

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Багатеренко Павла Євгеновича
(ПІБ)
академічної групи 131м-17з-1
(шифр)
спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

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

на тему Аналіз оптимальних варіантів автоматизованої токарно-фрезерної обробки деталі за умов використання CAD-CAM систем

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	доц.Дербаба В.А.			
розділів	доц.Дербаба В.А.			
Аналітичний	доц.Дербаба В.А.			
Технологічний	доц.Дербаба В.А.			
Конструкторський	доц.Дербаба В.А.			
Спеціальний	доц.Дербаба В.А.			

Рецензент			
Нормоконтроль			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

_____ **В.В. Проців** _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту _____ **Багатеренко П.Є.** _____ академічної групи _____ **131м-17з-1** _____
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності _____ **131 Прикладна механіка** _____

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

на тему **Аналіз оптимальних варіантів автоматизованої токарно-фрезерної**
обробки деталі за умов використання CAD-CAM систем
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **29.11.18** № **2031-Л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Технологічний контроль робочих креслень деталей та їх вимог	03.09.18-27.09.18
Технологічний	Розрахунок оптимального технологічного процесу виготовлення деталі	28.09.18-20.10.18
Конструкторський	Розрахунок спеціального пристосування	21.10.18-30.10.18
Спеціальний	Оптимізація технології виготовлення деталі за умов CAD/CAM-систем	30.10.18-08.12.18

Завдання видано _____ доц. **Дербаба В.А.** _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____ **01.09.2018** _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____ **12.12.2018** _____

Прийнято до виконання _____ (підпис студента) _____ **Багатеренко П.Є.** _____
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту:

«Аналіз оптимальних варіантів автоматизованої токарно-фрезерної обробки деталі за умов використання САД-САМ систем».

Розрахунково - пояснювальна записка виконана на 76 аркушах формату А4, складається з 4 розділів. Креслення виконані на 1 аркуші формату А2 і 3 аркушах формату А1. Додатки до розрахунково-пояснювальної записки складають 21 арк. формату А4.

Об'єктом розробки в дипломному проекті є операційні технологічні процеси механічної обробки двох деталей - «Шток».

Мета дипломного проекту - розробка та удосконалення технологічних процесів деталей паливної системи літака з застосуванням прогресивних комп'ютерних САД / САМ систем і устаткування з ЧПУ.

Методи досліджень, використані в дипломному проекті,

- Тривимірне твердотільне моделювання;
- Аналіз структурних складових технологічного процесу;
- Синтез структурних складових технологічного процесу.

Результати дипломного проектування позитивні:

досягнуто скорочення трудомісткості обробки деталі «Шток» на 33% за рахунок впровадження поєднання ряду операцій в одну і впровадження обробного центру, зміна заводських режимів різання на більш прогресивні, скорочення допоміжного часу.

Новизна розробок полягає в тому, що:

показана інтеграція алгоритму проектування технології і автоматизованих методів САД / САМ на основі застосування закладених можливостей в сучасне програмне забезпечення PowerShape і NX Siemens.

Висновки:

Завдання на дипломний проект виконано в повному обсязі і в строк.

Ключові слова:

технологічний процес, шток, верстат з ЧПК, пристосування, інструмент, режими різання, керуюча програма

Зміст

Вступ.....	.....
1 Аналітичний розділ .....	.....
1.1 Технологічний контроль робочих креслень деталей та їх вимог.....	.....
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі «Шток».....	.....
1.3 Аналіз базового технологічного процесу деталі.....	.....
2 Технологічний розділ.....	.....
2.1 Визначення типу виробництва і форми його організації.....	.....
2.2 Вибір та обґрунтування методу отримання заготовки деталі «Шток».....	.....
2.3 Вибір методів обробки поверхонь деталей «Шток».....	.....
2.4 Вибір технологічних баз і розробка маршруту обробки деталі.....	.....
2.5 Вибір технологічного обладнання.....	.....
2.6 Визначення режимів різання.....	.....
3 Конструкторський розділ.....	.....
3.1 Проектування верстатного пристосування.....	.....
3.1.1. Силовий розрахунок пристосування .....	.....
3.1.2 Визначення зусилля затиску.....	.....
3.1.3 Розрахунок параметрів пневматичного циліндра.....	.....
3.1.4 Розрахунок пристосування на міцність	.....
4 Спеціальний розділ.....	.....
Висновки.....	.....
Література.....	.....
Додаток 1. Технологічний процес механічної обробки деталі «Шток».....	.....
Додаток 2. Специфікація верстатного пристосування.....	.....
Додаток А.....	.....
Додаток Б.....	.....

Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата	Дипломний проект	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Багатуренко						
Пров.		Дербаба						
Н.Контр.								
Утв.		Проців				НТУ «ДП»		

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технологічний контроль робочих креслень деталей та їх вимог

Деталь «Шток» (рис.1) є складовою шахтної гідравлічної стійки і служить для передачі більшого тиску шахтних порід на вологостійкість. Призначення деталі робить її відповідальною, в зв'язку з чим, на деталь встановлені досить жорсткі допуски на розміри, а також допуски розташування поверхонь.

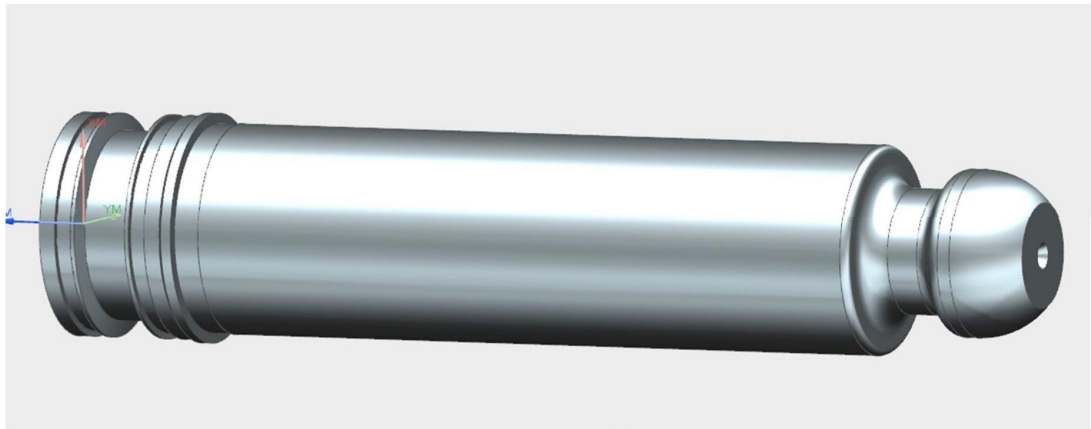


Рис.1 Тривимірний модель деталі «Шток»

Матеріал деталі сталь 30ХГСА ДСТУ8479-70. Ця марка стали відноситься до категорії «конструкційна легована». Застосовується для створення авіаційних деталей, деталей машинобудування. З цієї сталі роблять вали, осі, фланці, корпуси обшивок, кріплення.

Хімічний склад представлений в таблиці 1.1.1.

Таблиця 1.1.1 - Хімічний склад сталі 30ХГСА

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
не більше (у відсотках)							
0,28 – 0,34	0,90 – 1,20	0,80 – 1,10	0,025	0,025	0,80 – 1,10	0,30	0,25

Матеріал відноситься до легованих сталей і має наступні фізико-механічні властивості: $\sigma_{0,2} = 670\text{МПа}$, $\sigma_b = 820\text{Мпа}$, $\delta = 12\%$, твердість - 248 - 293НВ. Сталь задовільно обробляється різанням.

								Арк.
Зм	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата				

Даний вал є цілісною деталлю, і замінити її на збірну конструкцію не доцільно. Креслення виконано з дотриманням всіх вимог ДСТУ. На ньому показані всі необхідні для однозначного розуміння форми деталі види і перетину, а також всі необхідні дані по виконанню деталі. При проектуванні витримані всі стандарти. Дана деталь являє собою тіло обертання. Всі поверхні легко доступні в процесі обробки. На кресленні проставлені всі розміри з допусками і відхиленнями. Параметри шорсткості відповідають точності розмірів.

Основними базовими поверхнями є «тіло» Штока і робоча частина з шорсткістю поверхні Ra0,63 мкм і Ra1,25 відповідно, геометрична вісь яких є основною конструкторською базою, що визначає положення вала в механізмі уздовж осі.

Основною технологічною базою для деталі є поверхня центрових отворів $\varnothing 6$ і $\varnothing 46$.

До деталі висувають такі вимоги:

- поліпшити 241 ... 285HV;
- поверхня «В» покрити фарбою порошкової, білої RAL9016;
- при постачанні в запчастини маркувати товарний знак Н12 позначення шрифтом 8-Пр3 ГОСТ 26.020-80, глибиною 0,4 ... 0,6 мм; консервувати поверхні мастилом гарматної;
- після закачування кілець (по 3.1) стики зварити, присадка ЛК-62-05 ДСТУ 16130-90 або ЛЖМЩ99-1-1 ДСТУ 15527-70
- на поверхню «А» при використанні обкатки слід від ролика не допускається.

Зварюваність - важкозварювальна. Спосіб зварювання РДС, АрДС. Зварні з'єднання в зоні термічного впливу володіють зниженою стійкістю до МКК і загальної корозії, тому після зварювання необхідний відпустку при 680-700°C протягом 30-60 хв. До відпускної крихкості схильна.

На кресленні вказані всі додаткові технічні вимоги до обробки деталі, і контролю якості її виконання.

									Арк.
Зм	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата					

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу виробництва і форми його організації.

На цій стадії проектування, в якості вихідних даних для визначення типу виробництва приймаються маса і річна програма випуску деталі «Шток»:

- маса деталі - 44,76 кг;
- річна програма випуску - 1000шт.

Попередньо приймається середнє серійне виробництво.

Норма організації виробництва встановлюється відповідно до ДСТУ 14.312 - 74. Передбачено дві форми організації - групова і потокова, які характеризуються рівнем спеціалізації робочих місць і розташуванням технологічного обладнання.

Для обох деталей вибираємо групову форму організації виробництва. Основним показником, що характеризує серійне виробництво, є величина партії деталей, одночасно що запускаються у виробництво. Розмір партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} \quad (2.1)$$

де α - періодичність запуску деталей у виробництво. Визначається в днях. Можливі значення - 3, 6, 12, 24. Для багатосерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 12 днів.

Φ - число робочих днів у році (254 дня).

Отже, для деталі «Шток»:

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{254} = 47,3 \approx 48 \text{ (шт)}$$

Розмір партії приймаємо 48 штук, щоб він був кратний річній програмі випуску деталі.

Такт випуску деталі

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d \cdot m}{N} \quad (2.2)$$

де F_d – річний дійсний фонд роботи верстата, рік; при роботі в одну зміну $F_d=2030$ ч;

m – число змін роботи станка на добу;

N – річна програма випуску деталі, шт.

$$t_e = \frac{60 \cdot 2030 \cdot 2}{1000} = 243,6 \text{ хв.}$$

2.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технологічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення відповідно до забезпечення необхідної якості деталі.

Технологічним процесом виготовлення деталі «Шток» передбачено використання в якості заготовки прокат

Розрахуємо довжину заготовки L :

$$L = c \cdot (l + K) - B$$

де c - кількість деталей; l - довжина готової деталі;

$$K = 2a + B$$

В свою чергу:

$$a = (K - B)/2$$

Беремо дані на B , $2a$ з таблиці П1.1.2: $B=3$, $2a=8$.

$$K = 8 + 3 = 11$$

$$a = (11 - 3)/2 = 4$$

$$L = 5 \cdot (494 + 11) - 3 = 2522 \text{ мм}$$

Для виготовлення 5 деталей «Шток» зі сталі 30ХГСА використовується стандартна пруткова заготівля довжиною 3000 мм з сортового круглого гарячекатаного прокату діаметром 110 мм.

						Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$K_{\text{прут}} = \frac{110-14 \text{ГОСТ } 2590-2006}{30 \text{ГОСТ } 4543-71}$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет.}}}{m_{\text{заг.}}};$$

де $m_{\text{дет.}}$ - маса деталі; $m_{\text{заг.}}$ - маса пруткової заготовки

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет.}}}{m_{\text{заг.}}} = \frac{44,76}{74,601} = 0,6$$

Коефіцієнт використання матеріалів не нижче норми 0,6 і це означає, що обраний вид сортового прокату обраний доцільно.

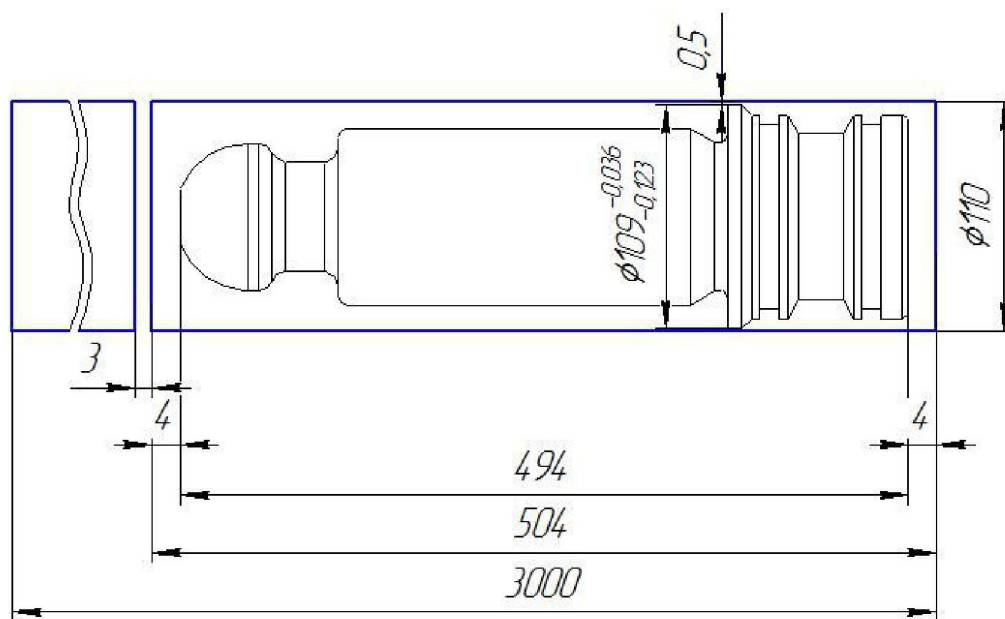


Рис. 2.1. Ескіз прокату заготовки

Технологічним процесом виготовлення деталі «Шток» передбачено використання в якості заготовки штампування, отриману на горизонтально-кувальній машині.

Призначення припусків на механічну обробку здійснюється згідно з ДСТУ 7505-89.

Оскільки номінальні розміри заготовки невідомі, величину розрахункової маси поковки в першому наближенні визначається за формулою:

						Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$M_{n.p.} = M_d \cdot K_p \quad (2.3)$$

де $M_{n.p.}$ - розрахункова маса поковки, кг;

M_d - маса деталі, кг;

$K_p=1,7$ - розрахунковий коефіцієнт

З формули 2.1 знаходимо $M_{n.p.}=4,8$ кг.

Дані для визначення вихідного індексу:

- клас точності поковки - Т4;

- група стали - М1;

- ступінь складності - С3;

Отже, вихідний індекс - 10.

Припуск на механічну обробку включає основний, а також додаткові припуски, що враховують відхилення форми поковки. Величини припусків призначаються на одну сторону номінального розміру поковки.

Визначення припусків на механічну обробку проводиться виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Припуски на механічну обробку наведені в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1. Припуски на механічну обробку.

Позначення припуску	Номінальний розмір, мм	Параметр шорсткості Ra, мкм	Основний припуск на сторону, мм	Допоміжний припуск, мм	Загальний припуск мм
Z1	132	20	1	0,5	1,5
Z2	125	2,5	1	0,5	3
Z3	96	20	2,4	0,4	2,8
Z4	75	20	4,65	2,65	7,3
Z5	60	0,63	1	0,5	1,5
Z6	105	1,25	2,75	0,75	3,5

За даними ескізу заготовки, робочого креслення деталі і таблиці 2.1. розраховуємо лінійні розміри поковки:

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

$$d1 = 132 + 2Z1 = 132 + 3 = 135 \text{ мм};$$

$$d2 = 125 + 2Z2 = 125 + 3 = 127 \text{ мм};$$

$$d3 = 96 + 2Z3 = 96 + 5,3 = 101,3 \text{ мм};$$

$$d4 = 75 + 2Z4 = 75 + 14,6 = 89,6 \text{ мм};$$

$$d5 = 60 - 2Z5 = 60 - 3 = 57 \text{ мм};$$

$$d6 = 105 - 2Z6 = 105 - 7,1 = 97,9 \text{ мм}$$

Допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів поковок призначаються в залежності від вихідного індексу і розмірів поковки і наведені в таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.2. Допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів поковки

Позначення розміру	Номинальний розмір, мм	Допустиме відхилення, мм	Виконуємий розмір, мм
d1	135,2	+1,3 -0,7	135,2 ^{+1,3} _{-0,7}
d2	128,2	+1,3 -0,7	128,2 ^{+1,3} _{-0,7}
d3	101,38	-0,87	101,38 _{-0,87}
d4	89,6	+1,1 -0,5	89,6 ^{+1,1} _{-0,5}
d5	57	+1,1 -0,5	57 ^{+1,1} _{-0,5}
d6	97,9	+0,87	97,9 ^{+0,87}
11	21,9	+0,9 -0,5	21,9 ^{+0,9} _{-0,5}
12	23,8	+0,9 -0,5	23,8 ^{+0,9} _{-0,5}
13	40	+1,1 -0,5	40 ^{+1,1} _{-0,5}
14	44,5	+1,1 -0,5	44,5 ^{+1,1} _{-0,5}
15	47	+1,1 -0,5	47 ^{+1,1} _{-0,5}

Одним з показників технологічності конструкції заготовки є коефіцієнт вагової точності, який визначається за формулою:

$$K_{в.т.} = \frac{G_d}{G_s}, \quad (2.4)$$

де G_d - маса готової деталі

						Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата		

Gз - маса заготовки.

Використовуючи дані робочого креслення виливки, визначаємо масу заготівлі.

Розрахунок виконаний в таблиці 2.2.3.

Таблиця 2.2.3. Розрахунок коефіцієнта вагової точності.

Позначення фігури	V1	V2	V3	V4	V5
Об'єм фігури, 10^{-9} м^3	522815	2227613	265130	827160	220
Об'єм поковки, 10^{-9} м^3	385341,43				
Маса поковки, кг	4,8				
Маса деталі, кг	2,8				
Коеф. вагової точності	0,58				

Значення коефіцієнта ваговій точності досить висока для штампованої заготовки, одержуваної в умовах серійного виробництва.

Відповідно до ДСТУ 7505-89 штампувальні ухили для штампувальних молотів не повинні перевищувати 7° , радіуси заокруглення приймаємо 2,5мм.

За даними таблиці 2.2 виконуємо робочий креслення заготовки.

2.3. Вибір методів обробки

Для складання раціонального технологічного маршруту аналізуємо технічні вимоги до кожної оброблюваної поверхні деталей.

Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначається методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітету розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності матеріалу. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення, наведені в таблиці 2.3.1

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

Таблиця 2.3.1. Методи обробки поверхонь деталі «Шток»

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Шорсткість, мкм	Метод обробки поверхні
Торець Ø110	14	Rz40	1.Точіння чорнове
Центровий отвір Ø6	-	Ra12,5	1.Свердління
Зовнішній Ø80b12	12	Ra5	1. Точіння чорнове 2.Точіння напівчистове
Сфера R40	-	Ra5	1. Точіння чорнове 2.Точіння напівчистове
Радіус R8	-	Ra5	1. Точіння чорнове 2.Точіння напівчистове
Радіус R12	-	Ra5	1. Точіння чорнове 2.Точіння напівчистове
Зовнішній Ø60	12	Ra5	1. Точіння чорнове 2.Точіння напівчистове
Зовнішній Ø100f9 ^{-0,036} _{-0,123}	9	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування однократне
Зовнішній Ø99h11±0,22	11	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
Зовнішній Ø109h11-0,27	11	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
Зовнішній Ø106h11-0,22	11	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
Зовнішній Ø100,72h11-0,22	11	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
Зовнішній Ø90h11- 0,22	11	Ra2,5	1. Точіння чорнове 2.Точіння чистове
Центровий отвір Ø46	-	Ra2,5	1.Свердління 2.Точіння фаски

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

2.4. Вибір технологічних баз і розробка маршруту обробки деталі

Вибір баз є одним з найскладніших і принципових розділів проектування технологічних процесів. Від правильного вибору технологічних баз в значній мірі залежать: фактична точність виконання розмірів, правильність взаємного розташування поверхонь, ступінь складності пристрої, ріжучих і вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовок.

Вибір базових поверхонь залежить від конструктивних форм деталі і технічних вимог.

Чорнові технологічні бази використовуються тільки на початкових операціях для підготовки чистових баз для наступних операцій.

2.4.1. Маршрут обробки деталі «Шток»

Виходячи з прийнятих МОП, розробляємо маршрут обробки деталі на підставі типового маршруту з урахуванням обраних технологічних баз, і представляємо його у вигляді таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1. Маршрут обробки деталі «Шток»

№ Опер.	Найменування операцій	Зміст операцій	Спосіб установки
005	Стрічково- відрізна	Отримання заготовки	
010	Програмна	Підрізка правого торця поз. 1; свердління центрового отвору; точіння поверхонь валу поз. 3, 4, 5, 10; сфери R40 поз. 6, заокруглень поз. 7, 8, 9.	У патроні
015	Токарна	Підрізка лівого торця	У патроні

									Арк.
Зм	Авк.	№	Підпис	Дата					

		поз. 1; точіння поверхні поз. 2; свердління центрового отвору поз. 3, точіння фаски поз. 4.	
020	Програмна	Чистове точіння поверхні і радіусу поз. 1 і 2; точити поверхню поз. 4 і 5; точити канавку поз. 7 і дві канавки поз. 6; точити «ластівчин хвіст» в канавках поз. 6; точити канавку поз. 3.	У центрах та патроні
025	Термічна	Поліпшення	
030	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø100	У центрах
035	Контрольна	Контролювати оброблювальні розміри на відповідність кресленню	

2.5. Вибір технологічного обладнання

Вибір технологічного обладнання проводиться за його головними параметрами, які характеризують його функціональне значення і технологічні можливості. До них відносяться: вид обробки, габарити робочої зони і точність обробки.

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

2.5.1. Технологічне обладнання для обробки деталі «Шток».

Для стрічково-відрізний операції вибираємо верстат СПЛ 8530.

Для токарних з ЧПУ операцій вибираємо верстат 16М30Ф3121.

Для токарної операції вибираємо верстат 16К20.

Для шліфувальної операції вибираємо напівавтоматичний круглошліфувальний верстат 3М173.

2.6. Визначення режимів різання

Визначення режимів різання – найбільш відповідальний етап проектування, що визначає продуктивність технологічного процесу і трудомісткість обробки. Методику розрахунку режимів різання приймаємо по джерелу [9], силу різання у необхідну потужність - по [2].

2.6.1. Визначення режимів різання обробки деталі «Шток»

Проведемо розрахунок режимів різання для операції 010 токарної з ЧПУ. Операція виконується на токарному верстаті з ЧПУ 16М30Ф3121. Заготівля базується в патроні і слідстві - центрах.

Розрахунок режимів різання проілюструємо для чорнкової обробки торця, Ø110 витримуючи розмір 497. Розрахунок режимів різання для обробки інших поверхонь виконується аналогічно.

При чорновому точінні глибина різання складе 3 мм. Рекомендоване значення подачі при чорновому точінні сталей 0,83 мм / об [9. табл. 26].

Дане значення уточнюється за змінюваних умов обробки за формулою:

$$S_0 = S_{om} \cdot K_{sn} \cdot K_{su} \cdot K_{sq} \cdot K_{sz} \cdot K_{sxc} \cdot K_{sm} \quad (2.11)$$

де S_{om} – табличне значення подачі на оберт (0,53);

K_{sn} – коефіцієнт, враховуючий стан поверхні (0,8);

K_{su} – коефіцієнт, враховуючий матеріал інструмента (1,0);

K_{sq} – коефіцієнт, враховуючий форму оброблюваної поверхні (0,85);

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

K_{ss} – коефіцієнт, враховуючий вплив загартовки (1,0);

K_{sjc} – коефіцієнт, враховуючий жорсткість технологічної системи (0,83);

K_{sm} – коефіцієнт, враховуючий марку оброблюваного матеріалу (1,07).

Отже, підставивши значення в формулу (2.16) отримаємо

$$S = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1,07 = 0,51 \text{ мм/об}$$

Для даного верстата подача регулюється безступінчато.

По таблиці 36 [9], призначається швидкість різання 182 м / хв. Дане значення уточняється за змінюваних умов обробки за формулою:

$$V = V_m \cdot K_{vm} \cdot K_{vu} \cdot K_{vy} \cdot K_{vm} \cdot K_{vjc} \cdot K_{vn} \cdot K_{vo} \quad (2.12)$$

де V_m – матричне значення швидкості різання (182);

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу (0,55);

K_{vu} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (1);

K_{vy} – коефіцієнт, що враховує кут в плані (0,81);

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує вид обробки (1);

K_{vjc} – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи (0,82);

K_{vn} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (0,85);

K_{vo} – коефіцієнт, що враховує вплив МОР (1).

Отже

$$V = 182 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 0,85 \cdot 1 = 56,51 \text{ м/хв}$$

За розрахункової швидкості різання визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 53,38}{3,14 \cdot 110} = 154 \text{ об/хв} \quad (2.13)$$

Швидкість на даному верстаті регулюється безступінчато.

Визначаємо основний час на виконання переходу:

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S} \cdot i \quad (2.14)$$

де, $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу інструмента по траєкторії руху (112 мм)

$$L_{p.x.} = l_p + l_e + l_n$$

i – число робочих ходів.

Тоді

$$T_0 = \frac{110}{154 \cdot 0,51} \cdot 1 = 1,4 \text{ (хв)}$$

Потужність різання, кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \times 60} = \frac{3593 \times 53,38}{1020 \times 60} = 3,13 \text{ кВт} < 30 \text{ кВт} - \text{потужність приводу}$$

P_z - сила різання:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3,5 \cdot 0,51^{0,75} \cdot 53,38^{-0,15} \cdot 1,037 = 3593 \text{ кг.}$$

На другому переході виконується свердління центрального отвору $\varnothing 6$ типу В.

Рекомендоване значення подачі (для першої групи подач) 0,09 мм / об. Це значення уточнюємо за формулою:

$$S_0 = S_{om} \cdot K_{su} \cdot K_{sj} \cdot K_{sjc} \cdot K_{sd} \cdot K_{sm} \quad (2.15)$$

де K_{sj} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (1);

K_{su} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (1);

K_{sd} – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваної поверхні (0,5);

K_{sjc} – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи (1);

K_{sm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу (1).

Отже, $S_0 = 0,09 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,045$ мм/об

Подача регулюється безступенево.

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

Табличне значення швидкості різання приймаємо 24 м / хв, з урахуванням поправочних коефіцієнтів $V_p = 15,7$ м / хв

За розрахункової швидкості різання визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 15,7}{3,14 \cdot 6} = 834 \text{ об/хв} \quad (2.16)$$

За паспортом верстата вибираємо максимальну частоту обертання $n = 2000$ об / хв, тоді фактична швидкість різання $V = 15,7$ м / хв.

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S} \quad (2.17)$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу інструмента (13 мм).

$$L_{p.x.} = l_p + l_v + l_{п}$$

Тоді

$$T_0 = \frac{13}{2000 \cdot 0,18} = 0,036 \text{ (хв)}$$

Потужність різання, кВт:

$$N_e = \frac{M_{кк} \cdot n}{9750} = \frac{3,3 \times 2000}{9750} = 0,67 \text{ кВт} < 4 \text{ кВт} - \text{потужність привода} \quad (2.18)$$

$M_{кр}$ - крутний момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{р_p} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1,037 = 1,67 \text{ Н·м.}$$

Розрахунок інших режимів різання виконується за тими ж методиками. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.7.1.

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

Таблиця 2.7.1. Режими різання при обробці деталі "Шток»

Номер операції	Зміст операції		Глуб. різ t, мм	Подача S, мм/об	Швидкість різання V, м/хв	Частота обертання n, об/хв	Сила різання Pz, Н	Основний час To, хв	Потужність різання N, кВт	Крутний момент Mкр, Нм	
005	Стрічково-відрізна		-	0,357	61,1	194,5	2620	0,96	5,2	-	
010	Точити торець Ø110, l=497	Чорн.	3,5	0,51	53,38	154	3593	1,4	3,13	-	
		Чорн.	3,5	0,51	53,38	154	3593	1,4	3,13		
	Свердлити центровий отвір Ø6		-	3	0,39	56,51	194	2415	0,036	2,12	2
	Точити Ø102,5, l=342 мм	чорн.	3,75	0,40	56,82	175	6399	4,89	5,94	-	
		Чорн.	3,75	0,40	56,82	175	6399	4,89	5,94		
	Точити Ø80, l=85	Чорн.	3,75	0,40	56,82	225	6717	0,95	6,23		
		Чорн.	3,75	0,40	56,82	225	6717	0,95	6,23		
		Чорн.	3,75	0,40	56,82	225	6717	0,95	6,23		
	Точити конусність Ø80- Ø35, l=38	Чорн.	4,5	0,34	57,60	225	6998	0,50	6,58		
		Чорн.	4,5	0,34	57,60	225	6998	0,50	6,58		
		Чорн.	4,5	0,34	57,60	225	6998	0,50	6,58		
		Чорн.	4,5	0,34	57,60	225	6998	0,50	6,58		
		Чорн.	4,5	0,34	57,60	225	6998	0,50	6,58		
	Точити сферу R40, витримати, Ø25	Чорн.	5,0	0,43	58,20	225	7093	0,41	6,98		
		Получист.	0,5	0,14	77,00	300	3593	0,93	4,52		
	Фасоно R8	Получист.	0,5	0,10	78,23	300	3679	0,27	4,75		
Фасоно R8	Получист.	0,5	0,10	78,23	300	3679	0,27	4,75			
Точити пов. Ø60	Чорн.	5,0	0,40	63,68	225	3679	0,18	4,7			
	Чорн.	5,0	0,40	63,68	225	3679	0,18	4,75			
Фасоно R12	Получист.	0,5	0,07	78,23	375	3679	0,44	4,75			

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

015	Точити торець Ø109	Чорн.	3	0,48	53,38	160	6399	1,43	5,94	-
	Точить Ø109, l=70	Чорн.	1	0,48	63,06	160	6074	0,91	6,25	
	Свердлити отв. Ø46 _{+0,6} мм, l=63 мм		5	0,32	23,1	736,6	1234	0,29	0,607	8
	Точити фаску 5x60°		5	0,14	30,15	175	4535	0,21	2,23	-
020	Точити поз 1 и 2		1,1	0,10	117,6	375	3596	11,26	6,9	
	Точити поз. 5 и 4 Л=50,8		1,4	0,10	109,84	300	3738	1,88	6,7	-
	Точити канавку поз.6 Л=8,8		2,74	0,10	88,23	175	3549	0,12	5,11	
	Точити канавку поз.7		8,1	0,10	94,07	225	4213	0,40	6,47	
	Точити «ласточкин хвост»		0,8	0,05	100,89	375	2358	0,05	3,89	
	Точити канавку поз. 3		0,5	0,05	100,89	375	2288	0,04	3,77	

										Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата						

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування пристосування

3.1.1. Силовий розрахунок пристосування

Силовий розрахунок пристосування виконується з метою забезпечення гарантованої нерухомості оброблюваної заготовки під дією технологічних навантажень.

Силовий розрахунок пристосування включає:

- аналіз схеми дії сил;
- розрахунок затискного механізму;
- розрахунок зусилля закріплення;
- розрахунок силового приводу.

Основними силовими технологічними чинниками, що діють при механічній обробці, є сили різання, тертя ваги і інерції.

Величини сил різання були визначені при розрахунку режимів різання. Розрахунок режимів різання на фрезерну операцію наведено в розділі 2.

При свердлінні отвору $\varnothing 32F8^{(-0,62)}$ на глибину 70 мм, на операції 030 – Свердлильна деталі «Шток», задіяно гідравлічне верстатне пристосування для установки деталі на столі верстата моделі Mazak Nexus 200. Розміри робочої поверхні стола 200×700 мм. На столі верстата є 3 Т-подібних паза розмірами: середній паз 18Н8 для базування верстатного пристосування; 2 крайніх паза, розмірами 18Н12, для закріплення пристосування болтами М16. Деталь при обробці повинна займати горизонтальне положення і базуватися за двома сходами 90к6 і торця черв'яка, тому доцільно застосувати базові елементи - стандартні призми - 2, ДСТУ 12195-66, для створення подвійний направляючої бази. Закріплення деталі проводиться прихватом системи УРП, тип 6, 7021- 0386 - 3. Зажим деталі механізований за допомогою стандартного пневматичного циліндра - 4, ДСТУ 19887- 85. Призми - 2 і пневматичний циліндр - 4 встановлені на корпусі пристосування - 1, який має знизу дві стандартні шпонки 18×11 ,

									Арк.
Зм	Авк.	№	Підпис	Дата					

довжиною 30 мм, ДСТУ 23360-78, для створення направляючої технологічної бази.

3.1.1 Розрахунок точності пристосування

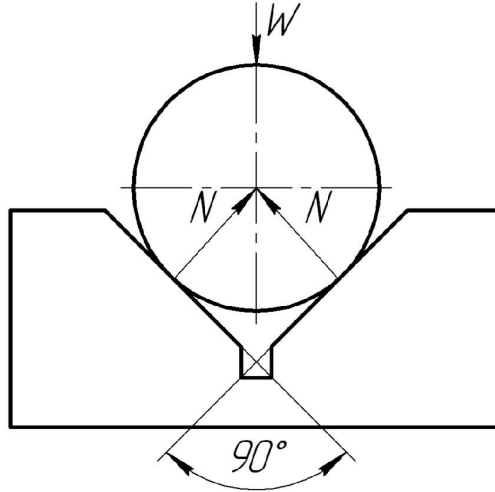


Рис. 3.1 Схема сил, що діють на заготовку

Точність верстатного пристосування при свердлінні отвору на операції 030 визначається за умовою:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon] \quad (3.1)$$

де, $[\varepsilon]$ - допустима величина похибки пристосування, мкм;

ε - дійсна величина похибки при обробці, мкм.

Допустима величина похибки залежить від прийнятої схеми базування, величини допуску на розмір і похибок механічної обробки.

$$[\varepsilon] = IT - k_y \cdot w = 52 - 0,8 \cdot 18 = 37,6 \text{ мкм}$$

де, IT – допуск на розмір;

k_y – коефіцієнт посилення точності обробки;

w – середньо - економічна точність фрезерування паза

Дійсна похибка пристосування:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_n^2} = 19,8 \text{ мкм}$$

Похибка базування заготовки в призмах:

$$\varepsilon_o = 0,5ITd \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha / 2} - 1 \right) = 26 \cdot 0,41 = 10,7 \text{ мкм.}$$

									Арк.
Зм	Авк.	№	Підпис	Дата					

Похибка закріплення заготовки

$$\varepsilon_s = \left[(K_{Kz} \cdot Rz + \frac{K_{HB}}{HB}) + C_1 \right] \left(\frac{Q}{19,6L} \right)^m = 7,5 \text{ мкм}$$

де HB – твердість матеріалу заготовки по Брінелю;

Q – сила, що діє по нормалі до опори, Н;

L – довжина утворює, по якій відбувається контакт, мм

Rz – параметр шорсткості поверхні, мкм;

Похибка положення заготовки:

$$\varepsilon_n = \beta \sqrt{N} \cdot \cos \gamma = 0,3 \cdot 70,71 \cdot 0,707 = 14,99 \text{ мкм}$$

де, β - емпіричний коефіцієнт для розрахунку величини зносу базових поверхонь призм;

N – річна програма випуску деталі, шт.;

γ - кут між напрямком виконуваного розміру і нормаллю до базової поверхні.

Отже, умова $\varepsilon \leq [\varepsilon]$ виконується, тому що $19,8 < 37,6$ обрана схема базування і закріплення заготовки в пристосуванні забезпечує задану точність обробки.

3.1.2 Визначення зусилля затиску

При свердлінні отвору складова сил різання Pz спрямована паралельно осі деталі і подвійний направляючої бази. Зусилля затиску:

$$P_3 = \frac{\kappa Pz}{f_1 + f_2} = \frac{2,5 \cdot 750,6}{0,16 + 0,16} = 5864,1 \text{ Н}$$

де, $\kappa = 2,5$, коефіцієнт запасу при фрезеруванні шпоночної фрезою;

$f_1 = f_2 = 0,16$, коефіцієнт тертя в зоні контакту: деталь - призми,

деталь - прихват.

Pz – складова сил різання,

$$Pz = \frac{10 C_p t^X s_z^Y B^U z}{D^q n^W} K_{M_P} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 9^{0,86} \cdot 0,01^{0,72} \cdot 22^{1,0} \cdot 3}{22^{0,86} \cdot 420^0} = 750,6 \text{ Н}$$

						Арк.
Зм	Адк.	№	Підпис	Дата		

де, $C_p = 68,2$, коефіцієнт у формулі розрахунку сил різання;

$t = 9,0$ мм , глибина різання;

$s_z = 0,01$ мм/зуб, подача на зуб фрези;

$B = 22$ мм, ширина фрезерування;

$z = 3$, кількість зубців фрези;

$D = 22$ мм, діаметр фрези;

$n = 420$ мин^{-1} , частота обертання фрези;

$K_{MP} = 1$ - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалу

заготовки; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ - показники ступеня в формулі для розрахунку сил різання.

3.1.3 Розрахунок параметрів пневматичного циліндра

Діаметр поршня гідравлічного циліндра для закріплення заготовки:

$$d_{\Pi} = \sqrt{\frac{4P_3}{\pi\rho\eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5864,1}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,93}} = 94,9 \text{ мм}$$

де, $P_3 = 5864,1$ Н, зусилля зажиму;

$\rho = 0,63 \text{ МПа}$, робочий тиск масла;

$\eta = 0,93$, коефіцієнт корисної дії гідравлічного циліндра.

На підставі розрахункових даних, в якості приводу затиску, приймаємо стандартний пневматичний циліндр двосторонньої дії $\varnothing 100$ мм, ДСТУ 19897-85.

Технічна характеристика гідравлічного циліндра:

Діаметр поршня - 100 мм,

Діаметр штока - 50 мм,

Хід поршня не більше - 16 мм.

Реалізована сила на штоку гідравлічного циліндра при робочому тиску масла 0,63 МПа:

штоухальна - 14,5 кН;

тягова - 10,8 кН.

										Арк.
Зм	Адк.	№	Підпис	Дата						

3.1.4 Розрахунок пристосування на міцність

Розрахунок пристосування на міцність проводиться по найбільш слабкій ланці при передачі зусилля затиску від гідравлічного циліндра на деталь.

Креслення пристосування наведено на аркуші. Найбільш слабкою ланкою є опорний болт прихвата, що працює на розрив. Міцність опори перевіряємо за

умовою:

$$\sigma_P = \frac{4P}{\pi * d^2} \leq [\sigma_P] \quad (3.2)$$

де, $P = 8,5$ кН, сила діюча на опору;

$d = 14,9$ мм, внутрішній діаметр різьби.

Розрахунок:

$$\sigma_P = \frac{4 \cdot 85000}{3,14 \cdot 14,9^2} = 48,8 \text{ МПа}$$

За умовою, $48,8 \text{ МПа} < 215 \text{ МПа}$;

Отже, по міцності на розрив опора прихвата з різьбленням М18 витримує зусилля затиску.

									Арк.
Зм	Арк.	№	Підпис	Дата					

4. РОЗДІЛ АВТОМАТИЗАЦІЇ

4.1. Програмна реалізація обробки деталі в Siemens NX

Конструювання (CAD)

До складу конструкторських програм NX входять інструменти для проектування деталей, роботи зі складками, створення користувацьких конструктивних елементів, проектування листових тіл, створення простих і складних поверхонь, підготовки креслень, а також різні модулі для проектування трубопроводів, розробки електричних джгутів, засоби моделювання людини, проектування друкованих плат, розробки прес-форм і штампів.

Промисловий дизайн

Засоби промислового дизайну в NX призначені для моделювання поверхонь вільної форми, аналізу і редагування поверхонь візуалізації, автомобільного дизайну, рішення задач зворотного розробки, інтеграції з конструкторськими САПР (CAD), засобами інженерного аналізу (CAE) і технологічними САПР (CAM).

- Freeform Shape — засоби для автоматизованого промислового дизайну.
- Dynamic & Photorealistic Rendering — створення фотореалістичних зображень виробів.

Один з напрямків промислового дизайну - зворотна розробка. У цьому випадку застосовується наступна послідовність дій. Перше завдання - імпорт хмари точок (може містити як тисячі, так і мільйони точок). Ці точки отримують за допомогою сканера (наприклад, лазерного) або на механічних вимірювальних машинах. Наступний крок - імпорт в NX STL файлу, що містить відскановану інформацію. На основі отриманих даних в NX формується 3D-поверхнева і / або твердотільна геометрія. Залежно від необхідної якості готової моделі можуть застосовуватися різні методи обробки і створення геометрії, вибір методу також залежить від часу, який буде витрачено на обробку даних.

Розробка механічних систем

NX дозволяє виконати моделювання деталей і зборок виробу, провести аналіз перетинів і розрахунок маси, підготувати 2D-документацію - креслення або 3D-документацію з використанням PMI (розміри і анотації наносяться на 3D-модель).

Розробка електромеханічних систем

Засоби створення електромеханіки в NX дають можливість поєднувати в виробі механічні елементи, електричну проводку та інформацію про логічному підключенні. NX Routing Harness - кошти для прокладки джгутів у виробках.

										Арк.
Зм	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата						

Система дозволяє проводити обмін кабельним журналом з ECAD-системами (наприклад: E3.series, Electric, Mentor Graphics і іншими). Створювати 3D-уявлення джгута в виробі, виконувати перевірки, створювати документацію і готувати інформацію для виробництва.

Mechatronics Concept Design

Дане рішення дозволяє на ранніх етапах проектування виконати початкові фізичні перевірки і провести симуляцію працездатності конструкції. MCD призначений для концептуальної розробки продуктів і ґрунтується на методології функціонального проектування.

Станом на 2018 рік в MCD можна задати характеристики тіл, визначити типи кінематичних з'єднань, задати швидкості і положення елементів, визначити датчики і сенсори, призначити послідовність тимчасових інтервалів роботи з'єднань. В кінцевому підсумку виконати симуляцію роботи конструкції з урахуванням динамічних характеристик деталей і вузлів.

Інженерний аналіз (CAE)

Набір засобів інженерного аналізу в системі NX являє собою модуль NX Advanced Simulation, що складається з пре- і постпроцесора NX Advanced FEM і підключаються до інтерфейсу розрахункових вирішувачів.

Дана система може працювати як незалежно, так і під управлінням Teamcenter.

Як розрахункових (CAE) модулів виділяють NX Nastran для вирішення завдань механіки твердих тіл, що деформуються, NX Thermal для вирішення теплових задач і NX Flow для вирішення завдань гідро-газодинаміки.

Проектування оснащення

NX Tooling - набір модулів з проектування технологічної оснастки. Це вертикальні рішення, які забезпечують експертні рішення для окремих технологічних процесів. включає:

- Mold Wizard - пакет проектування прес-форм.
- Progressive Die Wizard - пакет проектування штампів послідовної дії.
- Die Engineering і Die Design - модулі проектування штампів і структури штампів.
- One Step Formability - однокроковий аналіз формуємості.
- Electrode Design - модуль проектування електродів.

Додатки створені з урахуванням принципу майстер-моделі і забезпечують асоціативну зв'язок як з виробом (CAD), так і з проектом обробки оснастки в САМ.

Програмування верстатів з ЧПУ (CAM)

NX CAM - модуль підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

									Арк.
Зм	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата					

Підтримує різні види обробки: токарної обробки, фрезерну обробку на 3-5-осьових верстатах з ЧПК, токарно-фрезерну, електроерозійні дротяну обробку. Система NX CAM підтримує прогресивні види обробки і устаткування: високошвидкісне фрезерування, обробку на основі елементів, токарно-фрезерні багатофункціональні верстати. Містить вбудований модуль симуляції обробки на верстаті, що працює в кодах керуючої програми (G-кодах), який використовується для аналізу УП і забезпечує контроль зіткнень.

Асоціативний зв'язок між вихідною моделлю і сформованої траєкторією інструменту забезпечує автоматичне оновлення даних при внесенні змін.

Програмування КІМ і аналіз даних вимірювання

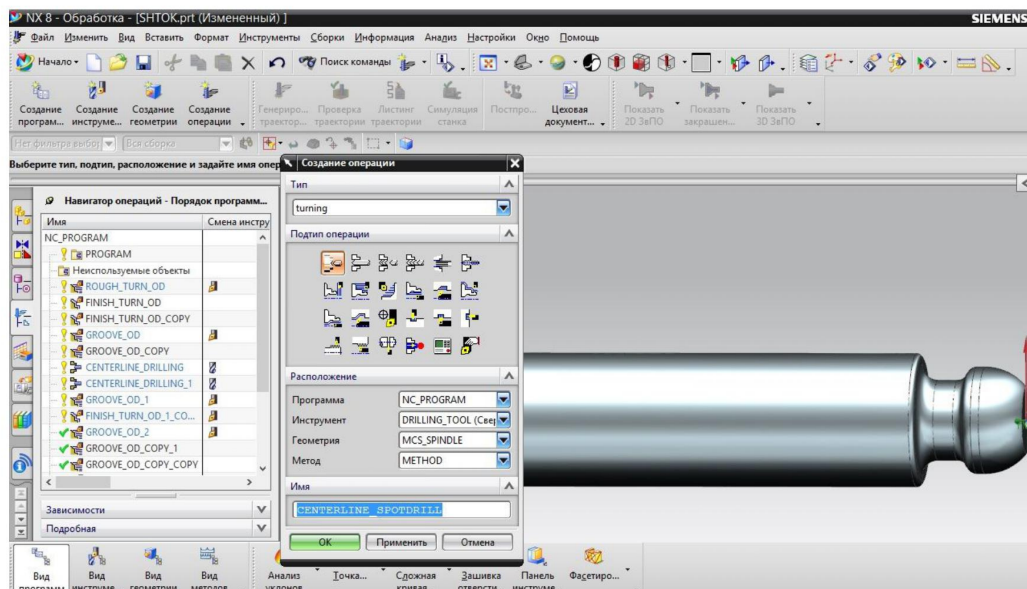
Модуль з програмування координатно-вимірювальних машин (КІМ) забезпечує підготовку керуючих програм для КІМ і аналіз даних вимірювання, в тому числі порівняння даних вимірювання з 3D-моделлю. Вимірювальні операції асоціативні вимогам до контролю моделі, заданих як РМІ. Підтримується симуляція процесу вимірювання на КІМ на основі коду УП (зазвичай DMIS).

підготовка виробництва

Рішення NX для автоматизації підготовки виробництва включають в себе інструменти для настройки і розширення функціональності NX під конкретні потреби замовника: створення керованих знаннями додатків (Knowledge Fusion); протоколювання; АРІ-інтерфейси; засоби настройки призначеного для користувача інтерфейсу.

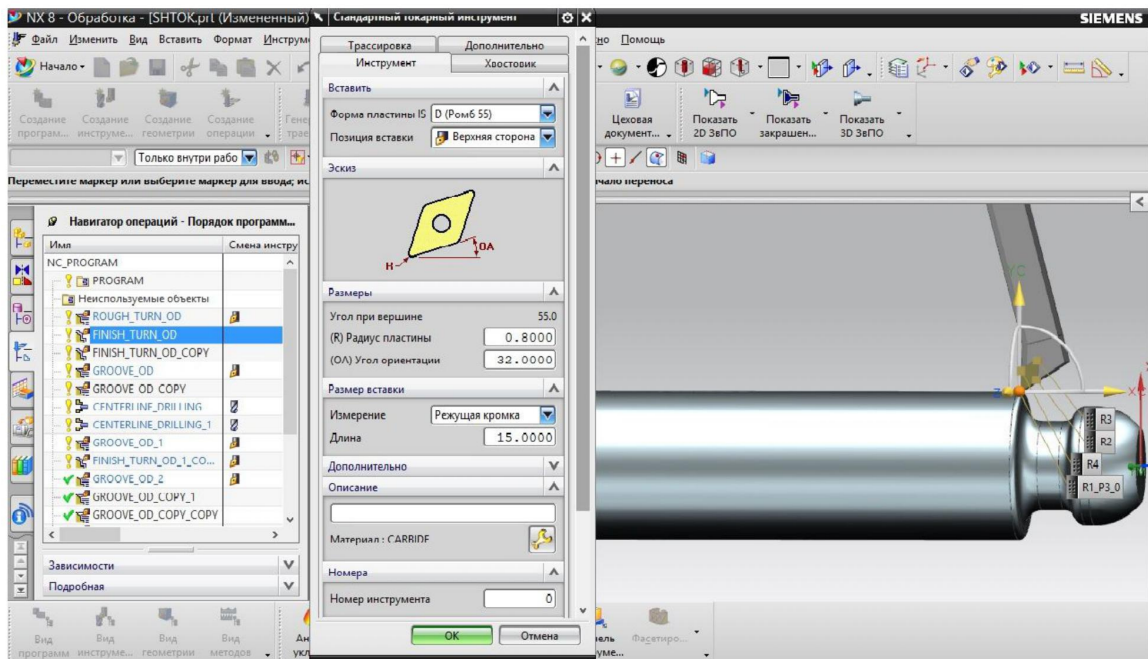
У середовищі Siemens NX була створена 3Д модель деталі «Шток».

- першим кроком є призначення заготовки, і визначення сторони обробки.
- другим кроком було вибір і розбивка на методи обробки:



						Арк.
Зм	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- наступним кроком призначено тип обробних швидкоз'ємних пластинок:



Програма дозволяє провести візуалізацію обробки, перевірити операцію на заріз і зіткнення держателя з заготівлею.

Візуалізація обробки:

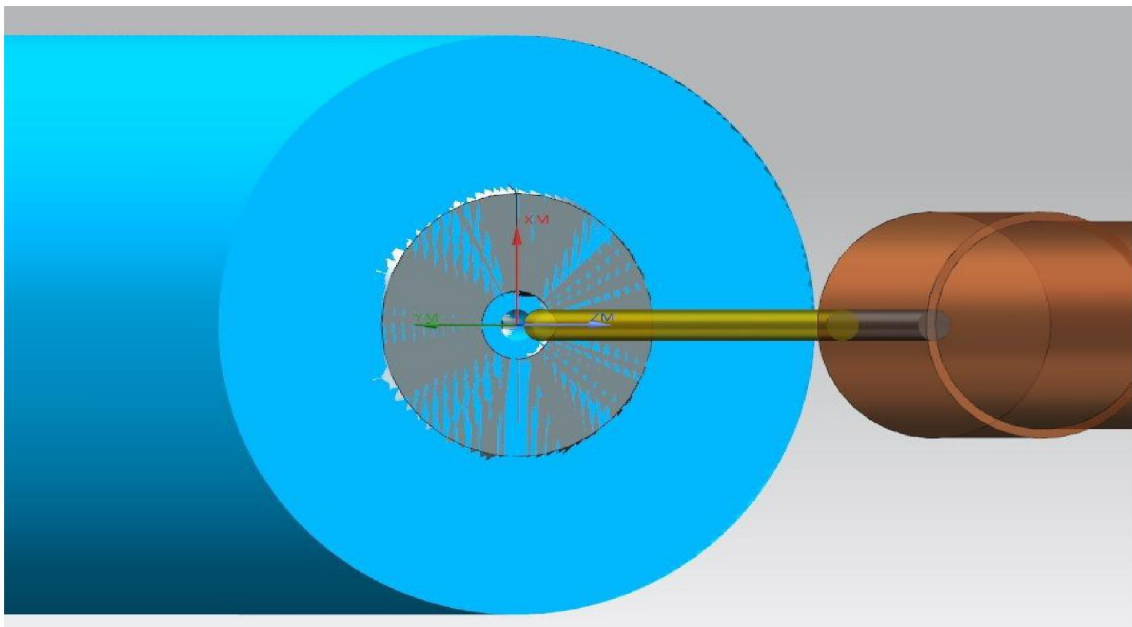


Рис.1. Центровка

						Арк.
Зм	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

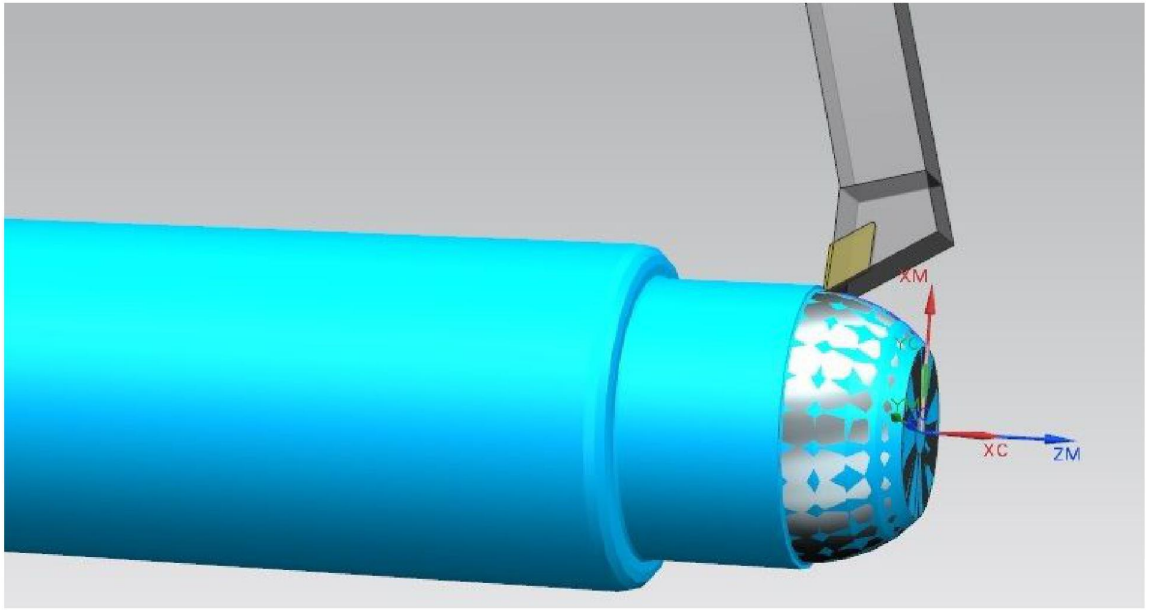


Рис. 2. Токарна

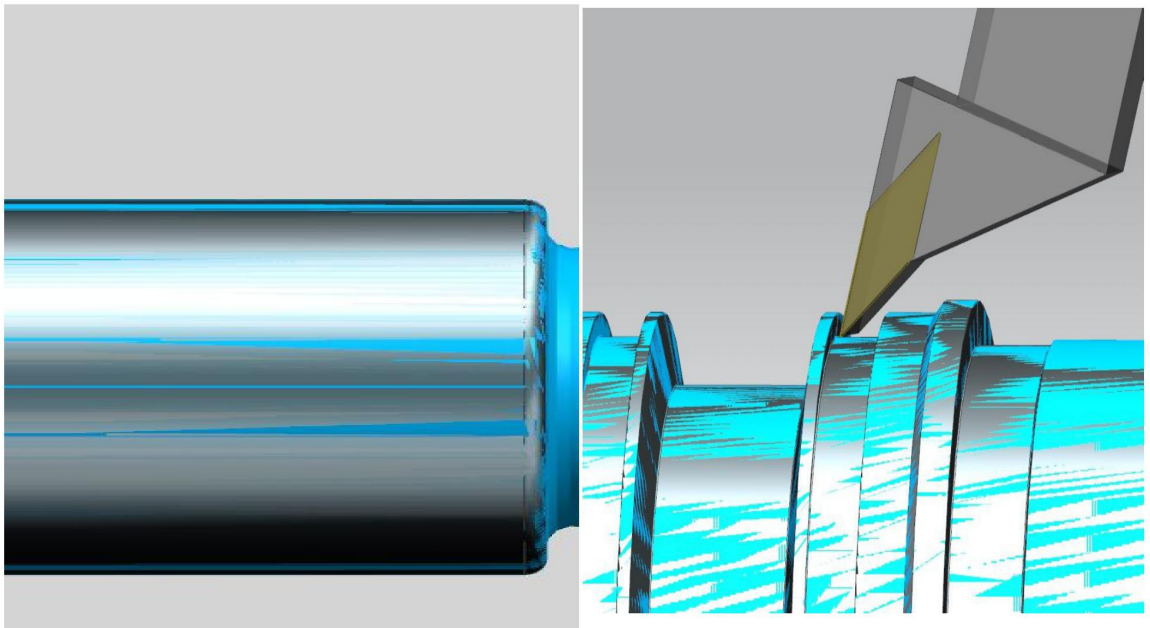


Рис.3. Виборка чистова

						Арк.
Зм	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

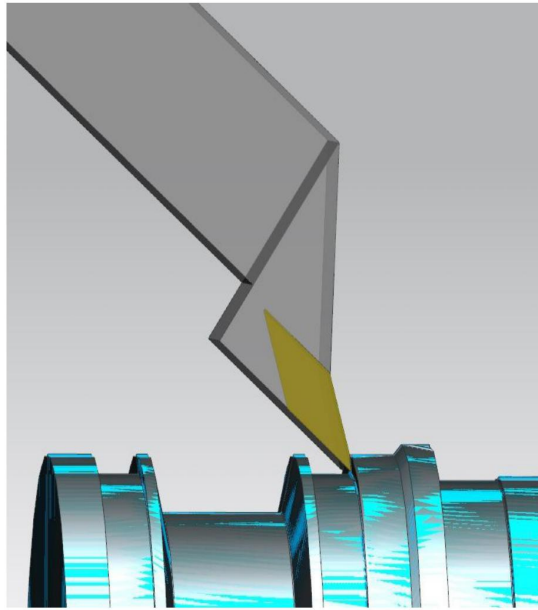


Рис. 4. Точення «ласточкин хвист»

Після повної обробки в якості результату отримуємо не тільки графічне відображення результату, але і машинний код для верстата, тобто відбувається генерація керуючої програми (Рис. 5).

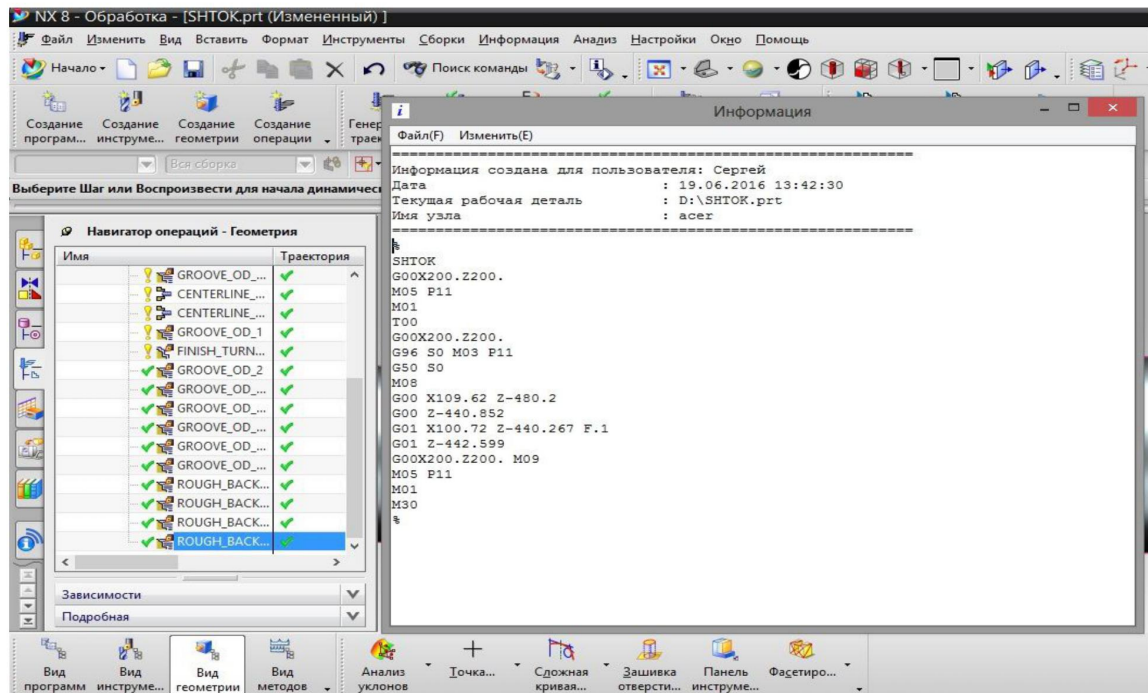


Рис.5. Генерація коду УП

						Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як програма не може видати повністю готовою УП програму:

- відсутні безпечні швидкі підводи і відводи;
- програма не видає код у вигляді спеціальних циклів;
- оператор ЧПУ верстата не зможе зупинити подачу МОР самостійно
- немає розподілу на кадри.

Тому код УП доробився вручну в програмі SIMCO Edit (Рис. 6)

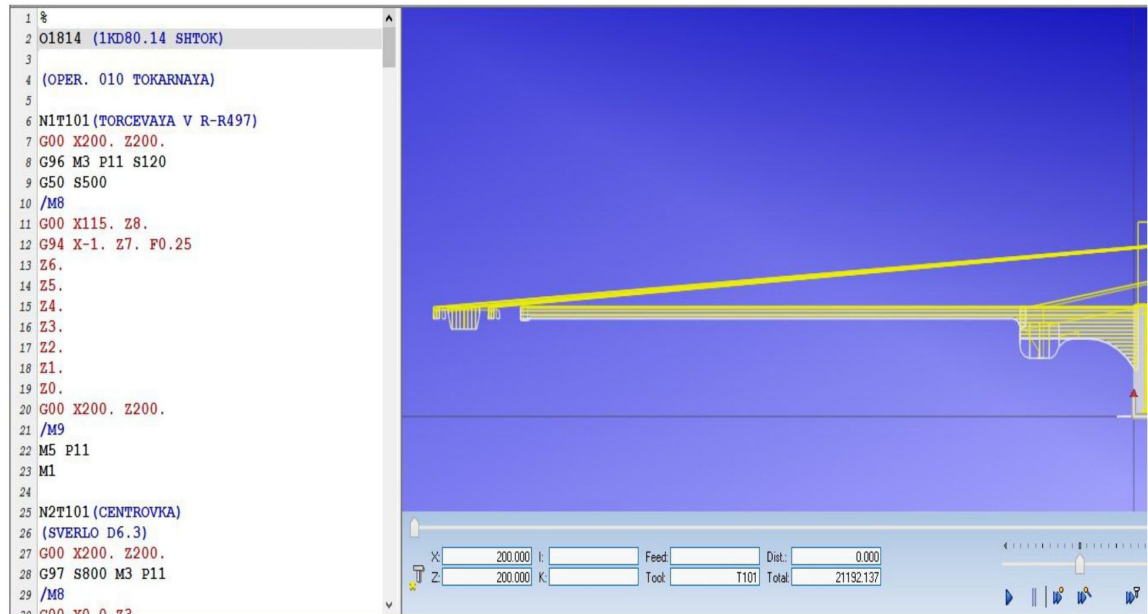


Рис. 6. Доробка УП

Представлена частина коду керуючої програми:

```
%  
O1814 (1KD80.14 SHTOK)  
  
(OPER. 010 TOKARNAYA)  
  
N1T101(TORCEVAYA V R-R497)  
G00 X200. Z200.  
G96 M3 P11 S120  
G50 S500  
/M8  
G00 X115. Z8.  
G94 X-1. Z7. F0.25  
Z6.  
Z5.  
Z4.  
Z3.  
Z2.
```

						Арк.
Зм	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Z1.
Z0.
G00 X200. Z200.
/M9
M5 P11
M1

N2T101(CENTROVKA)
(SVERLO D6.3)
G00 X200. Z200.
G97 S800 M3 P11
/M8
G00 X0.0 Z3.
G01 Z-11.803 F.1
G01 Z3.
/M9
M5 P11
M1
G00 X200. Z200.
/M9
M5 P11
M1
M30
%

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, так як дозволяє побачити і перевірити обробку, відстежити переміщення інструменту в СИМСО за координатами, що в свою чергу, позитивно відбивається на економічній ефективності.

									Арк.
Зм	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата					

Висновок

Після викладу розділів дипломного проекту зробимо висновки про виконану роботу в наступному:

- в аналітичному розділі проведено аналіз креслень конструкцій деталі хрестовина метою визначення якісної оцінки технологічності конструкцій та визначення коефіцієнта уніфікації деталі, що представляє собою кількісну оцінку технологічності конструкцій деталі;

- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі хрестовина, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовок, розробляється маршрут обробки деталей, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей досягли вищої точності і зниження основного технологічного часу за рахунок раціональної послідовності обробки деталі хрестовина на верстаті з ЧПК;

- в конструкторському розділі спроектовано спеціальне верстатне пристосування, яке забезпечує мінімальне допоміжний час на установку, закріплення і зняття деталі після обробки; необхідну точність і жорсткість при закріпленні заготовки; безпечні умови обробки на верстаті. Також спроектовано спеціальний ріжучий і вимірювальний інструмент;

- в спеціальному виконано аналіз оптимальних варіантів автоматизованої токарно-фрезерної обробки деталі за умов використання CAD-CAM систем

						Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

Література

- [1] Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов / Н.Н. Зорев – М.: Машгиз, 1956. – 368 с.
- [2] Розенберг А.М. Элементы теории процесса резания металлов / А.М. Розенберг, А.Н. Еремин. – М.: Машгиз, 1956. – 319 с.
- [3] Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров – М. : Машиностроение, 1975. – 344 с.
- [4] Мазур М.П. Основи теорії різання металів / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок та ін., під заг. ред. М.П. Мазура. – Новий світ 2000, 2010. – 422 с.
- [5] Гордон М.Б. Исследование трения и смазки при резании металлов / М.Б. Гордон // В сб: Трение и смазка при резании металлов – Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та, 1972. – С. 7 – 89.
- [6] Остафьев В.А. Расчет динамической прочности режущего инструмента / В.А. Остафьев – М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
- [7] Макаров А.Д. Износ и стойкость режущего инструмента / А.Д. Макаров – М.: Машиностроение, 1966. – 264 с.
- [8] Армарего И. Дж. А. Обработка металлов резанием / И. Дж. А. Армарего, Р.Х. Браун. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
- [9] Кравченко Ю.Г. К вопросу эмпирического определения напряжений и коэффициентов трения при стружкообразовании / Ю.Г. Кравченко, В.А. Дербаба, Н.В. Крюкова // Резание и инструмент в технологических системах: Международ. науч.-техн. сб. Харьков : НТУ "ХПИ", 2015. – Вып. 85. – С. 137 – 148.
- [10] Пат. на винахід 115883 Україна, МПК G01N 19/02 B23B 27/16 G01N 3/58 (2006.01). Спосіб визначення коефіцієнта тертя стружки з лезом / Кравченко Ю.Г. (Україна), Крюкова Н.В. (Україна), Дербаба В.А. (Україна); власник патенту Державний ВНЗ "Національний гірничий університет". – № а201604895; заявл. 04.05.16; опубл. 27.02.17 бюл. №4, публ. видачі патенту 26.12.2017 бюл. №24 – 6 с.: іл.
- [11] Зорев Н.Н. Расчет проекций силы резания / Н.Н. Зорев – М.: Машгиз, 1958. – 56 с.
- [12] Силин С.С. Метод подобия при резании металлов / С.С. Силин – М.: Машиностроение, 1979. – 152 с.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум	Подпись	Дата					

13. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. -Минск.: Высшая школа, 1983.

14. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979, 303 с.

15. ГОСТ 26645-85 Отливки из черных и цветных металлов «Допуски и припуски на механическую обработку отливок из черных и цветных сплавов».

16. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные «Допуски размеров и припуски на механическую обработку».

17. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов.- М.: Высшая школа, 1969.

18. Кащук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. – М.: Машиностроение, 1988, 480 с.

19. Кодирование технологической информации: Справочное пособие/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГУ, 2003.-24с.

20. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.И.Холоша, Ю.Г.Кравченко – Днепропетровск: НГУ, 2004.- 34с.

21. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справочник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.

22. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.:Машиностроение, 1989 –638с.

23. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник / В.С.Самойлов, Э.Ф.Эйхманс, В.А.Фальковский и др. – М.: Машиностроение, 368 с.

24. Металлорежущие инструменты / Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л.Боровой и др.,-М.:Машиностроение, 1989, 326 с.

25. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с.

26. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.

27. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы на работы, выполняемые на металлорежущих станках с ПУ.- М: НИИТруда. 1986.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум	Подпись	Дата					

28. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И.Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с.
29. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев.: Вища школа, 1991
30. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия изд. второе. - Минск Москва.:ИП «Экоперспектива», 1998.
31. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов / Под ред. И.И. Семенченко–М.:Машгиз,1962,952 с.
32. Справочник нормировщика / А.В.Ахумов, Б.М.Генкин, Н.Ю.Иванов и др.; Под общ. ред. А.В.Ахумова. – Л.: Машиностроение, 1986, 458 с.
33. Справочник технолога-машиностроителя 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. Т.1.
34. Справочник технолога-машиностроителя 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.: - Машиностроение, 1985. Т.2.
35. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с.
36. Стандарт вищого навчального закладу. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи спеціаліста - дипломного проекту - Дніпропетровськ, 2000.
37. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М.Колесов и др.- М.: Машиностроение, 1986, 480 с.
38. Шарин Ю.С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1986, 178 с.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум	Подпись	Дата					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		19		Болт М10х25 ГОСТ 155589-70	1	
		20		Болт 7002-0586 ГОСТ 14724-69	2	
		21		Винт М4х8.58 ГОСТ 17475-80	1	
		22		Винт М6х25.58 ГОСТ 17473-80	4	
		23		Винт М8х20.58 ГОСТ 1491-80	8	
		24		Винт М10х25.88 ГОСТ 11738-72	12	
		25		Винт М10х25.88 ГОСТ 1482-75	2	
		26		Вилка 7018-0352 ГОСТ 4738-67	2	
		27		Гайка М16.5 ГОСТ5929-70	2	
		28		Гайка М16.12 ГОСТ8381-73	2	
		29		Гайка 7003-0134 ГОСТ12460-67 Кольцо ГОСТ 9833-74	1	
		30		016-020-25	1	
		31		030-035-30	1	
		32		095-100-30	2	
		33		105-110-30	1	
		34		Кольцо СГ-52-39-5 ГОСТ 6418-81	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

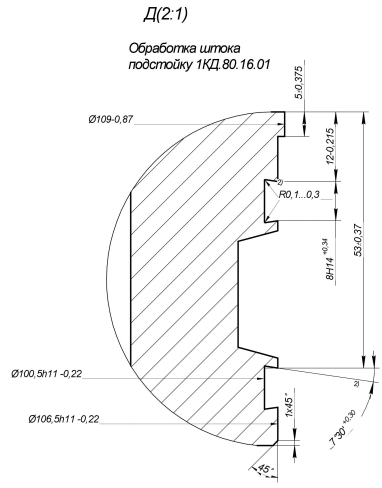
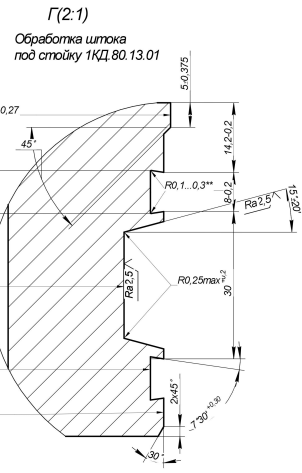
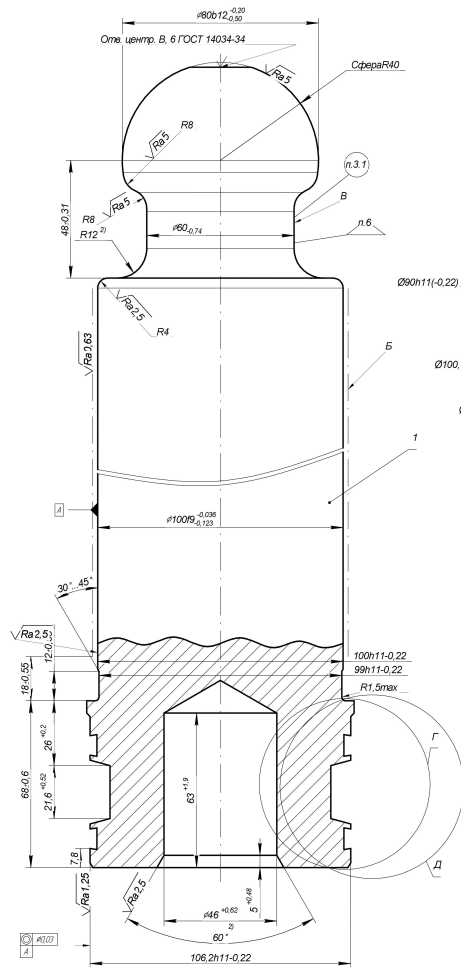
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		35		Кольцо запорное 100x2,5 МН 470-61	1	
		36		Ось 2-12 дбх40 ГОСТ 9650-66	2	
		37		Угольник шлангов ВГ-34	1	
		38		Шайба 10Н ГОСТ 6402-70	1	
		39		Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371-78	4	
				Штифт ГОСТ 3128-74		
		40		12п6х36		
		41		10п6х50		
		42		Шплинт 3,2х20 ГОСТ 397-79	4	
		43		Шпонка 7031-0655 ГОСТ 14739-69	5	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					3

√Ra20 (✓)

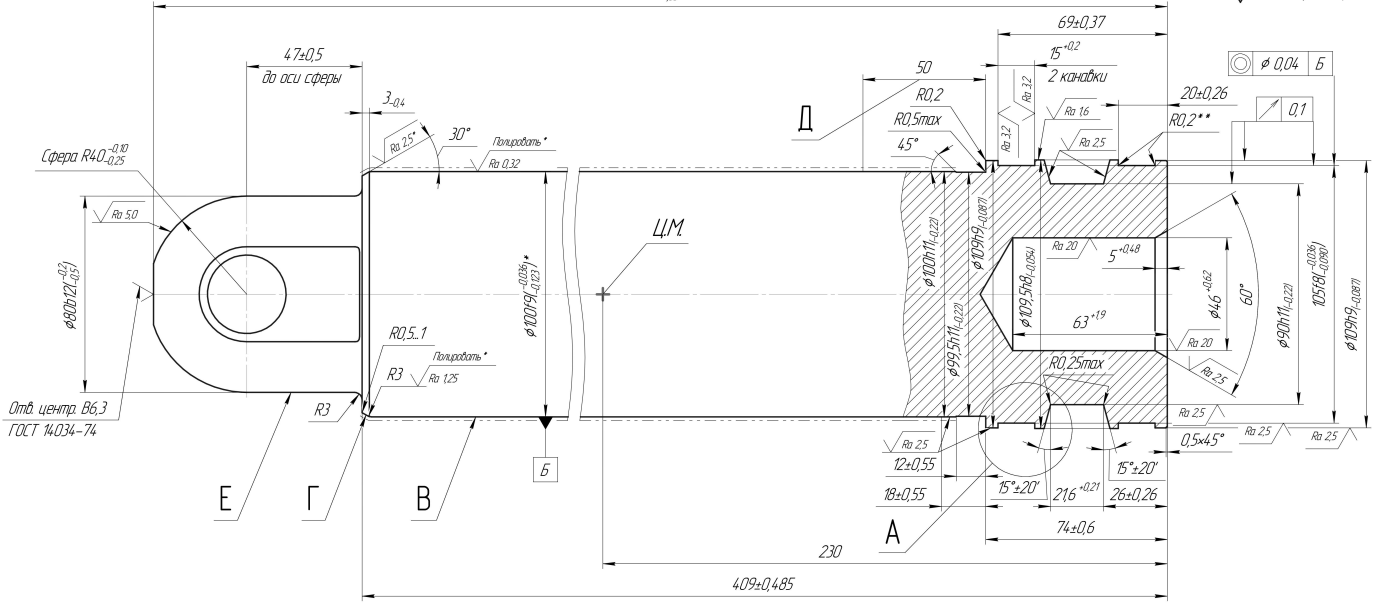


1. Улучшить 241...258HV. Допускается объемная термобработка 38.5...43.5HRC
2. Покрытие поверхности "Б" ХТВ 36...50. Поверхность "В" покрыть краской порошковой, белой RAL9016.
3. При поставке в запчасти:
 - 1) маркировать товарный знак Н12, обозначение шрифтом 8-ПР 3 ГОСТ 26.020-80, глубины 0,4...0,6мм;
 - 2) консервировать поверхности смазкой пушечной ГОСТ 19537-83
4. ± Размеры и шероховатость после покрытия.
5. ± Размеры обеспечить инструментом.
6. Клеймить: приемку ОТК; заводской знак качества, НВ присоединению.
7. *Размеры для справок.
8. После закатки колец (по 3.1) стьжи сварить присадка ЛК-62-05 ГОСТ 16130-90 или ЛЖМЦ99-1-1 ГОСТ 15527-70. Не допускается не прилегание дет. поз. 1 по поверхности "Г".
9. На поверхности "А" след от ролика не допускается.

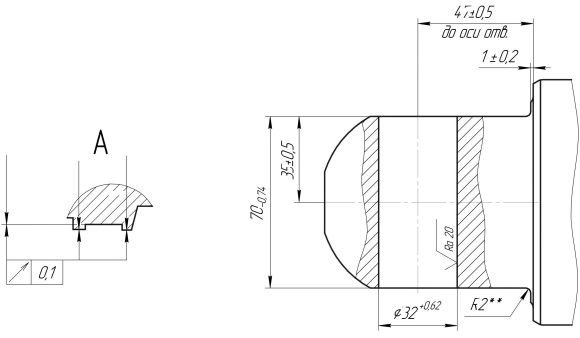
				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Апр.	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ		Балашов			44,76	1:1
Проект		Дубовик				
Технический		Дубовик				
Начальник						
Уста.		Проказе				
				110-ВЗ ГОСТ 2590-88		НТУ "ДП"
				Круге здохСА-2 ГОСТ 4543-71		131М-173-1

494_155

√ Ra 10,0 (✓)



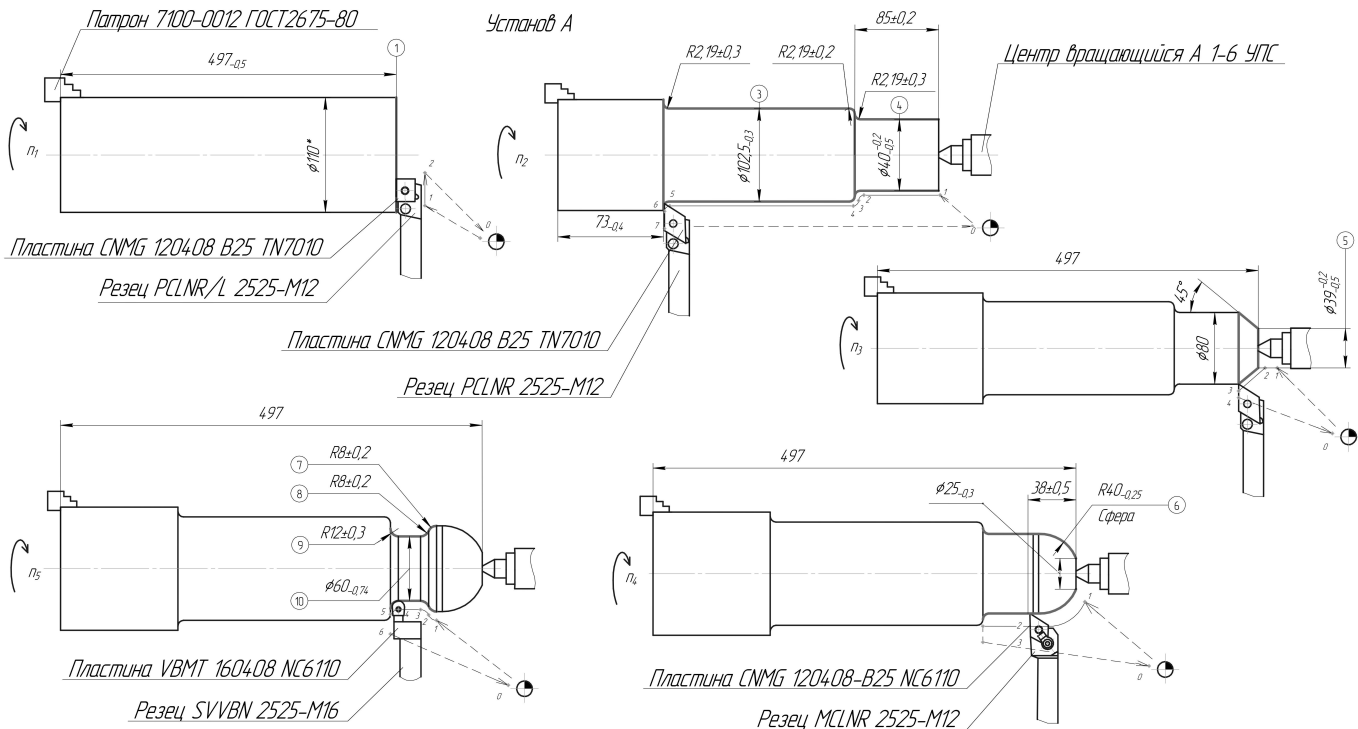
Отл. центр. B6,3
ГОСТ 14.034-74



1. Улучшить 241,285 НВ
2. *Размер и шероховатость поверхностей после покрытия
3. **Размер обеспечивается инструментом
4. Поверхность В до покрытия подвергнуть ротационной обработкой шероховатостью поверхности Ra0,63мкм. Допускается поверхность В калие ТВЧ H15,25, 45,1,5,3,3 НРС с заменой накатки на шлифовку с шероховатостью поверхности не ниже Ra0,32мкм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Исполн.	Масса	Масштаб
						26,8	1:1
<p>ШТОК</p> <p>110-В3 ГОСТ 2590-88 Корд. ЗОХИСА-2 ГОСТ 4543-71</p> <p>Копирдан</p>					<p>ИТУ ДИП</p> <p>Формат А2</p>		

Операция токарная с ЧПУ. Станок модели Mazak Nexus 200

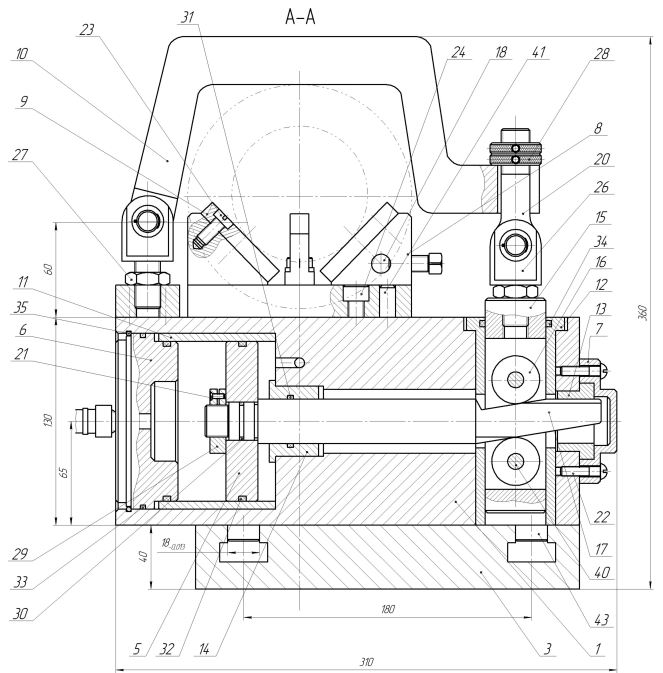
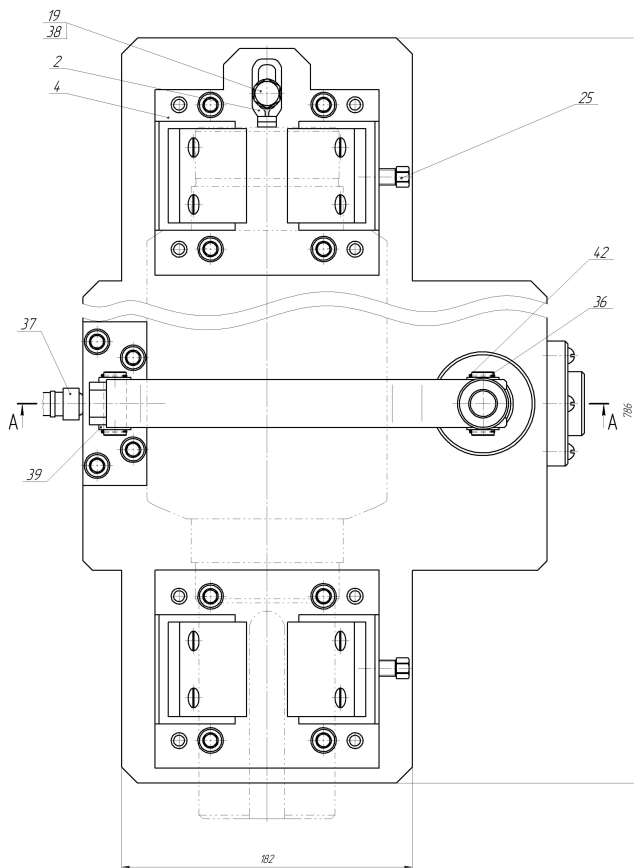


№резца	№ операции	v _{ср} (м/мин)	f (мм/об)	V _{ср} (м/мин)	Н _п (мм)	T _п (мин)
1	1	154	0,51	53,38	3,5	14
2	3,4	175	0,4	56,82	3,75	4,89
3	5	225	0,34	57,60	4,5	0,5
4	6	225	0,14	58,20	0,5	0,41
5	7,8,9,10	375	0,8	94,07	0,8	0,05

Условные обозначения

- Исходное положение
- Стартовая точка
- Рабочий ход
- Холостой ход

Изм.	Лист	№ детали	Контракт	Формат	A2
------	------	----------	----------	--------	----



Техническая характеристика

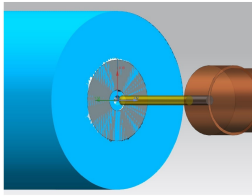
1. Диаметр поршня, мм	50
2. Диаметр штока, мм	25
3.ход поршня, мм	16
4. Рабочее давление воздуха, МПа	0,63
5. Усилие на штоке, кН	14,3
толщина	10,5

- Технические требования
1. Монтаж пневмоаппарата производится по месту и закрыть, утечка воздуха не допускается, подключение производится к системе подготовленного воздуха.
 2. При сборке подвижных частей смазать маслом ЦИАТИМ-203 ГОСТ 6267-74.
 3. Допуск на плоскость призм 0,02мм.

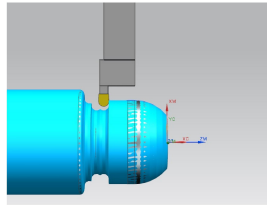
Исполн.	М.В.Иванов	Удобр.	Иванов	Специальное приспособление	Апр	Место	Место
Провер.	Иванов	Удобр.	Иванов	специальное	Иск	Иск	Иск
Начальн.	Иванов	Удобр.	Иванов				
Иванов	Иванов	Иванов	Иванов				

ИТУ "ДП" Чертеж ИТ

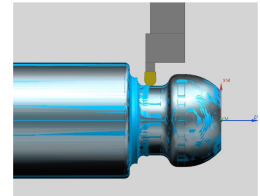
Программная реализация обработки детали "Шток" в Siemens NX



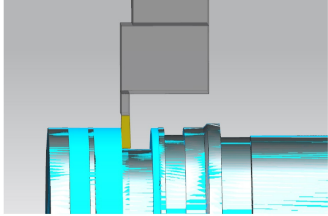
Центровка D6.3



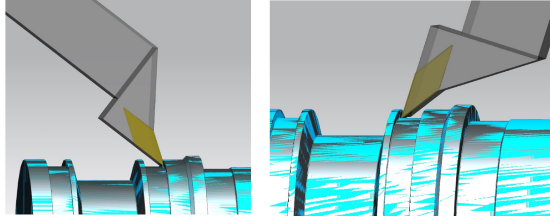
Черновая выборка



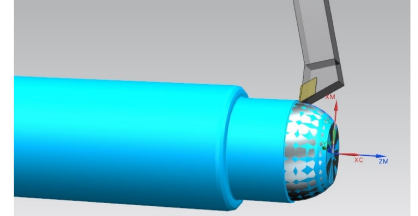
Выборка канавки пластина R5 L10



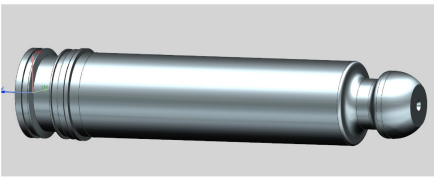
Точение канавок



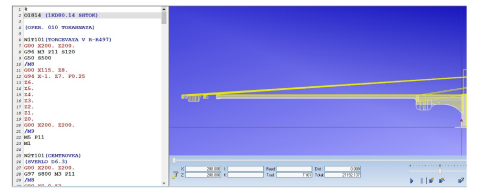
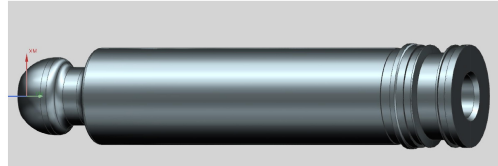
Точение "ласточкин хвост" пластиной Rφδ 35° R0.2



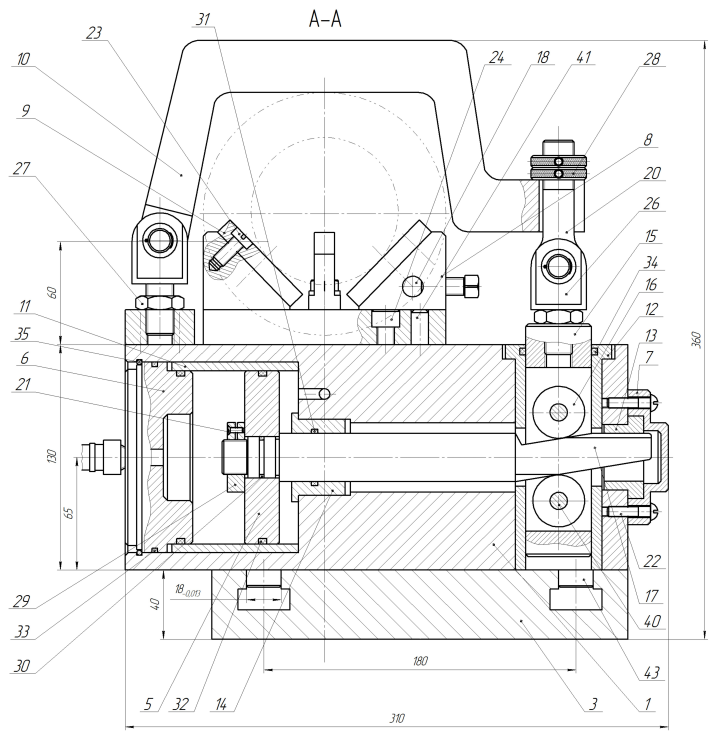
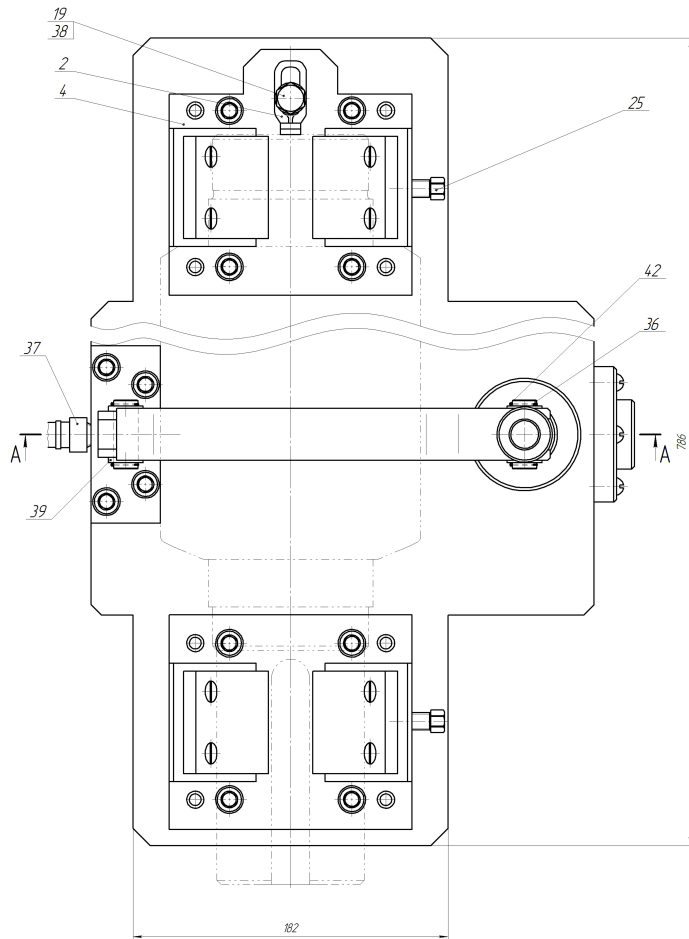
Точение сферы Rφδ 55° R0.8



Готовая деталь Шток



Доработка кода УП в SIMCO Edit



Техническая характеристика

1 Диаметр поршня, мм	50
2 Диаметр штока, мм	25
3 Угол поршня, мм	16
4 Разное давление воздуха, МПа	0,63
5 Усилие на штоке, кН	16,3
тянущее	10,5

Технические требования

- 1 Монтаж пневмоаппаратуры производить по месту и закрепить, утечка воздуха не допускается, подключение производить к системе подготовленного воздуха.
- 2 При сборке подвижных частей смазать маслом ЦИАТИМ-203 ГОСТ 6267-74.
- 3 Допуск на совпасть притяг 0,02мм