

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401»
з використанням верстатів з ЧПК
Назва теми

Рівень вищої освіти: другий (магістр)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності

Спеціалізація: Технології машинобудування
Назва

Освітня програма: Технології машинобудування
Назва

Шифр 22405

Виконав

студент 2 курсу група ПМТм-22-1

Шифр

Керівник: к.т.н., доцент

Нормконтролер





Владислав МАЗУР

Ім'я, прізвище

Катерина СОКОЛАН

Ім'я, прізвище

Сергій БИСЬ

Ім'я, прізвище

До захисту допускаю

Звідувач кафедри

Технології машинобудування

Дата

Назва

20.12.2023



Віталій ТКАЧУК

Ім'я, прізвище

Хмельницький 2023

Завідувачу кафедри
Вітадію ТКАЧУКУ

здобувача вищої освіти (студента
ПІБ, факультет, «курс», «група»)
Владислава МАЗУРА, ФІСА, гр.
ПМТМ-22-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та/або Anti-Plagiarism) і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

19.12.2023

дата



підпис

ПІДПИСАНИЙ ЕКСПЕРТНОЇ КОМПІЇ КАФЕДРИ Технології машинобудування
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продуктованими програмно-технічним засобом (ами) перевірки текстів на плагіат:
 Назва кваліфікаційної роботи розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-21-001» з використанням верстатів з ЧПК»
 Автор: В.І. Мазур
 Освітня програма Технології машинобудування
 Спеціальність: 131 Прикладна механіка
 Науковий керівник: К.С. Соколан
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Заявлені, вказані в роботі, є зазначені і не є плагіатом (далі) – зазначаються підстави віднесення зазначень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	Робота приймається до захисту
2	Заявлені зазначення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи (далі) – зазначаються деталі та аргументовані підстави віднесення зазначень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
3	Заявлені зазначення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та виправдана і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить ніванісні текстові спотворення, передбачувані спроби укривти зазначення або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше.	

Підтвердження:
 ...UNICHECK – 14,3%.....
 ...Anti-Plagiarism v-15.257 – 10,0 %.....

Дата

Завідувач кафедри Віталій ТКАЧУК
 (п.п.с.)

Гарант освітньої програми Віталій ТКАЧУК
 (п.п.с.)

Керівник кваліфікаційної роботи Катерина СОКОЛАН
 (п.п.с.)

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Мазур Владислав Іванович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401» з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

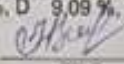
Декан факультету


ВІКТОР
ОЛЕКСАНДРЕНКО
(підпис)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Мазур В. І. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2022 по 2022 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 50,00 %, задовільно 50,00 %, шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 18,18 %, С 54,55 %, D 9,09 %, E 18,18 %.

Методист факультету


(підпис)

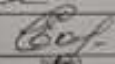
ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Мазур В.І. прийняв завдання на ЗР бракет, провів самостійно та за графіком. І позитивні сторін ЗР можна відмітити суцільність розробленого технологічного процесу. Під час роботи Мазур В.І. показав хороші технічні знання та практичні навички.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

добре

Керівник дипломного проєкту

 Соколов К.С.
(підпис)

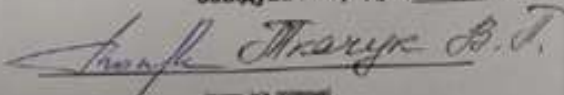
10. грудня 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Мазур В. І. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Технології машинобудування


(підпис, ім'я, прізвище)

10. грудня 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломну роботу магістра

студента **Мазура В.І.**

Тема роботи: «Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401» з використанням верстатів з ЧПК».

Тема дипломної роботи та її зміст відповідають вимогам до дипломних робіт магістрів. Тема має прикладне значення та направлена на підвищення характеристик роботи деталі у виробі.

Мазур В.І. спроектував технологічний процес названої деталі, метод виготовлення заготовки, схеми базування заготовок на металорізальних верстатах, схеми установки встановлених пристроїв та запропонував шляхи вдосконалення.

Розроблено сучасний технологічний процес механічної обробки деталі «Рамка 6118-31-401» із застосуванням новітніх технологій, сучасного обладнання та сучасних різальних інструментів провідних закордонних фірм, спроектовано спеціальні верстатний та контрольний пристрої.

В дослідницькому розділі зроблено аналіз впливу електродугової обробки на фізичні параметри процесу різання та геометричні характеристики оплавленого шару, а також вплив електродугової обробки на зносостійкість сталі 45.

В розділі «Охорона праці» наведено основні заходи безпеки при роботі на верстатах фірми HAAS та надано рекомендації для безпечної роботи за цими верстатами.

В якості зауважень, можна вказати на те, що в додатку «А» - «Технологічний процес виготовлення деталі» є маршрутні карти, але немає операційних, операція 010 «Інтервално-центрувальна» могла б бути заміненою на операцію токарну з ЧПК.

В цілому дипломна робота виконана на хорошому інженерному рівні. Представлені розробки можливо рекомендувати до впровадження на дільниці механічного оброблення. Дипломна робота заслуговує оцінки «Добре».

РЕЦЕНЗЕНТ

Фробої Ольга Савівна, К.Т.Н. доцент
(прізвище, ім'я по батькові, посада, місце роботи)

...19... грудня..... 2023 р.

[Підпис]..... (підпис)

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

Галузь знань	<u>13 Механічна інженерія</u> Шифр і назва
Спеціальність	<u>131 Прикладна механіка</u> Шифр і назва
Освітня програма	<u>Технології машинобудування</u>
Спеціалізація	<u>Технології машинобудування</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Технології машинобудування
_____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Мазуру Владиславу Івановичу

1. Тема роботи: Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401» з використанням верстатів з ЧПК

Керівник роботи Соколан К.С., к.т.н., доцент

Затверджено наказом ректора університету від 15.08.2023 р. №30

2. Строк подання студентом роботи на кафедру: 10.12.2023р.

3. Вхідні дані до роботи: Огляд літературних джерел. Кресленик деталі.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Загальний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Дослідницький розділ. Розділ охорони праці. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: 1 Кресленик деталі – 1 лист А1; 2 Кресленик заготовки – 1 лист А1; 3 Графотехнологія – 1 лист А1; 4 Карта налашки – 1 лист А1; 5 Складальний кресленик верстатного пристрою – 1 лист А1, 6 – Складальний кресленик контрольного пристрою – 1 лист А1, 7 Кресленик дослідницької частини – 2 листа А1.

6. Дата видачі завдання: 10.09.2023 р.

Завдання отримав _____

Науковий керівник _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	20.09.2023р.	Виконано
2	Розділ I	15.10.2023р.	Виконано
3	Розділ II	25.11.2023р.	Виконано
4	Розділ III	01.12.2023р.	Виконано
5	Розділ IV	06.12.2023р.	Виконано
6	Висновки	06.12.2023р.	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2023р.	Виконано

Студент

_____ Мазур В.І.
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник роботи

_____ Соколан К.С.
Підпис Ініціали, прізвище

Анотація

Тема роботи: «Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401»

Автор: Мазур В.І., Керівник роботи: Соколан К.С.

Об'єм пояснювальної записки 78 сторінок. Графічна частина: 8 листів формату А1.

Спеціальність: 131 Прикладна механіка.

В дипломній роботі розроблено технологічний процес механічного оброблення деталі «Рамка 6118-31-401».

Актуальність. Якість виготовлення продукції напряму залежить від властивостей технологічного процесу виготовлення, відповідністю цього процесу, а саме його результатів встановленим вимогам. До властивостей технологічного процесу, насамперед, належить якість обладнання та інструменту, властивості вихідних матеріалів, ефективність розробленого технологічного процесу та якість виконання операцій механічного оброблення та операцій технічного контролю.

Метою дипломної роботи розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі «Рамка 6118-31-401».

Об'єкт дослідження – процес створення коду оброблення деталей для верстатів з ЧПК.

Предмет дослідження – технологічний процес механічного оброблення деталі «Рамка 6118-31-401».

Наукова новизна. В дипломній роботі показано вплив електродугової обробки на фізичні параметри процесу та геометричні характеристики оплавленого шару, а також вплив електродугової обробки на зносостійкість сталі 45.

Практичне значення. Технологічний процес виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401» розроблений із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК фірми HAAS, які широко представлені в Україні, вибір різального інструменту та режимів різання проведено на основі провідної фірми sandvik coromant. Спроектовано спеціальний пристрій для свердлувальної операції та контрольний пристрій для контролювання прямолінійності осі отвору.

Ключові слова: обладнання, верстати HAAS, металорізальний інструмент, режими різання, електродугова обробка, оплавлений шар.

Автор роботи

Мазур В.І.

_____ 2023 р.

Abstract

Theme of the work: "Development of manufacturing technology for the part "Frame 6118-31-401"

Author: Mazur V.I., Head of work: Sokolan K.S.

The volume of the explanatory note is 78 pages. Graphic part: 8 sheets of A1 format.

Speciality: 131 Applied mechanics.

In the diploma work, the technological process of machining the part "Frame 6118-31-401" was developed.

Relevance. The quality of manufacturing products directly depends on the properties of the manufacturing process and the compliance of this process, namely its results, with the established requirements. The properties of the technological process include, first and foremost, the quality of equipment and tools, the properties of the source materials, the efficiency of the developed technological process, and the quality of machining operations and technical control operations..

The **purpose** of the work thesis on the development of a technological process for machining the part "Frame 6118-31-401".

The **object** of research the process of creating a part processing code for CNC machines.

The **subject** of research technological process of machining the part "Frame 6118-31-401".

Scientific novelty. The thesis shows the effect of electric arc treatment on the physical parameters of the process and the geometric characteristics of the molten layer, as well as the effect of electric arc treatment on the wear resistance of 45.

Practical significance. The technological process of manufacturing the part "Frame 6118-31-401" was developed using modern CNC machines from HAAS, which are widely represented in Ukraine, the choice of cutting tools and cutting modes was based on the leading company Sandvik Coromant. A special device for drilling operations and a control device for monitoring the straightness of the hole axis were designed.

Keywords: equipment, HAAS machines, metal cutting tools, cutting modes, electric arc processing, molten layer.

The author of the work

Mazur V.I.

_____ 2023

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та постановка задачі

1.2 Аналіз об'єкта виробництва

1.3 Визначення типу виробництва

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки та техніко – економічне обґрунтування методу її одержання

2.2 Вибір технологічних баз

2.3 Вибір технологічного маршруту оброблення деталі

2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку

2.5 Вибір різального інструменту та режимів різання

2.6 Розрахунок технічних норм часу

2.7 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при механічній обробці

3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Підвищення зносостійкості сталі електродуговою термічною обробкою

4.2 Вплив електродугової обробки на фізичні параметри процесу та геометричні характеристики оплавленого шару

4.3 Вплив електродугової обробки на зносостійкість сталі

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз правил техніки безпеки при роботі на верстатах НААС

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Машинобудування є однією з провідних галузей народного господарства. Саме машинобудування постачає нову техніку всім іншим галузям виробництва та впливає на відтворення матеріальної бази країни. Сьогодення диктує нові питання, а саме: виготовлення якісної та надійної продукції з найменшими витратами та за короткий час. Якість виготовлення продукції напряму залежить від властивостей технологічного процесу виготовлення, відповідністю цього процесу, а саме його результатів встановленим вимогам. До властивостей технологічного процесу, насамперед, належить якість обладнання та інструменту, властивості вихідних матеріалів, ефективність розробленого технологічного процесу та якість виконання операцій механічного оброблення та операцій технічного контролю.

В економічній ситуації, що склалася в Україні, та в умовах великої конкуренції, підприємство може функціонувати лише у випадку наявності продукції, що випускається, яка користується попитом, легко реалізується.

Ще в довоєнний час здійснився перехід від великих підприємств до малих, від підприємств державного підпорядкування до власних підприємств з невеликою програмою випуску продукції. Робота малих підприємств характеризується різноманітністю номенклатури продукції, що випускається і, як наслідок, частими перебудовами та змінами технологій. Такі реалії призвели до пошуку спеціалістів, які здатні працювати в умовах одиничного виробництва, які легко пере налаштовуються самі та здатні пере налаштовувати виробництво на випуск нової продукції.

Для реалізації таких задач слід, насамперед, оптимізувати проектні роботи, при чому приділяти особливу увагу підвищенню ефективності праці інженерних робітників, а саме конструкторів та технологів.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та постановка задачі

Метою дипломної роботи є уміння розробити технологічний процес виготовлення заданої деталі, який підтверджувався б економічними розрахунками. При цьому технологічний процес виготовлення деталі необхідно розробляти, користуючись сучасним обладнанням з ЧПК, сучасним різальним інструментом та вибором різального інструменту на базі калькуляторів провідних фірм, що виготовляють різальний інструмент.

В умовах євроінтеграційних процесів, які відбуваються сьогодні в нашій державі, акцент при розробленні технологічного процесу виготовлення деталі робиться на національні стандарти, гармонізовані з міжнародними та європейськими. Технічне нормування проекту здійснено на основі технічного регламенту «Безпека машин» та директив ЄС.

1.2 Аналіз об'єкта виробництва

Деталь „Рамка 6118-31-401” є головною деталлю прутково-правильного автомату 6118. Деталь має вигляд валу із порожниною, в яку встановлено встановлено п'ять пар вальцювальних кулачків. Через середину рамки подається з певною подачею дріт, який після пластичного та ударного навантаження набуває значно кращих механічних та геометричних характеристик. Після цього дріт подається до подальшого оброблення.

Рамка встановлюється у підшипниках і за допомогою клиноремінної передачі обертається. Деталь „Рамка 6118-31-401”, з фізико-механічної точки зору, працює у складних умовах. Вібрації, мікроудари, напруження розтягу, кручення, небезпека втрати стійкості; при такій гамі навантажень і при таких напруженнях необхідно зберегти геометричну точність оброблення прутка, тому вимоги до технології оброблення дуже високі. При габаритах $\varnothing 100 \times 590$ мм маса деталі має бути мінімальною для зменшення сил інерції, зменшення

стріли прогину деталі, полегшення балансування деталі, зменшення навантаження на несучі органи верстата. Для забезпечення цієї вимоги у деталі виготовлено чотири отвори $\varnothing 40$ мм з кроком 60 мм в центрі деталі.

Для виготовлення деталі „Рамка 6118-31-401” використовують сталевий прокат зі сталі 45, ДСТУ 7809:2015 в зв’язку з тим, що цей матеріал об’єднує в собі наступні властивості: можливість подальшої термообробки, відносна легкість при обробці та дешевизна самого матеріалу.

Хімічний склад і механічні властивості цієї марки сталі наведено в таблицях 1.1, 1.2.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Марка	σ_m	σ_e	α ,	Відносне звуження, %	Твердість НВ, не менше
	МПа		$\frac{кгс \cdot м}{см^2}$		
45	360	610	16	40	229

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

C	Si	P	S	Gr	Mn
Не більше					
0,40- 0,50	0,17-0,37	0,045	0,045	0,0	0,50- 0,80

1.3 Визначення типу виробництва

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{P},$$

де $\sum O$ - сумарне число операцій, які виконуються протягом одного місяця;

P - число робочих місць.

Для масового типу виробництва $K_{з.о.} \leq 1$; для крупносерійного - $1 < K_{з.о.} \leq 10$; для середньосерійного - $10 < K_{з.о.} \leq 20$; для дрібносерійного - $20 < K_{з.о.} \leq 40$

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій.

Кількість верстатів m_p визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}},$$

де N - річна програма випуску, $N = 10$ шт.;

$T_{шт.к.}$ - штучно – калькуляційний час, $T_{шт.к.} = 549,07$ хв;

F_{∂} - дійсний фонд робочого часу, $F_{\partial} = 2015$ год;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{з.н.} = 0,75$.

$$m_p = \frac{10 \cdot 549,07}{60 \cdot 2015 \cdot 0,75} = 0,06.$$

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P},$$

де P - прийнята кількість робочих місць.

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,06}{20} = 0,003.$$

Кількість операцій, які виконуються на одному робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,75}{0,003} = 250.$$

Отже, коефіцієнт закріплення операцій становить:

$$K_{з.о.} = \frac{250}{20} = 12,5.$$

Отже, тип виробництва – дрібносерійний.

Заданий цілодобовий випуск виробів:

$$N_c = \frac{N}{254} = \frac{10}{254} = 0,04 \text{ штук.}$$

Добова продуктивність потокових ліній:

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{cp}} \cdot \eta_z,$$

де F_c - добовий фонд часу роботи обладнання (при двозмінному режимі роботи $F_c = 952$ хв;

η_z - коефіцієнт завантаження обладнання;

T_{cp} - середня трудомісткість операцій:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шт.к.i}}{n},$$

де $T_{шт.к.}$ - штучнокалькуляційний час основної i -ї операції;

n - кількість основних операцій.

$$T_{cp} = \frac{549,07}{20} = 27,45 \text{ хв}$$

$$Q_c = \frac{952}{27,45} \cdot 0,75 = 26 \text{ штук.}$$

Приймаємо рішення про недоцільність застосування потокової форми організації виробництва на основі того, що заданий добовий випуск виробів і розрахункова добова продуктивність поточкових ліній не відповідають один одному.

Отже, приймаємо групову форму організації виробництва, при якій ознакою серійності є запуск виробництва деталей партіями. Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначається за спрощеним способом:

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де N - річна програма випуску;

a - періодичність запуску в днях.

$$n = \frac{10 \cdot 35}{254} = 1,378 \text{ штук.}$$

Корегування розміру партії виконуємо з врахуванням розрахункового числа змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях:

$$c = \frac{T_{ум.к.} \cdot n}{480 \cdot 0,8},$$

де $T_{шт.к.ср}$ - середній штучно-калькуляційний час по основних операціях.

$$c = \frac{549,07 \cdot 1,378}{480 \cdot 0,8} = 1,987 \text{ змін.}$$

Розрахункове число змін заокруглюємо до найближчого цілого числа
 $C_{np} = 2$.

Визначаємо прийняте число деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{шт.к.}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{549,07} = 1,387 \text{ шт.}$$

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки та техніко – економічне обґрунтування методу її одержання

Метод отримання заготовки визначається на основі аналізу різних факторів та техніко економічного розрахунку технологічної собівартості виготовлення заготовки. Метод отримання заготовки, що забезпечує технологічність виготовлення з неї деталі при мінімальній собівартості, є оптимальним.

Проводимо техніко-економічний розрахунок двох варіантів виготовлення заготовки: методом штамповки на ГKM та із сортового круглого гарячекатаного нормальної точності постійного перерізу прокату за ДСТУ 7809:2015.

Собівартість заготовки із прокату.

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки.

Собівартість заготовки із прокату розраховується за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.},$$

де M - витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{o.з.}$ - технологічна собівартість операцій правки, калібрування та розрізання на штучні заготовки:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{шт(шт.к.)}}{60 \cdot 100},$$

де - витрати на робочому місці, $C_{н.з.} = 60,5$ грн/год;

$T_{шт(шт.к.)}$ - штучний або штучно – калькуляційний час виконання заготівельної операції, $T_{шт(шт.к.)} = 4,463$ хв.

$$C_{o.з.} = \frac{60,5 \cdot 4,463}{60 \cdot 100} = 45 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{QS}{1000} - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000},$$

де Q - маса заготовки, $Q = 44,7$ кг;

S - ціна 1 кг матеріалу заготовки, $S = 1600$ грн за 1 тону;

q - маса готової деталі, $q = 13,2$ кг;

$S_{відх}$ - ціна 1 т відходів, $S_{відх} = 1800$ грн за 1 тону.

Витрати на матеріал:

$$M = \frac{44,7 \cdot 1600}{1000} - (44,7 - 13,2) \frac{1800}{1000} = 658,5 \text{ грн.}$$

Отже,

$$S_{заг} = 658,5 + 45 = 703,5 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки, отриманої на горизонтально-кувальній машині.

Вартість заготовок, отриманих методом штамповки на ГKM розраховується за формулою:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000},$$

де $S_{заг}$ - вартість заготовки, грн;

C_i - базова вартість 1 т заготовок, грн. $C_i = 24150$;

Q - маса заготовки, кг; $Q = 25,63$;

q - маса готової деталі, кг; $q = 13,2$;

$S_{відх}$ - вартість 1 т відходів, грн. $S_{відх} = 1800$;

k_T, k_c, k_g, k_m, k_n - коефіцієнти залежності від точності, складності, маси, матеріалу, програми випуску:

$$k_T = 1,0, k_c = 1,0, k_g = 0,73, k_m = 1,0, k_n = 1,0.$$

Отже, вартість заготовки, що отримана зі сталі 45 методом штамповки на ГKM, становить:

$$S_{заг} = \left(\frac{24150}{1000} \cdot 25,63 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,73 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (25,63 - 13,2) \cdot \frac{1800}{1000} = 787,6 \text{ грн}$$

Отримання заготовки із прокату – більш економічний метод, ніж заготовки – штамповки на ГKM.

2.1.1 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки

Встановлюємо попередній маршрутний технологічний процес обробки поверхні деталі $\varnothing 100h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,022 \end{pmatrix}$ мм:

— Токарна:

— Шліфувальна.

При чорновому точінні припуск на сторону складає 4,2 мм і на одноразовому шліфуванні – 0,8 мм.

Визначаємо проміжні розміри поверхонь, що обробляються, згідно маршруту технологічного процесу.

На токарну операцію:

$$D_p = D_n + 2z_{шл},$$

$$D_p = 100 + 2 \cdot 4,2 = 108,4 \text{ мм.}$$

Розрахунковий розмір заготовки:

$$D_{p.з.} = 108,4 + 1,6 = 110 \text{ мм.}$$

Припуски на підрізання торців:

$$z_{\text{торц}} = 2,5 \text{ мм.}$$

Загальна довжина заготовки:

$$L_3 = L_0 + 2z_{\text{торц}},$$

де L_0 - номінальна довжина деталі, $L_0 = 590$ мм (див. кресленик деталі).

Отже,

$$L_3 = 590 + 2 \cdot 2,5 = 600 \text{ мм.}$$

Приймаємо $L_3 = 600$ мм.

Згідно ДСТУ 7809:2015 приймаємо гарячекатаний прокат звичайної точності $\varnothing 110_{-1,1}^{+0,5}$ мм.

Згідно ДСТУ 7809:2015 граничні відхилення по довжині прокату мірної і кратної мірної довжини не повинні перевищувати 30 мм при довжині до 4-х м.

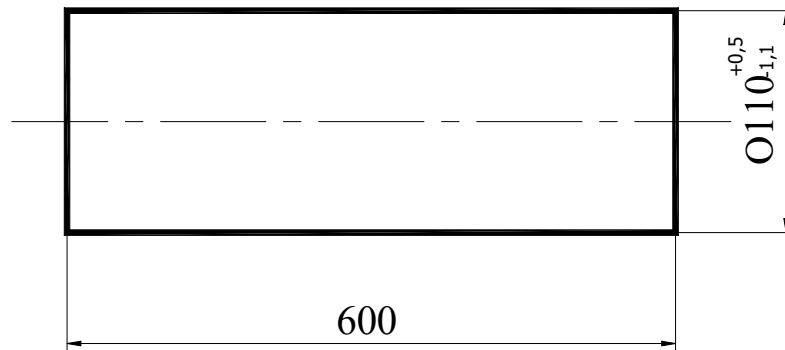


Рис. 2.1 – Ескіз заготовки

2.2 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз визначає точність лінійних розмірів і відносного положення поверхонь, що утворюються в процесі оброблення, вибір ріжучих і вимірювальних інструментів, верстатних пристроїв.

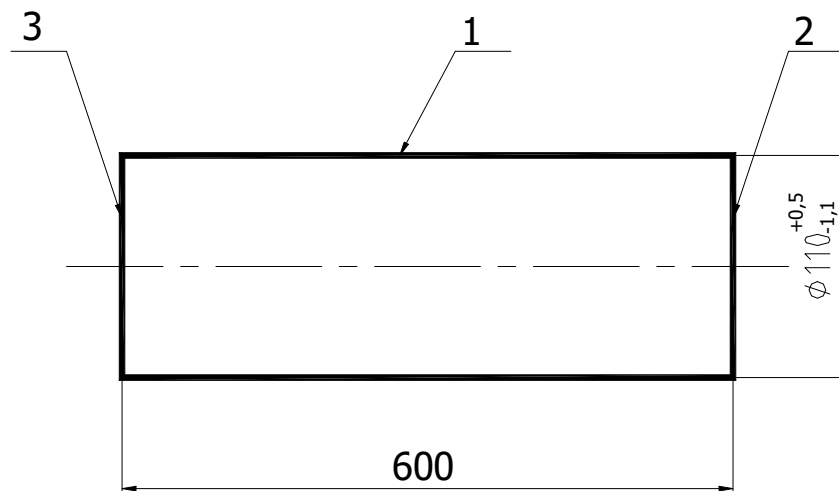


Рис. 2.2 Схема розташування баз

На першій операції слід обробити поверхню, яка могла б служити базою для наступних операцій. Дотримуючись цієї рекомендації, в якості бази для першої обробки вибираємо поверхні 1, 2, поверхню 3 з переустановкою (рис. 2.2), які забезпечують зручне встановлення заготовки в пристрої, будуть використовуватись для встановлення заготовки протягом всього технологічного процесу, будуть служити технологічними і вимірювальними базами; таким чином, підготовлюючи ці поверхні в якості бази, забезпечується можливість дотримання принципів суміщення і постійності баз, що підвищує точність обробки деталі.

В якості бази на першій операції використовується поверхня 1; заготовка встановлюється в трьохкулачковий патрон, обробляється напрохід і обробляються поверхні 2 і 3 (рис. 2.2).

При фрезеруванні, свердлуванні та шліфуванні також за установчу базу приймається поверхня 1; заготовка базується в призмі. При шліфуванні за установчі бази приймаються поверхні 2 і 3; заготовка базується в центрах (рис. 2.2).

2.3 Вибір технологічного маршруту оброблення деталі

Вибір технологічного маршруту обробки деталі залежить від конфігурації деталі, її габаритних розмірів, точності, якості поверхні, методу отримання заготовки. Кінцеве формоутворення, розміри і якість оброблених поверхонь досягається обробленням різанням.

Технологічний процес механічної обробки деталі „рамка” покажемо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес механічного оброблення деталі “рамка”

№ операції	Найменування операції	Зміст технологічного переходу	Пристрій, установ	Тип і модель верстата
005	<i>Відрізна</i>	Відрізати заготовку в розмір $\varnothing 110 \times 600$ мм	Пристрій верстатний	Круглопилльний автомат 8Б672
010	<i>Фрезерно-центрувальна</i>	Фрезерування двох торців і центрування двох торців	Пристрій верстатний	Фрезерно-центрувальний напівавтомат МР-71
015	<i>Токарна з ЧПК</i>	Чорнове обточування деталі $\varnothing 110$ до $\varnothing 105$ напрохід та з двох сторін до $\varnothing 58$ ($\varnothing 50$) , з переустановом.	Трикулачковий патрон N212A8 AUTO STRONG.	Токарний з ЧПК HAAS ST-30
020	<i>Термічна</i>	Покращання НВ 187...229		Піч
025	<i>Токарна з ЧПК</i>	Обточування зовнішніх діаметрів під шліфування та під різьбу з двох сторін з переустановом. Нарізання різьби, точіння канавок та фасок з двох сторін з переустановом.	Трикулачковий патрон N212A8 AUTO STRONG.	Токарний з ЧПК HAAS ST-30
035	<i>Круглошліфув</i>	Шліфувати $\varnothing 40,6 \pm 0,08$	Центр	Круглошліфува

	<i>альна</i>	($\varnothing 40_{k6}$; $\varnothing 40_{h6}$) на довжину 25 мм, витримавши технічні вимоги з двох сторін з переустановом.	підвищеної точності NC-МТ.4В SMW AUTOBLOK, Німеччина; хомут.	льний 3A164
040	Круглошліфувальна	Шліфувати деталь в розмір $\varnothing 100_{h6} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,022 \end{pmatrix}$ та параметром шорсткості Ra 2,5, витримавши технічні вимоги.	Центр підвищеної точності NC-МТ.4В SMW AUTOBLOK, Німеччина; хомут.	Круглошліфувальний 3A164
045	Фрезерна з ЧПК	Фрезерувати лиски з двох сторін з переустановом в розмір 90h8.	Призма	Вертикально-фрезерний 6P13Ф3
050	Свердлувальна з ЧПК	Свердлити 5 отворів $\varnothing 28,5_{H9}$ мм під різьбу та зенкувати 5 фасок $1,6 \times 45^0$ з одної сторони.	Пристрій спеціальний	Вертикально-свердлувальний з ЧПК 2P150Ф2
055	Радіально-свердлувальна	Зенкувати 5 фасок $1,6 \times 45^0$ в 5 отворах під різьбу M30x1,5-7H; нарізати різьбу M30x1,5-7H в 5 отворах $\varnothing 28,5_{H9}$ мм на довжину 25 мм. З переустановом нарізати різьбу M30x1,5-	Пристрій спеціальний	Радіально-свердлувальний 2A55

		7Н в 5 отворах $\varnothing 28,5$ Н9 мм на довжину 25 мм з протилежної сторони.		
065	Свердлувальна з ЧПК	Свердлити 4 наскрізних отвори $\varnothing 40$ мм з кроком $60 \pm 0,2$ мм.	Пристрій спеціальний	Вертикально-свердлувальний з ЧПК 2P150Ф2
070	Слюсарна	Калібрувати різьбу М30х1,5-7Н в 5 отворах з двох сторін. Зняти задирки на перетині отворів М30х1,5-7Н та отворів $\varnothing 40$.	Лещата НОМGE НКV-150	Верстак слюсарний
075	Горизонтально-протяжна	Протягнути 5 пазів.	Пристрій спеціальний	Горизонтально-протяжний 7Б56
080	Токарно-гвинторізна	Свердлувати 2 центральних отвори $\varnothing 16$ мм та $\varnothing 10$ мм з 2-х сторін.	Трикулачковий патрон N212A8 AUTO STRONG.	Токарно-гвинторізний 1К625
085	Токарно-гвинторізна	Підрізати 2 торця. Розточити 2 отвори $\varnothing 20$ Н8 з двох сторін з переустановом.	Трикулачковий патрон N212A8 AUTO STRONG.	Токарно-гвинторізний 1К625
090	Круглошліфувальна	Шліфувати $\varnothing 40$ к6 з двох сторін з переустановом	Центр підвищеної	Круглошліфувальний 3А164

		та $\varnothing 100h6 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,022 \end{pmatrix}$ з параметром шорсткості Ra 2,5, витримавши технічні вимоги, начисто.	точності NC-МТ.4В SMW AUTOBЛОК, Німеччина; хомут.	
095	Токарно-гвинторізна	Підрізати торці $\varnothing 50/\varnothing 40k6$ з двох сторін	Трикулачковий патрон	Токарно-гвинторізний 1К625
100	Фрезерна ЧПК	Фрезерувати пази 10N9 з двох сторін.	Пристрій спеціальний	Поздовжньо-фрезерний 6Г608Ф3
105	Слюсарна	Зняти задирки.	Лещата HOMGE НКV-150	Верстак слюсарний
110	Маркувальна	Маркувати деталь	Лещата HOMGE НКV-150	Верстак слюсарний
115	Контрольна			
120	Слюсарна	З переустановом нарізати різьбу М6-7Н в двох отворах $\varnothing 5$ мм. З переустановом зняти задирки після нарізання різьби М6-7Н на виході отворах $\varnothing 20H8$ мм.	Лещата HOMGE НКV-150	Верстак слюсарний

2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку

2.4.1 Аналітичний розрахунок припусків

Для зручності результати розрахунків представимо в вигляді таблиці

2.2.

Таблиця 2.2 - Карта розрахунку припусків на обробку та граничних розмірів по технологічних переходах $\varnothing 38k6$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 38k6$	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск z_{\min} , мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}	z_{\min}^{zp}	z_{\max}^{zp}
Заготовка $\varnothing 110_{-1,1}^{+0,5}$	200	300	438	500	-	-	160	108,9	110,5	-	-
1.Точіння попереднє	100	100	250	30	939,0 26	41,560	438	41,12 2	41,560	1690	1878
2.Точіння чорнове	50	50	75	-	450	39,682	250	39,43 2	39,682	725	900
3.Точіння напівчистове	30	30	50	-	175	38,782	75	38,70 7	38,782	325	350
4.Точіння чистове	20	20	25	-	110	38,432	50	38,38 2	38,432	195	220
5.Шліфування чорнове	10	20	10	-	65	38,212	25	38,18 7	38,212	115	130
6.Шліфування чистове	5	15	-	-	40	38,082	10	38,07 2	38,082	54	80

Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 38k6$ складається із точіння попереднього, точіння чорнового, напівчистового, чистового та шліфування чорнового і чистового.

Знаходимо значення просторової похибки:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{ц}^2},$$

де $\rho_{кор}$ - величина короблення заготовки;

$\rho_{ц}$ - похибка центрування, мкм; $\rho_{ц} = 250$ мкм.

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l,$$

де Δ_k - питома кривизна заготовки, мкм на 1 мм довжини;

l - довжина заготовки в мм.

$$\rho_{кор.} = 0,6 \cdot 600 = 360 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{360^2 + 250^2} = 438 \text{ мкм.}$$

Залишкова величина просторових відхилень:

Після попереднього обточування:

$$\rho_1 = 0,6 \cdot 438 = 250 \text{ мкм,}$$

Після чорнового обточування:

$$\rho_2 = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мкм,}$$

Після напівчистового обточування:

$$\rho_3 = 0,6 \cdot 75 = 50 \text{ мкм},$$

Після чистового обточування:

$$\rho_4 = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ мкм},$$

Після чорнового шліфування:

$$\rho_5 = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ мкм}.$$

Після шліфування остаточна кривизна буде настільки мала, що її можна не враховувати при розрахунках.

При встановленні заготовки похибка установки з'являється на операції точіння, яка визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2},$$

де ε_{δ} - похибка базування, $\varepsilon_{\delta} = 0$;

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 500$ мкм.

На наступні операції похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{y_i} = 0,06 \cdot \varepsilon_y = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ мкм}.$$

Найменші граничні розміри визначаємо відніманням технологічного допуску по переходах від округленого до точності допуску найбільшого граничного допуску.

Граничні значення припусків $2z_{\max}$ визначаємо як різницю найменших граничних розмірів, а значення $2z_{\min}$ визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів заготовки переходу, що виконується, та попереднього.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Загальні припуски $2z_{o_{\min}}$ та $2z_{o_{\max}}$ визначаємо, сумуючи проміжні.

$$2z_{o_{\min}} = 1690 + 725 + 325 + 195 + 115 + 54 = 3104 \text{ мкм};$$

$$2z_{o_{\max}} = 1878 + 900 + 350 + 220 + 130 + 80 = 3558 \text{ мкм}.$$

Перевіримо вірність розрахунків:

$$2z_{6_{\max}} - 2z_{6_{\min}} = \delta_3 - \delta_0;$$

$$80 - 54 = 160 - 134$$

$$26 = 26$$

Розрахунки проведені правильно.




2.5 Вибір різального інструменту режимів різання























Вибір різального інструменту проведемо за каталогом фірми Sandvik Coromant. Призначення режимів різання проведемо за допомогою програми Coro Plus Tool Guide від Sandvik Coromant.







Матеріал деталі – сталь 45, за класифікацією Sandvik Coromant – сталь P2.1.Z.AN ▪ 175 HB. Результати в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Таблиця вибору різального інструменту та режимів різання


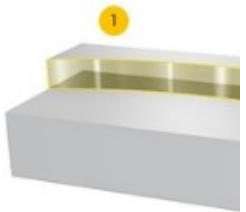


Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
010	<i>Фрезерно- центрувальна</i>								
	1. Фрезерувати торці $\varnothing 110$ мм.	5	55	1	0,5	320	160	50,13	12,3
	2. Свердлити 2 центрових отвори $\varnothing 3,25$ мм.	1,625	5	1	0,05	654	32,7	6,47	0,21
015	<i>Токарна з ЧПК</i> Чорнове обточування деталі по контурі.	3	590	1	0,495	927	-	317	1,204

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE CUTTING DATA </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>T-Max P</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> <p>DSDNN 2020K 12 Tool</p> </div> <div style="text-align: right;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;">  <div> <p>SNMG 12 04 08-XMR 4425 Insert</p> </div> <div style="text-align: right;">  </div> </div> <p>Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Adaptive interface machine direction ADINTMS</p> </div> <div> <p>Rectangular shank - metric: 20 x 20</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div> <p>Tool life count TLIFEC</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>15.3 Features</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div> <p>Machining time TMF</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>01:20.400 mins</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> Save for later </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>STEPS</p> <p>PREMACHINING</p> <p>Cutting speed VC</p> <p>Feed per revolution FN</p> <p>Number of passes in AP direc NOPAP</p> <p>Depth of cut AP</p> <p>CO₂ EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC</p> </div> </div>							
030	Токарна з ЧПК Чистове обточування деталі по контурі.	0,5	590	1	0,495	981	-	317	1,162


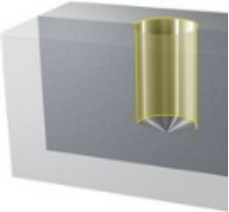
Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																				
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв													
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>TURNING EXTERNAL ONLY LONGITUDINAL / INDEXABLE</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>CUTTING DATA</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>T-Max P</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>DSDNN 2020K 12 Tool</td> <td style="text-align: right;"></td> <td style="text-align: right;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>SNMG 12 04 08-XMR 4425 Insert</td> <td style="text-align: right;"></td> <td style="text-align: right;"></td> </tr> </table> <p>Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Adaptive interface machine direction ADINTMS</td> <td style="width: 50%;">Rectangular shank -metric: 20 x 20</td> </tr> <tr> <td>Tool life count TLIFEC</td> <td style="text-align: right;">16.2 Features</td> </tr> <tr> <td>Machining time TMF</td> <td style="text-align: right;">01:16.200 mins</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"> Save for later</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p></p> <p>STEPS</p> <p>PREMACHINING</p> <p>Cutting speed VC</p> <p>Feed per revolution FN</p> <p>Number of passes in AP direction NOPAP</p> <p>Depth of cut AP</p> <p>CO₂ EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC</p> </div> </div>								DSDNN 2020K 12 Tool				SNMG 12 04 08-XMR 4425 Insert			Adaptive interface machine direction ADINTMS	Rectangular shank -metric: 20 x 20	Tool life count TLIFEC	16.2 Features	Machining time TMF	01:16.200 mins
	DSDNN 2020K 12 Tool																					
	SNMG 12 04 08-XMR 4425 Insert																					
Adaptive interface machine direction ADINTMS	Rectangular shank -metric: 20 x 20																					
Tool life count TLIFEC	16.2 Features																					
Machining time TMF	01:16.200 mins																					




Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																		
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв											
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КАНАВОК / СМЕННАЯ</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 60%;"> <p>CoroCut 1-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 60%;">N123J55-25A2 Инструмент</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>N123J2-0500-0004-TF 4325 Пластина</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Лезвие для отрезки и обработки канавок - размер 25</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Стойкость, дет. TLIFEC</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">1040 Канавки</td> </tr> <tr> <td>Время обработки на элемент TMF</td> <td style="text-align: right;">00:00.864 мин:с</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 35%;"> <p>ШАГИ</p> <p>ОБРАБОТКА КАНАВОК</p> <p>Скорость резания VC</p> <p>Подача на оборот FN</p> <p>Мах частота вращения RPMX</p> <p>CO₂ EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component</p> </div> </div>								N123J55-25A2 Инструмент				N123J2-0500-0004-TF 4325 Пластина			Стойкость, дет. TLIFEC	1040 Канавки	Время обработки на элемент TMF	00:00.864 мин:с
	N123J55-25A2 Инструмент																			
	N123J2-0500-0004-TF 4325 Пластина																			
Стойкость, дет. TLIFEC	1040 Канавки																			
Время обработки на элемент TMF	00:00.864 мин:с																			
035	Круглошлифува льна Шліфувати Ø40,6e8 з двох сторін. Шліфувати Ø100h6	0,4	17	2	0,7	60	42	7,7	1,03											
		0,03	300	1	0,1225	120	14,7	15,3	1,68											


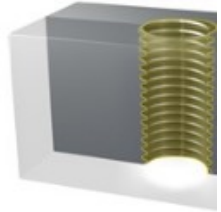

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
045	Фрезерна з ЧПК Фрезерувати лиски з двох сторін з переустановом в розмір 90h8 начорно, начисто.	4	343	2	0,8	1090	375	332	5,546
		1	343	2	0,2	1090	345	332	5,546

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																				
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв													
		FACE MILLING / INDEXABLE				CUTTING DATA																
																						
		<p>CoroMill 419</p> <ul style="list-style-type: none">  419-100Q32-14M Tool  419R-1405M-PH 4330 Insert Face (6x) <p>Arbor -ISO 6462 -B (cutter retaining screw) -metric: 32</p> <table border="0"> <tr> <td>Maximum cutting diameter</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>DCX</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Depth of cut maximum</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>APMX</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Tool life count</td> <td>10.4</td> </tr> <tr> <td>TLIFEC</td> <td>Features</td> </tr> <tr> <td>Machining time</td> <td>05:54.600</td> </tr> </table>				Maximum cutting diameter	100	DCX	mm	Depth of cut maximum	2	APMX	mm	Tool life count	10.4	TLIFEC	Features	Machining time	05:54.600	<p>STEPS</p> <p>PREMACHINING</p> <p>Cutting speed VC</p> <p>Feed per tooth FZ</p> <p>CO₂ EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC</p> <p>Work per component WPC</p>		
Maximum cutting diameter	100																					
DCX	mm																					
Depth of cut maximum	2																					
APMX	mm																					
Tool life count	10.4																					
TLIFEC	Features																					
Machining time	05:54.600																					

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання															
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв								
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>FACE MILLING / INDEXABLE</p>  <p>CoroMill 200</p> <ul style="list-style-type: none"> R200-084Q32-16M Tool RCKT 16 06 M0-PM 4330 Insert Face (6x) <p>Arbor -ISO 6462 -B (cutter retaining screw) -metric: 32</p> <table border="0"> <tr><td>Maximum cutting diameter DCX</td><td>100 mm</td></tr> <tr><td>Depth of cut maximum APMX</td><td>8 mm</td></tr> <tr><td>Tool life count TLIFEC</td><td>3.46 Features</td></tr> <tr><td>Machining time TMF</td><td>14:30.000 min:s</td></tr> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p>CUTTING DATA</p>  <p>STEPS</p> <p>PREMACHINING</p> <p>Cutting speed VC</p> <p>Feed per tooth FZ</p> <p>CO₂ EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission p component CPC</p> <p>Work per component WPC</p> <p>Show data</p> </div> </div>								Maximum cutting diameter DCX	100 mm	Depth of cut maximum APMX	8 mm	Tool life count TLIFEC	3.46 Features	Machining time TMF	14:30.000 min:s
Maximum cutting diameter DCX	100 mm																
Depth of cut maximum APMX	8 mm																
Tool life count TLIFEC	3.46 Features																
Machining time TMF	14:30.000 min:s																
050	Свердлувальна з ЧПК Зацентрувати 5 отворів Ø5 мм	2,25	5	5	0,2	10800	-	179	0,21								













Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>СВЕРДЛІННЯ З СИМЕТРИЧНОЮ ТОЧКОЮ / СОЛІД</p>  <p>CoroDrill 860</p> <p>860.1-0530-019A1-PM P1VM Інструмент</p> <p>Циліндричний хвостовик (DIN1835-A / DIN6535-NA) - метрика: 6</p> <p>Кількість ресурсу інструменту 31000 TLIFEC Дірки</p> <p>Час обробки 00:00.169 ХМФ хв:с</p> <p>Зберегти на майбутнє</p> <p>Збірка інструменту</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ</p>  <p>КРОКИ</p> <p>СВЕРДЛІННЯ СИМЕТРИЧНОЮ Т</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>Швидкість подачі в центрі інструменту VF</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу н компонент CPC</p> </div> </div>							
	Свердлити 5 отворів Ø28,5H9 мм під різьбу	14,25	12	5	0,06	4080	22	205	4,98



Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																	
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв										
		 <div data-bbox="688 730 1143 1121" style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>CoroMill Dura</p> <p> 1K334-1600-ХВ 1730 Інструмент</p> <p>Weldon (DIN 1835-B / DIN 6535-HB) - метрика: 16</p> <table border="1"> <tr><td>Діаметр різання</td><td>16</td></tr> <tr><td>DC</td><td>мм</td></tr> <tr><td>Максимальна глибина пропилу</td><td>32</td></tr> <tr><td>APMX</td><td>мм</td></tr> <tr><td>Кількість ресурсу інструменту</td><td>624</td></tr> </table> </div> <div data-bbox="1192 730 1474 1121" style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p> КРОКИ</p> <p>ГВИНТОВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Корм на зуб ФЗ</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> </div>								Діаметр різання	16	DC	мм	Максимальна глибина пропилу	32	APMX	мм	Кількість ресурсу інструменту	624
Діаметр різання	16																		
DC	мм																		
Максимальна глибина пропилу	32																		
APMX	мм																		
Кількість ресурсу інструменту	624																		
	Зенкувати 5 фасок 1,6x45 ⁰ з одної сторони.	1,6	1,6	5	0,18	100	18	9,73	0,33										
055	Радіально- свердлувальна Зенкувати 5 фасок 1,6x45 ⁰ в 5 отворах	1,6	1,6	5	0,18	150	27	15,5	0,9										










Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
	Радіально-свердлувальна Установ І Нарізати різьбу М30х1,5-7Н в 5 отворах Ø28,5Н9 мм на довжину 25 мм.	0,9	25	5	3,5	479	-	45,2	15,27
		<p>НАРІЗАННЯ РІЗЬБЛЕННЯ МІТЧИКОМ/ СУЦІЛЬНИМ</p> 				<p>РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ</p> 			
		<p>CoroTap 200</p>  <p>T200-PM109DA-M30 P1PM Інструмент</p> <p>Хвостовик мітчика DIN -metric: 22.00 x 18.00</p> <p>Кількість ресурсу інструменту 8520 TLIFEC Нитки</p> <p>Час обробки 00:04.050 ХМФ хв:с</p> <p>Зберегти на майбутнє</p>				<p>КРОКИ</p> <p>НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ МІТЧИКОМ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу компонент CPC</p>			

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
	Радіально-свердлувальна Установ II Нарізати різьбу М30х1,5-7Н в 5 отворах Ø28,5Н9 мм на довжину 25 мм.	0,9	25	5	3,5	479	-	45,2	15,27
		<p>НАРІЗАННЯ РІЗЬБЛЕННЯ МІТЧИКОМ/ СУЦІЛЬНИМ</p> 				<p>РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ</p> 			
		<p>CoroTap 200</p>  <p>T200-PM109DA-M30 P1PM Інструмент</p>				 <p>КРОКИ</p> <p>НАРІЗУВАННЯ РІЗЬБИ МІТЧИКОМ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу компонент CPC</p>			
		<p>Хвостовик мітчика DIN -metric: 22.00 x 18.00</p> <p>Кількість ресурсу інструменту 8520 TLIFEC Нитки</p> <p>Час обробки 00:04.050 ХМФ хв:с</p> <p> Зберегти на майбутнє</p>							







Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
065	Свердлувальна з ЧПК Свердлити 4 наскрізних отвори $\varnothing 40$ мм, витримуючи розмір $60 \pm 0,2$ мм.	20	100	4	-	1600	22	201	4,37

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання															
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв								
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> СВЕРДЛІННЯ З АСИМЕТРИЧНОЮ ТОЧКОЮ / ІНДЕКСУЄТЬСЯ РОЗРІЗАННЯ ДАНИ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 60%;"> <p>CoroDrill 880</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>880-D4000L40-03 Інструмент</td> <td style="text-align: center;">↕</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>880-07 04 W12H-P-GR 4334 Вставте периферію</td> <td style="text-align: center;">↕</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>880-07 04 06H-C-LM 1044 Вставка центральна</td> <td style="text-align: center;">↕</td> </tr> </table> <p>Циліндричний хвостовик (хвостовик свердла ISO9766 з фланцем) - метрика: 40</p> <p>Кількість ресурсу інструменту TLIFEC 253 Дірки</p> </div> <div style="width: 35%; border-left: 1px solid #ccc; padding-left: 10px;"> <p> 10</p> <p>КРОКИ</p> <p>СВЕРДЛІННЯ НЕСИМЕ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>Швидкість подачі в інструменту VF</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекисло компонент</p> </div> </div>								880-D4000L40-03 Інструмент	↕		880-07 04 W12H-P-GR 4334 Вставте периферію	↕		880-07 04 06H-C-LM 1044 Вставка центральна	↕
	880-D4000L40-03 Інструмент	↕															
	880-07 04 W12H-P-GR 4334 Вставте периферію	↕															
	880-07 04 06H-C-LM 1044 Вставка центральна	↕															
075	Горизонтальна протяжна Протягнути 5 пазів за 3 проходи.	-	100	5	0,01 мм/зу б	-	-	10	8,25 3,87 1,41								

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання															
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв								
080	Токарно-гвинторізна Свердлити отвір Ø10 мм.	5	16	2	0,3	5510	69,3	173	1,14								
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>СВЕРДЛІННЯ З СИМЕТРИЧНОЮ ТОЧКОЮ / СОЛІД</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>CoroDrill 860</p> <p>860.1-1000-031A1-PM P1BM Інструмент</p> <p>Циліндричний хвостовик (DIN 1835-A / DIN 6535-NA) - метрика: 10</p> <table border="0"> <tr> <td>Кількість ресурсу інструменту</td> <td>7440</td> </tr> <tr> <td>TLIFEC</td> <td>Дірки</td> </tr> <tr> <td>Час обробки</td> <td>00:00.660</td> </tr> <tr> <td>ХМФ</td> <td>хв.с</td> </tr> </table> <p>Зберегти на майбутнє</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>КРОКИ</p> <p>СВЕРДЛІННЯ СИМЕТРИЧНОЮ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>Швидкість подачі в центрі інструменту VF</p> <p>Викиди CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу</p> </div> </div>								Кількість ресурсу інструменту	7440	TLIFEC	Дірки	Час обробки	00:00.660	ХМФ	хв.с
Кількість ресурсу інструменту	7440																
TLIFEC	Дірки																
Час обробки	00:00.660																
ХМФ	хв.с																
	Токарно-гвинторізна Свердлити отвір Ø16 мм.	4	40	2	0,326	2190	44	110	2,06								

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																	
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв										
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>СВЕРДЛІННЯ З СИМЕТРИЧНОЮ ТОЧКОЮ / ЗМІННЕ</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>CoroDrill 870</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 60%;">870-1600-16LX075-3 Інструмент</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">↕</td> </tr> <tr> <td></td> <td>870-1600-16-PM 4334 Вставка</td> <td style="text-align: center;">↕</td> </tr> </table> <p>Циліндричний хвостовик (хвостовик свердла ISO9766 з фланцем) - дюйм: 3/4</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Кількість ресурсу інструменту TLIFEC</td> <td style="text-align: right;">1960 Дірки</td> </tr> <tr> <td>Час обробки ХМФ</td> <td style="text-align: right;">00:03.630 хв:с</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p></p> <p>КРОКИ</p> <p>СВЕРДЛІННЯ СИМЕТРИЧНОЮ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Подачі на оборот FN</p> <p>Швидкість подачі в центрі інструменту VF</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу КОМПОНЕНТ</p> </div> </div>									870-1600-16LX075-3 Інструмент	↕		870-1600-16-PM 4334 Вставка	↕	Кількість ресурсу інструменту TLIFEC	1960 Дірки	Час обробки ХМФ	00:03.630 хв:с
	870-1600-16LX075-3 Інструмент	↕																	
	870-1600-16-PM 4334 Вставка	↕																	
Кількість ресурсу інструменту TLIFEC	1960 Дірки																		
Час обробки ХМФ	00:03.630 хв:с																		
085	Токарно-гвинторізна																		
	Підрізати 2 торця.	0,3	14	2	0,26	630	163,8	98,9	1,18										
	Розточити 2 отвори Ø20H8.	0,5	400	2	0,125	200	25	49,6	32,5										

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання							
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв
090	Круглошліфув альна Шліфувати зовнішні діаметри деталі	0,03	180	1	0,7	60	7,5	42	3,16
095	Токарно- гвинторізна Підрізати торці Ø50/Ø40к6 з двох сторін.	0,3	25,5	2	0,26	630	163,8	98,9	1,18
100	Фрезерна з ЧПК Фрезерування пазів 10N9 з двох сторін.	1,0	45	2	0,0472	7690	41	241	4,36

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання																
		t , мм	$L_{p.x.}$, мм	i	S , мм/об (мм/з уб)	n , об/хв	$S_{xв}$, мм/х в	V , м/хв	T_o , хв									
		ФРЕЗЕРУВАННЯ КИШЕНЬ / ТВЕРДО				РОЗРІЗАННЯ ДАНИХ												
																		
		<p>CoroMill Більше HD</p> <p> 2P342-1000-ПБ П2БМ Інструмент  </p> <p>Weldon (DIN1835-B / DIN6535-HB) - метрика: 10</p> <table border="0"> <tr> <td>Діаметр різання</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>DC</td> <td>мм</td> </tr> <tr> <td>Максимальна глибина пропилу</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>APMX</td> <td>мм</td> </tr> <tr> <td>Кількість ресурсу інструменту TLIFEC</td> <td>1470 особливості</td> </tr> </table>				Діаметр різання	10	DC	мм	Максимальна глибина пропилу	22	APMX	мм	Кількість ресурсу інструменту TLIFEC	1470 особливості	<p></p> <p>КРОКИ</p> <p>РАМПІНГ</p> <p>Швидкість різання VC</p> <p>Корм на зуб ФЗ</p> <p>ВИКИДИ CO₂</p> <p>Викиди вуглекислого газу компонент</p>		
Діаметр різання	10																	
DC	мм																	
Максимальна глибина пропилу	22																	
APMX	мм																	
Кількість ресурсу інструменту TLIFEC	1470 особливості																	

2.6 Розрахунок технічних норм часу

Розрахунок покажемо на прикладі - операції 045 – фрезерній, операції фрезерування на вертикально-фрезерному верстаті 6Р13Ф3.

Норма штучно-калькуляційного часу розраховується за формулою:

$$t_{шт.к.} = t_o + t_{дон} + t_{обс} + t_{відн} + \frac{T_{н.з.}}{n},$$

де t_o - основний технологічний час, хв;

$t_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, хв;

$t_{відн}$ - час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв;

$T_{н.з.}$ - підготовчо-заключний час на партію деталей, хв;

n - розмір партії деталей, шт;

$t_{дон}$ - допоміжний час, який складається:

$$t_{дон} = t_{в.з.} + t_{з.в.} + t_{к} + t_{зуп} + t_{вим},$$

де $t_{в.з.}$ - час на встановлення та зняття заготовки, хв;

$t_{з.в.}$ - час на закріплення та відкріплення заготовки, хв;

$t_{к}$ - час на прийоми керування верстатом, хв;

$t_{вим}$ - час на вимірювання заготовки, хв.

Розмір партії деталей підрахуємо, виходячи із річної програми випуску:

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де a - число днів випередження механічної обробки перед складанням, $a = 35$;

254 – число робочих днів у році.

$$n = \frac{10 \cdot 35}{254} = 1,378 \text{ шт.}$$

$$t_o = 9,15 \text{ хв}; t_{\text{в.з.}} = 0,07 \text{ хв}; t_{\text{з.в.}} = 0,06 \text{ хв}; t_{\text{к}} = 0,04 \text{ хв}; t_{\text{вум}} = 0,22 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$t_{on} = 9,15 + 0,07 + 0,06 + 0,04 + 0,22 = 11,45 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок та особисті потреби:

$$t_{\text{відп}} = 6\% t_{on} = 0,06 \cdot 11,45 = 0,69 \text{ хв.}$$

Час технічного обслуговування:

$$t_{\text{м.о.}} = \frac{t_{on}}{T} = \frac{11,45}{60} = 0,19 \text{ хв.}$$

Час організаційного обслуговування:

$$t_{\text{о.о.}} = 0,04 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$t_{\text{вум}} = t_{on} + t_{\text{відп}} + t_{\text{м.о.}} + t_{\text{о.о.}} = 11,45 + 0,69 + 0,19 + 0,04 = 12,37 \text{ хв.}$$

Підготовчо - заключний час:

$$T_{\text{п.з.}} = 25 \text{ хв.}$$

Отже, штучно – калькуляційний час на виконання операції:

$$t_{шт.к.} = 12,37 + \frac{25}{2} = 24,87 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків на інші операції зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Зведена відомість штучно – калькуляційного часу

Но мер опе рац ії	Назва операції	T_o ХВ	$T_{доп}$,			$T_{он}$ ХВ	$t_{обс}$ $t_{від}$ ХВ	$T_{ум}$ ХВ	$T_{н.з.}$ ХВ	n ШТ	$T_{ум.к}$ ХВ
			ХВ								
			$t_{уст}$ ХВ	$t_{кер}$ ХВ	$t_{вим}$ ХВ						
005	Заготівельна						51,3	74,6	2	88,6	
010	Фрезерно- центрувальна	12,51	0,6	0,78	0,1	13,99	0,56	14,55	12	20,55	
015	Токарна з ЧПК	13,32	0,8	-	0,38	14,5	0,62	15,12	24	27,12	
025	Токарна з ЧПК	4,02	0,8	-	0,43	25,25	0,62	25,87	24	37,87	
035	Круглошліфу вальна	1,03	0,8	0,33	0,1	2,26	0,17	2,43	18	11,43	
040	Круглошліфу вальна	1,03	0,8	0,33	0,1	2,26	0,17	2,43	18	11,43	
045	Фрезерна з ЧПК	9,15	0,13	0,04	0,22	11,45	0,92	12,37	25	24,87	
050	Свердлувальн а з ЧПК	5,09	0,46	-	0,64	7,19	0,31	7,5	24	19,5	

055	Радіально-свердлувальна	6,17	0,46	0,85	1,9	19,38	0,89	20,27	18	2	29,27
065	Свердлувальна з ЧПК	3,37	0,46	0,44	0,36	5,64	0,27	5,9	18	2	14,9
075	Горизонтально-протяжна	3,53	11	4,3	0,4	29,23	0,93	30,16	22	2	41,16
080	Токарно-гвинторізна	5,176	1,3	1,4	0,22	6,096	0,34	6,436	12	2	12,436
085	Токарно-гвинторізна	9,66	1,3	0,66	0,75	12,37	0,61	12,98	12	2	18,98
090	Круглошліфувальна	3,16	0,65	0,33	0,37	4,51	0,33	4,84	17	2	13,34
095	Токарно-гвинторізна	9,66	1,3	0,66	0,75	12,37	0,61	12,98	12	2	18,98
100	Фрезерна з ЧПК	11,06	0,13	0,04	0,22	11,45	0,92	12,37	25	2	24,87

2.7 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Технічні характеристики верстата HAAS ST-30 покажемо в таблиці 2.5, зовнішній вигляд – на рисунку 2.3.

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики верстата HAAS ST-30

Розмір патрона	254 мм
Міжцентрова відстань, <i>тах</i>	826 мм
Діаметр прутка, <i>тах</i>	76 мм
Діаметр оброблення, <i>тах</i>	381 мм
Діаметр деталі, що обробляється, <i>тах</i>	533 мм
Довжина різання, <i>тах</i>	826 мм



Рисунок 2.3 – Токарний центр мод. HAAS ST-30

Керуючу програму для верстата HAAS ST-30 наведемо в додатку В.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при механічному обробленні деталі

3.1.1 Опис та принцип роботи пристрою

Пристрій свердлувальний призначено для виконання радіальних отворів $\varnothing 40$ мм деталі „рамка 6118-31-401”.

Оброблення здійснюється на вертикально-свердлувальному верстаті моделі 2P150Ф2. Пристрій – спеціальний, пневматичний, одномісний.

Деталь встановлюється у призму на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 100h6$ з упором по лівому торцю. Затискання деталі в пристрої здійснюється за допомогою двох прихватів поз. 8 пневматичного привода з обох сторін. Поворотом рукоятки поз.6 повітря запускається в поршневу порожнину пневматичного циліндра. Повітря тисне на поршні поз.11 – 2 шт., які закріплено на штоках поз.12. Штоки поз.12, в свою чергу, тиснуть на прихвати поз.8, таким чином затискаючи деталь. Пристрій кріпиться на столі верстата 2P150Ф2 на двох отворах, які є на станині привода.

Схема базування деталі в пристрої показана на рис. 3.1.

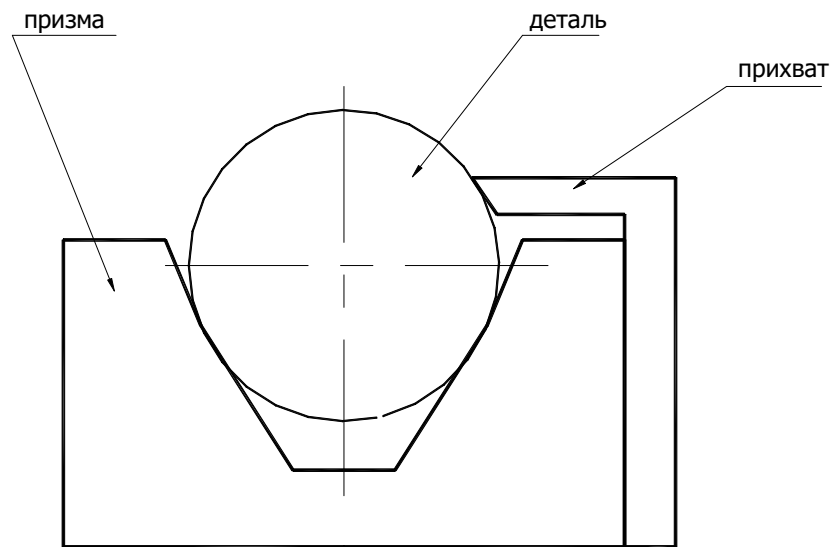


Рис. 3.1 Схема базування деталі в пристрої

3.1.2 Розроблення схеми затискування деталі

Розрахунок затискного зусилля Q , проводимо виходячи із максимального значення обертового моменту $M_{\text{різ}}$, що виникає при свердлуванні отвору $\text{Ø}40\text{H}12$ мм.

Значення обертового моменту $M_{\text{різ}}$ визначається за формулою:

$$M_{\text{різ}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p, \text{ кг} \cdot \text{м},$$

де $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $y = 0,8$;

$k_p = k_{Mp}$ - коефіцієнт механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

$$k_{Mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,9;$$

D - діаметр свердла, $D = 40$ мм;

S - подача свердла, $S = 0,22$ мм/об.

Отже,

$$M_{\text{різ}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 40^1 \cdot 0,22^{0,8} \cdot 0,9 = 9,65 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахункова схема для визначення зусилля затискання Q показана на рис.3.2.

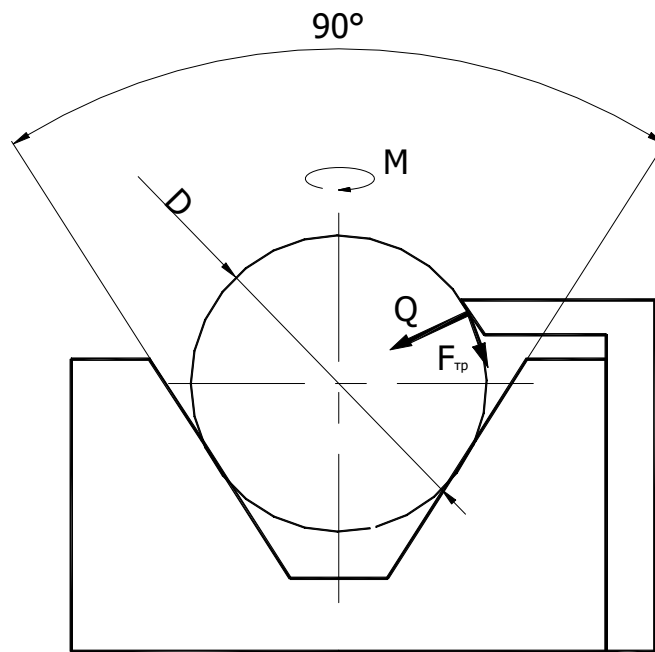


Рис. 3.2 Схема дії сил в свердлувальному пристрої

Обертювий момент M намагається повернути заготовку навколо своєї осі, а моменти від сил тертя, які діють по опорній та притискній поверхнях від затискного зусилля Q зі сторони штока пневматичного циліндра, перешкоджають цьому.

В зв'язку з цим, умова статичної рівноваги оброблювальної деталі в пристрої має вигляд:

$$Q \cdot \left(f_1 + f_2 \cdot \frac{1}{\sin \alpha/2} \right) \cdot D \geq M_{\text{різ}} \cdot 2k, \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $M_{\text{різ}}$ - момент від дії сил різання, виникаючих при свердлуванні отвору

$\varnothing 40\text{H}12$, $M_{\text{різ}} = 96,5 \text{ кг} \cdot \text{мм}$.

$f_1 = f_2 = 0,1$ - коефіцієнт тертя по затискні поверхні контакту установчої поверхні пристрою та заготовки;

D - діаметр установчої поверхні заготовки, $D = 100 \text{ мм}$;

Q - затискне зусилля, що діє на заготовку;

α - кут призми, $\alpha = 90^\circ$;

k - коефіцієнт запасу, визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де $k_0 = 1,5$ - нормативний коефіцієнт запасу;

$k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,0$; $k_3 = 1,0$; $k_4 = 1,0$; $k_5 = 1,0$; $k_6 = 1,5$.

Отже,

$$k = 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,59.$$

Затискне зусилля деталі:

$$Q = \frac{M_{\text{різ}} \cdot 2 \cdot k}{D \cdot \left(f_1 + f_2 \cdot \frac{1}{\sin \alpha/2} \right)} = \frac{96,5 \cdot 2 \cdot 2,59}{100 \cdot \left(0,1 + 0,1 \cdot \frac{1}{\sin 45^\circ} \right)} = 22,9 \text{ кг} = 229 \text{ Н}.$$

Отже, розрахункова величина затискного зусилля $Q = 229 \text{ Н}$.

3.1.3 Розрахунок розмірів пневматичного приводу пристрою для свердлування

Розрахунком пневматичного приводу пристрою визначимо робочий діаметр поршня пневматичного циліндру пристрою. Для цього визначимо зусилля F , яке діє зі сторони штока, тобто силу кріплення. Зусилля F на штоку пневматичної камери пристрою визначається із формули:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot \eta, \text{ кг,}$$

де η - коефіцієнт корисної дії пневмоприводу. Приймаємо $\eta = 0,8$;

ρ - тиск повітря в пневматичній системі, $\rho = 4 \text{ кг/см}^3$;

D - діаметр пневмоциліндра, см.

Оскільки довжини плечей важелів відносно осі обертання однакові, то сила, діюча зі сторони штока буде дорівнювати силі закріплення.

$$F = Q.$$

Тоді діаметр пневматичного циліндра визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 229}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = 9,5 \text{ см.}$$

За нормальним рядом діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр поршня $D = 12,5 \text{ см} = 125 \text{ мм}$.

Дійсна сила на штоку пневматичного циліндра:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot 12,5^2}{4} \cdot 4 \cdot 0,8 = 392,5 \text{ Н.}$$

Оскільки $F > Q$, то закріплення заготовки в пристрої забезпечується.

3.1.4 Розрахунок на міцність найбільш навантаженої деталі пристрою

Найбільш навантаженою деталлю пристрою є вісь важеля поз.5, яка є віссю обертання важеля при закріпленні чи розкріпленні заготовки.

Умова міцності осі важеля поз.5:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot R_0}{\pi \cdot D^2 \cdot i} \leq [\tau_{зр}], \text{ кг/см}^2,$$

де $\tau_{зр}$ - напруження на зріз, МПа;

$[\tau_{зр}]$ - допустиме напруження на зріз, $[\tau_{зр}] = 160$;

D - діаметр осі, мм, $D = 18$;

i - число зрізів на осі, $i = 2$;

R_0 - реакція в точці O , або сила, яка діє на вісь важеля. Розраховується реакція таким чином:

$$\sum M_A = 0: R_0 \cdot l_1 = F \cdot (l_1 + l_2),$$

де F - дійсна сила на штоку пневмоциліндра, $F = 392,5$ Н;

l_1, l_2 - два плеча важеля, $l_1 = 90$ мм; $l_2 = 120$ мм.

Отже, реакція в точці O :

$$R_o = \frac{392,5 \cdot (90 + 120)}{90} = 915,8 \text{ Н}$$

Тоді,

$$\tau_{zp} = \frac{4 \cdot 915,8}{3,14 \cdot 18^2 \cdot 2} = 1,8 \text{ МПа.}$$

Умова міцності $\tau_{zp} \leq [\tau_{zp}]$ виконана, оскільки $1,8 \leq 160$.

3.1.5 Розрахунок пристрою на точність

В процесі встановлення заготовки виникають похибки базування і закріплення. Величину розрахункового допуску встановлюємо за формулою:

$$\varepsilon_{np}^0 = \delta - k \omega = 0,10 - 1,2 \cdot 0,05 = 0,94 \text{ мм},$$

де $\delta = 0,10$ мм – допуск на розмір;

$k = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує точність обробки;

$\omega = 0,05$ – коефіцієнт економічної точності обробки.

Розрахуємо похибку пристрою, яка виникає в даному випадку:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{n.z.}^2},$$

де ε_{δ} – похибка базування. В даному випадку $\varepsilon_{\delta} = \frac{IT_D}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} \right)$, оскільки

деталь закріплено в призмі;

IT_D - допуск на розмір опорної поверхні $\varnothing 100h6$ - $IT_D = 0,039$ мм;

α - кут призми, $\alpha = 90^0$;

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0,039}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin 90/2} \right) = 0,23 \text{ мм};$$

ε_3 - похибка закріплення, в даному випадку $\varepsilon_3 = 0,030$ мм;

$\varepsilon_{n.z.}$ - похибка положення заготовки.

Похибка положення заготовки в пристрої:

$$\varepsilon_{n.z.} = \sqrt{\varepsilon_{op.e}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{op.np}^2},$$

де $\varepsilon_{op.e} = 0$ - похибка орієнтації базових елементів;

$\varepsilon_{зн} = 0,04$ мм - похибка зношування базових елементів;

$\varepsilon_{op.пр}$ - похибка орієнтації пристрою на верстаті, $\varepsilon_{op.пр} = \frac{1}{2} \cdot S$;

S - максимальний зазор між напрямною шпонкою пристрою і пазом стола; $\varepsilon_{op.пр} = \frac{1}{2} \cdot 0,035 = 0,017$ мм.

Отже:

$$\varepsilon_{н.з.} = \sqrt{0,04^2 + 0,017^2} = 0,0019 \text{ мм.}$$

Розрахуємо фактичну похибку пристрою:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{пр} &= \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{н.з.}^2} = \\ &= \sqrt{0,23^2 + 0,03^2 + 0,019^2} = 0,23 \text{ мм} \end{aligned}$$

Таким чином, з точки зору точності базування дану схему базування можна признати раціональною, оскільки виконується умова:

$$\varepsilon_{пр} < \varepsilon_{пр}^{\partial}. \quad (0,23 < 0,94)$$

Отриману величину допуску, яка визначає точність виготовлення пристрою, вказуємо в технічних вимогах на складальному кресленні пристрою.

3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою

3.2.1 Технічні умови і вимоги креслення, що підлягають контролю

Пристрій контрольно-вимірювальний застосовується для контролювання прямолінійності внутрішнього отвору $\varnothing 20H8$ деталі „рамка 6118-31-401” відносно осі зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 100h6$. Вимірювання – відносне, пристрій – спеціальний.

Деталь встановлюється на пристрій, цанга поз.19 притискається до торця рамки. При роботі пристрою цанга поз.19 залишається нерухомою, а рукояткою відводиться пристрій і при наявності непрямолінійності отвору індикатор показує відхилення від прямолінійності.

Для впевненості в правильності роботи пристрою він налаштовується і перевіряється за еталонною деталлю.

3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок на точність контрольно-вимірювального пристрою полягає у визначенні похибки виготовлення спряжених поверхонь пристрою, яке визначає положення вимірювального інструменту відносно поверхонь контрольованої деталі.

Величину похибки прямолінійності внутрішнього отвору $\varnothing 20H8$ деталі „рамка 6118-31-401” відносно осі зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 100h6$ розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon_{np} \leq \frac{1}{3} \delta - k \cdot \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_{\bar{\sigma}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (k_2 \cdot \omega)^2}, \text{ мм}$$

де δ - допуск непрямолінійності поверхонь, заданий на кресленні, $\delta = 0,04$ мм;

ε_{δ} - похибка базування, $\varepsilon_{\delta} = 0,027$ мм;

$\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм – похибка зношування установчих елементів пристрою, мм;

ε_3 - похибка закріплення, в даному випадку $\varepsilon_3 = 0,03$;

$\varepsilon_{уст}$ - похибка установки пристрою, визначаємо за формулою, виходячи із схеми установки:

$$\varepsilon_{уст} = \frac{L_{\delta} \cdot S}{l}, \text{ мм}$$

де L_{δ} - довжина отвору, який підлягає контролю, $L_{\delta} = 590$ мм;

l - довжина рухомої осі, на якій закріплено пристрій, $l = 960$ мм;

S - максимальний зазор в з'єднанні, $S = 0,019$ мм.

Отже,

$$\varepsilon_{уст} = \frac{590 \cdot 0,019}{960} = 0,012 \text{ мм.}$$

ω - точність вимірювального інструменту; для індикаторної головки, ціною поділки $0,001$ мм, границя допустимої похибки $\pm 0,001$ мм, відповідно $\omega = 0,002$ мм;

$k_2 = 0,7$ – коефіцієнт точності оброблення, тоді $k_2 \cdot \omega = 0,7 \cdot 0,002 = 0,0014$ мм;

$k = 1,2$.

Тоді:

$$\varepsilon_{np} \leq \frac{1}{3} 0,04 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,027)^2 + 0,03^2 + 0,012^2 + 0,02^2 + 0,0014^2} = 0,009 \text{ мм.}$$

Отже, розрахункова величина непрямої лінійності ε_{np} складає 0,009 мм, що менше допустимого допуску, який становить $\delta = 0,04$ мм. Це означає, що спроектований пристрій задовольняє технічним вимогам по точності, оскільки точність пристрою більше ніж в 3 рази більша, чим контрольований параметр.

4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Підвищення зносостійкості сталі електродуговою термічною обробкою

Розглянемо відомий метод оброблення сталі 45 електродуговою плазмою, який дозволяє після поверхневого оплавлення викликати швидку кристалізацію металу за рахунок інтенсивної тепловіддачі (метод GTAW).

Досліджувати будемо вплив технологічних параметрів процесу оплавлення на мікроструктуру металу та опір зношуванню.

Для поверхневого зміцнення зразків із сталі 45 використовуємо метод GTAW (Gas-Tungsten-Arc-Welding), який забезпечує швидку кристалізацію структури після поверхневого оплавлення електродуговою плазмою. Зразки виготовлені у формі плиток ($200 \times 50 \times 10$ мм). Обладнання – установка FAL TIG 315AC/DC з використанням захисного газу та неплавкого вольфрамового електрода (рис. 4.1 и 4.2.).

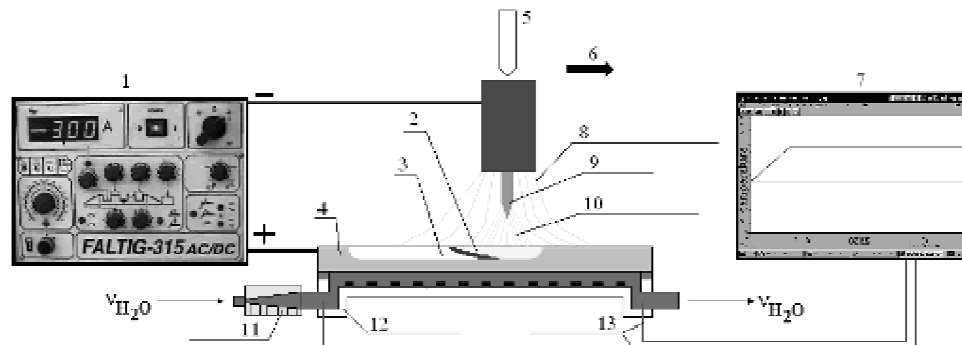


Рис. 4.1. Схема установки для оплавлення:

- 1 – джерело струму, 2 – ванна рідкого металу, 3 – оплавлений шар,
- 4 – зразок, 5 – захисний газ (аргон), 6 – напрямок переміщення дуги,
- 7 – обладнання для вимірювання температури, 8 – захисна атмосфера,
- 9 – електрод, 10 – електрична дуга, 11 – обладнання для дозування,
- 12 – калориметр, 13 – термопара

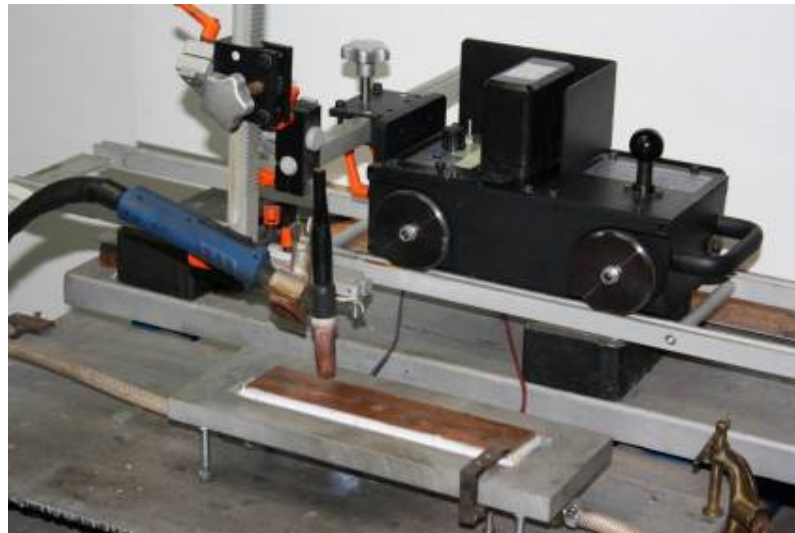


Рис. 5.2. Зовнішній вигляд установки

4.2 Вплив електродугової обробки на фізичні параметри процесу та геометричні характеристики оплавленого шару

Зразок зі сталі 45 закріплюємо як кришку калориметра таким чином, щоб нижня площина зразка охолоджувалась потоком води, в той час як верхня площина зазнавала оплавлення. На вході та виході калориметру вимірялась температура води. Теплота, яку поглинув матеріал зразка, витрачається на нагрівання Q_H та плавлення Q_{II} зони сканування. Кількість теплоти, яку поглинув калориметр, розраховуємо за формулою:

$$Q_K = Q_H + Q_{II} = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta t,$$

де ρ - густина води; V - об'єм води, що витрачається; c - теплоємність води; Δt - градієнт температури води.

Ефективність використання теплоти розраховуємо за формулою:

$$\eta = Q_K / Q,$$

де $Q = I \cdot U \cdot \tau$ - кількість теплоти, що виділяється за період часу τ .

Досліджувався вплив сили струму та швидкості сканування дугою (основні технологічні параметри процесу GTAW) на кількість теплоти, яку поглинає зразок зі сталі 45 при нагріванні та оплавленні, а також вплив процесу на коефіцієнт корисної дії η самого процесу. Результати наведено у вигляді графіків (рис. 4.3).

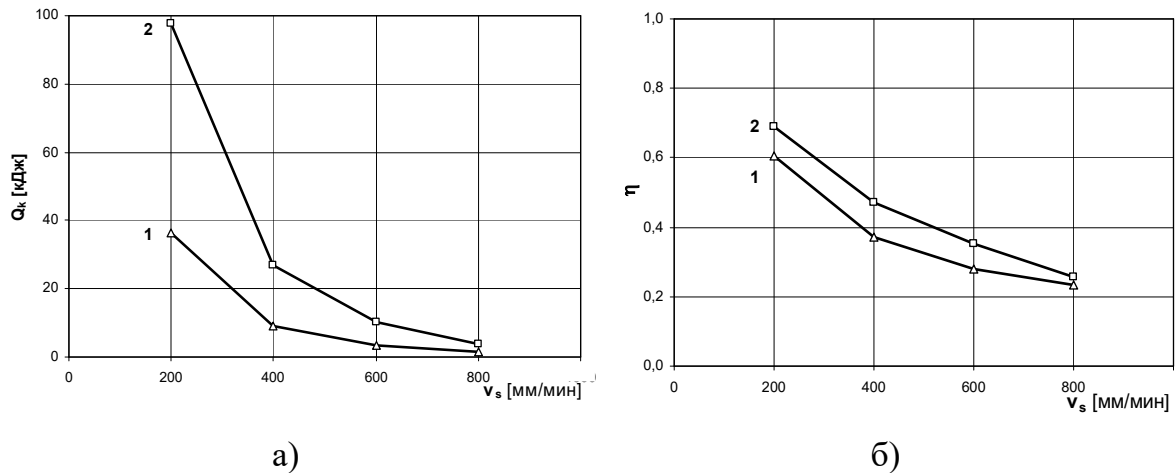


Рис. 4.3 Залежність кількості теплоти, яка поглинається, Q_k (а) та коефіцієнта корисної дії процесу η (б) від швидкості сканування електричною дугою та силою струму:

1 - $I = 100 A$; 2 - $I = 200 A$; $U = 14 V$.

Із графіків (рис. 4.3) можна зробити висновок, що ефективність поглинання теплоти зразком зростає зі збільшенням сили струму та зменшенням швидкості сканування. Щодо коефіцієнту корисної дії, то найбільші значення $\eta = 60..70\%$, спостерігаються при швидкості сканування $V_s = 200$ мм/хв.

Розглянемо вплив технологічних параметрів процесу (сили струму та швидкості сканування дугою) на ширину, глибину, площу поперечного перерізу оплавленого шару. Як видно із рисунку 4.4, геометричні характеристики оплавленого шару показують чутливість до зміни сили

струму при низькій швидкості сканування. Кількість теплоти, яка поглинається, Q_K та коефіцієнта корисної дії процесу η , впливають на ширину й глибину оплавленого шару та формують температурно-швидкісні параметри теплового циклу «нагрівання-оплавлення-кристаллізація-гартування-відпуск» сталі. Вирішальним фактором, який впливає на формування структури сталі, є швидкість відведення теплоти із зони оплавлення.

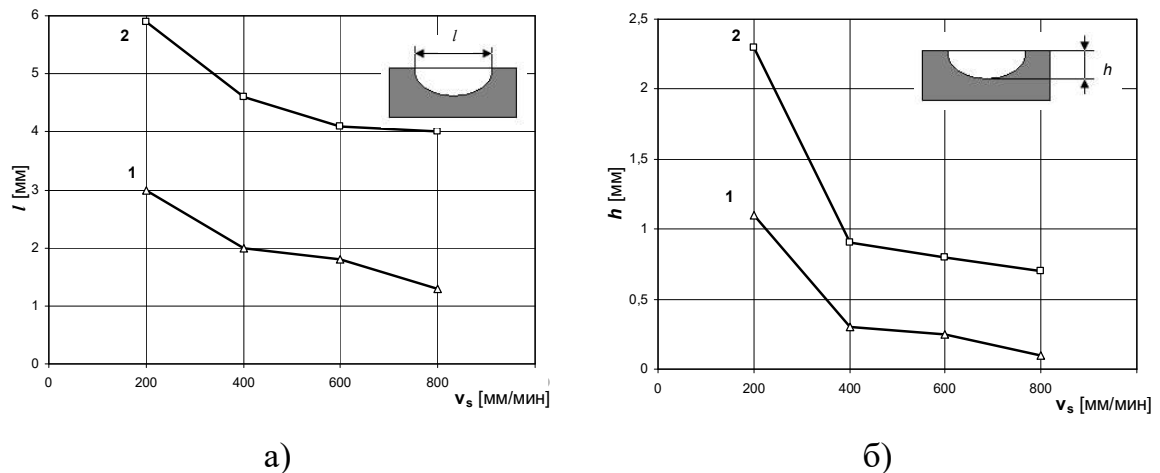


Рис. 4.4 Вплив сили струму та швидкості сканування електричною дугою на ширину l (а) та глибину h (б) оплавленого шару:

1 - $I = 100 A$; 2 - $I = 200 A$.

4.3 Вплив електродугової обробки на зносостійкість сталі

Зносостійкість сталі досліджувалась на зразках кубічної форми зі стороною 10 мм зі сталі 45.

В машині тертя (рис. 4.5) сталевий зразок притискався з контрольованим зусиллям до диска, який обертається. Диск виготовлено із білого чавуну.

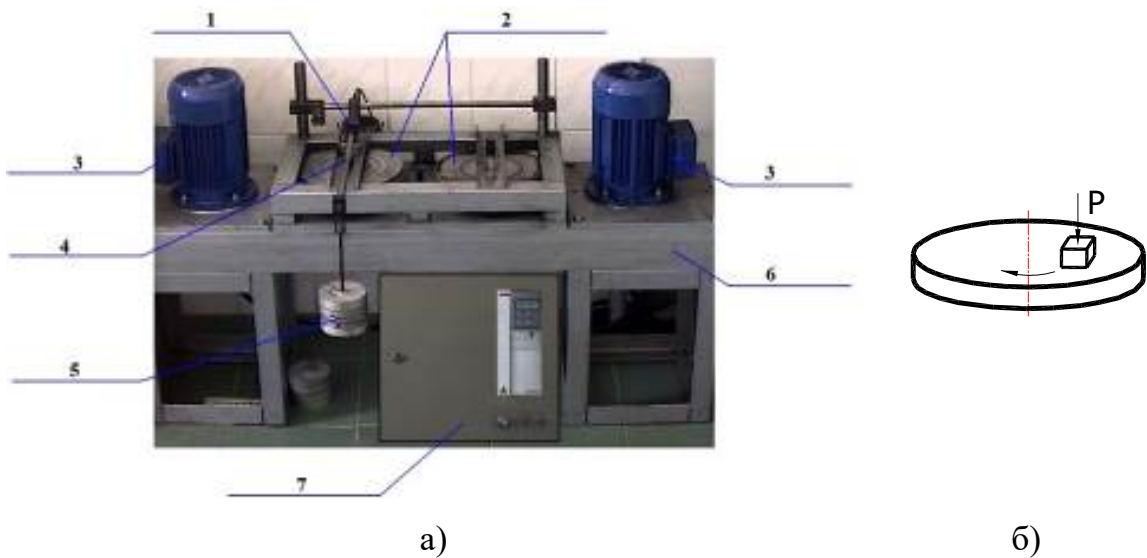


Рис. 4.5. Загальний вигляд машини тертя (а) схема тертя (б): 1 – тримач образця; 2 – диски; 3 – двигун; 4 – плече навантаження; 5 – навантаження; 6 – корпус; 7 – блок керування

Інтенсивність зношування в залежності від навантаження, швидкості та шляху тертя, розраховувалась за формулою:

$$Z = \frac{\Delta m}{\rho \cdot A \cdot L},$$

де Δm - градієнт зменшення маси зразка; ρ - густина сталі; A - площа контакту; L - шлях тертя.

Залежність зносостійкості сталі від сили струму та швидкості сканування показано на рисунку 4.6.

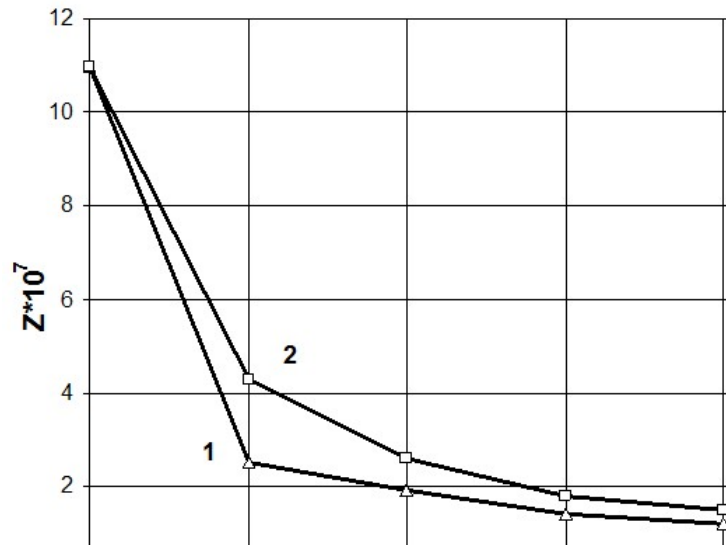


Рис. 4.6 Залежність інтенсивності зношування сталі 45 від швидкості сканування електричною дугою ($F_n = 1 \text{ МПа}$, $V_t = 1,6 \text{ м/с}$):

1 - $I = 100 A$; 2 - $I = 200 A$.

5 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Аналіз правил техніки безпеки при роботі на верстатах HAAS

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ: Тільки уповноважений і навчений персонал може експлуатувати це обладнання. Усі дії повинні завжди відповідати вимогам керівництва оператора, попереджувальних табличок, правил техніки безпеки та інструкцій з безпечної експлуатації верстата. Ненавчений персонал становить небезпеку щодо себе і верстата.

ВАЖЛИВО: Забороняється вмикати верстат, не ознайомившись з усіма попередженнями, застереженнями та інструкціями.

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ. Типові програми з техніки безпеки при роботі на верстатах фірми HAAS не визначають інструменти, корекції або матеріали. Вони не описують затискне оснащення або інше кріпильне оснащення. Якщо необхідно виконувати типову програму на верстаті, це слід робити в графічному режимі GRAPHICS . Завжди використовуйте безпечні способи обробки, якщо виконується незнайома програма.

5.1.1 Основні заходи безпеки при роботі на верстатах HAAS

Верстат може заподіяти важку травму. Верстат управляється автоматично і може почати роботу в будь-який момент.

До початку експлуатації верстата слід ознайомитись з вимогами, правилами і нормативами техніки безпеки. Якщо є питання про забезпечення безпеки, роботу розпочинати заборонено.

Головний інженер та інженер з техніки безпеки відповідає за те, щоб кожен, хто бере участь в установці або експлуатації верстата, повністю ознайомився з інструкціями з експлуатації та техніки безпеки, що додаються до верстата, перед тим, як виконувати будь-які роботи на верстаті. Основна

відповідальність за безпеку експлуатації лежить на персоналі, який безпосередньо працює на верстаті.

Під час роботи на верстаті необхідно користуватись засобами захисту зору і слуху, одягати захисні рукавички під час видалення обробленого матеріалу та очищення верстата.

При виявленні пошкодження вікон або сильних подряпин слід негайно замінити їх.

Під час роботи верстата необхідно тримати бічні вікна замкненими (якщо вони є).

Усі верстати з ЧПК містять фактори небезпеки у зв'язку з наявністю різального інструменту чи заготовки, що обертаються, ременів і шківів, електрики високої напруги, шуму і стисненого повітря. Під час використання верстатів з ЧПК та їхніх компонентів необхідно завжди дотримуватися основних правил техніки безпеки для зниження можливості травм і пошкодження обладнання.

5.1.2 Електробезпека

Джерело електроживлення має відповідати обов'язковим технічним вимогам. Спроба живити верстат від будь-якого іншого джерела може спричинити серйозне пошкодження та анулює гарантійні зобов'язання виробника.

Електричний щиток має бути зачиненим, засувки і замок на шафі керування мають бути постійно замкнені, крім періоду монтажу та обслуговування. У цей час тільки у кваліфікованих електриків повинен бути доступ до щита. Коли головний автоматичний вимикач увімкнено, скрізь в електричному щитку присутня висока напруга (включно з монтажними платами і логічними ланцюгами), а деякі компоненти працюють за високої температури, тому необхідна особлива обережність. Після встановлення верстата шафа керування має бути замкнена, а ключ має бути в

розпорядженні тільки кваліфікованого персоналу з технічного обслуговування.

Забороняється виконувати скидання автоматичного вимикача до встановлення причини неполадки. Пошук несправностей і ремонт обладнання HAAS можуть виконувати тільки фахівці з технічного обслуговування, які пройшли навчання на фірмі HAAS.

Забороняється натискати [POWER UP] на підвісному пульта управління до закінчення встановлення верстата.

Робоча зона повинна мати достатнє освітлення, щоб забезпечувати чіткий огляд і безпечну роботу верстата. Сюди належить робоча зона оператора і всі зони верстата, що використовуються під час технічного обслуговування або очищення. За адекватне освітлення відповідає інженер з техніки безпеки.

5.1.3 Заходи безпеки при експлуатації верстатів фірми HAAS

Забороняється вмикати верстат із відчиненими дверима та несправним блокуванням дверей.

Перед роботою на верстаті слід переконатись, що не спостерігається пошкодження частин та інструментів. Пошкоджені деталі або інструмент підлягають ремонту або заміні силами уповноваженого персоналу. Забороняється вмикати верстат, якщо є сумніви у справності будь-якого вузла.

Під час механічного оброблення на високих швидкостях/подачі погано затиснута деталь може зірватися і пробити загородження. Оброблення великогабаритних деталей або деталей, затиснутих за краї, небезпечна.

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ: Ручне або автоматичне закриття дверцят корпусу верстата HAAS є потенційною точкою заземлення. У разі використання функції автоматичних дверей можна запрограмувати автоматичне закриття дверцят або натиснути кнопку відкривання/закривання дверцят на підвісному

пульті оператора. Не можна класти руки або інші речі у двері, закриваючи їх вручну або автоматично.

Під час експлуатації верстата HAAS забороняється перебувати всередині верстата. Якщо раптом людина опиниться всередині верстата, необхідно негайно натиснути кнопку аварійної зупинки і випустити її.

Якщо людину защемило або затиснуло, необхідно відключити верстат; потім, доклавши велике зусилля, можна перемістити осі у відповідному напрямку, щоб вивільнити людину.

Відновлення після заклинювання транспортера видалення стружки.

Необхідно дотримуватись інструкцій з очищення під час роботи на верстаті HAAS. За необхідності слід закрити двері та запустити транспортер у зворотному напрямку, щоб видалити застряглий предмет або матеріал. Під час підйому важких і громіздких деталей треба використовувати вантажопідйомне обладнання.

5.1.4 Рекомендації для безпечної роботи на верстатах HAAS

Нормальна експлуатація: під час роботи верстата необхідно тримати двері зачиненими й огороження - на штатних місцях (для верстатів без кожухів).

Завантаження і вивантаження деталей: оператор має відчинити двері або огорожу, виконати операцію, зачинити двері, потім натиснути кнопку запуску циклу [CYCLE START] (що вмикає автоматичне переміщення).

Налагодження механічного оброблення: після закінчення налагодження треба повернути ключ налагодження в режим блокування і вийняти його.

Технічне обслуговування / очищення верстата: перш ніж входити всередину огорожі необхідно натиснути на верстаті кнопку аварійної зупинки [EMERGENCY STOP] або [POWER OFF].

Періодична перевірка пристроїв безпеки верстата: Треба натиснути будь-яку з кнопок аварійної зупинки, щоб переконатися, що весь рух зупинено, і відображається сигнал про помилку 107 EMERGENCY STOP .

Щомісяця слід перевіряти кожен кнопку аварійної зупинки та перевіряти роботу та стан механізму блокування дверей. Також треба оглядати захисне скло та огорожу на відсутність пошкоджень або витоків, перевіряти наявність усіх панелей огорожі, перевіряти захисне блокування дверей.

Перевірка блокування дверцят відбувається наступним чином: спочатку необхідно переконатись, що ключ блокування дверцят не погнутий, правильно розташований і що встановлені всі кріпильні деталі. Потім слід перевірити механізм блокування дверей на відсутність будь-яких перешкод або ознак невідповідного розташування. Одразу ж треба замінити компоненти системи захисного блокування дверцят, які не відповідають цьому критерію.

Перевірка захисного блокування дверцят: коли верстат перебуває в режимі роботи, слід закрити двері верстата, встановити швидкість обертання шпинделя 100 об/хв, потягнути двері і переконатись, що вони не відчиняються.

Перевірка і випробування огорожі верстата і захисного скла проводиться наступними діями:

1. Огляд огорожі і захисного скла на предмет відсутності ознак деформації, поломки або інших пошкоджень.
2. Заміна вікна Lexan через 7 років або в разі пошкодження чи глибоких подряпин.
3. Захисне скло і всі вікна верстата повинні бути чистими і забезпечувати хороший огляд верстата під час виконання операцій.
4. Огорожу верстата треба оглядати щодня для перевірки наявності всіх панелей.
5. Випробування огороження верстата не потрібні.

ВИСНОВКИ

Метою магістерської роботи на тему «Розроблення технології виготовлення деталі «Рамка 6118-31-401» з використанням верстатів з ЧПК», яка є головною деталлю прутково-правильного автомату 6118 та виготовлена зі сталі 45, ДСТУ 7809:2015, є розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання з ЧПК, сучасного різального інструменту та із використанням калькуляції режимів різання провідної фірми sandvik coromant.

Для розробленого технологічного процесу в конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для свердлувальної операції при виконанні радіальних отворів $\varnothing 40$ мм. Для контролювання прямолінійності внутрішнього отвору $\varnothing 20H8$ спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій.

В дослідницькому розділі розглянуто питання підвищення зносостійкості сталі 45 електродуговою термічною обробкою. Показано вплив електродугової обробки на фізичні параметри процесу та геометричні характеристики оплавленого шару, а також вплив електродугової обробки на зносостійкість сталі 45.

В розділі «Охорона праці» наведені основні заходи безпеки при роботі на верстатах HAAS, які застосовуються в розробленому технологічному процесі.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 7809:2015 Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ» - 2016. – 25 с.
2. Ткачук В.П. Випускна кваліфікаційна робота бакалавра за освітньою програмою «Технології машинобудування». Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт // В.П. Ткачук, В.Д. Каразей, В.В. Милько. - Хмельницький: ХНУ. – 2023 – 27 с.
3. ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. – Київ: Міністерство розвитку громад та територій України. – 2022. – 20 с.
4. СТЗВО-ХП-3.01-2018. Текстові документи у сфері навчального процесу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/business/wp-content/uploads/sites/176/2018/03/STVUZ-NPI-3.01-2010.pdf> (дата звернення 10.10.2023)
5. Юрчишин І.І. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт / І. І. Юрчишин, Я. М. Литвиняк, І. Є. Грицай, М. Л. Кукляк, Я. М. Кусий, В. В. Ступницький, В. А. Яцюк, А. М. Кук, Є. М. Махоркін, В. П. Свізінський / За ред. І. І. Юрчишина. - Львів: Видавництво Львівської політехніки. - 2009. - 528 с.
6. Гордєєв А.І. Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів: Навчальний посібник / А.І. Гордєєв, Є.А. Урбанюк, А.Є. Безносів, В.Г. Мігаль. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 294 с.
7. Горбатюк Є.О. Технологія машинобудування: Навчальний посібник // Є.О. Горбатюк, М.П. Мазур, А.С. Зенкін, В.Д. Каразей. - Львів: "Новий Світ – 2000». - 2012 . - 358 с.
8. Добрянський, С.С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С.

Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : 2020. — 379 с.

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/32136/1/2020_Dobrianskyi_Malafieiev_TOM.pdf

9. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. — Харків: УкрДУЗТ, 2020. — 386 с.

10. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залого. — Суми: Сумський державний університет, 2013. — 371 с.

11. <https://www.sandvik.coromant.com/> (вибір металорізального інструм.)

12. Кириченко Л. С., Мережко Н. В. Основи стандартизації, метрології, управління якістю : навч. посіб. Київ: Київ. нац. торг-екон. ун-т, 2011. 446 с.

13. Саєнко С.Ю. Основи систем автоматизованого проектування. / С.Ю. Саєнко, І.В. Нечипоренко. — Х.: ХДУХТ, 2017. — 120 с.

14. Міранцов С.Л. Системи автоматизованого проектування верстатів з ЧПК: навчальний посібник. / С.Л. Міранцов, В.І. Тулупов, С.Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська — Краматорськ: ДДМА, 2011. — 152 с.

15. Муляр Ю.І. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. / Ю.І. Муляр, О.В. Дерібо. — Вінниця: ВНТУ, 2004. — 91 с.

16. Кучугуров М.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни — Основи систем автоматизованого проектування для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. ст. викл. Кучугуров М.В., доц. Пухальська Г.В, ст. викл. Вишнепольський Є.В. — Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020 — 61 с.

17. Васілевський О.М. Нормування показників надійності технічних засобів. Навчальний посібник. / О.М. Васілевський, Ігнатенко О.Г. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 160 с.
18. Бірта Г.О. Методологія і організація наукових досліджень. Навчальний посібник. / Г.О. Бірта, Ю.Г. Бургу. – Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2014. – 142 с.
19. Добрянський С.С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
20. Дикань В.Л. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
21. Дерібо О.В. Основи технології машинобудування. Частина 2. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 90 с.
22. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування : навч. посібник / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, А. В. Фесенко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – 421 с.
23. Ткаченко І.Г. Технологія машинобудування: вступ до спеціальності // І.Г. Ткаченко, Ю.Б. Капаціла, Ю.Є. Паливода. – Тернопіль. – 2013. – 84 с.
24. Драгобецький В.В. Технологічні основи машинобудування : навчальний посібник. / В.В. Драгобецький, В.Є Загірняк, О.Д. Коноваленко – 2-ге вид., переробл. доповн. – Харків : Видавництво «Точка», 2019 – 170 с.
25. Приходько В.П. Розроблення та розрахунок конструкцій верстатних пристроїв. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2022. – 89 с.

26. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. – К.: «Кондор», 2008. – 726 с.
27. Біркіна Т.В. Технологічне оснащення. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту при проектуванні затискних верстатних пристроїв для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / Т.В. Біркіна, В.В. Зіль, В.І. Холоша. – Д.: Національний гірничий університет, 2012 – 73 с.
28. Вайнтрауб М.А. Технологія верстатних робіт: навч.пос. для проф.-техн. навч. закладів / М. А. Вайнтрауб, В. Й. Засельський, Д. В. Пополов, за наук. ред. М. А. Вайнтрауба. – К. : 2015. – 199с.
29. Медведєв В.С. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.