

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)


(підпис)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту Засць Д.В. академічної групи 131-17зск-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-професійною програмою _____
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проект технології обробки деталі «Циліндр» з розробкою
програмного коду токарно-фрезерних операцій

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.05.20 № 257-с


Розділ	Зміст	Термін Виконання
Аналітичний	Характеристика об'єкта виробництва; Аналіз матеріалу та технологічності конструкції деталі «Циліндр»	04.05.2020
Технологічний	Проект технології обробки деталі «Циліндр» на універсальних верстатах та верстатах з ЧПК	18.05.2020
Спеціальний	Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристосування для токарних операцій	01.06.2020

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Дербаба В.А.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії
Прийнято до виконання

15.06.2020


Засць Д.В.
(прізвище, ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет
Кафедра Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Засць Дмитра Вікторовича
(ПІБ)
академічної групи 131-17зск-1
(шифр)
спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)
на тему Проект технології обробки деталі «Циліндр» з розробкою програмного коду токарно-фрезерних операцій
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Дербаба В.А.	80	добре	
розділів				
Аналітичний	Дербаба В.А.	78	добре	
Технологічний	Дербаба В.А.	80	добре	
Спеціальний	Дербаба В.А.	82	добре	
Рецензент				
Нормоконтроль	Засць В.В.		80	

Дніпро
2020

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ПОГОДЖЕНО
керівник кваліфікаційної роботи
доцент кафедри ТММ
В.А. Держаба
"17" 06 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри технологій
машинобудування та матеріалознавства
професор В.В. Проців
"17" 06 2020 р.

Проект технології обробки деталі «Циліндр» з розробкою програмного коду токарно-фрезерних операцій

ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ

Студент групи 131-17зск-1
Д.В. Зяць
"17" 06 2020 р.

№ № навч	№ навч	№ навч	№ навч

ЗМІСТ

	Вступ.....	6
	1 Аналітичний розділ.....	7
	1.1 Службове призначення деталі.....	7
	1.2 Аналіз технологічності деталі.....	8
	2 Технологічний розділ.....	10
	2.1 Визначення виробничої програми.....	10
	2.2 Визначення типу виробництва.....	11
	2.3 Маршрутний процес базового заводу по обробці.....	13
	2.4 Пропозиції вдосконалення технологічного процесу.....	15
	2.5 Вибір методу отримання заготовки.....	16
	2.6 Послідовність виконання технологічних операцій.....	19
	2.7 Обґрунтування прийнятого обладнання.....	21
	2.8 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....	22
	2.9 Визначення операційних припусків на обробку.....	23
	2.10 Визначення операційних розмірів з допусками.....	27
	2.11 Проектування операційного технологічного процесу.....	29
	2.12 Вибір пристосувань і допоміжних інструментів.....	30
	2.13 Вибір ріжучих інструментів.....	30
	2.14 Вибір засобів технічного контролю.....	32
	2.15 Вибір і розрахунок режимів обробки.....	32
	2.16 Технічне нормування технологічного процесу.....	38
	3 Спеціальний розділ.....	41
	3.1 Розрахунок і проектування оснащення.....	41
	3.2 Силовий розрахунок пристосування.....	43
	3.3 Оцінка точності пристосування.....	49
	3.4 Розробка конструкції пристосування.....	50
	3.5 Принцип дії пристосування.....	50
	3.6 Техніко-економічне обґрунтування.....	51
	Загальні висновки.....	52
	Перелік посилань.....	54
	Технологічний процес.....	55
	ДОДАТОК А.....	56
	ДОДАТОК Б.....	57

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

Разрад.	Зояць			
Проб.	Дердаба			
Нконтр.				
Утв.	Проців			

Кваліфікаційна
робота бакалавра

Лит.	Лист	Листов
	2	2

НТУ "ДП
131-17зск-1

Копіював

Формат А4

Вступ

Технологічний прогрес - це безперервний процес відкриття нових можливостей і застосування їх в машинобудівному виробництві, що дозволяє по-новому з'єднувати і комбінувати наявні ресурси в інтересах збільшення випуску високоякісних кінцевих продуктів при найменших витратах. У широкому сенсі на будь-якому рівні - від виробничої дільниці до підприємства в цілому - під технологічним процесом мається на увазі створення і впровадження нової техніки, технології, матеріалів, використання нових видів енергії, а також поява раніше невідомих методів організації та управління виробництвом.

Тому при виборі варіантів техніки і технології ми повинні чітко розуміти, для вирішення яких завдань стратегічних або тактичних призначається техніка.

Основні напрямки при проектуванні технологічних процесів це:

- поліпшення якісних характеристик матеріалів, стабілізація і зменшення обсягів їх споживання за рахунок використання прогресивних методів отримання заготовок;
- максимально можливе забезпечення безперервності, безпеки, гнучкості і продуктивності протікання технологічного процесу, які можуть бути забезпечені в результаті вдосконалення рівня механізації і автоматизації;
- підвищення рівня комплектності механізації процесів за рахунок застосування сучасного обладнання: верстатів з ЧПУ, автоматів і напівавтоматів, застосування високопродуктивних видів технологічної оснастки, з метою зниження трудомісткості виготовлення деталей і виробу в цілому.
- вдосконалення контрольно-випробувальних робіт і раціональна організація виробництва.

Перераховані заходи дозволяють, при порівняно невеликих витратах значно збільшити кількість і асортимент продукції, що випускається, поліпшити її якість.

Метою даної роботи є технологічна підготовка виробництва механоскладального цеху для прискореного формоутворення і виготовлення деталей, що входять в збірку шасі літака АН 148.

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ				

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Вихідними даними для розробки технологічних процесів є креслення деталі циліндр в зборі вузла шасі 148.004111.000.000, робочі креслення деталі «Циліндр» 148.004111.001.000 технічні вимоги до виробів, програма випуску і інші матеріали переддипломної практики.

1.1 Службове призначення деталі

Дана деталь «Циліндр» (рис.1) входить в збірку амортизатора шасі літака АН 148. Шасі забезпечує поглинання навантажень при посадці і рух літака на землі, а також дозволяє керувати рулюванням і гальмуванням при русі літака на землі.

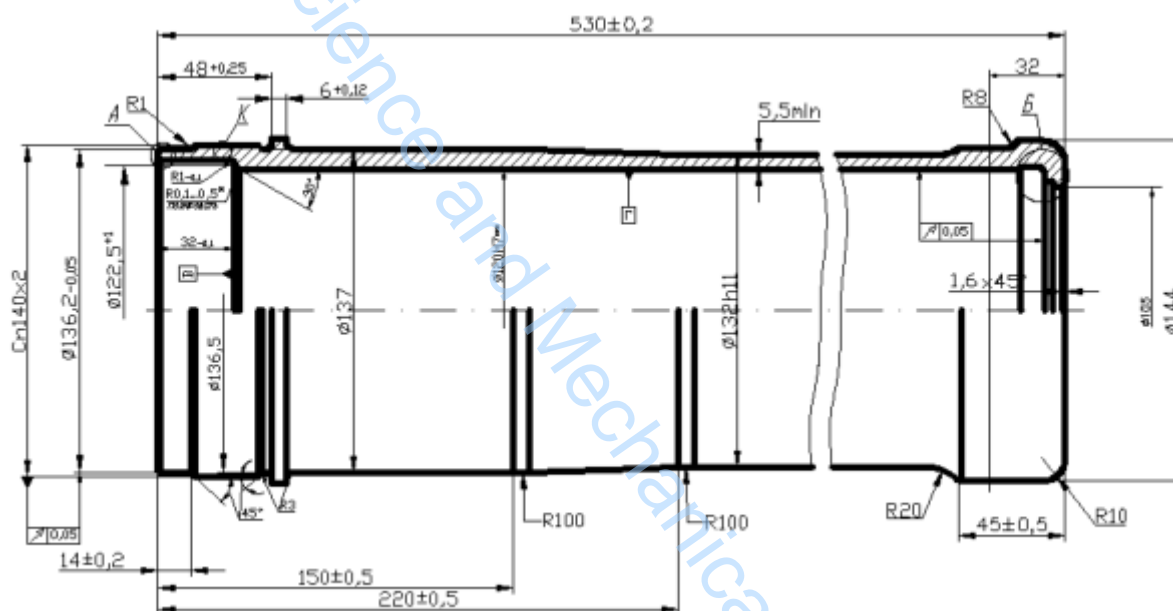


Рис.1 Деталь «Циліндр»

Амортизатор - пристрій, що перетворює механічну енергію в теплову. Служить для гасіння коливань (демпфірування) і поглинання поштовхів і ударів, що діють на корпус (раму). Його завдання (як і завдання всієї конструкції шасі) схожа з амортизаторами в автомобілях - пом'якшити перевантаження при контакті з покриттям злітно-посадкової смуги на посадці, щоб навантаження на вузли літака не перевищували допустимих при виконанні штатної посадки, а також щоб можна було в екстрених випадках

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

здійснити безпечну для людей посадку при перевищенні максимальної посадкової маси аж до максимальної злітної.

Тому до цього вузла висуваються жорсткі вимоги. В першу чергу це жорсткість, висока міцність і поряд з цим легкість, тому що зайва вага згубно впливає на льотні характеристики літака. Це перевитрата палива, що дуже важливо, оскільки економічність є одним з основних вимог, що висуваються до сучасних літальних апаратів.

1.2 Аналіз технологічності деталі

Аналіз технологічності конструкції деталей зводиться до вивчення можливостей зменшення трудомісткості і матеріаломісткості, зниження собівартості, обробки її високопродуктивними методами без шкоди для службового призначення і ремонтпридатності. Технологічність конструкції, в значній мірі залежить від масштабу випуску і типу виробництва.

Технологічність визначається ступенем відповідності конструкції деталі умов її виготовлення. ГОСТ 2.121-73 передбачає якісну і кількісну оцінку технологічності конструкції.

Конструктивно задана деталь відноситься до деталей класу «Не круглі стрижні».

Циліндр виготовляється з титанового сплаву високої міцності BT22 ($\sigma_B = 1078...1274 \text{ МПа}$). Оброблюваність титанових сплавів характеризується малою пластичністю, високою хімічною активністю при різанні і низьку теплопровідність.

Висока хімічна активність титанових сплавів при різанні сприяє поглинанню кисню та азоту з повітря, активність яких підвищується з підвищенням температури в зоні різання. Це сприяє підвищеному окисленню і додає матеріалу крихкості. Низька теплопровідність титанових сплавів сприяє виникненню температур в зоні різання в середньому в 2,2 рази вище,

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

ніж при обробці сталі 45. Тому при обробці титанових сплавів рекомендується використання СОТС.

Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучого і вимірювального інструментів. Конструкція має достатню твердість ($l/d = 156/128 = 1,22 < 12$), що допускає застосування високих режимів різання. Однак при обробці титанових сплавів не рекомендується призначати подачі на оборот менше 0,08 мм, працювати інструментом зі зносом більше 0,8-1 мм і швидкостями різання більше 100 м / хв.

В якості технологічних баз, доцільно використовувати оброблені на першій операції зовнішню циліндричну поверхню і торець головки. На останніх операціях в якості технологічних баз доцільно використовувати оброблені отвори.

Розміри на кресленні проставлені правильно, повно і зручно для контролю. Шорсткість поверхні відповідає точності обробки.

Нетехнологічним елементом деталі "Циліндр" є відросток на конусої поверхні. В цілому, деталь технологічна.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення виробничої програми

Даний механічний цех дрібносерійного типу виробництва буде проектуватися за наведеною програмою. У цьому випадку вибирається деталь-представник, а всі інші деталі, що входять до програми, умовно наводяться по трудомісткості, складності і масі до виробу представнику.

Наведена виробнича програма визначається наступним чином. Все розмаїття деталей приводимо до кількох характерних представників, так як частина деталей не забезпечена повністю кресленнями та іншими вихідними даними. У цьому випадку всю номенклатуру ділять на кілька груп, в кожну з яких входять однотипні по конструкції і технології виробу. У кожній групі виділяється виріб-представник, до якого приводять всі інші деталі даної групи.

Розрахунок наведеної річної програми механічного цеху виготовляють відповідно до формул [1].

Загальний коефіцієнт приведення:

$$K = K_M \cdot K_{сер.} \cdot K_{сл} \quad (1.1)$$

де K_M – коефіцієнт приведення по масі;

$K_{сер.}$ – коефіцієнт приведення по серійності;

$K_{сл}$ – коефіцієнт приведення по складності;

$K_{сл}=1$.

$$K_M = \sqrt[3]{\left(\frac{m_x}{m}\right)^2} \quad (1.2)$$

де m_x ; m – маси приведенного виробу та виробу - представника.

$$K_{сер.} = \left(\frac{N}{N_x}\right)^{0.15+0.2} \quad (1.3)$$

де N ; N_x – річні програми виробу - представника і приведенного виробу.

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

Визначаємо приведену трудомісткість цеху [2]:

$$T_{цех.} = T_{уч.}^1 + T_{уч.}^2 \quad (1.4)$$

де $T_{уч.}^1$; $T_{уч.}^2$ – трудомісткість ділянок цеху, визначається за формулою

[2]:

$$T_{уч.}^n = \sum N_x^n \cdot T_{шт}^{пред.} \quad (1.5)$$

де $\sum N_x^n$ – наведена програма випуску виробів на ділянці;

$T_{шт}^{пред.}$ – штучний час виробу представника.

$$T_{уч.}^1 = 4542 \cdot 63,27 = 287372 \text{ н. час.} \quad T_{уч.}^2 = 4616 \cdot 42,21 = 194841 \text{ н. год.}$$

Тоді трудомісткість цеху становить:

$$T_{цех.} = 287372 + 194841 = 482213 \text{ н. год.}$$

В основу розрахунку станкомісткості приймаємо фактичну (досягнуту) трудомісткість T_{ϕ} , яку визначаємо за формулою [2]:

$$T_{\phi} = \frac{T_n \cdot 100}{B} \quad (1.6)$$

де T_n - наведена трудомісткість, н.год. ;

B - середній рівень виконання норм у відсотках.

$$T_{\phi} = \frac{482213 \cdot 100}{98} = 492054 \text{ н. год.}$$

2.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення деталей. Річна програма випуску становить 90 шт. Тип виробництва визначаємо на ділянку "Головок".

За орієнтовними даними в нашому випадку дрібносерійне виробництво. Характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями (серіями), що повторюються через певні проміжки часу, і широкою спеціалізацією робочих місць.

Такт випуску визначається за формулою [1]:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (1.7)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу обладнання, в годинах,

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$F_d = 4060$ год;

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$\tau = \frac{60 \cdot 4060}{90} = 2707 \text{ хв для голівки};$$

коефіцієнт серійності K_c визначається за формулою [1]:

$$K_c = \frac{\tau}{T_{шт.ср}} \quad (1.8)$$

де $T_{шт.ср}$ – середній поштучний час по основним операціям на ділянці, визначається за формулою [1]:

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.i}}{\sum n} \quad (1.9)$$

де $T_{шт.ср}$ - штучний час i -ої операції;

n - число основних операцій технологічного процесу.

$$T_{шт.ср.уч."Головок"} = \frac{543,67}{8} = 67,96 \text{ хв};$$

$$K_{с.уч."Головок"} = \frac{2707}{67,96} = 39,83;$$

$$T_{шт.ср.уч."Цилиндров"} = \frac{484,53}{4} = 121,13 \text{ хв};$$

$$K_{с.уч."Цилиндров"} = \frac{2707}{121,13} = 22,35.$$

Якщо коефіцієнт серійності задовольняє умову $20 < K_c < 40$, то тип виробництва - малосерійний. Так як в нашому випадку $K_c = 39,83$ и $22,35$, то тип виробництва дрібносерійний. Дрібносерійне виробництво характеризується відсутністю безперервності і стійкості в номенклатурі продукції, що випускається однорідної продукції; великою номенклатурою виробів, що випускаються; відсутністю закріплення операцій за певним верстатом. Для даного типу виробництва характерний не потоковий метод виробництва [2; 3], тобто обладнання розташовується за принципом однорідності обробки (токарний ділянку, фрезерний ділянку і ін.) або в

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

послідовності технологічних операцій для однієї або декількох деталей. Обробка деталей проводиться партіями, час виконання операцій на одних верстатах не узгоджений з часом операції на інших і деталі під час роботи зберігаються у верстатів, а потім транспортуються цілою партією. Розташування обладнання приймається в розділі проектування цеху. Тому визначаємо розміри партії деталей, що запускаються у виробництво.

Розмір партії деталей визначається за формулою [1]:

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi} \quad (1.10)$$

де N – річна програма випуску виробів в штуках;

f – число днів, на які необхідно мати запас деталей на складі, $f = 24$ дні;

Φ – число робочих днів у році, $\Phi = 253$.

$$n = \frac{90 \cdot 24}{253} = 8,54 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію запуску деталей у виробництво $n = 10$ шт.

В даному цеху приймаємо одностаночне обслуговування обладнання. Для транспортування деталей на ділянках застосовуємо ручні візки.

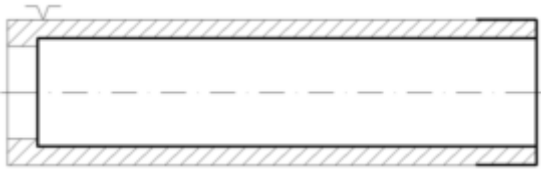
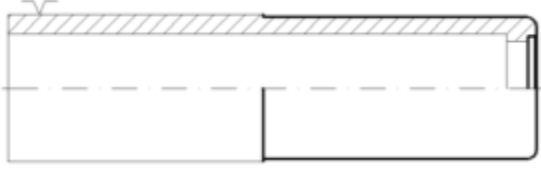
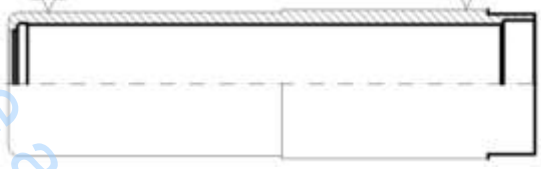
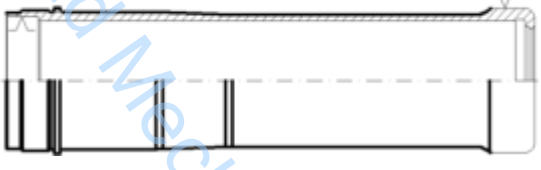
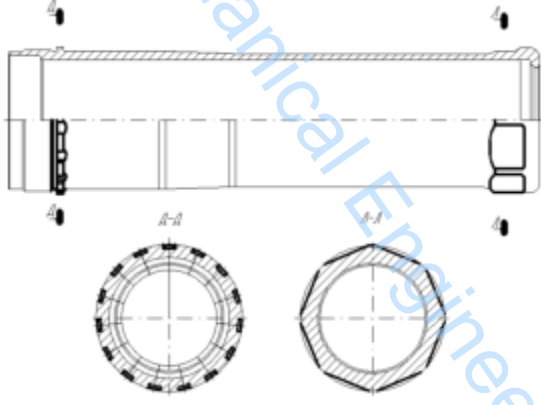
2.3 Маршрутний технологічний процес базового заводу

Маршрутний технологічний процес виготовлення головки базового заводу наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Маршрутний технологічний процес базового заводу по обробці циліндра

№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
010	Токарна		Токарний верстат Heid-630

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

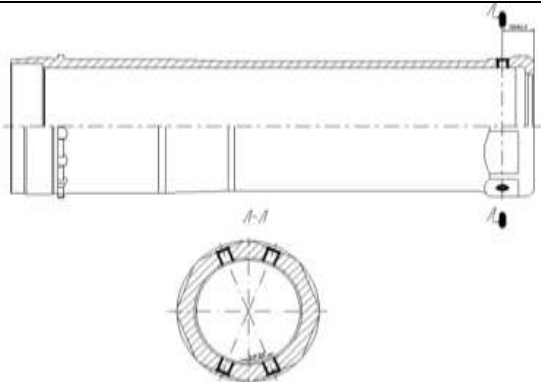
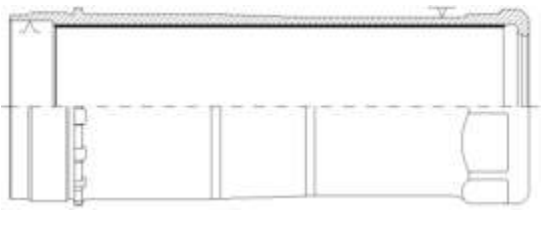
№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
015	Токарна		Токарний верстат Heid-630
020	Токарна		Токарний верстат E-120
025	Токарна		Токарний верстат E-120
030	Токарна		Токарний верстат E-120
035	Фрезерна		Фрезерно-свердлильний верстат Multicut

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

14

№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
040	Свердлильна		Фрезерно-свердлильний верстат Multicut
045	Шліфувальна		Внутрішньо-шліфувальний верстат 3К229А

2.4 Пропозиції щодо вдосконалення заводських впровадження нових технологічних процесів

У базовий технологічний процес можна внести деякі зміни щодо заготовок. Для виготовлення головки раціонально застосувати заготовку штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ), що значно збільшить коефіцієнт використання матеріалу, а також зменшить кількість операцій і знизить трудомісткість виготовлення деталей.

Також в базовий технологічний процес можна внести застосування спеціальних пристосувань, зменшуючи при цьому витрати на виготовлення оснащення.

Для зменшення виготовлення бракованих деталей необхідно ввести в технологічний процес своєчасний контроль заточки ріжучого інструменту і посилити контроль якості заготовок, так як якість заготовки впливає на відсоток браку (наявність раковин, спаєв матеріалу і т.п.).

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ				

Крім того, в базовий техпроцес необхідно ввести повну заміну марки COTC на Blasocut 4000 Strong. Вартість COTC Blasocut 4000 Strong хоча і в три рази вище, в порівнянні з COTC Укринол-1М, проте термін його використання в роботі становить два роки, на відміну від COTC Укринол-1М - два місяці. До того ж COTC Blasocut 4000 Strong показало кращі результати при обробці титанових сплавів, що представлено в спеціальній частині дипломного проекту.

2.5 Вибір методу отримання заготовки деталі "Циліндр"

Як заготовки для деталі "Циліндр" на базовому підприємстві приймають пруток $\varnothing 150$ мм з титанового сплаву BT22.

Після аналізу форми деталі "Циліндр" приходимо до висновку, що заготовка циліндра може бути отримана на горизонтально-кувальних машинах.

Проводимо порівняння способів отримання заготовки для вибору найбільш раціонального.

Для розрахунку розмірів поковки визначаємо вихідний індекс по ГОСТ 7505-89. Його визначення залежить від розрахункової маси поковки М_{ПР},

марки стали М1-М3, ступеня складності С1-С4 і класу точності поковки.

Розрахункова маса поковки:

Розрахунковий коефіцієнт К_р з [3] для групи 5 (деталі з отворами) становить 1,8 - 2,2.

Приймаємо К_р = 2,0.

Тоді розрахункова маса поковки

$$M_{ПР} = 7,0 \times 2,0 = 14,0 \text{ кг.}$$

Визначаємо групу стали.

При сумарній масовій частці легованих елементів вище 5% сплав BT22 відноситься до групи М3.

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

Визначаємо ступінь складності способом обчислення маси (обсягу) G_{Π} поковки до маси (обсягу) G_{Φ} геометричної фігури, в яку вписується форма поковки. Для заданої деталі такої геометричної фігурою є циліндр.

обсяг поковки

$$G_{\Pi} = M_{\Pi P} : \rho = 14,0 : 4500 = 0,003111 \text{ м}^3.$$

Обсяг геометричної фігури, в яку вписується форма поковки, допускається збільшувати в 1,05 рази відносно габаритних лінійних розмірів деталі, що визначають положення її оброблених поверхонь. Габаритні розміри деталі і розміри фігури заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Габаритні розміри деталі і розміри фігури.

Розміри деталі		Розміри фігури	
Максимальний діаметр, мм	Максимальна довжина, мм	Максимальний діаметр, мм	Максимальна довжина, мм
146	530	153,3	556,5

Визначаємо обсяг фігури циліндра

$$G_{\Phi} = \frac{\pi d_{\max \Phi}^2}{4} \cdot L_{\max \Phi} = \frac{3,14 \cdot 0,1533^2}{4} \cdot 0,5565 = 0,01027 \text{ м}^3.$$

Тоді $G_{\Pi} / G_{\Phi} = 0,003111 / 0,01027 = 0,303$

Так як відношення G_{Π} / G_{Φ} від 0,16 до 0,32, то ступінь складності поковки становить С3. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Результати розрахунків

Розрахунковий коефіцієнт K_p	Розрахункова маса поковки $M_{\Pi P}$, кг	Об'єм поковки G_{Π} , м ³	Об'єм геометричної фігури G_{Φ} , м ³	Відношення G_{Π} / G_{Φ}
2,0	14,0	0,00311	0,01027	0,303

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Приймаємо, що отримання поковки на ГКР, то таким умовам відповідає клас точності Т5.

Вихідний індекс для подальшого призначення основних припусків визначаємо за допомогою [3]: вихідний індекс - 19.

Визначаємо припуски на механічну обробку (на сторону) поковок по ГОСТ 7505-89 за допомогою [3].

Вибрані припуски і розрахункові розміри поковки заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Припуски і розрахункові розміри поковки.

Номінальні розміри деталі, мм	Допуск і відхилення поковки, які допускаються, мм		Припуск на механічну обробку (на сторону), мм	Повний значення припуску, мм	Номінальний розмір поковки, мм
Ø146	5,6	+3,7	3,5	7,0	Ø153,0
		-1,9			
Ø105	5,6	+3,7	3,5	7,0	Ø98,0
		-1,9			
530	8,0	+5,3	3,7	7,4	537,4
		-2,7			

На папері формату А2 виконуємо технічний ескіз поковки.

Виконуємо в графічному редакторі модель поковки 3D і визначаємо об'єм:

					ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



$$G_n = 0,00582 \text{ м}^3;$$

$$m_{заг} = G_n \times \rho = 0,00582 \text{ м}^3 \times 4500 \text{ кг/м}^3 = 2,62 \text{ кг.}$$

Рис. 2.3. 3D-модель поковки деталі „Циліндр”

Заготівля з гарячекатаного прутка з урахуванням припусків на механічну обробку і обрана з ряду має масу:

$$m = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 15^2}{4} \cdot 53,5 \cdot 4,5 = 42,6 \text{ кг.}$$

Проведемо порівняння коефіцієнтів використання матеріалу для обох методів

– для заготовки поковки

$$K_{в.т.1} = 1,77 / 2,62 = 0,68;$$

– для заготовки з прутка

$$K_{в.т.2} = 1,77 / 4,26 = 0,42.$$

З порівняння величин $K_{в.т.1}$ і $K_{в.т.2}$ приходимо до висновку, що перший спосіб раціональніше, його і приймаємо.

2.6 Визначення послідовності виконання технологічних операцій і вибір устаткування

Сукупність виконання технологічних операцій становить маршрут обробки. Для складання маршруту обробки встановлюємо план обробки основних поверхонь деталі (див. Таблиці. 2.1; 2.2). Число ступенів і методи обробки основних поверхонь деталей наведені з урахуванням довідників.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.7 - План обробки основних поверхонь циліндра

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість Ra	Технологічні переходи (операції)	Точність	Шорсткість Ra
Ø128H7	Ø128 ^{+0,04}	Ra 0,8	Заготовка Розточування чорнове Розточування чистове Розточування тонке (алмазне)	H14 H13 H10 H7	R _a 25 12,5 3,2 0,8
Ø120H7	Ø120 ^{+0,035}	Ra 0,2	Заготовка Розточування чорнове Розточування чистове Шліфування	H14 H13 H10 H7	R _a 25 12,5 3,2 0,8
Ø136,2 _{-0,05}	Ø136,2 _{-0,05}	Ra 0,8	Заготовка Растачивание черновое Растачивание чистовое Растачивание тонкое (алмазное)	H14 H13 H10 H7	R _a 25 12,5 3,2 0,8
Ø132h11	Ø132 _{-0,25}	Ra 3,2	Заготовка Точение черновое Точение чистовое	h14 h13 h10	R _a 25 12,5 3,2
12H11	12 ^{+0,11}	Ra 3,2	Заготовка Фрезерование одноразовое	h14 h11	R _a 25 3,2
136 h11	132 _{-0,25}	Ra 3,2	Заготовка Фрезерование одноразовое	h14 h11	R _a 25 3,2
Ø146h12	Ø146 _{-0,63}	Ra 3,2	Заготовка Точение черновое Точение чистовое	h14 h13 h10	R _a 25 12,5 3,2
Ø137h12	Ø137 _{-1,0}	Ra 3,2	Заготовка Точение черновое Точение чистовое	h14 h13 h10	R _a 25 12,5 3,2
Ø144h12	Ø144 _{-1,0}	Ra 3,2	Заготовка Точение черновое Точение чистовое	h14 h13 h10	R _a 25 12,5 3,2
Сп140×2	Сп140×2	Ra 3,2	Заготовка Точение получистовое Нарезание резьбы	h14 h12 h8	R _a 25 12,5 3,2
Ø105H12	Ø105 ^{+0,87}	Ra 3,2	Заготовка	H14	R _a 25

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

20

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість Ra	Технологічні переходи (операції)	Точність	Шорсткість Ra
			Растачивание черновое Растачивание чистовое	H13 H10	12,5 3,2
Ø109H12	Ø109 ^{+0,54}	Ra 1,6	Заготовка Растачивание черновое Растачивание чистовое	H14 H13 H10	R _a 25 12,5 1,6
Ø122H12	Ø122 ^{+1,0}	Ra 1,6	Заготовка Растачивание черновое Растачивание чистовое	H14 H13 H10	R _a 25 12,5 1,6
MR12×1-5H6H	MR12×1-5H6H	Ra 3,2	Заготовка Сверление Зенкерование Нарезание резьбы	H14 H12 H10 H8	R _a 25 12,5 3,2 3,2

Згідно з прийнятим планом обробки складаємо маршрутний технологічний процес і оформляємо маршрутні карти, відповідно до ГОСТ 3.1105-74 (див. Додаток А, Б).

Прийняте обладнання заносимо в відповідні графи маршрутної карти.

2.7 Обґрунтування прийнятого обладнання

З урахуванням типу виробництва (дрібносерійне) і складності виготовлених деталей, приймаємо верстати з ЧПК і оброблювані центри, що дозволяють виконувати комплексну обробку фасонних поверхонь деталей, отримувати високу продуктивність праці і легко переналагоджуються.

Циліндр являє собою деталь класу "не круглі стрижні" масою 1,77 кг. Заготівля отримана штампуванням на горизонтально-кувальних машинах. Поверхні заготовки обробляють попередньо, а потім використовують як базові поверхні. Поверхні заготовки, як у випадку з деталлю "Циліндр", також обробляють попередньо, а потім використовують як базові поверхні.

Вирішальними факторами при виборі обладнання є забезпечення заданої точності і якості оброблюваних поверхонь при максимальній

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

продуктивності праці, габаритні розміри оброблюваних деталей і можливість автоматизації обробки.

Верстати вибираємо по каталогам із зазначенням в маршрутному технологічному процесі типу і моделі.

Застосування спеціальних верстатів доцільно, так як циліндр досить складна по конфігурації деталь, виготовляються з матеріалу високої міцності (оброблюваність титанових сплавів характеризується їх малою пластичністю, високою хімічною активністю при різанні, низькою тепло-провідного) і являють собою деталі відповідальної частини літака.

Прийняте обладнання заносимо в відповідні графи маршрутної карти маршрутного технологічного процесу.

2.8 Вибір і обґрунтування технологічних і вимірювальних баз

На основі аналізу технічних вимог до деталі і умов її експлуатації виявляємо технологічні бази для всіх пропонованих операцій її обробки.

Вибір баз для подальшої обробки, ґрунтується на тому, що найбільша точність обробки досягається при використанні на всіх операціях механічної обробки одних і тих же базових поверхонь, тобто дотримання принципу сталості баз.

Відповідно до рекомендацій приймаємо такі технологічні бази для обробки головки:

- на першій операції виробляємо обробку торця і зовнішньої циліндричної поверхні головки, які в подальшому будуть використовуватися як установочні бази в спеціальному пристосуванні при обробці отворів на фрезерно-свердлильних операціях (обробка плоских, радісних, фасонних поверхонь, обробка отворів);

- на наступних токарних операціях в якості настановних баз використовуються отвори, отримані на попередніх операціях (установка здійснюється в спеціальному пристосуванні).

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

2.9 Визначення операційних припусків на обробку

Загальні припуски на обробку кожної поверхні приймаємо по ГОСТ 26645-85, які вказані на кресленні заготовки.

Для найточнішою робочої поверхні головки $\varnothing 128f7 \begin{matrix} -0,043 \\ -0,083 \end{matrix}$ виконуємо розрахунок операційних припусків і допусків розрахунково-аналітичним методом.

Для отримання поверхні на токарному верстаті з ЧПУ з зазначеним допуском $T=0,04\text{мм}$ і шорсткістю $R_a=0,8\text{ мкм}$ приймаємо наступний план обробки поверхні [3]:

1-й перехід – точіння чорнове з допуском $T_1 = 1,0\text{ мм}$ і шорсткістю поверхні $R_z=80$ ($R_a=12,5$);

2-й перехід – точіння чистове з допуском $T_2 = 0,16\text{ мм}$ і шорсткістю поверхні $R_z=20$ ($R_a=3,2$);

3-й перехід – точіння тонке (алмазне) з допуском $T_3 = 0,04\text{ мм}$ і шорсткістю поверхні $R_a=0,8$.

Розрахунок мінімальних припусків виробляється по формулі:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.2)$$

Метод отримання заготовки - кування, отримана штампуванням, то для першого переходу (при масі поковки 6,21 кг [3] $R_z \text{ заг.} = 200\text{ мкм}$, $h_{\text{заг.}}=250\text{ мкм}$).

Для визначення $\Delta_{\text{заг}}$ знаходимо по таблиці довідника [3] $\Delta_k=1,6\text{ мкм}$ на 1 мм довжини поковки. При довжині поковки $L=162\text{мм}$ $\Delta_k=1,6 \cdot 162=260\text{ мкм}$.

Відхилення від співвісності (Δ_c) елементів заготовки нормальної точності [3] приймаємо $\Delta_c = 1,1\text{мм}=1100\text{мкм}$.

Сумарні відхилення розташування і форми поверхні

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{260^2 + 1000^2} = 1033\text{ мкм}.$$

Установку одиничної штампованої заготовки припускаємо в спеціальному пристрої. Тому похибка установки для радіального напрямку приймаємо

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ				

$$\varepsilon_{\text{черн. обр.}} = 200 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск при чорновому точінні

$$2Z_{1\text{min}} = 2[(80+250) + \sqrt{1033^2 + 200^2}] = 3004 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на чорнове точіння $2Z_{1\text{min}} = 3000 \text{ мкм.}$

Для другого переходу приймаємо прийняту в першому переході шорсткість $Rz_1 = 80 \text{ мкм.}$ З таблиці довідника [3] приймаємо глибину дефектного кулі після першого переходу (операції) $h_1 = 100 \text{ мкм.}$

Розраховуємо похибка розташування і форми поверхні після першого переходу.

Коефіцієнт K_u приймаємо з таблиці довідника [3]

$$\Delta_{\Sigma 1} = 1033 \cdot 0,06 = 62 \text{ мкм.}$$

Установку заготовки на другому переході при чистовому точінні припускаємо аналогічно попереднього переходу. З таблиці довідника [3] похибка установки для радіального напрямку

$$\varepsilon_2 = 200 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\text{min}} = 2[(20+100) + \sqrt{62^2 + 200^2}] = 779 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на чистове точіння $2Z_{2\text{min}} = 800 \text{ мкм.}$

Для третього переходу приймаємо прийняту в другому переході шорсткість $Rz_2 = 20 \text{ мкм.}$ З таблиці довідника [3] приймаємо глибину дефектного шару після другого переходу $h_2 = 25 \text{ мкм.}$ Похибка розташування і форми поверхні після другого переходу розраховується аналогічно попередніх переходів з коефіцієнтом $K_u = 0,04$

$$\Delta_{\Sigma 2} = 1033 \cdot 0,04 = 41,32 \text{ мкм.}$$

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

Установку заготовки на третьому переході при тонкому (алмазному) точенні припускаємо аналогічно попередніх переходів. З таблиці довідника [3] похибка установки для радіального напрямку

$$\varepsilon_2 = 200 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на тонке (алмазне) точіння:

$$2Z_{3\min} = 2[(20+25) + \sqrt{41^2 + 200^2}] = 498 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на тонке (алмазне) точіння

$$2Z_{1\min} = 500 \text{ мкм.}$$

Розрахунок максимальних припусків виконуємо за формулою:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_{d(i-1)} - T_{di}, \quad (2.3)$$

де $T_{d(i-1)}$, T_{di} , - допуски розмірів на попередньому і виконавчому переходах.

$$2Z_{1\max} = 3000 + 4000 - 1000 = 6000 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{2\max} = 800 + 1000 - 160 = 1640 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{3\max} = 500 + 160 - 40 = 620 \text{ мкм.}$$

Таблиця 2.9 – Операційні припуски і допуски при обробці головки на поверхню $\varnothing 128f7^{(-0,043)}_{(-0,083)}$

Технологічні операції (переходи) обробки	Допуск Т, мкм	Елементи припуску, мкм				Значення припусків, мкм		Граничні розміри, мм	
		Rz	h	Δ_Σ	E_y	$2Z_{i\min}$	$2Z_{i\max}$	max	min
Заготовка	4000	200	250	1030	-	-	-	136,217	132,217
Чорнове точіння	1000	80	100	62	200	3000	6000	130,217	129,217
Чистове точіння	160	20	25	42	200	800	1640	128,577	128,417
Тонке (алмазне) точіння	40	0,8	-	-	-	500	620	127,957	127,917
Загальні припуски						4300	8260		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Схема розташування операційних припусків і допусків на найбільш точну поверхню головки представлена на рис. 2.4.

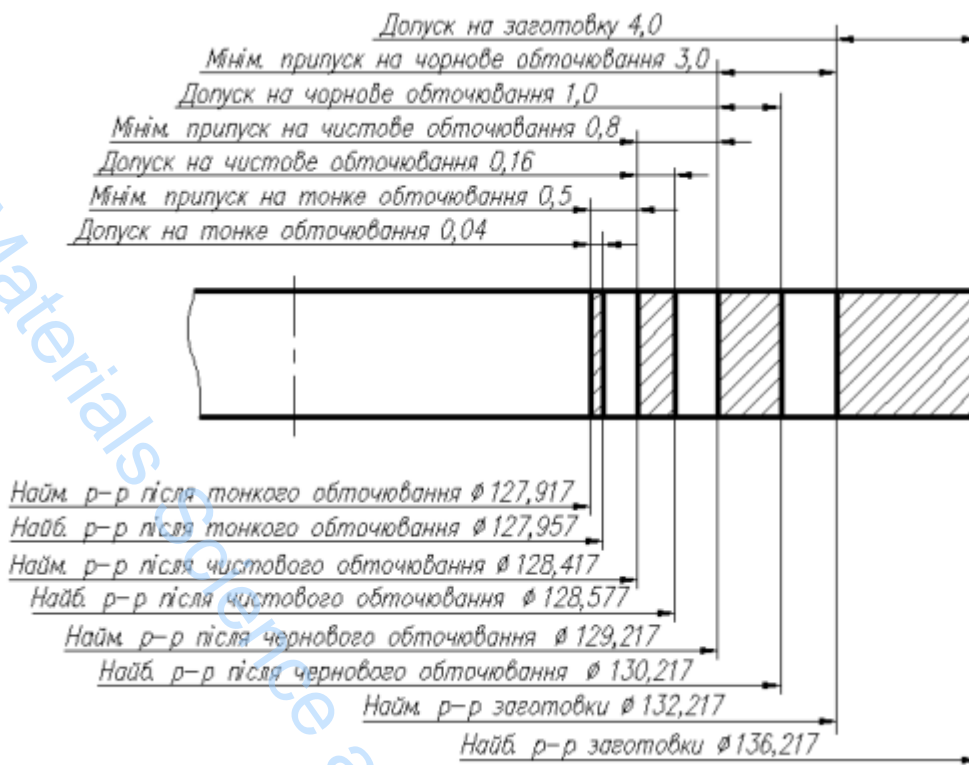


Рис. 2.4. Схема розташування припусків і допусків при обробці поверхні циліндру $\phi 128f7 \begin{matrix} -0,043 \\ -0,083 \end{matrix}$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.10 Визначення операційних розмірів з допусками

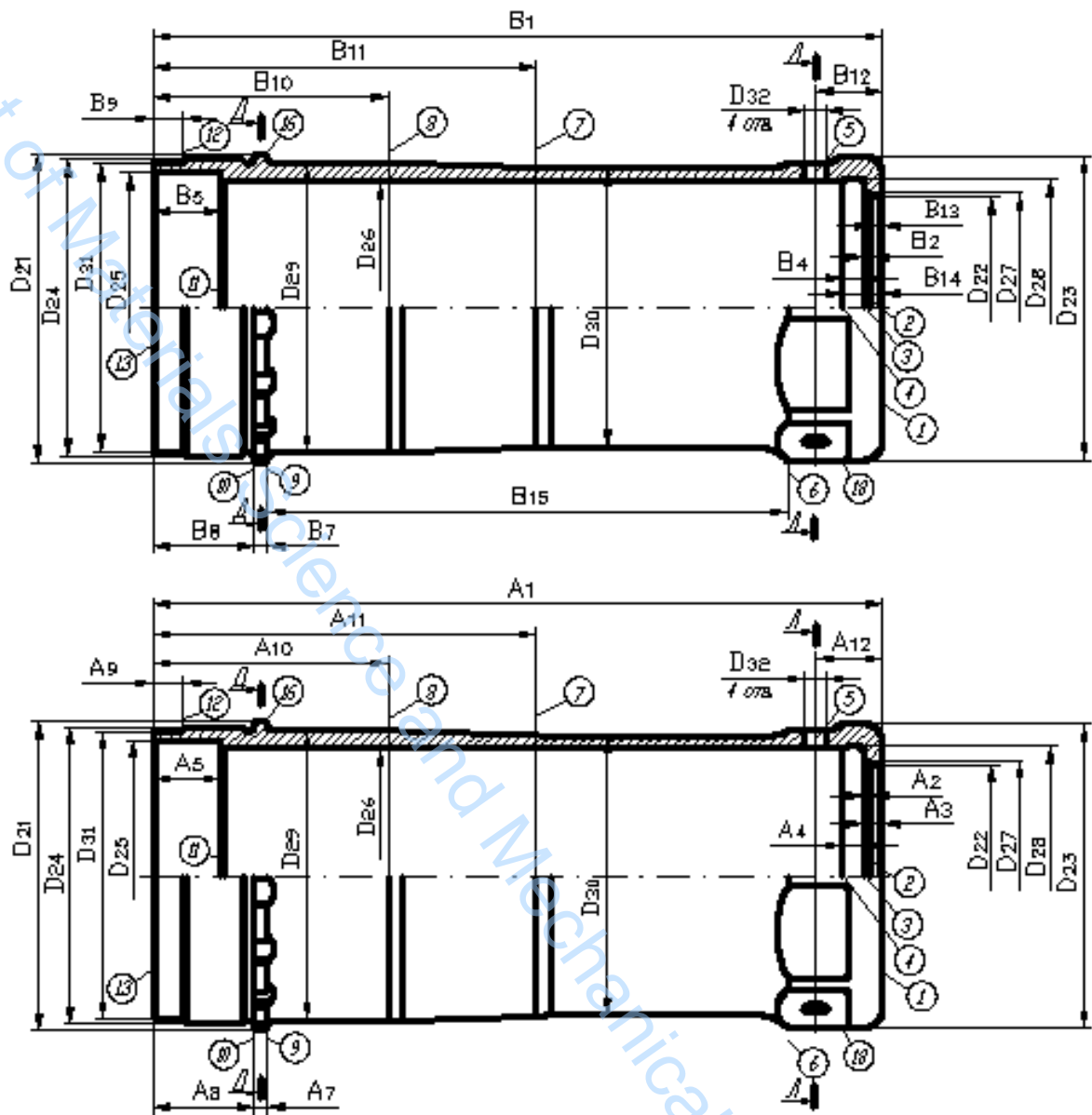


Рис.2.8. Циліндр з конструкторськими і технологічними розмірами

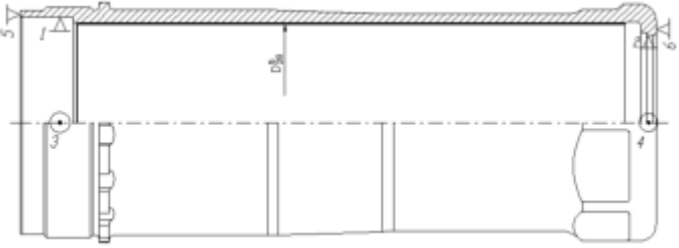
Таблиця 2.8 – План обробки циліндру

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
1	Штамповка	ГКМ	

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
2	Токарна	Токарно-венторезний 16К20	
3	Токарна	Токарно-венторезний 16Б16Т1	
4	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	Токарно-фрезерний центр Multicut	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
5	Шлифовальна	Внутрішнєшлифовальний 3К 229А	

2.11 Проектування операційного технологічного процесу

На підставі прийнятих маршрутних технологічних процесів обробки головки розробляємо операційні технологічні процеси [5], на кожен операцію по переходах (див. додаток А, Б).

Операційні карти заповнюються за всіма графами бланків, встановлених системою технічної документації.

Операційні ескізи виконані в довільному масштабі. Кількість проєкцій обумовлюється необхідністю показу всіх оброблених поверхонь і операційних розмірів, тобто щоб мати повне уявлення про оброблювану деталь.

Деталь на операційному ескізі викреслена в робочому положенні, яке вона займає на верстаті, і в тому вигляді, якою вона має після обробки на конкретній операції. Базування та закріплення деталі в пристосуванні показується умовними позначеннями згідно ГОСТ 3.1107-81.

Оброблені поверхні вказані потовщеними лініями. На операційному ескізі зазначаються одержувані розміри з допусками і шорсткістю поверхні.

З огляду на можливі деформації в результаті перерозподілу внутрішніх напружень, спочатку обробляємо поверхні, до яких не пред'являються жорсткі вимоги по точності, а потім більш точні поверхні.

Операційні карти і карти ескізів з повною інформацією про технологічний процес знаходяться в додатку А, Б.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

2.12 Вибір пристосувань і допоміжних інструментів

Вибір пристосувань і допоміжних інструментів проводиться за кожною операцією окремо. Пристосування має забезпечувати необхідну точність обробки, високу продуктивність, безпеку і економічність. Так як на заводі є розгалужена система стисненого повітря, то при обробці використовуємо пневматичні пристосування.

При обробці деталей на токарних верстатах з ЧПУ застосовуємо стандартні і спеціальні трьохкулачкові патрони [11,12]. Вони забезпечують надійне закріплення деталі, достатню точність закріплення деталі, достатню точність положення, швидкодію при закріпленні і зняття деталі. При використанні даних пристосувань зменшується собівартість виготовлення деталей.

При фрезерно-свердильних операціях головки застосовуються спеціальні одномісні пристосування, що дозволяє досягти максимальної продуктивності і економічності, безпеки праці, а також зручності в роботі.

На слюсарних операціях застосовуємо універсальні лещата з механічним затиском, так як їх застосування на цих операціях не вимагає високої точності обробки.

Після вибору необхідних пристосувань у відповідних графах операційних карт вказуємо їх найменування.

2.13 Вибір ріжучих інструментів

Вибір ріжучих інструментів здійснювався з урахуванням характеру виробництва, способу обробки, типу верстата, конфігурації, розмірів, матеріалу оброблюваної заготовки, необхідних якості поверхні і точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектованому технологічному процесі застосовується стандартний ріжучий інструмент:

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

- для чорнової і чистової обробки циліндричних поверхонь головки застосовуються різці з пластинами з твердого сплаву ВК8;
- для свердління, зенкерування і розгортання отворів - інструменти з швидкорізальної сталі Р9М4К8, призначені для обробки високоміцних сплавів в умовах підвищеного нагріву;
- для фрезерування лисок і пазів застосовуються фрези з твердого сплаву ВК8 і швидкорізальної сталі Р9М4К8;
- для нарізування різьблення в отворах різка головки використовуються мітчики чорновий і чистовий зі сталі Р6М5К5;
- для точіння фасок і радіусів застосовуються спеціальні різці з пластинами з твердого сплаву ВК8;
- для притуплення гострих кромки і зняття задирок застосовуються надфелем і шабер.

Оскільки умови експлуатації інструменту на верстатах з ЧПУ відрізняються від умов експлуатації інструменту на звичайних верстатах, то питома вага часу різання від загального часу роботи зростає до 45-75%. Це знижує стійкість і збільшує витрату різального інструменту, тому, з огляду на умови експлуатації при виборі ріжучих інструментів, необхідно керуватися наступним:

- для токарної обробки використовувати різці з механічним кріпленням багатограних непереточуваних швидкозмінних пластин з твердого сплаву. У конструкціях прохідних різців використовуються чотиригранні пластини з головним кутом в плані 45°;
- для фрезерування уступу, плоских і фасонних поверхонь головки використовувати фрези з непереточуваними швидкозмінними пластинами з твердого сплаву фірми MITSUBISHI.

Прийняті ріжучі та допоміжні інструменти для кожної операції вказані у доданому технологічному процесі (додаток А, Б).

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ					

2.14 Вибір засобів технічного контролю

При проектуванні даного технологічного процесу по відношенню до засобів технологічного контролю враховуються такі правила. Оскільки основна частина операцій виконується на верстатах з програмним управлінням, то точність розмірів забезпечується технологічно, без засобів контролю, особливо це стосується розмірів, які не можуть бути виміряні. Якщо без засобів технологічного контролю обійтися неможливо, застосовуються засоби активного контролю з тим, щоб виключити або скоротити до мінімуму час на технічні вимірювання. Для вимірювання діаметрів зовнішніх поверхонь, отворів і довжин застосовуються універсальні інструменти та прилади до яких відносяться: Штангенінструмент, вимірювальні головки, мікрометричні інструменти, важелі скоби і пробки.

Прийняті засоби контролю, в залежності від точності контрольованих параметрів для кожної операції, записані в технологічних картах (додаток А, Б) із зазначенням їх найменування, вимірюваного розміру, ГОСТу або нормалі на виготовлення цих інструментів [10].

2.15 Вибір і розрахунок режимів обробки

Визначимо для однієї операції обробки головки режими різання аналітичним шляхом, а для інших операцій визначимо режими різання, використовуючи довідкові таблиці [13, 14].

Аналітичний розрахунок режимів різання виконаємо на обробку поверхні головки $\varnothing 128f7 \begin{pmatrix} -0,043 \\ -0,083 \end{pmatrix}$ мм. Технологічний процес обробки поверхні включає: обточування чорнове, обточування чистове і обточування тонке (алмазне).

Обладнання, що застосовується - токарний верстат з ЧПК моделі MDW-10F, ріжучий інструмент - різець прохідний відігнутий з пластиною з твердого сплаву ВК8 з головним кутом в плані 45° і механічним кріпленням.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Швидкість різання (м / хв) знаходимо за формулою [4]

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (2.4)$$

де $T = 30$ хв. стійкість різця;

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм/об.

При чорновому точінні зовнішньої поверхні заготовки глибина різання $t = 3,0$ мм; величина подачі $S = 0,3$ мм / об (табл. 24 стор. 375[4]).

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником [4]

$$C_v = 243; x = 0,15; y = 0,4; m = 0,2.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.5)$$

где K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nv} – коефіцієнт, що відображає стан поверхні заготовки, $K_{nv} = 0,8$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту, $K_{iv} = 0,83$.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (2.6)$$

где K_r – коефіцієнт, що характеризує групу стали по оброблюваності,

$K_r = 1$;

n_v – показник ступеня, $n_v = 1,0$;

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{1274} \right)^1 = 0,59;$$

$$K_v = 0,59 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,39$$

Тоді

$$V_p = \frac{243}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,3^{0,4}} \cdot 0,39 = 70,8 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя верстата, об/хв [4]

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (2.7)$$

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де D - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 70,8}{3,14 \cdot 128} = 176 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_{пр} = 180 \text{ об/хв.}$

За прийнятою частоті обертання робимо корекцію швидкості обертання

$$V_{кор} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 180}{1000} = 72 \text{ м/хв.}$$

Силу різання визначаємо за формулою [4]

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.8)$$

де C_p ; x ; y ; n – коефіцієнт і показники ступеня, прийняті з довідника [4].

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 72^{-0,15} \cdot 1,7 = 2175 \text{ Н.}$$

Потужність різання визначаємо за формулою [4]

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт.} \quad (2.9)$$

де P - сила різання, Н.

$$N = \frac{2175 \cdot 72}{1020 \cdot 60} = 2,56 \text{ кВт}$$

Потужність приводу верстата цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

Визначаємо режими різання при чистовому точінні.

Глибина різання $t=0,7$ мм; подача $S=0,18$ мм/об

$$V_p = \frac{243}{30^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,18^{0,4}} \cdot 0,39 = 100,5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 100,5}{3,14 \cdot 128} = 250,05 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_{пр} = 250 \text{ об/хв.}$

За прийнятою частоті обертання робимо корекцію швидкості обертання

$$V_{кор} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 250}{1000} = 100 \text{ м/хв.}$$

Сила різання

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 0,7^1 \cdot 0,18^{0,75} \cdot 100^{-0,15} \cdot 1,7 = 493,6 \text{ Н.}$$

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Потужність різання

$$N = \frac{493,6 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

Потужність приводу верстата цілком достатня для роботи з обраними режимами різання. Визначаємо режими різання при тонкому (алмазному) точінні.

глибина різання $t=0,25$ мм; подача $S=0,03$ мм/об

$$V_p = \frac{243}{30^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,03^{0,4}} \cdot 0,39 = 241,1 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 241,1}{3,14 \cdot 128} = 599,87 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_{пр} = 600$ об/хв.

За прийнятою частоті обертання робимо корекцію швидкості обертання

$$V_{кор} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 600}{1000} = 241,15 \text{ м/хв.}$$

Сила різання

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,03^{0,75} \cdot 241,15^{-0,15} \cdot 1,7 = 40,3 \text{ Н.}$$

Потужність різання

$$N = \frac{40,3 \cdot 241,15}{1020 \cdot 60} = 0,16 \text{ кВт}$$

Потужність приводу верстата цілком достатня для роботи з обраними режимами різання. На інші операції режими обробки вибираємо за довідником [13, 14] і заносимо в операційні карти. Результати вибору режимів різання на інші операції зведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 Зведена відомість режимів обробки для циліндру

Номер		Найменування операції і переходу	Режими обробки						
операції	переходи		D (В), мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
015	Токарная								
	1	Чорнова підрізка торця	151	80	3,0	1	0,3	76,4	160,71
		Чистова підрізка торця	151	80	1,0	1	0,11	86,7	182,37

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

35

Номер		Найменування операції і переходу	Режими обробки						
операції	переходи		D (B), мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
		Чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні	145,4	250	3,0	1	0,21	59,96	131,33
		Чистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні	144	250	0,7	1	0,1	87	192,4
	2	Чорнове розточування внутрішньої поверхні	106	9	2,5	1	0,38	71,3	214,22
		Чистове розточування внутрішньої поверхні	105	9	0,5	1	0,18	92,7	281,16
030	Токарна								
	1	Черновое подрезание торца	151	80	3,2	1	0,24	76,4	160,7
	2	Чистовое подрезание торца	151	80	1,4	1	0,11	86,7	182,37
	3	Черновое точение наружной поверхности под нарезание резьбы	142,4	47,5	4,5	1	0,21	60	134,19
	4	Чистовое точение наружной поверхности под нарезание резьбы	141	47,5	0,7	1	0,12	82	185,2
	5	Черновое растачивание внутренней поверхности	119	520,5	5	1	0,1	64,2	171,8
	6	Чистовое растачивание внутренней поверхности	120,5	520,5	0,5	1	0,06	78,6	208,6
	7	Тонкое (алмазное) растачивание отверстия	120,25	520,5	0,25	1	0,02	94	248,95
	8	Растачивание канавки	122	10	1,0	1	0,1	84	219,28
	9	Растачивание отверстия	109	3,5	2,0	1	0,1	84	245,43
	10	Черновое растачивание отверстия	129	32	3,0	1	0,12	60	148,13
	11	Чистовое растачивание отверстия	128,5	32	0,5	1	0,07	78	193,3
	12	Тонкое (алмазное) растачивание отверстия	128	32	0,25	1	0,06	92,2	229,4
	13	Черновое точение наружной цилиндрической поверхности	138,4	416	5	1	0,21	60	138,1
	14	Черновое точение наружной поверхности	137	416	1,4	1	0,12	82	190,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

36

Номер		Найменування операції і переходу	Режими обробки							
операції	переходи		D (B), мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	
	15	Черновое точение наружной цилиндрической поверхности	147,4	6	4	1	0,21	60	129,6	
	16	Черновое точение наружной цилиндрической поверхности	146	6	1,4	1	0,12	82	178,9	
	17	Черновое точение наружной цилиндрической поверхности	133,4	245	1,8	1	0,29	74	176,7	
	18	Черновое точение наружной цилиндрической поверхности	132	245	1,4	1	0,12	82	197,8	
	19	Одноразовое точение конусной поверхности	–	63	–	1	0,1	80	186,6	
	20	Нарезание резьбы	Сп 140×2	31	1,9	1	2	64,8	147,4	
035		Фрезерно-свердлильна								
	1	Фрезерование лысок	–	47	4	8	0,8	22	140	
	2	Фрезерование 15-ти пазов	12	6	4,2	15	0,24	24	637	
	3	Сверление 4-х отверстий под нарезание резьбы	10,2	14	5,0	1	0,06	17	530,8	
	4	Зенкерование 4-х отверстий под нарезание резьбы	11,2	14	0,5	1	0,12	8,4	238,85	
065		Шліфувальна								
	1	Шлифование внутреннего отверстия	120	480	0,4	1	S _{поп} = 0,004 мм/дв.х од; S _{пр} = 18,9	V _{кр} = 15 м/с; V _з = 25	n _{кр} = 3500 n _з = 65	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

37

Номер		Найменування операції і переходу	Режими обробки						
операції	переходи		D (B), мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв

2.16 Технічне нормування технологічного процесу

Норма штучного часу визначається [4] за формулою:

$$T_{шт.} = (T_{ц.а} + T_B \cdot k_{цд}) \cdot \left(1 + \frac{T_{ТЕХ} + T_{ОРГ} + T_{Н.П.}}{100}\right), \quad (2.10)$$

де $T_{ц.а}$ – час циклу автоматичної роботи за програмою, хв.

$$T_{ц.а} = T_O + T_{MB} \quad (2.11)$$

T_O – основне технологічне час на обробку однієї деталі, хв.

$$T_O = \frac{L_p}{S_M} \cdot i, \quad (2.12)$$

де L_p – довжина шляху, пройдена інструментом або деталлю в напрямку подачі при обробці i -того технологічного ділянки (з урахуванням врізання), мм; S_M – хвилинна подача на даній операції, мм / хв;

T_{MB} – машинно-допоміжний час при роботі верстата по УП (на підведення деталі або інструменту від початкових точок в зони обробки і їх виведення, установка інструменту на розмір, зміна інструменту, зміна величини напрямку подачі, час технологічних пауз (зупинок) і т.п., хв;

T_B – допоміжний час, хв.

$$T_B = T_{B.V} + T_{B.ОП} + T_{B.ИЗМ}, \quad (2.13)$$

де $T_{B.V}$ – час на установку і зняття деталі вручну або підйомником, хв;

$T_{B.ОП}$ – допоміжний час, пов'язане з операцією (яке не увійшло в КП), хв;

$T_{B.ИЗМ}$ – допоміжне не перекриває час на вимірювання, хв.

$T_{ТЕХ}$ – час технічного обслуговування робочого місця, хв;

$T_{ОРГ}$ – час організаційного обслуговування робочого місця, хв;

$T_{Н.П.}$ – час перерв.

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПББ.20.05.ПЗ				

Розрахуємо норму часу для токарної операції, виконуваної на токарному верстаті з ЧПУ (операція 070).

Для першого переходу:

$$T_{o \text{ черн.}} = \frac{68}{0,25 \cdot 200} = 1,36 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на установку деталі $T_{\text{уст}} = 1,5$ хв.

$$T_{MB} = 0,1 \text{ хв.}$$

$$T_{o \text{ чист.}} = \frac{68}{0,07 \cdot 220} = 4,42 \text{ хв.}$$

$$T_{MB} = 0,06 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ц.а}} = 1,36 + 0,1 + 4,42 + 0,06 = 5,94 \text{ хв.}$$

Для другого переходу:

$$T_{o \text{ чист.}} = \frac{8,5}{0,07 \cdot 220} = 0,55 \text{ хв.}$$

$$T_{MB} = 0,06 \text{ хв}$$

$$T_{\text{в.изм}} = 0,14 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ц.а}} = 0,55 + 0,06 = 0,61 \text{ хв.}$$

Для третього переходу:

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 57}{0,06 \cdot 180} = 8,29 \text{ хв.}$$

$$T_{MB} = 0,08 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ц.а}} = 8,29 + 0,08 = 8,37 \text{ хв.}$$

Для четвертого переходу:

$$T_{o \text{ чист.}} = \frac{28}{0,07 \cdot 220} = 1,82 \text{ хв.}$$

$$T_{o \text{ тонк. точ.}} = \frac{28}{0,06 \cdot 250} = 1,87 \text{ хв.}$$

$$T_{MB} = 0,1 \times 3 = 0,3 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{в.изм}} = 0,14 \times 2 = 0,28 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ц.а}} = 1,82 + 1,87 + 0,3 = 3,99 \text{ хв.}$$

Для п'ятого переходу:

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$T_o = \frac{4}{0,144 \cdot 280} \cdot 2 = 0,02 \text{ хв.}$$

$$T_{MB} = 0,01 + 0,04 + 0,01 = 0,06 \text{ хв.}$$

$$T_{B.ИЗМ} = 0,14 \times 2 = 0,28 \text{ хв.}$$

$$T_{B.ИЗМ} = 0,1 \times 3 = 0,3 \text{ хв.}$$

$$T_{Ц.А} = 0,02 + 0,06 = 0,08 \text{ хв.}$$

$$\sum T_{Ц.А} = 5,94 + 0,61 + 8,37 + 3,99 + 0,08 = 18,99 \text{ хв.}$$

$$T_{в.оп} = 0,32 + 0,15 = 0,47 \text{ хв.}$$

$$T_B = 1,5 + 0,14 + 0,28 + 0,28 + 0,3 + 0,47 = 2,97 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 18,99 + 2,97 = 21,96 \text{ хв.}$$

$$T_{ТЕХ} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 21,96 = 1,32 \text{ хв.}$$

$$T_{ОРГ} = 0,08 \cdot T_{оп} = 0,08 \cdot 21,96 = 1,76 \text{ хв.}$$

$$T_{Н.П} = 0,025 \cdot T_{оп} = 0,025 \cdot 21,96 = 0,55 \text{ хв.}$$

$$K_d = 1,32.$$

$$T_{шт.} = (18,99 + 2,97 \cdot 1,32) \cdot \left(1 + \frac{1,32 + 1,76 + 0,55}{100}\right) = 23,74 \text{ хв.}$$

Норми часу на виконання інших операцій представлені у зведеній відомості норм часу по операціях (таблиця 2.14)

Таблиця 2.14 - Зведена відомість норм часу по операціях для деталі "циліндр", хв.

№ опер.	Наименование операции	T _o	T _B	T _{оп}	T _{тех}	T _{орг}	T _{н.п}	T _{шт}
005	Токарна	27,58	2,02	29,6	1,78	2,37	0,74	34,49
010	Токарна	248,11	8,94	257,05	15,42	20,56	6,43	370,14
015	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	7,34	9,6	16,94	1,01	1,35	0,42	21,09
020	Шліфувальна	46,0	4,48	50,48	3,03	4,04	1,26	58,81
	Усього:	329,03	25,04	354,07	21,24	28,32	8,85	484,53

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

Арк.

40

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок і проектування технологічного оснащення

Деталь виготовляється з матеріалу - ВТ22. Габаритні розміри деталі [Ø144 × 530] і вживане обладнання свідчать про застосування спеціального верстатного пристосування. За маршрутному технологічному процесу спеціальне верстатне пристосування проектується на токарних операцію. Проектована верстатне пристосування буде застосовуватися для обробки зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь циліндра. Встановлюється пристосування на токарний верстат, модель 16Б16Т1.

Проектована спеціальне пристосування - трьохкулачковий пневматичний патрон.

Основна перевага пневматичних патронів полягає в тому, що вони є швидкодіючими і забезпечують на кулачках постійне зажимное зусилля.

При роботі в патронах з ручним приводом, для того щоб попередити ослаблення затиску і прослизання виробу в процесі обробки, доводиться затискати деталь з силою більшою, ніж це потрібно. У пневматичних патронах кулачки весь час стискають виріб з однаковою силою і будь-які випадкові обставини, що виникають під час роботи, не можуть послабити затиск.

Передавальне відношення в механізмі пневматичних патронів беруть а межах від 1: 1 до 1: 4 (в ручних патронах передавальне відношення по необхідності береться великим), тому пневматичні патрони мають високий коефіцієнт корисної дії.

Пневматичні патрони легко керовані, вимагають незначної витрати зусиль на затиск, знижують фізичну стомлюваність робітника. Головна перевага пневматичних патронів - в швидкості затиску.

Форма, якість оброблюваних поверхонь, вимоги до їх точності і взаємного розташування, дозволяють використання даного виду обладнання та застосування спеціального пристосування. Форма заготовки не вимагає

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

розробки великогабаритних і складних за конструкцією елементів пристосування. Дане пристосування не перешкоджає подачі ріжучого, вимірювального інструмента до оброблюваних поверхонь.

Для визначення можливості виконання заданої виробничої програми визначаємо такт по формулі (1.6), розділ 1:

$$\tau_e \leq 2040 \text{ хв.}$$

Перевіряємо умову:

$$T_{шт.к} \leq \tau_e,$$

де $T_{шт.к}$ – штучний час, хв.

$$T_{шт.к} \leq 2040$$

умова виконується, значить, виробнича програма виконується при застосуванні одномісного верстатного пристосування.

Приймаємо схему базування деталі з урахуванням рішень прийнятих раніше, одномісне пристосування, трьохкулачковий пневматичний патрон см. Рис. 2.11.

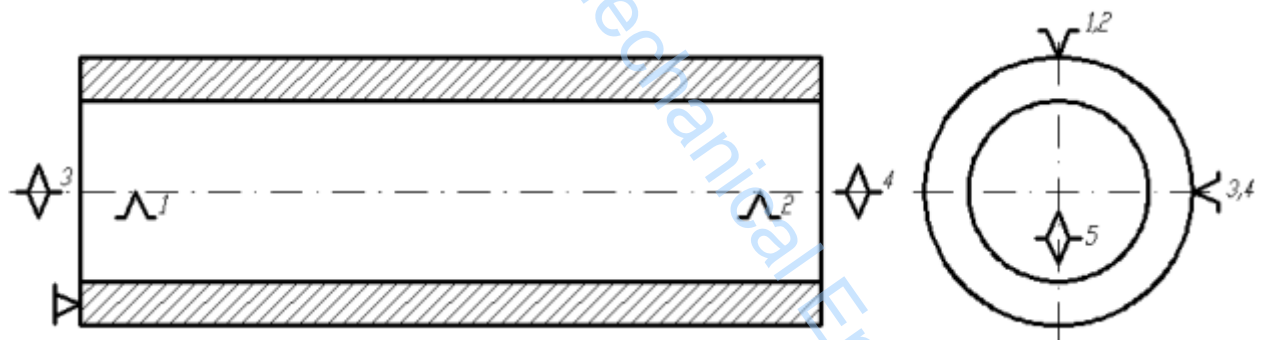


Рис. 2.11. Схема базування заготовки в пристосуванні

При закріпленні деталі в 3х кулачковому патроні і люнеті, реалізується наступна схема: зв'язок $C_{1,2,3,4}$ – подвійна направляюча база ($C_{1,2,3,4} S_{y,z}, R_{ot y,z}$), зв'язок C_5 – опорна база ($C_5 S_x$).

Установочними елементами для реалізації прийнятої схеми базування є - комплект кулачків (сирі і загартовані) [12].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Так як проєктований патрон є трьохкулачковим, то кількість настановних елементів визначено заздалегідь - 3 кулачки. Розміри прийнятих настановних елементів наведені нижче, малюнок 2.12.

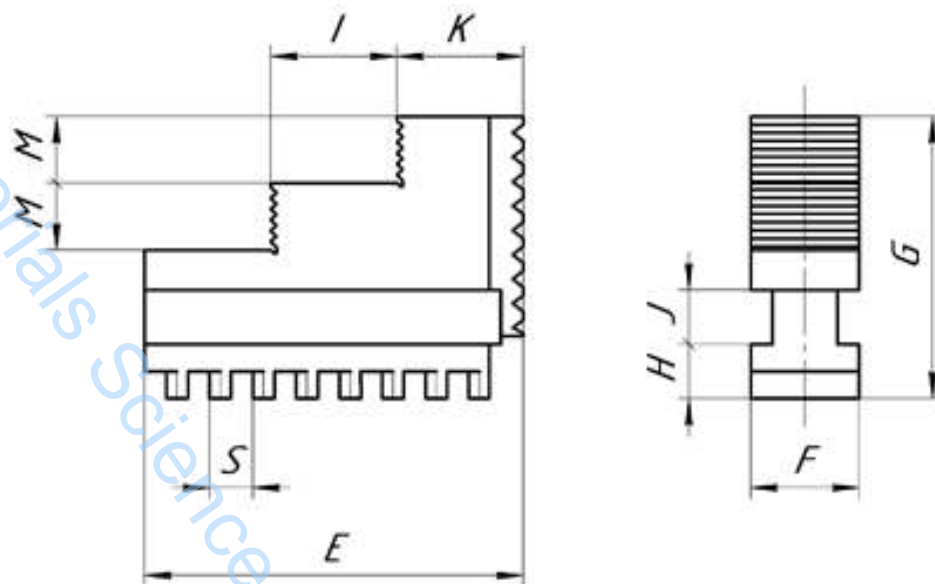


Рис.2.12. Кулачок токарного патрону

Вибираємо кулачки з типорозмірами: $E=85$ мм, $F=28$ мм, $G=60$ мм, $H=8,5$ мм, $J=10$ мм, $K=29$ мм, $L=29$ мм, $M=14$ мм, $S=8$ мм.

Взаємне розташування настановних елементів, а також їх положення щодо базових поверхонь визначається за кресленням деталі.

3.2 Силовий розрахунок пристосування

В процесі обробки заданих поверхонь (розточування) на заготовлю і елементи пристосування будуть діяти сила різання $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,09^{0,75} \cdot 64,2^{-0,15} \cdot 1,7 = 2244,36 \text{ Н}$, сила закріплення Q і створююча нею сила тертя F_{TR} .

Силою тяжкості G можна знехтувати. Коефіцієнт тертя приймаємо $f=0,16$, тому що заготівля контактує з притискним елементом. Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахункових (середніх) значень в силовий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу [15]:

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ					

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.14)$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1 \div 1,2$ – враховує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1 \div 1,9$ – враховує зношування інструменту;

$K_3 = 1 \div 1,2$ – враховує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1 \div 1,3$ – враховує стабільність сил, що розвиваються приводом;

$K_5 = 1 \div 1,2$ – враховує зручність управління затискними механізмами з ручним приводом;

$K_6 = 1 \div 1,5$ – враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7.$$

Визначаємо найбільш несприятливу ситуацію, при якій найбільш імовірна втрата нерухомого положення заготовки, за малюнком 2.13.

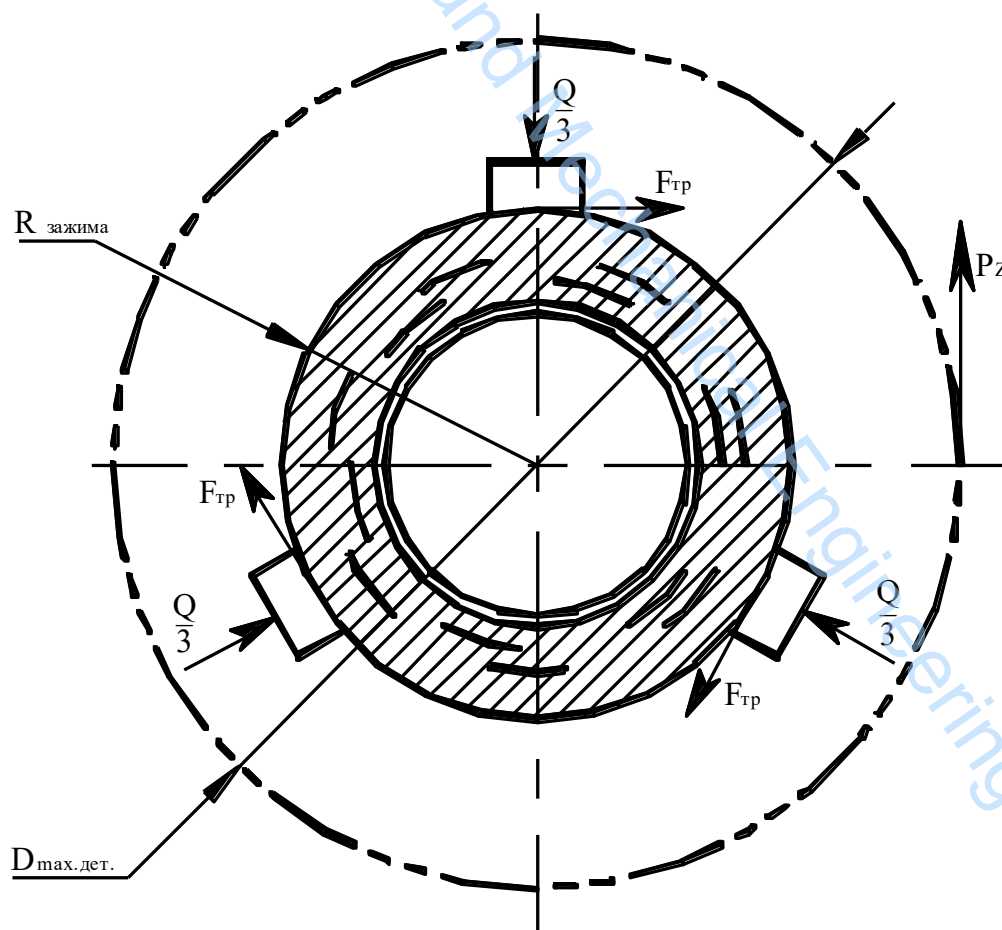


Рис.2.13. Схема визначення несприятливого моменту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОПББ.20.05.ПЗ

Арк.

44

Несприятливий момент - це проворачивание заготовки навколо своєї осі під дією сили P_z . Провертання походить від моменту, створюваного силою різання, при точінні найбільшого діаметра заготовки. При обробці менших діаметрів заготівлі крутний момент від сили різання менше і поворот деталі виключений. Тому сила закріплення повинна бути більше ніж момент створюваний силою різання, щоб створити необхідну силу тертя.

$$K \cdot P_z - 3F_{TP} \cdot R_{зак} = 0, \quad (2.15)$$

де K – коефіцієнт запасу ($K=2,7$);

P_z – сила різання.

$$F_{TP} = N \cdot f = Q \cdot f \quad (2.16)$$

Підставивши в формулу врівноваження сил, отримаємо:

$$K \cdot P_z \cdot R - 3Q \cdot f \cdot R = 0, \text{ отже } Q = \frac{K \cdot P_z}{3f}.$$

Знаходимо зусилля закріплення заготовки:

$$Q = \frac{2,7 \cdot 2244,36}{3 \cdot 0,16} = 12624,53 \text{ Н.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $Q = 12700 \text{ Н.}$

Маючи зусилля закріплення заготовки, приймаємо вид затискного механізму; визначаємо коефіцієнт передачі і розраховуємо силу затиску. Затискної механізм перетворює силу, що розвивається приводом, в зусилля закріплення заготовки. Привід пристосування приймаємо пневматичний, так як це забезпечує рівномірне зусилля закріплення і швидкість дії приводу. Вид приводу, спочатку приймаємо, діафрагмовим. Для вибору виду затискного механізму вибираємо принципову схему пристосування (рисунок 2.14) і виробляємо розрахунок приводу.

Механізм є гвинтовим. Тому при визначенні сили приводу необхідно враховувати передавальні зусилля елементарних механізмів, що входять до складу проектованого механізму (рисунок 2.15).

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

Так як число затискних елементів три, то і зусилля затиску ділиться на

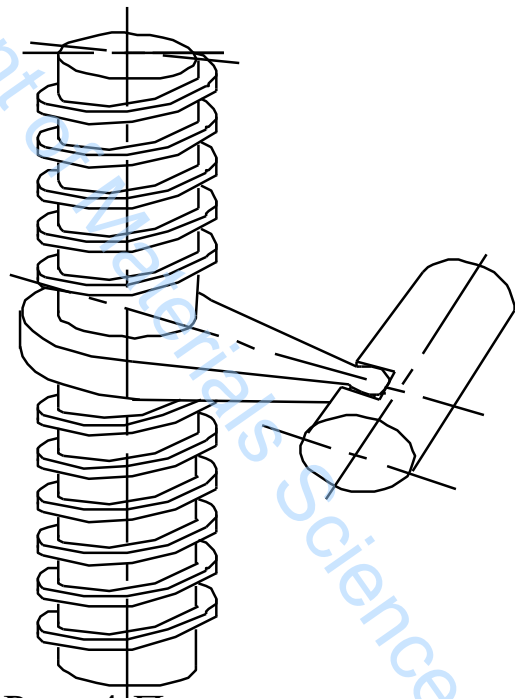


Рис. 2.14. Принципова схема пристосування три частини.

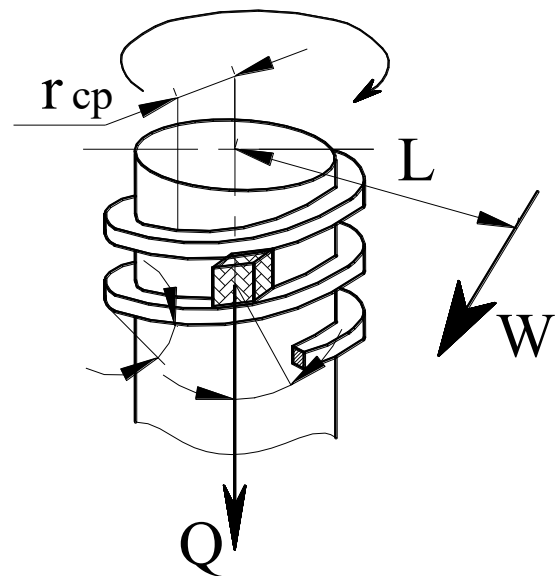


Рис. 2.15. Передавальні зусилля для важеля клинового механізму

Момент, створюваний силою Q , повертає гвинт навколо своєї осі, і гвинт передає по різьбі зусилля затиску W кулачку, затискають деталь.

Сила тяги приводу визначається за виразом [15]:

$$W = \frac{Q}{i \cdot \eta}, \text{ Н} \quad (2.17)$$

де Q – зусилля затиску заготовки, Н;

i – передавальне відношення важеля клинового механізму дорівнює [15]:

$$i = \frac{r_{cp}}{L \cdot \tan \alpha}, \quad (2.18)$$

де L – довжина важеля, мм;

r_{cp} – середній радіус різьблення, мм;

α – кут тертя в парі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Різьблення приймаємо трапецеидальную, так як нам необхідно мати умову самоторможения, щоб не сталося самоотжимание деталі.

За умовою самоторможения:

$$f = 0,13 \geq \operatorname{tg} \tau,$$

де f – коефіцієнт тертя;

τ – кут підйому гвинтової лінії.

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{S_{\text{резь.}}}{\pi \cdot D_{\text{cp}}} \quad (2.19)$$

Діаметр різьби дорівнює:

$$D_{\text{cp}} \geq \frac{S_{\text{резь.}}}{\pi \cdot 0,13} \quad (2.20)$$

Тоді

$$D_{\text{cp}} \geq \frac{12}{\pi \cdot 0,13} = 29,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо різьблення трапецеидальне Трап. 32×(6×2) ГОСТ 9484 – 75.

Кут тертя визначається за формулою

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{2\pi \cdot r_{\text{cp}}}, \quad (2.21)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{6}{3,14 \cdot 29} = 0,0658$$

Передавальне відношення дорівнює:

$$i = \frac{14,5}{30 \cdot 0,0658} = 7,34.$$

Сила тяги дорівнює:

$$W = \frac{12700}{7,34 \cdot 0,8} = 2163 \text{ Н}$$

Приймаємо $W = 2200 \text{ Н}$.

Величину діаметра робочої порожнини визначаємо за формулою [15]:

$$\text{Приймаємо } \frac{d}{D} = \alpha = 0,46$$

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

$$\frac{\pi D^2 (1 - \alpha^2) \cdot p}{4} = W \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4W}{\pi(1 - \alpha^2) \cdot p}}, \quad (2.22)$$

де W – сила тяги, Н;

p – тиск робочого середовища, Па.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2200}{3,14(1 - 0,46^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6}} = 0,094 \text{ м} = 94 \text{ мм}.$$

З огляду на розрахунковий діаметр робочої порожнини, приймаємо $D = 100$ мм.

Таким чином, сила затиску деталі в приводі створюється за допомогою одноштокового пневматичного циліндра двосторонньої дії по ГОСТ 15608-81, діаметр поршня приймаємо рівним 100 мм, діаметр штока 25 мм, хід поршня мм, статичне зусилля на штоку: що штовхає - 2700Н, який тягне - 2550Н.

Так як патрон призначений для закріплення деталей типу "Циліндр" і "Вал", то необхідно розрахувати виконавчий максимальний діаметр робочої порожнини пневмокамери, попередньо задавшись мінімальним.

Приймаємо $d_{\min} = 74 \text{ мм}$, тоді $D_{\max} = 160 \text{ мм}$.

Величина ходу притискного елемента визначається за формулою [15]:

$$S_{(Q)} = \Delta_{\text{гар.}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_{(Q)}, \quad (2.23)$$

де $\Delta_{\text{гар}}$ – гарантований зазор для вільної установки деталі, мм;

Δ – відхилення розміру заготовки, мм (вибирається за даними креслення);

Q – розрахункова сила закріплення заготовки, Н;

I – (1000...3500), Н/мм – жорсткість затискного механізму;

$\Delta S_{(Q)}$ – 0,2...0,4 запас ходу плунжера, що враховує знос і похибки виготовлення механізму.

$$S_{(Q)} = 1 + 0,035 + \frac{12700}{2000} + 0,4 = 7,785 \text{ мм}$$

Величина ходу приводу дорівнює [15]:

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ				

$$S_{(w)} = S_{(Q)} \cdot i \quad (2.24)$$

$$S_{(w)} = 7,785 \cdot 7,34 = 57,148 \approx 58 \text{ мм.}$$

Величина ходу приводу дорівнює

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (2.25)$$

3.3 Оцінка точності пристосування

Перевіряємо пристосування на точність за умовою [15]:

где $[\varepsilon]$ – допустима величина похибки пристосування, мкм;

ε – дійсна величина похибки пристосування, мкм.

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \varpi, \quad (2.26)$$

де T – допуск на розмір, $T = +0,035$;

k_y – коефіцієнт посилення, $0,3 - 0,6$;

ϖ - середня економічна точність даного виду обробки визначається за довідником [6].

$$[\varepsilon] = 35 - 0,3 \cdot 10 = 32 \text{ мкм}$$

Похибка пристосування дорівнює [15]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2}, \quad (2.27)$$

де ε_0 – похибка базування;

ε_3 – похибка базування;

ε_n – похибка положення.

Похибка базування дорівнює:

$$\varepsilon_0 = 0,5 \cdot TD = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення дорівнює нулю, так як лінія дії зусилля закріплення перпендикулярна напрямку виконуваного розміру (розточування отвору).

Похибка положення дорівнює похибки зносу настановних елементів.

$$\varepsilon_{II} = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{II}^2}, \quad (2.28)$$

де ε_y – похибка виготовлення настановних елементів, 5 мкм;

ε_c – похибка установки пристосування на верстаті 7 мкм;

ε_{II} – похибка лінійного зносу настановних елементів, дорівнює нулю.

Тоді: $\varepsilon_{II} = \sqrt{5^2 + 7^2} = 8,6 \text{ мкм}$ $\varepsilon = \sqrt{17,5^2 + 0^2 + 8,6^2} = 19,5 \text{ мкм}$

перевіряємо умову (2.45): $19,5 \text{ мкм} \leq 32 \text{ мкм}$.

Умова виконується, тоді проектоване пристосування забезпечує необхідну точність обробки.

Після проведених розрахунків робимо розробку конструкції пристосування, використовуючи за аналог чотирьох кулачковий пневматичний патрон [11; 12; 16; 17].

3.4 Розробка конструкції пристосування

Відмінність від аналогії полягає в наступному:

- змінений корпус патрона, привід знаходиться всередині, і є отвори для подачі повітря;
- кількість настановних елементів три;
- змінена індивідуальна настройка затискних елементів на необхідний розмір і ін.

За прийнятим діаметру порожнини камери і ходу штока вичерчуємо складальне креслення верстатного пристосування, із зазначенням всіх технічних параметрів і характеристик.

3.5 Принцип дії пристосування

Повітря, потрапляючи через отвір затиску, в робочу камеру порожнини патрона створює робочий тиск. Мембрана під тиском переміщається в напрямку тиску і переміщує три штока, закріплені на мембрані. Штоки, переміщаючись, через важелі на гвинтах обертають їх.

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

Останні, в свою чергу, обертаючись навколо своєї осі, передають осьове переміщення через втулки затискним кулачкам. Затискні кулачки затискають деталь. Разжим деталі відбувається в такий же послідовності, так як повітря подається, через отвір разжима, в іншу порожнину робочої камери патрона. Саморазжим кулачків виключений, так як присутня умова самоторможения (різьблення трапецеїдальних).

3.6 Техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування пристосування

Собівартість при використанні проектного спеціального пристосування визначається за формулою:

$$C_A = L \cdot \left(1 + \frac{Z}{100}\right) + \frac{S}{N} \cdot \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100}\right), \quad (2.29)$$

де L – штучна заробітна плата при використанні цього механізму, грн .;
 Z – відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату ($Z = 200\%$);
 S – собівартість виготовлення даного пристосування, грн;
 N – річна програма випуску деталей, шт. ($N = 60$);
 i – термін амортизації пристосувань, що залежить від ступеня його вартості і часу використання для випуску даної продукції ($i = 3$ года);
 q – відсоток витрат, пов'язаних із застосуванням пристосувань ($q = 20\%$).

Величина штучної заробітної плати визначається за формулою:

$$L = t_{шт} \cdot l, \quad (2.30)$$

де $t_{шт}$ – штучний час на дану операцію ($t_{шт} = 19,29$ хв.);

l – хвилинна заробітна плата робітника ($l = 3,82$ коп./хв.).

Підставивши значення у вихідну формулу, отримаємо

$$L = 19,29 \cdot 0,0268 = 0,517 \text{ грн.}$$

Собівартість виготовлення пристосування визначається кількістю деталей у пристосуванні і його складності, за формулою:

$$S = C \cdot k, \quad (2.31)$$

де C – постійна, що залежить від складності пристосування, ($C = 3$);

k – кількість деталей в пристосуванні, ($k = 42$).

З урахуванням цих даних:

$$S = 3 \cdot 42 = 126 \text{ грн.}$$

$$C_A = 0,517 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{126}{60} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right) = 2,671 \text{ грн}$$

Собівартість обробки при використанні базового пристосування дорівнює:

$$L = 46,28 \cdot 0,0334 = 1,546 \text{ грн}$$

$$S = 3 \cdot 31 = 93 \text{ грн}$$

$$C_B = 1,546 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{93}{60} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right) = 5,47 \text{ грн.}$$

Зіставляючи величини технологічної собівартості виконання операцій із застосуванням проектного пристосування та базового пристосування з ручним затиском видно, що: $C_A = 2,671 \text{ грн} < C_B = 5,47 \text{ грн}$.

Отже, доцільно застосування спроектованого пристосування з економічної точки зору.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

В результаті аналізу існуючого технологічного процесу можна зробити наступні висновки:

- Для виготовлення головки раціонально застосувати заготовку штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКР), що значно збільшить коефіцієнт використання матеріалу, а також зменшить кількість операцій і знизить трудомісткість виготовлення деталей.

При виготовленні циліндру, завдяки більш точної заготівлі, немає необхідності знімати великий шар матеріалу при обробці.

- При виготовленні деталей використовувати пневмо-приспособлення (токарні патрони), зменшуючи при цьому витрати на виготовлення спеціального оснащення.

- Ввести заміну марки СОТС на Blasocut 4000 Strong, яке показує кращі результати при обробці титанових сплавів.

- Використовувати принцип максимальної концентрації операцій на одному робочому місці.

Виконана спеціальна частина, в якій розраховане спеціальне пневматичне пристосування – токарний патрон. Розраховані всі важливі конструктивні параметри пристосування, сили затиску, точність та економічне обґрунтування пристрою. Використання подібного пристосування значно зменшує витрати на виготовлення спеціального оснащення. Таким чином, значно підвищена продуктивність праці, якість виготовляємої продукції, скорочено кількість обладнання і як наслідок собівартість продукції.

Вважаємо, що представлений проект, дозволяє підняти ефективність виробництва на більш високий рівень, заслуговує на увагу і може бути впроваджений на базовому підприємстві.

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.05.ПЗ				

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс]. <https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
- 2 ГОСТ 2.105-95. (Межгосударственный стандарт) Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
- 3 ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
- 4 ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
- 5 ГОСТ 2.106-96. (Межгосударственный стандарт) Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
- 6 ДСТУ ГОСТ 3.1105-2011. Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення (ГОСТ 3.1105-2011, IDT).
- 7 ДСТУ ГОСТ 2.104-2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, IDT).
- 8 ДСТУ ГОСТ 3.1103:2014 Єдина система технологічної документації. Основні написи. Загальні положення (ГОСТ 3.1103-2011, IDT).
- 9 ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення (ГОСТ 3.1102-2011, IDT).
- 10 ГОСТ 3.1404-86. (Межгосударственный стандарт) Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- 11 Освітньо-професійна програма вищої освіти для бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка / В.В. Проців, С.Т. Пацера, В.В. Зіль; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 22 с.
- 12 Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
- 13 Національна рамка кваліфікацій. [Електронний ресурс]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.
- 14 Стандарт вищої освіти України бакалаврського рівня. Галузь знань 13 Механічна інженерія. Спеціальність 131 Прикладна механіка. [Електронний ресурс]. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/131-prikladna-mekhanika-bakalavr.pdf>.
- 15 Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затвердженого Вченою радою 22.01.2019, протокол № 2.
- 16 Положення про організацію атестації здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол № 15).

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ

17 Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти, затверджене Вченою радою від 26.12.2017, протокол № 20 (у редакції, що ухвалена Вченою радою 18.09.2018, протокол № 11).

18 Положення про проведення практики здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол № 15).

19 Положення про систему запобігання та виявлення плагіату в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 13.06.2018 (протокол № 8).

20 Салов В.О. Макет методичних рекомендацій до виконання кваліфікаційних робіт : мет. посіб. для наук.-пед. пр-ів. / В.О. Салов ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 37 с.

21 Дидык Р.П. Технология горного машиностроения [Учебник] / Р.П. Дидык, В.А. Жовтобрюх, С.Т. Пацера; Под общей редакцией докт. техн.наук, проф. Дидыка Р.П. – Д. НГУ, 2016. – 424 с. (Библиотека иностранного студента).

22 Новиков Ф.В. Современные экологически безопасные технологии производства: монография / Ф.В. Новиков, В.А. Жовтобрюх, Г.В. Новиков. – Д.: ЛИРА, 2017. – 372 с. ISBN 978-966-383-829-8

23 Жовтобрюх В.А. Проектирование и автоматизированное программирование современных технологий для станков с ЧПУ : монография / В.А. Жовтобрюх, Ф.В. Новиков. – Днепр: ЛИРА, 2019. – 480 с. ISBN 978-966-981-173-8

24 Технологии производства: проблемы и решения: монография / Ф.В. новиков, В.А. Жовтобрюх, С.А. Дитиненко и др. – Д. : ЛИРА, 2018. – 536 с. ISBN 978-966-981-006-9.

25 Новиков В.Ф. Оптимальные решения в металлообработке : монография / Ф.В. Новиков, В.А. Жовтобрюх, Г.В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2017. – 476 с.

26 Залога В.О., Зінченко Р.М.. Система "PowerShape". Основи 3D моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2009.

27 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Поверхневе моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2010.

28 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Створення САПР за допомогою макросів: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві"/ Суми : Сумський держ ун-т, 2011.

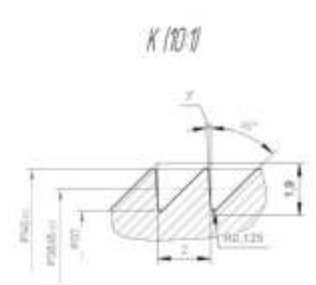
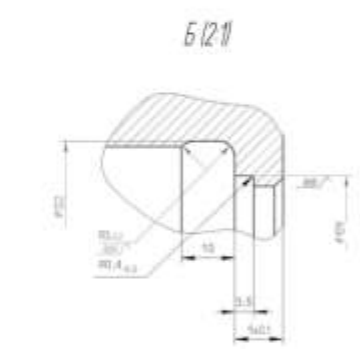
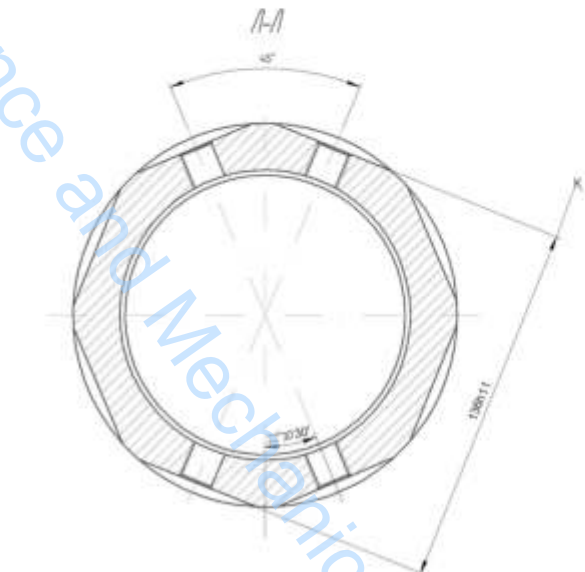
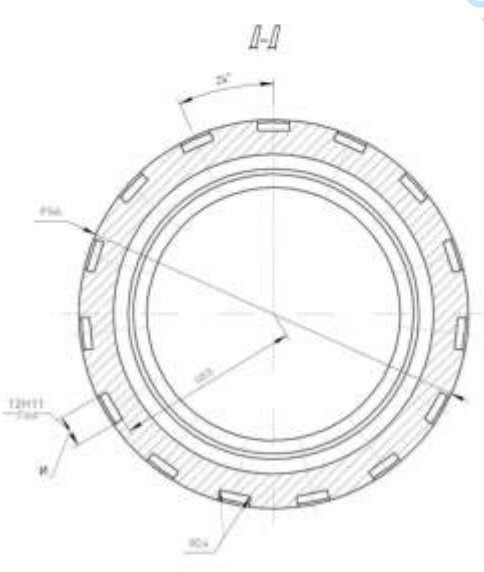
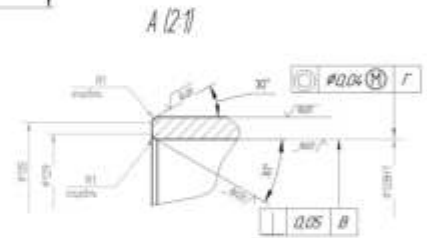
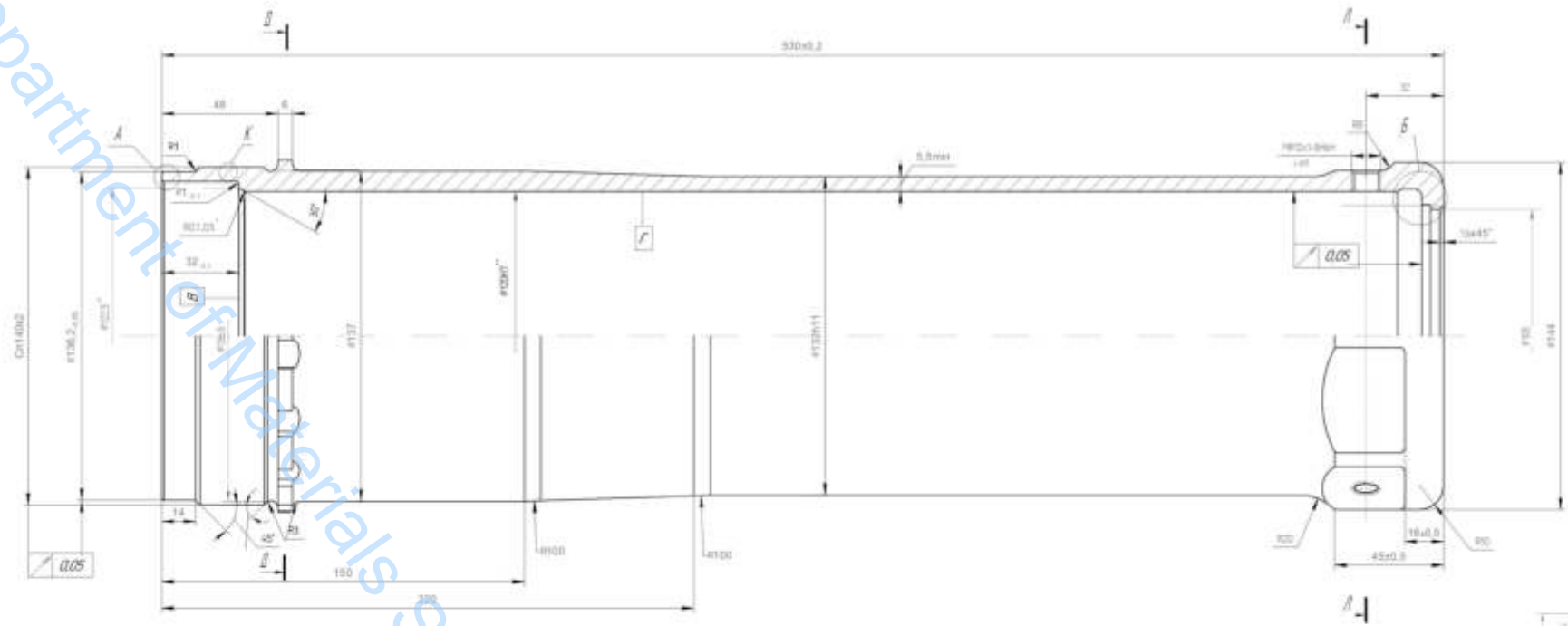
29 Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2008. – 336 с.

30 Петраков Ю.В., Драчев О.И. Автоматическое управление процессами резания: учебное пособие + CD. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 408 с.

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ				

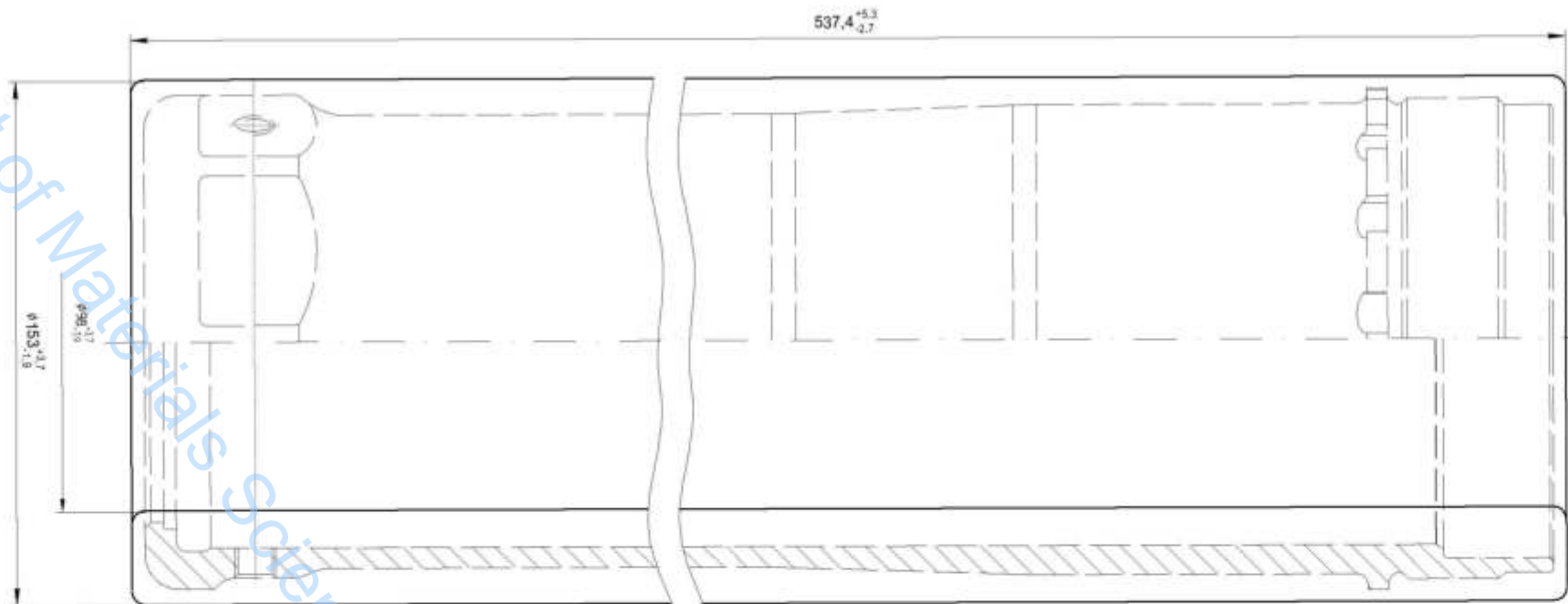
- 31 Петраков Ю.В. Моделирование процессов резания: учебное пособие / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 240с.
- 32 Величко О.Г. Інноваційна діяльність у сферах техніки, технології, технічного регулювання і забезпечення якості: підручник / Величко О.Г., Должанський А.М., Віткін Л.М., Янішевський О.Е., Ключев Д.Ю.; Донецьк : Свідлер, 2010. – 120 с.
- 33 Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2008.
- 34 Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.:ДМК Пресс, 2012. – 279с.:ил.ISBN 978-5-94074-560-0.
- 35 Проектирование автоматизированных станков и комплексов : учебник: в 2 т. / под ред. П.М. Чернянского. – Том1.– М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, 2014. ISBN 978-5-7038-3810-5
- 36 Проектирование автоматизированных станков и комплексов : учебник : в 2 т. / под ред. П.М. Чернянского. – Том2. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. ISBN 978-5-7038-3811-2
- 37 Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – Волгоград: Издательский дом «Ин-Фолио», 2009 – 640 с.
- 38 Весткемпер, Э. Введение в организацию производства [Текст] : учеб. пособие / Э. Весткемпер, М. Декер, Л. Ендюби, А.И. Грабченко, В.Л. Доброскок; пер. с нем. ; под. общ. ред. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 376 с. – На рус. яз. ISBN 978-966-593-654-1 (рус.) ISBN 978-3-540-26039-4 (нем.)

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.05.ПЗ					



- 1 Число шлицев для вала 500810000-01
- 2 Ø 0.2/0.15 М5 (тип шлица для Ø 11 Ø107-78)
- 3 Диаметр в шлице по Ø 11 Ø107-78
- 4 Аварийный ступень шлицев
- 5 Шлицевый профиль по ГОСТ 11347-80
- 6 * Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю
- 7 Полюс по Ø 11 Ø107-78
- 8 Радиус по Ø 11 Ø107-78
- 9 Диаметр отверстия Ø 11 по Ø 11 Ø107-78
- 10 Диаметр отверстия Ø - по 25.42
- 11 ** Шлицевый профиль по ГОСТ 11347-80
- 12 Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю
- 13 Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю
- 14 Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю
- 15 Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю
- 16 Шлицевый профиль по диаметру и шлицевому профилю

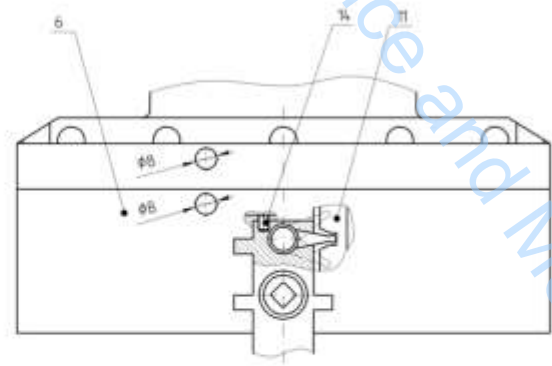
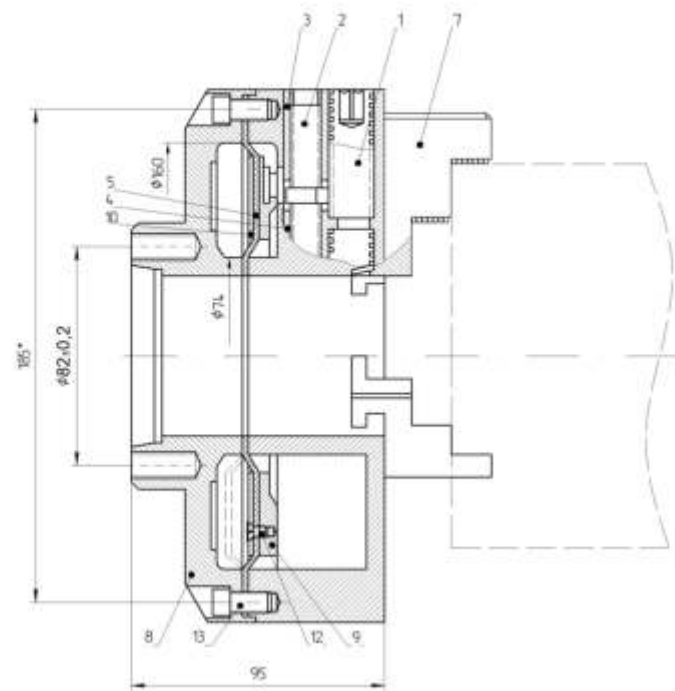
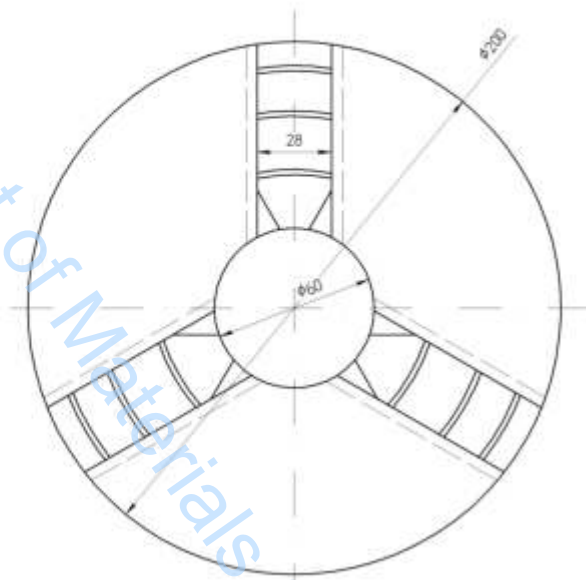
				ТМ.01176.20.05.01		
№	Дет.	№	Дет.	Дет.	№	Дет.
1	Цилиндр		177		11	
				ВТ22 ОСТ190266-86 НТУ "ДП" ММФ		



1. Штанга по ТУ 1-92-34-75. Группа контроля В
2. σ 6-178. 4/4. МПа. Группа контроля до по ОСТ 1.00021-78.
3. Штанговые уголки 2'
4. Неукрепленные радиусы штанги 4 мм
5. Предельные отклонения размеров штанги - по ОСТ 14187-78, класс точности 5.

Лист №	Листов	Всего листов	Листов в сборе	Лист №	Листов

TMM.0116.20.05.02					
Мат. лист	№ докум.	Лист	Листа	Цилиндр (заготовка)	
Разработ	Зачек				
Провер	Добавка			Лист	Листов
Норматив				BT22 ОСТ190266-86	НТУ "ДП" ММФ
Вид	Процесс			Копиринг	Формат А2



ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

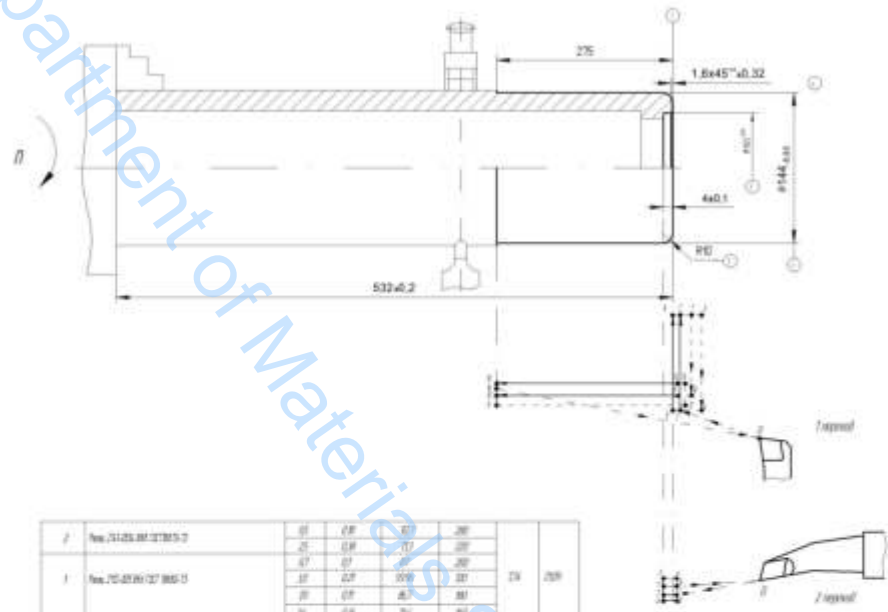
Рабочее давление воздуха 0,5-0,6 МПа
 Максимальный ход диафрагмы 25 мм
 Усилие закрепления 0-12700 Н
 Сила тяги W=2200 Н

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 1 Рабочие диаметры заката контрольного болта 50 на длину 150 не более $\pm 0,05$ мм
- 2 Торцевые диаметры рабочей поверхности корпуса не более $\pm 0,05$ мм
- 3 Торцевые диаметры рабочей поверхности кулачков не более $\pm 0,05$ мм
- 4 * - Размеры для справок

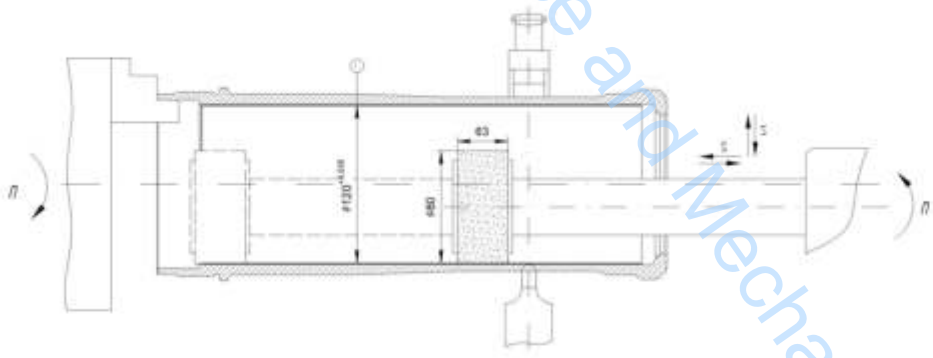
				ТММ.0176.20.05.04 СК		
				Присутствия специальные		
Исполн.	Провер.	Инж.	Инж.	Дир.	Завед.	Инж.
						11
				НТУ "ДП" ИМФ		

Операция 015 Токарная
Оборудование: Токарно-фрезерный центр Multicut
Приспособление: патрон 3-х кулачковый, лезвия неподвижные



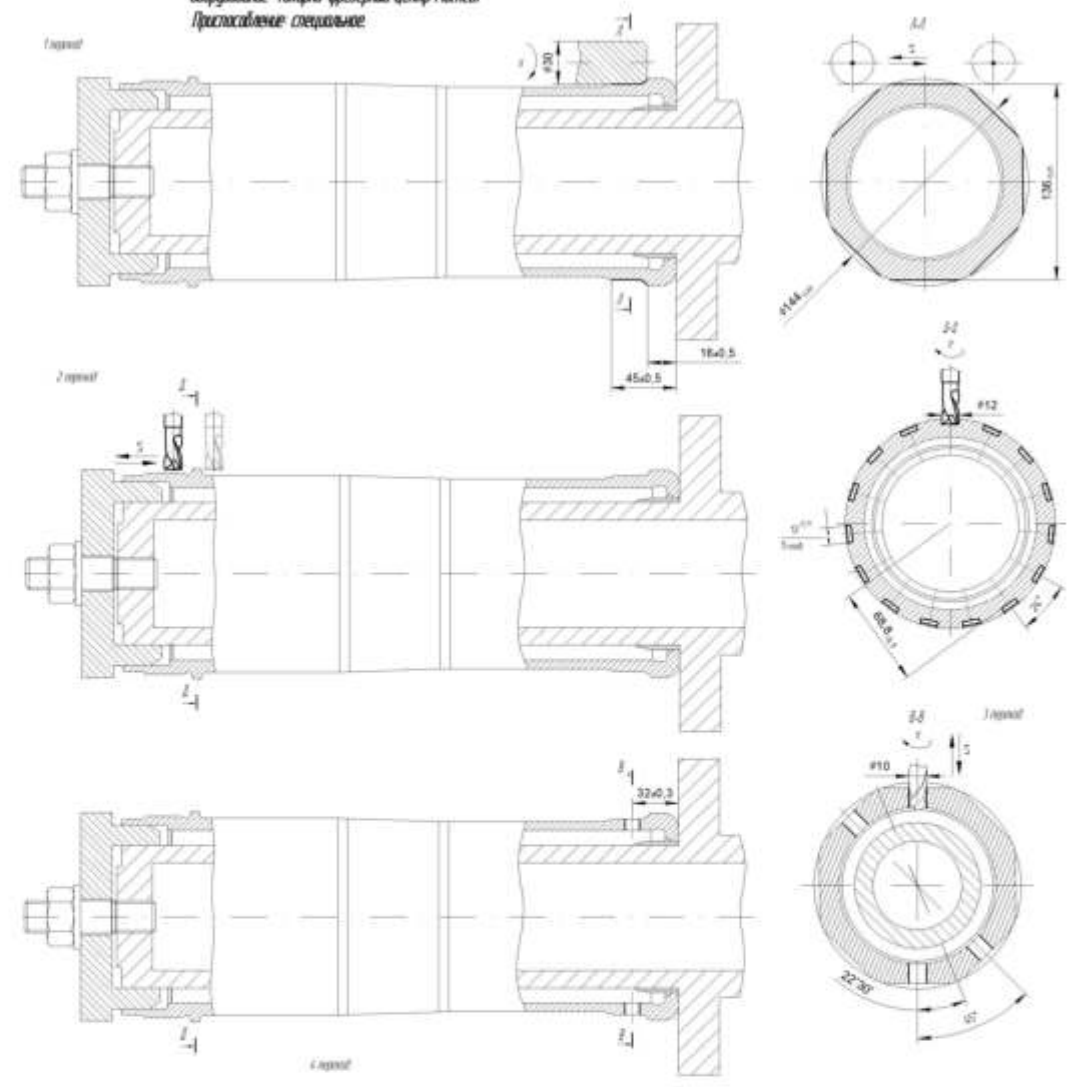
Z	№ п/п	№	01	02	03	04	05	ТХ	ИЗН
			06	07	08	09	10		
I	№ п/п	№	01	02	03	04	05	ТХ	ИЗН
			06	07	08	09	10		
Класс	Первый изгот.		1	2	3	4	5	6	7
	Первый изгот.		1	2	3	4	5	6	7

Операция 065 Шлифовальная
Оборудование: Вращающийся станок ЖК229А
Приспособление: патрон 3-х кулачковый, лезвия неподвижные

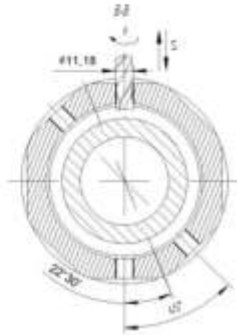


Z	№ п/п	№	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I	№ п/п	№	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Класс	Первый изгот.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Первый изгот.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Операция 015 Фрезерно-шлифовальная
Оборудование: Токарно-фрезерный центр Multicut
Приспособление: стержневые



Z	№ п/п	№	01	02	03	04	05	ТХ	ИЗН
			06	07	08	09	10		
I	№ п/п	№	01	02	03	04	05	ТХ	ИЗН
			06	07	08	09	10		
Kласс	Первый изгот.		1	2	3	4	5	6	7
			1	2	3	4	5	6	7



№ докум.	№ лист.	№ зб.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документація		
A1				Складальний кресленник		
				Деталі		
		1		Поводок	1	
		2		Куліса	1	
		3		Головка	1	
		4		Кривошип	1	
		5		Рукав верхній	1	
		6		Рукав нижній	1	
		7		Опора	3	
		8		Зрочка	1	
		9		Вал	1	
		10		Стійка	1	
		11		Прямовудач	3	
				Стандартні вироби		
		12		Винт М4х10 ДСТУ 17475-80	9	
		13		Винт М8х24 ДСТУ 11738-84	12	
		14		Винт встановлювальний М4х6 ДСТУ 1476-84	6	

ТМ10ПТБ.20.05.04 СК

№	Ім'я	№ докум.	Підп.	Дата
Зробив	Іван			
Перевірив	Іван			
Корект.				
Затв.				

Патрон
трикулачковий
пневматичний

№	Ім'я	Ім'я	Ім'я

НТУ "ДП" ММФ

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітки
<u>Документація</u>					
A4	TMM.ОПІБ.20.05.ПЗ		Пояснювальна записка	56	
A4	2070743.01140.00012		Комплект техдокументації	20	
<u>Графічні матеріали</u>					
A1	TMM.ОПІБ.20.05.01		Циліндр	1	РК
A2	TMM.ОПІБ.20.05.02		Циліндр (заготівля)	1	РК
A1	TMM.ОПІБ.20.05.03		Пристосування спеціальне	1	-
A1	TMM.ОПІБ.20.05.04		Наладка технологічна	1	-
TMM.ОПІБ.20.05.00					
Из	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	
Розраб.	Заяць				
Керівн.	Дербаба				
Н.конт					
Затв.	Проців				
Матеріали кваліфікаційної роботи				Лист	Лист
				Листове	
				НТУ «ДП» ММФ 131-17зск-1	

Відрук керівника кваліфікаційної роботи

Студент Заєць Дмитро виконав кваліфікаційну роботу бакалавра у повному обсязі згідно з завданням керівника та отримавши висног БСКД і БСТФ.

В письмовальній частині та графічних матеріалах присутні помилки щодо оформлення формул, таблиць та основних написів.

В цілому робота бакалавра Заєць Д.В. заслуговує оцінки "добре", а її виконання зробить кваліфікації по спеціальності 131 "Трикіслова механіка".

17. 06. 2020 р.

доц. В. В. Раїсана

