

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ

Романюк Валентинович

Виконав студент 5 курсу група ПМТЗ-19-1 Романюк Валентин РОМАНЮК
Шифр Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент Ткачук Віталій ТКАЧУК
Науковий ступінь, звання Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент Бись Сергій БИСЬ
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування Ткачук Віталій ТКАЧУК
Назва Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «20» 06 2024


Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)
Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва
Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

1.03 .2024

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Романюк Валентин Валентинович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Ткачук Віталій Павлович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учасник знань

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 р. № 18

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2024

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленник деталі Пластина нижня 1541-55 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску тис.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: кресленник деталі із 3D моделлю (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); кресленник карти наладки (1 лист А2); кресленник верстатного пристрою (1 лист А1); кресленник контрольного калібру (1 лист А2)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 6.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2024	
2 Технологічний розділ	20.04.2024	
3 Конструкторський розділ	20.05.2024	
4 Охорона праці	10.06.2024	

Студент


Підпис

Валентин РОМАНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТСК

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджую ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продюкованими програмно-технічним засобом (ами) перевірки текстів на плагіат:

Назва кваліфікаційної роботи Торгове представництво

Автор Робенок Валентина 1541-587 з використ. Вересня 1, 2018

Освітня програма _____

Спеціальність: 131 Прикладна лінгвістика

Науковий керівник: Сергійчук Ольга

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Робота є оригінальною

Дата _____

Завідувач кафедри _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Гарант освітньої програми _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Завідувачу кафедри

ТМ

Григорук В. П.

здобувача вищої освіти (студента
ПІБ, факультет, «курс», «група»)

Романюк В.

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.

20.06.21

дата

Романюк

підпис

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проєкт студента Валентина РОМАНЮКА
Тема: Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК

Тема дипломного проєкту та його зміст відповідають обраній спеціальності. Дипломний проєкт має необхідні розділи відповідно до завдання.

У дипломному проєкті студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Вибрав (економічно обґрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення пластини нижньої 1541-55 з використанням сучасного металорізального устаткування з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на оброблення, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні. За допомогою САМ-паketу Esprit створено програму оброблення на фрезерному верстаті з ЧПК фірми HAAS.

В конструкторській частині розроблено конструкцію верстатного пристрою для оброблення отворів, контрольний пристрій, для перевірки паралельності.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами СКД та ДСТУ, на високому технічному рівні.

Все це свідчить про досить високий рівень дипломника як сформованого спеціаліста.

Вагомих недоліків в дипломній роботі не виявлено.

Проте бажано було б створити в САМ Esprit програми оброблення і для інших операцій, які виконуються на верстатах з ЧПК

Дипломний проєкт виконаний згідно завдання, в повному обсязі та заслуговує оцінки «добре».

Рецензент

Зав. каф. ТАМ; д.т.н., проф. _____

О.В. Диха

« 21 » « червня » 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Романюк Валентин Валентинович на захист дипломного проекту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

(підпис)

ВІКТОР ОЛЕКСАНДРЕНКО
(підпис) (М.П. проректор)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Романюк В. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2019 по 2024 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 40,62 %, задовільно 59,38 %.

шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 0,00 %, С 34,78 %, D 23,91 %, E 41,30 %.

Методист факультету

(підпис)

(М.П. проректор)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Валентин Романюк приступив до виконання дипломного проекту власною систематичною працею над його виконанням. Під час роботи проявив себе кваліфікованим фахівцем здатним вирішувати виробничі задачі. Загальне враження виконаний згідно із завданням та заслуговує оцінки

Оцінка дипломного проекту (роботи)

"добре"

Керівник дипломного проекту

(підпис)

Віталій ТКАЧУК
(підпис) (М.П. проректор)

"20" гербів 2024 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Романюк В. В. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

(підпис)

Віталій ТКАЧУК
(підпис) (М.П. проректор)

"20" гербів 2024 р.

Реферат
Дипломного проєкту на тему:

Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням
верстатів з ЧПК

Здобувач: Романюк Валентин

Керівник: к.т.н., доцент Ткачук Віталій Павлович

Дипломний проєкт присвячений удосконаленню технологічного процесу виготовлення пластини нижньої 1541-55 із застосуванням верстатів з ЧПК.

В роботі було проведено аналіз технологічності виробу матеріалу, який використано, проаналізовано існуючий реальний технологічний процес та запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі пластини нижньої 1541-55 із застосуванням верстатів з ЧПК. Було вибрано засоби технологічного оснащення, розроблено оптимальний технологічний процес виробництва деталі, представлено розрахунки режимів різання та засобів технологічного оснащення. В конструкторському розділі для однієї з операцій, такої, як 040 "Свердлильна" розроблено свердлильний пристрій (кондуктор). Цей пристрій використовується для забезпечення точності та стійкості свердла в процесі свердління. Проведено та опрацьовано розрахунки цього пристосування на точність та представлено розрахунок зусилля затиску та опис його роботи.

У розділі охорони праці проаналізовані виявлені небезпечні фактори проєктованого виробничого середовища.

Автор: Валентин РОМАНЮК

/Підпис/

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Задачі дипломного проектування	7
1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу	7
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1 Технологічна підготовка виробництва деталі	9
2.2 Вибір заготівлі, визначення програми випуску	10
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	11
2.4 Розрахунок припусків на обробку	17
2.5 Уточнення технологічних баз та схеми закріплення заготівлі	19
2.6 Уточнення змісту переходів	19
2.7 Вибір засобів технологічного оснащення	21
2.8 Розрахунок режимів різання	25
2.9 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1 Спеціальне механізоване оснащення	34
3.2 Розрахунок зусиль затиску заготовки у пристосуванні	35
3.3 Розрахунок пристосування на точність	36

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Романюк В.В.					н	5	
Перев.	Ткачук В.П.					ХНУ гр. ПМТз-19-1		
Н. контр.	Бись С.С.							
Затв.	Ткачук В.П.							

4	ОХОРОНА ПРАЦІ			41
4.1	Аналіз виявлених небезпечних факторів проєктованого виробничого середовища			41
4.1.1	Механічні небезпеки			41
4.1.2	Електронебезпека			42
4.2		Пожежна		безпека
43				
4.3		Екологічна		безпека
45				
4.4	Безпека	у	надзвичайних	ситуаціях
48				
	ВИСНОВКИ			50
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			51
	ДОДАТКИ			54

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі "Пластина нижня 1541-55" з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Романюк В.В.				н	5	
Перев.		Ткачук В.П.				ХНУ гр. ПМТз-19-1		
Н. контр.		Бись С.С.						
Затв.		Ткачук В.П.						

Вступ

Машинобудування є однією з ключових галузей економіки України, яка відіграє важливу роль у розвитку країни. Ця галузь виробляє високотехнологічне обладнання та машини для різних галузей промисловості, таких як автомобільна, аерокосмічна, енергетична, нафтогазова, медична та інші.

Розвиток машинобудування в Україні має важливе значення для забезпечення економічного зростання та сталого розвитку країни. Безліч великих машинобудівних підприємств в Україні виробляють продукцію високої якості, яка конкурентоспроможна на світовому ринку. Розвиток машинобудування в Україні сприяє зміцненню національної економіки та підвищенню конкурентоспроможності країни.

Незважаючи на низку викликів, з якими стикається машинобудування в Україні, таких як брак кваліфікованих кадрів та обмежений доступ до фінансування, галузь продовжує розвиватися та удосконалюватись. В останні роки уряд України активно підтримує машинобудування, надаючи різні пільги та субсидії для розвитку цієї галузі.

Автоматизація виробництва та використання верстатів з ЧПУ має значний вплив на рівень розвитку машинобудування в Україні. Це дозволяє збільшити продуктивність, знизити витрати на виробництво та покращити якість продукції. Це особливо важливо у сучасному машинобудуванні, де потрібна висока точність та швидкість обробки деталей.

Використання верстатів з ЧПУ дозволяє автоматизувати процес обробки деталей, що зменшує кількість помилок, підвищує точність та швидкість обробки. Крім того, верстати з ЧПУ дозволяють виробляти складні деталі, які раніше були недоступними для виробництва.

Таким чином, автоматизація виробництва та використання верстатів з ЧПУ є важливими факторами, що сприяють розвитку машинобудування в Україні.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		11

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Задачі дипломного проєктування

За вихідні данні для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі із застосуванням верстатів з числовим програмним керуванням приймаємо:

- кресленик деталі пластина;;
- річна програма випуску $N = 1000$ шт.

Завдання:

1. Провести аналіз технологічності виробу та використовуваного матеріалу.
2. Підібрати засоби технологічного оснащення.
3. Розробити оптимальний технологічний процес виробництва деталі.

1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

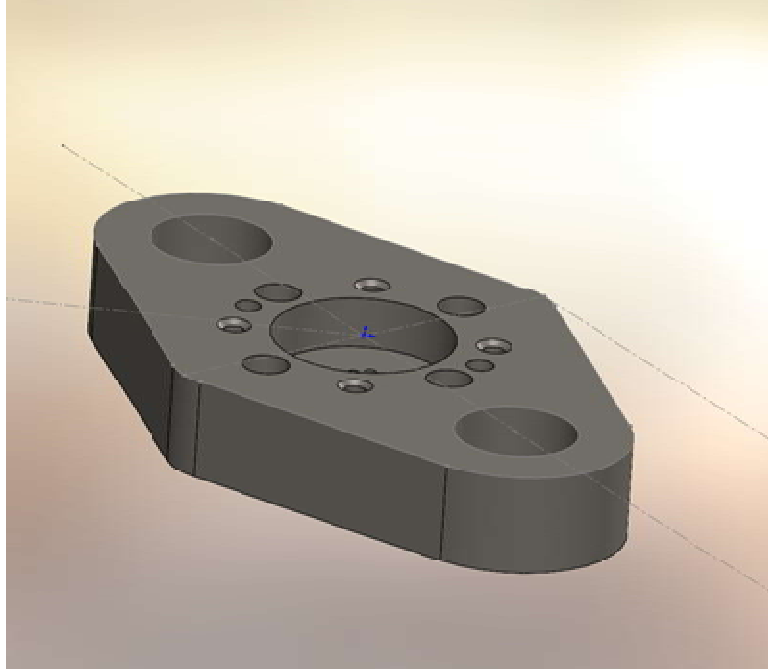


Рисунок 1.1 – Елементи деталі

Основна мета даного аналізу – зниження потенційних метало– та трудовитрат.

Деталь “Плита нижня” виконується з матеріалу Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015.

Проведемо аналіз матеріалу та його властивостей.

Сталь 40Х відноситься до конструкційних легованих хромистих сталям широкого застосування. Її головними перевагами є міцність, зносостійкість та стійкість до корозії, а ще вона екологічна та безпечна для здоров’я людини. Сталь складна у виготовленні, що позначається на її вартості.

Сталь 40Х показує хороші властивості при обробці тиском, тому її застосовують для виготовлення деталей штампуванням, куванням, прокаткою. ДСТУ регламентує труби та різний листовий і фасонний прокат із 40Х. Ця деталь виготовляється з листового металу.

Цифра 40 у назві матеріалу говорить про вміст вуглецю (0,40 %), а літера Х – про наявність хрому (близько 1 %). Основне завдання даного легуючого елемента – забезпечення корозійної стійкості, а також підвищення параметрів міцності та твердості. Наявність інших елементів у складі відображено у таблиці. 1.1. Дана сталь легко справляється з обробкою різанням.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад матеріалу сталі 40Х (в %)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36–0,44	0,17–0,37	0,5–0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8–1,1	до 0,3

Креслення, яке дане в якості технічного завдання, не відображає всіх аспектів під час виготовлення деталі. Усі поверхні мають показник шорсткості $R_a 3,2$ за винятком верхньої та нижньої поверхонь ($R_a 1,0$). Найскладнішим моментом при виготовленні цієї деталі буде отримання отворів, так як вони розташовуються під певним кутом від осі з допуском $\pm 2'$. Більшість розмірів виконується за 14 квалітетом, через що можна зробити висновок, що більшість операцій не вимагатиме високої точності.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічна підготовка виробництва деталі

Технологічна підготовка виробництва (ТПП) – це процес підготовки виробництва до виробництва певного товару. Він включає в себе розробку технологічних процесів, вибір необхідного обладнання, визначення необхідних матеріалів та компонентів, розробку інструкцій зі збирання та тестування продукту, а також навчання персоналу.

Мета технологічної підготовки виробництва полягає в забезпеченні ефективного та безпечного виробництва продукту з мінімальними витратами на час та ресурси. Для цього необхідно розробити технологічні процеси, вибрати необхідне обладнання, визначити необхідні матеріали та компоненти, розробити інструкції зі збирання та тестування продукту, а також навчити персонал. В результаті технологічної підготовки виробництва має бути досягнуто максимальна продуктивність та якість продукту. ТПП складається з наступних пунктів:

- забезпечення технологічності виробу;
- розробка та інтеграція технологічних процесів (процес отримання заготівлі, механообробки та ін.) для виробництва деталей;
- підготовка, проектування та виготовлення необхідного обладнання та засобів технологічного оснащення;
- керування процесами.

Специфіка виробництва та його обсяг визначають трудові та економічні витрати під час виробництва деталей. Для зниження таких застосовуються технології з урахуванням електронно–обчислювальних машин (ЕОМ), що автоматизує виробництво та, як наслідок, оптимізує його. Для цього використовуються САПР. САПР (системи автоматизованого проектування) використовують в технологічній підготовці виробництва для розробки та оптимізації технологічних процесів, створення 3D–моделей деталей та складання, а

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		14

також для створення керуючих програм для верстатів з ЧПУ. За допомогою САПР можна проводити аналіз міцності деталей, знижувати витрату матеріалів, скоротити час виробництва та підвищити якість продукції. В основі стандартів, що використовуються на окремому підприємстві, лежить єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТП). ЄСТП – це комплекс програмних та апаратних засобів, що об'єднує усі етапи технологічної підготовки виробництва. Вона включає в себе модулі для розробки технологічних процесів, створення керуючих програм для верстатів з ЧПУ, підготовки виробництва до запуску, контролю якості та моніторингу виробничих процесів.

Визначимо основні етапи ТПП виробництва деталі “Плита нижня”.

1. Визначається технологічність виробу, аналізується матеріал заготівлі.

2. Будується маршрутна карта із послідовністю виконання операцій із впровадженням технологій ЧПУ. На цьому етапі йде підбір інструменту, підготовка спеціального механізованого оснащення, розробка гнучкої виробничої системи та ін.

3. Створюється технологічна документація, у тому числі картка налагодження, а також програма для верстата з ЧПУ.

4. Проводиться формування пояснювальної записки та її оформлення відповідно до стандартів.

2.2 Вибір заготівлі, визначення програми випуску

При виборі методу одержання заготівлі вирішальними факторами є: форма деталі, маса, матеріал, обсяг випуску деталей. Остаточне рішення про вибір методу приймається на основі техніко–економічних розрахунків.

Вихідними даними при розрахунку заготовки будуть такі:

- матеріал – сталь 40Х;
- маса деталі – 3,6 кг.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		15

Визначимо програму випуску залежно від габаритів, маси (ваги) виробу та заданого типу виробництва.

Серійне виробництво характеризується обмеженим випуском продукції, але великими серіями. Серійне виробництво поділяється на великосерійне та дрібносерійне.

Заданий тип виробництва: дрібносерійне – характеризується широкою номенклатурою, великим розміром серії, рідкісною періодичністю випуску. За характером близький до одиничного. У дрібносерійному виробництві використовують як спеціальні засоби технологічного оснащення, так і універсальні. Устаткування в цехах розташовують під час технологічного процесу або за його типами. Технологічні процеси розробляються детально. Кваліфікація основних робітників загалом нижча, ніж у одиничному виробництві, але залишається високою.

Так як маса деталі 3,6 кг, і тип виробництва – дрібносерійне, то ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 визначимо програму випуску деталей.

$$N_{\text{випуску}} = 500 \text{ деталей/рік.}$$

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Під технологічним маршрутом виготовлення деталі розуміється послідовність виконання технологічних операцій із вибором типу обладнання. Маршрут обробки деталі “Плита верхня” складемо на основі типових техпроцесів, результат оформимо у вигляді табл. 2.1.

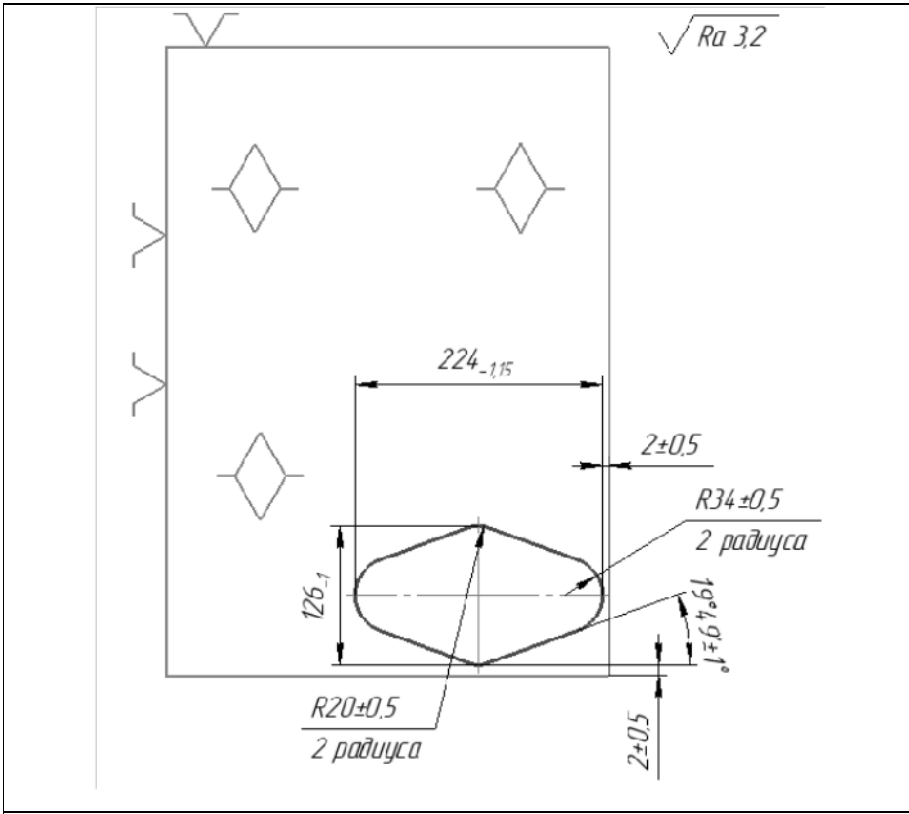
Таблиця 2.1 – Технологічний маршрут виготовлення деталі “Плита нижня”

005	Заготівельна
010	Гідроабразивна

015	Абразивна
020	Фрезерна
025	Слюсарна
030	Координатно-розточувальна
035	Фрезерна з ЧПУ
040	Свердлильна
045	Свердлильна
050	Шліфувальна
055	Промивна
060	Консервація

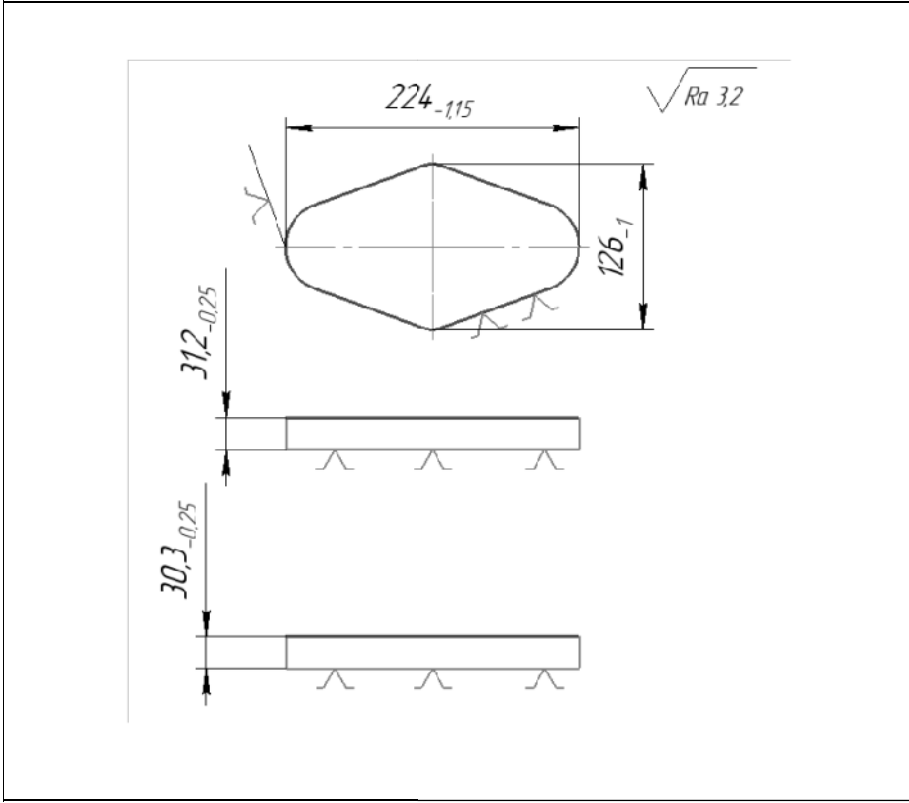
Таблиця 2.2 – Технологічний процес виготовлення деталі “Плита нижня”

	<p>005 Заготівельна</p> <p>1. Взяти лист згідно з ДСТУ 8540:2015 з параметрами: $3000^{+15} \times 1500^{+25}$ мм та товщиною $32^{+0,25}_{-1}$ мм.</p>
--	---



010 Абразивно відрізна
 А. Встановити заготівлю на робочий стіл.
 Бази: лівий торець та опорна поверхня.
 1. Відрізати заготівлю, витримуючи розміри згідно ескізу.

015 Галтівка
 1. Галтувати згідно ДСТУ 1452:2007

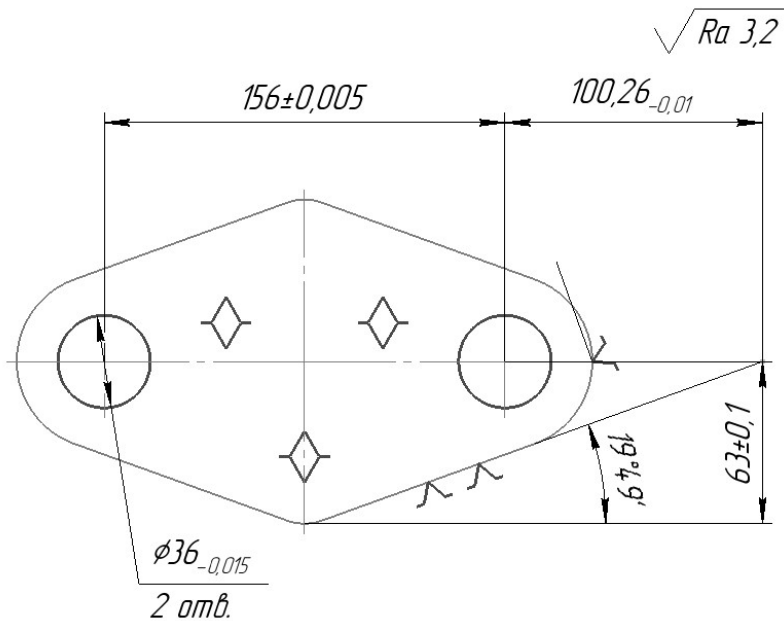


020 Фрезерна
 А. Встановити заготівлю в лещатах.
 Бази: опорна поверхня та лівий торець.
 1. Фрезерувати поверхню, витримуючи розмір 31,2_{-0,25} мм.
 Б. Перевстановити заготівлю в лещатах.
 Бази: опорна поверхня та лівий торець.
 2. Фрезерувати

поверхню, витримуючи
розмір $30,3_{-0,25}$ мм.

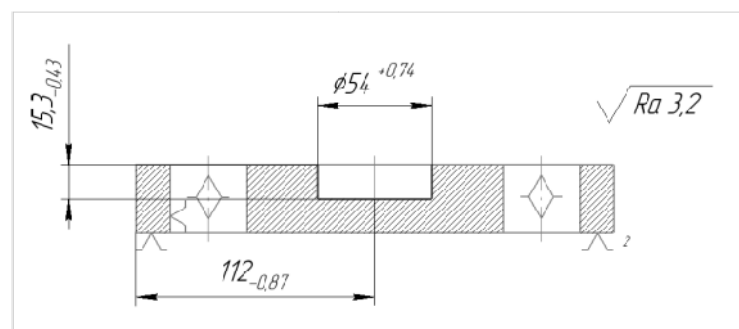
025 Слюсарна

1. Зняти задирки, притупити гострі кромки напилком.



030 Координатно-
розточувальна

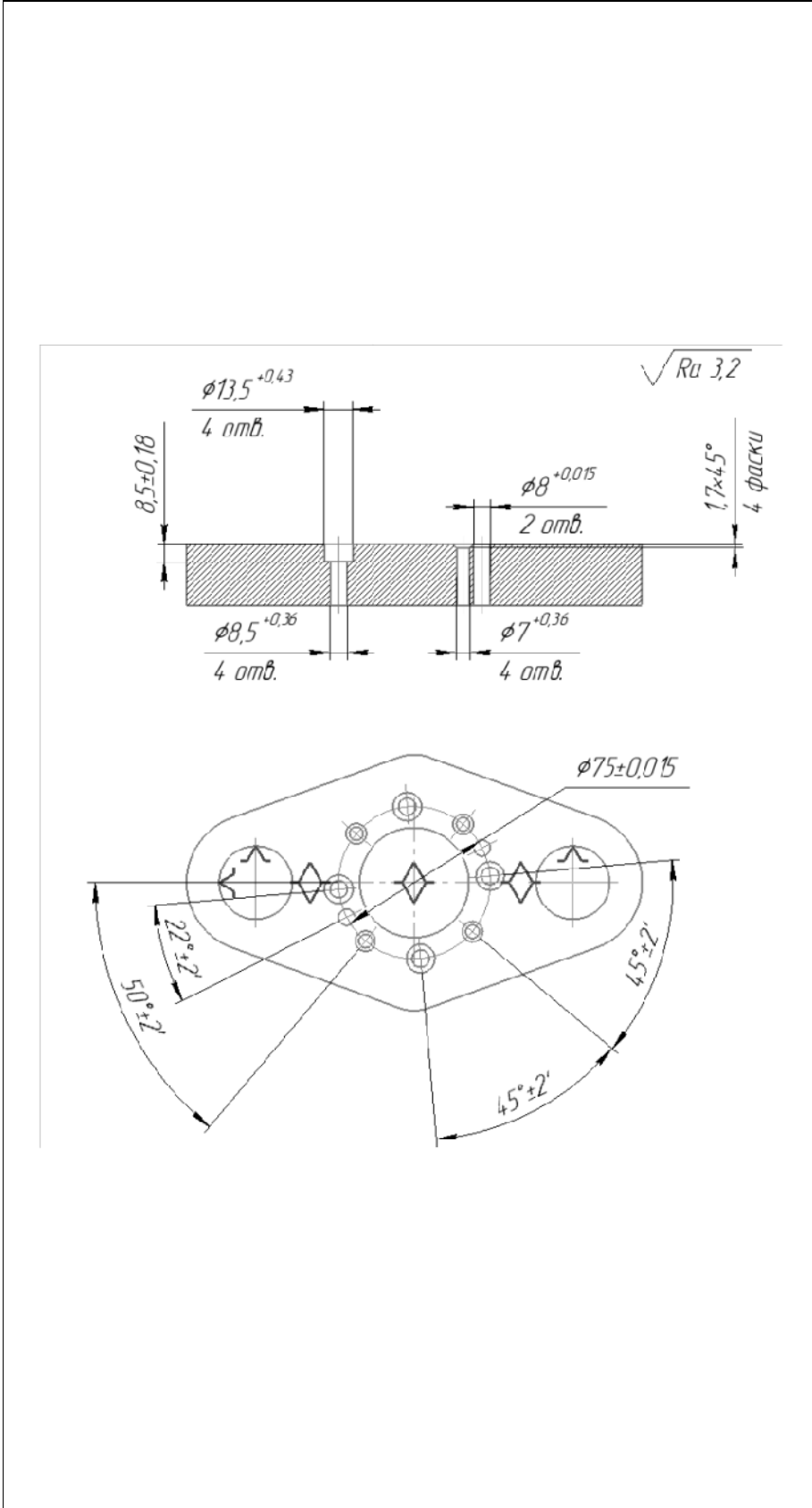
А. Встановити
заготівлю в лещатах.
Бази: опорна поверхня
та лівий торець.
1. Центрувати 2
отвори.
2. Розточити отвори
 $\phi 36_{-0,015}$
розточувальним
різцем, витримуючи
розміри згідно ескізу.



035 Фрезерна з ЧПУ

А. Встановити
заготівлю на
спеціальне
пристосування з
циліндричним та
зрізаним пальцями.
Бази: опорна поверхня
та лівий торець.
1. Фрезерувати глухий
отвір $\phi 54_{+0,74}$ мм
кінцевою фрезою,

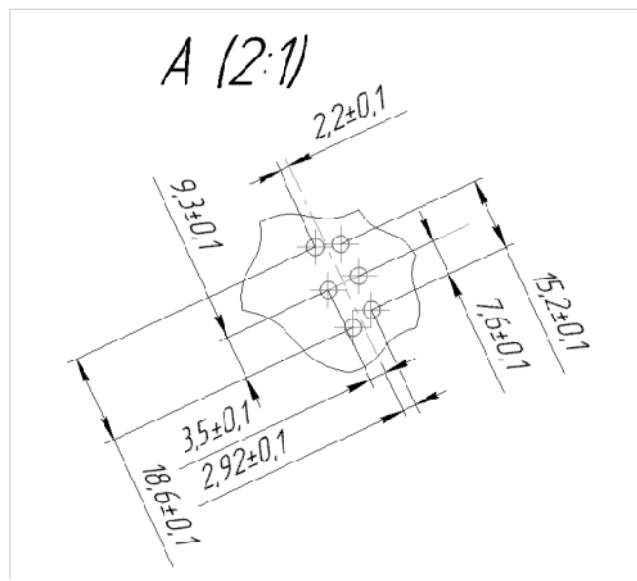
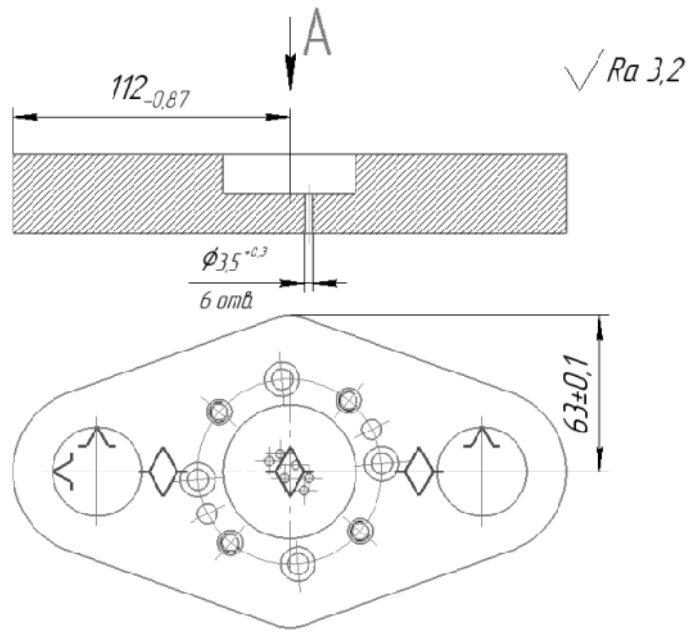
втримуючи розміри
 $15,3_{-0,43}$ мм, $112_{-0,87}$ мм.



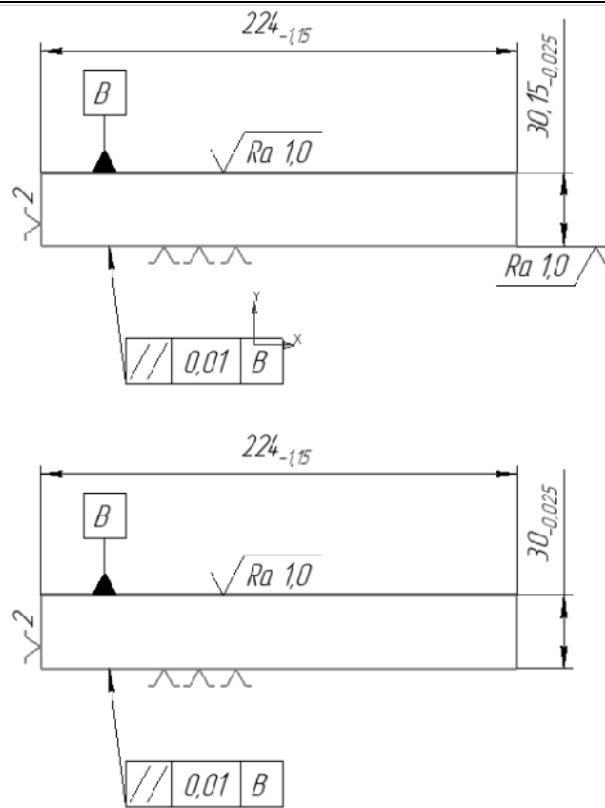
040 Свердлильна
 А. Встановити
 заготівлю в кондуктор
 на поворотний стіл.
 Бази: опорна поверхня
 та лівий торець.

1. Свердлити 4
 наскрізні отвори
 $\varnothing 7^{+0,36}$ мм,
 втримуючи розміри
 $1,7 \times 45^\circ$ мм,
 $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм,
 $50^\circ \pm 2'$.
2. Свердлити 2
 наскрізні отвори
 $\varnothing 8^{+0,015}$ мм,
 втримуючи розміри
 $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм,
 $22^\circ \pm 2'$.
3. Свердлити 4
 наскрізні отвори
 $\varnothing 8,5^{+0,36}$ мм,
 втримуючи розміри
 $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм, $45^\circ \pm 2'$.
4. Цекувати 4 отвори
 $\varnothing 13,5^{+0,43}$ мм,

витримуючи розмір $8,5 \pm 0,18$ мм.
 5. Нарізати різьблення М8 в чотирьох отворах $\varnothing 7^{+0,36}$ мітчиком.



045 Свердлильна
 А. Встановити заготівлю на плиті з циліндричним та зрізаним пальцями на поворотний стіл.
 Бази: опорна поверхня та лівий торець.
 1. Свердлити 6 наскрізних отворів $\varnothing 3,5^{+0,3}$ мм, витримуючи розміри згідно ескізу.



050 Шліфувальна

А. Встановити заготовлю в лещата. Бази: опорна поверхня, лівий торець.

1. Шліфувати поверхню згідно ескізу.

Б. Перевстановити заготовлю в лещатах. Бази: опорна поверхня, лівий торець.

2. Шліфувати поверхню згідно ескізу.

055 Промивна

1. Промити деталь за типовим техпроцесом ТТП 01279–00001.

060 Консервація

1. Консервувати деталь за типовим техпроцесом ТТП 60270–00001, варіант 2.

2.4 Розрахунок припусків на обробку

Таблиця 2.3 – Розрахунок припусків на обробку для 3 вибраних розмірів

Технологічні переходи обробки поверхні	Складові мінімальні припуску на обробку				Розрахунковий мінімальний припуск $2Z_{\min}$	Прийнятий технологічний виконавчий розмір $d_{\text{пр}}$, мм	Допуск T_d , мкм	Граничний розмір, мм	
	$R_{z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ	ε				d_{\min}/l_{\min}	d_{\max}/l_{\max}
Отвір $\varnothing 54^{+0,74}$									
Заготівля відрізка заготівлі листа (h14)	–	80	150	250	–	126h16	1000	125,5	126,5
Чорнове	–	40	60	90	100	580	250	30,05	30,3

Технологічні переходи обробки поверхні	Складові мінімальні припуску на обробку				Розрахунковий мінімальний припуск $2Z_{\min}$	Прийнятий технологічний виконавчий розмір $d_{\text{пр}}$, мм	Допуск T_d , мкм	Граничний розмір, мм	
	$R_{z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ	ε				d_{\min}/l_{\min}	d_{\max}/l_{\max}
фрезерування (h14)									
Чистове фрезерування для отримання отворе (h14)	10	40	45	60	310	$\varnothing 54^{+0,74}$	740	54	54,74
Гвинтовий отвір $\varnothing 13,5^{+0,43}$									
Заготівля – відрізка заготівлі з листа (h14)	80	150	250	–	–	126h16	1000	125,5	126,5
Чорнове фрезерування (h14)	40	60	90	100	580	30,3h14	250	30,05	30,3
Свердління отвору (h14)	25	60	90	5	360	$\varnothing 8,5h14$	360	8,5	8,86
Отримання отвору цекуванням (h14)	12,5	40	45	5	205	$\varnothing 13,5^{+0,43}$	430	13,5	13,93
Довжина виробу $224 \pm 0,575$									
Заготівля (h16)	100	150	250	–	–	1500h16	10000	1500	1510
Відрізна (h16)	80	150	250	500	1960	$224^{+0,575}_{-0,575}$	1150	223,42	224,57

При односторонній обробці (для поверхонь не тіл обертання):

$$Z_{\min_i} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \Delta_{\varepsilon_{i-1}} + \varepsilon_i,$$

де $2Z_{\min_i}$ – мінімальний припуск для даної операції;

$R_{z_{i-1}}$ – шорсткість поверхні після попередньої операції;

h_{i-1} – глибина дефектного шару після попередньої операції;

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		23

$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$ – сума похибок форми та розташування поверхонь заготовки після попередньої операції;

ε_i – похибка встановлення та закріплення перед даною операцією.

2.5 Уточнення технологічних баз та схеми закріплення заготовки

Операція 010 “Абразивно–відрізна”: закріплення на площині установки, бази: лівий торець та опорна поверхня.

Операція 020 “Фрезерна”: закріплення в лещатах, бази: торець та опорна поверхня.

Операція 030 “Координатно–розточувальна”: закріплення на поворотному столі з допомогою Т–подібних болтів, бази: торці та опорна поверхня.

Операція 035 “Фрезерна з ЧПУ”: закріплення на плиті з двома отворами, в які вставляються спеціальні циліндричний та зрізаний пальці; бази: два отвори та опорна поверхня.

Операція 040 “Свердлильна”: закріплення на поворотному столі, на який встановлюється спеціальний пристрій; бази: два отвори та опорна поверхня.

Операція 045 “Свердлильна”: закріплення на поворотному столі за допомогою Т–подібних болтів на плиті з двома отворами, в які вставляються спеціальні циліндричний та зрізаний пальці; бази: два отвори та опорна поверхня.

Операція 050 “Шліфувальна”: закріплення в лещатах, бази: лівий торець та опорна поверхня.

2.6 Уточнення змісту переходів

Операція 010 “Абразивно–відрізна”:

Відрізати заготовку за контуром, витримуючи розміри $224_{-0,15}$ мм; $2 \pm 0,5$ мм; $2 \pm 0,5$ мм; 126_{-1} мм; $R34 \pm 0,5$ мм; $R20 \pm 0,5$ мм; $19^\circ 49' \pm 1^\circ$ – 2 проходи.

Операція 020 “Фрезерна”:

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		24

Фрезерувати заготовку, витримуючи розмір $31,2_{-0,25}$ мм – 1 прохід;

Фрезерувати заготовку, витримуючи розмір $30,3_{-0,25}$ мм – 1 прохід.

Операція 030 “Координатно–розточувальна”:

1. Центрувати, витримуючи розміри $156 \pm 0,005$ мм; $19^\circ 49'$; $63 \pm 0,1$ мм, $100,26_{-0,01}$ мм – 1 прохід на кожен отвір.

2. Розточити отвори $\varnothing 36_{-0,015}$ розточувальним різцем, витримуючи розміри – $156 \pm 0,005$ мм; $19^\circ 49'$; $63 \pm 0,1$ мм, $100,26_{-0,1}$ мм – 5 проходів на кожен отвір.

Операція 035 “Фрезерна з ЧПУ”:

Фрезерувати глухий отвір $\varnothing 54^{+0,74}$, витримуючи розмір $15_{-0,43}$ мм – 1 прохід.

Операція 040 “Свердлильна”:

1. Свердлити 4 наскрізні отвори $\varnothing 7^{+0,36}$ мм, витримуючи розміри $1,7 \times 45^\circ$ мм, $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм, $50^\circ \pm 2'$ – 1 прохід на кожен отвір.

2. Свердлити 4 наскрізні отвори $\varnothing 8,5^{+0,36}$ мм, витримуючи розміри $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм, $45^\circ \pm 2'$ – 1 прохід на кожен отвір.

3. Свердлити 2 наскрізні отвори $\varnothing 8^{+0,015}$ мм, витримуючи розміри $\varnothing 75 \pm 0,015$ мм, $22^\circ \pm 2'$ – 1 прохід на кожен отвір.

4. Цікувати 4 отвори $\varnothing 13,5^{+0,43}$ мм, витримуючи розмір $8,5 \pm 0,18$ мм – 1 прохід на кожен отвір.

5. Нарізати різьблення М8 у чотирьох отворах $\varnothing 7^{+0,36}$ мітчиком – 1 прохід на кожен отвір.

Операція 045 “Свердлильна”:

Свердлити 6 наскрізних отворів $\varnothing 3,5^{+0,3}$, витримуючи розміри $15,2 \pm 0,1$ мм; $7,6 \pm 0,1$ мм; $2,2 \pm 0,1$ мм; $2,92 \pm 0,1$ мм; $3,5 \pm 0,1$ мм; $9,3 \pm 0,1$ мм; $18,6 \pm 0,1$ мм – 1 прохід на кожний отвір.

Операція 050 “Шліфувальна”:

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		25

Шліфувати зовнішню поверхню розміром $30,15_{-0,025}$ мм на довжину $224_{-1,15}$ мм – 6 проходів.

Шліфувати зовнішню поверхню розміром $30_{-0,025}$ мм на довжину $224_{-1,15}$ мм – 6 проходів.

2.7 Вибір засобів технологічного оснащення

Таблиця 2.4 – Підбір обладнання та оснащення

Операція	Обладнання	Пристосування
005 Заготівельна	–	–
010 Абразивно–відрізна	Установка для гідроабразивного різання DeKart W2030L	–
015 Галтівка	Відцентрова галтувальна установка Ротор 20	–
020 Фрезерна	Фрезерний верстат ФП–17	Лещата 7200–0217 ДСТУ ГОСТ 16518:96
025 Слюсарна	Верстат слюсарний ДСТУ 58863:2020	
030 Координатно–розточувальна	Координатно–розточувальний верстат 2450	Стіл 7204–0023 В ДСТУ 16936:2001. Болт 7002–2461 ДСТУ 13152:2007
035 Фрезерна з ЧПУ	Фрезерний верстат ФП–17	Оснащення у вигляді спеціальних циліндричного та зрізаного пальців на плиті
040 Свердлильна	Верстат радіально–	Спеціальний пристрій

Операція	Обладнання	Пристосування
	свердлильний 2А576	Стіл 7204–0023 В ДСТУ 16936:2001. Болт 7002–2461 ДСТУ 13152:2007
045 Свердлильна	Верстат радіально– свердлильний 2А576	Оснащення у вигляді спеціальних циліндричного та зрізаного пальців на плиті. Стіл 7204–0023 В ДСТУ 16936:2001. Болт 7002–2461 ДСТУ 13152:2007
050 Шліфувальна	Плоскошліфувальний верстат 3Л722В	Лещата 7200–0217 ДСТУ ГОСТ 16518:96
055 Промивна	Промивна ванна	–
060 Консервація	–	–

Таблиця 2.5 – Підбір інструментів для операцій

Операція	Інструмент		
	Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
005 Заготівельна	–	–	Лінійка 3000 ДСТУ ГОСТ 427:2009 ШЦ–ІІ–125–0,05 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2018
010 Абразивно– відрізна	Гранатовий пісок Р-Гарнет 0,1 мм ДСТУ Б В.2.7-32-95	–	ШЦ–ІІ–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2018 Лінійка 300

			ДСТУ ГОСТ 427:2009 Зразки шорсткості $\sqrt{Ra\ 3,2}$
015 Галтівка	Наповнювач для галтування BALL SFP Ф2 ПОРЦЕЛАН КУЛЯ ДСТУ 2419-94	Компаунд ОТЕС SC 13 для галтувань шліфувальний ISO 8486-1,2:1996 (E),	–
020 Фрезерна	Фреза торцева 2214-0005/001 T5K10 60 ° ДСТУ ISO 240:2015	Хвостовик 1–50 ДСТУ ISO 258:2003	ШЦ–II–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Зразки шорсткості $\sqrt{Ra\ 3,2}$
025 Слюсарна	Напильник 2820–0028 ДСТУ EN ISO 28927-8:2015	–	–
030 Координатно–розточувальна	Свердло центрувальне Ø10 Свердло 2317–0112 P6M5 ДСТУ ISO 866:2018 Різець розточувальний 12×12 Різець 2141–0204 T15K6 ДСТУ18877:2008	Цанга 7010–0031 ДСТУ 4047-2001	ШЦ–II–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Мікроскоп БМІ–1 ДСТУ ГОСТ 8.593:2012. Зразки шорсткості $\sqrt{Ra\ 3,2}$
035 Фрезерна з ЧПУ	Фреза кінцева Ø50 ДСТУ16225:2008 T15K6	Хвостовик 2–50 ДСТУ 25827:2003	ШЦ–II–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 ШГ–160–01 ДСТУ ГОСТ 162:2009 Зразки шорсткості

			$\sqrt{Ra\ 3,2}$
040 Свердлильна	Свердло спіральне Ø7 Свердло 2300–0187– B1 DIN 338 ДСТУ 10902–2007 P6M5 Свердло спіральне Ø8 Свердло 2300–0195–B1 DIN 338 ДСТУ 10902–2007 P6M5 Свердло спіральне Ø8,5 Свердло 2300– 0200M–B1 DIN 338 ДСТУ 10902–2007 P6M5 Цековка Ø13,5 Цеківка 2350–0678 ДСТУ 26258–2007 P6M5 Мітчик машинний для різьблення M8 2621–1219 ДСТУ EN ISO 11148- 3:2014 P6M5	Цанга 7010–0031 ДСТУ 4047-2001	ШЦ–II–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2018 Калібр–корок різьбовий, M8×1 ДСТУ 2234-93 Зразки шорсткості $\sqrt{Ra\ 3,2}$
045 Свердлильна	Свердло спіральне Ø3,5	Цанга 7010–0031 ДСТУ 4047-2000	ШЦ–II–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385-

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		29

	Свердло 2300–7533– В1 ДСТУ 10902–2007 Р6М5		1:2018 Мікроскоп БМІ–1 ДСТУ 8074:2002. Зразки шорсткості $\sqrt{Ra} 3,2$
050 Шліфувальна	Шліф. коло Ø500: 1 500×20×203 ДСТУ ISO 603-4:2019	–	ШЦ–П–300–0,05 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2018 Профілометрпрофілограф Talysurf Model 120 stylus profiler. Зразки шорсткості $\sqrt{Ra} 1,00$
055 Промивна	Розчин згідно ТТП 01279–00001	–	–
060 Консервація	Консервувати згідно з ТТП 60270– 00001, варіант 2	–	–

2.8 Розрахунок режимів різання

1. Розрахуємо режими різання для операції 020 Фрезерна.

Фреза торцева Ø160, 10 зубів.

Матеріал інструменту Т5К10.

$t = 1$ мм; $B = 126$ мм.

1. Визначимо подачу на зуб:

$S_z = 0,15$ мм/зуб [1, С. 283, табл. 33]

2. Швидкість різання (окружна швидкість фрези):

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		30

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

Значення періоду стійкості для фрез торцевих при діаметрі фрези 160 мм [1, С. 290, табл. 40]:

$$T = 180 \text{ хв.}$$

Значення коефіцієнта C_v та показників ступенів m , x , y , u , p , q визначимо згідно з [1, С. 269–270, табл. 39]:

$$C_v = 332; x = 0,1; y = 0,4; q = 0,2; u = 0,2; p = 0; m = 0,2.$$

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}.$$

Коефіцієнт K_v є добутком трьох коефіцієнтів, які враховують вплив матеріалу заготовлі (mv), стан поверхні (nv), матеріалу інструменту (iv).

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{590} \right)^{0,9} = 1,24 [1, \text{С. 262, табл. 2}]$$

$$K_{iv} = 0,65; \text{ визначається згідно з [1, С. 263, табл. 6]}$$

$$K_{nv} = 1 \text{ (без кірки), визначається згідно з [1, С. 263, табл. 5]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,81$$

$$v = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 12^{0,2} \cdot 14^0} \cdot 0,81 \approx 213,25 \text{ м/хв.}$$

2. Визначення числа оборотів шпинделя

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		31

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{\phi p}} = \frac{1000 \cdot 213,25}{160 \cdot \pi} = 425 \text{ об/хв.}$$

3. Визначення хвилинної подачі

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 425 = 637,5 \text{ мм/хв.}$$

5. Розрахунок сил різання

Головна складова сили різання при фрезеруванні – окружна сила

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{TP}$$

Значення коефіцієнта C_p та показників ступенів визначимо згідно [1, С. 291, табл. 41]:

$$C_p = 825; x = 1; y = 0,75; q = 1,3; u = 1,1; w = 0,2.$$

Поправочний коефіцієнт на якість матеріалу, що обробляється K_{TP}

$$K_{TP} = 1$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 126^{1,1} \cdot 10}{16^{1,3} \cdot 425^{0,2}} \cdot 1 = 1651,57 \text{ Н.}$$

6. Розрахунок крутного моменту на шпинделі та ефективної потужності різання:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{1651,57 \cdot 160}{200} = 1321,3 \text{ Н·м}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1651,57 \cdot 213,25}{1020 \cdot 60} = 5,75 \text{ кВт.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		32

7. Розрахуємо режими різання для операції 030 Координатно-розточувальна.

Для розрахунків буде використано “Довідник технолога–машинобудівника”, том 2.

Матеріал різального інструменту Р6М5.

Свердло центрувальне $\varnothing 10$.

Різець розточувальний 12×12.

2.9 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК

На наступному етапі дипломної роботи була проведена розробка програми для оброблення пластини на фрезерному верстаті з ЧПК HAAS VF-1. Для створення програми оброблення використовувався програмний продукт CAM Esprit, що дозволяє працювати з G-кодом.

При створенні програми для токарного оброблення було виконано наступні операції:

1. Створено 3D модель у SolidWorks та завантажено у середовище Esprit

					ДП.ПІМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		33

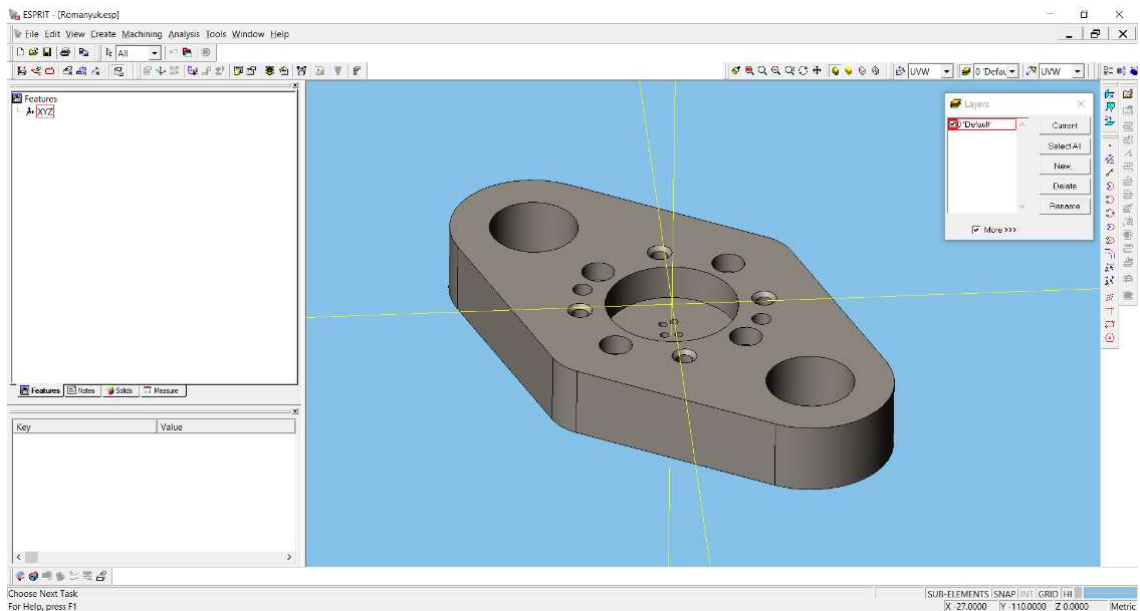


Рисунок 2.1 – 3D модель пластини у середовищі Esprit

2. Створено заготовку деталі пластини

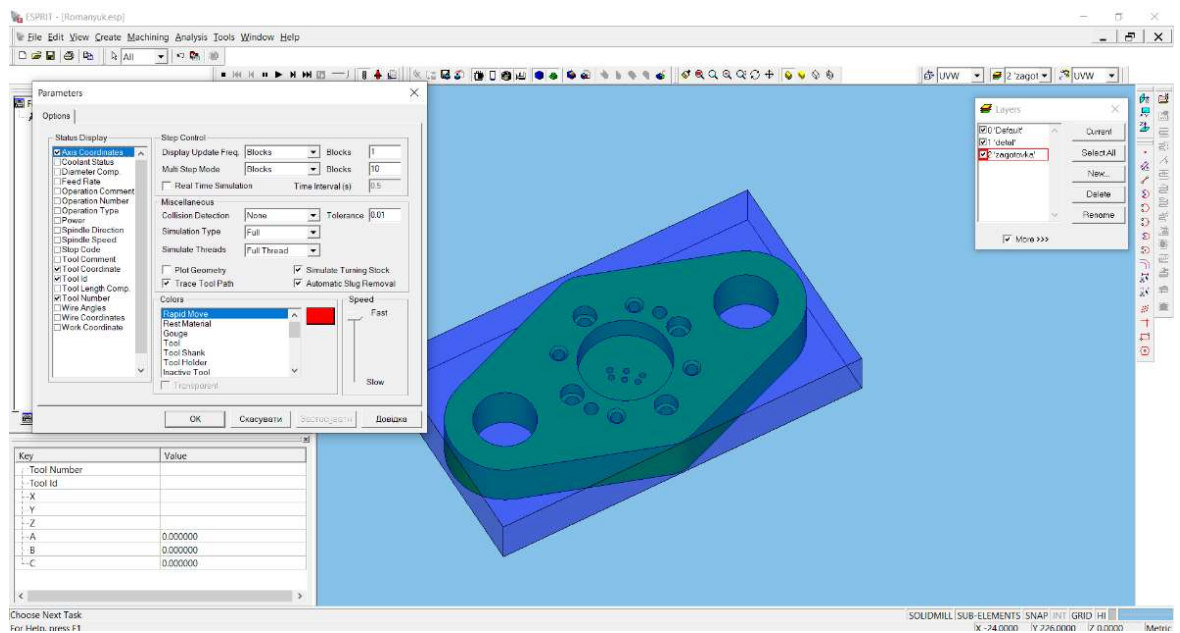


Рисунок 2.2 – Створення заготовки деталі кришка у САМ Esprit

3. Виконано розпізнання елементів профілю деталі пластини рис 2.3.

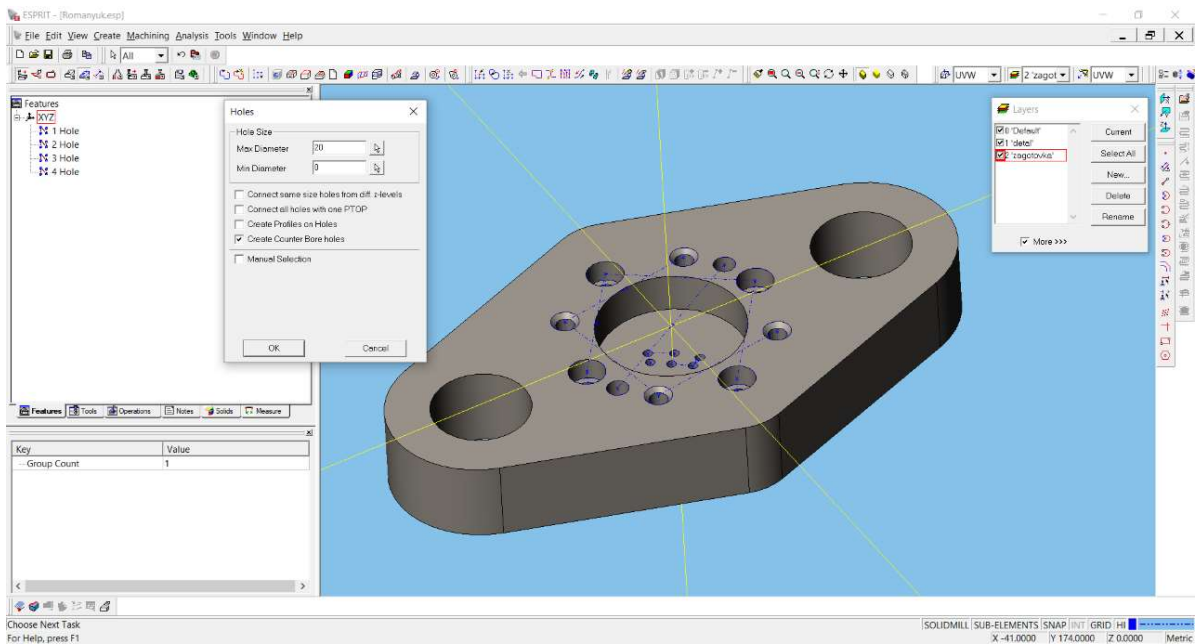


Рисунок 2.3 – Розпізнання у САМ Esprit елементів профілю деталі кришка

4. Вибрано вид оброблення – «оброблення отворів» (рис. 2.4).

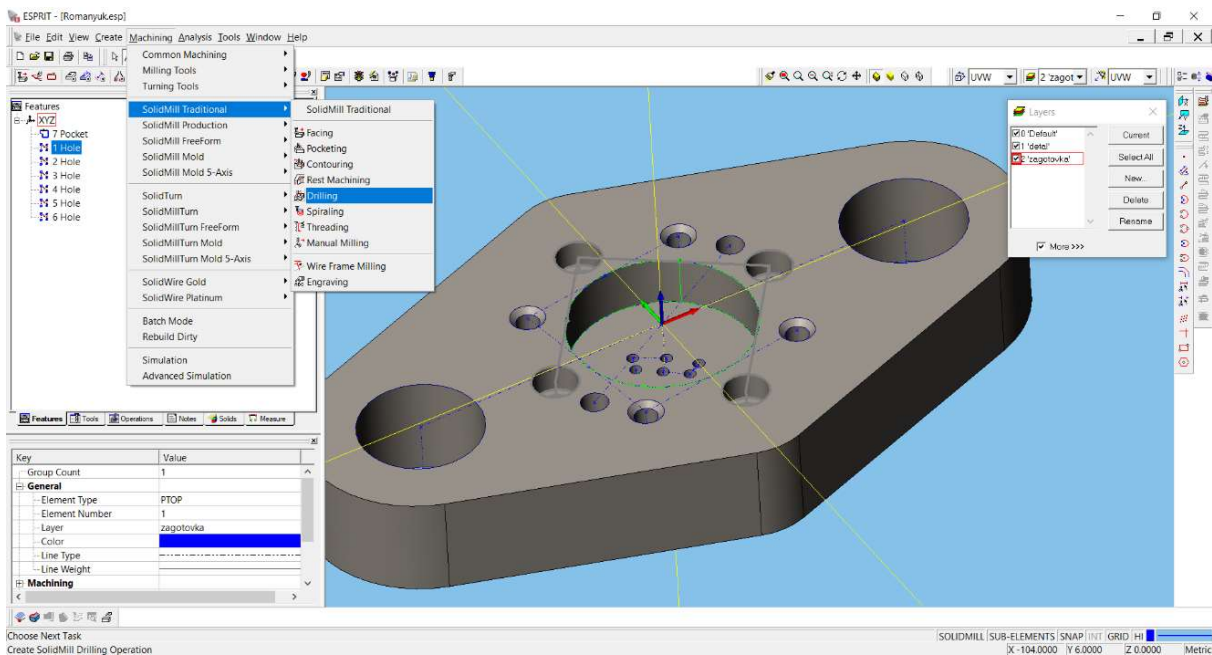


Рисунок 2.4 – Вибір виду оброблення деталі кришка

5. Вибрано металообробний інструмент та його параметри (рис. 2.5).

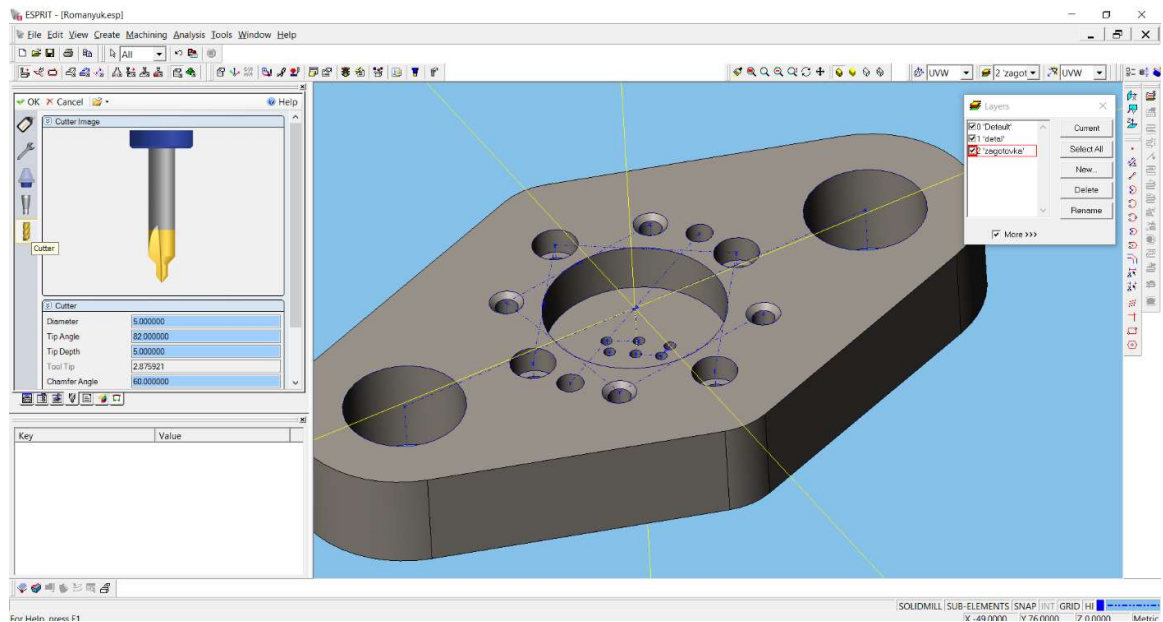


Рисунок 2.5 – Вибір ріжучого інструменту

6. Вибрано режими різання (рис 2.6).

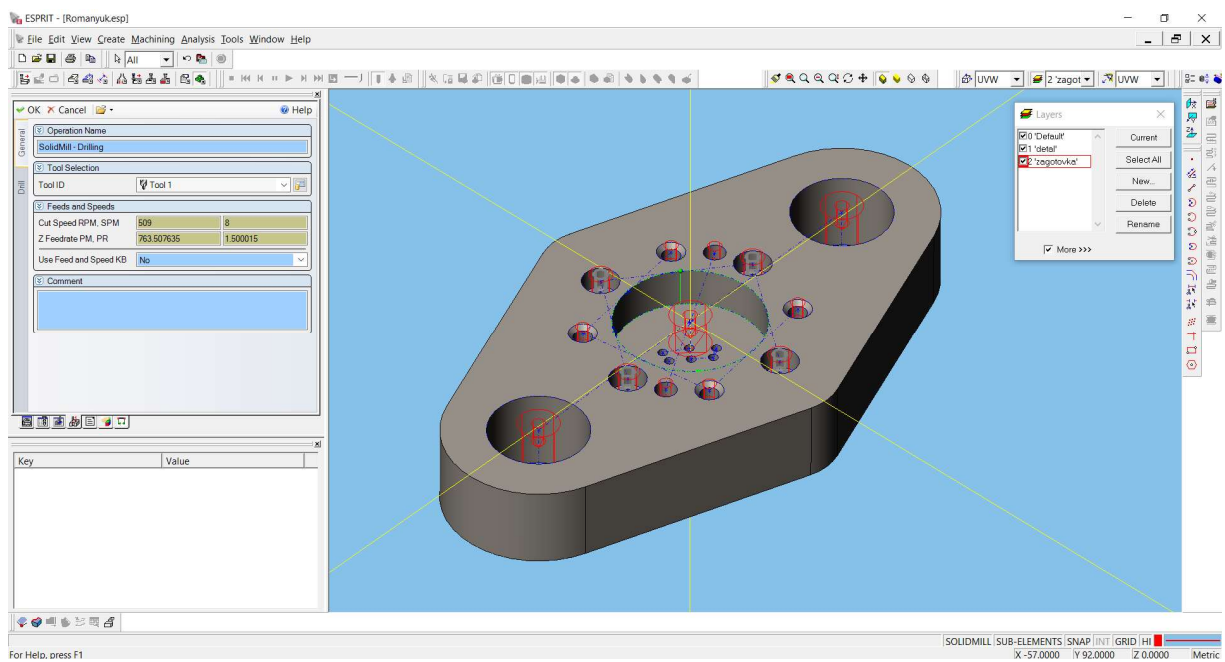


Рисунок 2.6 – Вибір режимів оброблення

7. Згенеровано траєкторію руху металорізального інструменту при обробленні корпусу (рис. 2.7).

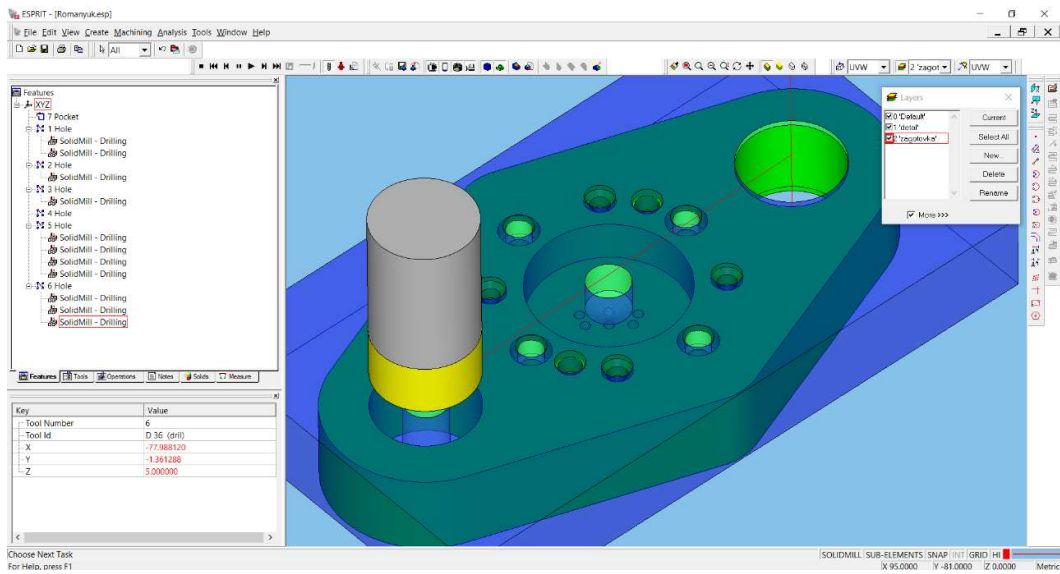


Рисунок 2.7– Траекторія руху металорізального інструменту при обробленні кришки

- Виконано автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодї для оброблення на фрезерному верстатї з ЧПК HAAS VF-1 за допомогою постпроцесора (рис 2.8).

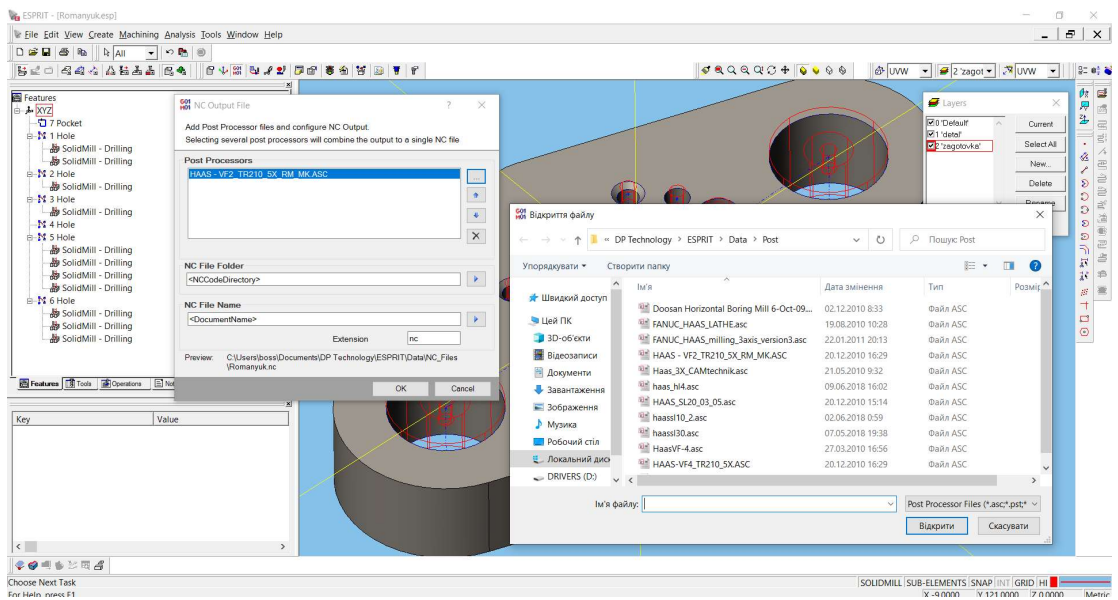


Рисунок 2.8 – Автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодї

```
ESPRIT NC Editor
File Edit View Tools Window Help
Project Ma... X
C:\Users\...
Romanyuk.Lnc
01
(25.05.2024 21:48:55)
(Achtung G126= Position Wk Wechsel)
(Bitte Fruefen ob Position OK ist)
(Wechselposition Anfahren)
(-----)
G49 G126 G00 Z0.
(-----)
M1 T1 M04
M2 G00 G50 G54 G40
M3 S500 M03
M4 G43 H1 D1
M5 Z-37.135 Y-6.219 A0. B0. M08
M7 Z5.
M8 X-37.135 Y-6.219
M9 G01 Z-7.876 B5. F764.
M10 X-6.219 Y37.135 A0.
M11 X37.135 Y-6.219 A0.
M12 X5.219 Y-37.135 A0.
M13 G80
M14 G00 X32.495 Y10.717
M14 Z5.
M16 G01 Z-7.876 B5. F764.
M17 X-32.495 Y-10.717 A0.
M18 G80
M19 G00 X22.568 Y29.949
M20 Z5.
M21 G01 Z-7.876 B5. F764.
M22 X-29.949 Y22.568 A0.
M23 X-22.568 Y-29.949 A0.
M24 X29.949 Y-22.568 A0.
M25 G80
M26 G00 X0 Y0
M27 Z5.
M28 G01 Z-7.876 B5. F764.
M29 G80
M30 G00 X77.988 Y1.361
M31 Z5.
M32 G01 Z-7.876 B5. F764.
Ln1 Col1 25.05.2024 21:49
```

Рисунок 2.9 – Скрін програми

Код керуючої програми наведено у додатках.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Спеціальне механізоване оснащення

Спеціальне оснащення – це інструменти та обладнання, які спеціально розроблені та виготовлені для виконання конкретних завдань у виробничий процес. Вони можуть бути використані для обробки матеріалів, збирання виробів, контролю якості тощо.

У цьому дипломному проєкті одним із завдань перед виконавцем стояла розробка спеціального пристосування, яке буде використовуватися хоча б в одній із операцій технологічного процесу. Як такий пристрій для операції 040 “Свердлильна” було розроблено свердлильний пристрій (кондуктор). Цей пристрій використовується для забезпечення точності та стійкості свердла в процесі свердління. Він допомагає правильно спрямувати свердло і утримувати його в потрібному положенні, що дозволяє отримати якісніші параметри отворів. Даний пристрій забезпечує необхідне закріплення деталі, а також створює можливість зміни заготовки шляхом обертання рукоятки.

Даний пристрій закріплюється на поворотному столі за допомогою шпонки та трьох Т-подібних болтів, що просуваються в пази. Деталь закріплюється на пристосуванні за допомогою циліндричного та зрізаного пальців. Обертання рукоятки у свою чергу обертає вал–шестерню, яка знаходиться в зачепленні із штоком–рейкою. Обертаючи рукоятку, верхня частина пристрою (кондуктор) піднімається або опускається, притискаючи або віджимаючи деталь. Верхня частина пристосування має 10 отворів та кондукторні втулки. Обертаючи поворотний стіл, отвір кондуктора підводиться до шпинделя верстата для подальшого просвердлювання отворів.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		39

3.2 Розрахунок зусиль затиску заготовки у пристосуванні

Виріб тримається в рівновазі через два фактори: 1) сил, що виникають у результаті обробки; 2) сил затиску в пристосуванні та реакцій опор. Враховуватимуться в розрахунку лише сили різання для операції, на якій цей пристрій використовується, а іншими силами можна знехтувати.

Показник сили затискача спирається на баланс усіх згаданих раніше сил, при цьому базові поверхні повинні контактувати з циліндричним і зрізаним пальцем, а рух деталі під час обробки має бути виключено. Розрахунок варто проводити виходячи з міркувань, що величина сили затиску в точці докладання сил має бути найбільшою. При розрахунку також враховується поправочний коефіцієнт.

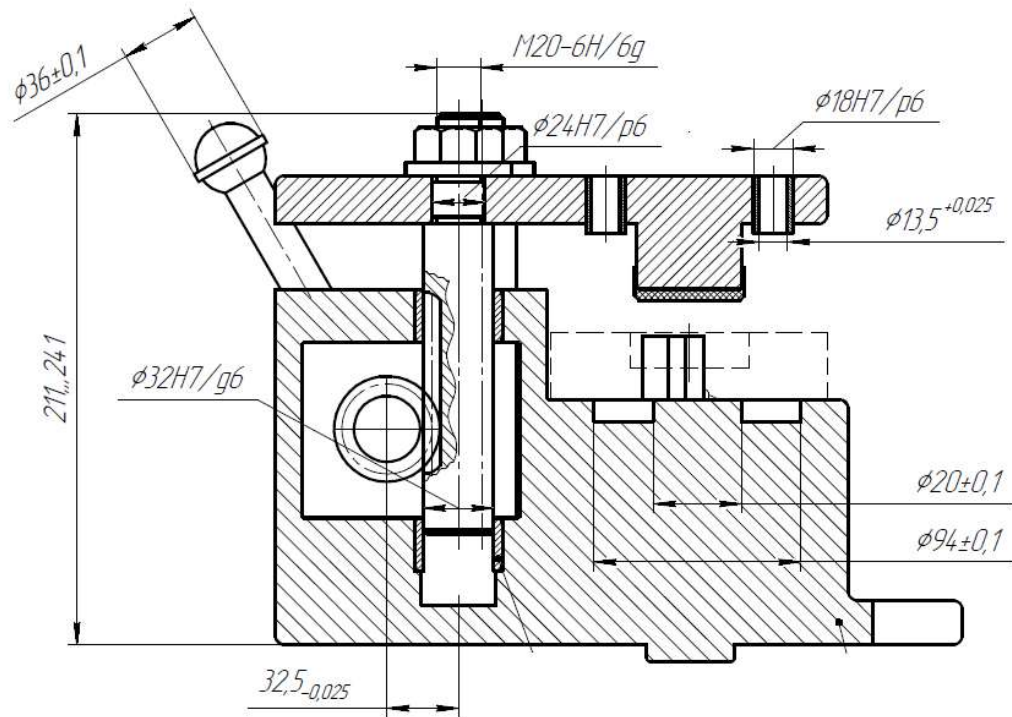


Рисунок 3.1 – Схема пристосування

При свердлінні:

$$W = \frac{K \cdot M_k^n}{\frac{1}{3} f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

де $K = 1,5$, загальний коефіцієнт запасу; $n = 1$ – кількість свердел;

$M_k = 14,93 \text{ Н·м} = 1522,44 \text{ кгс·мм}$ – крутний момент на свердлі;

$f = 0,25$ – коефіцієнт тертя;

$D = 224 \text{ мм}$ – довжина виробу;

$d = 156 \text{ мм}$ – відстань між центрами пальців.

$$W = \frac{1,5 \cdot 1522,44}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{224^3 - 156^3}{224^2 - 156^2}} = 95,14 \text{ кгс} \approx 933 \text{ Н.}$$

3.3 Розрахунок пристосування на точність

У цьому розділі буде визначено похибку міжцентрового відстані між отворами, які будуть отримані в результаті виконання цієї операції (040 “Свердлильна”). Міжцентрове відстань $L_{\text{вир}} = 75 \pm 0,015$ (діаметр кола осей).

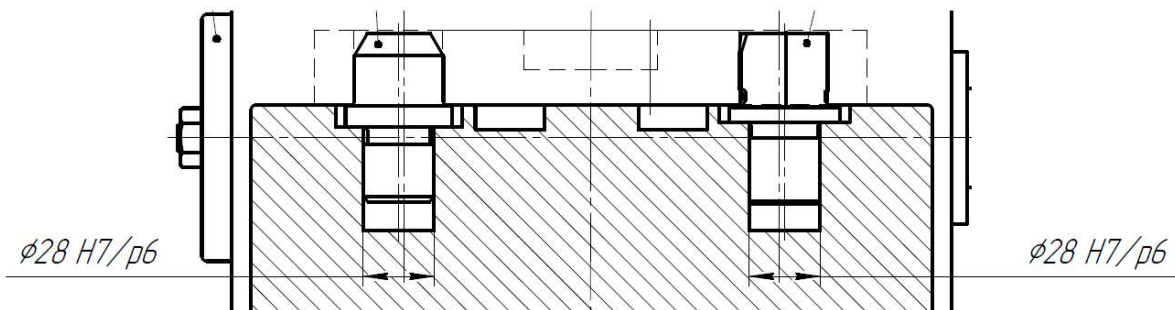


Рисунок 3.2 – Закріплення деталі на пристрої

Загальна розрахункова формула:

$$\delta_{L2g} = \sqrt{\delta_{L2k}^2 + 2 \cdot \varepsilon_{n1}^2 + S_b^2 + 2 \cdot e^2 + 2 \cdot X^2 + \varepsilon_{вим}^2},$$

де δ_{L2g} – відхилення під кондукторні втулки; $\delta_{L2k} = 0,003$ мм,

ε_{n1} – допуск перпендикулярності осі отворів кондукторних втулок щодо опорної площини кондуктора. Визначим $\varepsilon_{n1} = 0,002$ мм;

S_b – зазор між кондукторною втулкою та посадковим отвором.

Виберемо стандартну постійну кондукторну втулку, посадка $\emptyset 18 \frac{H17}{p6} \left(\begin{array}{c} +0,021 \\ 0 \\ -0,015 \\ -0,026 \end{array} \right)$,

висота $H = 26$ мм. Тоді

$$S_g = D_{вн} - D_{см},$$

де $D_{вн}$ – найбільший діаметр отвору під втулку, мм;

$D_{см}$ – найменший зовнішній діаметр втулки, мм.

Визначимо значення: $D_{вн} = 18,021$ мм, $D_{см} = 17,974$ мм.

Значення зазору: $S_g = 18,021 - 17,974 = 0,047$.

e – ексцентриситет кондукторної втулки;

$e = 0,005$ мм.

X – зміщення осі отвору, що отримується на операції, через відхилення осі інструменту щодо осі втулки, визначається за формулою:

$$X = S_{zn} \cdot \left(\frac{l+h}{H} + \frac{1}{2} \right),$$

де S_{zn} – найбільший зазор між інструментом та втулкою, враховуючи зношування.

Граничні відхилення діаметрів свердла, втулки та допуск на знос:

Відхилення діаметра свердла загального призначення становитиме: $\left(\begin{array}{c} 0 \\ -0,043 \end{array} \right)$.

Відхилення отвору втулки для такого свердла $\left(\begin{array}{c} +0,043 \\ +0,016 \end{array} \right)$.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

Допуск на знос кондукторної втулки – 0,025 мм.

$$S_{зн} = 0,043 - 0,043 + 0,025 = 0,025 \text{ мм};$$

l – глибина обробки згідно з кресленням, мм; $l = 30$ мм.

h – виліт інструменту, $h = (0,3 - 1)d$, де d – діаметр отвору втулки. Матеріалом деталі є Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015. Звідси:

$$h = (0,5 - 1)d = 0,5 \cdot 14 = 7 \text{ мм.}$$

Зміщення отвору через перекося осі інструменту складала:

$$X = 0,025 \cdot \left(\frac{30+7}{26} + 0,5 \right) = 0,048 \text{ мм.}$$

Отримане значення $X = 0,048$ мм вже більше за необхідне значення відхилення 0,03 мм. Зробимо перерахунок, але візьмемо свердла та втулки точного виконання, прийнявши висоту втулки кондукторної H рівної 30 мм.

$$S_{зн} = 0,01 \text{ мм.}$$

Підставимо значення у формулу:

$$X = 0,01 \cdot \left(\frac{30+7}{40} + 0,5 \right) = 0,01 \text{ мм.}$$

Приймемо похибку при вимірюванні рівної: $\varepsilon_{вим} = 0,001$ мм.

Похибка міжцентрової відстані між отворами, які будуть отримані в результаті виконання цієї операції:

$$\delta_{L2k} \sqrt{0,003^2 + 2 \cdot 0,002^2 + 0,047^2 + 2 \cdot 0,005^2 + 2 \cdot 0,01^2 + 0,001^2} = 0,005 \text{ мм.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

Отримане значення менше необхідного ($0,005 \text{ мм} < 0,03 \text{ мм}$), із чого можна зробити висновок, що в результаті вибору свердла та втулки точного виконання можна домогтися при необхідній точності під час використання спеціального пристрою.

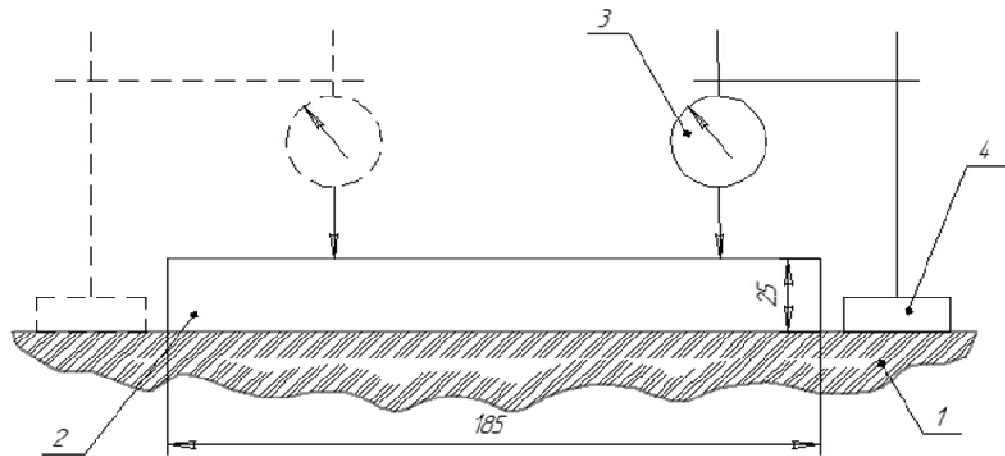


Рисунок 3.3 – Контрольно-вимірювальний пристрій

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз виявлених небезпечних факторів проектованого виробничого середовища

4.1.1 Механічні небезпеки

До механічних небезпек відносять: рухомі механізми та їх частини, вироби, що пересуваються, заготовки, матеріали; розташування робочого місця на значній висоті; підвищена запиленість повітря; стружка від обробки деталей. Слабке та ненадійне кріплення інструменту (фрези, різця, свердла) на верстаті може стати причиною травм робітника. Можливе падіння заготовки/деталі під час встановлення та зняття зі верстата, що може призвести до забиття або перелому. Процес різання супроводжується пиловиділенням, при обробці магнію. Також у процесі різання випаровується МОР (мастило-охолоджувальна рідина), яка використовується на верстатах.

Коллективні засоби захисту реалізуються при механізації та автоматизації виробничих процесів; використання роботів та маніпуляторів, дистанційне управління обладнанням; визначення розмірів небезпечної зони; застосування огорож, блокувань, світлової та звукової сигналізації.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) спеціальний одяг, взуття, захисні каски, маски [14].

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

4.1.2 Електронезбезпека

Основними причинами впливу струму на людину є: випадкові проникнення або наближення на небезпечну відстань до струмопровідних частин; поява напруги на металічних частинах обладнання в результаті ушкодження ізоляції, помилково подана напруга на робоче місце; відсутність заземлення, замикання в результаті аварії. Безпечні номінали: $I < 0.1 \text{ А}$; $U < 36$; $R_{\text{заземл}} < 4 \text{ Ом}$.

Електроустановки поділяють за напругою: з напругою до 1000 В (приміщення без підвищеної небезпеки) до 1000 В з присутністю агресивного середовища (приміщення з підвищеною небезпекою) та понад 1000 В (приміщення особливо небезпечні).

Відносно небезпеки ураження людей електричним струмом виробниче приміщення (механічний цех) відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою, так як характеризується наявністю струмопровідного пилу і струмопровідної залізобетонної підлоги, також є можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій, технологічних апаратів, що мають з'єднання з землею, з однією сторони, і до металевих корпусів електроустаткування - з іншого).

Проблема струмопровідної підлоги вирішується обладнанням робочих місць дерев'яними плитами (решітками). А струмопровідний пил усувається за допомогою пристроїв місцевої витяжної вентиляції.

Для захисту персоналу від вражаючої дії електричного струму застосовують спеціальні захисні засоби, які поділяються на:

- а) основні захисні засоби;
- б) додаткові захисні засоби;

В електроустановках напругою до 1000 В, використовуються ЗІЗ:

- електричні рукавички;
- інструмент із ізольованими рукоятками;
- покажчики напруги.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

Додатковими називаються такі захисні засоби, які власними силами не можуть при даній напрузі забезпечити безпеку від напруги струмом.

В електроустановках напругою до 1000 В:

- діелектричні калоші;
- діелектричні гумові килимки;
- ізолюючі підставки.

Основні та додаткові захисні засоби при всіх операціях повинні застосовуватися разом.

Засоби колективного захисту в механічному цеху від вражаючої дії струму:

1. Захисне заземлення.
2. Занулення.
3. Захисне вимкнення.
4. Захисні огорожі.
5. Роздільні трансформатори.

До засобів захисту від підвищеного рівня статичної електрики відносяться: заземлювальні пристрої; нейтралізатори; зволожувальні пристрої; антиелектростатичні речовини; екрануючі пристрої.

4.2 Пожежна безпека

Відповідно до «НПБ 105-03. Визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок з вибухопожежної та пожежної небезпеки» приміщення цеху №8 відноситься до категорії «В4», оскільки в цеху обробляється магній, що відноситься до вогненебезпечних речовин.

Питання забезпечення пожежної безпеки виробничих будівель та споруд мають велике значення та регламентуються спеціальними державними постановами та указами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

положення»

Джерела пожежної небезпеки у приміщенні механічного цеху - магній (сильно вогнебезпечний у вигляді порошку. Речовина може спонтанно спалахувати при контакті з іскрою в дрібнороздробленому стані. У вогні виділяє подразнюючі або токсичні пари (або гази)); Висока температура: перегрів обладнання у вогнебезпечній атмосфері; Вихід із ладу, наприклад, коротке замикання.

Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки. Засоби пожежогасіння

Засоби пожежогасіння поділяють на первинні, стаціонарні та пересувні (пожежний автомобіль).

До первинних засобів відносяться пересувні (понад 25 л) і ручні (до 10 л) вогнегасники, переносні вогнегасні установки, внутрішні пожежні крани, ящики з піском, азбестові покривала, протипожежні щити з набором інвентаря та ін. Для швидкої локалізації вогнищ займання служать ручні вогнегасники.

У виробничому приміщенні, де виготовляється деталь "Палець", розміщено електрообладнання, що знаходиться під напругою. Також виготовляються деталі з магнію. Для ліквідації займання застосовуються лише порошкові вогнегасники для гасіння металів (ОП-5) та вуглекислотні (ОУ-3) вогнегасники для гасіння загорянь в електроустановках [15].

Для швидкості сповіщення початку пожежі використовується система пожежної сигналізації.

Для запобігання виникненню пожеж:

- 1) Проводяться профілактичні заходи, інструктажі робітників.
- 2) У кожному цеху передбачено заходи евакуації: запасні виходи, пожежні проходи, плани евакуації.
- 3) Присутні засоби пожежогасіння.
- 4) У доступному місці висять інструкції щодо дій під час пожежі із зазначенням послідовності дій, а також плани евакуації з телефонами спецслужб.
- 5) Є звукова пожежна сигналізація.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

та ґрунтів для отримання фактичних рівнів забруднення навколишнього середовища [16].

Методи забезпечення екологічної безпеки

- удосконалення технологічних процесів та розробка нового обладнання з меншим рівнем негативного впливу на навколишнє середовище;

- заміна токсичних відходів на нетоксичні;

- залучення утворених відходів у вторинне виробництво;

- обмеження викидів промислового виробництва з подальшою утилізацією чи захороненням відходів;

- розробка та впровадження маловідходних технологій.

1. Металева стружка. Утворення виробничих відходів у вигляді металевої стружки передбачає утилізацію або вторинну переробку даного матеріалу. Зокрема, стружка – матеріал, придатний для подальшого застосування та переплавлення в сталеплавильних печах для отримання нового металу.

Загальний цикл утилізації стружки наступний: стружка по конвеєрній стрічці зі верстата потрапляє в цеховий бак приймання стружки, потім навантажувачем, на території підприємства, складається в спеціальних контейнерах, вони різняться по виду стружки – для кожного виду стружки окремий контейнер, як тільки контейнери заповнюються стружкою, їх вивозять на металопереробні підприємства та продають як вторсировину. Там стружка очищається від сторонніх включень (сміття, масла, МОР), шляхом прогонки через магнітні ковші та печі малої температури, брикетується і далі може бути доставлена на сталеливарні підприємства, де вона може бути переплавлена як сама по собі, так і додана в інші розплави у печах, з яких надалі виходять сталь для заготовок, що знову використовуються на виробництві.

2. МОР. Хімічна та фізична стійкість МОР дозволяє організувати їх циклічне використання з регулярним відновленням початкових властивостей. Воно полягає в механічному очищенні від твердих включень, нейтралізації окислювачів, знезараженні та біологічному очищенню.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для нашого підприємства рентабельніше утилізувати МОР на спеціальних заводах та фабриках. Відпрацьована МОР із баків верстатів відкачується насосами у спеціальні бочки для зберігання та транспортування агресивної рідини та доставляється навантажувачем на склад для зберігання, до заповнення всієї вільної тари. Далі її відвозять до компанії, що спеціалізується на переробці відпрацьованих спеціальних рідин.

3. Абразив, пил, масляний туман. Всі ці категорії відходів поєднуються однією загальною властивістю – перенесенням повітрям.

Для металообробного цеху характерне механічне видалення повітря із приміщення з надходженням повітря через вікна та двері.

Як правило, вентиляція для видалення повітря здійснюється осьовими вентиляторами, встановленими на даху або стіні цеху, і має вихідний рукав безпосередньо на вулицю, у навколишнє середовище.

Також існує метод, при якому до робочої зони верстата безпосередньо подається пересувний фільтрувальний агрегат. Завдяки такій схемі вдається виключити капітальні та експлуатаційні витрати для стаціонарних витяжних систем, гнучкіше налаштування видалення забруднення із зони верстата. Фільтри поділяються залежно від завдання утримання тих чи інших шкідливих речовин у повітрі:

Агрегати для уловлювання пилу. Призначені для видалення твердих сухих пилів (абразивних, металевих, неметалічних – графіт, скло тощо) за середнього розміру від 3 мкм і більше або від 0,3 мкм і більше.

Мета захисту атмосфери від шкідливих викидів зводиться до забезпечення концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони та приземному шарі атмосфери, рівних або менше ГДК (гранично допустима концентрація). Для дотримання ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених місць встановлюють гранично допустимий викид (ГДВ) шкідливих речовин із систем витяжної вентиляції, різних технологічних та енергетичних установок.

Відповідно до закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» підприємства, які впливають на довкілля та здоров'я

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

людини в обов'язковому порядку повинні мати санітарно-захисну зону (СЗЗ), яка призначена для: забезпечення зниження рівня впливу до необхідних гігієнічних нормативів за її межами; створення санітарно-захисного бар'єру між територією підприємства та територією житлової забудови; організації додаткових озелених площ, що забезпечують екранування, асиміляцію та фільтрацію забруднювачів атмосферного повітря та підвищення комфортності мікроклімату.

1.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Розглянемо НС техногенного характеру – несанкціоноване проникнення на робоче місце і НС природного характеру – сильні морози (належать до групи метеорологічних небезпечних явищ) [17].

1 Сильні морози.

Виробниче приміщення підприємства ТОВ «Новатор» – цех №8, знаходиться в Хмельницькому (помірний кліматичний пояс).

У зимовий період температура у м. Хмельницький може опускатися до -25°C . Сильні морози можуть призвести до аварій на електромережах, тепломережах, водоканали, транспорт.

На випадок відключення електроенергії на підприємстві передбачено резервну дизель-електричну установку із запасом палива. Для опалення виробничих площ використовують 2 газові котли, один котел знаходиться в резерві. Збитки від сильних морозів пов'язані також із переохолодженням, заморожуванням технічних об'єктів, руйнуванням систем опалення, при виникненні відключення теплопостачання в цеху підприємства є газові обігрівачі з каталізатором (дизельні станції, калорифери тощо), які можуть обігріти виробничі приміщення в сильні морози. щоб робота з виробництва не припинилася.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

На підприємстві власна насосна станція для забезпечення його водою. На випадок аварії передбачено резерв води, який дозволить підприємству безперебійно функціонувати кілька днів.

Транспорт, що обслуговує виробництво, цілий рік знаходиться і обслуговується в опалюваному ангарі. Усі перелічені заходи передбачені для безперебійного функціонування підприємства у разі НС.

2 Несанкціоноване проникнення робоче місце.

Для запобігання ймовірності здійснення диверсії підприємство обладнане системою відеоспостереження, цілодобовою охороною, пропускною системою, надійною системою зв'язку. Також передбачено розташування приміщень та обладнання у приміщеннях, системах охорони, сигналізаторах, їх місцях встановлення та кількості. На підприємстві створено службу цивільної оборони та надзвичайних ситуацій, здатну швидко та правильно реагувати на будь-які можливі НС на підприємстві.

Посадовці раз на півроку проводять тренування з відпрацювання дій у разі екстреної евакуації.

Висновки розділу: у ході виконання даного розділу були розглянуті питання: аналіз шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, забезпечення виробничої безпеки, екологічної безпеки та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях не лише актуальна для сучасної людини галузь знань, права та діяльності, а й дуже складна галузь, що включила в себе в теоретичному та практичному плані значну кількість різних дисциплін, правових норм та величезний досвід важкої та небезпечної роботи з протидії надзвичайним ситуаціям.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

Як висновок до дипломного проекту на тему “Технологія виготовлення деталі “Пластина нижня 1541–55” з використанням верстатів з ЧПК” можна зазначити, що технологічна підготовка виробництва є важливим етапом у виробництві будь-якої деталі. В даному випадку, для виробництва деталі “Плита нижня” на верстатах із ЧПУ був розроблений оптимальний технологічний процес.

В технологічному розділі проведено вибір заготівлі, визначено програми випуску, розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі, проведено розрахунок припусків на обробку, вибрано засоби технологічного оснащення, розраховано режими різання, розроблено керуючу програму для верстата з ЧПК.

В конструкторському розділі спроектовано спеціальне механізоване оснащення, проведено розрахунок зусиль затиску заготовки у пристосуванні та розрахунок пристосування на точність.

Усі представлені результати в конструкторському та технологічному розділах використання нового технологічного процесу, програми управління верстатом з ЧПК, використання спеціального механізованого оснащення дозволить зробити виробництво більш економічним, з досягненням необхідних параметрів точності технічного завдання. Використання прогресивних засобів технічного обладнання дозволить знизити витрати на виробництво через зниження часу виробництва.

В дипломному проекті проведено аналіз шкідливих та небезпечних факторів, з якими може зіткнутися у виробничих умовах виготовлення деталі «Пластина нижня 1541-55» з використанням верстатів з ЧПК. Дотримання правил електробезпеки, пожежної та екологічної безпеки, вимог з охорони праці дасть можливість зменшити рівень нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування : навчальний посібник. Львів : Магнолія, 2018. 500 с.
2. Гордєєв А. І. Урбанюк Є.А., СілінР.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.
3. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
4. 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. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
5. ДСТУ EN ISO 4414:2018 Пневмоприводи. Загальні правила застосування та вимоги щодо безпеки для систем та їхніх складових частин (EN ISO 4414:2010, IDT; ISO 4414:2010, IDT).
6. ДСТУ EN 13788:2008 Металообробні верстати. Безпека. Верстати токарні багатошпиндельні автоматичні (EN 13788:2001, IDT).
7. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови
8. ДСТУ 8540:2015 Прокат листовий гарячекатаний. Сортамент. Наказ від 18.12.2015 № 197
9. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови.
10. ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Технічні вимоги до геометричних параметрів продукції (GPS). Прилади для лінійних та кутових вимірювань. Частина 1. Штангенциркулі. Проектні та метрологічні характеристики (EN ISO 13385-1:2011, IDT; ISO 13385-1:2011, IDT)
11. ДСТУ ISO 866:2018 Свердла центрувальні для свердління центрових отворів без запобіжних фасок. Тип А (ISO 866:2016, IDT)

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		55

- 12.ДСТУ ISO 603-4:2019 Абразиви зі зв'язкою. Розміри. Частина 4. Шліфувальні круги для плоского шліфування, шліфування периферією круга (ISO 603-4:1999, IDT)
- 13.ДСТУ 8981:2020 Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічну обробку Наказ від 24.02.2020 № 41 Про прийняття та скасування національних стандартів.
- 14.ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.
- 15.ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». Наказ від 27.02.2019 № 38
- 16.Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залози. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
- 17.Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник - Львів: "Новий Світ-2000", 2009.-358 с.
- 18.Плескач В.М., Акімов І.В., Мітяєв О.А. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: підручник / за заг. ред. доц. В.М.Плескача. Запоріжжя: Просвіта, 2013. 370 с.
- 19.Прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання : навчальний посібник / І. М. Дегтярьов, А. О. Нешта, В. О. Колесник. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 256 с
- 20.Проектування і виробництво заготовок / підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 353 с.
- 21.Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Самостійна та індивідуальна робота студентів [Текст] : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Паславська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 88 с.
- 22.Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів : Новий Світ, 2010. – 422 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

23. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
24. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / Юрчишин І.І. та ін. Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
25. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
26. 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.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

ДОДАТКИ

					ДП.ПІМ.ФІТА.24.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58