

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет
(повне найменування факультету)

Металорізальні верстати та інструменти
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: Підвищення стійкості зенкеру при обробці отворів малого діаметру
в важкооброблюваних матеріалах

Виконала: студентка 2 курсу, групи М-212м

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Металорізальні верстати та системи

ЛИМАРЕНКО К.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ТАНЧЕНКО С.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ВИНЕПОЛЬСЬКИЙ Є.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Машинобудівний
 Кафедра Металорізальні верстати та інструменти
 Ступінь вищої освіти Магістр
 Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТА

ЛИМАРЕНКО Катерина Олександрівна
(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Підвищення стійкості зенкеру при обробці отворів малого діаметру в важкооброблюваних матеріалах

керівник проєкту ТАНЧЕНКО Сергій Віталійович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «10» листопада 2023 року №430

2. Строк подання студентом проєкту 15.12.2023

3. Вихідні дані до проєкту Інструмент для обробки отворів малого діаметру в деталях з важкооброблюваних матеріалів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз конструкції двигуна ТВЗ-117В. Визначення особливостей роботи елемента двигуна – форсунки, та його складової частини – завихрителю. Огляд технології виготовлення деталі – завихритель. Аналіз матеріалу деталі. Аналіз особливостей обробки отворів малого діаметру. Вибір геометрії інструменту для забезпечення обробки отвору в деталі. Вибір матеріалу інструменту для обробки важкооброблюваного матеріалу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	11.09.2023	01.10.2023
2	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	02.10.2023	16.10.2023
3	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	17.10.2023	30.10.2023
4	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	31.10.2023	13.11.2023
5	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	14.11.2023	30.11.2023
6	ТАНЧЕНКО С.В., старший викладач	01.12.2023	14.12.2023
Нормоконтроль	ОГЛУЗДИНА Л.С., старший викладач		

7. Дата видачі завдання « 11 » вересня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструкції двигуна	11.09.2023-01.10.2023	
2	Огляд особливостей роботи камери згорання та її конструктивних елементів	02.10.2023-16.10.2023	
3	Аналіз технології виготовлення деталі – завихритель	17.10.2023-31.10.2023	
4	Аналіз матеріалу деталі	01.11.2023-14.11.2023	
5	Проектування інструменту та вибір матеріалу для виготовлення інструменту	15.11.2023-14.12.2023	

Студентка

_____ Катерина ЛИМАРЕНКО _____
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту

_____ Сергій ТАНЧЕНКО _____
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерського проекту: 54 с., 8 рис., 10 табл., 11 джерел.

ДВИГУН, ФОРСУНКА, ТВЕРДИЙ СПЛАВ, СТАЛЬ, ЗЕРНИСТІСТЬ, ЗЕНКЕР, ТВЕРДІСТЬ, СТІЙКІСТЬ

Об'єкт дослідження – Інструмент для обробки отворів малого діаметру в деталях з важкооброблюваних матеріалів.

Мета роботи – підвищення стійкості різального інструменту для обробки отворів малого діаметру в деталях з важкооброблюваних сплавів.

В проекті розглянуто конструкцію авіадвигуна ТВЗ-117В. Розглянуто принцип роботи камери згорання та її комплектуючої деталі - завихрителя. Проведено аналіз технології виготовлення деталі та складу метеріалу з якого виготовлено деталь. Запропоновано геометрію інструменту для обробки отвору малого діаметру. Обрано матеріал для виготовлення інструменту, для забезпечення підвищення стійкості при обробці.

THE ABSTRACT

Explanatory note to the master's project: 54 p., 8 pic., 10 tab., 11 sources.

ENGINE, NOZZLE, CARBIDE, STEEL, GRANITY, COUNTER,
HARDNESS, DURABILITY

The object of the study - A tool for machining small diameter holes in parts made of hard-to-machine materials.

The purpose of the work - increasing the stability of the cutting tool for processing small-diameter holes in parts made of hard-to-machine alloys.

The design of the TV3-117V aircraft engine is considered in the project. The principle of operation of the combustion chamber and its component part - the swirler - is considered. The analysis of the technology of manufacturing the part and the composition of the material from which the part is made was carried out. The geometry of the tool for machining a small diameter hole is proposed. The material for the manufacture of the tool was chosen to ensure increased stability during processing.

ЗМІСТ

	С.
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1. Основні дані двигуна.....	10
1.1 Загальні відомості про двигун ТВЗ-117В.....	10
1.2 Основні переваги двигуна ТВЗ-117В.....	10
1.3 Конструктивно – компонувальна схема двигуна ТВЗ-117В.....	11
1.4 Конструкція двигуна ТВЗ-117В.....	12
1.4.1 Вихідний пристрій.....	12
1.4.2 Статор компресора.....	15
1.4.3 Ротор компресора.....	16
1.4.4 Опори ротора компресора.....	17
2. Камера згорання.....	21
2.1 Принцип роботи камери згорання.....	21
2.2 Конструкція камери згорання.....	22
2.3 Робота камери згорання.....	23
2.4 Можливі несправності камери згорання.....	24
3. Форсунка.....	26
3.1 Струменеві форсунки.....	26
3.2 Вихрові форсунки.....	27
3.3 Форсунки з обертовим розпилювачем.....	28
4. Технологія виготовлення деталі.....	29
4.1 Марка матеріалу для виготовлення деталі.....	29
4.2 Характеристика та застосування сталі Р18.....	30
4.3 Галузь застосування.....	31
4.4 Технологія виготовлення деталі.....	32
4.5 Вибір верстату для виконання обробки деталі.....	34

4.6 Вибір оснащення для обробки деталі.....	35
5. Опис характеристики інструменту.....	38
5.1 Загальні положення про виріб матеріалу.....	38
5.2 Марка матеріалу для виготовлення інструменту.....	40
5.3 Технологія виготовлення інструменту.....	41
6. Підбір матеріалу для збільшення стійкості зенкера.....	46
Висновок.....	52
Список використаних джерел.....	53

ВСТУП

Україна належить до небагатьох країн світу, що мають повний цикл (макротехнологію), за винятком авіоніки, створення авіаційної техніки, та посідає провідне місце на світовому ринку в секторі транспортної та регіональної пасажирської авіації. За рівнем розвитку літакобудування Україна належить до найбільш розвинених держав. Таку промисловість мають п'ять— шість країн, які застосовують високі технології. Виробництво великих пасажирських літаків взагалі освоїли всього кілька держав. Найбільші літаки— аеробуси: вони вміщують близько 850 (Airbus A380) пасажирів. Їх випускають компанії «Airbus»(Євросоюз) і «Boeing»(США). Літаки, розраховані на меншу кількість пасажирів, виробляються в країнах ЄС (компанії «ATR»і «Saab AB»), в Канаді («Bombardier»), в Бразилії («Embraer»), в Ірані (HESA) і в Україні— на Харківському авіазаводі і на київському «Антонові».

2007 року, було створено державний авіабудівний концерн «Авіація України», який об'єднав 10 підприємств авіапрому, в тому числі АНТК ім. Антонова, Київський авіазавод «Авіант», Харківське державне авіаційне виробниче підприємство (Харківський авіазавод), Запорізьке машинобудівне КБ «Прогрес». Концерн створювався задля «об'єднання розробників і виробників авіаційної техніки в єдиний комплекс з централізованим керуванням». В 2010-2012 роках, підприємствами авіабудування виготовлено та передано замовникам 19 літаків.

Галузь нараховує понад 60 підприємств, на які припадає близько 25 відсотків зайнятих у машинобудуванні в Україні. Основу галузі становлять п'ять великих підприємств, на яких зосереджено дві третини працівників галузі. Потенціал авіаційної промисловості дає змогу збільшувати обсяги розроблень і виробництва авіаційної техніки, зокрема:

- регіональні пасажирські та транспортні літаки;

- авіаційні двигуни та агрегати;
- бортове радіоелектронне обладнання, орієнтоване на використання супутникових систем зв'язку, навігації та спостережень;
- вертольоти та літальні апарати малої авіації, зокрема безпілотні.

До перспективних розробок галузі можна віднести:

- літаки типу Ан-74, Ан-38, Ан-70, Ан-124, Ан-140, Ан-148, Ан-178, Ан-225 та їх модифікації;
- серійне виробництво двигунів Д-27, Д-18Т четвертої серії, АІ-450, АІ-222-25, ВК-2500;
- український гвинтокрил.

Під час виставки IDEX 2019, що проходила в Абу-Дабі 17–21 лютого, було представлено докладні дані про новий безпілотний бомбардувальник великого радіусу дії (UCAV).

Саудівська компанія Science Technology разом з партнерами з Південної Кореї, США та України запускає програму, яка використовуватиме новітні технології та досвід бойових дій для розробки нової безпіотної повітряної платформи, яка зможе перевозити декілька тонн високоточного озброєння.

1 ОСНОВНІ ДАНІ ДВИГУНА

1.1 Загальні відомості про двигун ТВЗ-117В

Силова установка вертольоту Мі-24 складається з двох турбінних двигунів ТВЗ-117В, а також систем і пристроїв, що забезпечують роботу двигунів.

Використання у вертолітній силовій установці двох двигунів підвищує безпеку польоту, оскільки в разі вимкнення одного з них другий забезпечує продовження польоту або виконання безпечної посадки. Правий і лівий двигуни силової установки взаємозамінні за умови розвороту вихлопного патрубку. Особливістю конструкції турбінних двигуна є наявність вільної турбіни. Потужність, що виробляється вільною турбіною, передається головному редуктору і становить ефективну потужність двигуна.

Ця особливість має низку конструктивних та експлуатаційних переваг:

- дозволяє отримувати бажану частоту обертання ротора вільної турбіни (валу несучого гвинта вертольоту) незалежно від частоти обертання ротора турбокомпресора двигуна;
- полегшує розкрутку ротора турбокомпресора під час запуску двигуна;
- дає змогу отримувати оптимальні витрати палива за різних умов експлуатації двигуна;
- виключає необхідність встановлення фрикційної муфти в силовій установці вертольота.

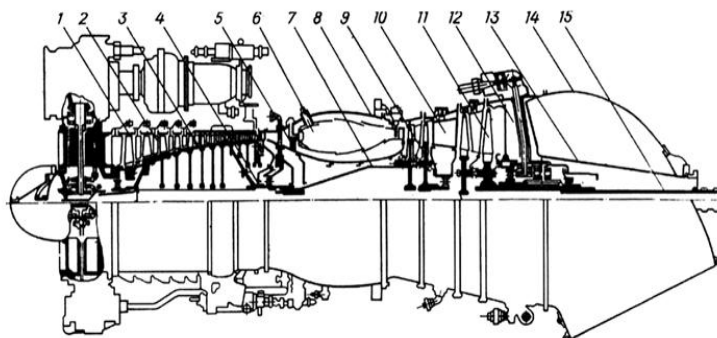
1.2 Основні переваги двигуна ТВЗ-117В

До основних експлуатаційних переваг двигуна ТВЗ-117В можна віднести:

- висока надійність ;
- збільшена потужність, як підтримується при високих температурах зовнішнього повітря та у високогір'ї;
- низька питома витрата палива;
- великий ресурс ;
- простота обслуговування в експлуатації ;
- висока ремонтпридатність ;
- стала робота в умовах великої запиленості та задимленості ;
- можливість тривалої експлуатації в морських умовах;
- низька вартість життєвого циклу ;

1.3 Конструктивно – компоновальна схема двигуна ТВЗ-117В

Конструктивно - компоновальна схема двигуна включає вхідний пристрій, компресор, камеру згоряння, турбіну компресора, вільну турбіну і вихідний пристрій.



1 - компресор; 2 - напрямний апарат; 3 - ротор; 4 - опора; 5 - форсунки; 6 - свічка запалювання; 7 - вал; 8 – камера згоряння; 9 - турбіна компресора; 10,12 - силові стійки; 11 - вільна турбіна; 13 - силовий конус; 14 - вихідний пристрій; 15 - вал вільної турбіни.

Рисунок 1.1 - Турбінний двигун ТВЗ-117В

1.4 Конструкція двигуна ТВ3-117В

1.4.1 Вхідний пристрій

Вхідний пристрій ГТД - частина газотурбінної силової установки, що містить повітрязабірник, засоби його регулювання, захисні пристрої (ДСТУ-23851).

Вхідний пристрій значною мірою впливає на ефективність і надійність роботи силової установки, оскільки підводить до компресора необхідну кількість повітря із заданим полем швидкостей і тисків.

Повітрязабірником називається пристрій для відбору атмосферного повітря і підведення його до ГТД. Вхідний пристрій являє собою частину фюзеляжу гелікоптера, що утворює плавний звужувальний канал для підведення повітря з атмосфери в компресор із мінімальними гідравлічними втратами.

Вертолітний вхідний пристрій, виходячи зі свого призначення, вирішує два основні завдання:

- підведення повітря до компресора;
- прискорення повітря до необхідної на вході в компресор швидкості.

У зв'язку з цим до вхідних пристроїв висувається низка вимог:

- Малі втрати повного тиску

Основною причиною втрат повного тиску є наявність тертя повітря об стінки повітрязабірника, одного шару повітря відносно іншого, а також вихроутворення в каналі вхідного пристрою, спричинене турбулентністю потоку, який потрапляє на вхід у двигун, і зривом потоку з вхідних країв вхідного пристрою під час польотів із великими кутами атаки та ковзання.

Для реалізації цієї вимоги стінки вхідного пристрою не повинні мати різкої зміни площі поперечного перерізу, значної шорсткості стінок, вм'ятин, а вхідні кромки мають бути спрофільовані так, щоб якомога швидше унеможливити відрив потоку.

- Мінімальний зовнішній опір

Зовнішній опір зумовлений дією сил тертя і надлишкового тиску на його зовнішню поверхню. Цей опір збільшує сумарний опір літального апарата і витрати на його подолання.

Величина зовнішнього опору вхідного пристрою залежить від місця його розташування, форми і швидкості польоту.

- Рівномірність полів швидкостей і тисків на вході в компресор

Наявність нерівномірності полів швидкостей і тисків призводить до нерівномірного навантаження компресора, зниження ефективності його роботи, зменшення витрати повітря через двигун. Виконання цієї вимоги залежить від довжини вхідного пристрою і кута набігання потоку. Що довший канал вхідного пристрою, то більш "спокійним" підходить потік до компресора.

-Відсутність значних пульсацій потоку на вході в двигун причиною їх виникнення зазвичай є перешкоди у вхідному пристрої за наявності зриву потоку.

- Малі габарити і маса вхідного пристрою.

Канал вхідного пристрою розділений на передню частину, що є приналежністю вертольота, і задню частину, що належить двигуну.

Вертолїтна частина вхідного пристрою являє собою вхідний тунель, через який з атмосфери повітря надходить у двигун. Цей тунель складається з вхідної колекторної губи і зовнішньої обичайки. Вхідна губа утворює канал, що звужується. Для додання жорсткості зовнішня частина вхідної губи ззаду підкріплена стінкою. Для захисту від обмерзання вхідна губа обігривається гарячим повітрям, яке відбирають із-за 12 ступеня компресора. Вхідна губа з'єднується заклепками із зовнішньою обичайкою.

Зовнішня обичайка утворює канал практично незмінного перерізу для підведення повітря до компресора. У цьому каналі відбувається поступове вирівнювання полів параметрів потоку, гасіння пульсацій, зниження турбулентності. Зовнішня обичайка посилюється зовні поздовжніми

стрингерами. У задній її частині є фланець для кріплення вертолітної частини вхідного пристрою до двигуна.

Так само як і вхідна губа, зовнішня обичайка захищається від обмерзання гарячим повітрям через компресор.

З огляду на невисокі механічні навантаження деталі вертолітної частини вхідного пристрою являють собою тонкостінні конструкції з алюмінієвих сплавів.

Рухову частину вхідного пристрою утворюють корпус першої опори двигуна з коком-обтічником.

Компресор є одним з основних елементів турбінного двигуна з вільною турбіною ТВЗ-117В. Дванадцяти ступінчастий компресор із поворотними лопатками вхідного напрямного апарата (ВНА) і напрямних апаратів перших чотирьох ступенів призначенні для підвищення тиску повітря, що надходить з атмосфери, і подачі його в камеру згоряння.

Він являє собою лопаткову машину, в якій повітря повідомляється енергія, що йде на підвищення його повного тиску.

Підведена до повітря в компресорі енергія у вигляді роботи відбирається від газу за допомогою турбіни компресора.

До компресорів висувають такі вимоги:

1. Високий рівень ККД, тобто мінімальні втрати роботи, що підводиться від турбін компресора на підвищення тиску повітря.

Причини втрат:

- гідравлічні втрати через в'язкість повітря і шорсткість поверхні, тобто втрати, пов'язані з подоланням тертя;
- перетікання повітря через зазори між статором і ротором;
- завихрення потоку;
- відбір повітря на охолодження елементів двигуна і потреби вертольота.

2. Стійка робота в широкому діапазоні зміни умов польоту і режиму роботи двигуна.

3. Рівномірність потоку повітря на вході в камеру згоряння.

4. Малі габарити і маса. Домагаються за рахунок конструктивної досконалості та застосування легших матеріалів (титанові, алюмінієві сплави, композитні матеріали).

5. Висока міцність, зносостійкість, надійність досягаються спеціальною обробкою поверхні, застосуванням спеціальних покриттів, застосуванням пилозахисних пристроїв, ретельним контролем технічного стану.

1.4.2 Статор компресора

Статор компресора складається з корпусу, напрямних і спрямовуючих апаратів. Статор компресора виконаний з окремих титанових циліндричних оболонок, зцентрованих і з'єднаних між собою за допомогою фланців і призонних болтів. Це забезпечує рівномірну жорсткість корпусу статора компресора по колу і дає можливість зменшити радіальні зазори з ротором. Крім того, застосування циліндричних оболонок спростило технологію виготовлення статора компресора.

Статор компресора складається з 4-х корпусів. Корпуси з'єднуються між собою фланцями і самоконтруючимися гайками. Обичайка корпусу і кожух утворюють кільцеву порожнину, яка через отвори в стінці обичайки і зовнішній обоймі напрямного апарату 7 ступеня з'єднується з проточною частиною компресора.

На зовнішній поверхні кожуха є фланець для відбору повітря на охолодження вільної турбіни і наддуву третьої опори двигуна, а також два фланці для встановлення клапанів перепуску повітря.

У фланцях корпусів є радіальні отвори, що слугують гніздами для встановлення цапф поворотних лопаток напрямних апаратів.

На зовнішній поверхні обичайки корпусу статора приварено 2 кутових штуцери для відбору повітря (через 5 ступінь компресора) для наддуву ущільнень першої та четвертої опори двигуна.

Лопатки напрямних апаратів № 1 і № 2 мають нижні цапфи (покриті антифрикційним покриттям), які входять у циліндричні гнізда роз'ємних внутрішніх обойм.

Випрямляючий апарат компресора є силовим елементом конструкції двигуна і складається з 2-х кільцевих обичайок і двох рядів лопаток, які слугують для повного спрямлення потоку на виході з компресора.

Лопатки, виготовлені штампуванням, запресовують у бандажні кільця і припаюють.

1.4.3 Ротор компресора

Ротор компресора барабанно-дискового типу виготовлено з 12 дисків, з'єднаних між собою електронно-променевим зварюванням, крім диска першого ступеня, який кріпиться призонними болтами до проставки, привареної до диска другого ступеня.

Усередині передньої цапфи ротора є шліци для встановлення конічної ресори, що передає крутний момент від ротора компресора до центральної конічної шестерні приводу агрегатів. Усередині задньої цапфи є шліци для передавання крутного моменту від валу турбіни до валу компресора.

Для запобігання потраплянню масла у внутрішню порожнину ротора встановлений екран.

Робоча лопатка компресора складається з профільної частини (пера) і замкової частини (хвостовика).

Кріплення робочих лопаток до дисків ротора компресора здійснюється за допомогою замка типу "ластівчин хвіст". Перетин його виконано у формі трапеції з плоскими робочими поверхнями.

Паз в ободі диска теж являє собою трапецію, розташовану під деяким кутом до осі ротора з фіксацією від переміщення пластинчастими замками.

Робочі лопатки інших ступенів ротора компресора з відносно невеликою масою встановлюються в поперечні трапецієподібні пази дисків і фіксуються після складання в потрібному положенні.

1.4.4 Опори ротора компресора

Опора ротора - сукупність підшипника з деталями кріплення його до корпусу і валу, силових елементів (передають зусилля на корпус двигуна), а також елементів змащування підшипника, охолодження і ущільнення масляних порожнин. Перша опора є передньою опорою ротора компресора. Вона складається з таких основних вузлів і деталей: корпусу підшипника, демпфера, вузла графітового ущільнення. У корпусі підшипника встановлено: контактний радіально-торцевий ущільнювальний пристрій; пружно-гідравлічний демпфер; роликовий радіально-упорний підшипник; монтажні кільця і фіксуючу гайку. Ущільнювальний елемент зафіксований в корпусі плоскою стопорною пластиною.

Для створення позитивного перепаду тисків між повітряною і масляною порожнинами, повітряну порожнину надувають повітрям, яке відбирають за п'ятим ступенем компресора.

Пружно-гідравлічний демпфер призначено для зниження рівня вібрацій ротора і часткової компенсації монтажних неспіввісностей опор ротора турбокомпресора.

Пружно-гідравлічний демпфер являє собою два розташованих поруч пружних кільця з вифрезерованими виступами на їхніх зовнішніх і внутрішніх поверхнях.

Прогини кілець між виступами забезпечують радіальну податливість опор ротора.

Порожнини між виступами пружних кілець заповнюються маслом, що надходить під тиском із системи змащення двигуна. Під час згинальних коливань ротора і деформацій пружних кілець масло видавлюється з порожнин між виступами, поглинаючи енергію коливань.

Друга опора є задньою опорою ротора компресора і складається з корпусу гнізда підшипника, корпусів із графітовими ущільненнями, кришки лабіринту і вузла графітового ущільнення.

Корпус другої опори - зварний, виготовлений із титанових листів. У передній стінці корпусу і в задньому фланці є отвори, які слугують для перепуску повітря, що проходить через гребінцевий лабіринт компресора у вихлопний патрубок, через перепускні трубки і для вирівнювання тиску перед графітовим ущільненням опори.

До корпусу другої опори кріпиться гвинтами гніздо підшипника, в яке монтується зовнішнє кільце шарикопідшипника.

Внутрішнє кільце шарикопідшипника роз'ємне, монтується на задню шийку ротора компресора з натягом і підтискається через ущільнювальні втулки та регулювальне кільце до ущільнювального бурту задньої шийки ротора компресора.

Досвід експлуатації двигуна ТВЗ-117В показує, що найчастіше несправності виникають у таких елементах компресора: лопатки робочих коліс і напрямних апаратів, корпуси, лабіринтові ущільнення, деталі систем механізації компресора.

Характерними несправностями лопаток компресора є:

- поверхнева ерозія (знос), корозія, забоїни, вм'ятини і подряпини;
- тріщини;

- поломка

Найбільшу небезпеку для лопаток становлять забоїни і вм'ятини, які, будучи концентраторами напружень, призводять до втомного руйнування лопаток.

У корпусах компресорів можуть виникати такі несправності: тріщини корпусів, зношення внутрішньої поверхні, особливо м'яких покриттів над робочими лопатками, ослаблення кріплення агрегатів, розташованих на корпусі компресора.

Заходи щодо попередження відмов і несправностей можна розділити на дві групи - конструктивні та експлуатаційні.

До конструктивних заходів належать:

- застосування захисних пристроїв на вході в двигун, раціональне розташування входних пристроїв на гелікоптері (зменшує вміст твердих частинок у повітрі, яке потрапляє в компресор, для зниження зношування його елементів і запобігає потраплянню сторонніх предметів);
- застосування протиобморожувальної системи компресора (запобігає потраплянню льоду в проточну частину);
- виконання лопаток перших ступенів із високоміцних матеріалів (підвищує стійкість лопаток к зносу и пошкодження сторонніми предметами).

До експлуатаційних заходів належать:

- ретельне прибирання стоянок, руліжних доріжок і злітно-посадкових смуг від сторонніх предметів, снігу, льоду і сухої трави, поливання ґрунтових стоянок, суворе дотримання встановлених дистанцій під час руління;
- застосування протиорнітологічних заходів;
- своєчасне ввімкнення протиобморожувальних систем і пилозахисних пристроїв;
- регулярна перевірка стану обшивки та заклепувальних швів входного пристрою;
- систематичний контроль стану елементів компресора і працездатності систем управління механізацією;

- суворе витримування режимів прогріву та охолодження двигуна;
- своєчасне встановлення заглушок на входні пристрої двигунів;
- ручна прокрутка ротора компресора перед запуском в умовах низьких температур;
- регулярна перевірка інструменту після закінчення робіт на авіаційній техніці.

Постійне і регулярне проведення зазначених заходів забезпечує безпечну експлуатацію компресора і збереження параметрів його роботи протягом встановленого ресурсу.

Камера згоряння - кільцева, прямоточна. Камера згоряння призначена для організації процесу горіння палива і підведення теплоти, що виділяється при цьому, до робочого тіла - повітря. У камері згоряння відбувається зміна хімічного складу робочого тіла. Повітря перетворюється на газ, що являє собою суміш повітря з продуктами згоряння.

Турбіна компресора - реактивна, двоступенева осьова. Турбіна компресора призначена для перетворення частини ентальпії газу в механічну роботу для приводу компресора і агрегатів двигуна.

Вільна турбіна - реактивна, двоступенева, осьова. Вільна турбіна являє собою перетворювач енергії газового потоку в механічну роботу для створення потужності, що передається через трансмісію і редуктор на обертання несучого і рульового гвинтів вертольота, а також агрегатів, встановлених на головному редукторі.

Вихідний пристрій двигуна - виконано у вигляді овального патрубку, що розширюється, який знижує швидкість газового потоку і відводить його в бік від осі двигуна з таким розрахунком, щоб унеможливити потрапляння гарячих газів на елементи конструкції вертольота.

2 КАМЕРА ЗГОРЯННЯ

Камера згоряння - один із найважливіших елементів ГТД, від досконалості якого значною мірою залежать надійність і економічність.

Камера згоряння призначена для організації процесу горіння і нагрівання робочого тіла до необхідної температури.

Горіння представляє собою хімічну реакцію окислення вуглеводневого палива киснем повітря, що йде з виділенням тепла.

2.1 Принцип роботи камери згоряння

Горіння паливоповітряної суміші є складним фізико-хімічним процесом, який можна умовно розглядати як такий, що складається з процесів, що послідовно протікають:

- розпилення палива;
- випаровування;
- змішання парів палива з повітрям;
- займання горючої суміші, що утворилася;
- хімічної реакції окислення (горіння).

Організація горіння палива в камері згоряння ґрунтується на таких двох принципах, що дають змогу забезпечити стійке горіння палива за високих швидкостей руху повітряного потоку:

1. Поділ потоку на дві частини, менша з яких подається безпосередньо в зону горіння (де за рахунок цього створюється необхідний для стійкого горіння склад суміші), а інша (більша частина) прямує в обхід зони горіння (охолюючи жарову трубу) і лише перед турбіною змішується з продуктами згоряння, знижуючи потрібною мірою їхню температуру.

2. Стабілізація полум'я шляхом гальмування газоповітряного потоку за рахунок:

- диффузорності каналу передньої секції обтічника жарової труби;
- завихрення паливоповітряної суміші в передній секції обтічника із завихрювачами;
- створення зони зворотних струмів секції змішування жарової труби.

2.2 Конструкція камери згоряння

Камера згоряння служить для перетворення хімічної енергії палива в теплову енергію шляхом організації ефективного згоряння палива в потоці повітря, що надходить із компресора. Камера згоряння двигуна - кільцева, із завихрювачами повітря навколо робочих форсунок.

Основні вузли камери згоряння:

- корпус камери згоряння, що є зовнішнім корпусом дифузора;
- внутрішній корпус дифузора;
- жарова труба;
- паливний колектор з дванадцятьма форсунками.

Дифузор камери згоряння, утворений зовнішнім і внутрішнім корпусами камери згоряння, являє собою канал, що розширюється, в якому відбувається зменшення осьової швидкості потоку. Зниження швидкості потоку сприяє поліпшенню стійкості горіння і зменшенню гідравлічних втрат.

Переднім фланцем корпус камери згоряння кріпиться к корпусу спрямляючого апарата компресора, а заднім - до корпусу соплових апаратів турбіни компресора.

Для посилення жорсткості внутрішнього корпусу дифузора до його внутрішньої поверхні приварені бандажі.

Жарова труба кільцевого типу складається із зовнішнього і внутрішнього обтічників із ввареними у внутрішній обтічник дванадцятьма завихрювачами, зовнішньої і внутрішньої секцій змішувача, а також зовнішньої і внутрішньої опорних секцій.

Зовнішній обтічник і внутрішній обтічник, а також секції, з'єднані між собою гофрованими кільцями. На зовнішньому обтічнику жарової труби є дев'ять втулок для встановлення підвісок жарової труби, якими вона кріпиться до корпусу камери згоряння.

В завихрювачах встановлені плаваючі кільця, що слугують для компенсації термічних розширень жарової труби. До гарячого газу, в зоні змішання жарової труби, додається вторинне повітря, що надходить через отвори в зовнішній і внутрішніх секціях.

Ефективне охолодження стінок жарової труби здійснюється вторинним повітрям, що входить всередину жарової труби через зовнішні та внутрішні щілини, утворені гофрованими кільцями. Для надійного підпалу паливоповітряної суміші в момент запуску двигуна на корпусі компресора у фланцях встановлено дві запальні свічки. Знизу на корпусі камери згоряння встановлено дренажний клапан.

2.3 Робота камери згоряння

Повітря з високим тиском надходить з компресора в порожнину дифузора, в якій розділяється на два потоки: первинний, що потрапляє в зону горіння жарової труби через завихрювачі, та вторинний, який іде на охолодження жарової труби і турбіни компресора.

У передній частині жарової труби відбувається інтенсивне згоряння палива в завихреному потоці повітря. У задній частині жарової труби

відбувається інтенсивне змішання гарячих газів із вторинним потоком повітря, і відповідне зниження температури газів.

Паливо в камеру згоряння надходить паливним колектором і, пройшовши через двоканальні форсунки, згорає в завихреному потоці повітря.

Паливний колектор з форсунками призначений для підведення палива в камеру згоряння двигуна. Паливний колектор являє собою кільцевий вузол, що складається з 12-ти форсунок, з'єднаних між собою двома рядами трубок. Форсунки - двосоплові, двоканальні, відцентрові.

Розпилювальним елементом першого контуру є конічний завихрювач і сопло - завихрювач, а другого контуру сопло - завихрювач і сопло.

Фільтрувальним елементом першого контуру є сітчастий фільтр. Фільтрувальним елементом другого контуру є гільза, на циліндричній частині якої нарізано дрібне різьблення і кілька спіральних проточок, що забезпечує чистоту фільтрації. Центрування завихрювача забезпечується підтисканням його к сопла - завихрювача пружиною. Для унеможливлення нагароутворення на соплі відбувається обдув його повітрям, що надходить через отвори в кожусі.

Подача палива по першому контуру здійснюється як під час запуску двигуна, так і на всіх режимах роботи. подача палива по другому контуру проводиться на всіх робочих режимах вище режиму малого газу.

2.4 Можливі несправності камери згоряння

1. Зрив полум'я і припинення горіння паливоповітряної суміші через помпаж компресора в разі потрапляння на вхід у двигун сторонніх предметів, птахів і порохових газів після пуску ракет.

2. Прогар жарової труби, деформація від перегріву або навіть прогар зовнішнього корпусу камери може бути викликаний:

- помпажними явищами в компресорі;
- застосуванням не рекомендованих сортів палива;
- перевищенням допустимого часу роботи на обмежуваних режимах;
- засміченням або обгоранням паливних форсунок зі зміною напрямку факелів полум'я.

3. Деформація або викривлення жарової труби і корпусу камери згоряння через:

- запуску двигуна в умовах низьких температур без попереднього підігріву;
- різкого теплового навантаження елементів, що виникає під час виведення непрогрітого двигуна на підвищений режим або під час різкого його вимкнення без охолодження (2 - 3 хв.) на зниженому режимі;
- перевищення часу роботи на обмежуваних режимах.

3 ФОРСУНКА

Форсунка - пристрій з одним або декількома отворами для розпалення рідини, яка надходить в нього під тиском. Форсунки використовують для подачі рідкого палива у зону горіння. Вони забезпечують рівномірне і повніше згоряння палива в котлах, камера згорання теплових двигунів.

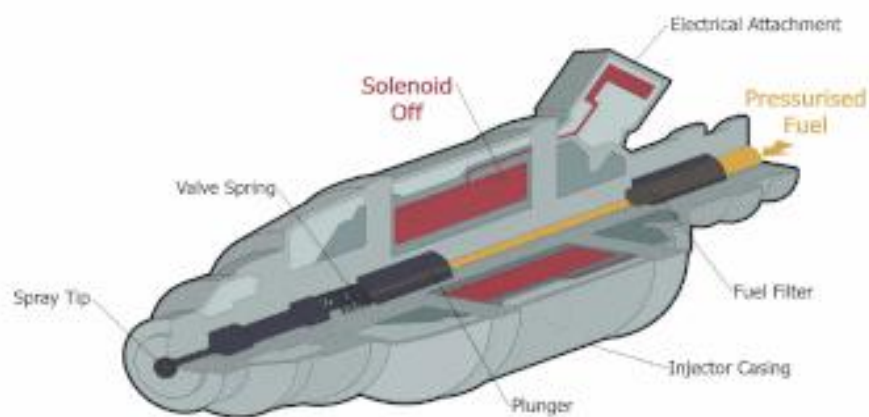


Рисунок 3.1 - Типова паливна електромеханічна форсунка у вигляді електромагнітного клапана

Існує декілька типів розпилювальних форсунок: струменеві, вихрові й з обертовим розпилювачем.

3.1 Струменеві форсунки

В типову систему подачі форсунки високого тиску входять повітряний нагнітач, паливна помпа, фільтр і клапан регулювання тиску. Після запуску системи помпа викачує паливо з бака й через фільтр підводить його до

клапана регулювання тиску, який відкривається, коли тиск досягає заданого рівня ($\sim 0,7$ МПа). Внаслідок чого паливо поступає в розпилювач форсунки.

За принципом пневматичного розпилювання фарби працюють фарбувальні агрегати, за допомогою яких можна розпилювати водні та неводні фарбувальні суміші й навіть шпаклівки. У цих агрегатах фарба, котра вилітаючи з сопла фарборозпилювача, що є складовою частиною фарбувального агрегату, розпилюється струменем стисненого повітря.

Фарбувальна суміш під тиском надходить у фарборозпилювач і через внутрішній канал потрапляє в сопло. На виході з сопла суміш підхоплюється струменем стисненого повітря, що проходить у просторі між стінкою сопла і внутрішньою поверхнею розпилювальної головки, і, вилітаючи, подрібнюється на найдрібніші частинки.

3.2 Вихрові форсунки

Розпилювач форсунки високого тиску має від двох до шести тангенціальних паливних каналів залежно від продуктивності агрегату. Через канали паливо поступає в порожнину розпилювача, закручується і викидається через сопло. Паливо розпилюється, утворюючи туман з дрібних крапельок, і поступає в зону горіння, куди подається і повітря.

Пневматичні форсунки низького тиску за своєю конструкцією аналогічні вищеописаним, а їх принцип роботи певною мірою аналогічний роботі краскопульту. Тиск, при якому рідке паливо поступає в розпилювач, зазвичай не набагато вище за атмосферний.

Вихрова форсунка (форсунка відцентрового типу) зроблена так, що фарбувальна суміш надходить у внутрішню порожнину форсунки через вхідний канал, розміщений по дотичній до її внутрішньої циліндричної поверхні. Всередині форсунки фарба набирає обертального руху й

завихрюється. Вилітаючи з вихідного, отвору форсунки, фарба під дією відцентрової сили розпилюється на найдрібніші частинки та утворює конусоподібний факел. У деяких форсунках завихрювання фарби створюється за допомогою спеціального гвинтоподібного сердечника, який є в корпусі форсунки

Для розпилювання фарби у вихрових форсунках повітря не використовується, тому за допомогою цих форсунок можна розпилювати лише водні ґрунтувальні і фарбувальні суміші які менш в'язкі (вапняні, силікатні тощо).

3.3 Форсунки з обертовим розпилювачем

У форсунках з розпилювачем, що обертається закручування потоку з часточками палива здійснюється обертанням корпусу розпилювача. При викиданні палива через радіальні сопла чашкового розпилювача в повітряний потік утворюється кільцевий плоский фронт полум'я.

4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

4.1 Марка матеріалу для виготовлення деталі

Сплав P18 відноситься до категорії інструментальних швидкорізальних сталей. Калібровані прутки P18 ще називають сріблясткою. Характеризується вмістом ванадію не більше 2%. Добре піддається обробці зварюванням та шліфуванням. Матеріал застосовується для виготовлення інструменту для металорізальних верстатів: фрези, свердла, різці, протяжки, шевери, довбані та інші. Високі експлуатаційні характеристики інструменту надають карбідоутворюючі елементи, що вводяться в сплав як легуючі елементи.

Марка металу розшифровується так наступним чином:

P - сталь швидкорізальна;

18 - зміст вольфраму.

Крім вольфраму в сплаві також містяться:

Таблиця 4.1– Хімічний склад сплаву P18

Fe (залізо)	73%
Cr (хром)	4%
V (ванадій)	не більше 1,4%
Mo (молібден)	менше 1%
C (вуглець)	0,8%
Si (кремній)	0,5%
Mn (марганець)	0,5%
Z (кобальт)	0,5%
Ni (нікель)	0,4%
S (сірка)	0,03%
P (фосфор)	0,03%

4.2 Характеристики та застосування сталі P18

Кажучи про сталь P18, характеристики і застосування, слід зазначити, що виготовлені з неї інструменти після термічної обробки мають твердість HRC 62...65 одиниць і високу міцність. Цього цілком достатньо для обробки конструкційних сталей звичайної якості. Тривала червоностійкість без втрати міцності дозволяє проводити тривалу обробку деталей.

Але великим недоліком металу є карбідна неоднорідність. Особливо це помітно у заготовках великого діаметру. У великому інструменті цей недолік проявляє себе зниженням стійкості та фарбуванням ріжучих елементів.

Проблему вирішують збільшенням надмірної кількості карбідної фази. Термообробка робить внутрішню структуру сталі дрібнозернистою.

Таблиця 4.2 – Властивості матеріалу

Параметр	Одиниця виміру
Щільність	8800 кг/см ³
Модуль пружності	220 ГПа
Модуль зсуву при крученні,	83 ГПа
Теплопровідність	28 Вт/(м·°C)

Таблиця 4.3 – Механічні властивості виділяють від заводу виробника та після термообробки

Параметр	Одиниця виміру
Межа міцності при розтягуванні,	830 МПа
Максимум плинності	450 МПа
Лінійне подовження δ_5	13%
Межа звуження	22%

Таблиця 4.4 – Межа міцності при стисканні, $\sigma_{СЖ}$ 1050 МПа

Параметр	Одиниця виміру
Твердість	227 НВ
Ударна в'язкість	КСУ 100 кДж/м ²

Таблиця 4.5 – Після термообробки

Параметр	Значення, МПа
σ_B	2150
σ_T	2480
$\sigma_{СЖ0,2}$	3060
$\sigma_{СЖ}$	3820
$\sigma_{3Г}$	3000
T_k	1880

Теплостійкість (червоність). При температурі 610°C твердість становить HRC 59 протягом 4 годин.

Технологічні властивості:

- Температурний режим кування 900 °С - 1200 °С
- Охолодження після кування 750 °С - 800 °С
- Зварюваність Гарна, без обмежень
- Обробка різанням НВ до 228, $K_v = 0.3-0.6$
- Обробка шліфуванням Підвищена
- Флокеночутливість Негативна

4.3 Галузь застосування сталі

Використання швидкорізальної сталі P18 характерне для різальних лезових інструментів, які призначені для обробки металів з різною твердістю,

у тому числі нержавіючих та жароміцних сталей. Їх твердість досягає HRC 70. Відрізняються підвищеною стійкістю до пластичних деформацій та зносостійкістю при нагріванні. На відміну від інструментальних сталей інструментами P18 швидкість обробки підвищується до 4 разів.

Поліпшення експлуатаційних властивостей досягається термічною обробкою. Нагрівання під загартування проводиться до температури 1300 °С. Введений до складу кобальт підвищує температуру перетворення внутрішньої структури карбідів. Основним карбідом вважається Fe₃W₃C. При нагріванні та витримці значна частина карбіду переходить у твердий розчин мартенситу чи аустеніту.

Для отримання дрібнозернистої внутрішньої структури використовується низька відпустка. Температура проведення 550 °С - 560 °С. У цій фазі відбувається розпад залишкового аустеніту та виділення дисперсних карбідів.

Для запобігання утворенню тріщин нагрівання під загартування виробляють ступінчасто. Спочатку підігрівають до 500 °С, потім до 850 °С. Витримка при температурі 1300 °С проводиться залежно від товщини деталі, що обробляється. Не більше 15 секунд на 1 мм розміру при діаметрі не більше 30 мм. Наприклад, діаметр фрези 10 мм. Час витримки не повинен перевищувати 150 секунд (2,5 хвилини).

Час підігріву вдвічі більший за час витримки заготовки. Через надмірну кількість карбідів залишковий аустеніт не може повністю перетворитися. Тому застосовується багаторазова відпустка.

4.4 Технологія виготовлення деталі

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі завіхрителя вирішують головну задачу технології - забезпечити потрібну

якість, максимальну продуктивність, мінімальну собівартість і мінімум шкідливих впливів на навколишнє середовище. Технологічні основи вирішення цього завдання закладаються при призначенні переходів маршрутів обробки поверхонь, організаційні основи - при формуванні операцій маршруту виготовлення деталі.

Основні етапи маршруту

Складаємо загальну етапну схему виготовлення деталі - етапний маршрут виготовлення деталі:

1 етап - отримання заготовки,

2 етап – механічна обробка:

- зацентрування отвору (токарна операція)

3 етап – контроль

У таблиці представлений маршрут виготовлення деталі

Таблиця 4.6 – Маршрут обробки деталі

№ операції	№ переходу	Зміст переходу
1	2	3
45	1	Встановити і закріпити деталь
	2	Зацентрувати торець (3)
	3	Свердлимо отвір і конус (2)
	4	Зенкерувати отвір(2) і конус(6) на глибину L=4,8 мм
	5	Розвернути отвір (2) і конус (6) попередньо
	6	Свердлимо отвір (5)
	7	Розвернути отвір (2) і конус (6) остаточно

4.5 Вибір верстату для виконання обробки деталі

Токарно-гвинторізний верстат особливо високої точності мод. 16Б05А з найбільшим діаметром оброблення над станиною 250 мм призначений для виконання різних токарних робіт високої точності, що виконуються в центрах, цанзі, патроні та планшайбі, а також для нарізування метричних, дюймових і модульних різьблень. Верстат моделі 16Б05А забезпечує якість оброблюваної поверхні і точності роботи (точність розмірів, геометричних форм) високого класу. Галузі застосування верстата - підприємства приладобудівної, радіотехнічної, інструментальної промисловості та точного машинобудування.

Управління роботою верстата здійснюється за допомогою кнопок і рукояток. Потрібна частота обертання шпинделя вибирається за шкалою лімба варіатора. Дані для налаштування різних подач під час точіння і кроків різьблень, що нарізуються, а також у таблицях, укріплених на передній стінці коробки подач і на внутрішній стінці кришки гітари. Там же наведено формули налаштування. Під час обробки конусної поверхні в центрах здійснюється зміщення корпусу задньої бабки на необхідну величину гвинтами, розташованими з двох боків основи бабки. Розмір величини зміщення бабки відносно основи здійснюється по бічних сторонах корпусу бабки і основи. Нульове положення бабки встановлюється суміщенням зазначених.

У процесі експлуатації верстата виникає необхідність у регулюванні окремих складових частин з метою відновлення їх нормальної роботи. Регулювання натягу ременів приводу головного руху і приводу тонких подач здійснюється поворотом корпусу 13 коробки швидкостей варіатора і корпусу 2 ремінного приводу подач. Під час натягування ременів головного приводу необхідно заздалегідь звільнити натяг ременя приводу тонких подач за рахунок ослаблення гайки затиску фланця корпусу. Гвинти затиску корпусу

варіатора мають бути при цьому так само ослаблені. Після закінчення натягу ременів головного приводу, корпус необхідно затиснути і потім натягнути ремінь приводу тонких подач з подальшим затисканням фланця корпусу.

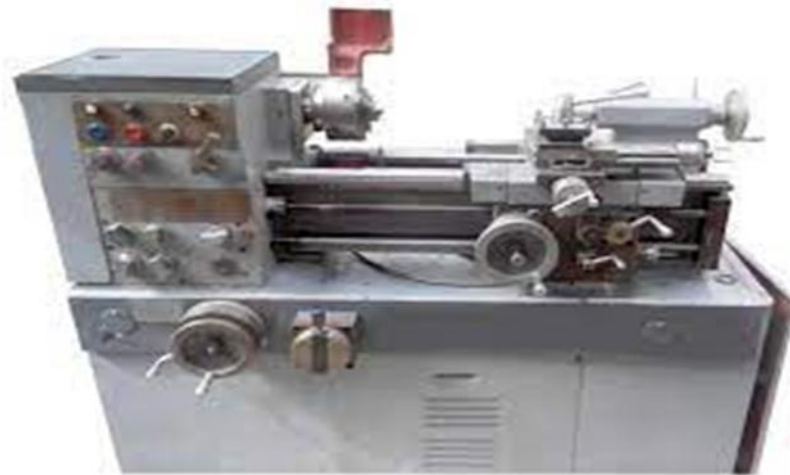


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд верстата 16Б05А

4.4 Вибір оснащення для обробки деталі

Сучасні ріжучі інструменти виготовляють з вуглецевих і легованих інструментальних сталей, швидкорізальних інструментальних сталей, твердих сплавів.

Для повного використання можливостей сучасного ріжучого інструменту необхідно підвищити не тільки швидкохідність і потужність, але і жорсткість верстата.




Інструментальна промисловість освоїла широку номенклатуру сучасних ріжучих інструментів, значно збільшивши за останні роки випуск високопродуктивних інструментів, оснащених твердим сплавом.

Конструкція і геометрія ріжучого інструменту безперервно удосконалюється. З'являються нові матеріали для його виготовлення, що створює умови для безперервного підвищення швидкостей різання. Сучасні




інструменти в два рази швидше знімають стружку і при цьому витрачають на 30% менше енергії.

Нові інструменти зроблені з більш міцних і жорстких марок карбідів, застосовуються при обробці на великих швидкостях і забезпечують менший ріжуче зусилля. Вони забезпечені стружколомами, виконані з більш універсальних матеріалів. Вони розроблені для нових технологічних процесів в машинобудуванні. В силу перерахованих вище та ряд інших причин необхідно брати до уваги найкращі практичні результати і останні досягнення в технології ріжучого інструменту, інакше ризикуєте відстати від історичного прогресу.

Таблиця 4.7 – Перелік інструментів для забезпечення обробки

Перехід	Оснащення
1	2
2	центруванням -D =2.5 мм, кут=90°, Lзаг= 110 мм, Lріж= 50 мм 
3	свердло D = 2.8 мм, Lзаг= 60 мм, Lріж= 0,5 мм 
4	Зенкер- D = 3 мм, Lзаг= 100 мм, Lріж= 13 мм 

Кінець таблиці 4.7

5	Розгортка - $D = 3,199$ мм, $L_{заг} = 65$ мм, $L_{ріж} = 15$ мм 
6	Свердло - $D = 0.3$ мм 
7	Розгортка - $D = 3,199$ мм, $L_{заг} = 65$ мм, $L_{ріж} = 15$ мм 

Для контролю готової деталі вибирається:

- калібр гладкий $D = 0.3$ мм
- калібр гладкий $D = 3.18$ мм
- прилад вимірювальний $D = 1.6$ мм
- еталон $D = 1.6$ мм
- спец калібр, кут = 90°

Самий складніший елемент виготовлення цієї деталі є отвір $D = 3$ мм так як виготовлена з важко оброблювального матеріалу P18. Слід визначити конструкцію інструменту яким буде оброблятися цей отвір.

Інструмент повинен мати такі характеристики:

- матеріал ріжучої частини, який дає змогу обробляти P18;
- відповідна геометрія що забезпечує його стійкість під час обробки.

5 ОПИС ХАРАКТЕРИСТИК ІНСТРУМЕНТУ

Завданням проекту є проектування різального інструменту – зенкер, для обробки деталей зі сталі P18, діаметр обробки складає $\varnothing 3$ мм, даний інструмент використовується на 4 переході операції 45 (табл. 4.6).

Питання конструювання нового інструменту виникло через зміну складу матеріалу заготовки, що призвело до зменшення стійкості використовуємого інструменту зі сплаву ВК8.

В наступних розділах описується вибір матеріалу ріжучої частини, геометрія інструменту та технологія його виготовлення.

5.1 Загальні поняття про вибір матеріалу інструменту

Інструментальний матеріал повинен мати хороші технологічні властивості, що забезпечують оптимальні умови виготовлення з нього інструментів. Наприклад, для інструментальних сталей є сприятливі особливості термічної обробки (мала чутливість до перегрівання і знеуглецювання, хороші загартованість і прожарювання, мінімальні деформування та утворення тріщин при загартуванні тощо); хороша оброблюваність тиском і різанням, зокрема, хороша шліфованість після термічної обробки (без пригарів). Оброблюваність при шліфуванні «шліфованість» одна з найважливіших технологічних властивостей, що визначає не лише особливості технології виготовлення інструментів, але і його експлуатацію (при переточуваннях).

У деяких випадках до інструментальних матеріалів може ставитися вимога збереження протягом певного часу високої гостроти леза (малі ρ), яка визначається величиною радіуса округлення різальної кромки ρ (у

нормальній січній площині). Ця вимога є особливо важливою для процесів обробки з малими товщинами зрізів a , таких процесів, як: протягування, розгортання, нарізання різи плашками і мітчиками, шліфування та ін. Взагалі величина мінімального радіуса округлення різальної кромки ρ може дорівнювати умовному радіусу зерна в структурі інструментального матеріалу (рис. 5.1). При більших значеннях величини ρ можуть не тільки істотно зростати сили різання і крутні моменти, що може призводити до поломки інструмента, але й при несприятливому співвідношенні a/ρ , особливо при $a \approx \rho$, утворення стружки стає взагалі неможливим (рис.5.2). Примітка. Залежно від умов обробки для утворення стружки необхідно мати відношення $a/\rho > 0,3 \dots 0,5$

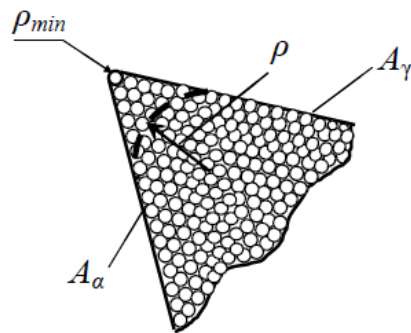


Рисунок 5.1 - Схема формування радіуса округлення різальної кромки ρ при різанні

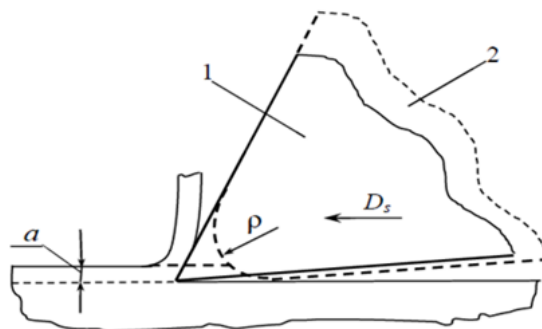


Рисунок 5.2 - Лезо інструмента при $\rho = 0$ (1) і $\rho > 0$ (2)

5.2 Марка матеріалу для виготовлення інструменту

ВК8 - для обробки матеріалів різанням: чорного точіння при нерівномірному перерізі зрізу та переривчастому різанні, струганні, чорного фрезерування, свердління, чорного розсвердлювання, чорного зенкерування сірого чавуну, кольорових металів та їх сплавів та неметалічних матеріалів. Обробки нержавіючих, високоміцних і жароміцних сталей і сплавів, що важко обробляються, у тому числі сплавів титану.

Для безстружкової обробки металів, деталей машин, що швидко зношуються, приладів і пристосувань: волочіння, калібрування та пресування прутків і труб зі сталі кольорових металів та їх сплавів. Швидкозношувані деталі машин, приладів і вимірювального інструменту, що працюють при невеликих ударних навантаженнях. На його основі виготовляють сплав із зносостійким покриттям ВП3325.

ВК6 - Сплав ВК6 має гарну ударну в'язкість, нестійкий до корозії та окислення. Вольфрамокобальтовий сплав забезпечує продуктивну обробку різанням металів, що дає дискретні типи стружок, застосовується для напівчорнових робіт та чорної обробки матеріалів з рівномірним поперечним перерізом поверхні. Інструменти із твердого сплаву ВК6 служать для попереднього нарізування різьблення, розсвердлювання та розточування отворів, напівчистого фрезерування суцільних поверхонь. Також використовують при сухому волочінні дроту зі сталі і кольорових металів, для деталей машин, що швидко зношуються, і приладів, що працюють без ударних навантажень. При обертальному бурінні геологорозвідувальних та експлуатаційних шпурів та свердловин у монолітних або абразивних гірських породах його застосовують для оснащення гірничого інструменту.

ВК10ХОМ - призначений для чорної та напівчорної обробки деяких марок корозійностійких сталей, титанових та нікелевих сплавів, і особливо сплавів вольфраму та молібдену. Завдяки особливо дрібнозернистій,

щільній структурі сплавів можна заточувати і доводити інструменти з найменшими радіусами округлення ріжучих кромek, що, у свою чергу, забезпечує отримання меншої висоти мікронерівностей обробленої поверхні та розмірної точності. Для безстружкової обробки металів, деталей машин, що швидко зношуються, приладів і пристосувань: Волочіння та калібрування прутків і труб зі сталі, кольорових металів та їх сплавів при середньому ступені обтиснення. Швидкозношувані деталі машин, приладів і вимірювального інструменту, що працюють при ударних навантаженнях середньої інтенсивності.

K40UF – стандартний твердий сплав розроблений фірмою Konrad Friedrichs GmbH & Co. Особливості сплаву K40UF: твердість, в'язкість та зносостійкість. K40UF застосовується для високопродуктивного фрезерування та свердління, завдяки високій міцності його країв. K40UF чудово зарекомендував себе при роботі зі сплавами титану, жароміцними, сплавами, сірим чавуном, нержавіючими сталями, скловолоконними композиційними матеріалами. Високі характеристики сплаву зберігаються так само при швидкісній обробці та мастилi масляним туманом. K40UF виготовляється з ультра дрібного карбiду вольфраму з розміром зерна 0,6 мікрона. Його висока твердість і в'язкість досягаються завдяки 10% вмісту кобальту.

5.3 Технологія виготовлення інструменту

Для виготовлення зенкера застосовуємо два технологічні процеси.

Перший - виготовлення різальної частини даного інструменту.

Другий - виготовлення державки до якої шляхом припаюванням кріпиться ріжуча частина.

При виготовленні державки ми використовуємо сталь 40X

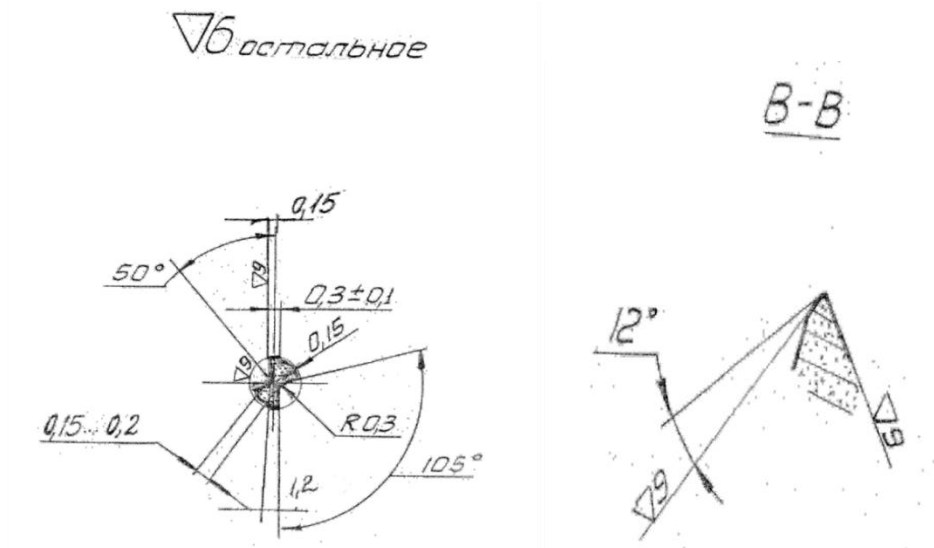


Рисунок 5.4 – Кути інструменту

У таблиці 5.1 – Представлений маршрут виготовлення інструменту.

Таблиця 5.1 – Маршрут обробки ріжучої частини

Назва операції	№ переходу	Зміст переходу
1	2	3
ЛТС	1	Підготувати пластифікатор
ЛТС	2	Підготувати пласт суміші
ЛТС	3	Пресувати заготовки твердого сплаву
ЛТС	4	Запекти попередньо під токарну обробку.
ЛТС	5	Парафінувати
ЛТС	5а	Зацентрувати внутрішній центр
ТОК	6	Точити згідно ескізу попередні розміри $K = 1,22$)
ЛТС	7	Запекти попередню заготовку твердого сплаву під нарізку рубів
ЗАГ	8	Нарізати зуби $Z = 2$ на довжині 20мм, витримати серцевину 1.6 мм упор повинен переміщатись по верхній кромці копіра
ЗАГ	8А	Зняти потилиці попередньо витримати розмір 3,3 ... 3,4 стрічок. 0,5мм

Кінець таблиці 5.1

ЛТС	9	Випекти остаточно, витримати розміри
ШЛ	10	Шліфувати центр зворотний $< 60^\circ$.
ШЛ	11	Шліфувати зовнішній $\varnothing-0,05$ хвостовик у розмір (з зазором 0,1 щодо внутрішнього державки).
Примітки: ЛТС – лабораторія твердих сплавів ШЛ - шліфування, ТОК - токарна, ЗАГ- заточування		

Таблиця 5.2 – Маршрут обробки державки

Назва операції	№ переходу	Зміст переходу
1	2	3
ЗАГ	1	Встановити і закріпити деталь.
ТОК	2	Точити базу.
ТОК	3	Підрізати торці на $L=88$ мм, зацентрувати з 2-х сторін. Виточити повністю за кресленням з припуском $0,7^{+0,1}$ по зовнішньому хвостовика. Обточити фаску $1,25 \times 45^\circ$. Точити $\varnothing 8,3$. Зняти R2.
ШЛ	4	Шліфувати зовнішній хвостовика попередньо з припуском $0,4^{+0,1}$.
ТОК	5	Свердлити та розгорнути $\varnothing+0,05$ за місцем твердого сплаву.
СЛ	6	Свердлити отвір $\varnothing 2$ вісь $L = 12$ мм.
ТЕР	7	Гартувати хвостовик HRC 30 ... 45, обдуги піском.
ТО	8	Знежирити внутрішній отвори державки і хвостовик твердого сплаву.
СЛ	9	Зібрати державку з твердим сплавом.
ТЕР	10	Паяти заготовки твердого сплаву HRC 30...45 хвіст.
ШЛ	11	Шліфувати хвостовик попередньо
ШЛ	12	Шліфувати центр зворотний з боку різальної частини.
ШЛ	13	Шліфувати $\varnothing 8$ остаточно.
ШЛ	14	Шліфувати внутрішній центр з боку хвостовика.
ШЛ	15	Шліфувати зовнішній \varnothing ріжучої частини попередньо з припуском $0,2-0,25$.
ШЛ	16	Шліфувати зовнішній \varnothing різальної частини з припуском $0,02$ під остаточно.

Кінець таблиці 5.2

ШЛ	17	Шліфувати $< 90^{\circ} \pm 5$.
ШЛ	18	Шліфувати зовнішній хвостовика у розмір.
ШЛ	19	Шліфувати (врізанням) $< 30^{\circ}$ до \emptyset твердий сплав
ГР	20	Гравіювати шифр, \emptyset , марку твердого сплаву та дату
ЗАГ	21	Заточити передні грані за \emptyset . Остаточна.
ЗАГ	22	Шліфувати потилиці остаточно
ЗАГ	23	Підточити передні грані. Заточити задні грані по кутку. Остаточна.
ОСТ	24	Довести зовнішній $\emptyset 3,027-0,01$ згідно креслення.
Примітки: ЛТС – лабораторія твердих сплавів ШЛ - шліфування, ТОК - токарна, ЗАГ - заточування, СЛ - слюсарна, ТЕР - термічна, ОСТ -остаточна		

6 ПІДБІР МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗЕНКЕРА

В даний час жорсткі сплави широко використовуються для виробництва ріжучих інструментів. Вони складаються з вольфраму, титану, карбідів танталу, які спостерігалися з невеликою кількістю кобальту. Карбіди вольфраму, титану та танталу мають високу твердість, зносостійкість та термостійкість. Інструменти, оснащені твердим сплавом, протистоять стиранню стружки і матеріалу заготовки і не втрачають своїх ріжучих властивостей при температурі нагріву 750-1100 °С.

Недоліком твердих сплавів в порівнянні з високошвидкісною сталлю є їх підвищена крихкість, що збільшується зі зменшенням вмісту кобальту в сплаві. Швидкість різання інструментів, оснащених твердими сплавами, в 3-4 рази швидше, ніж швидкість різання інструментів з високошвидкісної сталі. Карбідні інструменти підходять для обробки загартованих сталей і таких неметалевих матеріалів, як скло, порцеляна і т.д.

Виробництво металокерамічних твердих сплавів відноситься до галузі порошкової металургії. Порошки карбиду змішують з порошком кобальту. Суміш стискається в потрібну форму, а потім співається при температурі, близькій до точки плавлення кобальту. Таким чином, виготовляються тверді сплавні плити різних розмірів і форм, які оснащені різцями, свердлами, протираковинами, і т. д.

Пластини з твердого сплаву закріплюються на носії або корпусі шляхом нападу або механічно за допомогою гвинтів і затискачів. Крім того, в машинобудуванні використовуються невеликі, монолітні карбідні інструменти, що складаються з карбідів. Вони виготовляються з пластифікованих заготовок. Парафін до 7-9% вводиться в якості пластифікатора в порошок з твердого сплаву. Пластифіковані сплави використовуються для пресування простих заготовок, які легко обробляються

звичайним різанням, інструментом. Після обробки заготовки протерті, а потім шліфують і заточують.

З пластифікованих сплавів заготовки монолітних інструментів можна отримати шляхом лиття. В цьому випадку пресовані карбідні брикети будуть поміщені в спеціальний контейнер з твердосплавним профільованим цвілью. При натисканні через отвір прес-форми виріб набуває необхідної форми і співається. Ця технологія робить невеликі дрилі, лічильники, сканери і так далі.

Монолітний карбід інструмент також може бути виготовлений з нарешті спечений карбід циліндричних заготовок з подальшою вишивкою профілю алмазними колами.

Залежно від хімічного складу металокерамічні тверді сплави, що використовуються для виробництва ріжучих інструментів, поділяються на три основні групи.

Перша група базується на карбідах вольфраму і кобальту. Їх називають вольфрамовим кобальтом. Це - сплави VC Group.

Друга група складається з сплавів, отриманих з карбідів вольфраму і титану, а також з зв'язуючого металу кобальту. Це двокарбідні титаново-олімкобальтові сплави ТК групи.

Третя група сплавів складається з вольфраму, титану, танталу і карбідів кобальту. Це трикарбідні титанотантні об'ємні сплави групи ТТК.

До однокарбідних сплавів групи ВК відносяться: ВК2, ВК3, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10, ВК15. Ці сплави складаються з зерна карбіду вольфраму, зцементованих кобальтом. Наприклад, сплав ВК8 містить 92% карбіду вольфраму і 8% кобальту.

Сплави, про які йдеться, використовуються для обробки чавуну, кольорових металів і неметалевих матеріалів.

При виборі сорту твердого сплаву враховується вміст кобальту, що визначає його міцність. З ВЦ-груп сплавів ВК15, ВК10, ВК8 є найбільш в'язкими і довговічними, добре чинять опір ударам і вібраціям, а сплави ВК2,

ВК3 мають найвищу зносостійкість і твердість при низькій в'язкості, слабкі від ударів і коливань. Сплав ВК8 використовується для грубої обробки з нерівномірним різанням поперечного перерізу та переривчастого різання, а сплав ВК2 використовується для обробки з безперервним різанням з рівномірним поперечним перерізом. Сплави ВК4, ВК6 використовуються для прийому операцій і грубої обробки з відносно рівномірним поперечним перерізом зрізу шару. Сплави ВК10 і ВК15 використовуються для різання спеціальних сталей, які важко працюють. Ріжучі властивості і якість карбідних інструментів визначаються не тільки хімічним складом сплаву, але і його структурою, тобто розміром зерна. Оскільки зерна карбиду вольфраму збільшуються в розмірах, міцність сплаву збільшується і зносостійкість зменшується і навпаки.

Опис gritу (зернистість)

Залежно від розміру зерен фази карбиду сплави можуть бути дрібнозернистим, принаймні 50% зерен фаз карбиду мають розмір близько 1 мкм, сплави середнього рівня мають розмір зерна 1-2 мкм, і грубих сплавів з розміром зерна 2-5 мкм.

Для позначення дрібнозернистої структури, в кінці марки сплаву є буква м, а для грубозернистої структури буква б.

Пластини з твердого сплаву одного і того ж хімічного складу можуть мати різні структури в залежності від технології їх виготовлення. Наприклад, сплав вольфраму ВК6, що складається з 94% карбиду вольфраму і 6% кобальту, виготовлений з трьох модифікацій: Середньозернистий ВК6, дрібнозернистий ВК6М і крупнозернистий ВК6В.

Великозернові сплави, зокрема сплав ВК8В, використовуються при різанні з ударами для чорнової обробки жароміцних і нержавіючих сталей з великими поперечним перерізом. Дрібнозернисті сплави, такі як сплав ВК6М, використовуються для тонкої обробки в тонких поперечних перерізах сталі, чавуну, пластику та інших деталей. Для виготовлення однотокових інструментів використовуються пластифіковані заготовки з дрібнозернистих

сплавів ВК6М, ВК10М і ВК15М. БК4Б, БК8Б крупнозернисті сплави, які більш міцні, ніж звичайні сплави, використовуються при обробці важкооброблюваних сталей і сплавів.

При обробці сталей з вольфрамовим металевим сплавом, особливо на більш високих швидкостях різання, відбувається швидке формування отвору на передній поверхні, що призводить до фарбування ріжучої кромки і відносно швидкого зносу інструменту. Більш зносостійкі тверді сплави ТС групи використовуються для обробки сталевих заготовок.

Сплав Т30К4, який містить високий відсоток карбіду титану, характеризується високою почервонінням і зносостійкістю, але є найменш міцним і в'язким. Тому його використовують для тонкого повороту при безперервному різанні з невеликими поперечним перерізом. Для обробки сталі, сплав Т15К6 є найбільш застосовним, поєднуючи досить високу почервоніння і зносостійкість з задовільною міцністю.

З метою збереження дефіциту вольфраму розробляються безполімерні металеві керамічні тверді сплави на основі карбідів, а також перехідних карбодонітридів металу, в першу чергу титану, ванадію, ніобію, танталу. Ці сплави виготовляються на нікель-молібденовій зв'язці. Отримані тверді сплави на основі карбіду титану з вмістом 12-19% нікель-молібденової зв'язки приблизно еквівалентний стандартним сплавам ТС групи.

Одним із способів підвищення продуктивності стандартних карбідів ВС є нанесення карбідних покриттів з титану на ріжучу частину. При цьому неперекладні пластини з твердих сплавів покриваються шаром покриття товщиною 0,005-0,02мм. В результаті поверхневий шар отримує високу твердість і підвищену зносостійкість, що призводить до значного збільшення опору інструменту.

Ведуться роботи зі створення та уточнення області доцільного застосування дисперсійно-карбідних сплавів: Б18М7К25, Б18М3К25, В10М5К25. Ці сплави є проміжними між високошвидкісними сталями та метало-керамічними твердими сплавами. Дисперсійно-тверді сплави, в

залежності від їх сорту, містять: W-10-19%, Co-7-26%, Mo-3-25%, V-0,45-0,55%, Ti-0,15-0,3%, C-0,06%, Mn-не більше 0,23%, Si-0,28%, інші.

На відміну від високошвидкісних сталей, сплави, про які йдеться, мають більш високу почервоніння (700-720°C) і твердість (HRC 68-69). Висока твердість і термостійкість призводять до збільшення ріжучих властивостей.

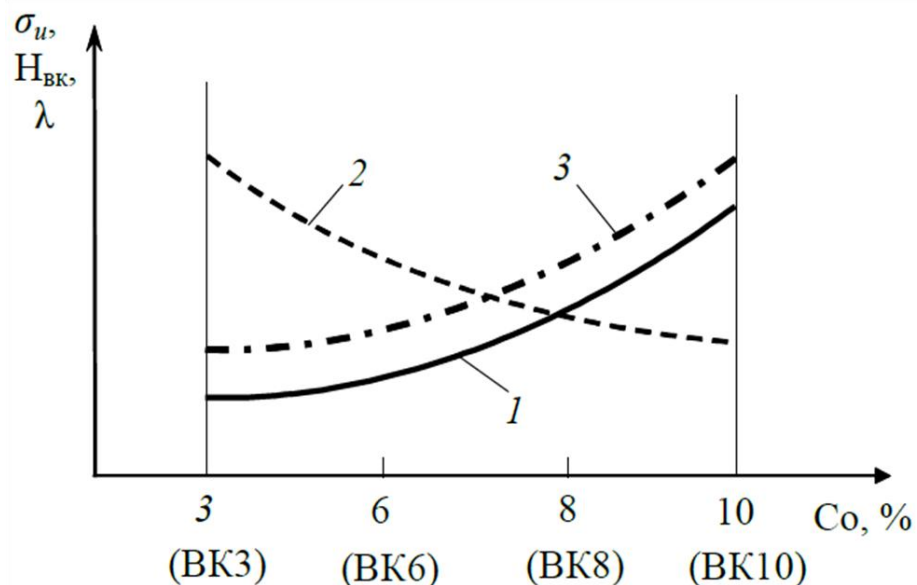
У таблиці наведено характеристику сталей, що найбільш підходять для обробки сплавів титану, жароміцними сплавами, сірим чавуном, нержавіючими сталями, скловолоконними композиційними матеріалами, легованих та важкооброблюваних.

Таблиця 6.1 – Характеристика твердих сплавів

Марка сталі	Зміст основних компонентів, %		Фізико-механічні властивості		
	Карбід вольфраму	Кобальт	Межа міцності при згинанні, МПа, не менше	Щільність, г/см ³	Твердість HRC, щонайменше
ВК6	94	6	1500	14,6-15	88,5
ВК6-М	94	6	1350	14,8-15,1	90,0
ВК6-ОМ	92	6	1200	14,7-15	90,5
ВК6-В	91	6	1550	14,6-15	87,5
ВК8	92	8	1600	14,4-14,8	87,5
ВК8-В	92	8	1750	14,4-14,8	86,5
ВК8-ВК	92	8	1750	14,4-14,8	87,5
ВК10	90	10	1650	14,2-14,6	87,0
ВК10-М	90	10	1500	14,3-14,6	88,0
ВК10-ОМ	88	10	1400	14,3-14,6	88,5
ВК10-КС	90	10	1750	14,2-14,6	85,0
К40UF	90	10	4000	14,5	92,3

Фізико-механічні й різальні властивості сплавів, що містять однакову кількість кобальту, значною мірою визначаються середнім розміром зерен карбідів. Розроблені технологічні процеси дозволяють одержувати тверді

сплави, у яких середній розмір зерен карбідної складової може змінюватися від десятих часток мікрометра до 10–15 мкм. Розміри зерен карбідних фаз як у сплавах WC–Co, так і у сплавах WC–TiC–Co та WC–TiC–TaC–Co звичайно коливаються в межах від 1 до 3 мкм (див. рис. 3.2 б); товщина ділянок з'єднувальної (кобальтової) фази (зв'язки), видимих під мікроскопом, як правило 1–2 мкм. Рентгенівський аналіз сплавів WC – Co свідчить про те, що розміри зерен кобальтової фази набагато перевищують розміри зерен карбиду вольфраму і можуть досягати розмірів більше 100 мкм. Сплави з розмірами карбідів від 3 до 5 мкм (див. рис. 3.2 в) належать до крупнозернистих і позначаються літерою В (BK6-B), з розмірами карбідів від 0,5 до 1,5 мкм належать до дрібнозернистого і позначаються буквою М (BK6-M). У тому разі, коли 70% зерен мають розміри менш 1,0 мкм, сплави належать до особливо дрібнозернистих і позначаються буквами ОМ (BK6-OM). Сплави з меншими розмірами карбідної фази (ОМ) більш зносостійкі й теплостійкі, а також дозволяють заточувати більш гостру різальну кромку й дозволяють одержувати радіус округлення різальної кромки до $\rho = 1$.



1 - міцність при вигині; 2 твердість HRC; 3 теплопровідність λ

Рисунок 6.1 - Вплив кобальту на властивості твердого сплаву групи BK

ВИСНОВКИ

В ході проекту було розглянуто конструкцію авіадвигуна ТВ3-117В та принцип роботи камери згорання та її комплектуючої деталі - завихрителя. Попередній аналіз стійкості інструменту при обробці отвору в деталі зі сплаву Р18 показав, що інструмент – зенкер зі сплаву ВК8 має низьку стійкість. Отже, в ході проекту було проаналізовано геометрію інструменту для обробки отвору малого діаметру та обрано новий сплав для виготовлення інструменту, для забезпечення підвищення стійкості при обробці.

У роботі ми розглянули декілька сплавів ВК6, ВК6-М ВК8, ВК10-ХОМ, К40UF. І з'ясували, що для заданої деталі з отвором малого діаметру найбільше підходить сплав ВК6-М, але як альтернатива на практиці можливе використання сплаву К40UF, так як: сплав виготовляється з ультрадрібного карбїду вольфраму з розміром зерна 0,6 мкм. Його висока твердість і в'язкість досягаються завдяки 10% вмісту кобальту.

Практичне застосування сплавів ВК6-М та К40UF показало результат 10 виготовлених деталей, що в порівнянні з використанням сплаву ВК8 - 5 деталей (збільшення стійкості до 2 разів) до першого переточування, а для сплаву ВК10ХОМ - 7 деталей до першої переточки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балацький В. В. Сучасні інструментальні матеріали для оброблення різанням/ В. В. Балацький, А. М. Гуржій, В. П. Головінов, В. П. Щербаков: Підручник для учнів професійно-технічних закладів освіти. - Київ: Техніка, 1999. – 118 с.
2. Васин С. А. Резание металлов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании : учебн. для техн. вузов / С. А. Васин, А. С. Верещака, В. С. Кушнир. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.
3. Верещака А. С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
4. Верещака А. С. Тенденции совершенствования и методология создания функциональных покрытий для режущего инструмента // Сучасні технології у машинобудуванні : збірник наукових статей / А. С. Верещака, А. А. Верещака / За заг. ред. А. І. Грабченка. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2007. – С. 192–235.
5. Внуков Ю. Н. Нанесение покрытий на быстрорежущий инструмент / Ю. Н. Внуков и др. – Киев : Техника, 1992. – 196 с.
6. Гончаров В. Д. Методологические основы научных исследований и достижения современной науки: учеб. пособие / В. Д. Гончаров. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2008. – 161 с.
7. Гончаров В. Д., Тубалов Н. П., Лебедева О. А. Шихта для получения проницаемого материала. Патент №2299785 от 27.05.
8. Изотермическая ротационная вытяжка заготовок валов ГТД из стали 1Х12Н2МВФА5Ш/ А.В. Логунов, В.А. Плехов, И.А. Бурлаков, В.А. Зимин./ Авиационная промышленность № 7, 1990, с. 33 - 36.

9. Утяшев Ф.З., Трифонов В.Г., Михайлов С.И. Раскатка дисков автомобильных колес из алюминиевых сплавов./ Кузнечно-штамповочное производство 1999.№ 4, с. 36 - 38.

10. Утяшев Ф.З. Локальное формообразование деталей в условиях сверхпластичности. Трудымеждун. конф. «Современное состояние теории и практики сверхпластичности материалов». Уфа 21-23 ноября 2001 с. 75-83.

11. Исаев А.А., Кузенкова В.П. Взаимосвязь акустических и структурных параметров при ультразвуковом контроле заготовок из титановых и никелевых сплавов. ТЛС № 4-5, 1993, с. 91-97.