

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
Механіко-машинобудівний факультет  
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Кустова Дмитра Сергійовича  
академічної групи 131М-22Н-1 ММФ  
спеціальності 131 Прикладна механіка  
за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва»

на тему: Дослідження методами моделювання у FeatureCAM технології  
виготовлення деталі «Гільза»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від  
30.04.2024 за №382-с

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, національної безпеки і оборони України, зокрема відомості про їх місце розташування, службове призначення, конструкторську і технологічну документацію, описи конструкторських матеріалів та їх властивості, іншу додаткову літературу та посилання. У зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму закладом освіти.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

машинобудування та матеріалознавства

В.А. Дербаб

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

## **ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу**

**ступеню магістра**

**студенту Кустову Дмитру Сергійовичу**

**академічної групи 131М-22Н-1 ММФ**

**спеціальності 131 Прикладна механіка**

**за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»**

**на тему: Дослідження методами моделювання у FeatureCAM технології виготовлення деталі «Гільза»**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.04.2024 за №382-с

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с. 67, 22 рис., 24 табл., 36 джерел.

Тема: «Дослідження методами моделювання у FeatureCAM технології виготовлення деталі «Гільза»

Об'єкт дослідження – процеси механічної обробки деталі «Гільза».

Предмет дослідження – основний час обробки деталі «Гільза» на верстатному обладнанні з ЧПК.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення якості обробки складних деталей на базі комп'ютерного проектування та моделювання технологічних процесів.

Методика досліджень – комп'ютерне моделювання операцій на основі САМ-програми *FeatureCAM Ultimate 2021*.

Результат роботи – визначено, що проектування та комп'ютерне моделювання технологічних процесів механічної обробки є невід'ємним етапом створення якісної продукції.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – аналіз сучасних можливостей технологій в машинобудуванні та моделювання у сучасній САМ-системі.

Практична цінність – обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості поверхонь деталі, запропоновано метод одержання заготовки, здійснено вибір металорізального верстату і пристроїв, розроблені технологічні карти операцій обробки.

Ключові слова: Верстат з ЧПК, гільза, САМ-система, FEATURECAM, технологія.

Робота пов'язана з науковим напрямом кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства та виконана відповідно договору про співпрацю та договором про нерозголошення конфіденційної інформації та комерційної таємниці з ТОВ «Союз-Спецтехніка».

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Конструктивні та технологічні особливості деталі «Гільза».....	8
1.2 Області застосування високонапірних плунжерних насосів.....	9
1.3 Аналіз технологічності деталі Гільза.....	10
1.4 Марки матеріалів для виготовлення заданої деталі.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	14
2.1 Вибір заготовки.....	15
2.2 Вибір методів обробки поверхонь.....	18
2.3 Вибір верстатів з ЧПК.....	19
2.4 Розробка маршруту обробки деталі Гільза.....	21
2.5 Вибір інструмента.....	29
2.6 Вибір вимірювального інструмента.....	31
2.7 Вибір режимів різання.....	32
2.8 Розрахунок технічних норм часу.....	33
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	39
3.1 Геометричні параметри ріжучих та вимірювальних інструментів.....	43
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	46
4.1 Дослідження методами моделювання у.....	49
САМ-системі технологічного процесу механічної обробки деталі «Гільза» ..	52
Загальні висновки.....	54
Перелік посилань.....	59
Додатки.....	61

## Вступ

Машинобудування є великою комплексною галуззю обраної промисловості України. В ній зайнята понад третина промислового персоналу. Машинобудування є основою технічного і технологічного прогресу.

В Україні розвинуте широко профільне машинобудування, підприємства якого формують складний взаємопов'язаний машинобудівний комплекс. До його складу входять усі основні галузі машинобудування. Провідне місце посідають приладобудування, тракторне і сільськогосподарське машинобудування, де зайнято близько п'ятої частини тих, хто працює в машинобудуванні. Розвиваються транспортне машинобудування, промисловість металевих конструкцій, конструкцій, верстатобудівна та інструментальна тощо.

Характерною особливістю галузі є розширення випуску виробів, що раніше доставлялися з-за кордону, підвищення якості деяких видів продукції. Проте машинобудування не поминули кризові явища, які призвели до значного скорочення випуску продукції, погіршення зв'язків, розбалансування виробництва.

Успішна діяльність значної частини фірм і колективів у промислово розвинених країнах багато в чому залежить від їх здатності накопичувати і переробляти інформацію. Сьогодні без комп'ютерної автоматизації вже неможливо виробляти сучасну складну техніку, що вимагає високої точності. У всьому світі відбувається різке зростання комп'ютеризації на виробництві та в побуті. Впровадження комп'ютерних і телекомунікаційних технологій підвищує ефективність і продуктивність праці. Відставання в області високих технологій може призвести до перетворення країни на сировинний придаток.

В наші дні спостерігається швидкий розвиток систем автоматизованого проектування (САПР) в таких галузях, як авіабудування, автомобілебудування, важке машинобудування, архітектура, будівництво, нафтогазова промисловість, картографія, геоінформаційні системи, а також у виробництві товарів народного споживання, наприклад побутової електротехніки. САПР в машинобудуванні використовується для проведення конструкторських, технологічних робіт, у тому числі робіт з технологічної підготовки виробництва. За допомогою САПР виконується розробка креслень, проводиться тривимірне моделювання виробу та процесу складання, проектується допоміжна оснастка, наприклад штампи і прес-форми, складається технологічна документація та керуючі програми (КП) для верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), ведеться архів. Сучасні САПР застосовуються для наскрізного автоматизованого проектування, технологічної підготовки,

аналізу і виготовлення виробів в машинобудуванні, для електронного управління технічною документацією. В умовах ринкової економіки та активної конкуренції особливу ДСТУросту для машинобудівних заводів набуває проблема регулярного оновлення продукції, випуску нових модифікацій уже розроблених виробів з тим, щоб задовольнити запити максимального числа споживачів. Перш ніж випустити нову конкурентоспроможну продукцію, необхідно провести велику роботу зі збирання, накопичення та обробки інформації. Переробка великих обсягів інформації в даний час неможлива без використання ЕОМ.

Через деякий час з використанням найсучаснішого програмного забезпечення можливий повний перехід на автоматизований цикл проектування деталей від заготовки до готового виробу за кілька натискань мишки. Сучасні програми дозволяють автоматично підібрати інструмент, станки, режими обробки деталі.

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Деталь «Гільза циліндра» рис. 1 входить до складу двигуна. В середині

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

Рис.1 Тривимірна модель деталі Гільза

Конструкція гільзи визначається схемою розташування циліндра. Основними конструкторськими базами деталі є внутрішня циліндрична поверхня діаметром 180 мм ,а також торці гільзи 699 мм. Вони визначають точність встановлення деталі , що відображено на робочому кресленнику.

Деталь має складну геометричну форму, і не несе великих навантажень, але повинна бути зносостійкою на тертя, тому для її виготовлення доцільно використовувати чавун. Виходячи з вищесказаного, робимо висновок, що гільзу виконують литими з чавуну марки СЧ21, виготовленого за ДСТУ 1412-85. Цей матеріал недорогий, добре леться і добре обробляється різанням , використовується для виготовлення виливків картерів, кришок , гальмівних барабанів , коробок швидкостей , всмоктуючих і вихлопних труб , маховиків , а також виливків , що працюють в умовах парів води і масла при температурі до 70 ° С ( корпусу колонок, корпуси підшипників , кришки-опори валоповороту , рами підшипників, вкладиші , втулки ,стійки).

Хімічний склад даного матеріалу наведений у таблиці 1.1, механічні

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

1. Допустима напруга при розтягуванні -  $[\sigma_p] = 200 \text{ кгс/см}^2$ ,
2. Допустима напруга при виліті -  $[\delta_u] = 350 \text{ кгс/см}^2$ ;
3. Допустима напруга при крутінні -  $[\delta_k] = 230 \text{ кгс/см}^2$ ;
4. Допустима напруга при стиску -  $[\delta_{сж}] = 830 \text{ кгс/см}^2$

Визначення виробничої програми випуску деталей

Виробнича програма випуску деталей розраховується на початковому етапі проектування технологічного процесу в залежності від річної потреби

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь «Гільза циліндра» відноситься до класу фланців, має складну просторову форму, що характеризується сполученням зовнішніх поверхонь, що з'єднуються ребрами й прохідними каналами. З точки зору механічної обробки гільза виконана дуже вдало. Вона не має важкодоступних для обробки поверхонь і, тому не потребує спеціального інструменту. Внутрішні поверхні мають високу точність.

Аналізуючи вимоги до робочого креслення, робимо висновок, що матеріал деталі забезпечує необхідні механічні властивості, шорсткість необроблених поверхонь і задану товщину стінок при використанні спеціальних методів лиття, що доречні в умовах серійного виробництва. Деталь не проходить термічну обробку, яка може призвести до її викривлення і необхідності додаткової обробки після загартування.

У конструкції деталі є поверхні, які можуть бути використані в ролі допоміжних технологічних баз. Так, внутрішня поверхня гільзи, може бути використана для базування в оправці, що забезпечує обробку за один установ основних і допоміжних конструкторських баз із дотриманням основного принципу – поєднання технологічних, вимірювальних і конструкторських баз.

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір заготовки

#### Обґрунтування способу формо утворення заготовки

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, а вона має складну геометричну форму й виготовлена з чугуну, єдиним видом заготовки може бути відливка. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості і геометричної точності поверхонь, що не підлягають механічній обробці внаслідок своєї складності. Крім того, якість цих поверхонь визначає експлуатаційні властивості виробу.

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

в кокіль. Кокіль — металева ливарна форма багаторазового використання, в якій одержують відливки. Вона може бути суцільною або збірною. Суцільні кокілі використовують для виготовлення малих відлиwkів простої форми. Великі та складні відливки отримують у збірних кокілях. Внутрішні поверхні форми виготовляють з чавуну або сталі.

В одному кокілі можна виготовити 300—500 сталевих відлиwkів масою 100—150 кг, 5000 дрібних відлиwkів із чавуну або кілька десятків тисяч відлиwkів із алюмінієвих сплавів. Отримані відливки мають високу точність розмірів та малу шорсткість поверхонь, що зменшує або зовсім виключає механічну обробку.

Недоліком цього способу є висока вартість кокілів і труднощі виготовлення тонкостінних відливок.

Для даної деталі лиття в піщано-глинисті форми є майже єдиним способом отримання заготовки (при обліку річної програми випуску), це пов'язано з наявністю у деталі в отворі сходинки більшого діаметру, яка не дозволяє застосовувати більш економічно доцільні методи отримання заготовки, такі як лиття в металеві форми.

## 2.2 Визначення розмірів заготовки

**Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.**

непідлягає подальшій термічній обробці і виливається в металевий кокіль без

**Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.**

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

2°50', а внутрішніх – 1°50'– 5°40'. З урахуванням цих рекомендацій і даних таблиці 3.1 оформлене робоче креслення вилівка.

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

Gз – маса заготовки, що надходить із заготівельного цеху.

Значення коефіцієнта вагової точності для лиття в піщано-глинисті форми, що виготовляється в умовах серійного виробництва  $K_{в.т.} = 0,85$  є допустимим.

### 2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

#### Визначення методів обробки поверхонь

При визначенні маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вид заготовки і її точність. Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде зумовлюватись методами обробки поверхонь, які визначаються з огляду на необхідний квалітет розміру, параметр шорсткості й умови оброблюва-

**Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.**

#### 2.4 Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі

Відповідно до маршруту виготовлення деталі, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічною базою для обробки циліндричних отворів деталі буде циліндрична поверхня. Для її підготовки в умовах серійного виробництва доцільно використати токарний револьверний верстат.

Для обробки внутрішніх поверхонь деталей закріплюємо в спеціальний пристрій, щоб мати змогу обробити отвір з обох сторін. Базою для обробки отвору буде вже підготовлена циліндрична поверхня діаметр. Для виконання такої токарної операції використаємо токарний верстат з ЧПК. Він забезпечить швидкість й високу точність обробки.

Щоб отримати 12 отворів невисокої точності за одну операцію, які розташовані по всій деталі, найкращим варіантом для обробки цих отворів буде горизонтально-розточний верстат з ЧПК. Для отримання 7 квалітету точності в отворі, розточуємо одночасно отвір з двох сторін на горизонтально - роз-

точувальному верстаті, за допомогою цього верстату ми економимо час на перестановку деталі й зберігаємо співвісність деталі.

Технологічний процес виготовлення деталі завершується контрольною операцією, під час якої здійснюється комплексний контроль розмірів поверхонь та їхнього взаємного розташування. Технологічний маршрут обробки деталі «Гільза циліндра» наведено в таблиці 2.4

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

на по 7 квалітету точності і має параметр шорсткості Ra 0,8.

Для досягнення необхідних параметрів поверхні при обробці чавуну призначаємо чорнове, чистове і алмазне розточування. По таблиці 6 визначаємо припуск на чистове точіння поверхні, яке було попередньо проліто

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

Максимальні допустимі розміри визначаємо округленням розрахункового розміру до того знака після коми, що має допуск.

Знайдемо граничні значення припусків:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Таблиця 2.5 Таблиця міжопераційних припусків

Технологічні переходи обробки поверхонь	Припуск, $2Z_{\min}$ , мм	Розрахунковий розмір $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

го торцю	1,2	698	1000	698	699	1,2	1,2
----------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Межі швидкості обертання висувного шпинделя, об / хв	10-1250
Межі швидкості обертання планшайби, об / хв	6,3-160
Межі величини подач бабки і столу (уздовж і поперек), мм / хв	1,25-1250
Межі величини подач шпинделя, мм / хв	2-2000

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Розрахунок режимів різання виконуємо за методикою, що наведена в довіднику [2] з посиланням на відповідні таблиці. Матричне значення подачі при розточуванні різцями з твердого сплаву дорівнює 0,31 мм/об. Глибина різання становить 5,8 мм. Матричне значення подачі уточнюється залежно від ступеня жорсткості технологічної схеми та змінних умов обробки за фон-

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

де  $V_T$  - матричне значення швидкості ;

$K_{Vc}$  - коефіцієнт , що враховує технологічні умови обробки ( за таблицею 35 с.242) ;

$K_{Vm}$  - коефіцієнт , що враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{Vi}$  - коефіцієнт , що враховує матеріал інструменту;

$K_{Vn}$  - коефіцієнт , що враховує стан обр. поверхні;

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

операції, то її називають нормою штучного часу ( $T_{ш}$ ). Вона визначається по формулі:

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

моцентруючому патроні, без вивірки із кріпленням пневматичним затискачем дорівнює 1,25 хв.

Підготовчо-заклучний час передбачає виконання наступної роботи:

- одержання наряду, технічної документації й необхідного інструктажу;
- ознайомлення з роботою й кресленнями;
- підготовка робочого місця, налагодження верстата, інструмента

й пристроїв;

- пробна обробка деталі на верстатах, що працюють на однопрохідних операціях інструментом, встановленим на розмір;

- зняття інструмента й пристрою після закінчення обробки партії деталей.

Для даної операції підготовчо-заклучний час становить 27 хв і враховує наступні види витрат:

- організаційна підготовка середньої складності з двома інструментами в налагодженні -16 хв;

- установити й зняти інструмент у інструментальній головці-  $3 \times 1 = 3$  хв;

- установити вихідні координати й коректори інструментів -  $2 \times 2 = 4$  хв;

- виготовлення пробної деталі – 2,5 хв.

Таблиця 2.6

	Структурні складові норми часу	Значення, хв
--	--------------------------------	-----------------

**Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.**

1 шк	Часу на виконання операції (ф.о.т.)	20,0
------	-------------------------------------	------

На цьому етапі детальна розробка 015 операції завершується. Отримана вся необхідна інформація для оформлення операційної карти. Для зручності й компактності представляю режими різання й технічні норми часу в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Операція 015. Алмазно – розточна

Виконується на розточному горизонтальному верстаті з ЧПК 2А620Ф2. Операція виконується за один технологічний перехід. Деталь базується в спеціальному пристрої по зовнішній поверхні діаметром 204 мм та закріплюється прихватами.

Стисла характеристика верстата:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

при розточуванні різцями з твердого сплаву дорівнює 0,11 мм/об. Глибина  
різання становить 0,15 мм. Матричне значення подачі уточнюється залежно  
від ступеня жорсткості технологічної схеми та змінних умов обробки за фор-  
мулою:

$$s = s_{\text{н}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{т}} = 0,11 \cdot 1,0 \cdot 0,2 \cdot 1,1 \cdot 0,25 = 0,11 \text{ мм/об} \quad (2.0)$$

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

2024.06.18,

$K_{\text{м}}$  - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{\text{в}}$  - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$K_{\text{п}}$  - коефіцієнт, що враховує стан обр. поверхні;

$K_{Vж}$  - коефіцієнт , жорсткість системи;

$K_{Vф}$  - коефіцієнт , що враховує кут різця в плані ;

$K_{Vo}$  - коефіцієнт , вплив охолодження.

Число оборотів шпинделю станка:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

$\left( \frac{100}{\dots} \right)$

$\left( \frac{100}{\dots} \right)$

де  $T_o$  – основний (машинний) час, хв;

$T_d$  – допоміжний час, що складається із часу на встановлення й зняття деталі, часу, пов'язаного з переходом, часу на виміри, зміну інструмента й зміну режимів різання, хв;

$\alpha$  – час на обслуговування робочого місця, % від оперативного  $(T_o+T_d)$ .

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

- час на суміщення осі шпинделя з віссю оброблюваного отвору-1,6 хв.
- установити й зняти інструмент – 1,2 хв;
- виготовлення пробної деталі – 0,2 хв.

Таблиця 2.8

---

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

---

На цьому етапі детальна розробка 025 операції завершується. Отримана вся необхідна інформація для оформлення операційної карти. Для зручності й компактності представляю режими різання й технічні норми часу в таблиці.

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

Коротка характеристика операцій механічної обробки

Операція 05. Токарна

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

рація виконується за 2 технологічних переходи. Деталь базується в спеціаль-

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Вибір ріжучого і вимірювального інструмента

Для зовнішнього точіння торців та зовнішніх поверхонь точінням оби-

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

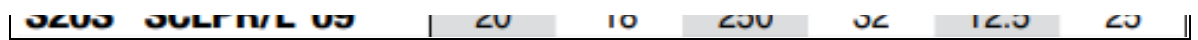
Позначення	Розміри, мм.
------------	--------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

гу ISO з такими даними:

---

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.



Для обробки канавок обираємо канавочний різець з каталогу ISO з такими даними:

1) Для обробки зовнішніх канавок:



---

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

---

Таблиця 2.7 – Пластина для канавочного різця для зовнішніх канавок

Пластина	Позначення
----------	------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рисунок 2.8 – Канавочний різець фірми *Taegutec*

Таблиця 2.8 – Позначення та розміри канавочного різця для внутрішніх канавок

	Посад-	
--	--------	--

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

1) Свердло для отворів діаметром 22 мм:

---

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

---

Таблиця 2.10 – Пластина для свердла

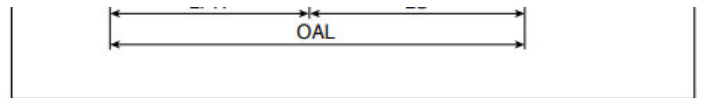
Пластина	Позначення
----------	------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Таблиця 2.11 – Позначення та розміри свердла

Позначення	Розміри, мм.
------------	--------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



Рис/2.11 – Свердло для попереднього свердлування деталі (діаметр 30 мм)

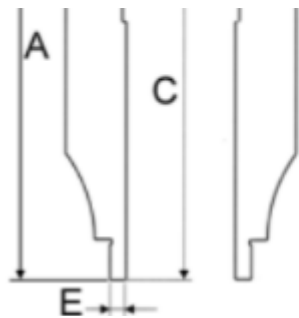
Таблиця 2.12 – Позначення та розміри свердла

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

### 3.6 Вибір вимірювального інструмента

Для контролю розмірів деталі після операцій використовуються такі вимірювальні інструменти:

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

внутрішніх канавок

Арти-кул	Мм/дюйм	Дискретність, мм/дюйм	Ціна поділки, мм	Точність, ±мм	Н, мм	Н1, мм	В, мм	D, мм	T, мм	кг
20	20 - 170									

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.



## 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Дослідження технології механічної обробки методами комп'ютерного моделювання

У спеціальному розділі представлено альтернативний варіант обробки деталі «Гільза циліндра» з використанням станку з числово-програмним управлінням. Використовується програмне забезпечення «SOLIDWORKS» та САПР програмне забезпечення, за допомогою якого було змодельовано саму обробку деталі з нуля, код для керуючої програми станка та підібрано інструмент з режимами різання – FEATURECAM.

Заготовку було змінено – для обробки на станку з ЧПУ було взяту трубку заготовку і всі поверхні оброблятимуться за допомогою станка. Це було зроблено для більш широкого порівняння найсучасніших методів обробки деталі з традиційними.

При виборі станка ставилась задача обрати сучасний станок з можливістю роботи у режимі фрезерувального станка. Обрано станок німецько-

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

Короткі відомості про верстат представлені на рисунку нижче

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

### 3.2 Порівняння технологічного процесу виробництва деталі на станку з ЧПУ та класичними методами обробки

Основним завданням спеціального розділу було за результатами аналізу методів обробки деталей зробити висновок щодо того, який метод буде кращим.

Беззаперечно, на даний момент з розвитком технологій сучасній варіант з обробкою на станку з ЧПУ має цілу низку плюсів, порівняно з класичними методами:

- Автоматизація виробництва, участь людини потрібна на етапі розробки програми і підбору інструменту
- У виробництві приймає участь один багатопрофільний станок. Він займає набагато менше місця і потребує меншу кількість обслуговуючого персоналу. Для виготовлення деталі такої складності класичними методами потрібен цілий цех.
- Виключення виготовлення заготовки. Станок з ЧПУ може виготовити деталь «з нуля» тому що має можливість обробляти складні форми деталі в 5 осях координат. Відмова від лиття дає можливість виконати деталь з максимальною точністю, виключити ливарні огріхи, в серійному виготовленні дає стовідсоткову якість партії деталей, що не може гарантувати лиття.
- Станок ЧПУ дає високу точність виготовлення деталей, високу якість поверхонь.
- Стабільне охолодження деталі на протязі всієї операції обробки дає гомогенну якість металу – деталь не перегрівається завдяки чому не виникають притаманні перегріву погіршення властивостей деталі.

Звичайно, є і мінуси в обробці на ЧПУ станку

- Дорога оснастка і організація виробництва. Потрібні спеціально навчені кадри, наладка станка і програми для виробництва деталі.
- Не можна допускати помилок в програмі, це причина браку і виходу з ладу станку, тому що він не може, наприклад, сам зрозуміти що револьверна головка стикається з деталлю, тощо.
- все ще менша швидкість виробництва, коли мова йде про масовий випуск продукції в сотні тисяч примірників
- в порівнянні з литтям - наявність відходів основного матеріалу, яких в цих технологіях немає.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.2 Обточування

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.3 Виточування ребер

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.4 фрезерування фланців

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

У таблиці нижче будуть наведені інструменти з каталогу KOLROY і рекомендовані режими різання

Таблиця 3.1

Операція	Інструмент/пластина	Державка	Спла В	Sоб(мм/об)	t(мм)	V(м/х)
----------	---------------------	----------	-----------	------------	-------	--------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

вання	ІДБ 7120-110	-	1101	3100(00/об)		0,20
-------	--------------	---	------	-------------	--	------

## ВИСНОВОК

В першому розділі були аналізовані технологічні особливості ви-роюлення даної деталі, обрано стратегію її виготовлення. В другому розділі були оброблені усі технологічні процеси для виготовлення деталі – обрано метод виготовлення та форму заготовки, призначено які операції будуть вико-нуватись, виконано креслення, виконано технологічну документацію. Третій розділ присвячено підбору якісного оснащення і верстатних пристосувань з каталогів стандарту ISO. Четвертим розділом є аналіз альтернативних мето-дів виготовлення деталі з використанням сучасних методів інструментів і програмних засобів. Були зроблені висновки визначено, які плюси та мінуси мають обидва методи підходу до виготовлення деталі.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс].  
<https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
- 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.
- 6 ДСТУ ДСТУ 3.1105-2011. Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення (ДСТУ 3.1105-2011) [1].

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

[osvita/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). 36

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.

**Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.**

**Конференційну інформацію**

**та компанії/таємницю**

**Конференційну інформацію**

**та комерційну таємницю**

**вилучено з матеріалів на**

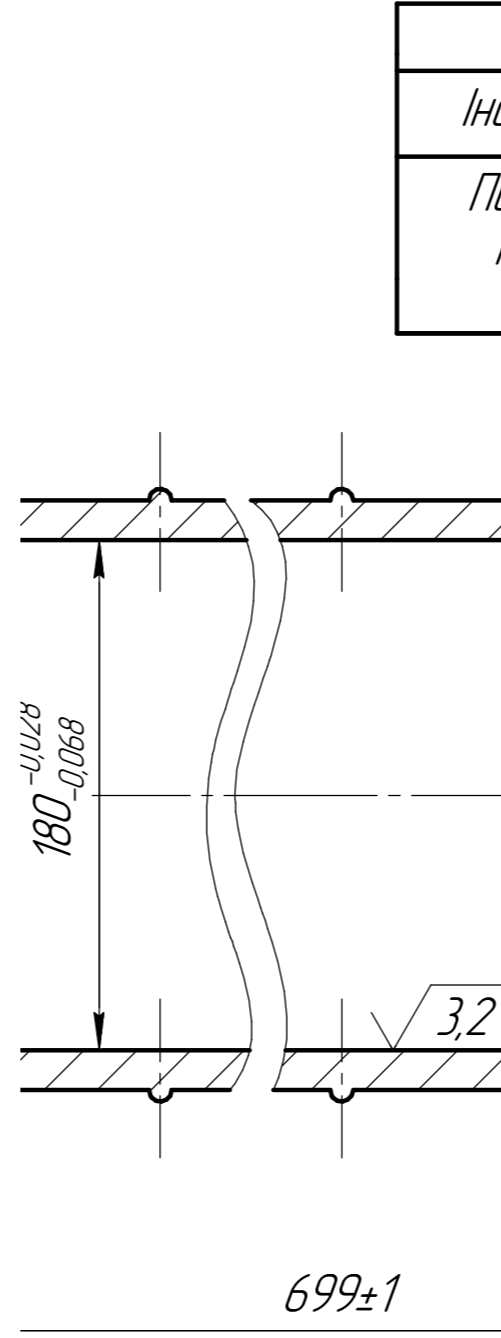
**підставі експертного**

**висновку від 18.06.2024р.**

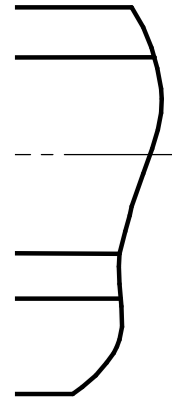
Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

· ·  
Висновку від 18.06.2024р.

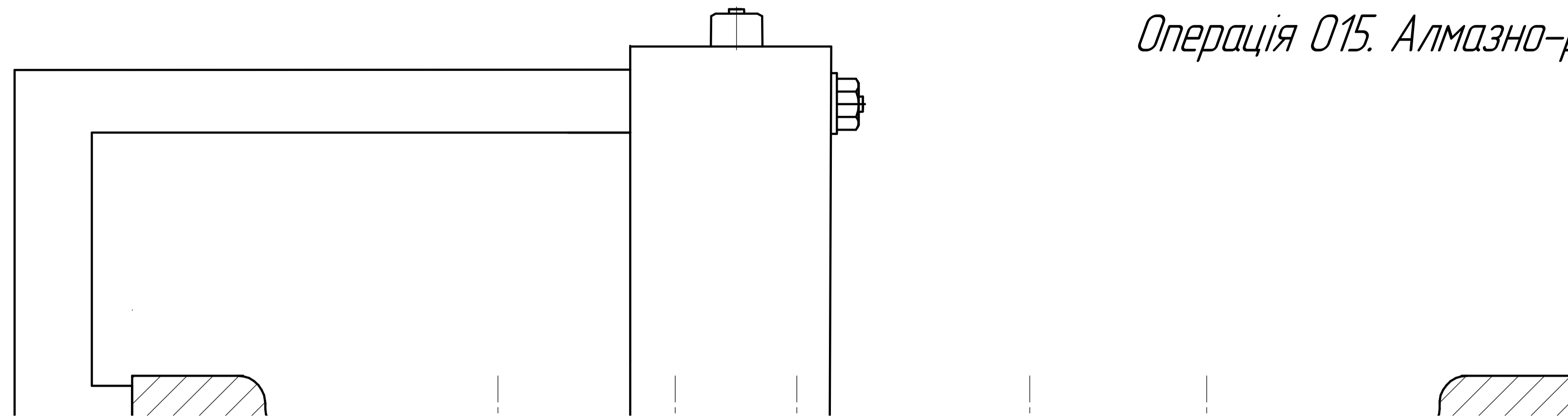
Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.



Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.



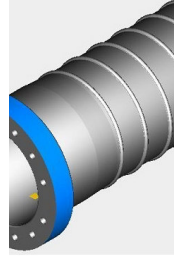
$n=1120 \text{ об/хв}$



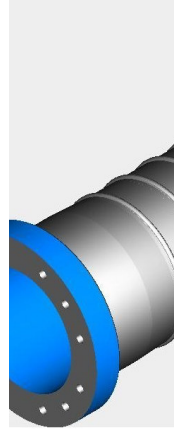
Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

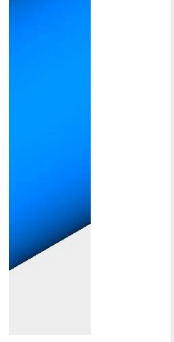
поба обробка внутр



Виточування r



ня детал



Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.