

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

«На правах рукопису»

УДК _____

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Конструювання та дизайн машин»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Мітчик для різбових вставок під свічки запалювання»

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи МК-21мп

Пінчук Артем Миколайович

Науковий керівник:

доцент, кандидат технічних наук

Вовк В'ячеслав Володимирович

Консультант з **назва розділу:**

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Конструювання та дизайн машин»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Пінчуку Артему Миколайовичу

1. Тема дисертації «Мітчик для різьбових вставок під свічки запалювання», науковий керівник дисертації Вовк В'ячеслав Володимирович, доцент, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації 08.01.2024

3. Об'єкт дослідження: мітчик для різьбових вставок

4. Вихідні дані: свічний отвір: M14x1.25, розміри різьбових вставок: внутрішня різьба M14x1.25, зовнішня різьба M16x1.25 або M18x1.25, матеріал свічного отвору: AlSi8Cu3.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: пошук та аналіз існуючих конструкцій мітчиків; синтез конструкції мітчика та його проектний розрахунок; вирішення задачі формоутворення стружкових канавок на верстаті з ЧПК; розробка конструкторської документації; розробка технології виготовлення мітчика; розробка стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: постановка проблеми та аналіз існуючих конструкцій мітчиків; визначення установчих

параметрів круга для гвинтової стружкової канавки; побудова 3D моделі мітчика;
графічне представлення технології виготовлення.

7. Орієнтовний перелік публікацій тези доповіді на конференції за результатами виконання роботи

8. Консультанти розділів дисертації

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

9. Дата видачі завдання 26.09.2022

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Пошук та аналіз існуючих конструкцій мітчиків	14.11.2022	виконано
2	Синтез конструкції мітчика та його проектний розрахунок	13.02.2023	виконано
3	Вирішення задачі формоутворення стружкових канавок на верстаті з ЧПК	17.04.2023	виконано
4	Розробка конструкторської документації	18.09.2023	виконано
5	Розробка технології виготовлення мітчика	27.11.2023	виконано
6	Розробка стартап-проекту	18.12.2023	виконано
7	Підготовка презентації, оформлення роботи	09.01.2024	виконано

Студент

Артем ПІНЧУК

Науковий керівник

В'ячеслав ВОВК

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему «Мітчик для різьбових вставок під свічки запалювання», містить 74 сторінок пояснювальної записки, рисунків 32, таблиць 27, використаних джерел – 12, 8 слайдів презентації графічної частини та 1 кресленик.

Актуальність теми. Зараз автомобіль – є, якщо не найбільш, то одним з найпоширеніших супутників людини в житті, не кажучи вже про роль різних автомобілів в будівництві, видобуванні корисних копалин, аграрна промисловості тощо. На жаль, як і будь-який інший механізм, автомобіль також не застрахований від різноманітних поломок. Дуже частою проблемою при тривалій експлуатації автомобіля – є зношення та пошкодження свічної різьби, що, в свою чергу, може призвести до серйозних проблем з двигуном.

На сьогоднішній день існує не так багато дієвих способів швидко та надійно відремонтувати свічну різьбу. Одним з них є використання спеціальних наборів інструментів з проволочними вставками, але і в них є декілька нюансів, не врахувавши які, можна ще більше пошкодити свічний отвір. Тому запропоновано альтернативний спосіб вирішення проблеми – використання спеціального інструменту. Його актуальність буде обумовлена простотою та надійністю в поєднанні з доступною для звичайної людини ціною, а його використання не потребує спеціальних навичок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у відповідності до наукових напрямків кафедри конструювання машин.

Мета дослідження: розроблення конструкції та технології виготовлення мітчика для поновлення різьби свічного отвору.

Задачі дослідження:

- 1) Огляд та аналіз конструкцій існуючих мітчиків, методів розрахунку основних параметрів.

- 2) Синтез спеціальної конструкції, проектний розрахунок інструменту;
- 3) Дослідження впливу зміни параметрів шліфувального круга на форму та геометрію стружкової канавки;
- 4) Розробка 3D моделі та конструкторської документації;
- 5) Розробка маршрутної технології виготовлення мітчика;
- 6) Розробка стартап-проекту.

Об'єкт дослідження: мітчик для різьбових вставок.

Предмет дослідження: стружкова канавка утворена на верстаті з ЧПК конічним кругом, яка забезпечує покращене відведення стружки та необхідну геометрію мітчика.

Методи дослідження: Аналіз існуючих інженерних рішень, методи активізації пошуку інженерних рішень, системний аналіз та відбір кращих рішень, методи автоматизованого проектування та моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів: показана можливість створення суцільної гвинтової канавки мітчика кругом конічної форми з забезпеченням необхідної форми та геометрії стружкової канавки на трьох його різальних ступенях.

Практичне значення отриманих результатів: використання розробленого мітчика дозволяє забезпечити поновлення свічного отвору зі збереженням необхідної точності та герметичності з'єднання використанням лише одного різального інструменту.

Ключові слова: мітчик, гвинтова канавка, різьбова вставка, свічний отвір, поновлення різьби.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Tap for threaded inserts for spark plugs" contains 74 pages of an explanatory note, 32 figures, 27 tables, 12 used sources, 8 slides of the presentation of the graphic part and 1 drawing.

Actuality of theme. Now the car is, if not the most, then one of the most common companions of a person in life, not to mention the role of various cars in construction, mining, agricultural industry, etc. Unfortunately, like any other mechanism, the car is also not immune to various breakdowns. A very common problem during long-term operation of the car is the wear and damage of the candle thread, which, in turn, can lead to serious problems with the engine.

Today, there are not many effective ways to quickly and reliably repair the candle thread. One of them is the use of special sets of tools with wire inserts, but they also have several nuances, not taking into account which ones, you can damage the candle hole even more. Therefore, an alternative way of solving the problem is proposed - the use of a special tool. Its relevance will be due to its simplicity and reliability in combination with an affordable price for an ordinary person, and its use does not require special skills.

Connection of work with scientific programs, plans, topics. The master's thesis was completed at the National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute" in accordance with the scientific directions of the Department of Machine Design.

The purpose of the study: development of the design and manufacturing technology of a tap for renewing the thread of the candle hole.

Research objectives:

- 1) Review and analysis of designs of existing taps, methods of calculating the main parameters.
- 2) Synthesis of a special design, design calculation of the tool;
- 3) Study of the effect of changing the parameters of the grinding wheel on the shape and geometry of the chip groove;

- 4) Development of 3D model and design documentation;
- 5) Development of a route technology for making a tap;
- 6) Development of a startup project.

Object of research: tap for threaded inserts.

The subject of the study: the chip groove is formed on a CNC machine tool with a conical circle, which provides improved chip removal and the necessary geometry of the tap.

Research methods: Analysis of existing engineering solutions, methods of activating the search for engineering solutions, system analysis and selection of the best solutions, methods of automated design and modeling.

The scientific novelty of the obtained results: the possibility of creating a continuous helical tap groove around a conical shape with the provision of the necessary shape and geometry of the chip groove on its three cutting stages is shown.

The practical significance of the obtained results: the use of the developed tap allows to ensure the renewal of the candle hole while maintaining the necessary accuracy and tightness of the connection using only one cutting tool.

Key words: tap, screw groove, threaded insert, candle hole, thread renewal.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів.....	10
Вступ.....	11
1 Аналіз та синтез інструменту.....	13
1.1 Постановка проблеми.....	13
1.2 Аналіз та синтез нової конструкції.....	15
1.2.1 Геометричні параметри мітчика	16
1.2.2 Гвинтова стружкова канавка.....	16
1.2.3 Шахматне розташування зубів	18
Висновок до розділу	18
2 Проектний розрахунок мітчика	20
2.1 Визначення конструктивних параметрів мітчика	20
2.1.1 Розрахунок кількості мітчиків в комплекті	20
2.1.2 Розрахунок різальної частини мітчика.....	20
2.1.3 Розрахунок параметрів калібруючої частини.....	21
2.2 Побудова 3D моделі	22
2.2.1 Побудова заготовки.....	22
2.2.2 Створення різьби	24
2.2.3 Створення стружкової канавки.....	27
2.2.4 Створення калібруючої частини	29
2.2.5 Створення квадрата.....	30
2.3 Дослідження впливу параметрів на форму стружкової канавки	33
2.3.1 Зміна кута повороту шліфувального круга.....	34
2.3.2 Зміна діаметру шліфувального круга.....	35
2.3.3 Зміщення шліфувального круга.....	36
2.3.4 Визначення кута розвороту круга під час створення стружкової канавки.....	37
Висновок до розділу	38
3 Маршрутна технологія виготовлення інструменту	40
Висновок до розділу	43

4 Розробка стартап-проекту	44
4.1. Опис ідеї стартап-проекту	44
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту	46
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	47
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту.....	52
4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	54
Висновок до розділу	56
Висновок	58
Список використаних джерел	61
Додаток А. Презентація доповіді.....	63
Додаток Б. Конструкторська документація.....	67

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

γ	–	передній кут
α	–	задній кут
φ	–	кут у плані
$M_p, M_{кр}$	–	крутний момент різьбонарізання, критичний крутний момент, допускаємий міцністю мітчика
p	–	крок різьби
d_c	–	діаметр серцевини мітчика
L	–	довжина калібруючої частини
b	–	ширина пера
$D_{зовн}, D_{сер},$ $D_{вн}$	–	зовнішній, середній та внутрішній номінальні діаметри
z	–	кількість пір'їв
d	–	номінальний зовнішній діаметр мітчика
C_M, q_m, y_m	–	коефіцієнт та показники ступеня, які враховують матеріали, вироби та робочі частини
K'_m, K_z	–	коефіцієнт, що враховує тип мітчика та оброблюваний матеріал; коефіцієнт, що враховує вплив затуплення мітчика
ГБЦ	–	головка блока циліндрів
ДВЗ	–	двигун внутрішнього згорання
ЗОР	–	Змащувально-охолоджувальна рідина
ЧПК	–	Числове програмне керування

ВСТУП

У сучасному світі, який характеризується стрімким розвитком технологій та інновацій, величезне значення набуває науково-технічний прогрес, особливо у таких галузях як автомобільна промисловість. Інженери та науковці постійно працюють над створенням нових та удосконаленням існуючих технічних рішень, що мають на меті не тільки полегшення повсякденного життя людей, але й сприяння підвищенню продуктивності та ефективності у різних галузях промисловості. Однією з ключових областей, де ці зусилля виявляються найбільш яскраво, є розробка компонентів для автомобільних двигунів внутрішнього згорання, зокрема, свічок запалювання ГБЦ.

Свічка запалювання відіграє критичну роль у функціонуванні двигунів, впливаючи на надійність, економічність та екологічні показники автомобілів. Однак, ефективність свічок запалювання безпосередньо залежить від стану їх різьблення, яке з часом піддається зносу та пошкодженню, що може призвести до зниження продуктивності двигуна та збільшення викидів шкідливих речовин. Різьбові вставки використовуються для відновлення різьблення свічок, але традиційний процес їх встановлення включає декілька складних етапів, що вимагають високої точності та мають ризик виникнення помилок. Ці помилки можуть привести до неправильної герметизації та в результаті до серйозних проблем з двигуном.

У відповідь на ці виклики, ми пропонуємо розробку спеціалізованого мітчика, який має на меті оптимізувати процес підготовки отвору під різьбову вставку. Цей інструмент вирішує декілька ключових питань:

1. Забезпечення точності різьблення: Мітчик розроблено таким чином, щоб забезпечити високу точність різьблення, що критично важливо для герметизації свічки запалювання.
2. Зниження ризику помилок при встановленні різьбових вставок: Спрощення процесу встановлення зменшує ймовірність помилок, які можуть виникнути під час багатоетапного процесу традиційного методу.

3. Підвищення довговічності свічок запалювання: Правильне різьблення забезпечує кращу герметизацію та знижує шанси передчасного зносу свічок. Доцільність створення такого інструмента обумовлена наступними факторами:

- Покращення якості роботи двигунів: Ефективне різьблення забезпечує оптимальну роботу свічок запалювання, що в свою чергу підвищує ефективність двигуна.
- Економія часу та ресурсів: Оптимізація процесу встановлення різьбових вставок знижує витрати часу та матеріалів, що є важливим у промислових масштабах.

Таким чином, розробка спеціалізованого мітчика для різьбових вставок відкриває нові можливості для підвищення ефективності та надійності автомобільних двигунів, що є критично важливим у сучасній автомобільній промисловості.

1 АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ ІНСТРУМЕНТУ

1.1 Постановка проблеми

Свічка запалювання – це пристрій системи запалювання бензинового ДВЗ, що слугує для створення іскрового проміжку в колі високої напруги з метою запалювання робочої суміші в циліндрі двигуна [3]. Одним з головних елементів свічки – є її різьбове з'єднання, який забезпечує герметичне з'єднання свічки з головкою блока циліндрів (ГБЦ).

При псуванні різьби на свічці набагато простіше та дешевше буде просто купити нову свічку, яка замінить стару, в той час, як при псуванні різьби в самому різьбовому отворі, замінити її просто так не вийде. Перший варіант – поїхати в автосервіс, де цей отвір відновлять професійні механіки, але така послуга може коштувати значну кількість грошей, тому більшість автолюбителів намагаються справитись з проблемою самотужки, тут і починаються проблеми.

Стандартним способом відновлення свічної різьби – є розсвердлення отвору та нарізання нової різьби з подальшим використанням різьбових вставок. Ось тут і починаються перші проблеми. Так як при свердлінні отвору можна випадково зійти з його осі, що порушить герметичність та надійність кріплення свічки. Також, просто розсвердлити свічний отвір, а потім нарізати нову різьбу, не вийде через те, що свічка стандартного розміру просто не вкрутиться в непідходящий діаметр. Тоді, після розсвердлення отвору, в нього вставляють спеціальні різьбові вставки, які повертають отвору його минулий діаметр.

Різьбові вставки бувають двох видів: проволочна різьбова вставка (рис. 1.1) і футорка (рис. 1.2). Проволочні вставки набагато дешевші і продаються комплектами зі свердлом і мітчиком. Просто купити окремо самі вставки може бути поганою ідеєю, так як часто такі вставки зроблені спеціально під мітчик зі свого комплекту, який в свій час має нестандартний розмір. А якщо вставка буде вкручена в непідходящого розміра отвір – може постраждати герметичність та надійність вставки. Тому, більш надійним кроком буде використання футорки

(гужона), який має стандартний розмір: внутрішня різьба – 14x1.25, зовнішня різьба – 18x1.25, а також його досить легко купити на будь-якому ринку та в інтернеті.

Існують декілька видів таких футорок. Основні 2 види – це футорка з буртиком (рис. 1.2 а) та без буртику (рис. 1.2 б). В нашому випадку найкращим варіантом буде футорка з буртиком, так як цей самий буртик не дозволить нам вкрутити вставку глибше ніж потрібно, та за рахунок натягу покращить кріплення футорки всередині отвору. Також, футорки можуть відрізнятись ще й зовнішнім діаметром. Найпопулярнішими зовнішніми діаметрами з-поміж потрібних нам футорок є M16x1.25 та M18x1.25. Але, які з них нам краще підійдуть, ми розглянемо в наступному підрозділі.



Рисунок 1.1 – Проволочна різьбова вставка [7]



а)



б)

Рисунок 1.2 – а) футорка з буртиком [7]; б) футорка без буртика [10]

Разом з використанням футорки ми пропонуємо альтернативний спосіб обробки зіпсованої різьби. Замість свердління та нарізання нової різьби будемо використовувати наш спеціальний трьохступінчатий мітчик. Перевагами цього мітчика є самостійне центрування по старій різьбі, а також спрощена обробка різьбового отвору, так як ми не будемо використовувати свердління. Також, наш мітчик відкриває можливість відновлення різьби не знімаючи ГБЦ.

1.2 Аналіз та синтез нової конструкції

Основою для створення спеціального мітчика для різьбових вставок є двохступінчатий мітчик, який часто використовують для нарізання різьби під ремонтну вставку. Цей мітчик має 2 ступені з різними діаметрами: перша – 14x1.25 (потрібна для центрування по старій різьбі), друга – 16x1.25. Такий мітчик досить простий у використанні, бо сам центрується по старій різьбі і навіть не потребує розсвердлення отвору, але він обмежений в своєму функціоналі, бо нарізає різьбу тільки під вставки одного розміру, а також має прямі стружкові канавки, що не дуже гарний варіант під час роботи в алюмінієвих сплавах.

Тому було прийняте рішення розширити функціональність такого мітчика та додати йому третю ступінь: M18x1.25. Повертаючись до питання про розмір зовнішнього діаметра вставки, це дозволить нам обирати будь-який розмір вставки, а також виділи наш мітчик на фоні інших одно- та двохступінчатих мітчиків.



Рисунок 1.3 – Ступінчатий мітчик [11]

1.2.1 Геометричні параметри мітчика

В незалежності від типу стружкових канавок, або взагалі від типу мітчика, існують певні конструктивні елементи та геометричні параметри, які мають наслідувати всі мітчики. Без цього всього мітчик не може виконувати свої функції.

Основними конструктивними елементами мітчика (рис. 1.4) є [6]: параметри різальної l_1 і калібрувальної l_2 частин (лінійні і кутові розміри, кількість, профіль і напрям стружкових канавок, геометрія лез, потоншення калібрувальної частини, елементи різі); приєднувальної частини; комплектність.

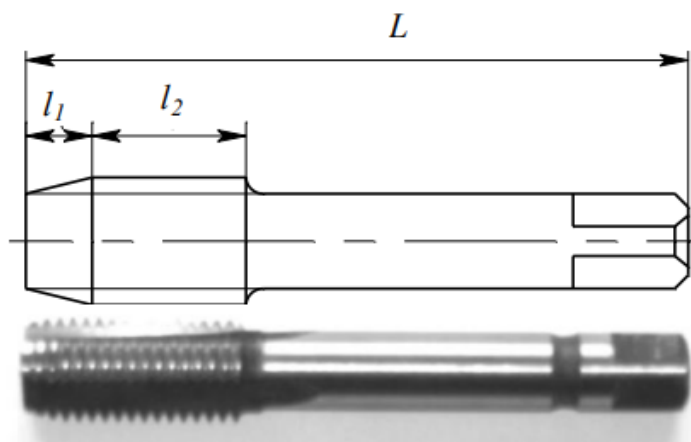


Рисунок 1.4 – Мітчик [6]

Так як наш мітчик складається з 3-х ступеней, нам потрібно розрахувати геометричні параметри для кожної ступені. Тобто, кожна ступінь буде мати свої калібрувальну і різальну частини. Забірний конус буде розрахований лише для першої ступені, так як забірний конус другої і третьої ступені буде мати трохи інші геометричні параметри, щоб забезпечити більш легке врізання в отвір меншого діаметра.

1.2.2 Гвинтова стружкова канавка

В інженерному світі найрозповсюдженішими видами стружкових канавок є: пряма та гвинтова. З прямою все досить просто: її головні переваги - це простота виготовлення та технологічність, в той час як гвинтовою – все трохи складніше.

Машинні мітчики з гвинтовими стружковими канавками під кутом ω застосовують для управління напрямком відведення стружки з отвору. Мітчики з правою гвинтовою стружковою канавкою направляють стружку убік, протилежний до осьового переміщення інструменту вздовж осі, тобто виводять стружку з отвору. Тому такі мітчики переважно використовуються при утворення різьби в глухих отворах. Мітчики з лівою гвинтовою стружковою канавкою направляють стружку убік, співпадаючий з осьовим переміщенням інструмента, і використовуються для нарізування різьби в наскрізних отворах [5].

В нашому випадку маємо ситуацію, коли ми працюємо зі скрізним отвором, але ми маємо запобігти потраплянню стружки в середину ГБЦ, тому будемо відноситись до цього отвору, як до глухого. Гвинтові канавки з правим направленням гвинта направляють стружку до хвостовика, що як раз нам і потрібно.

Створювати гвинтову канавку ми будемо за допомогою шліфувального круга подібного типу (рис. 1.5) на станку з ЧПК. Нарізання канавки буде відбуватись одним проходом з невеликим змінням кута диску на різних ступенях, щоб дотриматись переднього кута в проміжку $16^\circ \dots 20^\circ$. Також під час роботи круг буде потроху підійматись вгору, так як спіраль, яка утворює стружкову канавку, має конічну форму з кутом 2° . Це забезпечить потрібний передній кут на всій довжині стружкової канавки.

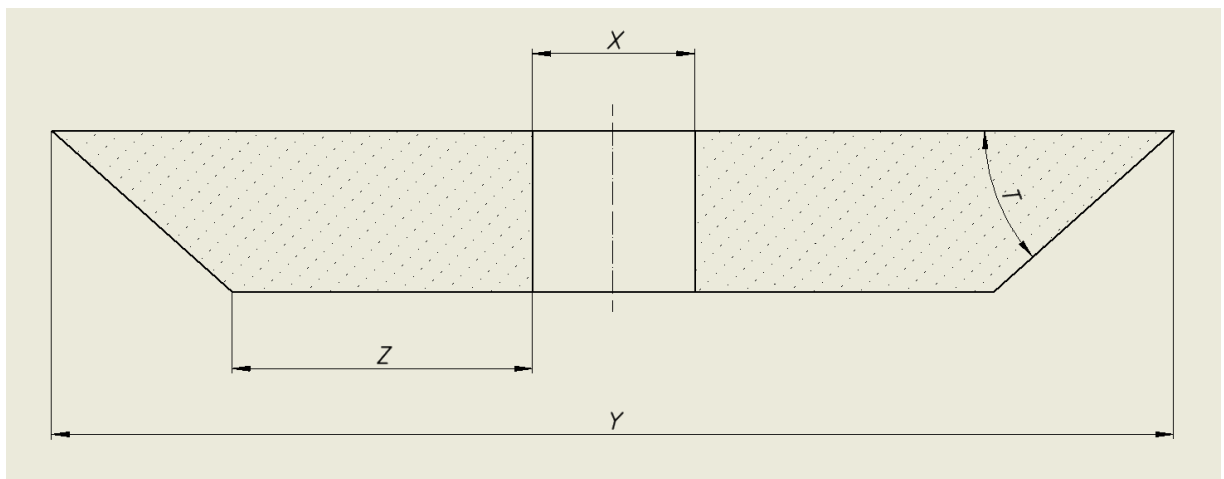


Рисунок 1.5 – Шліфувальний круг

1.2.3 Шахове розташування зубів

Робота з в'язкими металами досить часто приносить багато незручностей та проблем, не кажучи вже про кількість зіпсованих інструментів. Процес різьбонарізання не став виключенням. Одним з цікавих рішень при нарізанні внутрішньої різьби в таких металах – є шахове розташування зубів в мітчику.



Рисунок 1.6 – Мітчик з шаховим розташуванням зубів [12]

Таке вдосконалення повинно полегшити роботу в алюмінієвому сплаві. Так як робота мітчиком планується проводитись, в том числі, вручну – мітчик повинно бути можливо повернути не прикладаючи великих зусиль. Також це зменшить навантаження на корпус мітчика, що підвищить його міцність, хоч і збільшиться навантаження на кожний окремий зуб. Але це також може сильно збільшити ціну на виготовлення такого мітчика, тому шахматне розташування зубів є можливим, але не обов'язковим вдосконаленням.

Висновок до розділу

Цей розділ дослідження присвячений проблематиці відновлення різьби свічних отворів у бензинових двигунах внутрішнього згорання. Основна увага приділена аналізу різьбових з'єднань свічок запалювання та методикам їх ремонту в умовах пошкодження різьби. Виокремлено два основних види різьбових вставок - проволочні та футорки, кожна з яких має свої переваги та недоліки.

На практичному рівні, значну увагу приділено новаторському підходу до відновлення різьби за допомогою спеціального трьохступінчатого мітчика, що дозволяє уникнути свердління та спрощує процес обробки. Цей метод забезпечує самостійне центрування по старій різьбі, що є значною перевагою, особливо при роботі без демонтажу головки блоку циліндрів.

Науковий аналіз включає розгляд конструктивних елементів мітчика, таких як різальні частини, стружкові канавки, число пір'їв та зубів, та хвостовик. Особлива увага приділена геометричним параметрам мітчика, які відіграють ключову роль у його функціональності.

Додатково, розглядається використання гвинтових стружкових канавок для ефективного видалення стружки та зменшення навантаження на інструмент. Шахматне розташування зубів на мітчику є інноваційним рішенням, яке сприяє зниженню сил тертя та полегшує роботу з в'язкими металами.

Була проаналізована та синтезована нова конструкція мітчика з трьома ступенями, яка оснований на схожому мітчику з двома ступенями, з додаванням третьої ступені та гвинтової стружкової канавки. Найбільш підходящою вставкою була обрана футорка з буртиком M16x1.25 або M18x1.25, через більш надійне зчеплення з різьбовим отвором.

Загалом, розділ надає цінний внесок у розробку більш ефективних та надійних методів відновлення різьби в автомобільній промисловості, з акцентом на інноваційність та практичність запропонованих рішень.

2 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК МІТЧИКА

2.1 Визначення конструктивних параметрів мітчика

2.1.1 Розрахунок кількості мітчиків в комплекті

Так як наш мітчик складається з трьох частин (14x1.25, 15.8x1.25, 17.7x1.25), то і підрахунки будемо вести кожної з цих частин окремо.

Визначаємо кількість пір'їв

За [1] кількість пір'їв $z_{14} = 3, z_{16} = 3, z_{18} = 3$.

Вибір зовнішнього, середнього та внутрішнього номінальні діаметри (за ГОСТ 24705-2004)

$$D_{\text{зовн}} = 14, 16, 18 \text{ мм}$$

$$D_{\text{сер}} = 13.188, 15.026, 17.026 \text{ мм}$$

$$D_{\text{вн}} = 12.647, 14.376, 16.376 \text{ мм}$$

2.1.2 Розрахунок різальної частини мітчика

Довжину різальної частини мітчика візьмем в 4 витки [2]:

$$L_{14,16,18} = 4p = 4 \cdot 1.25 = 5 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри серцевин мітчиків

Діаметр переднього торця мітчика беруть меншим за внутрішній діаметр різьби на 0,1...0,35 мм [4], тому створимо таку формулу (2.1):

$$d_T = d_1 - (0.1 \dots 0.35), \quad (2.1)$$

$$d_{T_{14}} = D_1 - 0.1 = 12.647 - 0.1 = 12.547 \text{ мм}$$

$$d_{T_{16}} = D_1 - 0.1 = 14.376 - 0.1 = 14.247 \text{ мм}$$

$$d_{T_{18}} = D_1 - 0.1 = 16.376 - 0.1 = 16.276 \text{ мм}$$

З формули довжини різальної частини (2.2) [4] виведемо формулу для знаходження головного кута в плані:

$$L_1 = \frac{d - d_T}{2 \operatorname{ctg} \varphi}, \quad (2.2)$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left[\frac{d - d_T}{2L_1} \right]$$

Отримаємо

$$\varphi_{14,16,18} = \operatorname{arctg}(0.1453) = 11^\circ$$

За формулою (2.3) [4] знайдемо діаметри серцевин мітчиків:

$$d_c = (0.38 \dots 0.4), \quad (2.3)$$

Отримаємо

$$d_{c_{14}} = 0.39d = 0.39 \cdot 14 = 5.46 \text{ мм}$$

$$d_{c_{16}} = 0.39d = 0.39 \cdot 16 = 6.24 \text{ мм}$$

$$d_{c_{18}} = 0.39d = 0.39 \cdot 18 = 7.02 \text{ мм}$$

2.1.3 Розрахунок параметрів калібруючої частини

За ГОСТ 3266–81 довжина калібруючої частини при діаметрі 8...16 мм буде дорівнювати номінальному діаметру, при діаметрі 18...32 мм – (0.6...0.8) номінального діаметру, тому:

$$L_{14} = d = 14 \text{ мм}$$

$$L_{16} = d = 16 \text{ мм}$$

$$L_{18} = 0.7d, \quad (2.4)$$

$$L_{18} = 14.4 \text{ мм}$$

За [4] ширина зуба при діаметрі 2...20 мм буде (0.3...0.32)d:

$$b_{14,16,18} = 0.31d, \quad (2.5)$$

$$b_{14} = 0.31 \cdot 14 = 4.34 \text{ мм}$$

$$b_{16} = 0.31 \cdot 16 = 4.96 \text{ мм}$$

$$b_{18} = 0.31 \cdot 18 = 5.58 \text{ мм}$$

2.2 Побудова 3D моделі

3D модель розрахованого мітчика будемо будувати в середовищі Autodesk Inventor Professional 2024.

2.2.1 Побудова заготовки

Інструментом Circle зробимо коло діаметром 14 мм (рис. 2.1 а), потім це коло інструментом Extrusion перетворимо в циліндр довжиною 25 мм (рис. 2.1 б). Це буде перша частина мітчика.

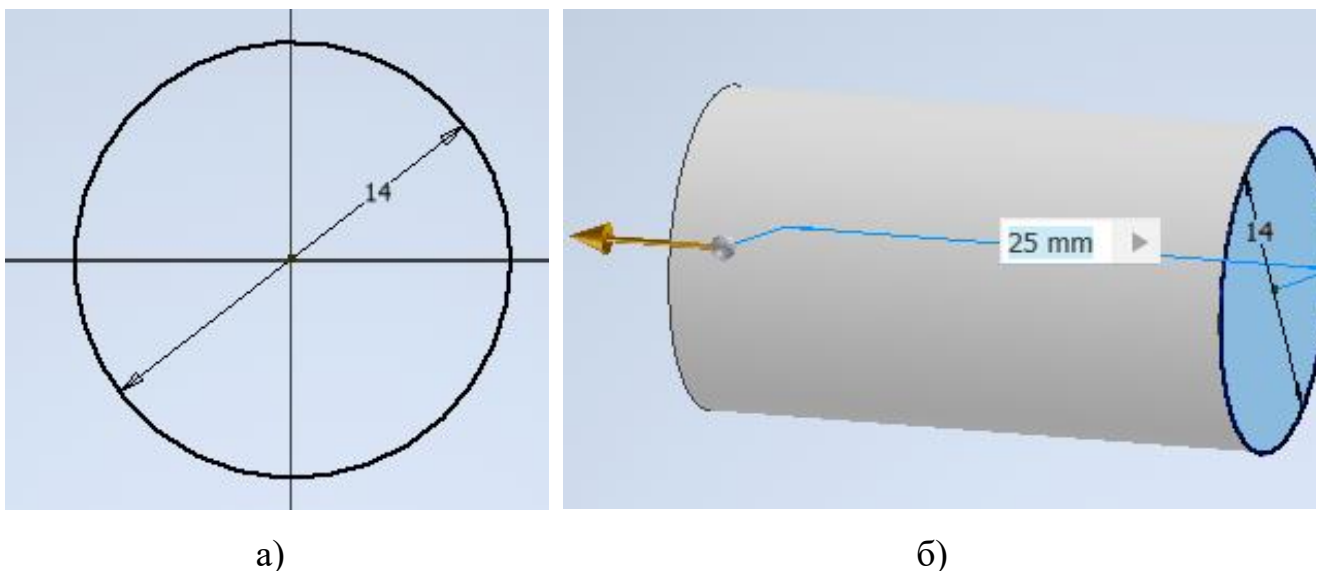


Рисунок 2.1 – а) коло діаметром 14 мм; б) циліндр довжиною 25 мм

Потім за допомогою інструмента Sketch робимо ескіз чотирикутника з розмірами 7 мм, 7 мм, 8 мм (рис 2.2 а). Це буде наша майбутня калібруюча частина другої ступені мітчика. Інструментом Revolve «обертаємо» цей ескіз навколо своєї осі, отримуючи зрізаний конус (рис 2.2 б).

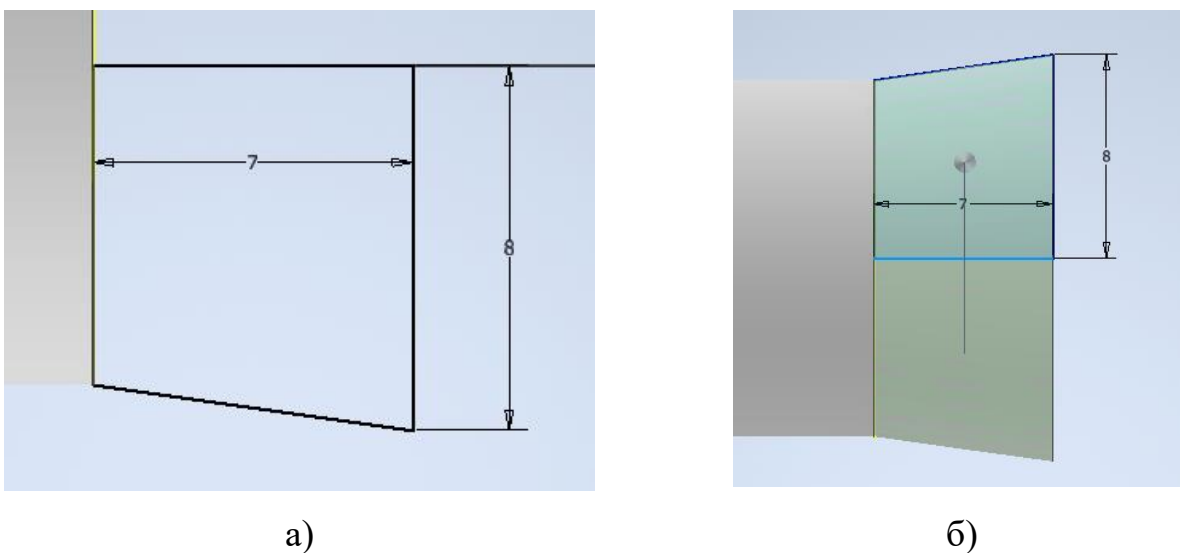


Рисунок 2.2 – а) коло діаметром 14 мм; б) циліндр довжиною 25 мм

Робимо другу з кругом радіусом 16 мм та довжиною циліндра 25 мм (рис. 2.3 а), третю: круг – 18 мм, циліндр – 26 мм (рис. 2.3 б), та між ними зрізаний конус з радіусами 16 мм та 18 мм, довжиною 9 мм (рис. 2.3 в).

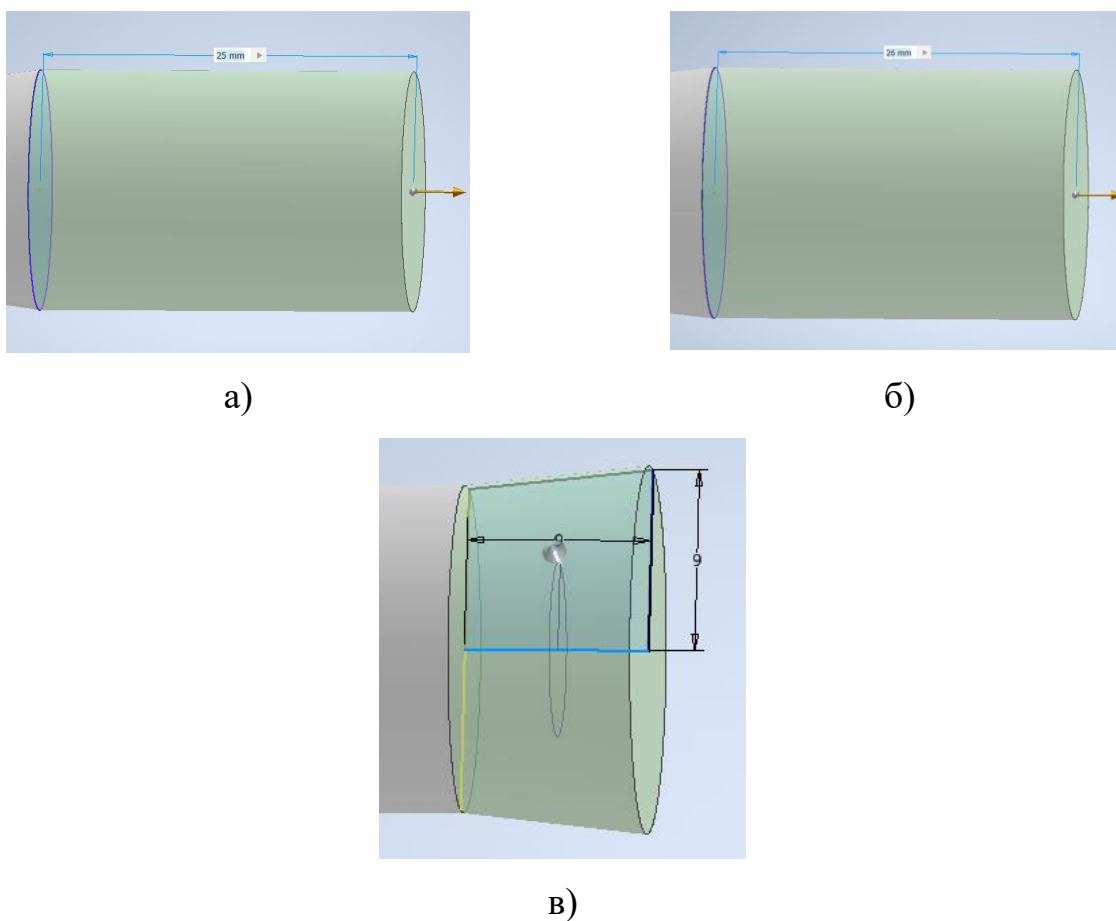


Рисунок 2.3 – Ескіз чотирикутника

Отримуємо модель заготовки мітчика (рис. 2.4).

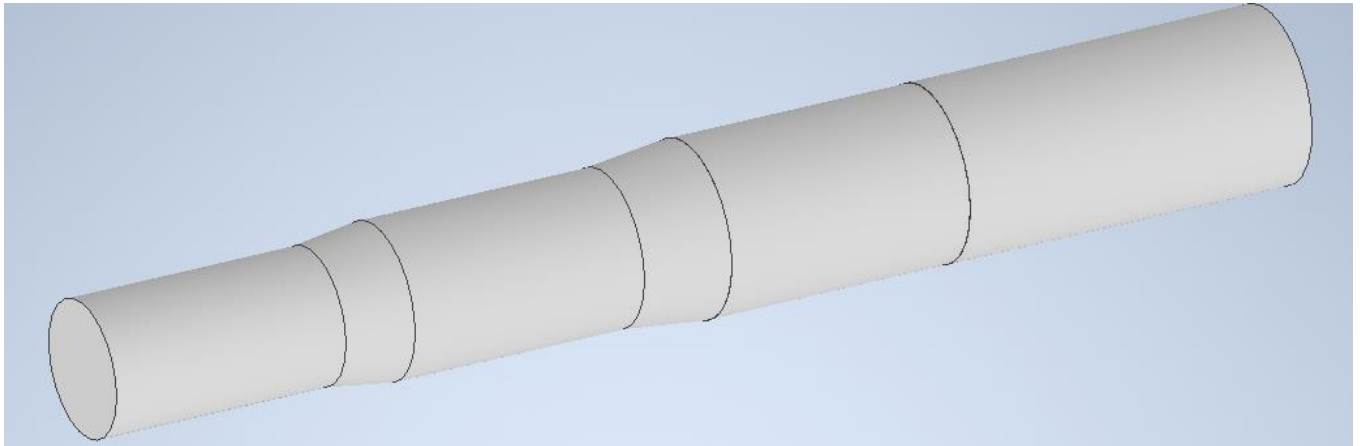


Рисунок 2.4 – Заготовка мітчика

2.2.2 Створення різьби

За допомогою інструменту Offset from Plane створюємо площину на відстані одного кроку від заготовки. Далі, на цій площині створюємо скетч, де проєкціюємо циліндр з діаметром 14 мм. Те саме робимо і з іншої сторони. Маємо отримати подібну картину (рис. 2.5).

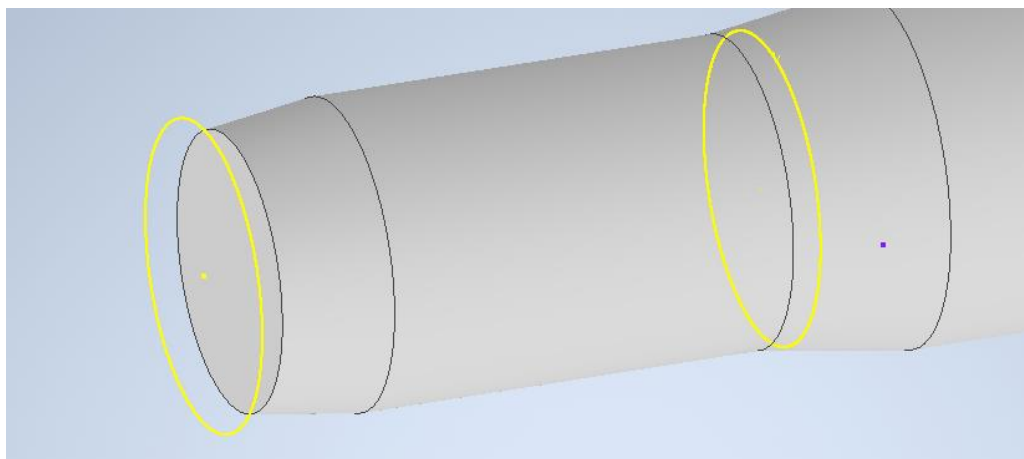


Рисунок 2.5 – Проєкції площин циліндра

Створюємо 3D скетч, де інструментом Helical Curve робимо спіраль (рис. 2.6), яка починається в першій площині, а закінчується – в другій. Параметри спіралі: діаметр – 14 мм, крок – 1.25 мм, витків – 20.

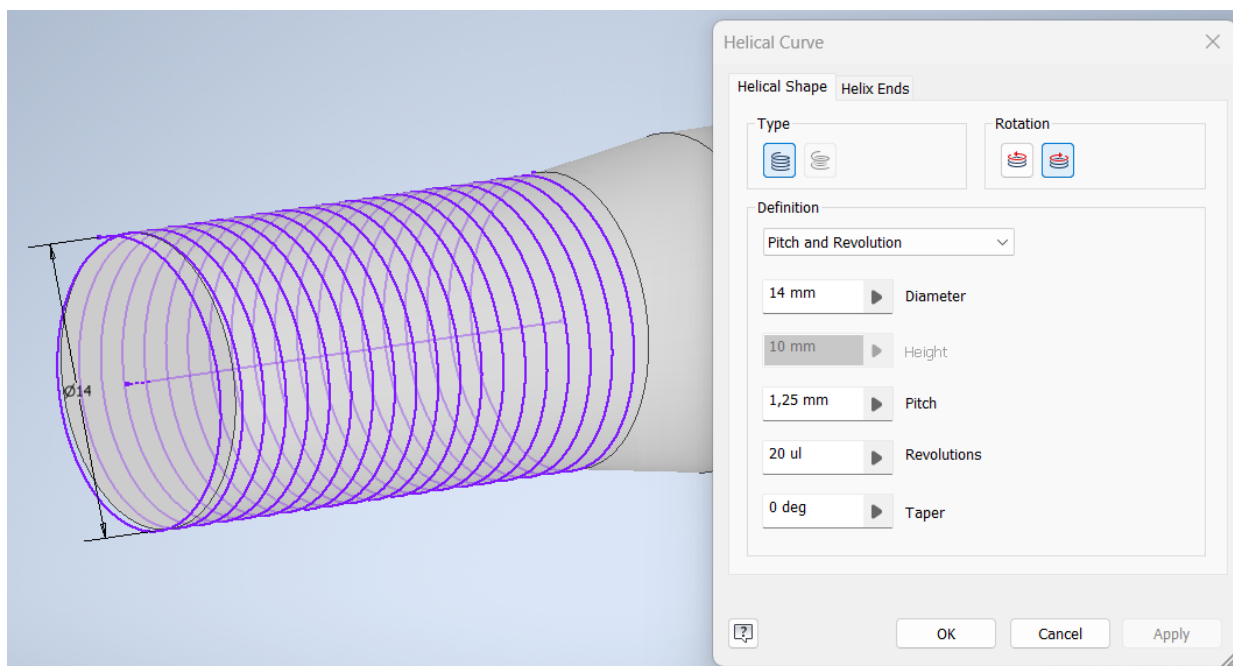


Рисунок 2.6 – Спіраль на першому циліндрі

Так як кількість витків націло ділиться на крок - можемо провести лінію через початок і кінець спіралі. Ця лінія буде паралельна основі циліндра. Далі, створюємо площину через щойно створену лінію і основу циліндра, ця площина «різати» вздовж наш циліндр 2 на рівні частини (рис. 2.7).

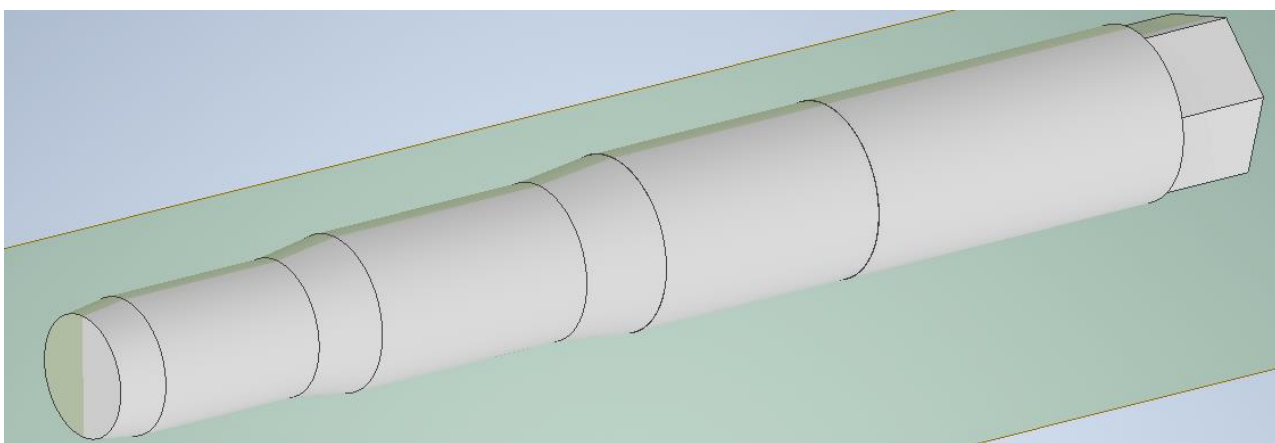


Рисунок 2.7 – Площина «ріжуча» заготовку

На цій площині, в точці початку спіралі робимо ескіз зуба, орієнтуючись на розміри з ГОСТу (рис. 2.8)

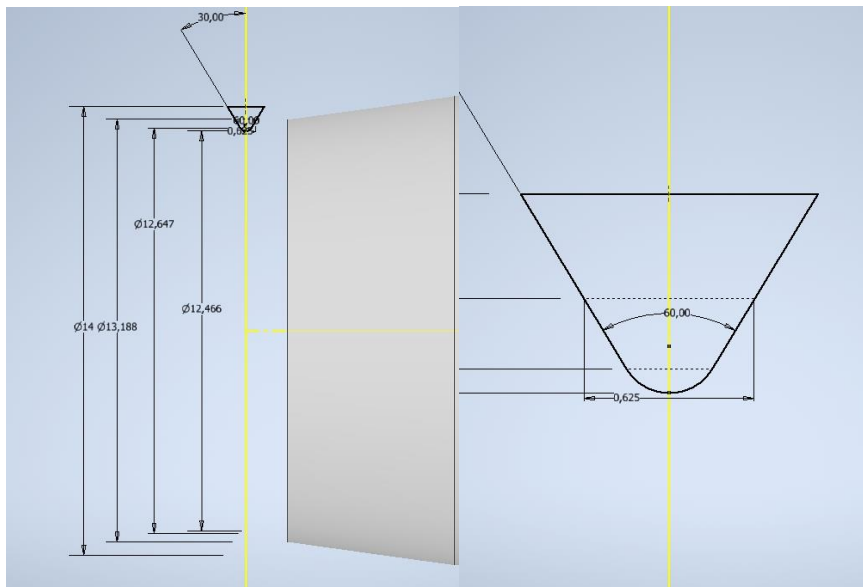


Рисунок 2.8 – Розміри та профіль зуба

В параметрах інструменту Sweep обираємо профіль отриманого зуба, а віссю обираємо раніше зроблену спіраль, обираємо операцію Cut. Отримаємо готову різьбу, яка по своїм геометричним параметрам буде такою, як нам потрібна (рис. 2.9).

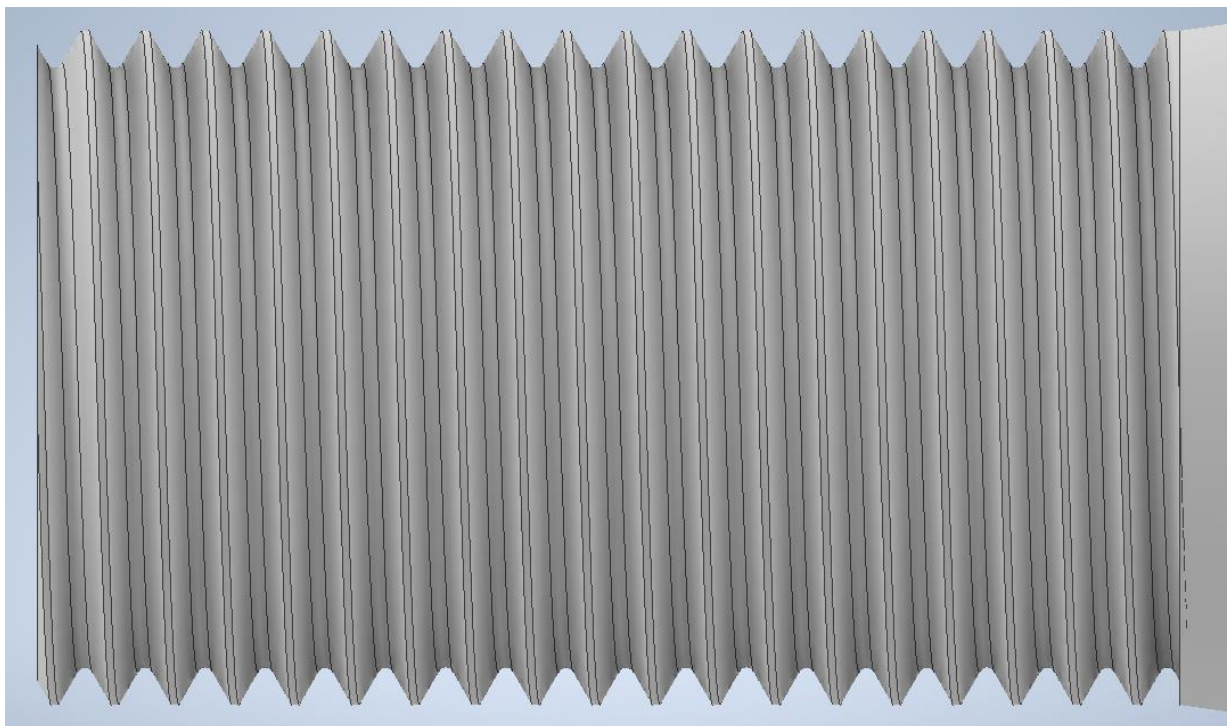


Рисунок 2.9 – Готова різьба

По такому самому принципу робимо різьбу на інших циліндрах, змінюючи крок та параметри самого зуба. Якщо потрібно, можемо ставити початок спіралі даліше від самого циліндра, щоб «захід» різьби був максимально плавним. Маємо отримати наступну картину мітчика (рис. 2.10).

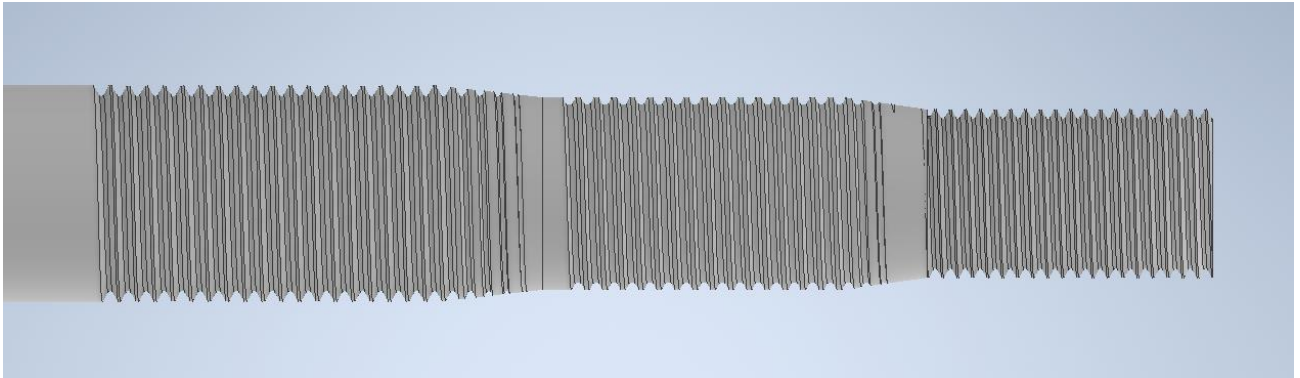


Рисунок 2.10 – Різьба на всіх циліндрах

2.2.3 Створення стружкової канавки

Спочатку створюємо ще одну спіраль на деякій відстані від початку заготовки. Параметри спіралі: діаметр – 5.46 мм, крок – 74 мм, кількість витків – 120/74, кут – 2°. Діаметр відповідає діаметру серцевини першого циліндра, крок і кількість витків підбрані так, щоб кут нахилу спіралі $\approx 30^\circ$, а кут потрібен, щоб врахувати діаметри серцевин наступних діаметрів (рис. 2.11).

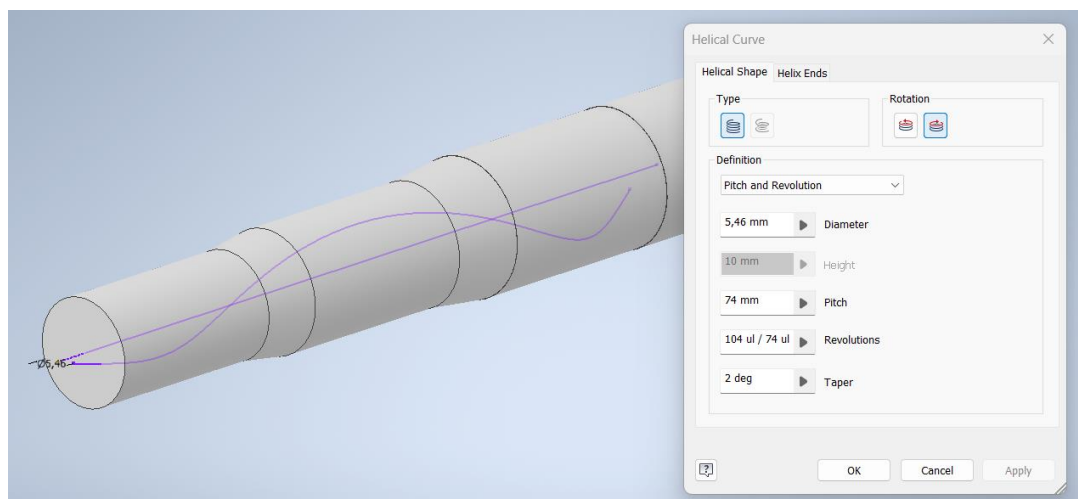


Рисунок 2.11 – Отримана спіраль

За допомогою інструмента Angle to Plane around Edge створюємо площину під кутом 46° до площини циліндра (рис. 2.12).

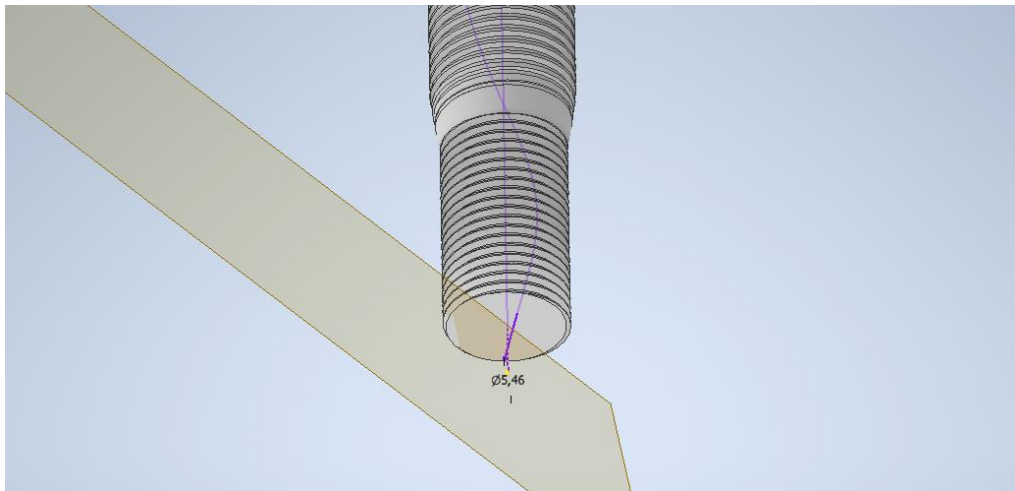


Рисунок 2.12 – Площина, під кутом до площини циліндра

На цій площині будуємо ескіз диску на відстані в половину діаметра серцевини циліндра. Потім, за допомогою інструменту Revolve та параметру New Solid створюємо диск (рис. 2.13).

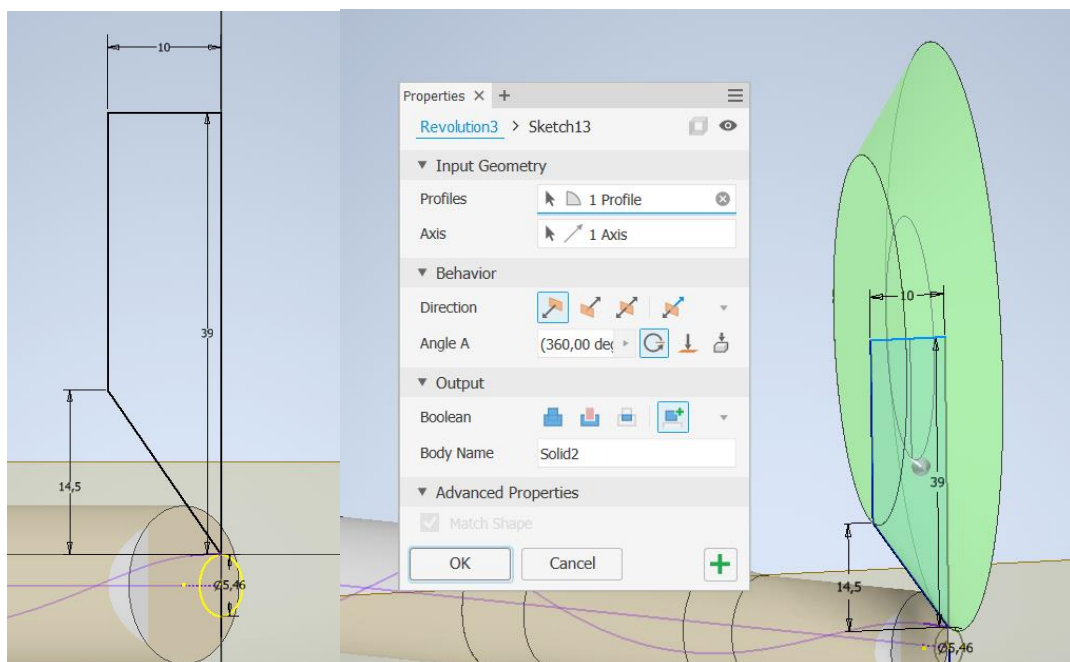


Рисунок 2.13 – Диск

В інструменті Sweep обираємо диск та спіраль, яку ми зробили раніше,

обираємо операцію Cut. Маємо отримати готову стружкову канавку (рис. 2.14).

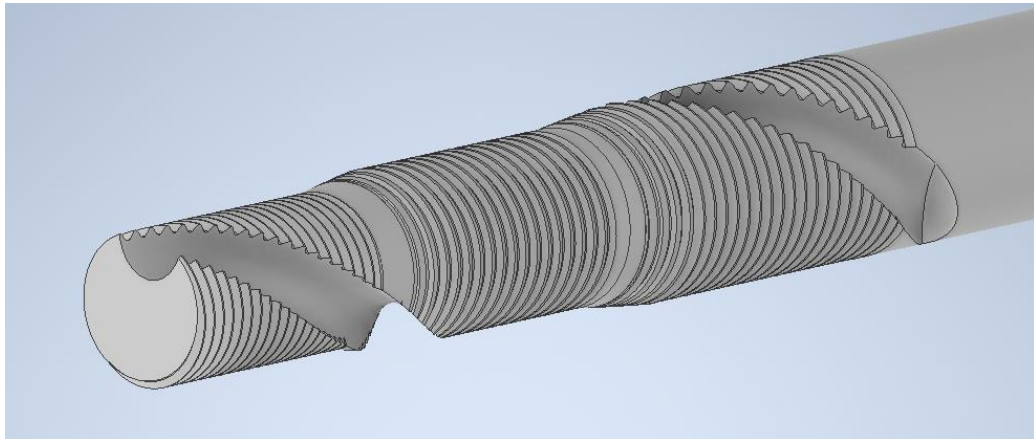


Рисунок 2.14 – Стружкова канавка

В інструменті Circular Pattern ставимо кількість – 3 та обираємо площину циліндра. Отримаємо ще 2 ідентичні стружкові канавки (рис. 2.15).

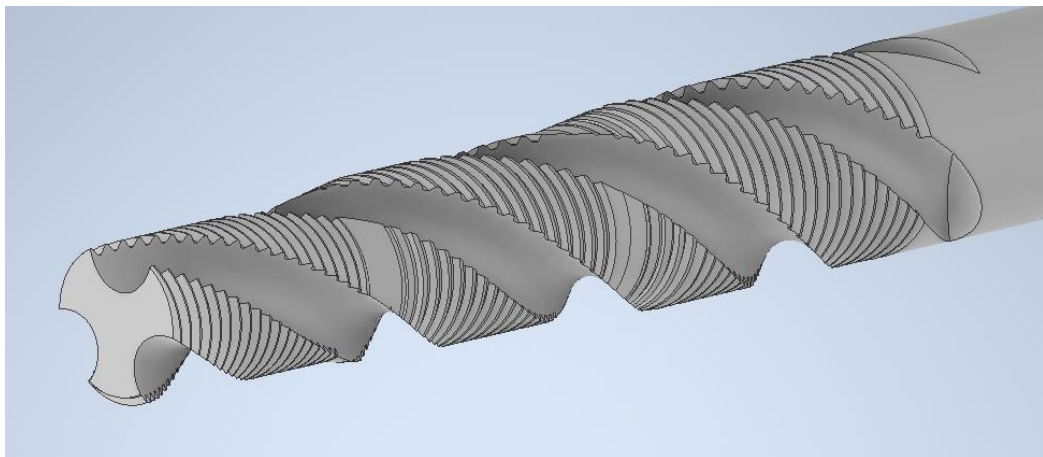


Рисунок 2.15 – Готові стружні канавки

2.2.4 Створення заднього кута

Створюємо площину на початку першого циліндра. На цій площині створюємо ескіз дуги радіусом, відповідним до радіуса кола циліндра. Зміщуємо радіус дуги на 5° від центра. Робимо дугу на $1/3$ довжини кола циліндра (рис. 2.16).

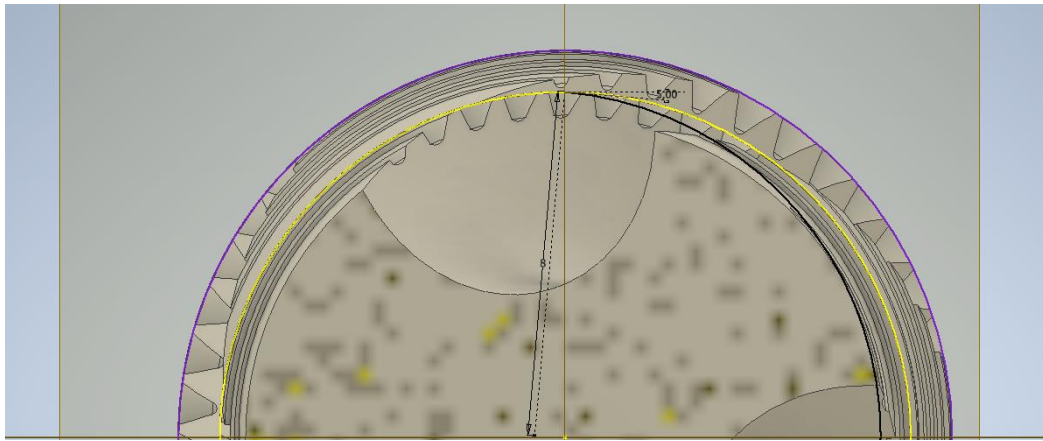


Рисунок 2.16 – Ескіз трикутника

На площині, паралельній до мітчика, створюємо ескіз прямокутного трикутника на початку першого циліндра. Кут між більшим катетом і гіпотенузою буде 11° . Відстань від трикутника до осі циліндра дорівнює 6.5 мм (рис. 2.17). Потім інструментом Sweep «проводимо» ескіз трикутника по дузі. Та інструментом Circular Pattern збільшуємо кількість отриманих перерізів до трьох.

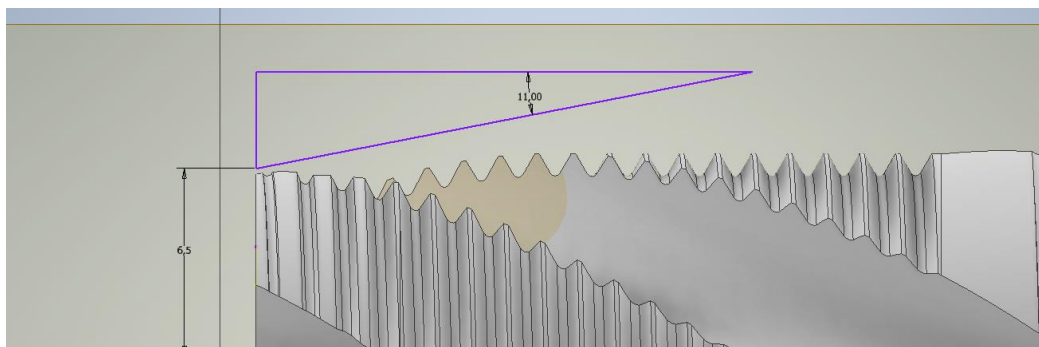


Рисунок 2.17 – Калібруюча частина

Робимо ті самі дії на інших циліндрах.

2.2.5 Створення квадрата

На мітчику робимо ескіз кола з параметрами заданими в ГОСТ 9523-84. За допомогою інструмента Revolve проводимо коло навколо осі мітчика з параметром Cut (рис. 2.18).

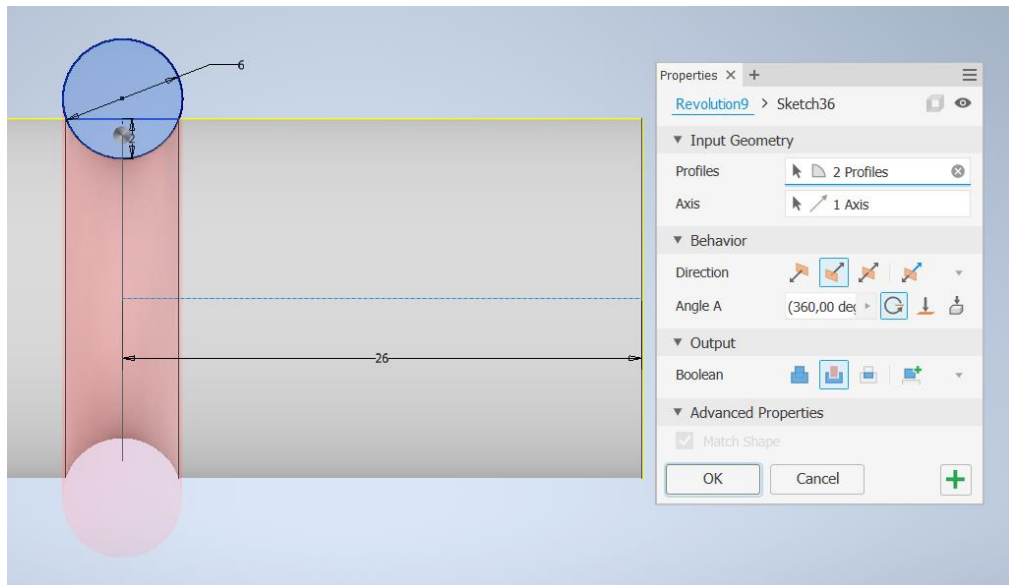


Рисунок 2.18 – Шийка мітчика

На нижньому кінці мітчика робимо ескіз форми майбутнього квадрата. За допомогою інструмента Extrude з ввімкненим параметром Cut вирізаємо квадрат (рис 2.19).

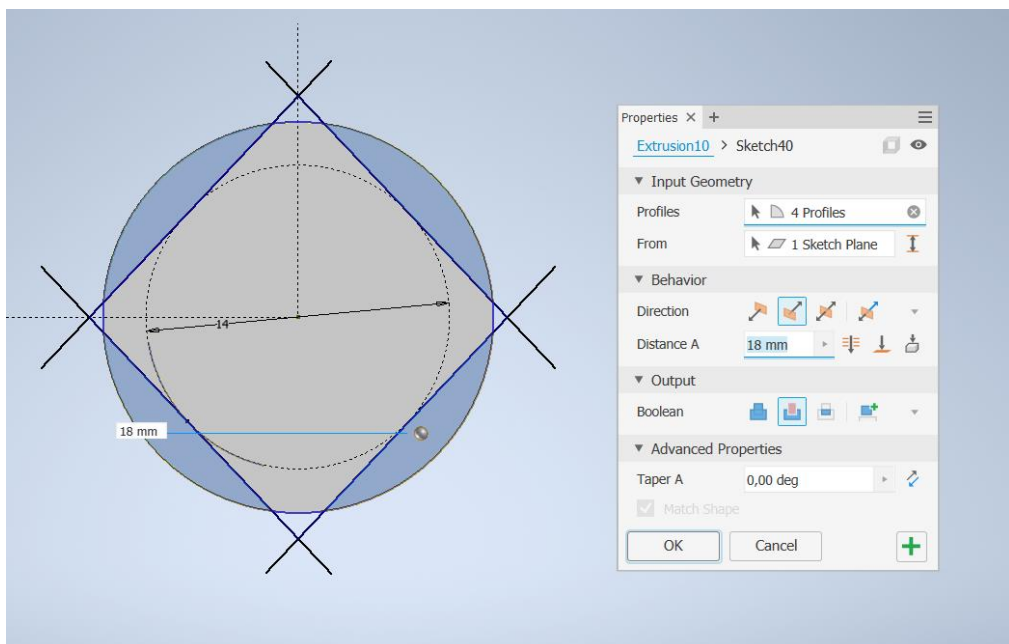


Рисунок 2.19 – Процес формування квадрата мітчика

З обох боків мітчика в центрі робимо центрувальні отвори за параметрами вказаними в ГОСТ 14034-74. Покроково формуємо ескіз та вирізаємо його інструментом Extrude (рис. 2.20).

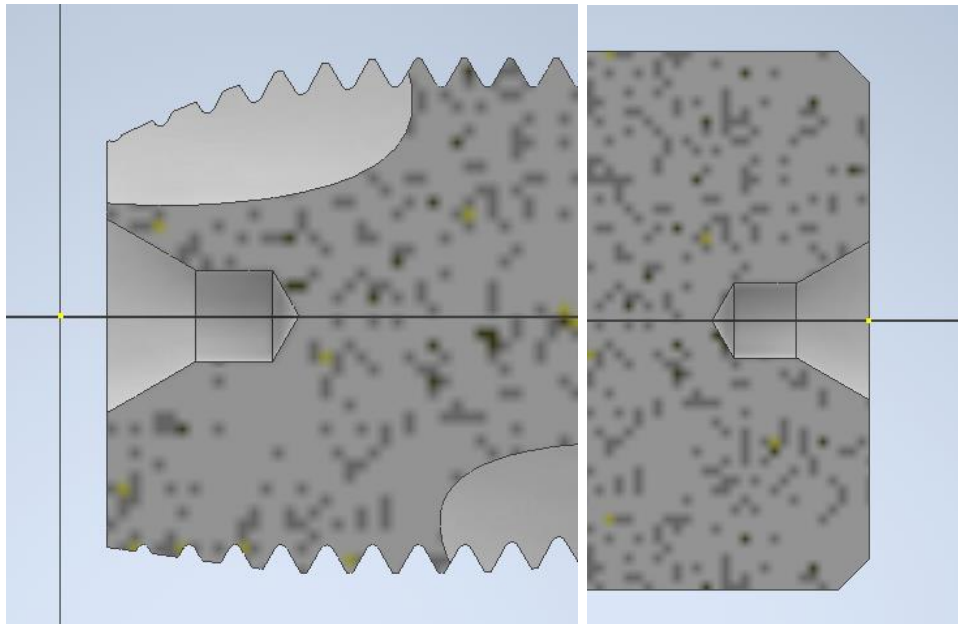


Рисунок 2.20 – Центрувальні отвори мітчика

Отримуємо готовий квадрат (рис. 2.21):

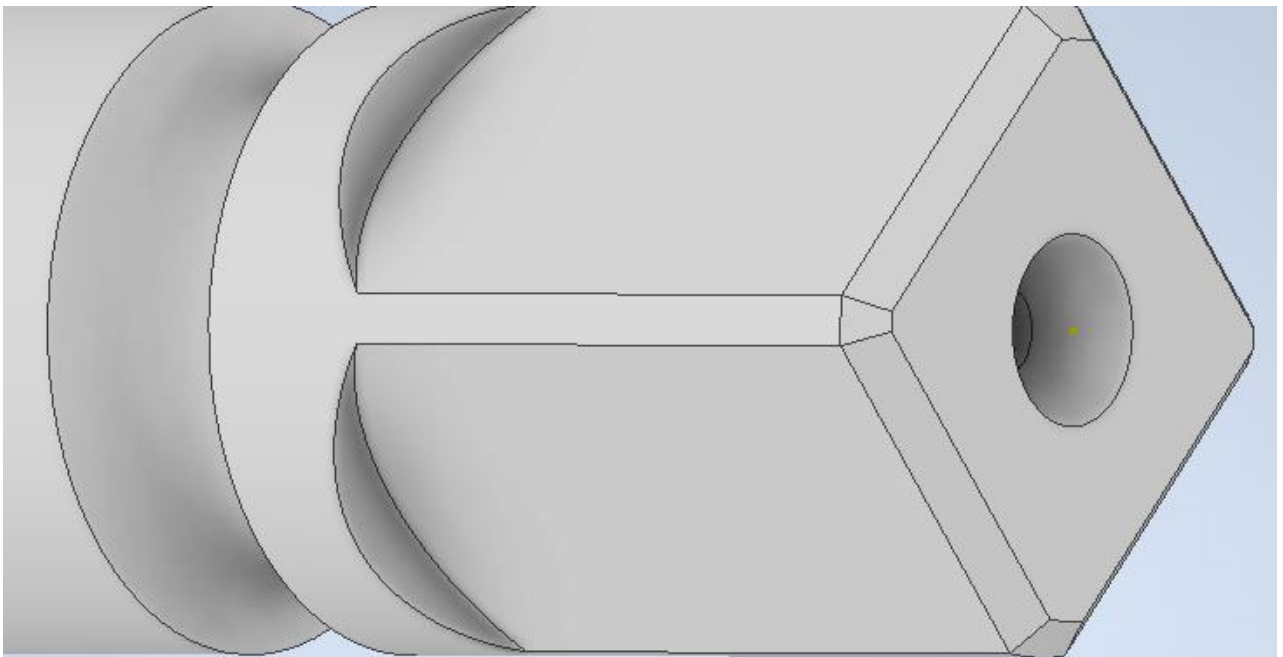


Рисунок 2.21 – Квадрат мітчика

Створення конструкторської документації

Опираючись на розраховані параметри та побудовану 3D модель, створюємо кресленик мітчика для різьбових вставок (Додаток Б).

2.3 Дослідження впливу параметрів на форму стружкової канавки

Метою дослідження є визначення розмірів та установчих параметрів шліфувального круга для забезпечення отримання стружкової канавки, форма якої забезпечуватиме виведення стружки та матиме раціональну геометрію при створенні її конічним кругом.

Середовищем для дослідження буде програма Autodesk Inventor Professional 2024, де і буде перевірятися вплив розмірів та розташування круга на геометрію та форму стружкової канавки.

Будемо досліджувати вплив:

- Кута повороту шліфувального круга;
- Діаметра шліфувального круга;
- Зміщення шліфувального круга.

В середовищі Autodesk Inventor Professional 2024 було створено спрощену модель мітчика (без різьби), а також модель шліфувального круга для імітації процесу створення стружкової канавки (рис. 2.23). У круга є базові (початкові) параметри повороту, діаметра і зміщення. Початкові базові параметри були попередньо визначені з умови отримання переднього кута 15-20, та форми канавки мітчика, яка б найбільше відповідала формі стандартного мітчика: кут повороту - 46° , діаметр – 78 мм, зміщення – 0мм. Будемо проводити однофакторний експеримент – будемо змінювати тільки один параметр одночасно, всі інші будуть базовими. Результати дослідження будемо представляти в вигляді графіків.

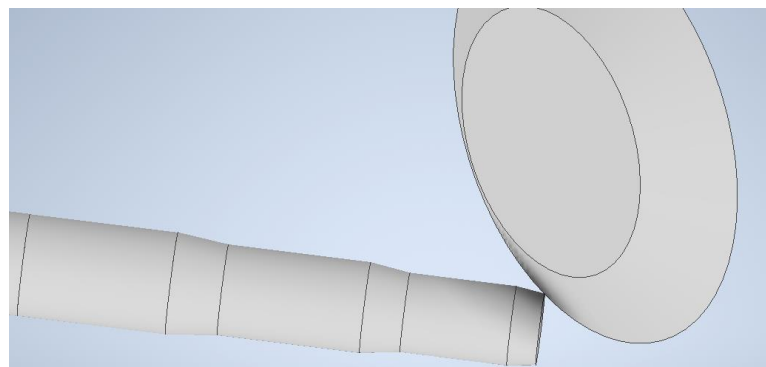


Рисунок 2.23 – Модель мітчика та круга

2.3.1 Зміна кута повороту шліфувального круга

Проведемо дослідження впливу кута розвороту шліфувального круга на передній кут та форму стружкової канавки мітчика.

Параметри:

Кут повороту шліфувального круга – змінюється в межах від 41° до 60° ;

Діаметр шліфувального круга – 78 мм;

Зміщення шліфувального круга – 0 мм.

Діаметр ступені мітчика – 14 мм;

Діаметр серцевини мітчика – $5,46^\circ$;

Крок гвинтової канавки – 74 мм.

Змінюючи дискретно значення кута повороту шліфувального круга проводилось вимірювання переднього кута мітчика на зовнішньому діаметрі, за отриманими даними (табл. 2.1) побудовано графік показаний на рисунку 2.24.

Таблиця 2.1 – Данні залежності переднього кута від кута повороту круга

Передній кут, °	22,54	17,5	11,67	6,4	1,64
Кут повороту, °	41	45	50	55	60

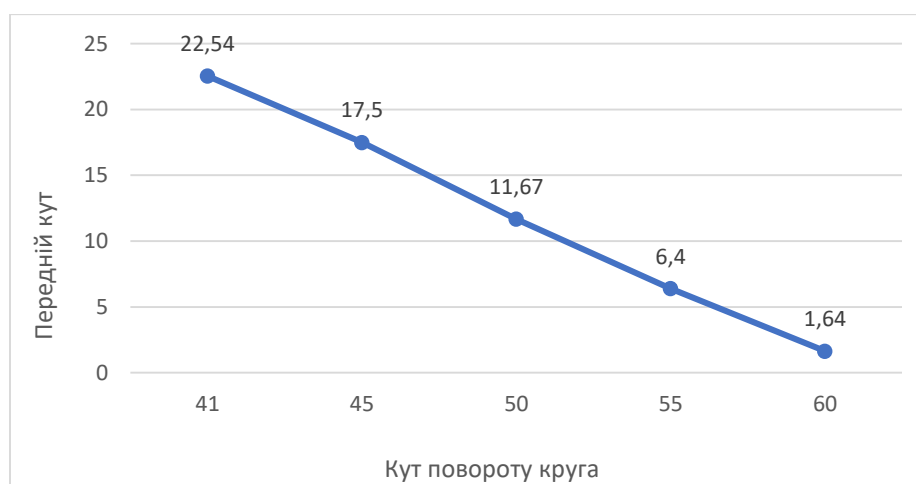


Рисунок 2.24 – Графік залежності переднього кута від кута повороту круга

Встановлено, що при збільшенні кута повороту круга передній кут буде зменшуватись.

2.3.2 Зміна діаметру шліфувального круга

Проведемо дослідження впливу діаметра шліфувального круга на передній кут та форму стружкової канавки мітчика.

Параметри:

Кут повороту шліфувального круга – 46° ;

Діаметр шліфувального круга – змінюється в межах від 50 мм до 300 мм;

Зміщення шліфувального круга – 0 мм.

Діаметр ступені мітчика – 14 мм;

Діаметр серцевини мітчика – $5,46^\circ$;

Крок гвинтової канавки – 74 мм.

Змінюючи дискретно значення діаметра шліфувального круга проводилось вимірювання переднього кута мітчика на зовнішньому діаметрі, за отриманими даними (табл. 2.2) побудовано графік показаний на рисунку 2.25.

Таблиця 2.2 – Данні залежності переднього кута від діаметра круга

Передній кут, $^\circ$	20,35	18,37	17,5	16,7	16,12	15,68	14,82	14,47
Діаметр, мм	50	80	100	125	150	175	250	300

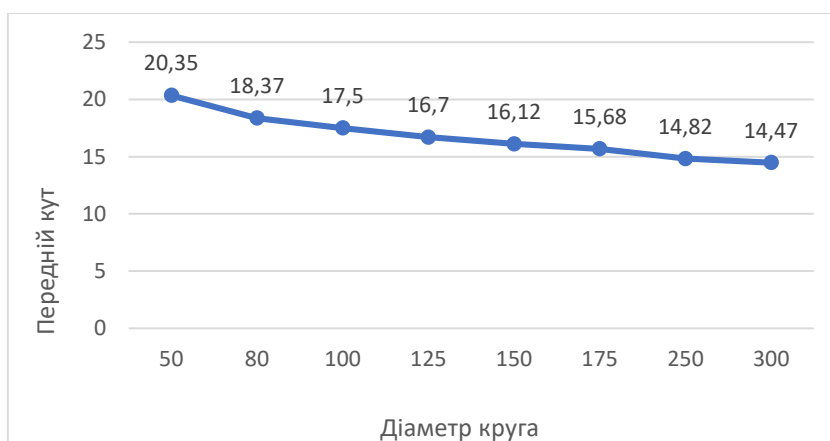


Рисунок 2.25 – Графік залежності переднього кута від діаметра круга

Встановлено, при збільшенні діаметра круга передній кут буде

зменшуватись. Сам графік буде мати асимптотичний характер, тобто вплив діаметра з кожним разом буде все менший і менший.

2.3.3 Зміщення шліфувального круга

Проведемо дослідження впливу кута зміщення шліфувального круга на передній кут та форму стружкової канавки мітчика.

Параметри:

Кут повороту шліфувального круга – 46° ;

Діаметр шліфувального круга – 78 мм;

Зміщення шліфувального круга – змінюється в межах від -60° до 60° ;

Діаметр ступені мітчика – 14 мм;

Діаметр серцевини мітчика – $5,46^\circ$;

Крок гвинтової канавки – 74 мм.

Змінюючи дискретно значення діаметра шліфувального круга проводилось вимірювання переднього кута мітчика на зовнішньому діаметрі, за отриманими даними (табл. 2.3) побудовано графік показаний на рисунку 2.26.

Таблиця 2.3 – Данні залежності переднього кута від кута зміщення круга

Передній кут, $^\circ$	29,37	27,05	24,62	19,89	18,2	17,5	17,99	19,5	21,61	23,96	26,32	28,6
Кут зміщення, $^\circ$	-60	-50	-40	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60



Рисунок 2.26 – Графік залежності переднього кута від зміщення круга

Як видно з графіка, передній кут починає змінюватись тим сильніше, чим далі ми відходимо від «0».

2.3.4 Визначення кута розвороту круга під час створення стружкової канавки

Після проведених досліджень та аналізу отриманих результатів можна побачити, що найбільший вплив на форму стружкової канавки має кут розвороту шліфувального круга. Також його графік залежності є лінійним, що дозволяє легко маніпулювати значенням переднього кута змінюючи кут повороту.

Так як наш мітчик ступінчатий – в нас не вийде прорізати стружкову канавку під одним кутом для всіх ступеней, бо тоді ми не зможемо отримати потрібні передні кути на всій довжині мітчика. Тому було прийняте рішення повертати шліфувальний диск після проходження кожної ступені. Це дозволило отримувати потрібні передні кути на всьому мітчику.

Експериментальним шляхом було визначено, що достатньо повернути круг приблизно на 3° , щоб отримати потрібний передній кут. Таким чином ми отримуємо, що проходження першої ступені ($\emptyset 14$ мм) відбувається з кутом повороту круга в 46° , проходження другої ступені ($\emptyset 16$ мм) – з кутом повороту круга в 43° , проходження третьої ступені ($\emptyset 18$ мм) – з кутом повороту круга в 41° . Ця інформація записана в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Данні залежності переднього кута від кута зміщення круга

Діаметр ступені мітчика, мм	Кут розвороту круга, $^\circ$	Передній кут на початку ступені/в кінці ступені, $^\circ$
14	46	17,3/17
16	43	16,9/16,3
18	41	16/15,55

Висновок до розділу

Цей розділ дослідження зосереджується на розрахунках параметрів трьохступеневого мітчика з номінальними діаметрами 14x1.25, 16x1.25, 18x1.25, призначеного для відновлення різьби свічних отворів. Ключові аспекти цього дослідження включають визначення кількості пір'їв, крутного моменту різьбонарізання, номінальних діаметрів і геометричних параметрів мітчика.

З розрахунків видно, що для кожного з номінальних діаметрів мітчика (M14x1.25, M16x1.25, M18x1.25) крутні моменти різьбонарізання є меншими за їхні критичні крутні моменти, що підтверджує придатність одного мітчика для роботи з усіма зазначеними діаметрами.

Значення довжини різальної та калібрувальної частин мітчика обрані відповідно до стандартів і забезпечують оптимальну продуктивність. Важливим елементом конструкції є вибір діаметра серцевини мітчиків, що гарантує належну міцність інструменту під час різьбонарізання.

Розрахунки показують, що обраний підхід до конструкції мітчика є ефективним для відновлення різьби в свічних отворах. Комбінація геометричних параметрів і міцності забезпечує надійність і точність при виконанні робіт з різними розмірами різьб.

Загалом, ці розрахунки вносять важливий вклад у розробку більш ефективного і універсального інструменту для відновлення різьби, сприяючи покращенню якості та ефективності ремонтних робіт в автомобільній промисловості.

Також, розділ 2 магістерської роботи детально висвітлює процес створення 3D моделі мітчика в програмі Autodesk Inventor Professional 2024.

Процес моделювання включає кілька ключових етапів: від побудови заготовки мітчика з використанням інструментів Circle та Extrusion, до створення складної геометрії різьби та стружкових канавок за допомогою Helical Curve та Sweep. Все це допомогло нам отримати максимально точний результат вигляду мітчика. Також виконано калібрування та формування квадрата.

Це демонструє ретельний підхід до точного та деталізованого проектування інструментів, забезпечуючи точність у відтворенні фізичних характеристик мітчика.

В розділі 2 детально досліджено вплив трьох ключових параметрів шліфувального круга на форму стружкової канавки. Ми змогли наочно побачити що і як саме впливає на її форму.

Використовуючи Autodesk Inventor Professional 2024, аналізувались зміни переднього кута та форми канавки залежно від кута повороту, діаметра, та зміщення круга. Результати показали, що збільшення кута та діаметра круга зменшує передній кут, в свою чергу збільшення діаметра круга збільшує і передній кут, але його вплив на передній кут стає менш вираженим зі зростанням розмірів круга.

Це дослідження дозволило нам обрати такі параметри, щоб отримати найбільш підходящу форму стружкової канавки для наших цілей.

3 МАРШРУТНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ

Основою для технології (табл. 3.1) була взята маршрутна технологія виготовлення мітчика з [8].

Порядок етапів в маршрутній технології виготовлення мітчика:

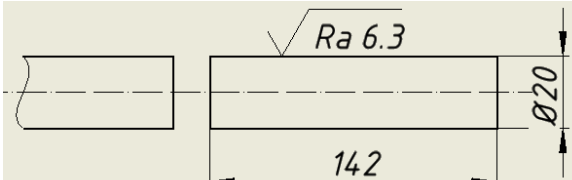
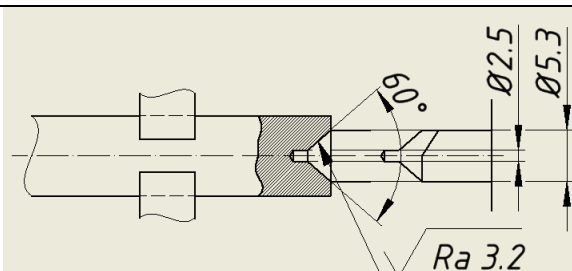
Відрізки заготовок для робочої та хвостової частин і зачищення кінців → Обточування робочої частини або хвостової частини під зварювання для утворення однакових діаметрів в стик → Зварювання заготовок в стик → Обточування зварювального шва → Відпал → Правку заготовки після зварювання → Підрізання торців та центрування заготовки з двох сторін → Шліфування робочої частини → Штампування або фрезерування квадрата → Накатування різьби → Фрезерування канавок та знімання задирок → Клеймування → Термічну обробку → Шліфування центрових отворів → Шліфування канавок → Шліфування по зовнішньому діаметру робочої частини → Шліфування чистої частини по діаметру → Шліфування різьби → Заточування передньої поверхні → Шліфування забірнього конуса → Контроль

Після аналізу та синтезу геометрії нашого мітчика, технологію потрібно було змінити в відповідності з новою конструкцією. Після всіх маніпуляцій, під час яких деякі етапи було змінено, а деякі – видалено, була створена маршрутна технологія виготовлення мітчика для різьбових вставок.

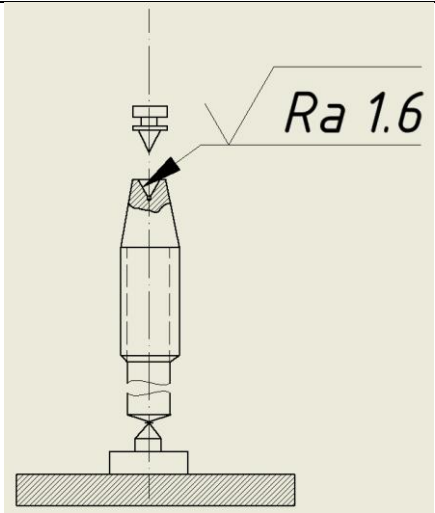
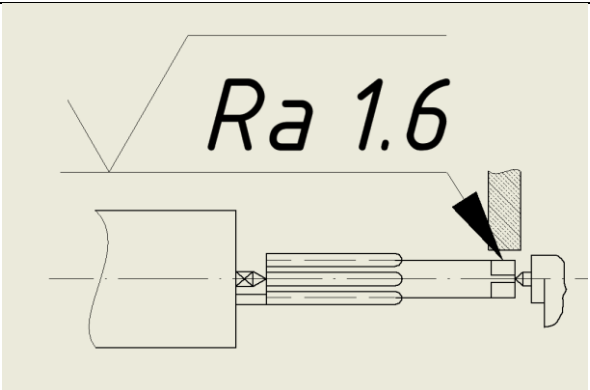
Порядок етапів в маршрутній технології виготовлення мітчика для різьбових вставок:

Відрізання заготовки швидкорізальної частини → Підрізання торців → Центрування з двох сторін → Попереднє та остаточне обточування хвостовика, калібруючої частини, забірнього напрямного конуса з припуском під шліфування → Фрезерування квадрата → Нарізання різьби → Фрезерування канавок → Термічна обробка → Шліфування центрові отвори → Полірування канавок → Шліфування робочої частини → Шліфування хвостової частини → Заточка по передній поверхні → Шліфування різьблення з утворенням затилка по профілю та витримування зворотного конуса → Шліфування затилка на заборному конусі.

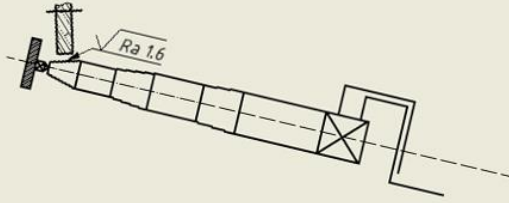
Таблиця 3.1 - Маршрутна технологія виготовлення мітчика для різьбових вставок, основана на [8].

№	Назва операції	Ескіз	Обладнання, пристосування, інструмент
005	Відрізання заготовки зі сталі		Абразивно відрізний станок. Лещата. Шліфувальний круг
010		-	
015	Підрізання торців, центрування з двох сторін		Токарно-гвинторізни верстат 16К20Ф3. Свердло центровочне. Різці підрізні. Шаблон
020	Попереднє і остаточне обточування хвостовика, калібрувальної частини, заборного направляючого конуса з припуском під шліфовку	-	Токарно-гвинторізни верстат 16К20Ф3. Різець прохідний. Скоби, шаблон
025	Фрезерування квадрата	-	Вертикально-фрезерний верстат. Набір дискових фрез. Призматичні лещата. Штангенциркуль
030	Нарізання різьби М14х1.25, М16х1.25, М18х1.25	-	Токарно-гвинторізний верстат 16К20Ф3. Різець різьбовий. Різьбовий калібр

Продовження таблиці 3.1

035	Фрезерування канавок	-	Горизонтально-фрезерний напівавтомат 6В-1М. Дискова кутова фреза. Шаблон
040	Термообробка	-	Агрегат для термічної обробки
045	Шліфування центрових отворів		Верстат для шліфування центровочних отворів JHG 1510. Шліфувальна головка
050	Полірування стружкових канавок	-	Заточний верстат з ЧПК мод. G5 5-ти координатний
055	Шліфування робочої частини	-	Круглошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Скоби
060	Шліфування хвостової частини		Круглошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Скоби

Кінець таблиці 3.1

065	Шліфування різьб М14х1.25, М16х1.25, М18х1.25 з утворення затилка по профілю і витримання зворотнього конуса	-	Різьбошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Накатний ролик. Мікрометр, інструментальний мікроскоп
070	Шліфування затилка на заборних конусах різьб М14х1.25, М16х1.25, М18х1.25		Автомат МФ143 затиловочний. Приспособа для контролю затилку. Шліфувальний круг

Висновок до розділу

Маршрутна технологія виготовлення – є необхідним процесом в створенні будь-якого інструменту чи деталі. Маршрутна технологія виготовлення нашого спеціального мітчика основана на технології виготовлення звичайного гасчного мітчика з деякими видозміненими частинами.

Основною відмінністю нашого мітчика – є робоча частина, а саме 3 ступені, до яких було прораховано всі необхідні геометричні параметри, що не могло не вплинути на технологію виготовлення. Також видозмін зазнала стружкова канавка, яка буде робитись на станку з ЧПК. Хвостова частина така сама, як і у звичайного мітчика, тому відмінностей в технології її виробництва немає.

В підсумку, ми отримали точну та правильну маршрутну технологію виготовлення нашого спеціального мітчика.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Стартап-проект буде розроблятися з метою створення та розвитку нового бізнесу що пропонує інноваційне рішення по виконанню ремонтних робіт на ринку.

Стартап проект розроблено за методикою, яка наведена в [13].

4.1. Опис ідеї стартап-проекту

У світі автомобільних технологій є широко відомий пристрій, який відповідає за запалювання робочої суміші в циліндрі двигуна - свічка запалювання. Однак, коли його різьбове з'єднання стає проблемним, виникає дилема щодо виправлення даної ситуації.

У випадку пошкодження різьби на свічці, часто вигідніше і простіше купити нову свічку. Вирішувати проблему з різьбовим отвором значно складніше. Зазвичай відновлення різьби включає в себе розсвердлювання отвору та використання різьбових вставок, що при необережній роботі може призвести до проблем з двигуном.

Головною ідеєю стартап-проекту виступає технічне рішення стосовно спрощення підготовки нового отвору під різьбову вставку з одночасною мінімізацією похибок.

Основними перевагами цього методу є значне скорочення часу даної операції, а також більша точність центрування нарізаємої різьби ніж при класичному варіанту технології.

Можливі напрямки використання, зміст ідеї та вигоди для користувача показані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги для користувача
Використання мітчика спеціальної конструкції	Скорочення часу обробки	Зменшення вартості роботи
	Підвищення точності	Підвищення надійності

Таблиця 4.2 дає інформацію про назву та авторів проекту, термін реалізації, необхідні ресурси, описує проблематику та основні цілі.

Таблиця 4.2 - Інформаційна картка стартап-проекту

Назва проекту	Мітчик для різьбових вставок під свічки запалювання
Автори	Пінчук А. М., Вовк В. В.
Анотація	Удосконалена за рахунок спеціального інструменту технологія ремонту отворів під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів призводить до підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту
Термін реалізації	0,5 року
Необхідні ресурси	Людські, фінансові.
Опис проблеми, яку вирішує стартап - проект	Відновлення різьбового отвору під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів
Ціль проекту	Спрощення, та підвищення якості технології виготовлення ремонтного отвору під свічки
Очікуваний результат	Підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту

За [9] аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів (табл. 4.3) передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних характеристик ідеї;
- визначення попереднього кола конкурентів або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку;
- проводиться порівняльний аналіз показників, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Таблиця 4.3 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї проекту	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W(слабка сторона а)	N(нейтральна сторона)	S(сильна сторона)
		Мій проект	Проволочна вставкою	Ремонт на СТО			
1	Експлуатаційний ресурс після ремонту	високий	високий	високий			+
2	Стабільність якості	висока	середня	висока			+
4	Вартість	середня	середня	висока		+	

Отже бачимо, що наш інструмент має всі необхідні властивості для звичайної людини. Перевагами серед конкурентів будуть стабільна якість виконаних робіт, відповідно більш високий експлуатаційний ресурс, а також більш висока продуктивність.

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

За [9] визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

В таблиці 4.4 опишемо ідею проекту, технології реалізації, та оцінимо наявність та доступність технологій.

Таблиця 4.4 – Технологічний аудит проекту

№	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Удосконалення за рахунок спеціального інструменту технології ремонту отворів під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів, що призводить до підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту	Виготовлення спеціальних мітчиків	+	+
2	ремонт отворів під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів, що призводить до підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту	Проведення тестових ремонтів з обов'язковим відстеженням експлуатаційних результатів	+	+
3	ремонт отворів під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів, що призводить до підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту	Впровадження нової технології в ремонтному виробництві	+	+

Результатами технологічного аудиту – є підібрані необхідні технології реалізації ідеї проекту. Як видно з таблиці підібрані технології проходять за критеріями наявності та доступності, що робить їх гарним вибором для нашого

проекту.

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проєктів-конкурентів [9].

В таблиці 4.5 будуть показані основні характеристики стану ринку, завдяки яким можна буде провести аналіз та визначити, наскільки ринок України підходить для нашого стартап-проекту.

Таблиця 4.5 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців	20+
2	Загальний обсяг продаж на рік, грн/ум.од	-
3	Динаміка ринку	Стагнує
4	Наявність обмежень для входу	Невідомість продукту серед потенційних клієнтів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відповідність стандартам безпеки виконання типових ремонтних робіт
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	-

Основаючись на даних з таблиці можна зробити висновок, що даний ринок в Україні не є дуже перевантаженим, що слугує гарною характеристикою для відкриття свого стартап-проекту.

Визначимо потенційні групи клієнтів, їх характеристики та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи. Дані зведемо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Підвищення якості та експлуатаційного ресурсу після ремонту	Станції технічного обслуговування, ремонтні майстерні, звичайні люди	Вимоги до якості робіт	Збільшення терміну післяремонтної експлуатації
2	Зменшення часу ремонтних робіт	Станції технічного обслуговування, ремонтні майстерні, звичайні люди	Вимоги до зменшення собівартості, та часу ремонту	Зменшення часу простоїв

Щоб повноцінно оцінити ринок, розглянемо фактори які сприяють впровадженню проекту, та які перешкоджають (таблиця 4.7-4.8).

Таблиця 4.7 – Фактори загроз проекту

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Зріст конкуренції	Поява конкурентів	Оптимізація ціноутворення, активна маркетингова діяльність
2	Зростання інфляції	Зростання цін, падіння попиту на послугу	Гнучка політика ціноутворення
3	Зменшення попиту	Зменшення попиту на даний вид ремонту внаслідок удосконалення конструкції виробником	Пошук та аналіз слабких місць нових конструкцій
4	Складність отримання спеціальних мітчиків	Складність налагодження виробництва спеціальних мітчиків належної якості	Внесення змін у технологію виготовлення та у вихідні матеріали

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей проекту

№	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Збільшення попиту	Збільшення об'ємів виробництва спеціального інструменту та впровадження технології	Збільшення виробничих потужностей
2	Розвиток інших напрямків	Інвестування нових розробок пропонуванних технологій	Розширення асортименту виробляє мого інструменту та пропонуванних послуг
3	Інвестиції	Залучення інвестицій	Збільшення витрат на дослідження та маркетинг

Найбільшим фактором загроз вважаю складність налагодження виробництва мітчиків належної якості, адже на цьому будуть зав'язані інші фактори.

Фактор збільшення попиту має велику ймовірність тому що нова технологія надає відчутні переваги

Визначимо загальні риси конкуренції на ринку (таблиця 4.9).

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції - чиста	На ринку діє певна кількість невеликих підприємств, які продають схожі товари та послуги	Конкуренція примушує підприємство звертати увагу на якість, обслуговування, щоб залучити та утримати клієнтів.
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний	Змагання між підприємствами, обмеженими територією конкретного місцевого ринку	Локальний ринок може визначати специфічні вимоги та переваги споживачів. Підприємство повинно адаптуватися до місцевих уподобань та потреб
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Змагання за впровадження передових технологій для покращення продукції та оптимізації процесів. Підприємства змагаються між собою через ціни на свої товари чи послуги, намагаючись привабити споживачів.	Підприємство може бути змушене постійно переглядати ціни на свої товари чи послуги для конкуренції з іншими учасниками галузі. Змагання за увагу споживачів вимагає від підприємства ефективних маркетингових стратегій та рекламних кампаній.
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова	Вказує на ситуацію на ринку, де підприємства конкурують між собою за продаж товарів чи послуг	Пошук та впровадження інновацій та вдосконалень у своїх послугах, щоб виділитися серед конкурентів та привертати увагу споживачів.
5. За характером конкурентних переваг - цінова, нецінова	Підвищення якості послуги, зменшення собівартості	Оптимізація виробничих процесів та зменшення витрат. Підприємства можуть звертати більше уваги на покращення якості своїх товарів чи послуг, а також на впровадження новаторських рішень, щоб виділитися серед конкурентів.

Провівши аналіз ринку, можемо зрозуміти, що ключовою стратегією для просування нашого стартап-проекту буде максимальна концентрація на якості товару та послуг, а також ефективна маркетингова компанія. Все це дозволить

нашому стартапу зацікавити потенційного клієнта та отримати своє місце в цій галузі.

В таблиці 4.10, проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю 5 сил М. Портера.

Таблиця 4.10 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Ремонтні набори з проволочними вставками	Інструментальні підприємства	Постачальники інструментальних матеріалів	Вузькогалузеві	Стандартна технологія ремонту отворів під свічки запалювання
Висновки	-	Конкуренція невисока. Спеціальний інструмент виробляється строго під заказ	Постачальники не диктують умови на ринку	Клієнт робить вибір по співвідношенню вартість-якість	Нова технологія має значні переваги по ціні та якості

За даними таблиці 4.10 можна зробити висновок, що послуга впровадження удосконаленої технології ремонту отворів під свічки запалення – є конкурентоспроможною, та має такі сильні сторони як якість й більша швидкість виконання.

Визначимо та обґрунтуємо фактори конкурентоспроможності (таблиця 4.11).

Таблиця 4.11 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Підвищення швидкості ремонтних робіт	Завдяки зменшенню технологічних переходів, спрощується процес обробки та зменшується час
2	Простота використання	Не потребує тривалого навчання робітників, що виконують ремонт двигунів
3	Підвищення надійності	Спеціальний мітчик центрується по базовій різьбі тому новий отвір має майже ідеальну співвісність
4	Підвищення якості післяремонтної експлуатації	Завдяки відсутності геометричних похибок при виконанні ремонтних отворів

За визначеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 4.11) проводимо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту по впровадженню удосконаленої технології виконання ремонтних отворів під свічки запалення бензинових двигунів.

Таблиця 4.12 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг послуги у порівнянні з конкурентами						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Підвищення швидкості ремонтних робіт	15						+	
2	Простота використання	15							+
3	Підвищення надійності	18							+
4	Підвищення якості післяремонтної експлуатації	10					+		
5	Ціна	5				+			

На основі порівняльного аналізу можна відмітити, що до сильних сторін стартап-проекту відносяться підвищення швидкості ремонтних робіт та підвищення точності. Слабкою стороною є ціна, яка обумовлена вартістю спеціального інструменту.

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін [9].

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення [9].

Проведемо аналіз ринкових можливостей стартап-проекту за допомогою SWOT-аналізу у (матриця Strength-Weak-Troubles-Opportunities (Сильних-

Слабких-Загроз-Можливостей)) на основі визначених загроз та можливостей ринку, його негативних і позитивних сторін (таблиця 4.13).

Таблиця 4.13 – SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>Підвищення швидкості ремонтних робіт Підвищення надійності Простота використання Підвищення якості післяремонтної експлуатації</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Ціна Залежність від постачальників інструментальних матеріалів</p>
<p>Можливості:</p> <p>Збільшення попиту Розвиток інших напрямків Інвестиції</p>	<p>Загрози:</p> <p>Зріст конкуренції Зростання інфляції Зменшення попиту Складність отримання спеціальних мітчиків</p>

Провівши SWOT-аналіз визначенні можливості, загрози які передбачаються сильними та слабкими сторонами. Слабкими сторонами проекту визначені ціна, та залежність від постачальників інструментальних матеріалів. Значними перевагами є підвищення швидкості та якості ремонтних робіт, внаслідок чого підвищення якості післяремонтної експлуатації.

На основі SWOT-аналізу розробляються стратегічні рекомендації та плани дій для підприємства, організації або проекту. SWOT-аналіз допомагає зрозуміти внутрішні та зовнішні фактори, які впливають на стан і можливості суб'єкта і визначають оптимальні шляхи розвитку.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробка ринкової стратегії є ключовим етапом в життєвому циклі будь-якого проекту чи підприємства.

Визначення та розуміння наших цільових груп є критично важливим етапом у розробці нашої ринкової стратегії. Зробимо опис цільових груп потенційних

споживачів (таблиця 4.14).

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Станції технічного обслуговування	Висока	Високий	Низька	Середня
2	Сервісні центри	Середня	Середній	Середня	Висока
3	Ремонтні майстерні	Висока	Високий	Низька	Низька
4	Звичайні люди	Середня	Середній	Середня	Низька

На основі аналізу цільових груп обираємо як найбільш перспективну для розвитку 1 групу – станції технічного обслуговування, та 2 групу – ремонтні майстерні. Відповідно до обраних груп визначаємо стратегію розвитку.

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентос-проможні позиції	Базова стратегія розвитку
1	Концентрований маркетинг	Сконцентрованість на вдосконаленні якості послуги для обраної групи	Стратегія спеціалізації

Концентрований маркетинг дозволяє стати експертом в обраній ніші, що може привести до збільшення впізнаваності та довіри споживачів. Компанія зможе ефективно використовувати свої ресурси, оскільки їй не потрібно буде витратити їх на широкий ринок. Це може дозволити економити кошти та фокусувати увагу на найважливіших аспектах бізнесу.

В таблиці 4.16 обираємо стратегію конкурентної поведінки.

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Ні	Можливо в рамках чистої конкуренції	Ні	Розширення первинного попиту

Обрана стратегія конкурентної поведінки обумовлена введенням на ринок удосконаленої послуги, та забезпечення її спеціальним інструментом. Необхідно буде зосередитись на створенні іміджу продукту та послуги, який призведе до збільшення попиту з боку споживачів

Розробляємо стратегію позиціонування (таблиця 4.17), що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію
1	Швидкість ремонтних робіт	Стратегія розширення ринку	Можливість зменшення часу ремонтних робіт	Підвищення швидкості ремонтних робіт
2	Якість ремонтних робіт		Підвищення якості виконання ремонтних робіт	Стабільна висока якість ремонтних робіт

Отже бачимо, що головними вимогами до пропонованої технології є швидкість виконання ремонту та його якість. Компанія планує вихід на нові ринки, та збільшення своєї присутності на існуючих.

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Маркетингова програма є стратегічним інструментом для досягнення бізнес-цілей та забезпечення вдачі входження на ринок. Вона визначає підхід до позиціонування, залучення та утримання клієнтів, а також просування удосконаленої технології ремонту отворів під свічки запалення.

Підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Підвищення швидкості, та якості ремонтних робіт	Спрощення технології ремонту та підвищення якості	Простота виконання, підвищення швидкості, та якості ремонтних робіт

Розробляємо трирівневу маркетингову модель товару (таблиця 4.19)

Таблиця 4.19 – Маркетингова модель товару

Рівні товару	Сутність та складові
1. Товар за задумом	Підвищення швидкості та якості ремонтних робіт
2. Товар у реальному виконанні	Спрощення технології ремонту Підвищення швидкості ремонту Підвищення якості ремонту
3. Товар із підкріпленням	Тестове виконання, гарантія

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз на ціни товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (таблиця 4.20).

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	500 – 6000 грн	300 - 500 грн	50 – 300 тыс. грн	300 – 500 грн

Встановлена ціна продукту який забезпечує виконання удосконаленої технології ремонту отворів під свічки запалення знаходиться на одному рівні з конкурентами, та з урахуванням до рівня доходів є досить доступною.

Визначаємо оптимальну систему збуту, за якою приймаються подальші кроки (таблиця 4.21).

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник послуги	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Цільові клієнти замовляють послугу звернувшись до постачальника	Оповіщення клієнтів, виконання гарантій	Без посередників	Прямий продаж, онлайн-продажі

Розробляємо концепцію маркетингових комунікацій (таблиця 4.22).

Таблиця 4.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Клієнти дізнаються про послугу з реклами, сайтів послуг, по рекомендаціям	Інтернет, реклама, виставки	Якість, швидкість, прогнозований результат	Довести до покупця якісні переваги удосконалення технології	Привернення уваги клієнтів до основних переваг з фактичними свідченнями, а також відгуками клієнтів

Висновок до розділу

Сучасний світ бізнесу вимагає від підприємців не лише креативності та інновацій, але й систематичного підходу до розвитку та введення продукту на ринок. Розробка стартапу - це складний та захоплюючий процес, який вимагає ретельного стратегічного планування, аналізу ринку та управління ризиками.

Під час розробки даного стартап-проекту було визначено попит на послугу та супутній їй товар. Основною галуззю є підприємства з надання ремонтних послуг автомобілістам.

Аналіз можливостей запуску проекту довів, що ринок привабливий для

даного товару, оскільки він має незаперечні переваги, такі як покращення якості та зменшення часу ремонтних робіт.

Основною можливістю проекту обрана збільшення попиту та розвитку інших напрямків застосування що може призвести до подальшого збільшення клієнтів.

Провівши аналіз конкуренції на ринку можна відзначити, що впровадженням нових технологій у цьому напрямку займаються лише обмежена кількість організацій, а потенційними клієнтами являється велика кількість ремонтних підприємств.

Ринковою стратегією обрана стратегія розширення попиту, цільовою групою обрані станції технічного обслуговування та ремонтні майстерні.

Встановлена ціна продукту який забезпечує виконання удосконаленої технології ремонту знаходиться на одному рівні з конкурентами, та з урахуванням до рівня доходів є досить доступною.

В цілому можна зробити висновок що послуга з впровадження удосконаленої технології та забезпечення її спеціальним інструментом цілком доцільна для використання в якості предмета стартап-проекта.

ВИСНОВОК

В цій магістерській дисертації був розглянутий процес створення та проектування спеціального інструменту для різьбових вставок. Починаючи з ідеї та синтезу, було розглянуто процес розрахунку необхідних геометричних параметрів, створення 3D-моделі, розробки конструкторської документації, маршрутної технології виготовлення та стартап-проекту. Також було проведено дослідження залежності форми стружкової канавки від параметрів та розташування шліфувального диску.

Перший розділ дослідження був присвячений проблематиці відновлення різьби свічних отворів у бензинових двигунах внутрішнього згорання. Основна увага приділена аналізу різьбових з'єднань свічок запалювання та методикам їх ремонту в умовах пошкодження різьби. Виокремлено два основних види різьбових вставок - проволочні та футорки, кожна з яких має свої переваги та недоліки.

На практичному рівні, значну увагу було приділено новаторському підходу до відновлення різьби за допомогою спеціального трьохступінчатого мітчика, що дозволяє уникнути свердління та спрощує процес обробки. Такий метод забезпечує самостійне центрування по старій різьбі, що є значною перевагою, особливо при роботі без демонтажу головки блоку циліндрів.

Другий розділ дослідження зосереджується на розрахунках параметрів трьохступеневого мітчика з номінальними діаметрами 14x1.25, 16x1.5, 18x1.5, призначеного для відновлення різьби свічних отворів. Ключові аспекти цього дослідження включають визначення кількості пір'їв, крутного моменту різьбонарізання, номінальних діаметрів і геометричних параметрів мітчика.

Загалом, ці розрахунки вносять важливий вклад у розробку більш ефективного і універсального інструменту для відновлення різьби, сприяючи покращенню якості та ефективності ремонтних робіт в автомобільній промисловості.

Також, розділ 2 магістерської роботи детально висвітлює процес створення 3D моделі мітчика в програмі Autodesk Inventor Professional 2024.

Процес моделювання включає кілька ключових етапів: від побудови заготовки мітчика з використанням інструментів Circle та Extrusion, до створення складної геометрії різьби та стружкових канавок за допомогою Helical Curve та Sweep. Все це допомогло нам отримати максимально точний результат вигляду мітчика. Також виконано калібрування та формування квадрата.

В розділі 2 детально досліджено вплив трьох ключових параметрів шліфувального круга на форму стружкової канавки. Ми змогли наочно побачити що і як саме впливає на її форму.

Використовуючи Autodesk Inventor Professional 2024, аналізувались зміни переднього кута та форми канавки залежно від кута повороту, діаметра, та зміщення круга. Результати показали, що збільшення кута та діаметра круга зменшує передній кут, в свою чергу збільшення діаметра круга збільшує і передній кут, але його вплив на передній кут стає менш вираженим зі зростанням розмірів круга.

Це дослідження дозволило нам обрати такі параметри, щоб отримати найбільш підходящу форму стружкової канавки для наших цілей.

Третій розділ роботи зосереджений на виготовленні маршрутної технології виготовлення.

Основною відмінністю нашого мітчика – є робоча частина, а саме 3 ступені, до яких було прораховано всі необхідні геометричні параметри, що не могло не вплинути на технологію виготовлення. Також видозмін зазнала стружкова канавка, яка буде робитись на станку з ЧПК. Хвостова частина така сама, як і у звичайного мітчика, тому відмінностей в технології її виробництва немає.

Четвертий розділ роботи зосереджений на розробці стартап-проекту.

Під час розробки даного стартап-проекту було визначено попит на послугу та супутній їй товар. Основною галуззю є підприємства з надання ремонтних послуг автомобілістам.

Аналіз можливостей запуску проекту довів, що ринок привабливий для

даного товару, оскільки він має незаперечні переваги, такі як покращення якості та зменшення часу ремонтних робіт.

Основною можливістю проекту обрана збільшення попиту та розвитку інших напрямків застосування що може призвести до подальшого збільшення клієнтів.

Провівши аналіз конкуренції на ринку можна відзначити, що впровадженням нових технологій у цьому напрямку займаються лише обмежена кількість організацій, а потенційними клієнтами являється велика кількість ремонтних підприємств.

Ринковою стратегією обрана стратегія розширення попиту, цільовою групою обрані станції технічного обслуговування та ремонтні майстерні.

Встановлена ціна продукту який забезпечує виконання удосконаленої технології ремонту знаходиться на одному рівні з конкурентами, та з урахуванням до рівня доходів є досить доступною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Солодкий В. І. Конструкторське забезпечення інструментальних систем: Основи різального інструмента : Підручник для студентів спеціальності 131. Київ, 2022. 331 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48281>.
2. Мітчики. URL: <http://um.co.ua/4/4-16/4-166370.html> (дата звернення: 07.01.2024).
3. Учасники проєктів Вікімедіа. Свічка запалювання – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Свічка_запалювання (дата звернення: 08.01.2024).
4. Казакова Т. В. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи та розрахунково-графічних робіт з дисципліни «різальний інструмент». Краматорськ, 2003. 36 с.
5. Солодкий В. І., Слободянюк І. В., Майданюк С. В. Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 15 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/15186/1/ЗУБОРІЗНИЙ_ІНСТРУМЕНТ_ФРЕЗИ_ЧЕРВ_ЯЧНІ.pdf (дата звернення: 08.01.2024).
6. Металорізальні інструменти : навч. посіб. / уклад. С. В. Швець. Суми : СумДУ, 2007. 185 с.
7. V-COIL Thread Insert System. Ремшайд, 2020. 67 р. URL: https://www.voelkel-shop.com/media/wysiwyg/voelkel/pdf/VCOIL_2020_EN_IT_mp.pdf.
8. Технологія інструментального виробництва / Н. С. Равська та ін. Житомир : ЖІТІ, 2001. 555 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Ravska_2001_555.pdf.
9. Пасічник В. А., Солодкий В. І., Глоба О. В. Магістерська дисертація. Організаційні питання : навч. посіб. / ред. Н. С. Равська. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 73 с.

URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/49821/1/Mahisterska_dysertatsiia.pdf.

10. E-Z LOK™ Threaded Insert for Metal - Automotive - Carbon Steel - M14-1.25 (1/2" Reach) x M18-1.5. URL: <https://www.ezlok.com/ezlok-insert-750-14> (дата звернення: 08.01.2024).
11. Montaż wkładek gwintowych HELICOIL® | Böllhoff. URL: <https://www.boellhoff.com/pl-pl/produkty/technika-montazu/montaz-wkladek-gwintowych-helicoil/> (дата звернення: 08.01.2024).
12. 9 Types of Thread Taps and Their Uses [with Pictures & Names]. URL: <https://engineeringlearn.com/9-types-of-thread-taps-and-their-uses-with-pictures-names/> (дата звернення: 08.01.2024).
13. Розроблення стартап-проекту: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

ДОДАТОК А

Презентація доповіді

Визначення проблеми



Пошкоджена різьба ▼



Набір інструментів з проволочними вставками



- Доступність та дешевизна окремої одиниці
- Легкість встановлення



- Має не стандартні розміри
- Дороговизна комплектів



Футорка



- Доступність та дешевизна окремої одиниці
- Легкість встановлення
- Має стандартні розміри (M14x1.25; M18x1.5)



- Дороговизна комплектів

Синтез конструкції

1.



Ступінчатий мітчик

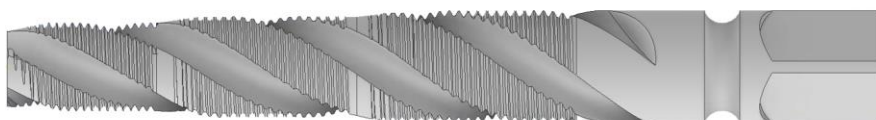
1. 2 ступені: 14x1.25, 16x1.25
2. Прямі стружкові канавки
 - Простота виготовлення
 - Технологічність
 - Універсальність

2.



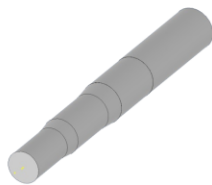
Гвинтова стружкова канавка

1. Виведення стружки з нарізаного отвору
2. Нарізання різьби в легких металах
3. Ефективний відвод стружки, що мінімізує пошкодження різьби та запобігає поломці зубів мітчика
4. Довгий срок служби



Розробка 3D-моделі

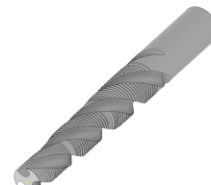
1. Покроково за допомогою інструментів Sketch та Extrusion створюємо циліндри розмірами 14x25 мм, 16x25 мм та 18x26 мм, які в майбутньому будуть ступенями мітчика, та конуси, які будуть ці циліндри поєднувати. Після останнього циліндра робимо довгий циліндр. Отримаємо заготовку мітчика.



2. Далі створюємо площину, яка буде розташована під кутом 46 градусів до позадочної площини мітчика. На цій площині робимо модель шліфувального круга. Потім за допомогою 3D-скетчу робимо ескіз спіралі та інструментом Sweep "протягуємо" по ній модель круга. Отримаємо стружку канавки. Інструментом Spiral Pattern збільшуємо кількість канавок до трьох.



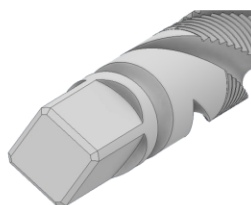
3. Створюємо 2 площини, по одній навпроти кожної з сторін першого циліндру, перпендикулярно до самого циліндру. Проектуємо циліндр на ці площини (маємо отримати на кожній площині коло). Робимо спіраль з початком в центрі спрямованого кола на одній площині та кінець в центрі спрямованого кола на іншій площині. На одному кінці спіралі робимо ескіз зуба та інструментом Sweep "протягуємо" його по спіралі. Отримаємо різьбу на першому циліндрі. Робимо те саме на інших двох циліндрах.



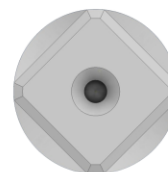
4. Робимо площину на початку першого циліндра. На цій площині робимо пряму дошкию, яка дорівнює радіусу циліндра, під кутом 5 градусів до радіуса циліндра з поверхню на краю циліндра. Робимо дугу на цій прямій з відбором до певного радіуса т.е. щоб дуга почерпалося на краю циліндра. Робимо арку дугу дошкию в 1/3 довжини круга циліндра. Потім робимо ескіз трикутника на площині, яка паралельна довжині мітчика. Протягуємо цей трикутник по отриманій дугі. Інструментом Spiral Pattern збільшуємо кількість отриманих перерізів до трьох.



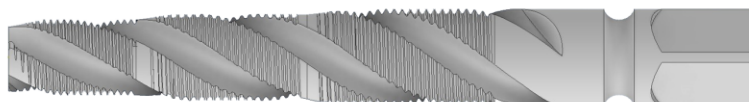
5. Робимо шийку мітчика та квадрат відповідно до ГОСТ 9523-84. Інструментами Sketch та Extrusion отримуємо необхідну форму квадрата.



6. Робимо центровочний отвір форми А за ГОСТ 14034-74. Інструментами Sketch та Extrusion покровоно створюємо відокремні форми отвору. Потім відображуємо цей отвір на протилежну сторону мітчика.

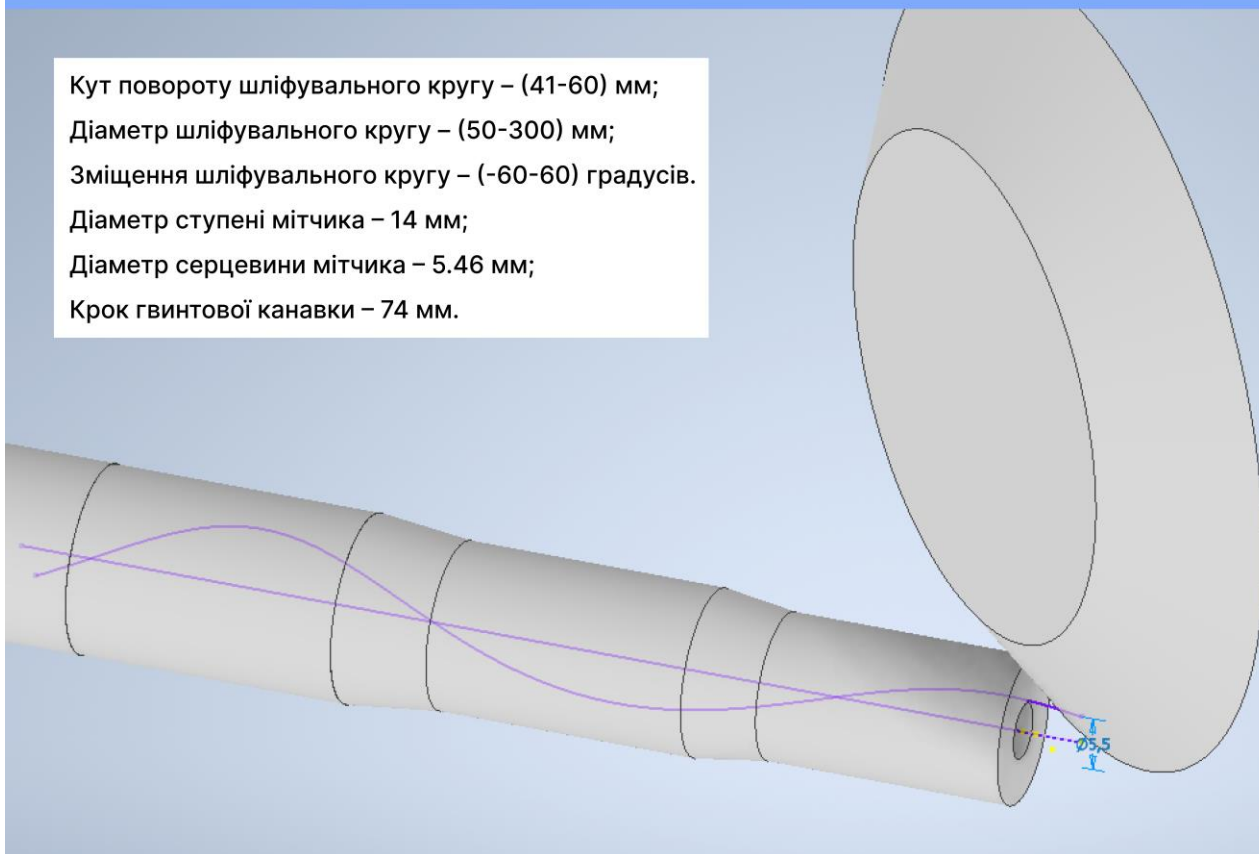


Готовий мітчик ▼

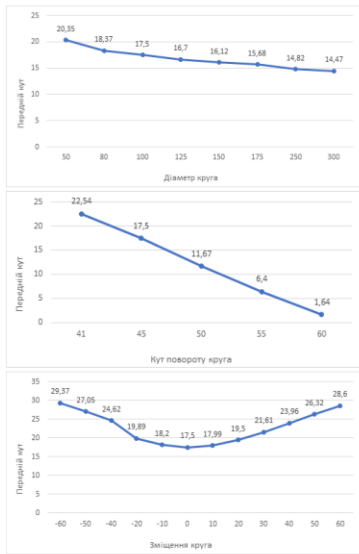


Визначення базових параметрів

Кут повороту шліфувального круга – (41-60) мм;
 Діаметр шліфувального круга – (50-300) мм;
 Зміщення шліфувального круга – (-60-60) градусів.
 Діаметр ступені мітчика – 14 мм;
 Діаметр серцевини мітчика – 5.46 мм;
 Крок гвинтової канавки – 74 мм.



Дослідження впливу розмірів та розташування круга на геометрію та форму стружкової канавки



- Кут повороту шліфувального круга – змінюється в межах від 41 до 60;
- Діаметр шліфувального круга – 78 мм;
- Зміщення шліфувального круга – 0 мм.
- Кут повороту шліфувального круга;
- Діаметр шліфувального круга – змінюється в межах від 50 мм до 300 мм;
- Зміщення шліфувального круга – 0 мм.
- Кут повороту шліфувального круга – 46 мм;
- Діаметр шліфувального круга – 78 мм;
- Зміщення шліфувального круга – змінюється в межах від -60 до 60 градусів.

Діаметр ступені мітчика, мм	Кут розвороту круга, °	Передній кут на початку ступені/в кінці ступені, °
14	46	17,3/17
16	43	16,9/16,3
18	41	16/15,55

Розробка кресленника

1. 62...64 HRC робочої частини, 47...52 HRC хвостовика.
 2. Поверхню канавок мітчика полірувати
 3. Мітчик повинен бути гостро заточений. Завали, викривлення та прилявання на різальних кромках не допускаються
 4. Мітчик повинен виготовлятися з оберненим конусом – 0,1 мм на 100 мм довжини
 5. ДСТУ ISO 2768 – mK
 6. Кут конусу серцевини – 2°
 7. Центровочні отвори форми А за ГОСТ 14034–74
 8. Маркувати Р6М5 М14x1.25–М16x1.25–М18x1.25

МД.НН.ММ.МК.-8110.01.01				
Вид	Лист	№ докум.	Форм.	Дата
Розроб.	Листок	Коржук А.М.		31.07.2017
Вибір.	Листок	Борис Г.В.		
Т.замов.				
В.замов.				
Т.вироб.				
В.вироб.				

Маршрутна технологія виготовлення мітчика

005	Відрізання заготовки зі сталі	Абразивно відрізний станок. Лещата. Шліфувальний круг	040	Термообробка	Агрегат для термічної обробки
010	Підрізання торців	Токарний напівавтомат. Патрон самоцентруючийся. Різці підрізи. Шаблон	045	Шліфування центрових отворів	Центрувальний напівавтомат. Приспособа. Шліфувальний круг
015	Центрування з двох сторін	Центрувальний напівавтомат 2В11	050	Полірування стружкових канавок	
020	Попереднє і остаточне обточування хвостовика, калібрувальної частини, заборного направляючого конуса з припуском під шліфовку	Токарно-копірувальний напівавтомат ВТ-10. Різець прохідний. Скоби, шаблон	055	Шліфування робочої частини	Круглошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Скоби
025	Штампуння квадрата	Автоматизований прес. Штамп	060	Шліфування хвостової частини	Круглошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Скоби
030	Нарізання різьби	Токарний напівавтомат. Патрон самоцентруючийся. Різці підрізи. Шаблон	065	Шліфування різьби з образуванням затилка по профілю і витримання зворотнього конуса	Різьбошліфувальний напівавтомат. Центра. Шліфувальний круг. Накатний ролик. Мікрометр, інструментальний мікроскоп
035	Фрезерування канавок	Горизонтально-фрезерний напівавтомат 6В-1М. Комплект фрез. Шаблон	070	Шліфування затилка на заборному конусі	Автомат МФ143 затиловочний. Приспособа для контролю затилку. Шліфувальний круг

Розробка стартап-проекту

Інформаційна картка стартап-проекту		SWOT-аналіз	
Назва проекту	Мітчик для різьбових вставок під свічки запалювання	Сильні сторони: <ul style="list-style-type: none"> Підвищення швидкості ремонтних робіт Підвищення надійності Простота використання Підвищення якості післяремонтної експлуатації 	Слабкі сторони: <ul style="list-style-type: none"> Ціна Залежність від постачальників інструментальних матеріалів
Автори	Пінчук А. М.	Можливості: <ul style="list-style-type: none"> Збільшення попиту Розвиток інших напрямків Інвестиції 	Загрози: <ul style="list-style-type: none"> Зріст конкуренції Зростання інфляції Зменшення попиту Складність отримання спеціальних мітчиків
Анотація	Удосконалена за рахунок спеціального інструменту технологія ремонту отворів під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів призводить до підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту		
Термін реалізації	0,5 року	Ступеневий аналіз конкуренції	
Необхідні ресурси	Людські, фінансові.	Тип конкуренції	Чиста
Опис проблеми, яку вирішує стартап - проект	Відновлення різьбового отвору під свічки запалювання у ГБЦ бензинових двигунів	За рівнем конкурентної боротьби	Локальний
		За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева
Ціль проекту	Спрощення, та підвищення якості технології виготовлення ремонтного отвору під свічки	Конкуренція за видами товарів	Товарно-видова
		За характером конкурентних переваг	Цінова, нецінова
Очікуваний результат	Підвищення надійності та зменшення часу на виконання ремонту	За інтенсивністю	Немарочна

ДОДАТОК Б

Конструкторська документація

