

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

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

*Заказ № 20*  
*В.А. Дербаб*

**ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
 кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Кришній Андрій Юрійович  
 (П.І.О.)  
 академічної групи 131м-19-1  
 (код)  
 спеціальності 131 Прикладна механіка  
 (код і назва спеціальності)  
 за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва  
 (офіційна назва)  
 на тему Комп'ютерне моделювання та розрахунок технології токарної  
обробки деталі для верстата з ЧПК

(печка та підпис ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Дербаб В.А.	90	Відмінно	<i>[Підпис]</i>
розділів				
Аналітичний	Дербаб В.А.	92	Відмінно	<i>[Підпис]</i>
Технологічний	Дербаб В.А.	91	Відмінно	<i>[Підпис]</i>
Конструкторський	Дербаб В.А.	90	Відмінно	<i>[Підпис]</i>
Спеціальний	Дербаб В.А.	93	Відмінно	<i>[Підпис]</i>
Рецензент	<i>Дорошенко С.О.</i>		Відмінно	<i>[Підпис]</i>
Нормоконтроль	<i>Стриж В.Б.</i>		Відмінно	<i>[Підпис]</i>

Дніпро  
 2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

  
(підпис)

В.В. Проців

(прізвище, ініціали)

« 12 »

10

2020 року

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

студенту Кришній А.Ю. академічної групи 131М-19-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

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

на тему Комп'ютерне моделювання та розрахунок технології токарної обробки деталі для верстата з ЧПК

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 18.11.20 № 952-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності конструкції деталі	12.10.20-25.10.20
Технологічний	Проектування технології обробки Розробка комплексу документації	26.10.20-08.11.20
Конструкторський	Розрахунок та проектування спеціального пристосування	09.11.10-22.11.20
Спеціальний	Автоматизація технології обробки деталі на верстаті з ЧПК	23.11.20-13.12.20

Завдання видано   
(підпис керівника)

Дербаба В.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.10.20

Дата подання до екзаменаційної комісії  
Прийнято до виконання


11.12.20

  
(підпис студента)

Кришній А.Ю.

(прізвище, ініціали)


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

ПОГОДЖЕНО  
керівник кваліфікаційної роботи  
доцент кафедри ТММ  
  
В.А. Дербаба  
"16" 12 2020р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри технологій  
машинобудування та матеріалознавства  
професор \_\_\_\_\_ В.В. Проців  
"\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_р.



Комп'ютерне моделювання та розрахунок технології  
токарної обробки деталі для верстата з ЧПК



ТММ.131-ОПМ.20.01.ПЗ

Студент групи 131м-19-1 ММФ  
 А.Ю. Кришній  
"16" 12 2020р.

## Зміст

Вступ.....	6
1 Аналітичний розділ .....	6
1.1 Технологічний контроль робочих креслень деталей та їх вимог.....	6
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі «Шток».....	8
1.3 Аналіз базового технологічного процесу деталі.....	9
2 Технологічний розділ.....	10
2.1 Визначення типу виробництва і форми його організації.....	10
2.2 Вибір та обґрунтування методу отримання заготовки деталі «Шток».....	11
2.3 Вибір методів обробки поверхонь деталей «Шток».....	15
2.4 Вибір технологічних баз і розробка маршруту обробки деталі.....	17
2.5 Вибір технологічного обладнання.....	18
2.6 Визначення режимів різання.....	19
3 Конструкторський розділ.....	25
3.1 Проектування верстатного пристосування.....	25
3.1.1. Силовий розрахунок пристосування .....	25
3.1.2 Визначення зусилля затиску.....	27
3.1.3 Розрахунок параметрів пневматичного циліндра.....	28
3.1.4 Розрахунок пристосування на міцність .....	29
4 Спеціальний розділ.....	30
Висновки.....	39
Література.....	40
Додаток 1. Технологічний процес механічної обробки деталі «Шток».....	43
Додаток 2. Специфікація верстатного пристосування.....	63
Додаток А.....	66
Додаток Б.....	67

ТММ. 131 - ОПЛМ. 20.01.ПЗ							
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата			
Розроб.		Кришній			Лит.	Лист	Листов
Прок.		Дербаба				5	12
В. Контр.					НТУ «ДП»		
Утв.		Проців					
Кваліфікаційна робота магістра							

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітки
			<u>Документація</u>		
A4		TMM.131-ОППМ.20.01ПЗ	Пояснювальна записка	64	
A4		2070743.01140.00012	Комплект техдокументації	24	
			<u>Графічні матеріали</u>		
A1		TMM.131-ОППМ.20.01.001	Шток	1	РК
A1		TMM.131-ОППМ.20.01.002	Наладка технологічна	1	-
A1		TMM.131-ОППМ.20.01.003	Верстатне пристосування	1	СК
A1		TMM.131-ОППМ.20.01.004	Автоматизація технології	1	-
TMM.131-ОППМ.20.01ПЗ					
Из	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	
Розраб.	Кришній				Лист
Керівн.	Дербаба				Лист
Н.конт					Листов
Зате.	Проців				
Матеріали кваліфікаційної роботи					НТУ «ДП» ММФ

## РЕФЕРАТ

### Тема дипломного проекту:

«Комп'ютерне моделювання та розрахунок технології токарної обробки деталі для верстата з ЧПК».

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 CAD / CAM 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 42% 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 CAD / CAM на основі застосування закладених можливостей в сучасне програмне забезпечення SOLIDWORKS і FeatureCAM.

Висновки:

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

Ключові слова:

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

# 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.

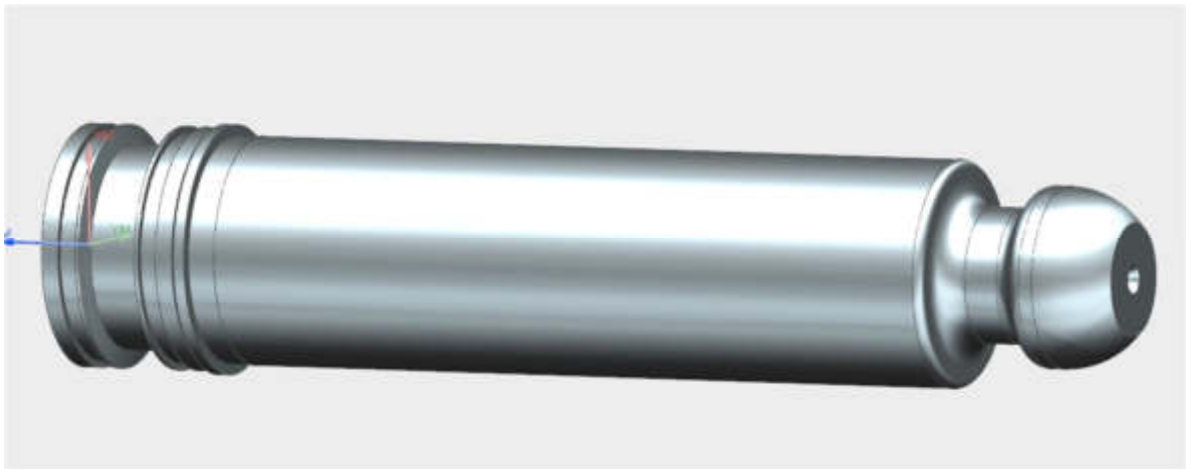


Рис.1 Тривимірна модель деталі «Шток»

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 ... 285НВ;
- 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 ЛЖМЦ99-1-1 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 відпускнуї крихкості схильна.

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

										Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	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  $a$  - 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.

$\Phi$  - 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					

### 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	Арк.	№	Підпис	Дата						



логічному підключенні. Routing Harness - кошти для прокладки джгутів у виробі. 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 2020 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 FeatureCAM являє собою модуль Advanced Simulation, що складається з пре- і постпроцесора Advanced FEM і підключаються до інтерфейсу розрахункових вирішувачів.

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

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

#### *Проектування оснащення*

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 формуючості.
- 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 CAM.

										Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

### *Програмування верстатів з ЧПУ (САМ)*

FeatureCAM - модуль підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

Підтримує різні види обробки: токарної обробки, фрезерну обробку на 3-5-осьових верстатах з ЧПК, токарно-фрезерну, електроерозійні дротяну обробку. Система FeatureCAM 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 FeatureCAM для автоматизації підготовки виробництва включають в себе інструменти для настройки і розширення функціональності FeatureCAM під конкретні потреби замовника: створення керованих знаннями додатків (Knowledge Fusion); протоколювання; АРІ-інтерфейси; засоби настройки призначеного для користувача інтерфейсу.

У середовищі SOLIDWORKS 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	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

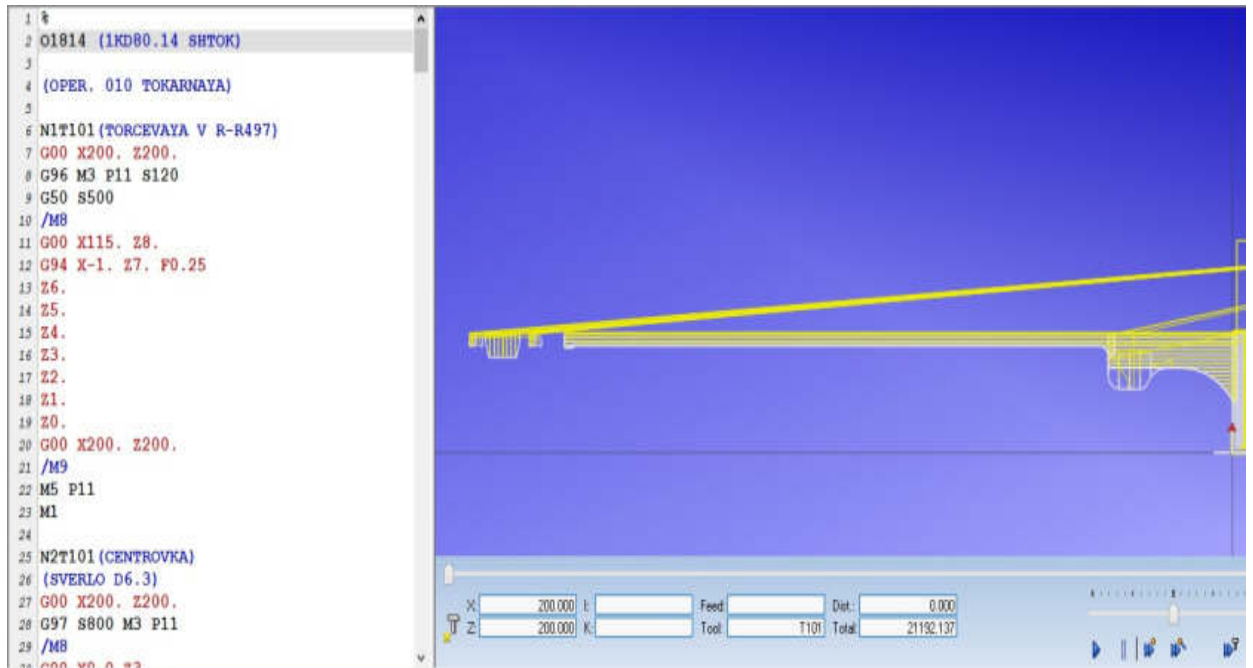


Рис. 6. Дробка УП

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

										Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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	Арк.	№ докум.	Підпис	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] Армарево И. Дж. А. Обработка металлов резанием / И. Дж. А. Армарево, 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: Междунар. 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. Горбацевич 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. Кашук 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			

## 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;

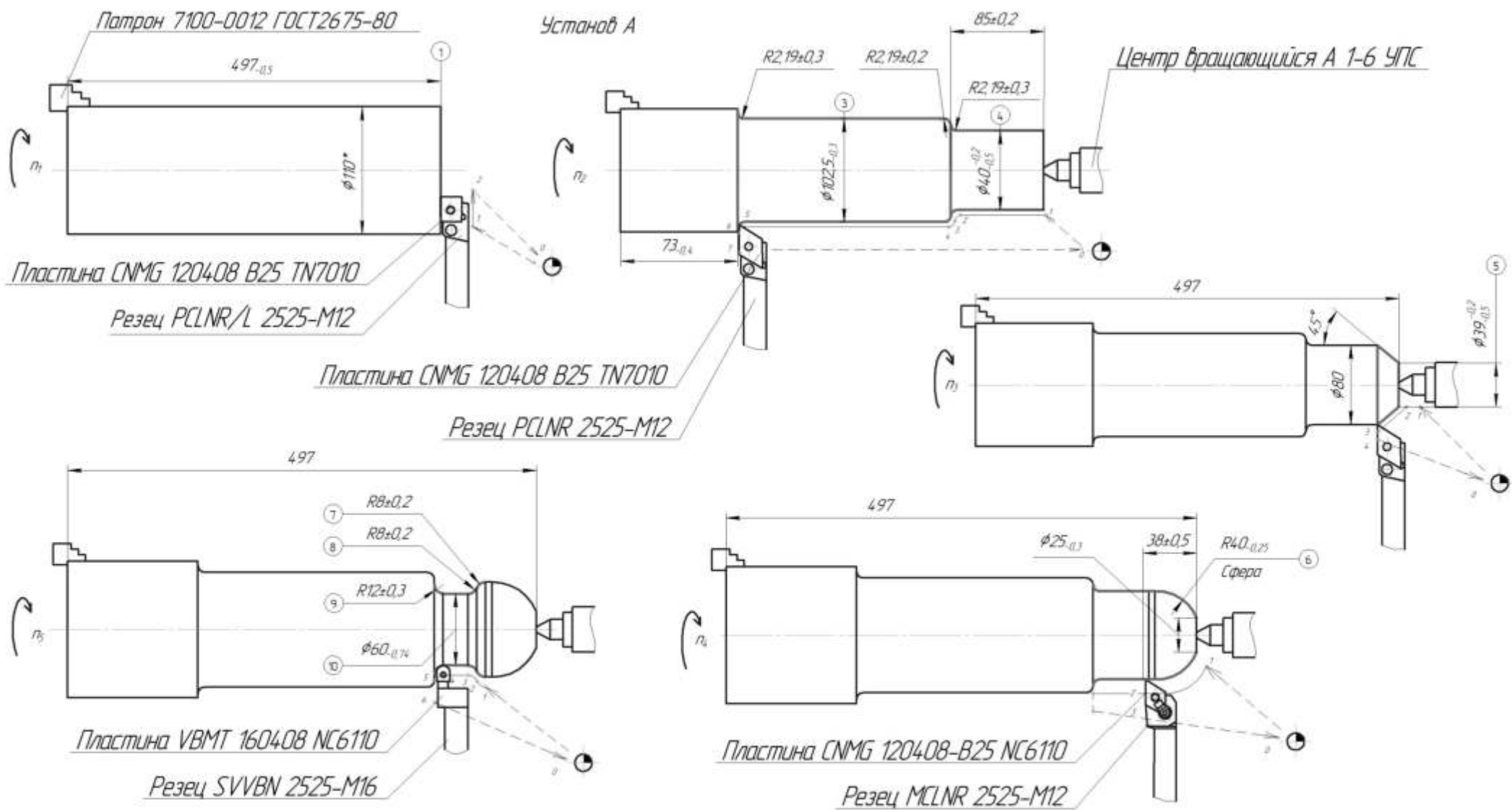
- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі хрестовина, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовок, розробляється маршрут обробки деталей, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей 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					

# Операция токарная с ЧПК. Верстат модели Mazak Nexus 200



№резца	№ операции	град/мин	Ст/мм/об/л	В/м/мин	Н/мм/л	Толщина
1	1	154	0,51	53,38	3,5	14
2	34	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	7890	375	0,8	94,07	0,8	0,05

Условные обозначения

- Исходное положение
- Опорная точка
- Рабочий ход
- Холодовой ход



**РЕЦЕНЗІЯ**  
**на кваліфікаційну роботу магістра**  
студента гр. 131м-19-1  
**Кришній Андрій Юрійович**  
НТУ «Дніпровська політехніка»  
на тему:

Комп'ютерне моделювання та розрахунок технології  
токарної обробки деталі для верстата з ЧПК

Робота виконана відповідно до завдання, затвердженого завідувачем кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства. Кваліфікаційна робота виконувалася як комп'ютерний експеримент у вигляді методичних рекомендацій для автоматизації технологічного процесу механічної обробки деталі на виробництві. Вихідні (початкові) дані для проведення роботи – робочий кресленик деталі «Шток».

Андрій Кришній чітко сформулював об'єкт розроблення кваліфікаційної роботи як раціональний технологічний процес виготовлення деталі з застосуванням сучасних комп'ютерних систем і обладнання з програмним керуванням.

Метою кваліфікаційної роботи автор вказав розробку та удосконалення технологічного процесу обробки деталі з застосуванням універсальних верстатів та верстатів з ЧПК.

Наукова складова кваліфікаційної роботи полягає у визначенні раціональних алгоритмів процесу моделювання тривимірної деталі, а також за рахунок оптимальної керуючої програми для верстата з ЧПК. Практична цінність полягає в методичних рекомендаціях, щодо застосування сучасних інженерних систем на прикладі автоматизованої обробки деталі токарного типу.

Роботі можна висловити декілька зауважень. Авторіві варто було б приділити більше уваги до аналізу і порівняння різних CAD-CAM систем щодо моделювання і обробки деталі на багатокординатних верстатах.

Однак вказані зауваження ніяк не знижують цінності здійснених автором новацій. Робота варта оцінки «відмінно» (90-92 балів), а Кришній А.Ю. заслуговує на здобуття кваліфікації магістра зі спеціальності 131 Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва».

Рецензент, доцент кафедри  
конструювання, технічної естетики  
і дизайну, канд. техн. наук

16 грудня 2020 р.



С.О. Федоряченко

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Магістр Андрій Кришиній виконав  
розслідувальну роботу в повному обсязі  
згідно завдання керівника.

Темою роботи беззаперечно актуальні  
питання сучасного машинобудування  
та інтеграції інформаційних систем  
в промисловість.

Ці розвідки повністю вичерпують  
тема креслами виконавці у відповідності  
високої державних стандартів.

Ступінь виконання кваліфікаційної  
роботи високий.

Є рекомендації зауваження щодо склад-  
рання технологічного процесу та оформ-  
лення розрахунків.

Кваліфікаційна робота Кришиній  
Андрія реалізується до закінчення  
з об'єктом "Відмінно".

к.т.н. професор

каф. ТММ

В. А. Фербанда



14.12.20

									Лист
Из	Лис	№ докум.	Подп.	Дата					



# Результат перевірки унікальності тексту

випускної кваліфікаційної роботи магістра Кришній А.Ю.

**Advego Plagiat** <https://advego.com/antiplagiat/>

Дата перевірки:	03 грудня 2020 року;
Виконавець кваліфікаційної роботи:	Кришній А.Ю.
Керівник кваліфікаційної роботи:	Дербаба В.А.
Перевірив текст:	Дербаба В.А.
Інструмент перевірки:	ADVEGO Plagiat 3.0.13 for Windows 64 bit
Зміст перевірки:	пояснювальна записка та додатки роботи
Кількість перевірених символів:	56755
Унікальність за фразами, %	85
Унікальність за словами, %	73
Збіги, %	15
Рерайт, %	27

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 1.1 Технологічний контроль робочих креслень деталей та їх вимог. Деталь «Шток» (рис.1) є складовою шaftної гідравлічної стійки і служить для передачі більшого тиску шaftних 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 ВХГСА ДСТУ8479-70. Ця марка сталі відноситься до категорії «конструкційна легувана». 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 ВХГСА

Область результату	15%	27%
1. yrbakva.net	9%	20%
2. www.ac.co.uk	7%	10%
3. www.prombud.ua	6%	8%
4. 4ak.co.uk	5%	15%
5. 8ref.com	5%	9%
6. www.avel.com.ua	5%	6%
7. knowledge.allbest.ru	4%	11%
8. ek-8.ru	3%	6%
9. studfile.net	3%	5%
10. www.profiles.hfu.ua	2%	2%

Статус перевірки систем: Проверка завершена

Рерайтований текст | Перевіряється

**ADVEGO**

Перевірка завершена: **100%**

Унікальність: по фразах **85%** / по словам **73%**