                                  |                                                       |
|                                   | 1                 | 5,02          | 0,1мм/ об         | 800        | 0,85                        |                                  |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 188,4         | 0,15мм/зуб        | 500        | 2,08                        |                                  |                                  |                                                       |
| 025<br>Свердлильна                | 1                 | 5             | 12,77             | 0,17мм/ об | 400                         | 2,56                             | 3,07                             | 3,15                                                  |
| 030<br>Багатоцільова напівчистова | 1                 | 1             | 502,4             | 0,15мм/зуб | 1600                        | 2,14                             | 12,13                            | 12,18                                                 |
|                                   | 2                 | 1             | 196,25            | 0,1мм/зуб  | 2500                        | 8,4                              |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,5           | 75,36             | 0,02мм/зуб | 1200                        | 1,59                             |                                  |                                                       |
| 035<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 0,25          | 16,82             | 0,8мм/ об  | 1000                        | 0,84                             | 2,76                             | 2,81                                                  |
|                                   | 2                 | 0,25          | 17,27             | 0,8мм/ об  | 800                         | 0,38                             |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,4           | 124,65            | 0,2мм/зуб  | 1600                        | 1,54                             |                                  |                                                       |
| 050<br>Шліфувальна                | 1                 | 0,01          | 20                | 28мм/хід   | 35м/с                       | 14,6                             | 8,6                              | 8,65                                                  |
| 055<br>Багатоцільова чистова      | 1                 | 0,1           | 124,66            | 0,25мм/зуб | 7940                        | 0,19                             | 16,02                            | 16,07                                                 |
|                                   | 2                 | 0,1           | 207,16            | 0,03мм/зуб | 21990                       | 11,46                            |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,1           | 11,89             | 0,4мм/ об  | 1500                        | 0,4                              |                                  |                                                       |
| 060<br>Свердлильно-фрезерна       | 1                 | 0,1           | 18,92             | 0,4мм/ об  | 1600                        | 0,56                             | 2,43                             | 2,48                                                  |
|                                   | 2                 | 0,1           | 20,46             | 0,4мм/ об  | 1600                        | 0,14                             |                                  |                                                       |
|                                   | 3                 | 0,2           | 86,92             | 0,25мм/зуб | 2500                        | 1,04                             |                                  |                                                       |
| 065<br>Багатоцільова полірувальна | 1                 | 0             | 37,68             | 0,05мм/ об | 2500                        | 2,19                             | 3,77                             | 3,82                                                  |
|                                   | 2                 | 0             | 114,57            | 0,05мм/ об | 2500                        | 0,95                             |                                  |                                                       |



# Дерево технологического процесса обработки фланца

Adem TDM - Полный техпроцесс обработки фланца.adm

Файл Правка Модуль Вид Режим Общие Расчет Измерения Параметризация Сервис Справка

Техпроцесс 53A50.23.014 Фланец

- 000 ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ
- 005 ТОКАРНАЯ С ЧПУ 1B340Ф30
  - Установить заготовку в патрон, закрепить
    - Патрон 7100-0069 ГОСТ 2675-80
  - Подрезать торцы \_217/\_180, \_180/\_165 начерно, обточить пов. \_180 предварительно
    - Резец 2100-2182 BK6 ГОСТ 26611-85
  - Расточить отв. \_105, \_125+0,08, \_165, с подрезкой торцев \_125+0,08/\_105, \_165/\_125+0,08 предварительно
    - Резец 2145-0555 BK8 ГОСТ 20874-75
  - Подрезать торцы \_217/\_180, \_180/\_165 начисто, с припуском под шлифование, обточить пов. \_180 окончательно, с образованием фаски...
    - Резец 2100-2182 BK4 ГОСТ 26611-85
  - Точить канавку для выхода шлифовального круга
    - Резец 2130-0005 BK6 ГОСТ 18884-73
  - Расточить отв. \_105, \_125+0,08, \_165, с подрезкой торцев \_125+0,08/\_105, \_165/\_125+0,08 окончательно, расточить фаску 1x45 в отв...
    - Резец 2145-0555 BK4 ГОСТ 20874-75
  - Снять заготовку, очистить от стружки, контролировать размеры после обработки
    - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
- 010 ТОКАРНАЯ С ЧПУ 1B340Ф30
  - Установить заготовку в патрон, закрепить.
  - Подрезать торец \_217/\_105, обточить пов. \_217 предварительно
    - Резец 2100-2182 BK6 ГОСТ 26611-85
  - Подрезать торец \_217/\_105, обточить пов. \_217 окончательно с образованием фаски 1x45
    - Резец 2100-2182 BK6 ГОСТ 26611-85
  - Снять заготовку, очистить от стружки, контролировать размеры после обработки
    - Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
- 015 СВЕРЛИЛЬНАЯ С ЧПУ 2С150ПМФ4
  - Установить заготовку в приспособление, закрепить
  - Центровать 7 отв. Сверлить 4 отв. \_9. Сверлить отв. \_5, сверлить 2 отв. \_11. Развернуть 2 отв. \_11 под резьбу K1/4". Нарезать р...
  - Снять заготовку очистить от стружки, удалить заусенцы, острые кромки притупить
  - Контролировать размеры
- 020 КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНАЯ 3Б151
  - Установить заготовку в патрон, выверить биение, закрепить. Шлифовать торцы \_217/\_180, \_180/\_165 окончательно. Снять деталь, очис...
- 025 МОЕЧНАЯ

3D Свойства Маршрут Спецификация Архив

x=-101.2156 y=65.9969 z=0.0000 s=120.8312 u=45.0000 d=5.0000 Выбор команды Первый слой

EdgeCAM - [c:\program files\edgecam\cam\tstor...

All 1. Cast iron 2. High temp alloy 3. Non Ferr...

| Description                              | Code | Revis  |
|------------------------------------------|------|--------|
| Grey cast iron - alloyed                 | 033  | A - 10 |
| Grey cast iron - high tempered alloy     | 034  | A - 10 |
| Grey cast iron - unalloyed < 180 HB      | 035  | A - 10 |
| Grey cast iron - unalloyed > 180 HB      | 036  | A - 10 |
| Malleable cast iron ferritic - < 180 HB  | 058  | A - 10 |
| Malleable cast iron ferritic - > 180 HB  | 059  | A - 10 |
| Malleable cast iron pearlitic - < 180 HB | 060  | A - 10 |
| Malleable cast iron pearlitic - > 180 HB | 061  | A - 10 |
| Nodular cast iron - alloyed              | 067  | A - 10 |
| Nodular cast iron - unalloyed < 180 HB   | 068  | A - 10 |
| Nodular cast iron - unalloyed > 180 HB   | 069  | A - 10 |

Standards All

Select Cancel Help Print

010 Токарная с ЧПУ 16A20МФ3 - Simulator

Machine Setup Machine Elements Machine Z Axis X Axis Y Axis B Axis

Properties Dynamic 1.00

Output 5 Rough Turning 7 Rough Turning

пуск Unreal... Курсо... Micros... 015 св... скрин... Tourge... Adem ... RU 13:50

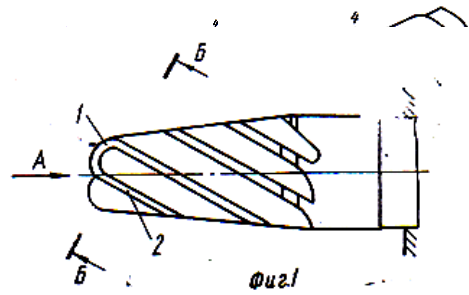
## ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

На базовому підприємстві на операції 55 Багатоцільової застосовують фрезу кінцеву ДЕРЖСТАНДАРТ 18150-72.

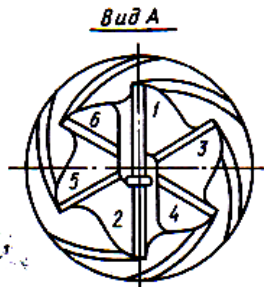
Головними недоліками застосовуваної фрези є:

- мала стійкість;
- більші температури при фрезеруванні;
- нерівномірність зубів уздовж осі;
- недостатня міцність інструмента.

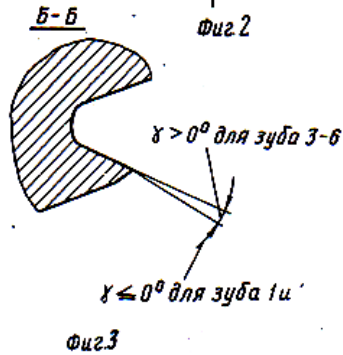
Причинами цих недоліків є не оптимальність конструкції даного різального інструмента.



Фиг.1

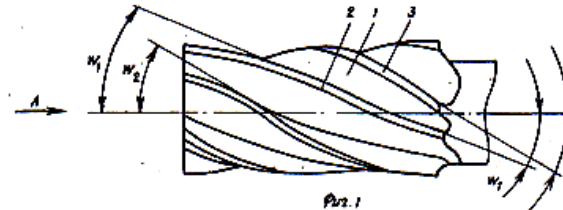


Фиг.2



Фиг.3

### Ескізи аналогів



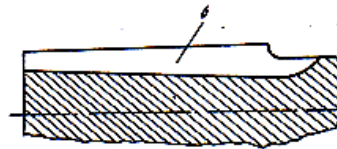
Фиг.1



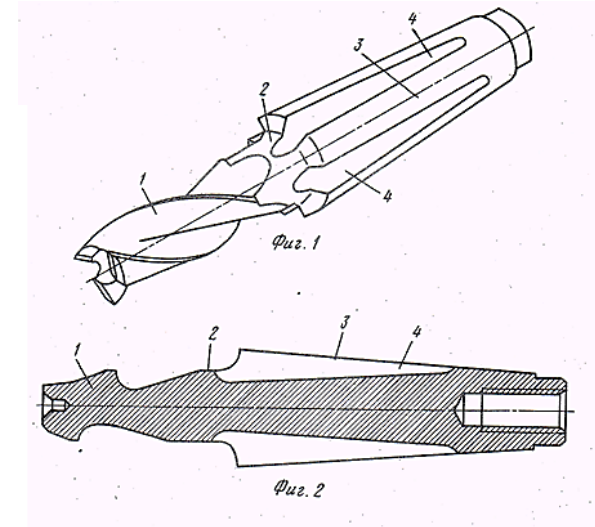
Фиг.2



Фиг.3

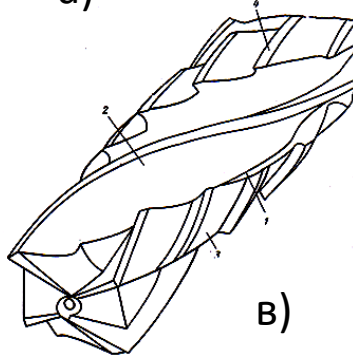


Фиг.4



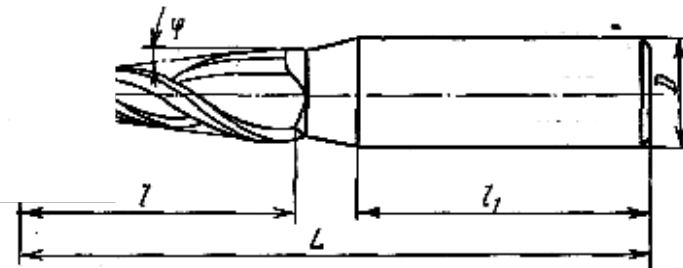
Фиг.2

а)



в)

б)

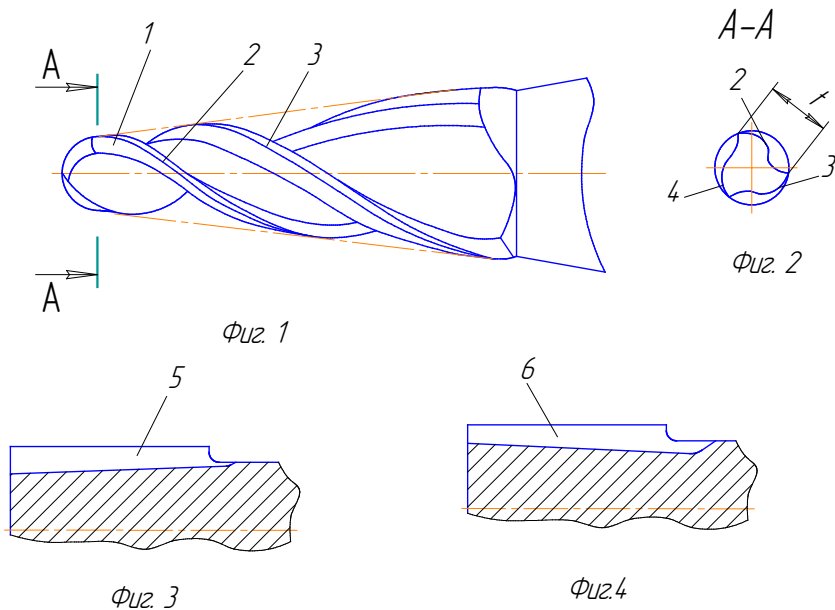


г)

## Оцінка переваг і недоліків аналогів

| Показники позитивного ефекту |                                         | ДТР | Аналоги                             |                                     |                                     |                         |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|                              |                                         |     | Росія<br>(СРСР)<br>пат №<br>3917957 | Росія<br>(СРСР)<br>пат №<br>3625848 | Росія<br>(СРСР)<br>пат №<br>3852461 | США пат<br>№<br>1948057 |
| 1                            | 2                                       | 3   | 4                                   | 5                                   | 6                                   | 7                       |
| а)                           | Підвищення стійкості                    | 0   | 2                                   | 3                                   | 4                                   | 1                       |
|                              | Збільшення міцності інструмента         | 0   | 5                                   | 1                                   | 1                                   | 3                       |
|                              | Зменшення температур різання            | 0   | 0                                   | 2                                   | 0                                   | 0                       |
| б)                           | Збільшення міцності зубів               | 0   | 3                                   | 1                                   | 1                                   | 5                       |
| в)                           | Підвищення якості оброблюваної поверхні | 0   | 1                                   | 2                                   | 1                                   | 1                       |
|                              | Зручність переточування                 | 0   | 0                                   | -1                                  | 0                                   | 2                       |
| г)                           | Спрощення конструкції                   | 0   | 0                                   | -2                                  | 0                                   | 0                       |
| Сумарний позитивний ефект    |                                         | 0   | 11                                  | 6                                   | 7                                   | 12                      |

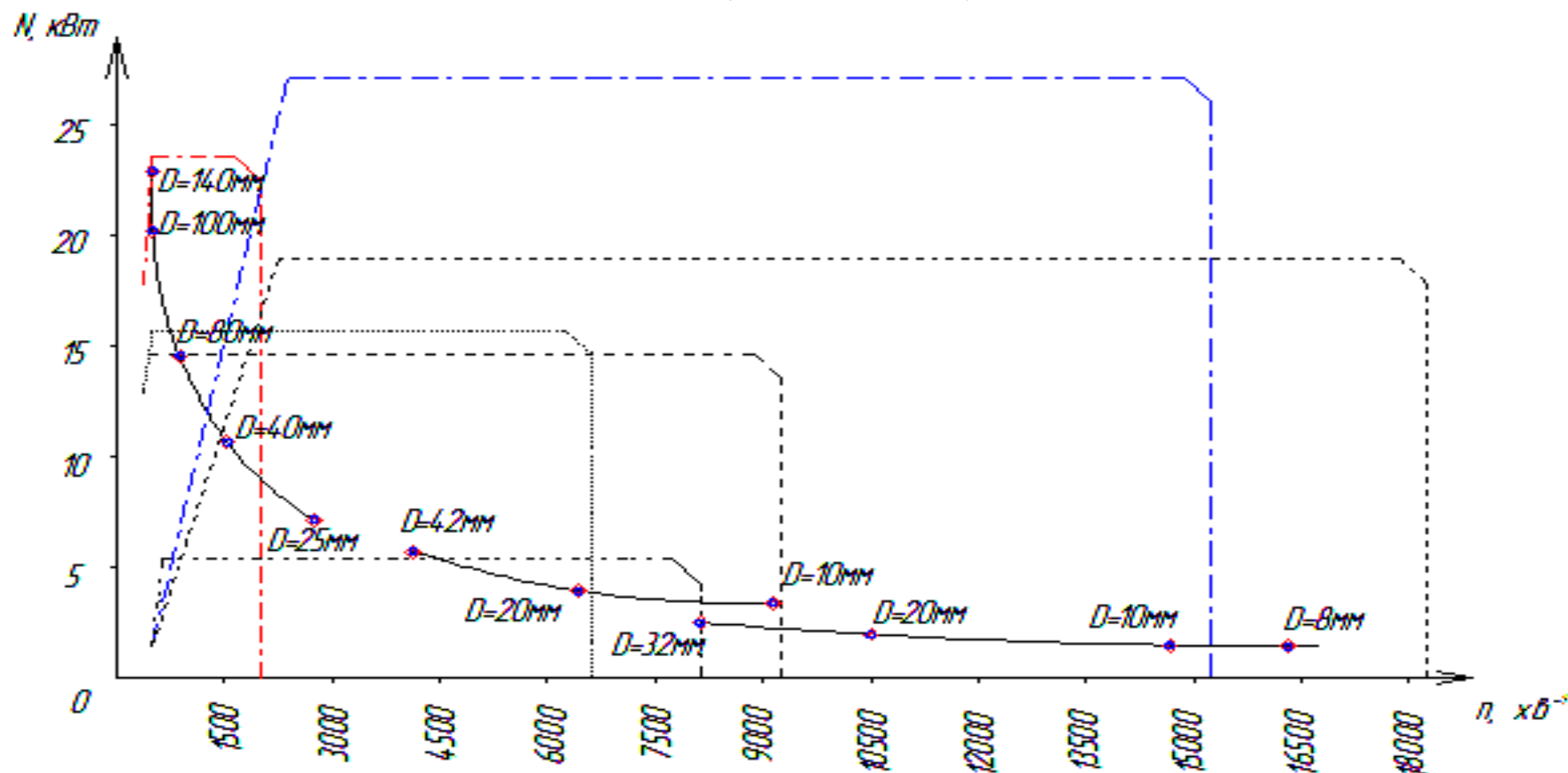
### Ескіз вдосконаленою фрези



Фреза кінцева конічна виготовлена зі швидкорізальної сталі Р9 К5, містить ріжучу частину 1 (фіг.1), на фіг. 2 показаний перетин А на фіг.1, на фіг.3 і 4 – осьові перерізи ріжучої частини фрези з умовно розгорнутими суміжними стружковими канавками. Ріжуча частина 1 фрези має різнопохилі зуби 2 і 3 з кутами, що чергуються, підйому ріжучих крайок. Окружний крок між ріжучими зубами 2 і 3 зменшується уздовж осі фрези до хвостовика, а окружний крок між ріжучими зубами 3 і 4 збільшується по напрямкові від торця до хвостовика. Глибина стружкових канавок виконана мінливої уздовж осі фрези.

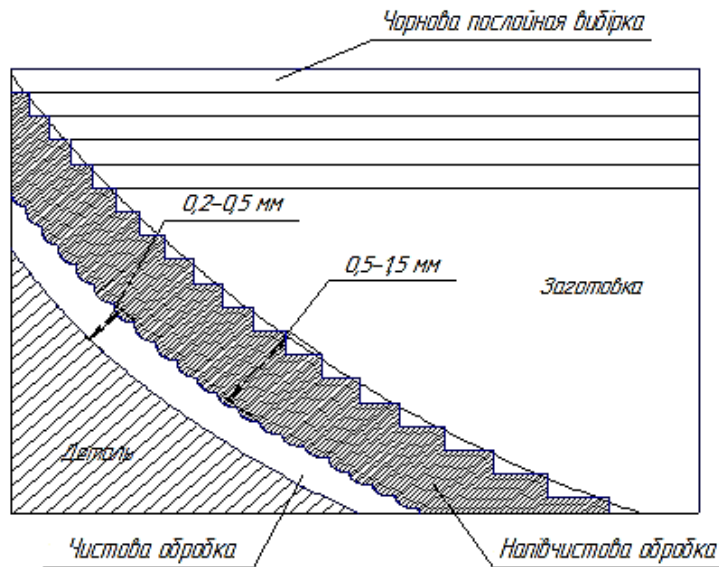
Перевагою фрези є рівномірність ріжучого зуба уздовж осі фрези, завдяки чому її можна використовувати при підвищених швидкостях різання.

# НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ Необхідна потужність фрезерування

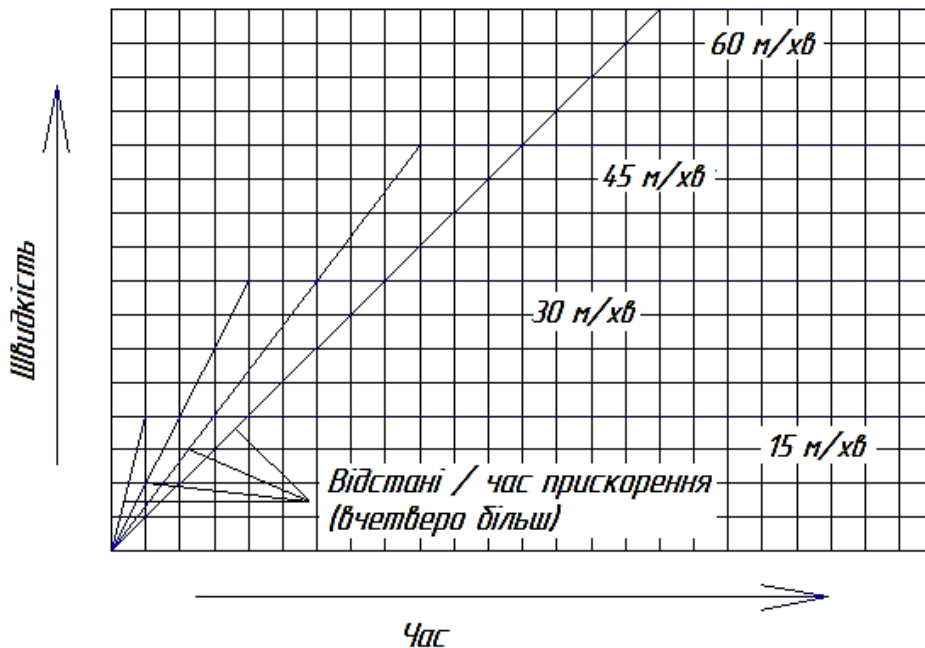


- Необхідна потужність
- QUAZAR мотор-шпиндель
  - DMU-125 мотор-шпиндель
  - ..... DMU-125 редуктор
  - - - MATEC-30L редуктор
  - - - ФП-27(1987) редуктор
  - · - FANUC ROBODRILL T-14 редуктор

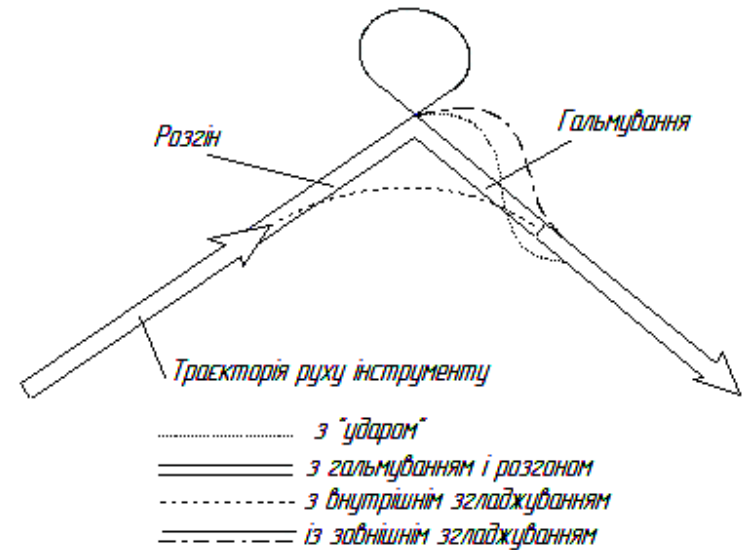
## Діапазони припусків по виду обробки



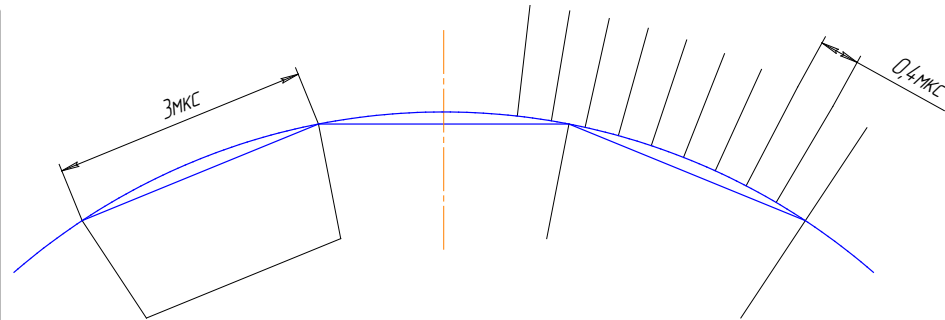
## Вплив граничної швидкості верстата на розгін/прискорення



## Варіанти обходу кутової точки траєкторії



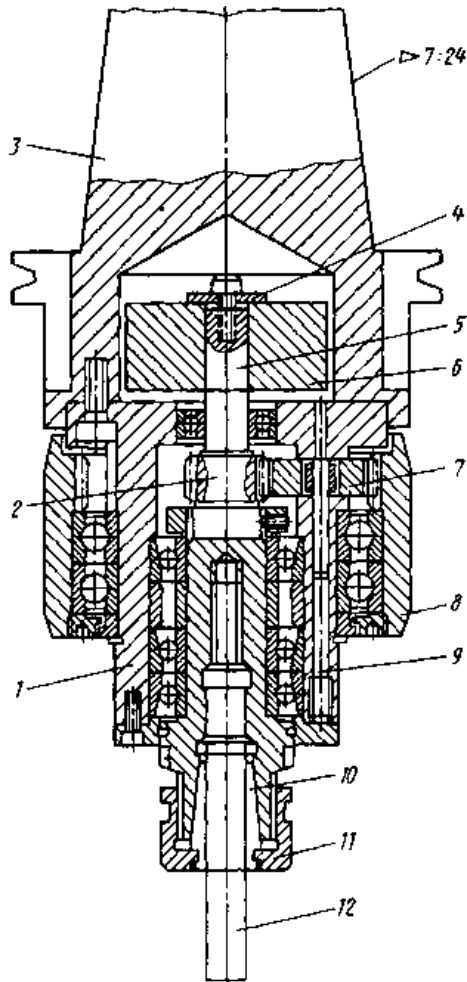
## Величина хорди сегмента обробки



Прогноз дозволяє поліпшити ситуацію, задаючи величину програмувальної подачі й не ставлячи при цьому під погрозу точність переміщення. Результатом є збільшення безперервної або ефективної подачі до середнього рівня, підтримуваного протягом усього процесу обробки.

# ВИБІР І ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

## Прискорювальна головка



Корпус виконує роль водила, у якому на осях 9 закріплені сателіти 7. Корпус нерухомо з'єднано із хвостовиком 3 з конусом 7:24, установлюваним у шпindel верстата. Сателіти 7 перебувають у зачепленні з корончатим колесом 8, яке може бути зупинене шляхом з'єднання з позиціонуючим блоком. Крутний момент передається на вихідний вал 6 через сонячне колесо 2. При цьому вихідний вал рухається із частотою, у п'ять раз більшої частоти обертання шпинделя верстата. На відкритому кінці вихідного вала розміщений цанговий патрон із цангою 10, яка за допомогою гайки 11 затискає циліндричний хвостовик інструмента 12. На іншому кінці вихідного вала 6 за допомогою шайби 4 закріплений маховик 5, призначений для підвищенні рівномірності обертанні інструмента.

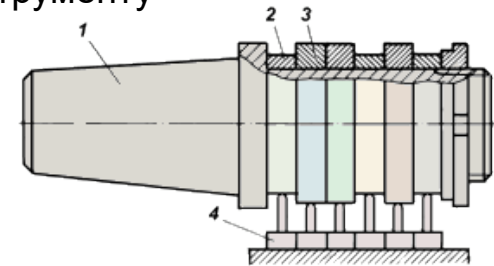
Прискорювальні головки подібного типу можуть бути використані для обробки мелкорозмерним інструментом на верстатах, призначених для виготовленні великогабаритних деталей, що й мають максимальну частоту обертання до 60 с<sup>-1</sup>. Підвищення швидкості різанні до оптимальних значень дозволяє значно підвищити надійність роботи інструмента.

## Кодування інструменту

| Код інструмента | Кодові комбінації кілець оправлення |      |      |      |
|-----------------|-------------------------------------|------|------|------|
|                 | 1=20                                | 2=21 | 4=22 | 8=23 |
| 01              | 1                                   | -    | -    | -    |
| 02              | -                                   | 2    | -    | -    |
| 03              | 1                                   | 2    | -    | -    |
| 04              | -                                   | -    | 4    | -    |
| 05              | 1                                   | -    | 4    | -    |
| 06              | -                                   | 2    | 4    | -    |
| 07              | 1                                   | 2    | 4    | -    |
| 08              | -                                   | -    | -    | 8    |
| 09              | 1                                   | -    | -    | 8    |
| 10              | -                                   | 2    | -    | 8    |
| 11              | 1                                   | 2    | -    | 8    |
| 12              | -                                   | -    | 4    | 8    |
| 13              | 1                                   | -    | 4    | 8    |
| 14              | -                                   | 2    | 4    | 8    |
| 15              | 1                                   | 2    | 4    | 8    |

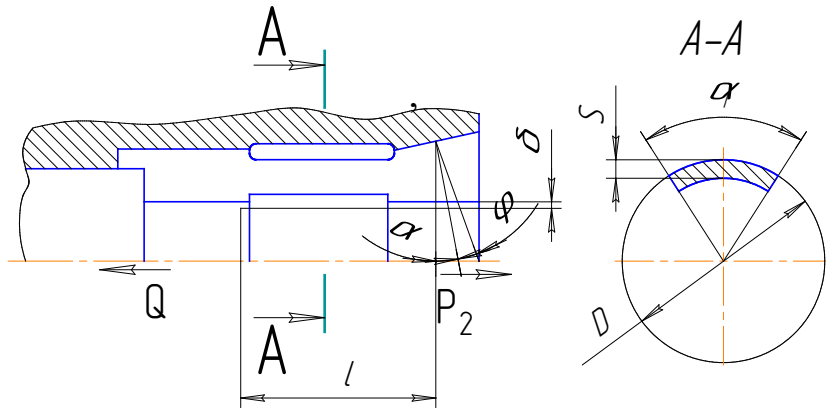


Код 05  
05=1+4



Система містить у собі модуль — носій інформації, що записує, головку, що зчитує 2 і пристрій керування. За допомогою головки 2 передають дані безконтактним способом у керуючий пристрій, у якому дані перетворюються за допомогою спеціального коду для комунікації із системою керування верстатом Використовуючи ідентифікацію інструмента, магазин можна завантажувати в будь-якому порядку.

## Розрахунки зусилля затискача інструмента



Осьова сила  $Q$ , для затягування цанги:

$$Q = (P_1 + P_2) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad , \text{ Н}$$

де  $P_1$  – сила, що стискає челюстки цанги до їхнього зіткнення з поверхнею заготовки, Н;

$P_2$  – сила затискача заготовки всіма челюстками цанги, Н;

$\alpha$  – половина кута конуса цанги  $\alpha = 15^\circ$ ;

$\varphi$  – кут тертя  $\varphi = \operatorname{arctg} f_1 = 11^\circ$ .

$f_1$  – коефіцієнт тертя конусної поверхні,  $f_1 = 0,2$ .

$P_1 = 3 \cdot \frac{E \cdot J \cdot f \cdot z}{l^3}$  , Н де  $E = 2,1 \times 10^5$  МПа – модуль пружності стали, що йде на виготовлення цанги;  $J$  – момент інерції в перетині забитої частини челюстки,  $\text{мм}^4$ ;  $f$  – стріла прогину челюстки,  $f = \delta$ ,  $\delta$  – зазор між цангою й заготовкою (до початку затискача)  $\delta = 0,2$ ;  $z$  – число пелюсток цанги,  $z = 4$ ;  $l$  – відстань від площини зачепа челюстки цанги до середини конуса, що затискає, цангу,  $l = 20$  мм;

$J = \frac{D^3 \cdot S}{8} \cdot \left( \alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right)$  ,  $\text{мм}^4$  де  $D$  – зовнішній діаметр челюсток цанги,  $D = 28$  мм;  $S$  – товщина челюстки цанги,  $S = 10$  мм;  $\alpha_1$  – кут сегмента челюстки цанги  $\alpha_1 = 88^\circ$ .

$$J = \frac{28^3 \cdot 10}{8} \cdot \left( 1,535_1 + \sin 88^\circ \cdot \cos 88^\circ - \frac{2 \cdot \sin^2 88^\circ}{1,535} \right) = 7134,4 \text{ см}^4 = 0,41 \text{ мм}^4 \quad \Rightarrow \quad P_1 = 3 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,71 \cdot 0,2 \cdot 4}{20^3} = 44,73 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{1}{f} \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 \cdot K} \quad , \text{ Н}$$

де  $M = P_z \cdot r_1$  – момент різання, Н·м;  $r_1$  – відстань від осі до крапки додатка сили різання, мм;  $r$  – радіус заготовки на ділянці затискача, мм;  $P_z$  – сила різання, що прагне повернути заготовку щодо осі цанги, Н;  $q$  – складова частина зусилля, прикладеного при різанні, що зрушує заготовку уздовж осі, Н;  $K = 1,5 \dots 2,0$  – коефіцієнт запасу.

$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$  , Н де  $C_p = 12,5$ ,  $x = 0,85$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = 1,0$ ,  $q = 0,73$ ,  $w = 0$  – коефіцієнти;  $t$  – глибина різання,  $t = 5$  мм;  $S_z$  – подача на зуб фрези,  $S_z = 0,08$  м/зуб;  $B$  – ширина фрезерування,  $B = 5$  мм;  $z$  – число зубів фрези,  $z = 3$ ;  $D$  – діаметр фрези,  $D = 3$  мм;

$$\text{Тобто, } P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 5^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 5^1 \cdot 4}{3^{0,73} \cdot 6350^0} \cdot 1,06 = 662,34 \text{ Н; } q = 0,23, P_z = 0,23 \times 662,34 = 152,33 \text{ Н}$$

$$\text{Таким чином, } P_2 = \frac{1}{0,2} \cdot \sqrt{\frac{(662,34 \cdot 1,5)^2}{4^2} + 152,33^2 \cdot 2} = 1643,93 \text{ Н}$$

$$Q = (44,73 + 1643,93) \cdot \operatorname{tg}(15 + 11) = 823 \text{ Н}$$

# ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ

## Норми часу по операціях

| № оп. | Код і найменування операції | T <sub>шт</sub> , хв | Модель обладнання    |
|-------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна      | 11,58                | 6M610Ф3              |
| 015   | Багатоцільова чорнова       | 26,28                | 2204ВМФ2             |
| 020   | Свердильно-фрезерна         | 5,61                 | 243ВМФ2              |
| 025   | Свердильна                  | 3,07                 | 2Н118                |
| 030   | Багатоцільова напівчистова  | 12,13                | 2204ВМФ2             |
| 035   | Свердильно-фрезерна         | 2,76                 | 243ВМФ2              |
| 040   | Контрольна                  | -                    | Контр. пристосування |
| 045   | ТЕ                          | -                    | Пекти                |
| 050   | Шліфувальна                 | 8,6                  | 3Е710А               |
| 055   | Багатоцільова чистова       | 16,02                | 2204ВМФ2             |
| 060   | Свердильно-фрезерна         | 2,43                 | 243ВМФ2              |
| 065   | Багатоцільова полірувальна  | 3,77                 | 2204ВМФ2             |
| 070   | Контрольна                  | -                    | Контр. пристосування |
| 075   | Маркірування                | -                    | Кант. майданчик      |
| 080   | Консервація                 | -                    | Кант. майданчик      |

## Розрахункове число верстатів

| № оп. | Найменування операції      | Розрахункова кількість верстатів, S <sub>н</sub> | Прийнята кількість верстатів, S <sub>пр</sub> |
|-------|----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 0,043                                            | 1                                             |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 0,097                                            | 1                                             |
| 020   | Свердильно-фрезерна        | 0,021                                            | 1                                             |
| 025   | Свердильна                 | 0,011                                            | 1                                             |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 0,045                                            | 1                                             |
| 035   | Свердильно-фрезерна        | 0,01                                             | 1                                             |
| 040   | Контрольна                 | -                                                | -                                             |
| 045   | ТЕ                         | -                                                | -                                             |
| 050   | Шліфувальна                | 0,032                                            | 1                                             |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 0,059                                            | 1                                             |
| 060   | Свердильно-фрезерна        | 0,01                                             | 1                                             |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 0,014                                            | 1                                             |
| 070   | Контрольна                 | -                                                | -                                             |
| 075   | Маркірування               | -                                                | -                                             |
| 080   | Консервація                | -                                                | -                                             |

## Довантаження обладнання по операціях

| № оп. | Найменування операції      | Довантаження обладнання, N <sub>дог</sub> шт/рік |
|-------|----------------------------|--------------------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 18306                                            |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 7585                                             |
| 020   | Свердильно-фрезерна        | 38702                                            |
| 025   | Свердильна                 | 71484                                            |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 17437                                            |
| 035   | Свердильно-фрезерна        | 79598                                            |
| 040   | Контрольна                 | -                                                |
| 045   | ТЕ                         | -                                                |
| 050   | Шліфувальна                | 24947                                            |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 12998                                            |
| 060   | Свердильно-фрезерна        | 90407                                            |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 58025                                            |
| 070   | Контрольна                 | -                                                |
| 075   | Маркірування               | -                                                |
| 080   | Консервація                | -                                                |

## Розрахункове число верстатів з урахуванням довантаження

| № оп. | Найменування операції      | Розрахункова кількість верстатів, $S_p$ | Прийнята кількість верстатів, $S_{пр}$ |
|-------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 010   | Фрезерно-розточувальна     | 0,83                                    | 1                                      |
| 015   | Багатоцільова чорнова      | 0,85                                    | 1                                      |
| 020   | Свердильно-фрезерна        | 0,83                                    | 1                                      |
| 025   | Свердильна                 | 0,83                                    | 1                                      |
| 030   | Багатоцільова напівчистова | 0,83                                    | 1                                      |
| 035   | Свердильно-фрезерна        | 0,82                                    | 1                                      |
| 040   | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 045   | ТЕ                         | -                                       | -                                      |
| 050   | Шліфувальна                | 0,82                                    | 1                                      |
| 055   | Багатоцільова чистова      | 0,83                                    | 1                                      |
| 060   | Свердильно-фрезерна        | 0,82                                    | 1                                      |
| 065   | Багатоцільова полірувальна | 0,82                                    | 1                                      |
| 070   | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 075   | Маркірування               | -                                       | -                                      |
| 080   | Консервація                | -                                       | -                                      |

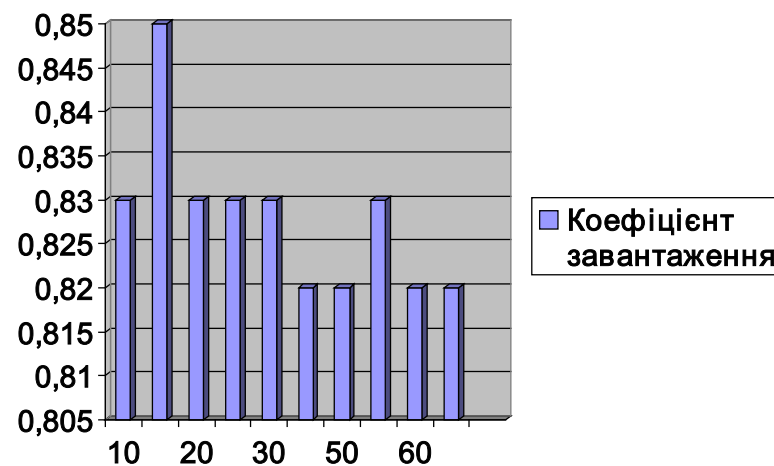
## Коефіцієнт завантаження обладнання

| № оп.                                     | Найменування операції      | Коефіцієнт завантаження обладнання |
|-------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 010                                       | Фрезерно-розточувальна     | 0,83                               |
| 015                                       | Багатоцільова чорнова      | 0,85                               |
| 020                                       | Свердильно-фрезерна        | 0,83                               |
| 025                                       | Свердильна                 | 0,83                               |
| 030                                       | Багатоцільова напівчистова | 0,83                               |
| 035                                       | Свердильно-фрезерна        | 0,82                               |
| 040                                       | Контрольна                 | -                                  |
| 045                                       | ТЕ                         | -                                  |
| 050                                       | Шліфувальна                | 0,82                               |
| 055                                       | Багатоцільова чистова      | 0,83                               |
| 060                                       | Свердильно-фрезерна        | 0,82                               |
| 065                                       | Багатоцільова полірувальна | 0,82                               |
| 070                                       | Контрольна                 | -                                  |
| 075                                       | Маркірування               | -                                  |
| 080                                       | Консервація                | -                                  |
| Середнє значення коефіцієнта завантаження |                            | 0,828                              |

## Кількість робітників по операціях технологічного процесу

| № оп.                           | Найменування операції      | Розрахункова кількість верстатів, $S_p$ | Прийнята кількість верстатів, $S_{пр}$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 010                             | Фрезерно-розточувальна     | 1,95                                    | 2                                      |
| 015                             | Багатоцільова чорнова      | 1,96                                    | 2                                      |
| 020                             | Свердильно-фрезерна        | 1,94                                    | 2                                      |
| 025                             | Свердильна                 | 1,95                                    | 2                                      |
| 030                             | Багатоцільова напівчистова | 1,95                                    | 2                                      |
| 035                             | Свердильно-фрезерна        | 1,95                                    | 2                                      |
| 040                             | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 045                             | ТЕ                         | -                                       | -                                      |
| 050                             | Шліфувальна                | 1,97                                    | 2                                      |
| 055                             | Багатоцільова чистова      | 1,96                                    | 2                                      |
| 060                             | Свердильно-фрезерна        | 1,96                                    | 2                                      |
| 065                             | Багатоцільова полірувальна | 1,95                                    | 2                                      |
| 070                             | Контрольна                 | -                                       | -                                      |
| 075                             | Маркірування               | -                                       | -                                      |
| 080                             | Консервація                | -                                       | -                                      |
| Разом загальне число робітників |                            |                                         | 20                                     |

## Графік завантаження обладнання



The diagram illustrates a building layout with the following components:

- Rooms:** MM, MO, KC, KC.
- Equipment and Components:**
  - 2204BMφ2 on.№030
  - 2H118 on.№025
  - 243BMφ3 on.№020
  - 2204BMφ2 on.№015
  - 2554φ2 on.№010
  - 243BMφ2 on.№035
  - 243BMφ2 on.№050
  - 243BMφ2 on.№060
  - 243BMφ2 on.№065
  - 2H10A on.№050
- Structural Elements:**
  - Кан. площадка (Cable platform)
  - Doors and windows (represented by rectangles with 'X' marks)
  - Various symbols for electrical and mechanical components

Запропонований спосіб одержання заготовки методом лиття в піщано-глинисті форми за результатами економічного ілізу. Розроблений новий технологічний маршрут виготовлення деталі для середнесерійного виробництва. Розраховані уски на мех. обробку. На багатоцільовій операції на основі проведених наукових і патентних досліджень оптимізовані ми різання й удосконалена конструкція фрези. Показані налагодження на багатоцільову й фрезерно-розточувальну ації. Розраховане й спроектоване верстатне пристосування. Спроектвана ділянка обробки деталі й розраховані іцієнти завантаження застосовуваного обладнання. Впровадження запропонованих заходів щодо вдосконалення оцесу дозволить одержати річний економічний ефект у розмірі 288 тис.грн.