

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 Афанасьєва Андрія Євгеновича
(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 «Головка» з розробкою програмного коду свердлильно-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		80		

Дніпро
2020

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 Афанасьєву А.Є. 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 «Головка» з розробкою
програмного коду свердлильно-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 «Головка»	04.05.2020
Технологічний	Проект технології обробки деталі «Головка» на верстаті з ЧПК	18.05.2020
Спеціальний	Алгоритм розробки і корегування керуючих програм для верстатів з засобами Autodesk	01.06.2020

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Дербаба В.А.
(прізвище, ініціали)



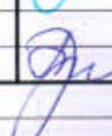
Дата видачі 04.05.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 15.06.2020
Прийнято до виконання _____

Афанасьєв А.Є.
(прізвище, ініціали)

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.....	13
2.3 Маршрутний процес базового заводу по обробці.....	15
2.4 Пропозиції вдосконалення технологічного процесу.....	18
2.5 Вибір методу отримання заготовки.....	19
2.6 Послідовність виконання технологічних операцій.....	23
2.7 Обґрунтування прийнятого обладнання.....	26
2.8 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....	27
2.9 Визначення операційних припусків на обробку.....	27
2.10 Визначення операційних розмірів з допусками.....	31
2.11 Проектування операційного технологічного процесу.....	37
2.12 Вибір пристосувань і допоміжних інструментів.....	37
2.13 Вибір ріжучих інструментів.....	38
2.14 Вибір засобів технічного контролю.....	39
2.15 Вибір і розрахунок режимів обробки.....	40
2.16 Технічне нормування технологічного процесу.....	46
3 Спеціальний розділ.....	50
3.1 Створення твердотільної моделі в САD-системі.....	50
3.2 Створення технологічного процесу у САМ-системі.....	50
3.3 Постпроцесування. Формування G-M кодів.....	55
Загальні висновки.....	57
Перелік посилань.....	58
Технологічний процес.....	59
ДОДАТОК А.....	60
ДОДАТОК Б.....	61

ТММОПГБ.20.01ПЗ			
Изм/Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Афанасьєв		
Проб.	Дердаба		
Нконтр.			
Утв.	Проців		
Кваліфікаційна робота бакалавра		Лист	Лист
		2	2
НТУ "ДП"		131-17зск-1	
Копіював		Формат А4	

ВСТУП

Впровадження нової технології – це досить складний і суперечливий процес. Прийнято вважати, що вдосконалення технічних засобів знижує трудовитрати, частку праці у вартості одиниці продукції. Однак в даний час технічний прогрес "дорожчає", оскільки вимагає створення і застосування все більш дорогих верстатів, ліній, роботів, засобів комп'ютерного управління; підвищених витрат на екологічний захист. Все це відбивається на збільшенні частки витрат на амортизацію та обслуговування застосовуваних основних фондів в собівартості продукції. Однак, конкурентоспроможність підприємства, їх здатність утриматися на ринку товарів і послуг залежить, в першу чергу, від сприйнятливості виробників товарів до новинок техніки і технології, що дозволяють забезпечити випуск і реалізацію високоякісних товарів при найбільш ефективному використанні матеріальних ресурсів.

Правильно спроектовані технологічні процеси виготовлення виробів, контроль якісних і кількісних показників виробленої продукції, перевірка працездатності, своєчасне проведення відповідних робіт щодо усунення виникаючих дефектів і створення нормальних умов експлуатації - все це заходи, що дозволяють підвищити довговічність виробів і безвідмовність їх роботи. Удосконалення технологічного процесу обробки виробів повинно спричинити збільшення якості виробу, зменшення собівартості продукції і т. д.

Розвиток економіки в нашій країні можливий тільки при реалізації високотехнологічного і ресурсозберігаючого виробництва, здатного в короткі терміни забезпечити розробку і впровадження конкурентоспроможних виробів нового покоління, орієнтованих на задоволення запитів, внутрішнього і зовнішнього ринків.

В ринкових умовах виробництво має швидко реагувати на мінливі вимоги, а це вимагає застосування новітніх технологій, здатних забезпечити скорочення часу розробки, освоєння виробництва та виходу на ринок нового виробу. В рамках інтегрованих технологій ці завдання успішно вирішуються.

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.ОППБ.20.01.ПЗ				

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Вихідними даними для розробки технологічних процесів є креслення головки в зборі вузла шасі 148.004111.000.000, робочі креслення «Головка» 148.004111.303.000, технічні вимоги до виробів, програма випуску і інші матеріали переддипломної практики.

1.1 Службове призначення деталі

Дана деталь «Головка» (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.

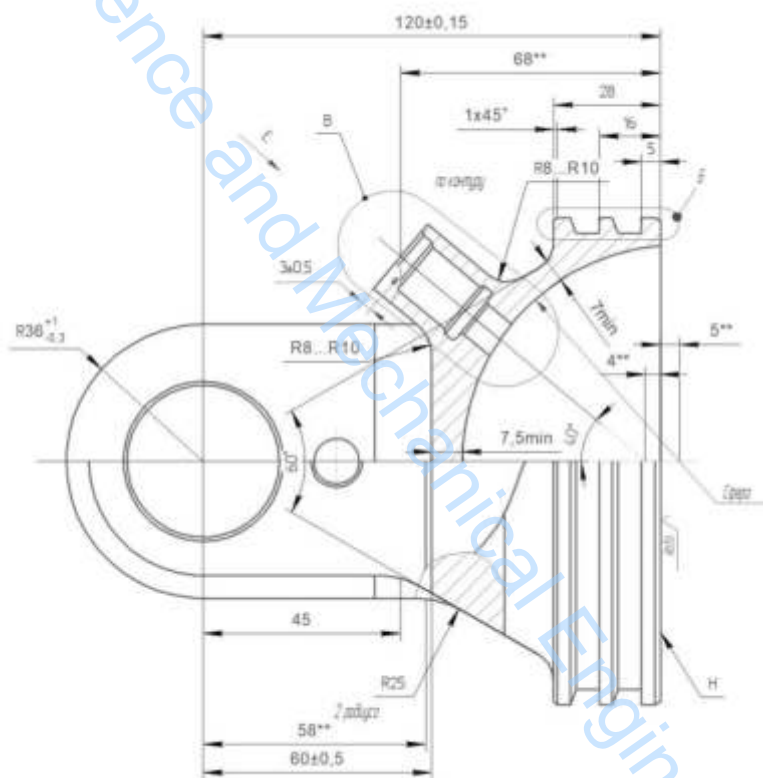


Рис. 1 Деталь «Головка»

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

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПББ.20.01.ПЗ				

посадці, щоб навантаження на вузли літака не перевищували допустимих при виконанні штатної посадки, а також щоб можна було в екстрених випадках 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».

Головка 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

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

сприяє виникненню температур в зоні різання в середньому в 2,2 рази вище, 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 ($V/d = 156/128 = 1,22 < 12$), 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 "головка" є відросток на конусої поверхні. В цілому, деталь технологічна.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.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 кожен 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.

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

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

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

Нижче приведена подетальна річна виробнича програма механічного цеху.

Всі розрахункові і зібрані дані зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Відомість виробів, що виготовляються

Задана програма				Приведенна програма					
Найменування виробу	Позначення виробу	Число виробів	Маса деталей	К _м	К _{сер}	К _{сл}	К	Представник	Наведене число виробів
Участок «Опор шасси»									
Ланка нижня	148.00.4102.025.000	120	0,903	0,96	0,82	1	0,79	Зведено	95
Ланка верхня	148.00.4102.235.003	120	2,86	2,12	1,03	1	2,18		262
Качалка	148.00.4104.212.002-01	230	1,72	1,34	0,68	1	0,91		210
Качалка	148.00.4104.212.002-02	230	1,72	1,28	0,32	1	0,41		95
Ланка	148.00.4104.231.000	60	2,18	1,6	0,87	1	1,39		83
Ланка	148.00.4104.271.000	60	0,643	0,43	1,09	1	0,47		28
Головка	148.00.4111.001.000	90	1,77	1,76	0,73	1	1,28		115
Гайка головки	148.00.4111.002.000	90	0,835	0,92	0,94	1	0,86		77
Циліндр	148.00.4111.303.000	90	7,0	2,16	1,14	1	2,46		220
Шток	148.00.4111.311.000	80	6,18	3,92	1	1	3,92		314
Вісь	148.00.4112.217.000	160	1,527	1,13	0,85	1	0,96		154
Важіль	148.00.4112.301.002	90	9,24	4,45	0,92	1	4,09		368
Вісь колес	148.00.4112.302.000	180	7,32	2,17	1,06	1	2,3		414
Кронштейн	148.00.4113.203.000	220	1,24	0,94	0,56	1	0,53		117
Вісь підкоса	148.00.4113.206.000	200	0,125	1	0,74	1	0,74		148
Верхній вузел траверси	148.00.4113.351.000	90	4,36	3,12	1,18	1	3,68		330
Середній вузел траверси	148.00.4113.352.000	60	6,85	2,4	1,12	1	2,69	161	
Нижній вузел траверси	148.00.4113.353.000	90	9,43	4,29	0,98	1	4,2	378	

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

ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

11

Задана програма				Приведенна програма					
Найменування виробу	Позначення виробу	Число виробів	Маса деталей	K_M	$K_{сер}$	$K_{сл}$	K	Представник	Наведене число виробів
Ланка	140.00.4104.023.000	140	0,816	0,67	0,46	1	0,31		43
Ланка	140.00.4104.229.003	140	0,513	1,22	0,74	1	0,9		126
Вісь	140.00.4112.032.000	180	8,12	5,38	0,62	1	3,34		600
Гайка	140.00.4211.104.000	120	2,145	1,87	0,67	1	1,25		150
Циліндр	140.00.4211.209.000	80	1,457	0,915	0,73	1	0,67		54
		2920							4542
Участок «Валов»									
Вал-шестерня	00.1507.2100	120	11,0	1	1	1	1	Вал-шестерня	120
Вал ступінчастий	00.4899.2000	200	6,85	2,8	0,76	1	2,13		426
Вал шліцьовий	03.4947.0000	200	5,78	1,4	1	1	1,4		280
Вал	04.4957.3200	150	12,3	2,92	0,94	1	2,74		410
Вісь	00.4880.2300	700	6,125	0,48	1,06	1	0,51		357
Оправка	05.4866.0000	500	4,5	0,95	0,58	1	0,55		275
Муфта	00.1506.2100	1100	3,82	0,45	0,85	1	0,38		418
Шкив	08.0100.2100	900	3,64	3,87	0,29	1	1,12		1007
Блок-шестерня	04.1507.2400	300	5,6	4,18	0,36	1	1,5		450
Колесо зубчасте	04.1507.1600	220	1,37	0,92	0,47	1	0,43		95
Колесо зубчасте	04.1507.2600	480	2,14	1,57	1,03	1	1,62		778
Разом:		4870							4616
Всього:		7790						9158	

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]:

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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 станкоемкості 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,

$F_d = 4060$ год;

N – річна програма випуску деталей, шт.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

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 і-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 послідовності технологічних операцій для однієї або декількох деталей.

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

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.

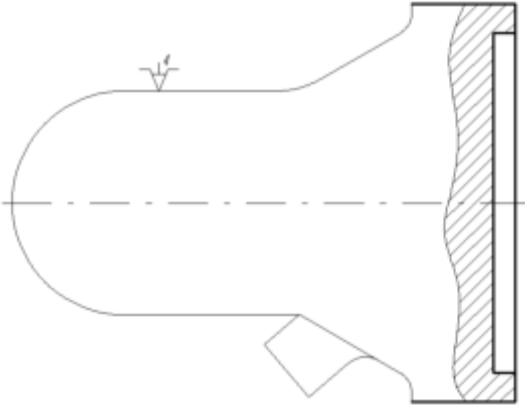
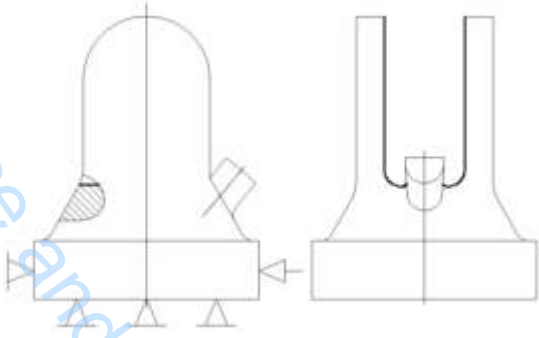
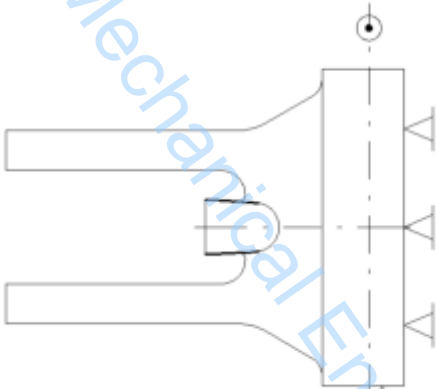
В даному цеху приймаємо одностаночне обслуговування обладнання. Для транспортування деталей на ділянках застосовуємо ручні візки.

2.3 Маршрутний техпроцес базового заводу по обробці головки

Маршрутний техпроцес виготовлення головки базового заводу наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Маршрутний техпроцес базового заводу по обробці головки

№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
010	Токарна		Токарно-гвинторізний верстат 16К20

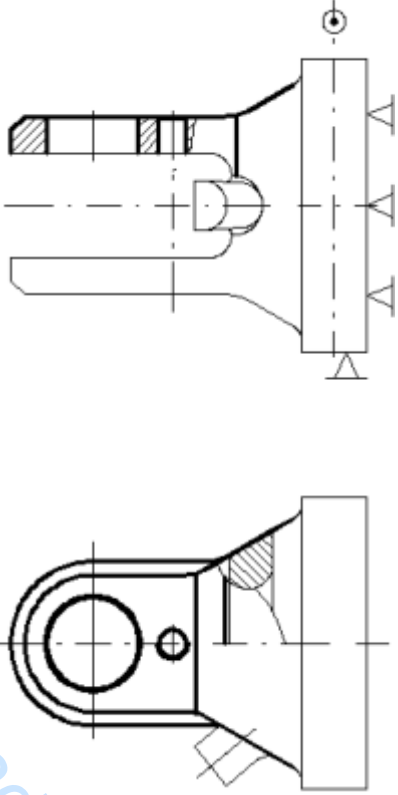
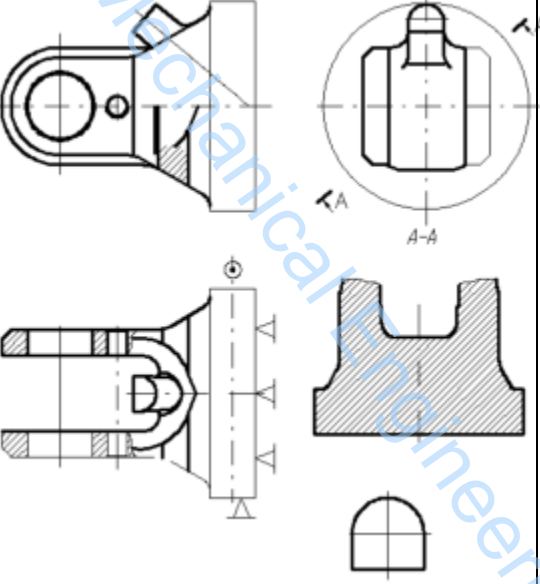
№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
			
015	Фрезерно-свердлильна		Фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК VMC-2060
020	Фрезерно-свердлильна		Фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК VMC-2060
025	Фрезерно-свердлильна		Фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК VMC-2060

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОПБ.20.01.ПЗ

Арк.

16

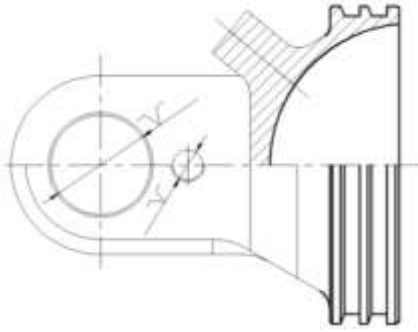
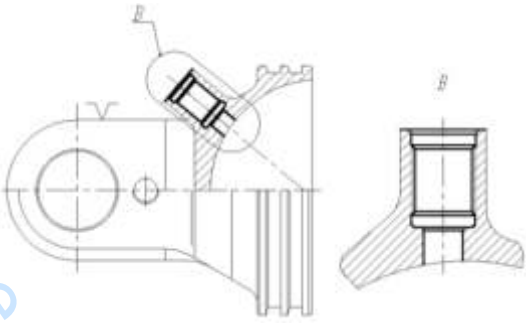
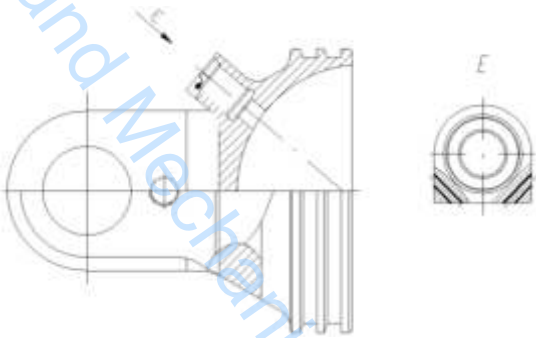
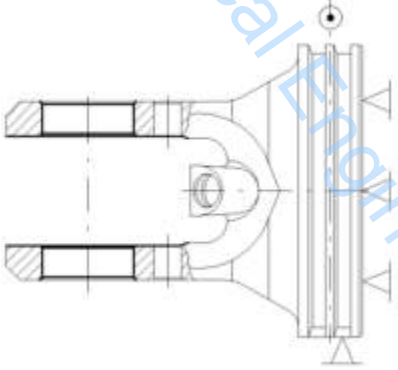
№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
			
030	Фрезерно-свердлильна		Фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК VMC-2060
035	Токарна		Токарний верстат с ЧПК MDW-10F

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

17

№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовки на верстаті	Найменування і модель устаткування
			
040	Токарна		Токарний верстат с ЧПК MDW-10F
045	Свердлильна		Вертикально-свердлильний верстат 2Н125
050	Фрезерно-свердлильно-розточна		Фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК VMC-2060

2.4 Пропозиції щодо вдосконалення заводських впровадження нових технологічних процесів

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

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.).

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

2.5 Вибір методу отримання заготовки деталі "Головка"

При виборі технологічного процесу отримання заготовки і методу її формоутворення необхідно враховувати ряд факторів, наведених в [3].

У базовому технологічному процесі заготовка головки виготовляється методом штампування з титанового сплаву ВТ22. 3D модель базового варіанту заготовки головки, її обсяг і маса наведені на мал. 2.1.

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				



$$G_n = 0,00145 \text{ м}^3;$$

$$m_{заг} = G_n \times \rho = 0,00145 \text{ м}^3 \times 4500 \text{ кг/м}^3 = 4,53 \text{ кг}.$$

Малюнок 2.1. 3D модель базового варіанту заготовки деталі «Головка»

Згідно з вимогами креслення і внаслідок аналізу конструкції деталі приходимо до висновку, що заготовка може бути отримана штампуванням на горизонтально-кувальних машинах (ГКР).

Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки визначається з урахуванням техніко-економічної доцільності. Однак зі збільшенням обсягу випуску особливого значення набуває ефективність використання матеріалу і скорочення трудомісткості механічної обробки.

Для розрахунку розмірів поковки необхідно визначити початковий індекс по ГОСТ 7505-89. Його визначення залежить від розрахункової маси поковки МПР, марки стали М1-М3, ступеня складності С1-С4 і класу точності поковки.

Розрахункова маса поковки МПР визначається виходячи з маси деталі тд (кг) з урахуванням розрахункового коефіцієнта K_p з рівняння

$$M_{ПР} = m_d \times K_p \quad (2.1)$$

Розрахунковий коефіцієнт K_p [3] для групи 2.3 (деталі з відростками) становить 1,4 -1,6.

Приймаємо $K_p = 1,6$.

Тоді розрахункова маса поковки

$$M_{ПР} = 1,77 \times 1,6 = 2,832 \text{ кг}.$$

Визначаємо групу стали.

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

При сумарній масовій частці легованих елементів вище 5% сплав ВТ22 відноситься до групи МЗ.

Ступінь складності визначаємо способом обчислення маси (обсягу) G_v поковки до маси (обсягу) G_f геометричної фігури, в яку вписується форма поковки.

Обсяг поковки

$$G_{\Pi} = M_{\Pi P} : \rho = 2,832 : 4500 = 0,000629 \text{ м}^3.$$

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 2.1.

Таблиця 2.1 Габаритні розміри деталі і розміри фігури.

Розміри деталі		Розміри фігури	
Максимальний діаметр, мм	Максимальна довжина, мм	Максимальний діаметр, мм	Максимальна довжина, мм
128	156	134,4	163,8

Визначаємо припуски на механічну обробку (на сторону) поковок по ГОСТ 7505-89 в залежності від вихідного індексу, лінійних розмірів і шорсткості поверхні деталі за допомогою [3].

Вибрані припуски і розрахункові розміри поковки заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Припуски і розрахункові розміри поковки.

Номінальні розміри деталі, мм	Допуск і відхилення поковки, які допускаються, мм		Припуск на механічну обробку (На сторону), мм	Повне значення припуску, мм	Номінальний розмір поковки, мм
Ø128	4,0	+2,7	3,0	6,0	Ø134,0
		-1,3			
Ø111	4,0	+2,7	2,7	5,4	Ø116,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОПБ.20.01.ПЗ

Арк.

21

Номінальні розміри деталі, мм	Допуск і відхилення поковки, які допускаються, мм		Припуск на механічну обробку (На сторону), мм	Повне значення припуску, мм	Номінальний розмір поковки, мм
		-1,3			
33	3,2	+2,2	2,3	4,6	37,6
		-1,2			
78	3,6	+2,4	2,5	5,0	83,0
		-1,2			
48	3,6	+2,4	2,5	5,0	43,0
		-1,2			
60	3,6	+2,4	2,5	2,5	57,5
		-1,2			
125	4,0	+2,7	2,7	2,7	127,7
		-1,3			
R36	3,2	+2,1	2,3	2,3	R38,3
		-1,1			
22	3,2	+2,2	2,3	4,6	26,6
		-1,2			
R11	3,2	+2,2	2,3	2,3	R13,3
		-1,2			
73	3,6	+2,4	2,3	2,3	75,3
		-1,2			

На папері формату А2 виконуємо технічний ескіз проектного варіанту поковки.

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

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				



$$G_n = 0,00109 \text{ м}^3;$$

$$m_{\text{заг}} = G_n \times \rho = 0,00109 \text{ м}^3 \times 4500 \text{ кг/м}^3 = 2,905 \text{ кг}$$

Малюнок 2.2. 3D модель проектного варіанту поковки деталі "Головка".

Проведемо порівняння коефіцієнтів використання матеріалу для обох методів

- для заготовки поковки проектного варіанту

$$K_{\text{в.т.1}} = 1,77 / 2,905 = 0,61;$$

- для заготовки поковки базового варіанту

$$K_{\text{в.т.2}} = 1,77 / 4,53 = 0,39.$$

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

2.6 Послідовність 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 довідника.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

23

Таблиця 2.7 - План обробки основних поверхонь головки

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість Ra	Технологічні переходи (операції)	Точність	Шорсткість Ra
Ø128f7	Ø128 ^{-0,043} _{-0,083}	R _a 0,8	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Точіння тонке (алмазне)	h14 h13 h10 f7	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2 R _a 0,8
Ø40H7 (2 отв.)	Ø40 ^{+0,025}	R _a 0,8	Заготовка Центрування Свердління Расфрезерування Розкочування	H14 H12 H10 H7	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2 R _a 0,8
Ø120h8	Ø120 _{-0,054}	R _a 0,8	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Точіння тонке (алмазне)	h14 h13 h10 h8	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2 R _a 0,8
Ø12H9 (2 отв.)	Ø12 ^{+0,043}	R _a 1,6	Заготовка Свердління Зенкування Розгортання	H14 H12 H10 H8	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2 R _a 1,6
Ø10H9	Ø10 ^{+0,036}	R _a 1,6	Заготовка Свердління Зенкування Розгортання	H14 H12 H10 H8	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2 R _a 1,6
48H9	48 ^{+0,062}	R _a 1,6	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	H14 H13 H9	R _a 25 R _a 12,5 R _a 1,6
Ø16,5H11	Ø16,5 ^{+0,11}	R _a 0,8	Заготовка Свердління Розточування чистове	H14 H12 H9	R _a 25 R _a 12,5 R _a 0,8
6,2H12	6,2 ^{+0,15}	R _a 0,8	Заготовка Чорнове точіння Чистове точіння	H14 H13 H10	R _a 25 R _a 6,3 R _a 0,8
Ø17,8 ^{+0,3}	Ø17,8 ^{+0,3}	R _a 0,8	Заготовка	H14	R _a 25

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

ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

24

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість Ra	Технологічні переходи (операції)	Точність	Шорсткість Ra
			Свердління Розточування чистове	H12 H9	R _a 12,5 R _a 0,8
Ø16,3 ^{+0,5}	Ø16,3 ^{+0,5}	R _a 3,2	Заготовка Свердління Розточування чистове	H14 H12 H9	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
Ø11 ^{+0,5}	Ø11 ^{+0,5}	R _a 1,6	Заготовка Свердління Розточування чистове	H14 H12 H9	R _a 25 R _a 12,5 R _a 1,6
MR16×1,5-5H6H	MR16×1,5-5H6H	R _a 3,2	Заготовка Свердління Нарізування різьблення	H14 H12 H6	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
78h14	78 _{-0,74}	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
6×45°h14	6±0,3×45°±1°	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
22±0,5	22±0,5	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
R11h14	R11±0,5	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
R36 ⁺¹ _{-0,3}	R36 ⁺¹ _{-0,3}	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
Сфера R57 ^{+0,3} _{-0,6}	Сфера R57 ^{+0,3} _{-0,6}	R _a 3,2	Заготовка Чорнове точіння Чистове точіння	H14 H13 H10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2
Ø111h14	Ø111 _{-0,84}	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування одноразове	h14 h12	R _a 25 R _a 3,2
Ø98±1	Ø98±1	R _a 3,2	Заготовка Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	h14 h13 h10	R _a 25 R _a 12,5 R _a 3,2

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ					

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість Ra	Технологічні переходи (операції)	Точність	Шорсткість Ra
Ø1,8H14	Ø1,8 ^{+0,25}	Ra3,2	Заготовка Свердління	H14 H12	Ra25 Ra3,2

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.

Головка 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 "Головка", також обробляють попередньо, а потім використовують як базові поверхні.

Вирішальними факторами при виборі обладнання є забезпечення заданої точності і якості оброблюваних поверхонь при максимальній 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 головка досить складна по конфігурації деталь, виготовляються з матеріалу високої міцності (оброблюваність титанових сплавів характеризується їх малою пластичністю,

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.01.ПЗ				

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 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).

2.9 Визначення операційних припусків на обробку

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

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

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 $Ra=0,8\text{ мкм}$ приймаємо наступний план обробки поверхні [3]:

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

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

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

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 $6,21\text{ кг}$ [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

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

Мінімальний припуск при чорновому точінні

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПББ.20.01.ПЗ				

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

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

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:

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

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

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 $K_u = 0,04$

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

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

$$\varepsilon_2=200 \text{ мкм.}$$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

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 $\varnothing 128f7 \begin{smallmatrix} (-0,043 \\ -0,083) \end{smallmatrix}$

Технологі- етичні операції (переходи) обробки	До- пуск T, 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		

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

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

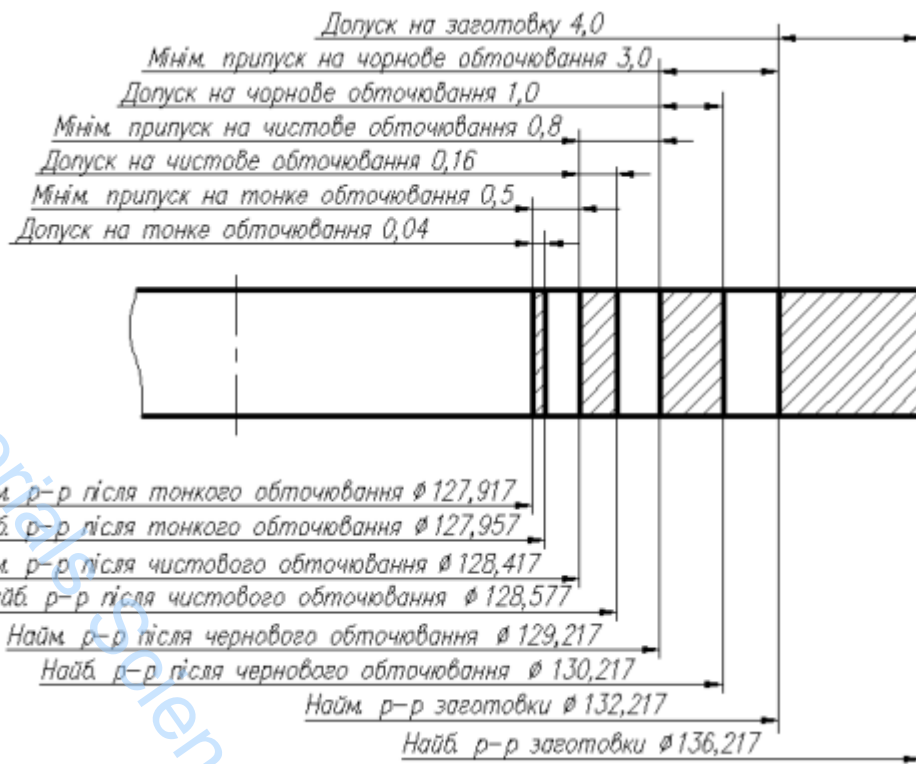


Рис. 2.4. Схема розташування припусків і допусків при обробці поверхні головки $\varnothing 128f7 \begin{matrix} (-0,043 \\ -0,083) \end{matrix}$

2.10 Визначення операційних розмірів з допусками

Забезпечення мінімальних допусків і максимально можливих допусків на обробку при заданому рівні якості виробів є одним із важливих завдань машинобудування. Для ефективності вирішення цього завдання використовується розмірний аналіз конструкцій технологічного процесу. Розмірний аналіз сприяє забезпеченню якості і технологічності виробів, їх елементів і заготовок, отримання розмірів і граничних відхилень, необхідних для заповнення технологічних карт, операційних ескізів, креслень заготовок і налаштувань, складання керуючих програм, розрахунку режимів різання і норм часу і, в кінцевому підсумку, мінімізації витрат виробництва.

Використовуючи послідовність і методику виконання розмірного аналізу, проведемо розмірний аналіз технологічного процесу виготовлення головки. Розмірний аналіз головки робимо по рис. 2.5.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

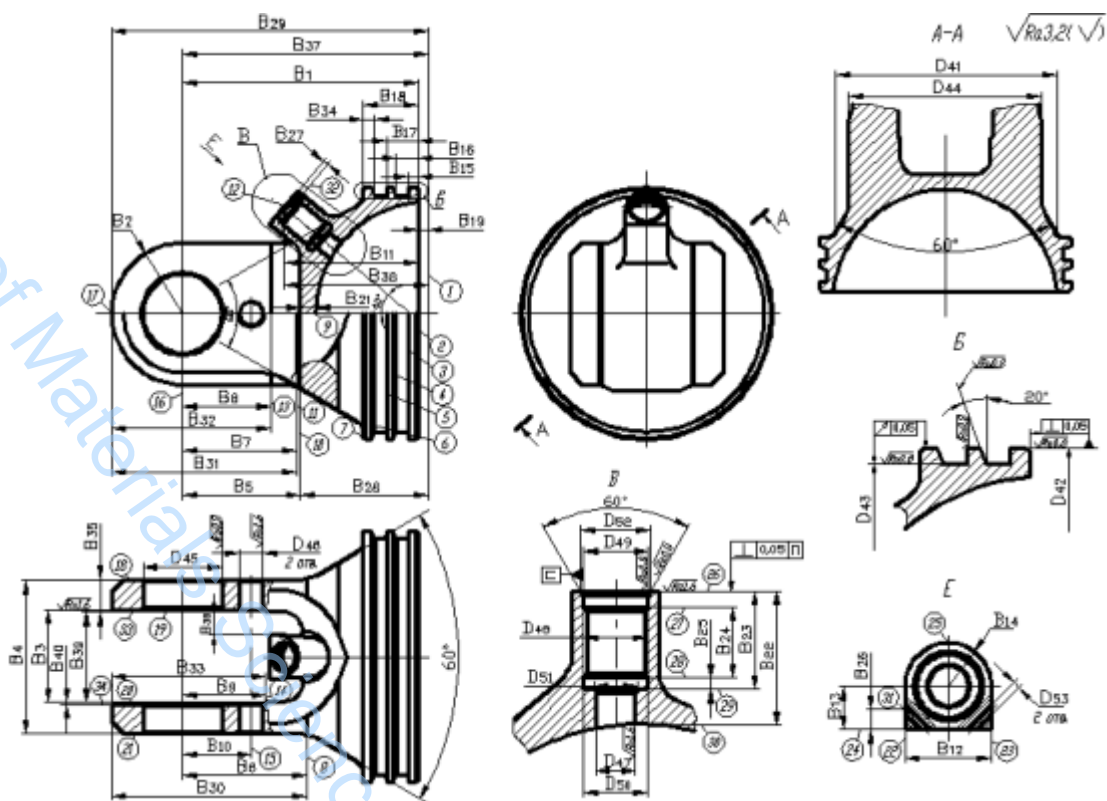


Рис.2.5. Головка з конструкторськими і технологічними розмірами

Результати розрахунків розмірного аналізу представлені в таблиці 2.10 і операційному технологічному процесі в додатках.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОПБ.20.01.ПЗ

Арк.

32

Таблиця 2.10 – План обробки головки

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
1	Штамповка	ГКМ	
2	Токарна	Токарно-гвинторізна й 1М61	
3	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	Фрезерний оброблювальний центр EXTRON SU64	

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
4	Фрезерна з ЧПК	Фрезер-ний оброблювальний центр EXTRON SU64	
5	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	Фрезер-ний оброблювальний центр EXTRON SU64	

Department of Materials Science and Mechanical Engineering

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
6	Токарна з ЧПК	Токарний с ЧПК 16A20Ф3	
7	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16A20Ф3	

№ опер.	Найменування операції	Верстат	Ескіз
8	Свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н125	
9	Фрезерно-свердлильно-розточна с ЧПК	Фрезерний оброблювальний центр EXTRON SU64	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

36

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 оброблюваних 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.

Оброблювані 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.

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.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

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-свердлильних 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:

- 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;

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

- для нарізування різьблення в отворах різька головки використовуються мітчики чорновий і чистовий зі сталі Р6М5К5;
- для точіння фасок і радіусів застосовуються спеціально розроблені і переточені різці з пластинами з твердого сплаву ВК8;
- для притуплення гострих кромки і зняття задирок застосовуються надфелі 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 різучих 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 різучі та допоміжні інструменти для кожної операції вказані у доданому технологічному процесі (додаток А, Б).

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,

										Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ					

застосуються 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 $\varnothing 128f7_{(-0,043}^{-0,083})$ 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.

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.

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПББ.20.01.ПЗ				

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]

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

де D - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

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

Приймаємо $n_{пр} = 180$ 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 $n_{пр} = 250$ 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

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

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

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.01.ПЗ				

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

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 $n_{пр} = 600 \text{ об/хв.}$

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.

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

Таблиця 2.12 Зведена відомість режимів обробки для головки

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
010		Токарная							
1		Черновое подрезание торца	135,8	70	3,0	1	0,25	78,9	185
2		Черновое точение наружной поверхности (Ø128)	135,8	28	2,65	1	0,12	59,96	140,62
035		Фрезерно-сверлильная							
1		Черновое фрезерование плоской, конусной, радиусной поверхностей	–	–	2,0	1	1,5	40	318,47
		Чистовое фрезерование плоской, конусной, радиусной поверхностей	–	–	0,9	1	0,14	55	437,9
2		Черновое фрезерование уступа (р-р 47)	96	36	2,0	1	0,35	52	414
		Чистовое фрезерование уступа (р-р 47)	96	36	0,9	1	0,14	70	557,3
3		Центрование 2-х отверстий	-	-	-	1	0,09	20,4	500
4		Сверление 2-х отверстий	11	16	5,5	1	0,09	13,7	370
5		Зенкерование 1-го отверстия	11,8	16	0,4	1	0,11	8,4	225
6		Развертывание 1-го отверстия	12	16	0,1	1	0,11	8,6	225
7		Расфрезеровывание 1-го отверстия	37	16	13	1	0,12	50	497,6
040		Фрезерно-сверлильная							
1		Фрезерование радиуса	R8	–	–	1	0,12	40	636,9
2		Фрезерование рожка (р-р 22)	22	22	2,8	1	0,14	50	398,1
045		Фрезерно-сверлильная							
1		Черновое фрезерование плоской, радиусной поверхностей	40	–	2,0	1	1,5	40	318,47
		Чистовое фрезерование плоской, конусной, радиусной поверхностей и уступа	40	–	0,9	1	0,14	55	437,9

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.ОПБ.20.01.ПЗ

Арк.

44

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	Фрезерование верхнего уклона	20	–	2,0	1	0,15	45	716,6
	3	Центрование 2-х отверстий	-	-	-	1	0,09	20,4	500
	4	Сверление 2-х отверстий	11	16	5,5	1	0,15	16,8	485,5
	5	Зенкерование 1-го отверстия	11,8	16	0,4	1	0,2	6,7	180,8
	6	Развертывание 1-го отверстия	12	16	0,1	1	0,1	4,0	106,2
	7	Расфрезеровывание 1-го отверстия	37	16	13	1	0,12	50	497,6
055	Токарная								
	1	Черновое подрезание правого торца	130,5	70	4,0	1	0,25	78,9	192,55
		Чистовое подрезание правого торца	130,5	70	1,0	1	0,12	86,8	211,83
		Чистовое точение наружной цилиндрической поверхности	128,4	28	0,8	1	0,12	87,4	216,78
		Тонкое (алмазное) точение наружной цилиндрической поверхности	128	28	0,2	1	0,09	98,76	245,7
	2	Черновое точение сферической поверхности	R57	–	–	1	0,25	67,2	164
		Чистовое точение сферической поверхности	R57	–	–	1	0,12	92,4	258,13
	3	Черновое подрезание левого торца	128	–	4,0	1	0,25	78,9	192,55
		Чистовое подрезание левого торца	128	–	1,0	1	0,12	86,8	211,83
	4	Точение канавок	120	6,2	4,0	1	0,12	83,25	220,94
060	Токарная								
	1	Подрезание торца рожка	22	22	0,5	1	0,18	78,5	1136,4
	2	Сверление отверстия в рожке	9,0	34	4,5	1	0,09	12	375
	3	Зенкерование отверстия в рожке	9,8	34	0,4	1	0,35	9,22	300
	4	Развертывание отверстия в рожке	10	34	0,1	1	0,56	6,8	216,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

45

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
	4	Черновое растачивание отверстия в рожке	16,5	4	3,0	1	0,15	92	1776
		Чистовое растачивание отверстия в рожке	16,5	4	0,25	1	0,1	100	1930
	5	Нарезание резьбы в рожке	M16×1,5	18	–	1	0,18	12	238,9
	6	Черновое растачивание отверстия в рожке	16,3	3	2,9	1	0,15	92	1776
		Чистовое растачивание отверстия в рожке	16,3	3	0,25	1	0,1	100	1930
	7	Растачивание отверстия в рожке	11	9	0,5	1	0,12	85	2460,9
065	Сверлильная								
	1	Сверление 2-х контрольных отверстий	1,8	5	0,9	1	0,015	18	2857
095	Фрезерно-сверлильно-расточная								
	1	Фрезерование занижений в уступе	–	78	0,5	1	0,32	30,75	195
	2	Растачивание отверстия под раскатку	39,99	16	0,995	1	0,25	84	743
	3	Раскатывание отверстия	40	16	0,02	1	0,1	25	180

2.16 Технічне нормування технологічного процесу

Норма штучного часу визначається [4] за формулою: (2.10)

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

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.

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

де L_p – довжина шляху, пройдена інструментом або деталлю в напрямку подачі при обробці і-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.

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

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

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

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

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

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

$T_{H.P.}$ – час перерв.

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 $T_{уст} = 1,5$ хв.

$T_{MB} = 0,1$ хв.

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

$T_{MB} = 0,06$ хв.

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

Для другого переходу:

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

$T_{MB} = 0,06$ хв

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

$$T_{B.ИЗМ}=0,14 \text{ хв.}$$

$$T_{Ц.А}=0,55+0,06=0,61 \text{ хв.}$$

Для третьего перехода:

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

$$T_{MB}=0,08 \text{ хв.}$$

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

Для четвертого перехода:

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

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

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

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

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

Для пятого перехода:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$K_d = 1,32.$$

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

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 "головка", хв.

№ опер.	найменування операції	T _о	T _в	T _{оп}	T _{тех}	T _{орг}	T _{н.п}	T _{шт}
010	Токарна	4,57	6,35	10,92	0,66	0,87	0,27	12,72
035	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	142,78	11,34	154,12	9,25	12,33	3,85	197,87
040	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	3,82	6,76	10,58	0,63	0,85	0,26	12,96
045	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	127,36	10,48	137,84	8,27	11,03	3,45	173,31
055	Токарна з ЧПК	18,99	2,97	21,96	1,32	1,76	0,55	23,74
060	Токарна з ЧПК	28,47	12,18	40,65	2,44	3,25	1,02	47,54
065	Свердлильна	1,92	4,86	6,78	0,41	0,54	0,17	7,9
095	Фрезерно-свердлильно-розточна з ЧПК	42,63	14,52	57,15	3,43	4,57	1,43	67,63
	Усього:	370,54	69,46	440,0	26,41	35,2	11,0	543,67

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

TMM.ОППБ.20.01.ПЗ

Арк.

49

3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Створення твердотільної моделі деталі «Головка» та інтегрування її в програму FeacureCAM2019

Сучасні технології машинобудування відрізняються не тільки інноваційними розробками в сфері передового інструменту, обладнання і оснастки, але також виділяється сучасне програмне забезпечення, за допомогою якого можна робити моделювання і розрахунок технології, від кореня моделі заготовки і до готової деталі. Розглянемо програмний модуль FeatureCAM для токарно-фрезерної обробки, за допомогою якого візуалізуємо процес обробки деталі «Головка», і отримаємо технічні параметри обробки, в тому числі керуючу програму для верстата з ЧПУ.

На першому етапі створимо твердотільну 3D модель деталі «Головка» в програмі Компас-3D

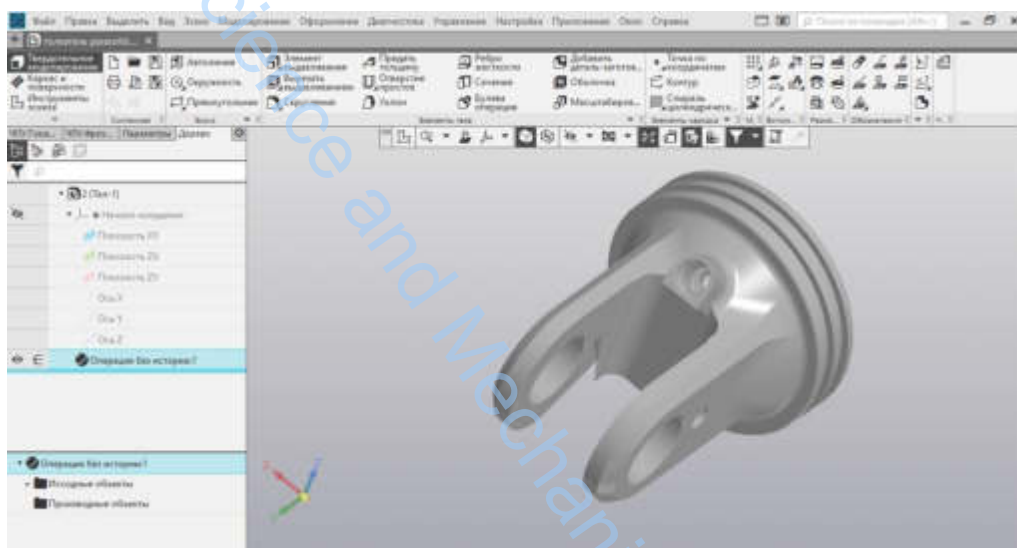


Рис.3.1 - 3D модель деталі «Головка»

Готову тривимірну модель деталі зберігаємо в форматі .igs для того щоб конвертувати її в формат .psmodel через програму PowerSHAPE. Далі, імпортуємо файл деталі в форматі .psmodel в програму FeatureCAM.

Таким чином створення 3D моделі деталі і конвертація файлу закінчена, можна приступати до наступного етапу.

3.2 Створення технологічного процесу обробки деталі в FeacureCAM.

Для початку відкриваємо програму FeatureCAM і створюємо новий файл (Точіння / Фрезерування (рис 5.2)). Вказуємо одиниці виміру - міліметрів.

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

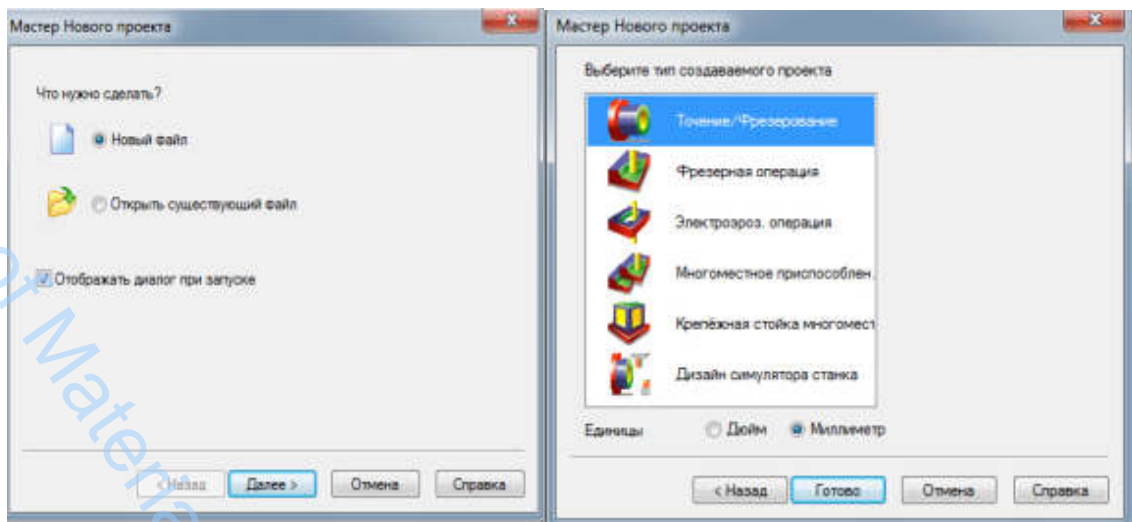


Рис. 3.2 - Створення нового файлу

Далі імпортуємо нашу модель в систему FeatureCAM. При цьому програма зробить запит на коригування осі Z (рис 5.3), направляємо її так, щоб вона збігалася з віссю деталі від шпинделя в сторону заднього центру.

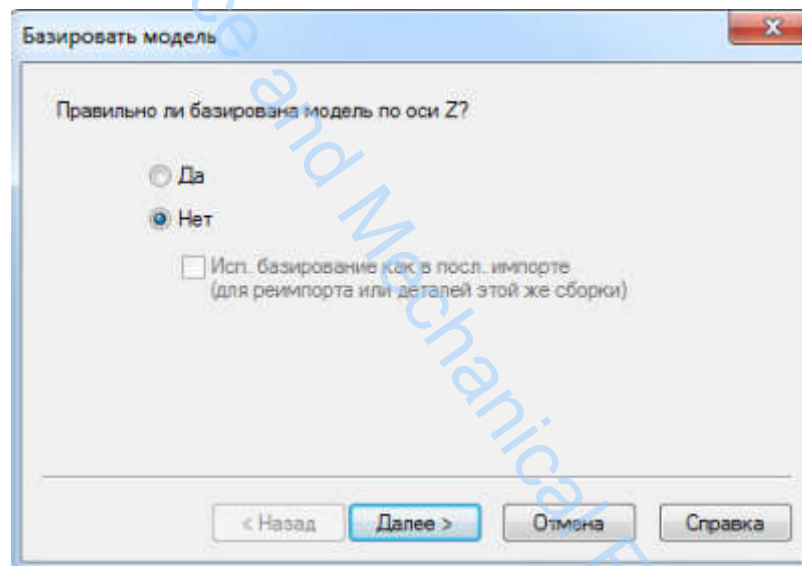


Рис. 3.3 - Базування деталі

На наступному етапі створимо заготовку, перед цим потрібно відмовитися від автоматичної підгонки розмірів заготовки по деталі і від автоматичного визначення елементів, так як дана інформація може бути не коректна і її потрібно буде редагувати. У вікні "створити геометрію точіння" (рис 5.4) слід прийняти умови і натиснути "Готово"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

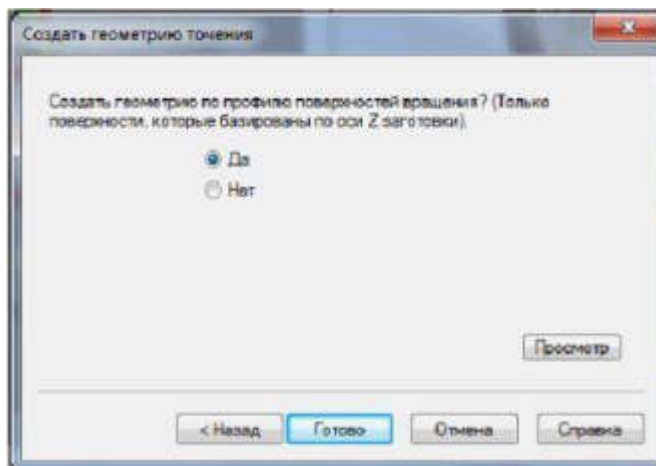


Рис. 3.4- Створення геометрії точіння

Далі, після створення заготовки і корекції системи координат, ми отримуємо деталь окреслені контури заготовки (рис 5.5).

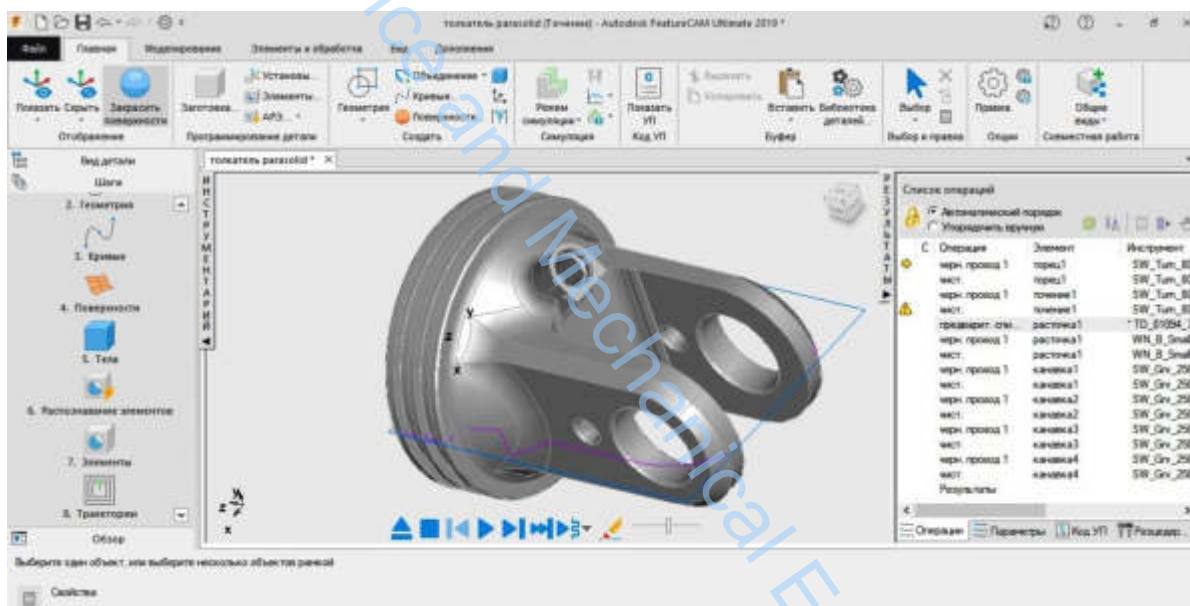


Рис. 3.5 - Деталь після створення СК і заготовки

На наступному етапі зробимо візуалізацію механічної обробки деталі, для цього в пункті "Елемент" виберемо "новий елемент", далі просуваємося по контекстному меню по пунктам "Торець - напрямок подачі - Готово"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

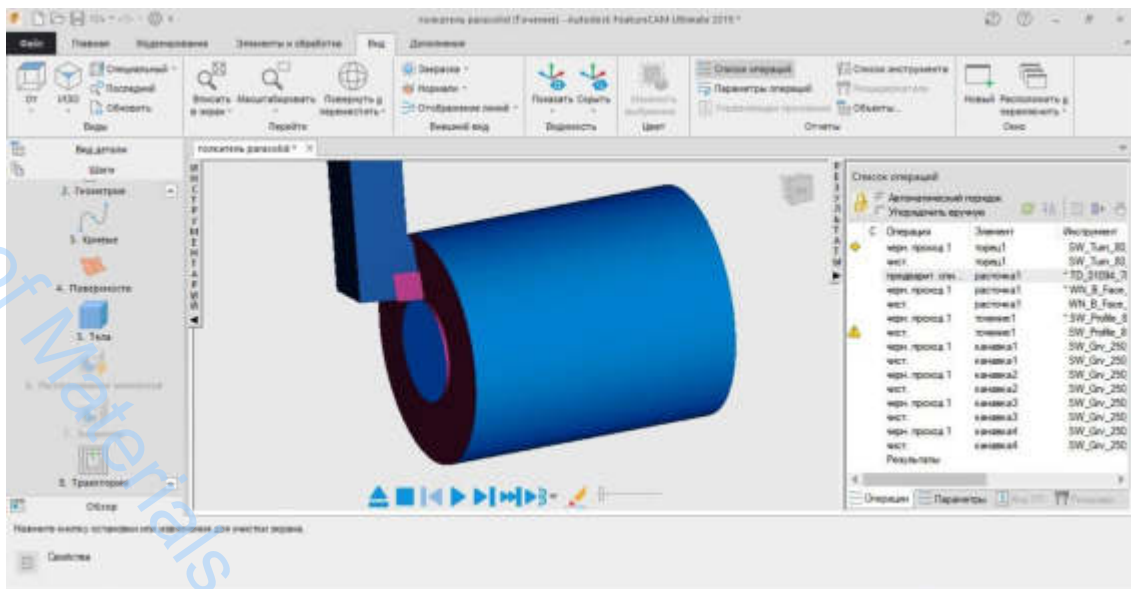


Рис. 3.6 - Підрізка торця деталі «Головка»

Виконуємо токарну обробку зовнішніх циліндричних та конічних поверхонь «Головка». Виконуємо наступний алгоритм: Елементи - точіння - точіння - вказати елемент - готово. В параметрах вказуємо геометрію ріжучої частини інструменту та режими різання. В результаті візуалізації отримуємо наступне (рис 5.7).

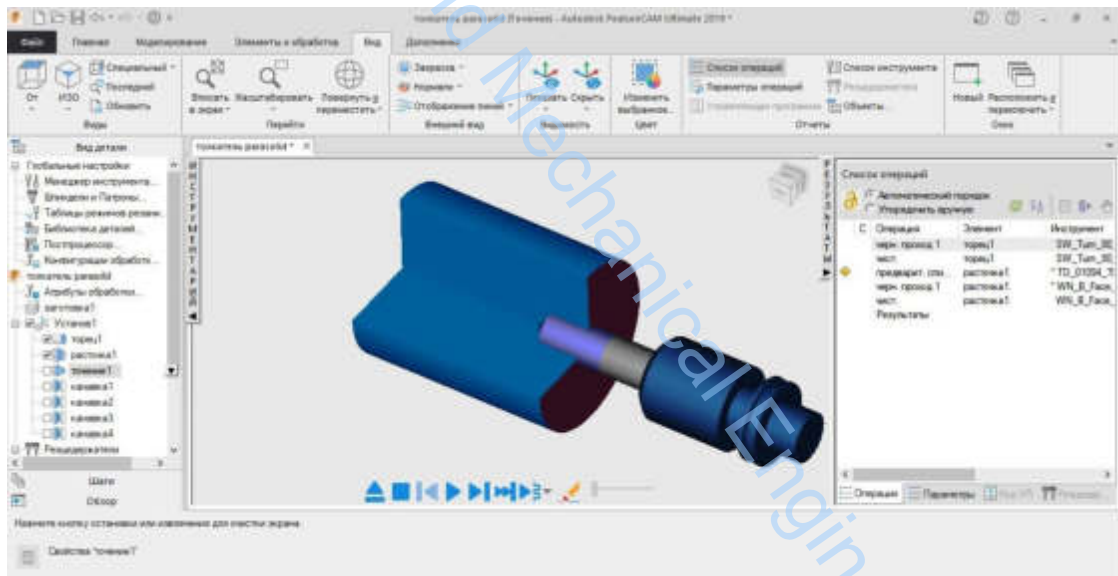


Рис. 3.7 – Попереднє свердління перед розточуванням

Наступним етапом виконується переустановка деталі для цього у вікні "обробка", обираємо: установи – новий установ - установ 2. Та виконується обробка внутрішніх поверхонь і підрізна торця фланцю. Виконуємо наступний алгоритм: Елементи - точіння - розточування - вказати елемент – готово. Обробка представлена (рис 5.8, рис 5.9)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

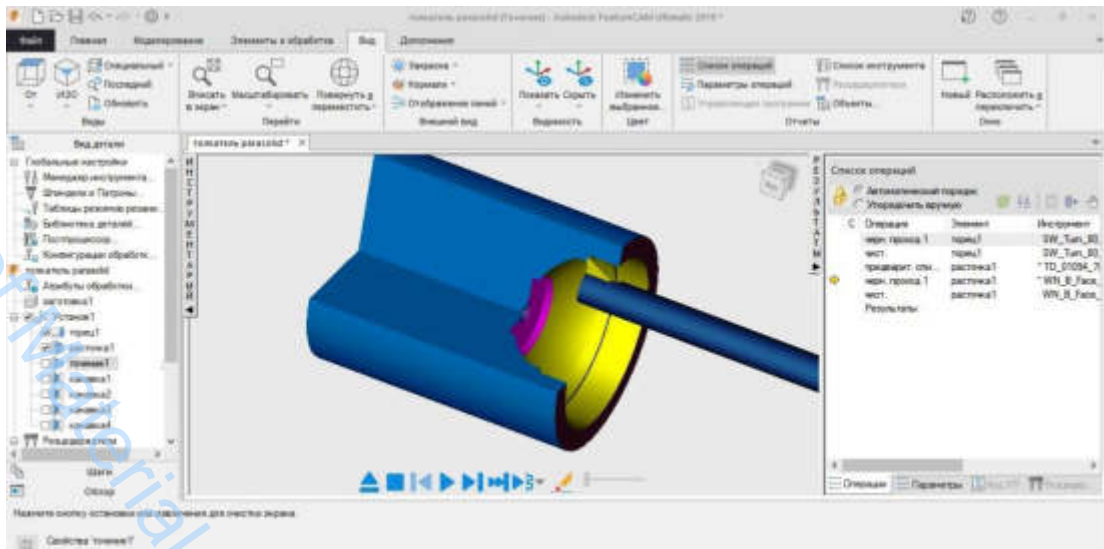


Рис. 3.8 – Чорнове та чистове розточування фасонної поверхні

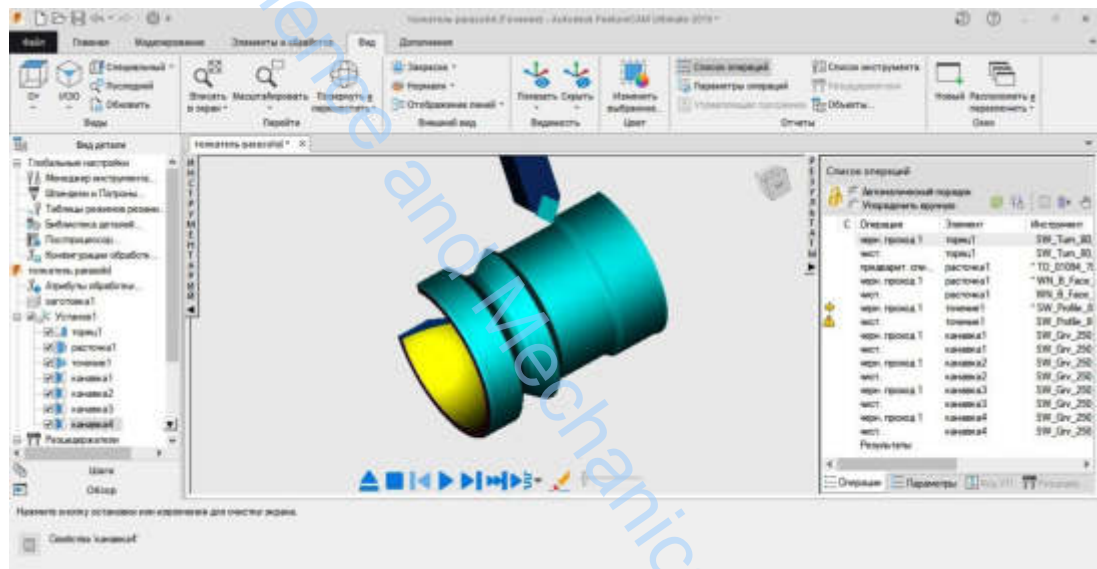


Рис. 3.9 – Попереднє чорнове точіння зовнішніх поверхонь

Виконуємо наступний алгоритм: Елементи - точіння – отвір - вказати елемент – готово. В параметрах вказуємо геометрію ріжучої частини інструменту та режими різання. В результаті візуалізації отримуємо наступне (рис 3.10).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

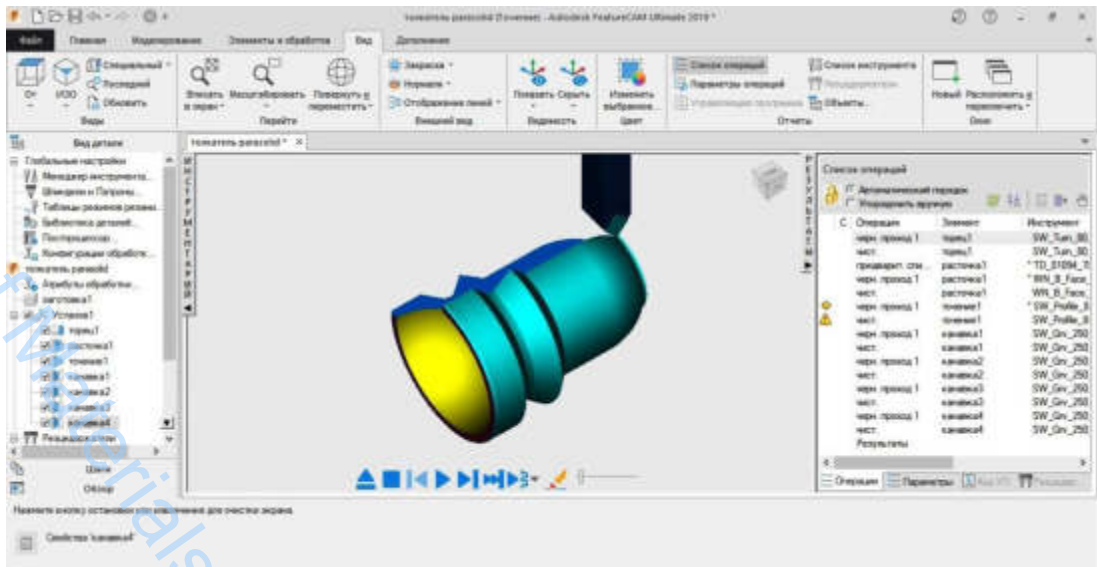


Рис. 3.10 Чистове точіння наружніх поверхонь

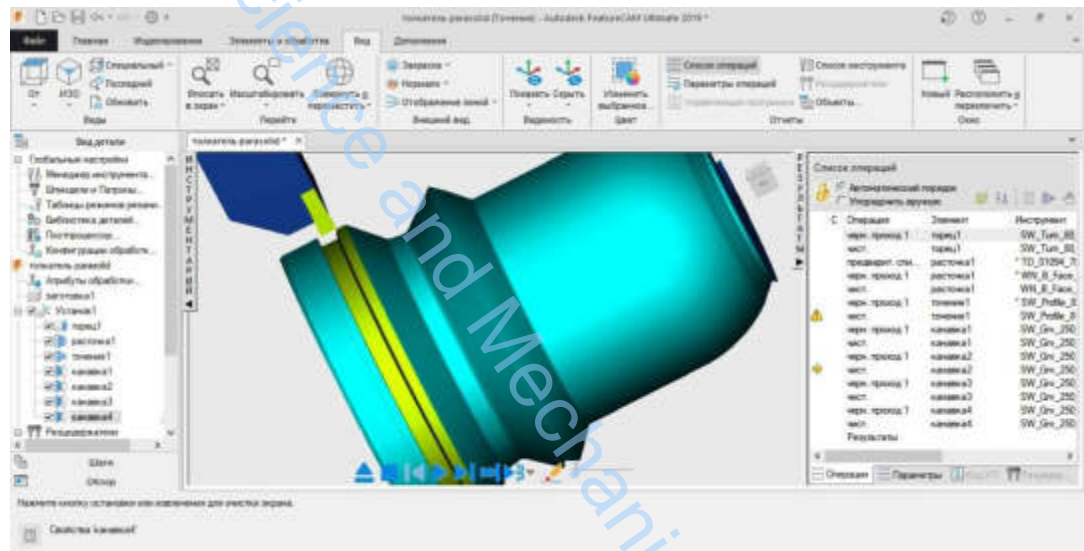


Рис.3.11 – Формування фасонних зовнішніх канавок

3.3 Постпроцесування. Формування G-M коду для верстатаз ЧПК

Результатом роботи ми отримуємо код керуючої програми для верстата з ЧПК. Таким чином, обробка деталі в системі FeatureCAM закінчена.

```
%
O1000
(УСТАНОВ1 «ГОЛОВКА» 2-4-2020 )
( OPERATION: ROUGH FACE торец1 )
( SW_TURN_80_RHR = 0.0313 )
N25 G50 X-9.8425 Z4.9213 S3000
N30 G0 T0101
N35 G96 S1200 M3
N40 X-11.4173 Z1.0
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

N45 X-11.4173 Z0.2756 M8
 N50 X-8.8351 Z0.0039
 N55 G1 X-7.4178 F0.015
 N60 Z0.1575
 N65 X-7.4457 Z0.1714
 N70 G0 Z0.2756
 (OPERATION: FINISH FACE торец1)
 N80 G50S3000
 N85 G96S1600M3
 N90 X-8.8976 Z0.2756
 N95 Z0.
 N100 G1 X-7.4178 F0.006
 N105 X-7.629 Z0.1056
 N110 G0 Z0.2756

Висновок: дані технічні можливості програм і обладнання на сьогоднішній день дозволяють виключити на 90% можливість появи небажано шлюбу ще на стадії проектування і створення КП для верстатів, що в свою чергу, позитивно відбивається на економічній ефективності.

Також варто додати, що застосування таких обробних центрів дозволяє скоротити значний верстатний парк за рахунок комбінування можливостей різних моделей в одному верстаті.

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

ВИСНОВКИ

В результаті аналізу існуючих технологічних процесів 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 головки, завдяки більш точній заготівлі, немає необхідності знімати великий шар матеріалу при обробці.

- При виготовленні деталей використовувати переналаджувальні пристосування, 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 розрахована автоматизована обробка деталі для багатоцільового оброблювального центру з ЧПУ. За рахунок застосування прогресивного ріжучого інструменту, високоточного оснащення і оптимальних режимів різання - 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.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОПБ.20.01.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.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.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.

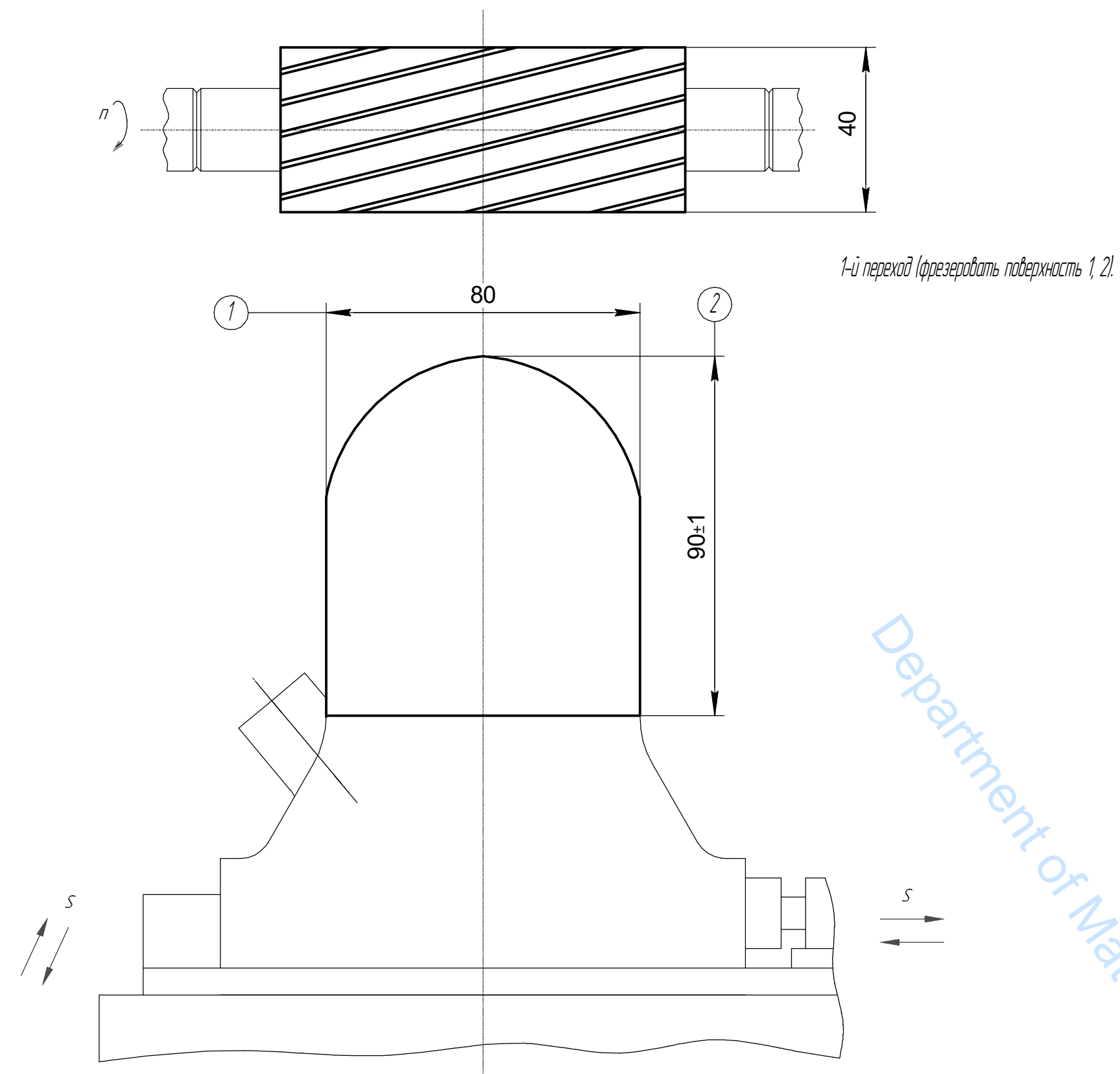
28 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Створення САПР за допомогою макросів: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві"/ Суми : Сумський держ ун-т, 2011.

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.

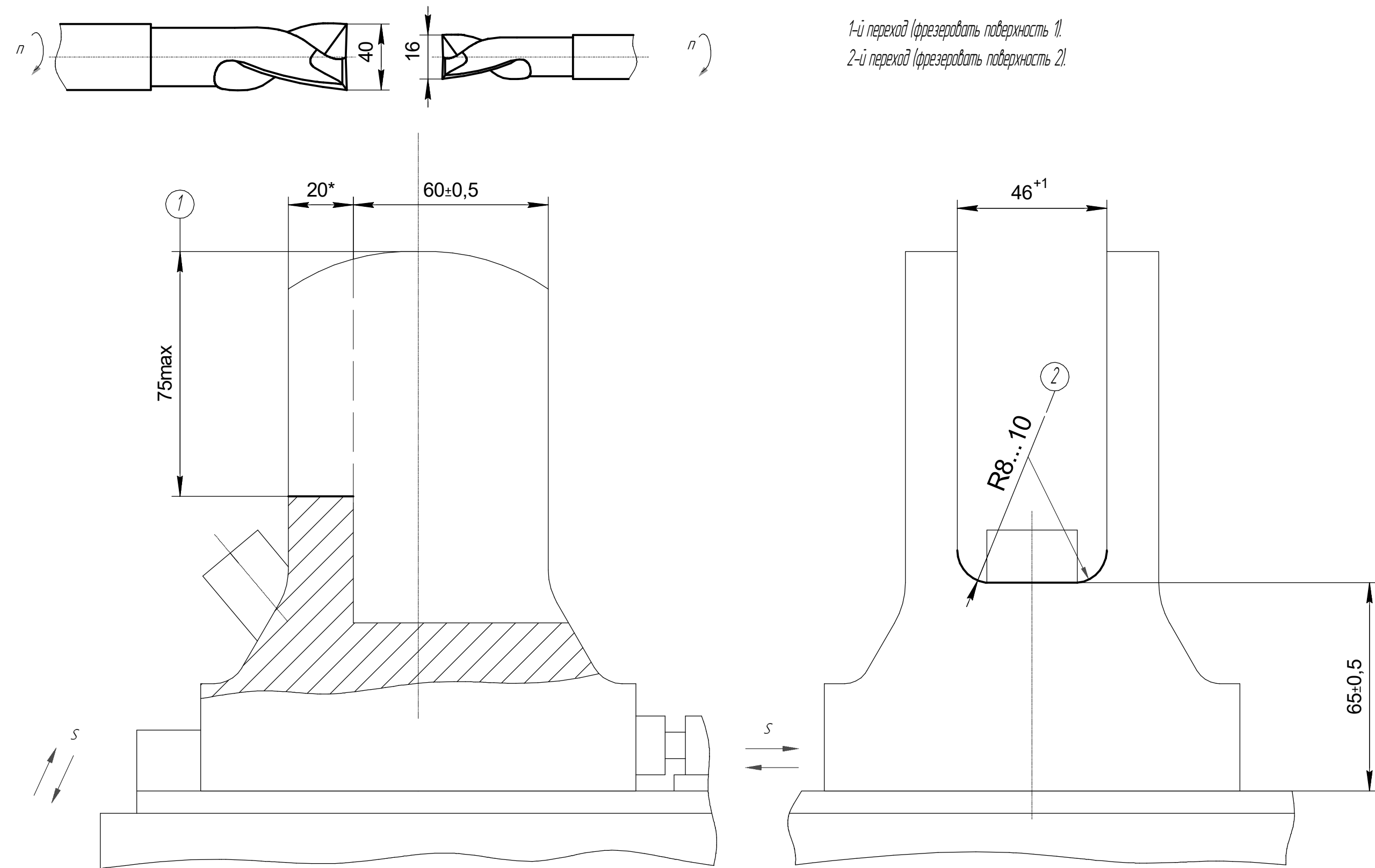
									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.ОППБ.20.01.ПЗ				

Операция 65 Фрезерная
Оборудование: Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г
Приспособление: тиски



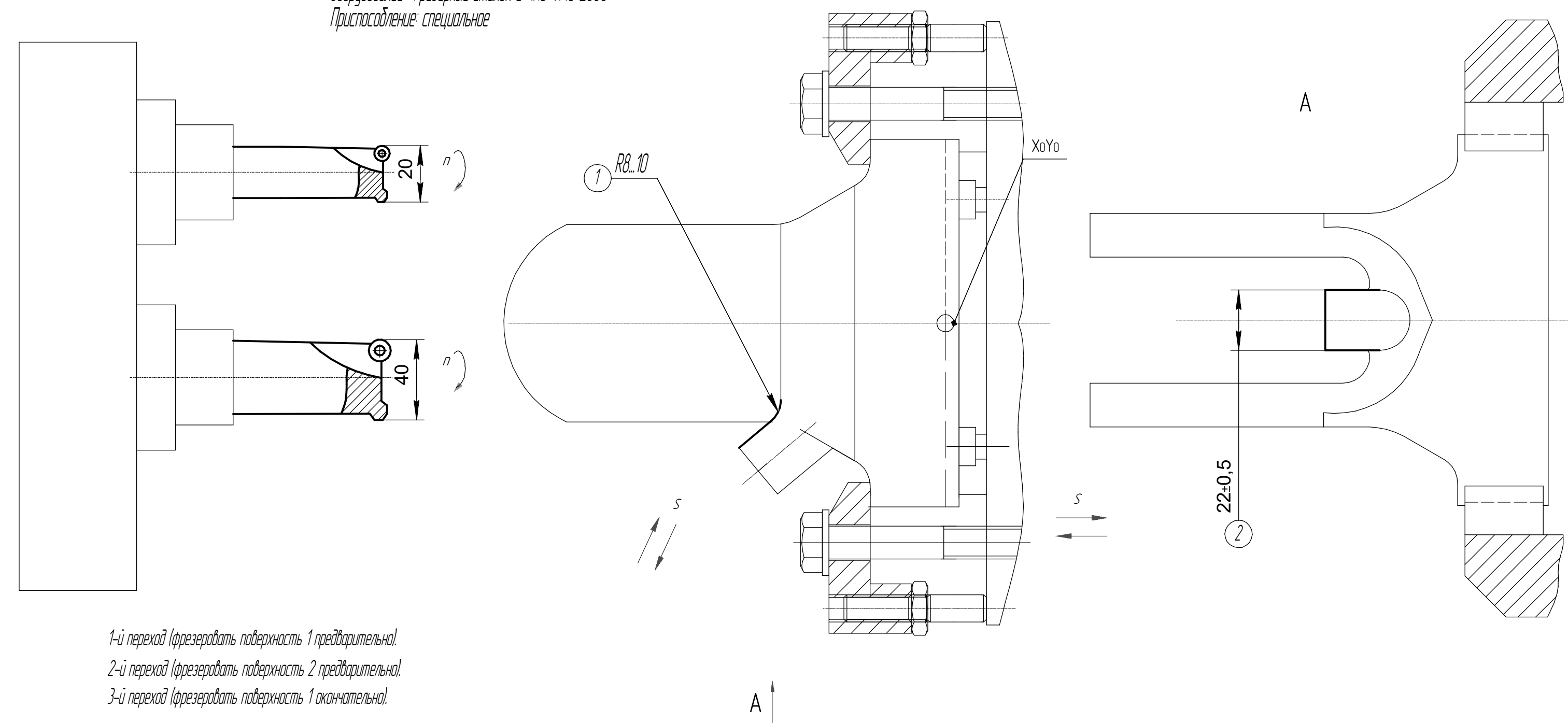
1	0,3	0,32	39	310	-	75
	10	0,72	32	250	-	6,68
N пер	l, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Операция 55 Фрезерная
Оборудование: Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г
Приспособление: тиски



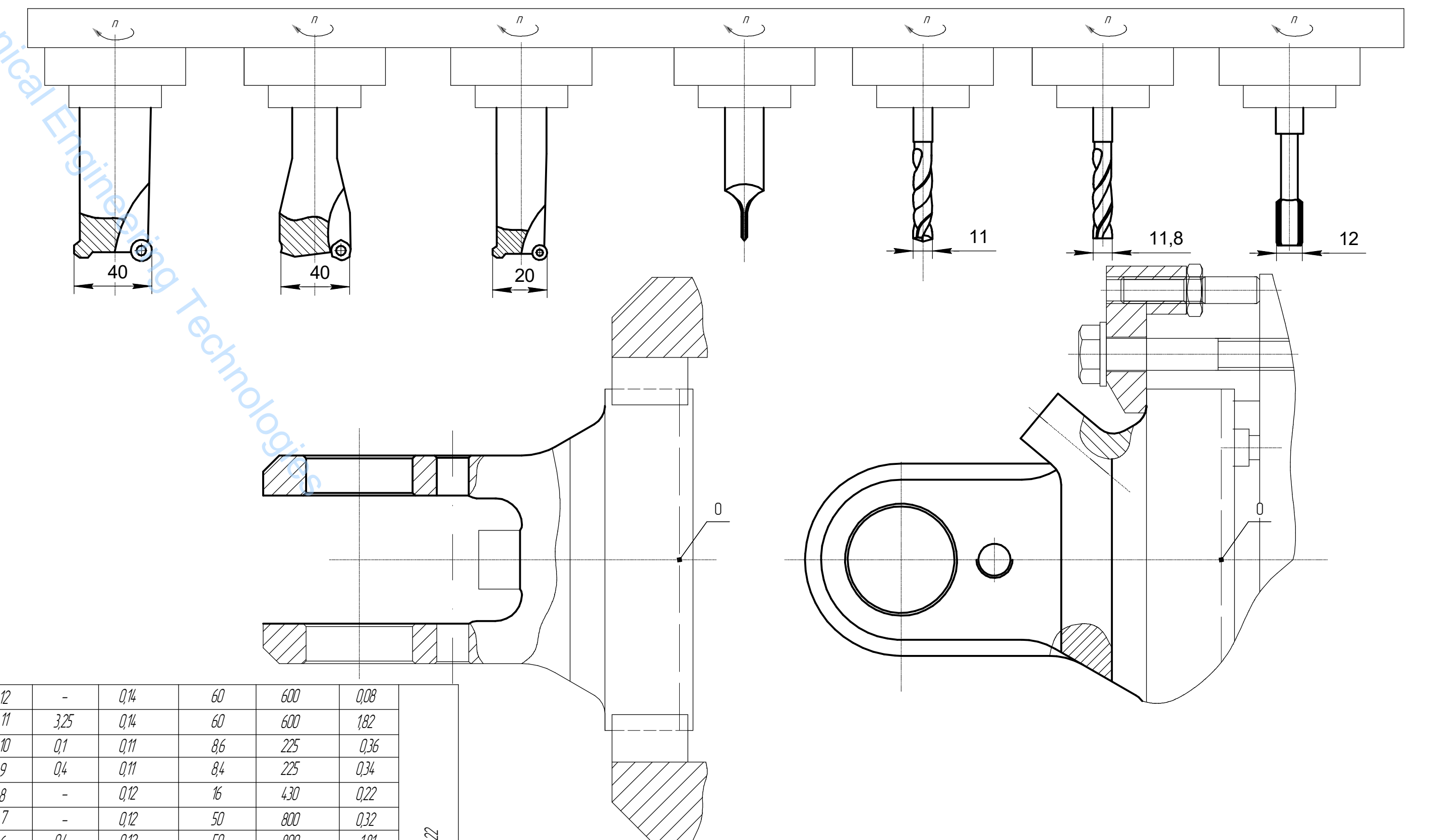
2	5	0,09	41	815	-	9,12
	16	0,24	32	635	-	4,6
1	40	0,72	32	250	-	5,63
N пер	l, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Операция 65 Фрезерно-сверлильная
Оборудование: Фрезерный станок с ЧПУ VMC-2060
Приспособление: специальное



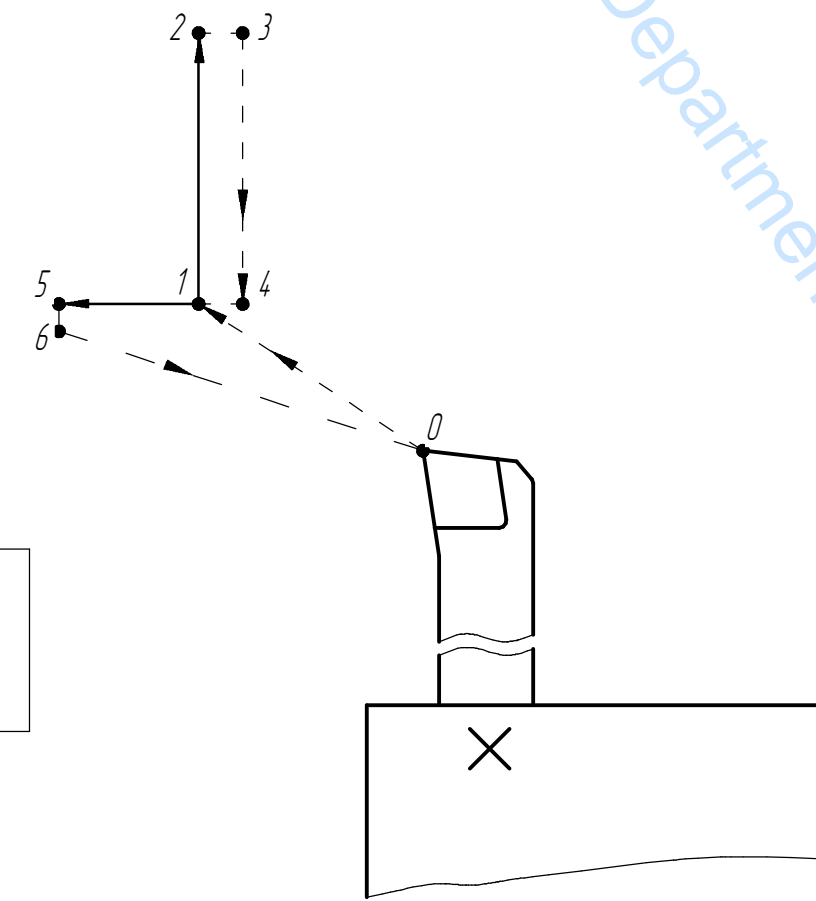
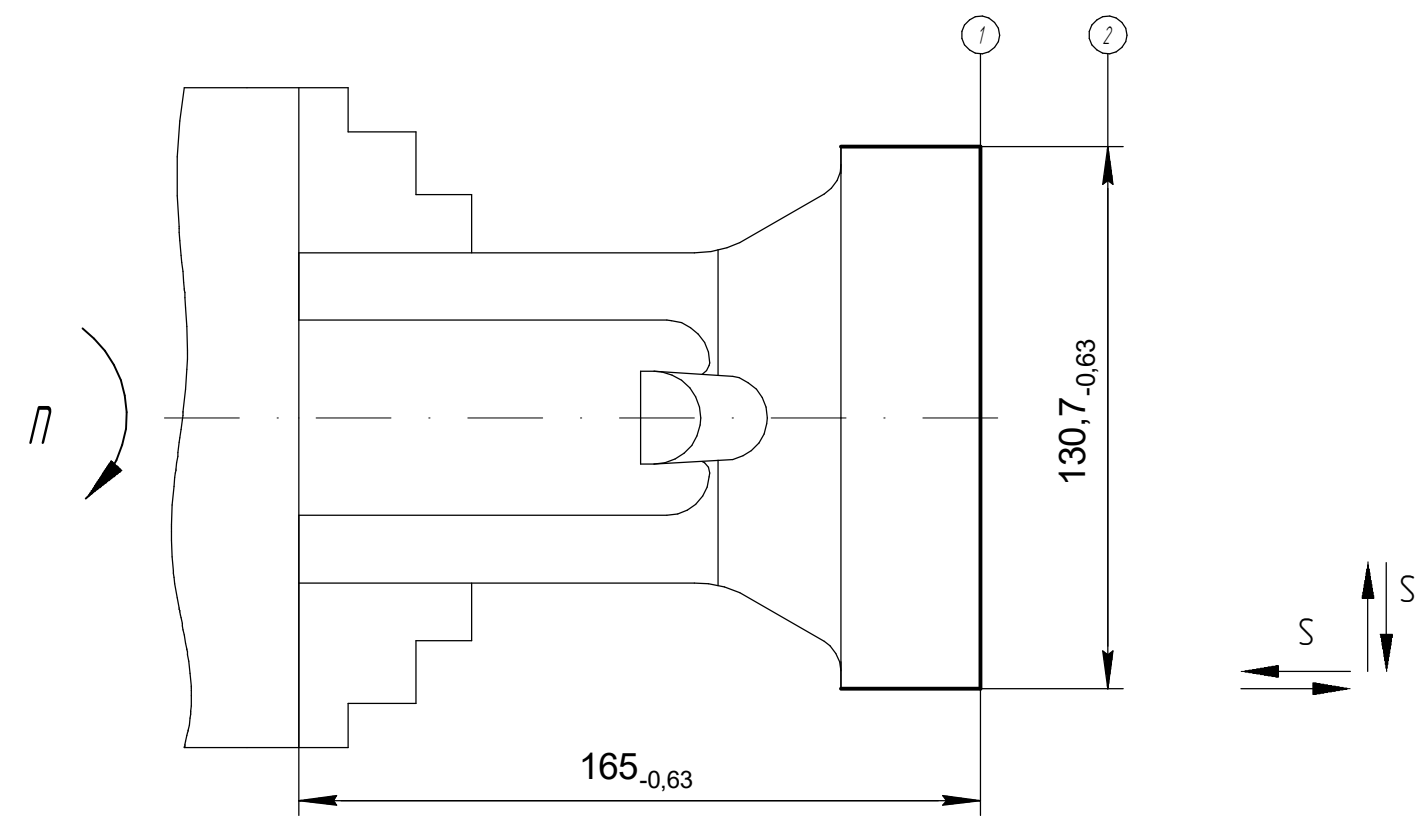
3	0,4	0,12	50	800	0,12	0,76
2	15	0,2	40	320	0,23	1,24
1	2	0,3	40	635	0,12	0,63
N пер	l, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Операция 75 Фрезерно-сверлильная
Оборудование: Фрезерный станок с ЧПУ VMC-2060
Приспособление: специальное



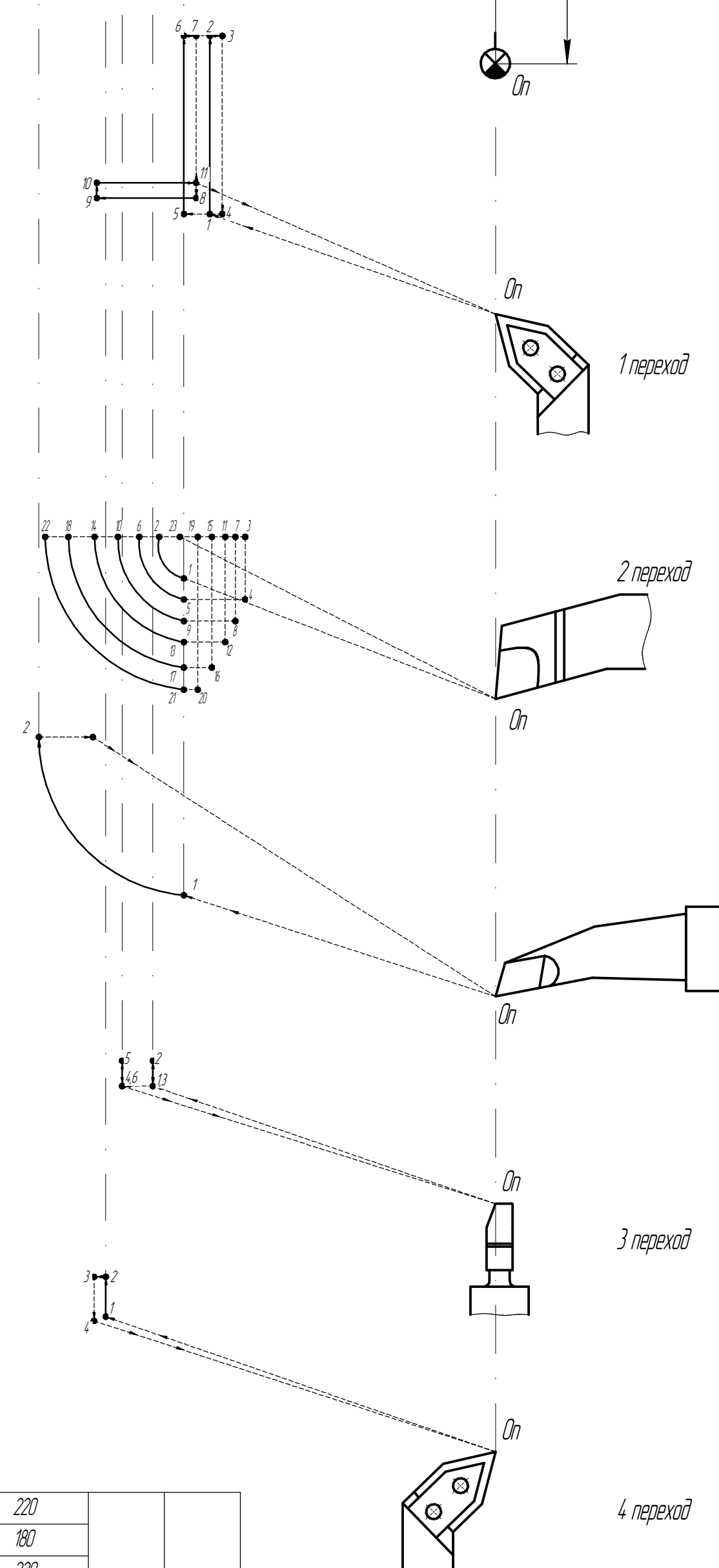
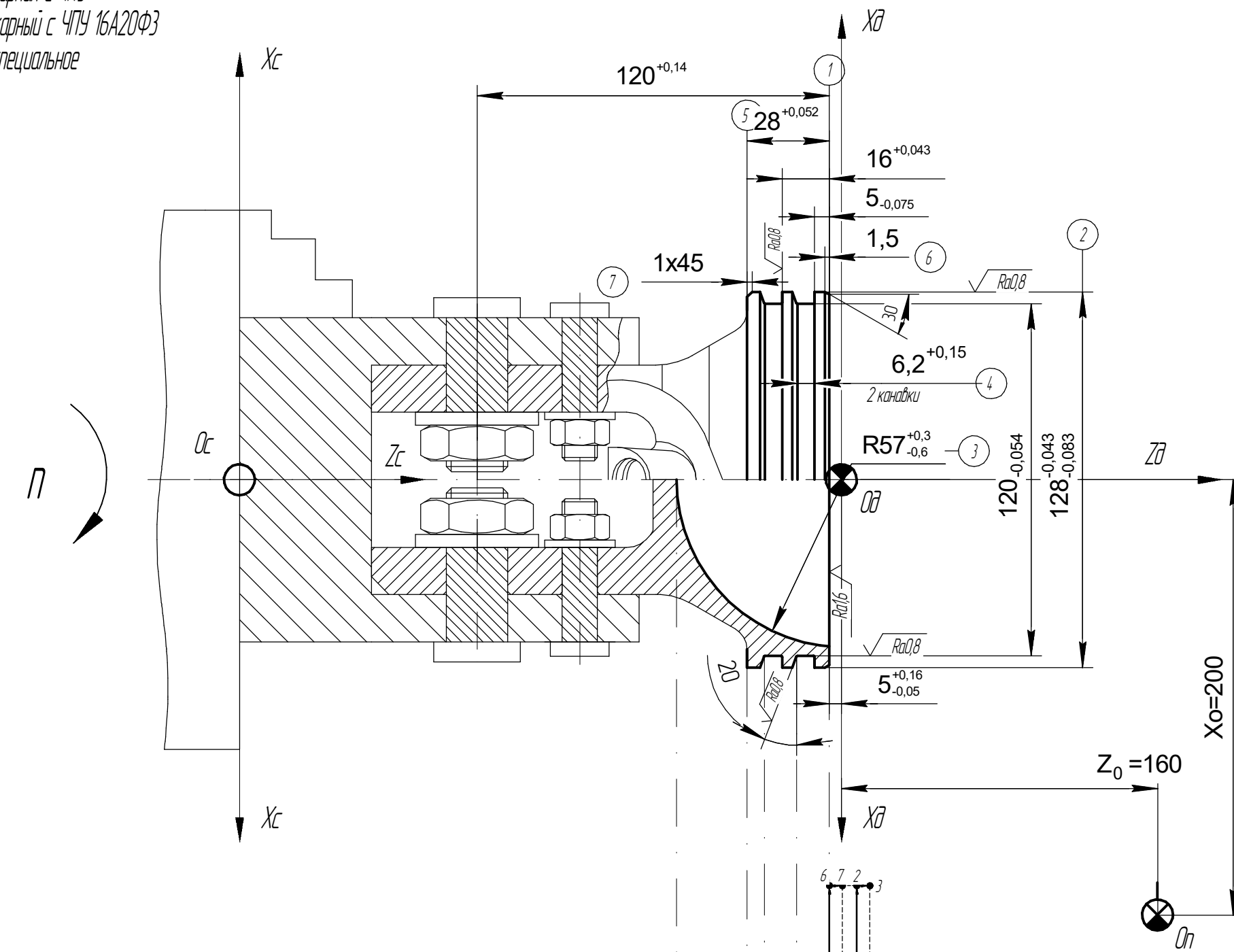
12	-	0,14	60	600	0,08	3,22
11	3,25	0,14	60	600	1,82	
10	0,1	0,11	86	225	0,36	
9	0,4	0,11	84	225	0,34	
8	-	0,12	16	430	0,22	
7	-	0,12	50	800	0,32	
6	0,4	0,12	50	800	1,81	
5	0,4	0,2	40	320	1,8	
4	0,4	0,12	50	800	4,8	
3	-	0,2	40	320	1,6	
2	0,8	0,3	60	480	1,1	
1	15	12	40	320	12,8	
N пер	l, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Операция 010 Токарная
Оборудование: Токарно-винторезный станок 1М61
Приспособление: патрон 2-х кулачковый



1	Резец ВД2100-3025-ВК8-Р1	2,65	0,12	59,96	150	4,57	12,72
N пер.	Режущий инструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	f, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

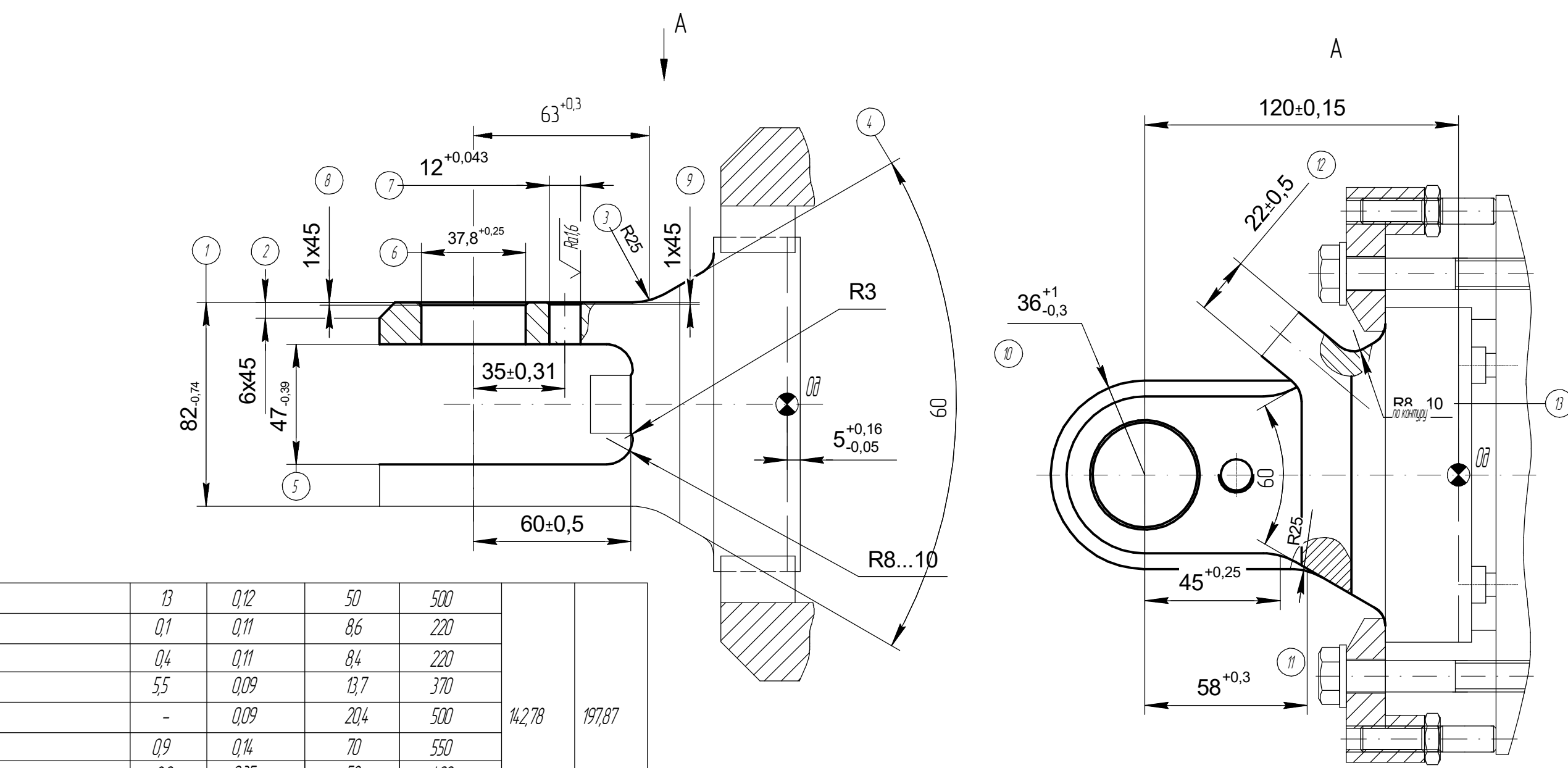
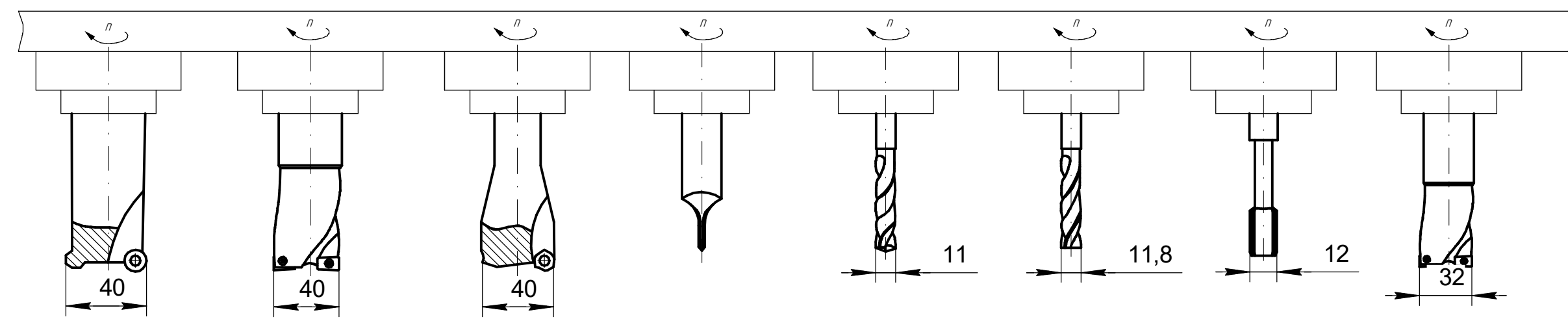
Операция 070 Токарная с ЧПУ
Оборудование: Токарный с ЧПУ 16А20Ф3
Приспособление: специальное



- - ноль станка;
- - ноль детали;
- ⊗ - ноль программы

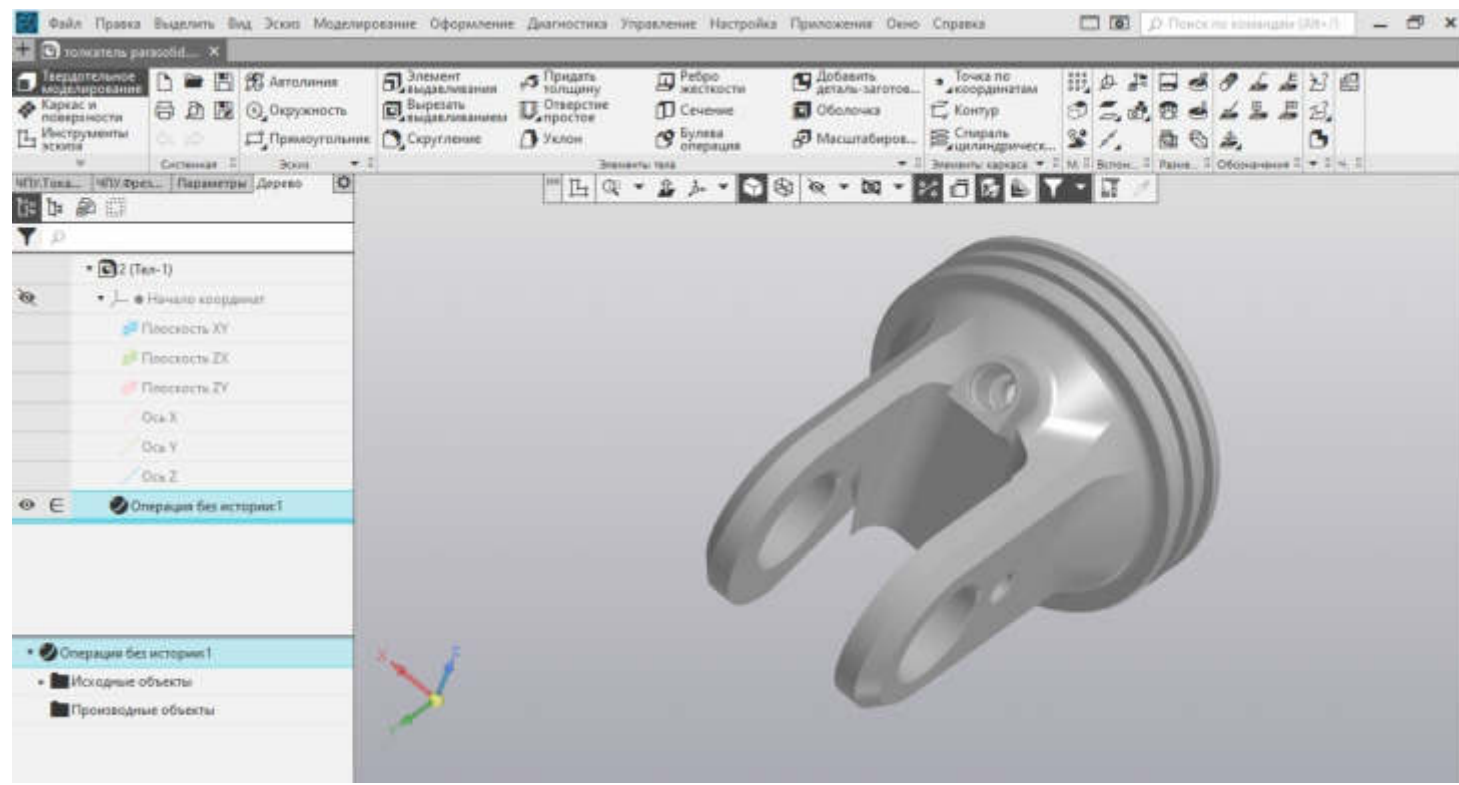
4	Резец 2103-0696 ГОСТ 20872-80	10	0,12	86,8	220	18,99	23,74
		4,0	0,25	78,9	180		
3	Резец ВД2100-4112 ВК8	4,0	0,12	83,25	220		
		-	0,12	92,4	250		
2	Резец 214-1054 ВК8 ГОСТ 18883-73	-	0,12	92,4	250	18,99	23,74
		-	0,25	67,2	160		
1	Резец 2103-0695 ГОСТ 20872-80	0,2	0,09	98,76	250	18,99	23,74
		0,8	0,12	87,4	220		
		10	0,12	86,8	220		
		4,0	0,25	78,9	200		
N пер.	Режущий инструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	f, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Операция 040 Фрезерно-сверлильная ЧПУ
Оборудование: Фрезерный обрабатывающий центр EXTRON SU64
Приспособление: специальное

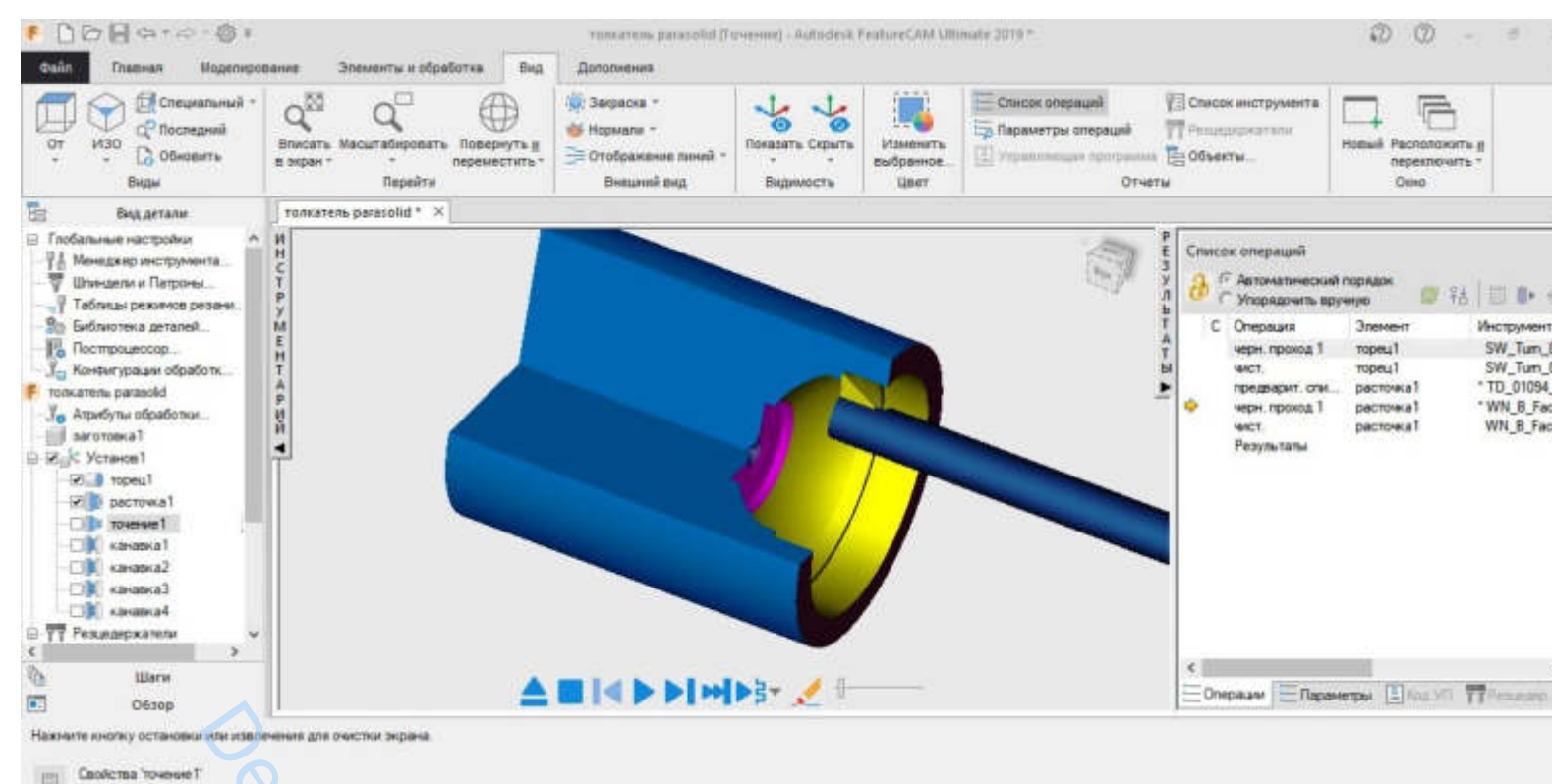


9	Фреза АДВР324СА325 3DR08	13	0,12	50	500	14,278	197,87
8	Резервиста 12 РРМ4К8 ГОСТ 1672-80	0,1	0,11	8,6	220		
7	Зенкер 118 РРМ4К8 ВД2201-8347	0,4	0,11	8,4	220		
6	Сверло 11 РРМ4К8 ВД2202-0800	5,5	0,09	13,7	370		
5	Сверло центровочное Т9 2-035-835-81	-	0,09	20,4	500		
4	Фреза ВАР3500R405A325A 40R04	0,9	0,14	70	550		
3	Фреза ВАР3500R405A325A 40R04	2,0	0,35	52	400		
2	Фреза АДВР404СА325 40R04	0,9	0,14	55	450		
1	Фреза ВРР6РР402LС32 40R6	2,0	1,5	40	320		
N пер.	Режущий инструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	f, об/мин	Ta, мин	Tшт, мин

Автоматизований процес виготовлення деталі "Головка" на багатопільовому оброблювальному центрі з ЧПК



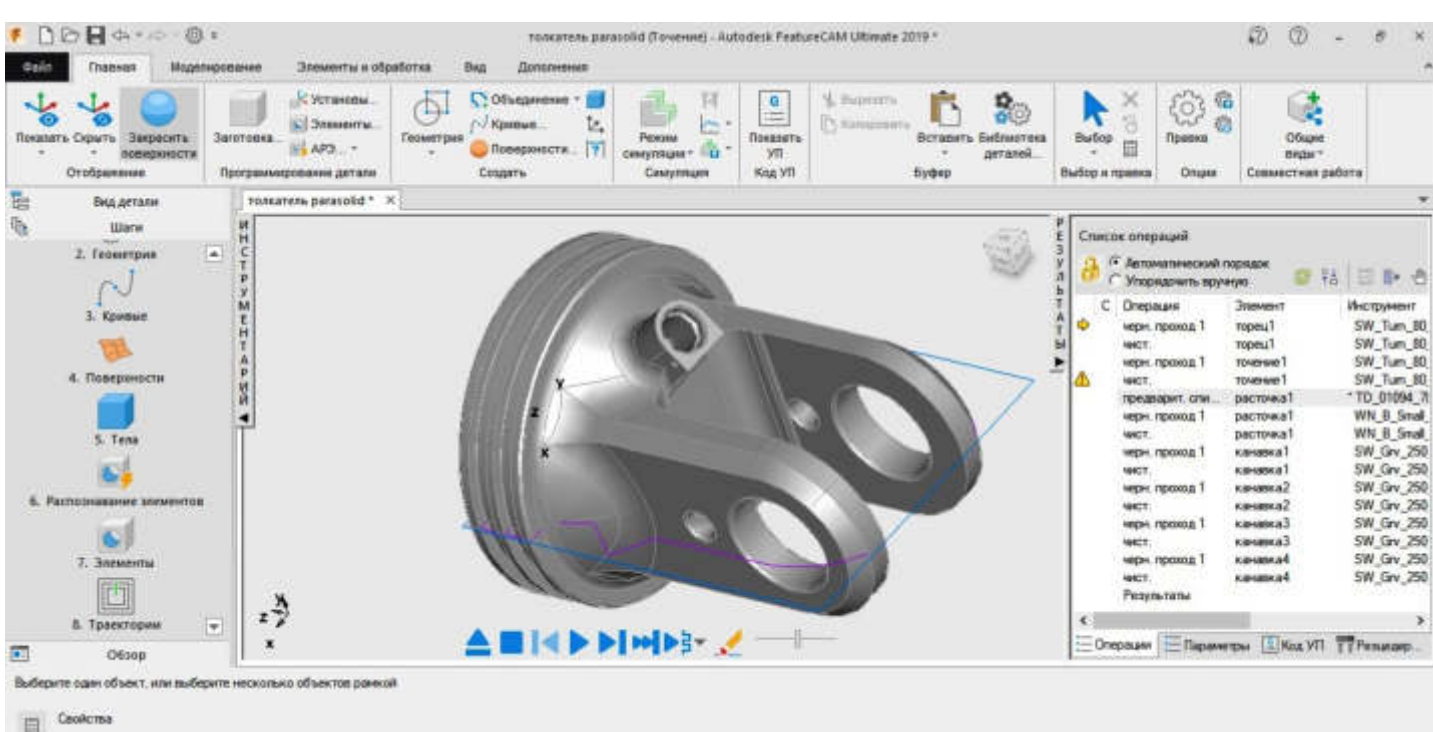
Модель твердотільної деталі "Головка"



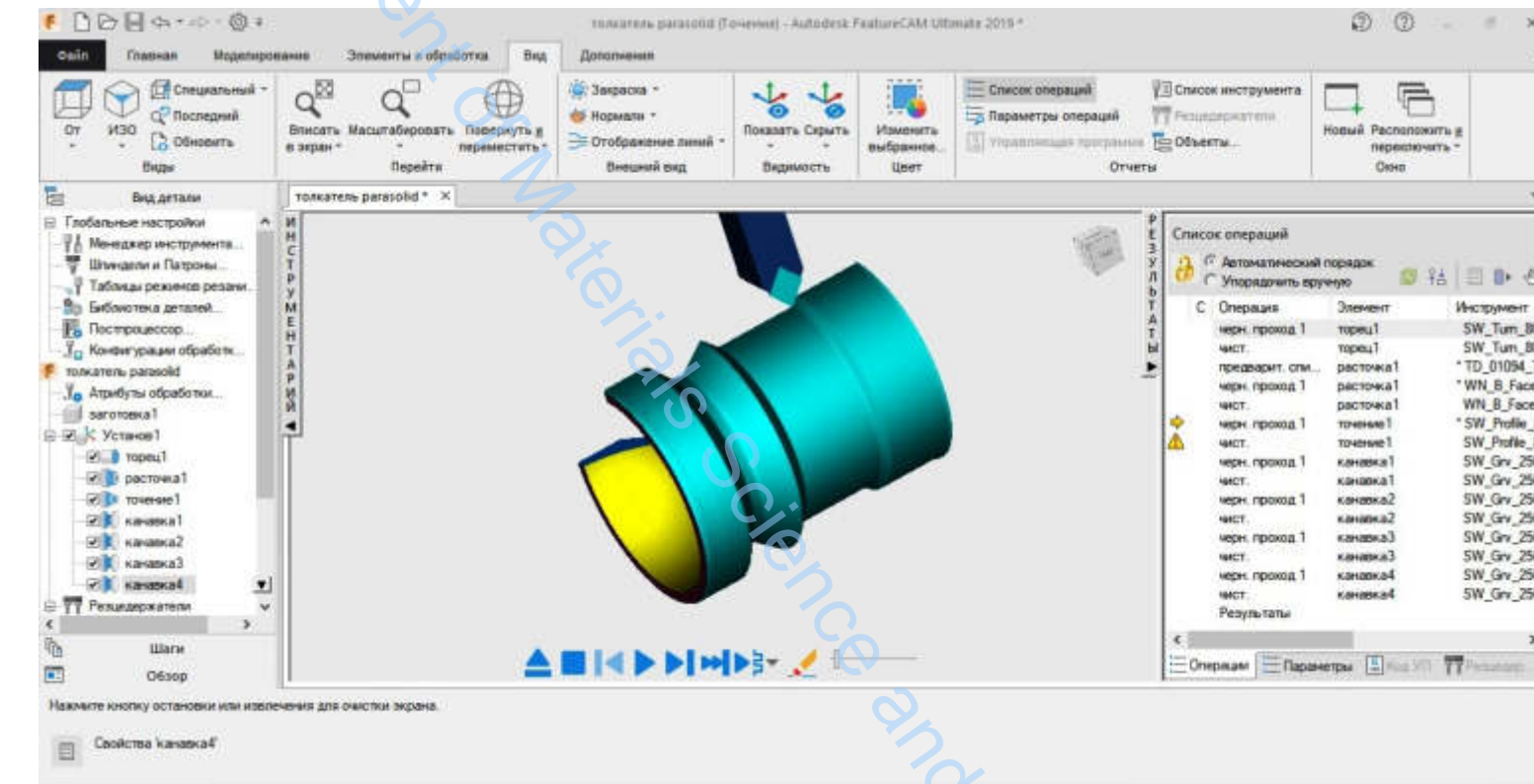
Чорнове та чистове розточування фасонної поверхні



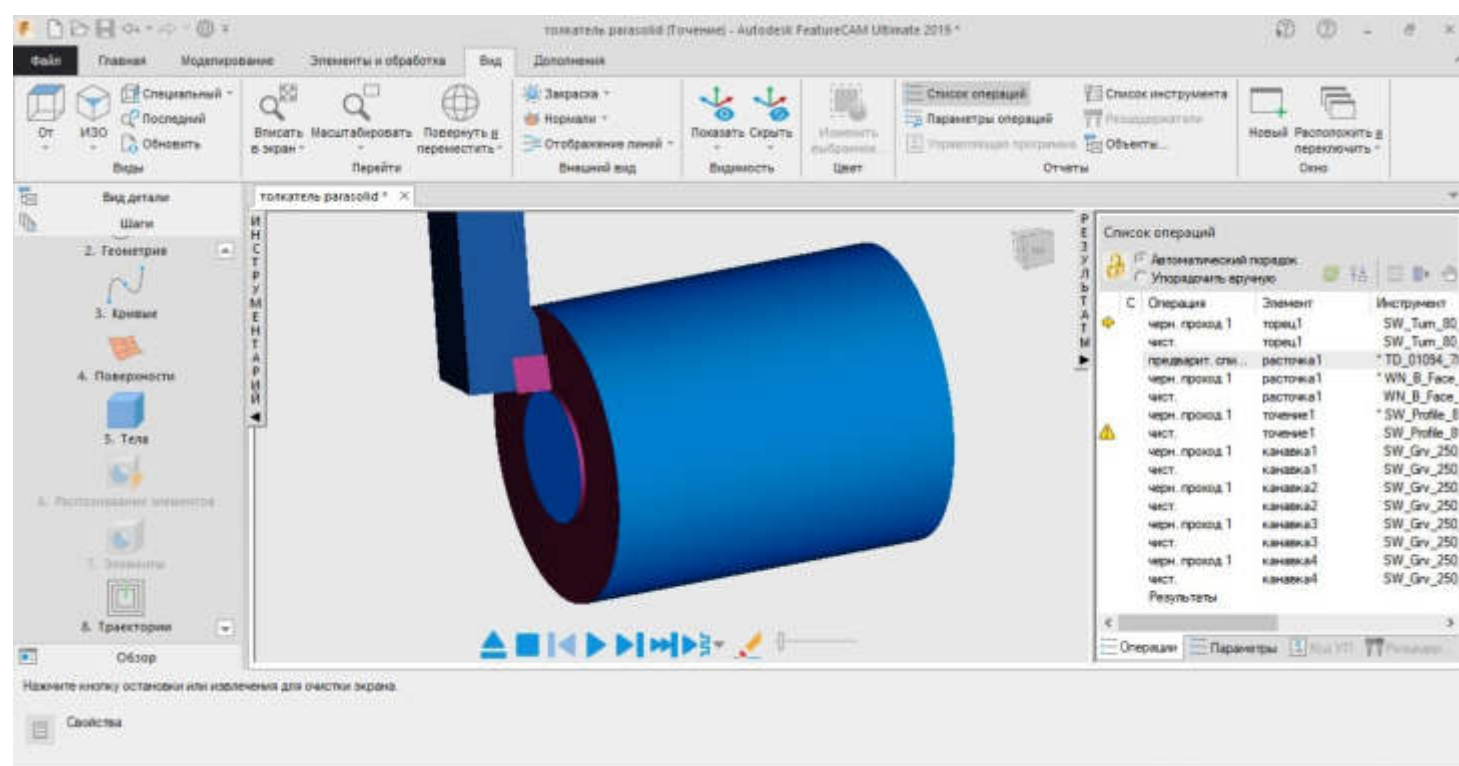
Верстат з ЧПК



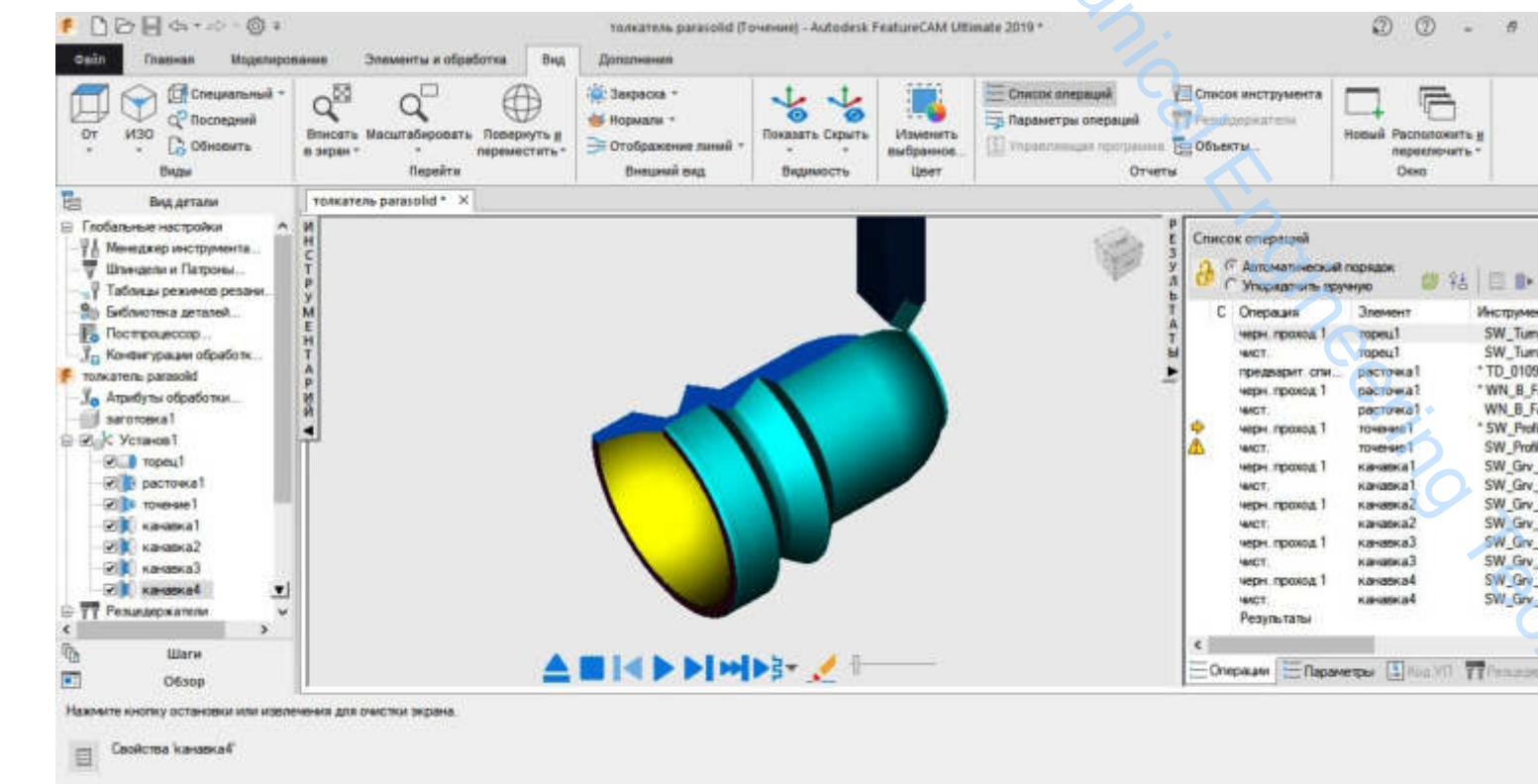
Імпорт моделі у програму Feature CAM



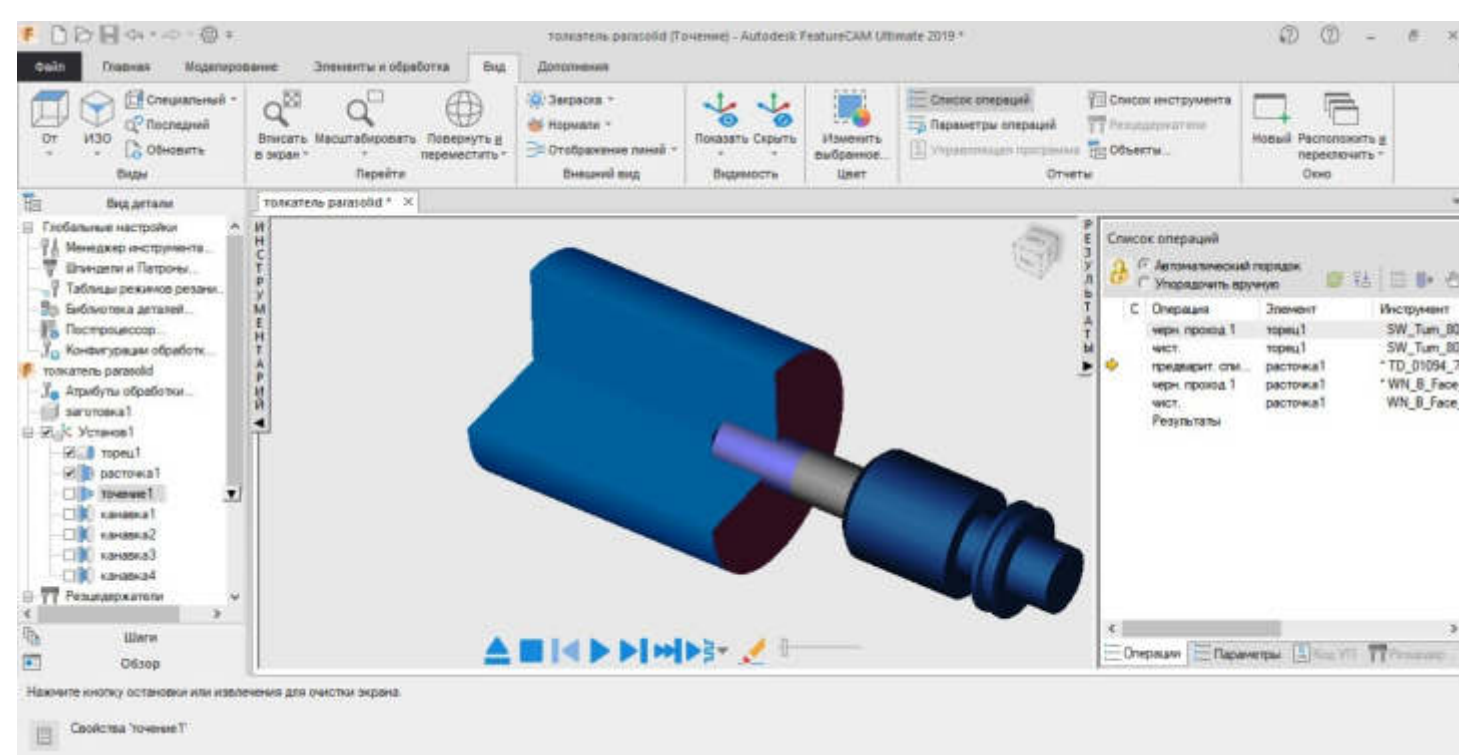
Попереднє чорнове точіння зовнішньої поверхні деталі



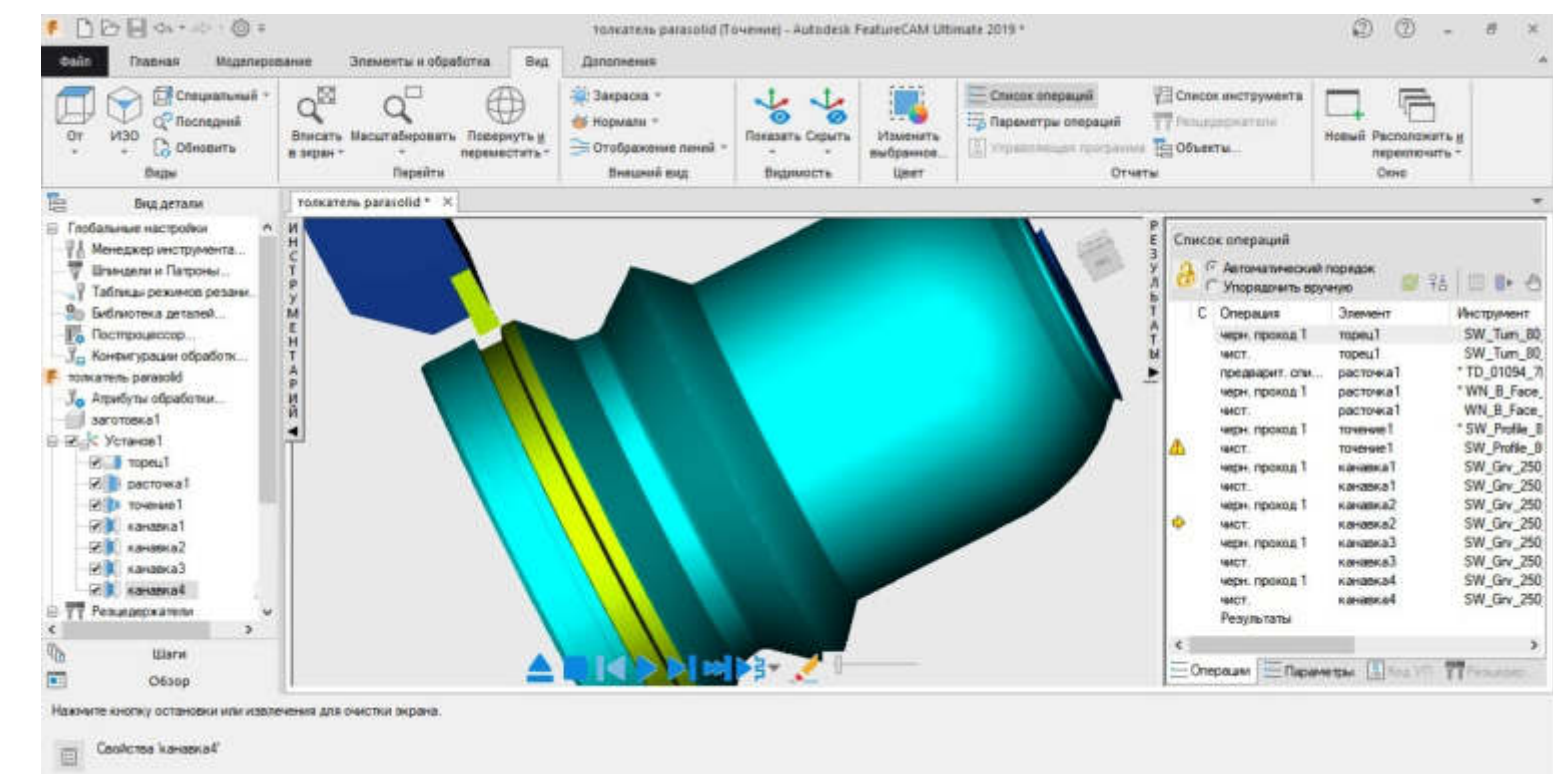
Підрізка торця деталі



Чистове точіння зовнішньої поверхні деталі



Попереднє свердління перед розточуванням



Формування фасонних зовнішніх канавок

```

N15; (TURN TRANSFER ПОДДЕРЖКА_ВКЛ1)
N20 G18 G71 G90 G94
N25 G1
N30 Home
N35 TLCH1("1", 0., 0.)
N40 D1
N45 MCTURNS1
N50 G64
N55 M118 M126
N60 M1=42
N65 G97 S1=2147483648 M1=3 M3=
N70 G0 Z1=
N75 X1=
N80 Home
N85 M01
N90 ; ( MAIN SPINDLE, TURNING )
N95 ; ( ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ1 )
N100 G18 G90 G95
N105 G1
N110 TLCH1("1", 0., 0.)
N115 D1
N120 MCTURNS1
N125 G64
N130 M118 M126
N135 M1=42
    
```

Фрагмент керуючої програми для верстата з ЧПК

Лист № 01 з 01

Department of Materials Science and Mechanical Engineering Technologies

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітки
			<u>Документація</u>		
A4		TMM.ОППБ.20.01.ПЗ	Пояснювальна записка	60	
A4		2070743.01140.00012	Комплект техдокументації	21	
			<u>Графічні матеріали</u>		
A1		TMM.ОППБ.20.01.01	Головка	1	РК
A2		TMM.ОППБ.20.01.02	Головка (заготівля)	1	РК
A1		TMM.ОППБ.20.01.03	Наладка технологічна	1	-
A1		TMM.ОППБ.20.01.04	Автоматизація	1	-

TMM.ОППБ.20.01.00						
№ Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	Лист	Лист	Листов
Розраб.	Афанасьєв					
Керівн.	Дербаба					
Н.конт.						
Затв.	Проців					
Матеріали кваліфікаційної роботи				НТУ «ДП» ММФ 131-17зск-1		

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Студент Афанасєв А.Є. виконав кваліфікаційну роботу бакалавра у повному обсязі згідно з завданням керівника та отримавшим балим ЕСКД та ЕСТД.

В пояснювальній записці та графічних матеріалах присутні помилки щодо оформлення формул, таблиць та рисунків.

В цілому робота бакалавра Афанасєва А.Є. заслуговує оцінки "добре", а її виконавцю збудуття кваліфікації на спеціальності 131 "Виробнича механіка".

17.01.2020р.

проф. В.А. Дефьєв

