

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 Рябошапки Антона Вячеславовича

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

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

на тему: «Інтеграція CAD/CAM систем в класичний технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» на спеціальному верстаті з програмним керуванням»

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

Керівники	Прізвище,	Оцінка за шкалою	Підпис
-----------	-----------	------------------	--------

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 Рябошапку Антону Вячеславовичу

академічної групи 131м-22н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»

на тему: «Інтеграція CAD/CAM систем в класичний технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» на спеціальному верстаті з програмним керуванням»

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
	<p>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.</p>	

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 54 с, 22 рис, 10 табл., 4 додаток, 23 джерела.

Тема: «Інтеграція CAD/CAM систем в класичний технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» на спеціальному верстаті з програмним керуванням».

Ключові слова: деталь, технологія виробництва, токарна операція, фрезерна операція, свердловальна операція, 3D моделювання, верстат з ЧПК. Об'єкт розроблення у кваліфікаційній роботі – процеси отримання заготовки за допомогою сучасних адитивних технологій (3D моделювання).

Метою кваліфікаційної роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі "Корпус" за рахунок використання сучасного програмного забезпечення Autodesk, використання прогресивного ріжучого інструменту, високоточної оснастки та обладнання з програмним керуванням.

Результат роботи – аналіз переваг у застосуванні спеціальних програм Autodesk у порівнянні з класичною технологією механічної обробки.

Перевагою над класичною технологією виготовлення є застосування мінімальної кількості універсальних верстатів, менші енергозатрати та якість обробленої поверхні деталі в цілому.

Заготівка деталі вироблена з мінімальною потребою у подальших технологічних операціях механічної обробки.

Кваліфікаційна робота виконувалася як реальна у ТОВ «Дніпровський завод спеціального інструменту». Вихідні (початкові) дані для проведення роботи – робочий кресленик деталі «Корпус».

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – вибір і обґрунтування критеріїв варіанту проектної технології виготовлення деталі, з використанням сучасних технологій CAD/CAM - систем, прогресивного різального інструменту та обладнання та сучасних верстатів з ЧПК

Практична цінність – рекомендації, щодо застосування альтернативних методів раціонального виготовлення деталі за рахунок використання CAD CAM систем.

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 ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. К.М.Янгеля».

ЗМІСТ

	Вступ.....	
1	Аналітичний розділ	
	1.1 Технологічний контроль робочих креслеників.....	
	1.2 Характеристика об'єкта виробництва.....	
	1.3 Якісна характеристика деталі.....	
	1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
	1.5 Характеристика матеріалу, хімічний склад і механічні властивості.....	
2	Технологічний розділ	
	2.1 Визначення типу виробництва і форма його організації	
	2.2 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки	
	2.3 Визначення розмірів заготовки.....	
	2.4 Вибір основних технологічних баз деталі.....	
	2.5 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	
	2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	
	2.7 Вибір технологічного обладнання.....	
	2.8 Вибір технологічної оснастки.....	
	2.9 Розрахунок режимів різання.....	
	2.10 Вибір різального інструменту за системою ISO 9001	
3	Спеціальний розділ	
	3.1 Проектування і розрахунок верстатного пристосування	
	3.2 Розрахунок потрібних сил затиску.....	
	3.3 Опис роботи пристосування для токарно-карусельних операцій	
	3.4 Опис одного вимірювального інструмента або контрольного пристосування.....	
4	Науково-дослідницький.....	
	Вступ.....	
	4.1 Створення тривимірної моделі і симуляція обробки	
	4.2 Порівняльна технологія виготовлення деталі	
	Висновки	
	Список посилань	
	Специфікація. Пристосування спеціальне	

ВСТУП

Сутністю технології машинобудування є вчення про способи і процеси промислового виробництва продукції заданої якості і в необхідній кількості. Сучасний розвиток технології машинобудування являє собою сукупність взаємопов'язаних процесів вдосконалення насамперед методів обробки матеріалів, технологічного обладнання, який займається обробкою і вимірювальних інструментів, а також теоретичних і практичних основ процесів обробки. Воно стимулюється ускладненням конструкції виробів, підвищенням вимог до якості їх виготовлення і прагненням знизити собівартість продукції, а також частою зміною об'єктів виробництва. Використання багато інструментальних верстатів з ЧПУ, оснащених засобами механізації і автоматизації, дозволяє проектувати технологічні процеси обробки деталей з укрупненими насиченими переходами операціями, зменшити трудомісткість їх виготовлення і істотно скоротити час технологічної підготовки виробництва при частій зміні номенклатури виробів.

У сучасному виробництві ще досить висока частка технологічних процесів, не в повній мірі задовольняють вище перерахованим вимогам. Тому впровадження прогресивних методів розмірної обробки деталей, економічно обґрунтоване застосування високопродуктивного обладнання, зносостійкого комбінованого різального інструменту, механізованого оснащення і засобів автоматизації виробничих процесів в механічних цехах сучасних машинобудівних заводів стає вельми актуальним.

Метою цього дипломного проектування є вдосконалення операційної технології виготовлення деталей "Корпус превентора кільцевого" і досягнення найкращих техніко-економічних показників в порівнянні з базовим варіантом заводської технології.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішення цілої низки технологічних завдань:

1. Удосконалення операційного технологічного процесу за рахунок концентрації операцій із застосуванням спеціального комбінованого різального інструменту, спеціального оснащення і багато-інструментальних верстатів з ЧПУ.

2. Оснащення металорізального обладнання спеціальними високоточними установочними і контрольними пристроями.

Для практичної реалізації поставлених цілей і завдань дипломного проектування доцільно на основі проведення патентно-інформаційного пошуку виявити нові технічні рішення в області механічної обробки деталей, оснастки і металорізального інструменту.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технологічний контроль робочих креслеників

Робочий кресленик деталі «Корпус» (рис.1) представлено в масштабі 1:2, має дві проекції. Проставлені відповідно всі необхідні розміри і допуски, включаючи відхилення від площинності і перпендикулярності. Правильно проставлені вимоги до шорсткості поверхонь. Всі поверхні деталі оброблені на стандартному обладнанні, оснащені різальним інструментом

Технічні умови повні. Всі креслення оформлені відповідно до вимогами стандартів ЄСКЛ

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

Рис.1 Ескіз деталі «Корпус»

отв
від
пре
све
наф
об'є

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

Основними базами є циліндрична поверхня зовнішнім діаметром 660^{-1,6} мм, та діаметр 380 мм. Вони визначають точність установки і закріплення корпусу превентора, що відображено на робочому кресленні деталі підвищеними вимогами до співвісності цих поверхонь.

Найбільш відповідною поверхнею деталі є внутрішня поверхня діаметром

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

п_і - число розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу отримаємо результат:

1

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.**

і розміри повинні відповідати вимогам технології виготовлення, зберігання і транспортування;

- показники базової поверхні деталі (точність, шорсткість) повинні забезпечувати точність установки, обробки і контролю;
- заготовки повинні бути отримані раціональним способом з урахуванням заданого обсягу випуску і типу виробництва;
- метод виготовлення повинен забезпечувати можливість одночасного виготовлення декількох деталей;
- сполучення поверхні деталей різних класів точності і шорсткості повинні відповідати застосовуваних методів і засобів обробки;

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

оброблюваності деталі і коефіцієнт використання матеріалу при механічній обробці.

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

К рез пов

(1.7.3)

де - кількість оброблюваних різанням і загальна кількість формотворчих поверхонь деталі, відповідно.

Підставляючи чисельні значення необхідних показників з креслення деталі і технологічного процесу обробки деталі різанням в вирази (1.4.3) і

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

$$A_p = 0/78 = 0,0 \text{ и } K_p = 1,00 - 0,0 = 1,0.$$

Коефіцієнт враховує відповідність точності і шорсткості поверхонь деталі деяким оптимальним величинам, під якими маються на увазі рекомендовані в якості економічності і конструктивно обґрунтовані величини. Величина, що входить у вираз для цього коефіцієнта визначається за формулою

$$A_c = 0,1 \cdot \sum_{j=1}^{n_{\text{pez}}} m_j, \quad (1.4.6)$$

де - кількість зон, на яких параметр для j -ої поверхні відстає від оптимального поєднання.

Підставляючи чисельні значення необхідних показників з креслення деталі в вирази (1.4.6) і (1.4.2), знаходимо

$$A_c = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ також } K_c = 1,00 - 0,2 = 0,8.$$

Згідно з формули (1.1), коефіцієнт складності конструкції деталі становитиме

$$K_{\text{СД}} = 0,25 \cdot (0,0 + 1 + 0,9 + 0,20) = 0,525.$$

Коефіцієнт застосованості уніфікованих або стандартних конструктивних елементів деталі визначають за формулою

$$K_{\text{УЗ}} = \frac{N_{\text{УЗ}}}{N_{\text{УЗ}} + 0,1} \quad (1.4.7)$$

**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.

необхідних поверхонь, і задану товщину стінок з використанням лиття, які доречні в умови серійного виробництва.

Необхідно відзначити, що корпус превентора виготовляють з заготовлі, одержуваної литтям.

Оброблювані поверхні корпусу з точки зору забезпечення точності і шорсткості не уявляють значних технологічних труднощів, однак наявність виготовляються фасонних канавок під ущільнення і фасонної сложносупряженої виточки створює деякі труднощі при остаточній обробці деталі.

На технологічність конструкції деталі, що піддається обробці різанням, впливають як технологічні чинники (оброблюваність матеріалу, вибір баз і розмірних зв'язків, форма і розміри деталі, вимоги точності і шорсткості оброблюваних поверхонь), так і організаційні (обсяг випуску і тип виробництва). При цьому, обсяг випуску і тип виробництва визначають ступінь технологічного оснащення, механізації та автоматизації технологічного процесу.

У конструкції деталі є поверхні, які можуть бути використані для базування в трьох кулачковому патроні, що забезпечує обробку з одного установа основних конструкторських баз.

Конструкція деталі дозволяє обробляти взаємозалежні поверхні за один установ і «на прохід».

Співвідношення квалітетів і параметрів шорсткості поверхонь, які піддаються механічній обробці - оптимальні.

1.5 Характеристика матеріалу, хімічний склад і механічні властивості.

**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.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу виробництва і форма його організації

Тип виробництва визначаємо на підставі класифікації, наведеної в методичних вказівках ([2], стор. 14., табл. 4.2.7.1.1.) При масі 576 кг і річному

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

2.2 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Проаналізувавши креслення деталі і з огляду на, що деталь має складну форму, ребра жорсткості і наскрізний отвір яке в порівнянні з габаритами деталі має значні розміри і заповнювати его металом вважається недоцільним. Робимо висновок що для отримання заготовки самим оптимальним є спосіб - лиття.

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, а саме складної геометричної форми і виготовлена з сталі, єдиним видом заготовки може бути лиття. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості і геометричної точності поверхонь, які не підлягають по наступній обробці надалі складності деталі. Крім того якість цих поверхонь забезпечує експлуатаційні якості виробу.

Для отримання виливків складної конфігурації поверхонь з будь-яких сплавів застосовують метод лиття в піщано-глинисті форм. Цим способом отримують виливки масою до 1000 кг, точністю розмірів 12-14-го квалітетів і параметрів шорсткості поверхні Ra 12,5 - 6,3 мкм.

Цей спосіб економічно доцільно використовувати при виробництві заготовок партіями, але в цьому випадку визначальним є складна конфігурація деталі і вимоги точності і якості поверхні.

Альтернативним способом виготовлення заготовки даної деталі литтям під низьким тиском. У порівнянні з відомими способами лиття цей спосіб виробництва має ряд переваг:

- для лиття під низьким тиском можна використовувати ливарні форми різної конструкції;
- за рахунок повільного заповнення форми відбувається повне витіснення газів, що виключає шлюб виливків.
- в процесі твердіння розплав знаходиться під тиском, що підвищує щільність і зменшує ймовірність виникнення усадочних раковин і пір.

На підставі вище сказаного можна зробити висновок, що описані способи лиття рівнозначні, оскільки забезпечують необхідні параметри заготовки.

2.3 Визначення розмірів заготовки

Визначаємо клас точності виливки в залежності від технологічного процесу лиття - лиття в піщано-глинисті форми, типу сплаву - сталь, і найбільшого габаритного розміру деталі - 750 мм.

Прийнятий клас розмірної точності виливка - 12.

Визначаємо ступінь викривлення в залежності від ставлення габаритних розмірів ($630/750=0,88$), і кількості використання форми - одноразові форми.

Ступінь викривлення - 6.

Визначаємо ступінь точності поверхні виливки в залежності від тих-технологічного процесу лиття - в піщано-глинисті форми, типу сплаву - сталь, і найбільшого габаритного розміру - 750 мм.

Ступені точності виливки - 17.

Визначаємо точність маси виливки в залежності від технологічного процесу лиття - в піщано-глинисті форми, номінальною маси виливки - 576 кг, і типу сплаву - сталь.

Точність маси виливки - 14.

Таблиця 3 Зведена таблиця прийнятих норм точності

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

Величина припуску на механічну обробку призначається залежно від ряду припуску, загального допуску елемента поверхні і виду остаточної обробки (чорнова, напівчиста, чистова, тонка). Загальний допуск враховує спільне вплив допуску розміру від поверхні до бази і допусків форми і розташування поверхні. Він встановлюється за спеціальною таблицею після призначення допусків розміру і форми поверхні.

Допуск зміщення виливки по площині роз'єму в діаметральному вираженні встановлюють на рівні класу розмірної точності виливка по номінальному розміром найбільш тонкої зі стінок виливки, що виходять на роз'єм.

Для того, щоб визначити, на які поверхні необхідно призначити припуск на механічну обробку, на яких утворюється технологічний напуск, а які залишаться необробленими, проектується форма виливки. Вона представлена на рис.1.

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

таблиці 4.

Таблица 4 - Розрахунок виконуваних розмірів виливки

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

За цими розмірами виконана 3D модель і визначено вагу за допомогою програми SOLIDWORKS який становить 1407 кг. Коефіцієнт ваговій точності становить 0,8 одиниць.

2.4 Вибір основних технологічних баз деталі

Базування - це надання заготівлі або виробу потрібне положення щодо обраної системи координат.

Стосовно до механічної обробки на верстатах, при базуванні заготовок проводиться надання заготівлі необхідного положення щодо елементів верстата, яке визначає траєкторію руху подачі обробного інструменту.

Вибір технологічної бази починається з вибору технологічної бази з першої операції. База на першій операції називається чорновий і її можна використовувати тільки один раз.

Бази розрізняються за призначенням:

1. Конструкторська - база, яка використовується для визначення положення деталі або складальної одиниці у виробі;

2. Технологічна - база, яка використовується для визначення положення заготовки або виробу в процесі виготовлення або ремонту.

Вибір базових поверхонь для обробки деталі є важливим етапом проектування технологічного процесу.

Першою операцією механічної обробки є токарна 010, на якій в якості баз використовуються торець деталі і поверхню обертання. Так як дані поверхні - необроблені, то вони можуть використовуватися в якості базових тільки один раз. Деталь обробляється з різних сторін, тому в якості чорновий бази використовується поверхня, що має найменший припуск.

У подальших операціях в якості баз використовуються попередньо

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

Ø380, що дає можливість проводити встановлення корпусу при обробці на верстатному пристосуванні до верстата.

2.5 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

При розробці маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вигляд застосовуваної заготовки та її точність. Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітету розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності матеріалу. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які забезпечують виконання вимог креслення, наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Методи обробки поверхонь

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Ra, мкм	Метод обробки поверхні
-----------------------------	----------	---------	---------------------------

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

			свердління
Ø16H14 ^{+0,43}	12	12,5	свердління
5отв. M12-6H	-	12,5	свердління

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

При розробці технологічного маршруту виготовлення деталі приймаємо до уваги, що для забезпечення точності поверхні діаметром $180H7^{+0,04}$, а також забезпечення необхідної співвісності поверхонь, необхідна обробка з однієї установки при базуванні по зовнішній поверхні діаметром $660_{-1,6}$ мм. При цьому є можливість обробити торець і зовнішню поверхню діаметром 589 мм. Така послідовність обробки забезпечить мінімальну похибкою відхилення поверхні деталі від осі заготовки.

Після токарної обробки буде здійснюватися обробка 12 отворів Шоб

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

Таблиця 6 - Маршрут обробки деталі

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Модель верстата
			KNUTH

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

025	Свердлильна	Свердлування 12 отворів	Veltum VDM 1250 CNC
030	Свердлильна	Свердлування 5 отворів , нарізання різьби	KNUTH Veltum VDM 1250 CNC
035	Контрольна	Комплексний контроль деталі	-

Верстат KNUTH Veltum VDM 1250 CNC застосовується при виконанні всіх операцій, що обумовлено можливістю обробки заготовок діаметром до 1250 мм і силовими характеристиками верстата: можливістю проведення обдирання заготовок і деталей після термічної обробки. Крім того, позитивним чинником обробка внутрішніх поверхонь за один установ, за рахунок чого відбувається скорочення допоміжного часу на операцію.

2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуски на механічну обробку в значній мірі впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску пов'язане зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку, як у випадку виконання додаткових обдирні проходів, так і за рахунок зниження режимів різання в разі значної глибини різання. При цьому підвищується витрата ріжучого інструменту і загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Припуски на дві поверхні призначаємо статистичними (таблиця 2.6.1)

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

Аналогічні обчислення виконуються для всіх переходів МОП. Отримані значення приймають в якості мінімального операційного розміру після округлення з урахуванням значущих цифр технологічного допуску. Максимальні операційні розміри відрізняються від мінімальних на величину технологічного допуску.

Далі виробляємо розрахунок мінімальних припусків, користуючись основною формулою

$$2 \cdot Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.6.2)$$

Мінімальний припуск під розточування:

чорнове $2Z_{\min 1} = 2(2000 + \sqrt{5728^2}) = 15456 \text{ мкм} = 15.456 \text{ (мм)}$;

чистове $2Z_{\min 2} = 2(250 + 240 + \sqrt{286^2}) = 1552 \text{ (мкм)}$.

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

Записуємо всі найбільші і найменші граничні розміри по всіх технологічних переходах. Визначаємо загальний припуск $z_{0\max}$ і $z_{0\min}$, підсумовуючи проміжні припуски на обробку, і робимо перевірку правильності призначення припусків.

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

Таблиця 7 - Розрахунок припусків поверхонь

МОП	Припуск, МКМ	Розрахунковий розмір , мм	Допуск, МКМ	Розмір, мм		Припуск, мм	
				d_{min}	d_{max}	Z_{min}	Z_{max}

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

зліва							
-------	--	--	--	--	--	--	--

2.7 Вибір технологічного обладнання

Вибір обладнання є однією з найважливіших задач при розробці технологічного процесу механічної обробки деталі. Від правильного вибору залежить продуктивність, економне використання площ, механізації і автоматизації ручної праці, електроенергії і, в підсумку, собівартість виробу.

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

чинником обробка внутрішніх поверхонь за один установ, за рахунок чого відбувається скорочення допоміжного часу на операцію.

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



Рис.3 Зображення верстата KNUTH Veltorn VDM 1250 CNC

Таблица 8. Показники верстата KNUTH Veltorn VDM 1250 CNC

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

Макс. обертаючий момент	25000 Нм
-------------------------	----------

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

Маса інструменту (макс.)	25 кг
Точність	
Точність	0,02 мм

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

Маса	9000 кг
------	---------

2.8 Вибір технологічної оснастки.

Існує ряд уніфікованих переналагоджуваних токарних планшайб багаторазового застосування, що відрізняються конструкцією, зовнішніми діаметрами, кількістю пазів для закріплення налагоджень, розмірами і розташуванням центрувальних елементів.

При переході від обробки однієї деталі до іншої конструюється відповідна налагодження; базується на отвір: можливі випадки базування і кріплення налагодження безпосередньо на планшайбу. Кріплення налагоджування здійснюється гвинтами, а деталі - Г-подібними прихватами. Ці прихвати пересуваються в планшайб по Т-образним пазах. Уніфікована планшайба з налагодженням забезпечує точність обробки деталей з биттям не більше 0,04 мм.

**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.

Додаток 1 – Екзи операції 015 (технічне карусельна)

Таблиця 9 Вміст переходів операції 015

№ переходу	Зміст переходу	i	t, мм
---------------	----------------	---	-------

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

Швидкість різання при точінні, м / хв, визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{\text{mm} \cdot \text{min} \cdot \text{min}} \cdot K_{11}, \quad (2.9.1)$$

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

K_{nv} - коефіцієнт, що відображає вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання;

$$K_{nv} = 0,8;$$

K_{uv} - коефіцієнт, що відображає вплив матеріалу ріжучої частини на швидкість різання;

$$K_{uv} = 1,0;$$

$K_{\phi v}$, $K_{\phi 1v}$, K_{rv} - коефіцієнти, що відображають вплив параметрів різця (головний кут в плані, допоміжний кут в плані, радіус при вершині) на швидкість різання;

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.

| 1.5-5.0 | 0.2-0.8 | 110-380 |

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

Свердло Garant 113020 10 DIN 1897 HSS/E	22	0,10	30
Метчик GARANT137340G1 DIN 5156	26	1,81	15-20
Метчик GARANT131950 M12 DIN 371 ISO DIN13	10	1,75	15-19

3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування і розрахунок пристосування

Розрахунок коефіцієнта надійності закріплення деталі

Так як в виробничих умовах можуть мати місце відступи від тих умов, стосовно яких розраховувалися за нормативами сили і моменти різання, можливе збільшення їх слід врахувати шляхом введення коефіцієнта надійності (запасу) закріплення і множення на нього сил і моментів, що входять в складені рівняння статички.

Значення коефіцієнта надійності слід вибирати диференційовано в залежності від конкретних умов виконання операції і способу закріплення заготовки. Його величину можна представити як добуток приватних коефіцієнтів, кожен з яких відображає вплив певного чинника:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

K_0 – гарантований коефіцієнт запасу надійності закріплення,

$$K_0 = 1,5;$$

K_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкових нерівностей на заготовках,

$$K_1 = 1,2 \text{ для чорнової};$$

$$K_1 = 1 \text{ – для чистової};$$

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання (при переривчастому) в слідстві затуплення інструменту,

$$K_2 = 1,1;$$

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні,,

$$K_3 = 1,2;$$

K_4 – коефіцієнт, що враховує мінливість затискного зусилля;

$$K_4 = 1,3 \text{ - для ручної};$$

$$K_4 = 1,2 \text{ – для пневматичного і гідравлічного затискного зусилля};$$

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь зручності розташування рукояток в ручних затискачах,

$$K_5 = 1,2 \text{ – при діапазоні кута відхилення рукоятки } 90^0;$$

$$K_5 = 1,0 \text{ – при зручному розташуванні і малій довжині рукоятки};$$

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

операцій конструктивних особливостей заготовки, типу верстата.

1. Силовий розрахунок верстатних пристосувань можна розбити на наступні етапи:

2. Визначення сил і моментів різання;

3. Вибір коефіцієнта тертя f заготовки з опорними і зажимними елементами;

4. Складання розрахункової схеми і вихідного рівняння (для розрахунку вихідного зусилля P_1) для розрахунку вихідного зусилля P_3 ;

5. Розрахунок коефіцієнта надійності закріплення K ;

6. Складання розрахункової схеми і вихідного рівняння для розрахунку вихідного зусилля P_1 ;

7. Розрахунок діаметрів силових циліндрів пневмо і гідроприводів;

Визначення сил і моментів різання. Діючі на заготовку сили і моменти різання можна розраховувати за формулами, що приводяться в довідниках і нормативах до певного виду обробки.

При переміщенні заготовки в кулачках уздовж осі маємо коефіцієнт тертя f_1 , а при поверненні f_2 .

Тоді:

$$T_1=f_1 \cdot P_1; T_2=f_2 \cdot P_2$$

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

Опис роботи пристосування для токарно-карусельних операцій.

При розробці технологічного процесу механічної обробки заготовки необхідно правильно вибрати і спроектувати пристосування, які повинні сприяти підвищенню продуктивності праці, точності обробки, поліпшення умов праці, ліквідації попередньої розмітки заготовки і вивірення її при установці на верстаті. Застосування верстатних пристосувань при обробці заготовок дає ряд переваг:

- а) підвищує якість і точність обробки деталі;
- б) скорочує трудомісткість обробки заготовок за рахунок різкого зменшення часу, що витрачається на установку, вивірку і закріплення;
- в) розширює технологічні можливості верстатів.

Для виконання токарно-карусельних операцій по обробці корпусу розроблена конструкція спеціального установчого пристосування для токарно-карусельного верстата моделі KNUTH Veltorn VDM 1250 CNC

Основною частиною пристосування є корпус 1 з базовими посадочними місцями. Корпус являє собою диск в який встановлюється пальці для фіксації деталі. На диск також кріпляться притискні планки за допомогою, яких відбувається кріплення деталі на пристосування.

Кріплення пристосування на планшайби верстата здійснюється за допомогою болтів, встановлених в паз планшайби і пази підстави корпусу 2.

Виставлення пристосування на планшайби здійснюється за допомогою фіксатора закріпленого в центрі пристосування.

Перед початком обробки деталь встановлюється на посадочні діаметри пристосування і притискається планками 1. Після обробки гайка 15 розкручується, планки 1 знімається. Після чого деталь знімається, а на її місце встановлюється нова.

Схема базування та закріплення деталі представлена на аркуші карти ескізів в технологічному процесі

3.3 Опис роботи пристосування для токарно-карусельних операцій.

При розробці технологічного процесу механічної обробки заготовки необхідно правильно вибрати і спроектувати пристосування, які повинні сприяти підвищенню продуктивності праці, точності обробки, поліпшення умов праці, ліквідації попередньої розмітки заготовки і вивірення її при установці на верстаті. Застосування верстатних пристосувань при обробці заготовок дає ряд переваг:

- а) підвищує якість і точність обробки деталі;
- б) скорочує трудомісткість обробки заготовок за рахунок різкого зменшення часу, що витрачається на установку, вивірку і закріплення;
- в) розширює технологічні можливості верстатів.

Для виконання токарно-карусельних операції по обробці корпусу розроблена конструкція спеціального установчого пристосування для токарно-карусельного верстата моделі KNUTH Veltorn VDM 1250 CNC

Основною частиною пристосування є корпус 1 з базовими посадочними місцями. Корпус являє собою диск в який встановлюється пальці для фіксації деталі. На диск також кріпляться притискні планки за допомогою, яких відбувається кріплення деталі на пристосування.

Кріплення пристосування на планшайбі верстата здійснюється за допомогою болтів, встановлених в паз планшайби і пази підстави корпусу 2.

Виставлення пристосування на планшайбі здійснюється за допомогою фіксатора закріпленого в центрі пристосування.

Перед початком обробки деталь встановлюється на посадочні діаметри пристосування і притискається планками 1. Після обробки гайка 15 розкручується, планки 1 знімається. Після чого деталь знімається, а на її місце встановлюється нова.

Схема базування та закріплення деталі представлена на аркуші карти ескізів в технологічному процесі

3.4 Опис одного вимірювального інструмента або контрольного пристосування

Для вимірювання внутрішніх розмірів і канавки, використовується спеціальний вимірювач. Вимірювач містить штангу 1 зі змінними губками. На штанзі розміщена рамка 3 на якій закріплений упор 6 .. Для виміру розмірів, вимірювач забезпечений комплектом змінних ніжок-вставок 4 закріплюються на відповідних губках за допомогою гвинтів 5. Значення контрольованого розміру налаштовується на Вимірювач за допомогою кінцевих мір довжини і по вимірювальній шкалі і ноніусом .

Точність вимірювання вимірювача визначається точністю шкали. Ціна поділки становить 0,05 (мм)

Після вимірювання канавки губки відводяться від деталі в крайнє положення, деталь знімається, на її місце встановлюється нова, і цикл вимірювання повторюється.

Межі вимірювання 380-1000 мм.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

ВСТУП

Сьогодні для досягнення успіху на ринку промислове підприємство змушене працювати над скороченням терміну випуску продукції, зниженням її собівартості і підвищенням якості. Стрімкий розвиток комп'ютерних та інформаційних технологій призвело до появи CAD / CAM Autodesk, які є найбільш продуктивними інструментами для вирішення цих завдань.

Autodesk - компанія, найбільший в світі постачальник програмного забезпечення для промислового і цивільного будівництва, машинобудування, ринку засобів інформації та розваг. Компанією розроблений широкий спектр тиражованих програмних продуктів для архітекторів, інженерів, конструкторів.

CAD / CAM (системи автоматизованого проектування / системи автоматизованого виробництва) відносяться до комп'ютерного програмного забезпечення, яке використовується для проектування і виробництва виробів.

CAD / CAM є комп'ютерними технологіями для проектування і випуску робочої документації. Програми CAD / CAM використовуються для проектування виробів і програмування виробничих процесів, зокрема, верстатів з ЧПУ.

Під CAD-системами (computer-aided design - комп'ютерна підтримка проектування) розуміють програмне забезпечення, яке автоматизує працю інженера-конструктора і дозволяє вирішувати завдання проектування виробів і оформлення технічної документації за допомогою персонального комп'ютера.

CAM-системи (computer-aided manufacturing - комп'ютерна підтримка виготовлення) автоматизують розрахунки траєкторій переміщення інструменту для обробки на верстатах з ЧПУ і забезпечують видачу керуючих програм за допомогою комп'ютера.

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

У кваліфікаційній роботі розглянуті САМ-програми ESPRIT. Для верстата з ЧПК була розроблена керуюча програма КП , генерований код КП для верстата з ЧПК було запропоновано алгоритм моделювання і здійснена його реалізація в CAD/CAM системі ESPRIT.

Структури алгоритму моделей технології обробки будемо розглядати так, як показано на рисунку 4.1

Побудова комп'ютерної моделі

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

І отримати програмний код

Рисунок 4.1 – Структури алгоритмічної моделі технології обробки у САМ програмі ESPRIT

Розглянемо комп'ютерне моделювання, яке здійснено у середовищі ESPRIT. Щоб розробити в ESPRIT керуючу програму КП, потрібно виконати кілька дій:

1. Побудувати комп'ютерну модель за наданим кресленням в програмі компанії «Autodesk» або, наприклад, «SOLIDWORKS» представлений на рис. 4.2.
2. Імпортувати CAD-модель і заготовку в програму ESPRIT у форматі Parasolid.
3. Задати локальну систему координат ЛСК, заготовку та припуски на діаметри деталі. Заготовка задається тільки на діаметр деталі. Неможливо її задати на конкретну обмежену поверхню, наприклад, паз. Повинен бути заданий діаметр та вибрана правильна траєкторія обробки.
4. Автоматично або вручну ідентифікувати елементи деталі вали, канавки, отвори, пази, і т.п., що є головною відмінною рисою програми.

При автоматичному розпізнаванні типових оброблюваних елементів відбувається визначення всіх елементів деталі, з яких можна вибрати тільки необхідні. Але після вибору цієї функції, потрібно налаштувати обробку, яку автоматично надала програма. Можлива заміна траєкторії інструменту, заходи та виходи, заміни ріжучі пластинки. Тому можна застосувати другий, але більш складний спосіб - побудова геометрії на поверхнях деталі, які необхідно обробити. Складність полягає у тому, що побудова відбувається у тривимірному ескізі та потрібно налаштувати прив'язки ліній до поверхні моделі.

5. Вибрати з бази даних наявний ріжучий інструмент якщо необхідно, створити новий, призначити стратегії обробки і припуск на проходи, якщо елементи деталі були обрані вручну. Програма надає велику кількість налаштувань, що збільшує час на створення обробки і ускладнює вибір для недосвідчених користувачів. При автоматичному режимі програма задає все сама.

6. Всі інші дії САМ-система ESPRIT виконує повністю автоматично на основі закладених у неї алгоритмів «майстра програми»: задає підводи та вивід інструменту, розраховує режими різання і генерує КП, що є одним з переваг, так як в більшості програм потрібно самому зробити розрахунок режимів різання. Якщо не користуватися «майстром програми», тоді потрібно обрати самостійно ті поверхні, які треба обробити. Наприклад, якщо оброблюється паз, то потрібно обрати його форму, параметри довжину, ширину, радіус, та положення у просторі. Далі підбираються режими різання програмою та користувач переходить до наступної дії.

7. Перевірити вірність програми можна за допомогою візуалізації.

**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.

Рисунок – 4.2 Деталь виконана по робочому кресленню в
SOLIDWORKS

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

Рисунок – 4.3 Заготівля і система координат установ 1

Посередині знаходиться оброблювана деталь, праворуч – «Результати» із вкладками «Операції», «Параметри» та «Код КП». Ліворуч розташовані функції програми, за допомогою яких робиться розробка заготовки, операцій, побудова ліній на поверхні деталі та розробляється керуюча програма. У вкладці «Операції» знаходяться перелік операцій, обраний інструмент та режими різання, які можна редагувати.

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

Рисунок – 4.5 Заготівля і система координат установка 1, точіння правого
торця

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

- 8 мм, подача – 0.55 мм / об, швидкість різання -260 м / хв, частота обертів
шпинделя - 250 об / хв.

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

ГЕСУНОК – 4. / РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРУ

Виконується розточування отвору з правого боку деталі. Для обробки застосовується різець розточувальний S 50U WTFNR 22 з пластиною для чорнової обробки TNMG 220412 PC TT8115 та пластина для чистової обробки. Режими різання для чорнової обробки : глибина різання - 5 мм, подача – 0,45 мм / об, швидкість різання 120 м / хв. Режими різання для чистової обробки : глибина різання – 0.3 мм, подача – 0.10 мм / об, швидкість різання 380 м / хв

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

Виконується свердління 12 отворів діаметром 16,5 мм наскрізь. Для свердління застосовується свердло Спец., Матеріал ріжучої частини Р6М5. Режими різання: глибина різання - 66 мм, подача - 0,20 мм / об, швидкість різання - 30 м / хв, частота обертів шпинделя з інструментом - 250 об / хв

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

Виконується чорнова обробка лівого торця деталі багатопрхідним циклом Для обробки застосовується прохідний різець TCLNR 4040 S19 CNMM190624-RH TT8115. Режими різання: глибина різання - 8 мм, подача – 0.55 мм / об, шкорість різання -260 м / хв, частота обертів шпинделя - 250 об /

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

Виконується обробка поверхні з лівого боку деталі. Для обробки застосовується прохідний різець TCLNR 4040 S19 CNMM190624-RH TT8115. Режими різання: глибина різання – 7 мм, подача – 0.50 мм / об, шкорість різання -260 м / хв, частота обертів шпинделя - 250 об / хв.

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

Рисунок – 4.11 Чорнова обробка внутрішньої поверхні з
лівого боку деталі

Виконується чорнова обробка внутрішньої поверхні з лівого боку
деталі. Для обробки застосовується прохідний різець MWLNR 2020 K08
WNMA 080416 TT8115. Режими різання: глибина різання - 5 мм. подача - 0.55

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

Рисунок – 4.12 Чистова обробка внутрішньої поверхні з лівого боку
деталі

Виконується чистова обробка внутрішньої поверхні з лівого боку
деталі. Для обробки застосовується прохідний різець MWLNR 2020 K08

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

Рисунок – 4.13 Свердління 5 отворів внутрішньої лівого боку
деталі

Виконується свердління 5 отворів діаметром 10 мм на глибину 22 мм.
Для свердління використовується свердло Corrot 113020 10 DIN 1897 HSS/E

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

Рисунок 4.14 Свердління отвору

Виконується свердління 1 отвору діаметром 16 мм на глибину 30 мм. Для

Свердло 113020 16 DIN 1897 HSS/E

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

Рисунок – 4.15 Центрування 2-х отворів

Виконується центрування отвору. Для свердління застосовується

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

Рисунок – 4.16 Свердління 2-х отворів

Виконується ступеневу свердління 2 отворів діаметром 21 мм наскрізь.
Для свердління застосовується свердло Garant 113020 21 DIN 6535 HA. Режими

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

Рисунок – 4.17 Свердління 2 отворів

Виконується свердління 2 отворів діаметром 24 мм на глибину 33,5 мм

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

Рисунок – 4.18 Результат виконаної роботи деталь корпус превентора

Частина КІ постпроцесування для виготовлення деталі корпус в програмі
ESPRIT зображена на рис. 4.19

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

G50 S6000
G96 S300 M4
G0 X27.7953 Z0.7557 M8

G1 X26.3827
Z-21.2064
X26.7748
X26.8026 Z-21.1925

Рисунок – 4.19 Частина розрахункової КП в GM-кодах для деталі
корпус превентора

ВИСНОВОК

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

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

- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталей вал, 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 застосування сучасного універсального обладнання з числовим програмним управлінням, прогресивного інструменту і оснастки, а також раціональної послідовності обробки деталі Корпус.

- в спеціальному 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;

- в науково-дослідницькому розділі виконане дослідження автоматизованої технології обробки за представленою 3D-моделі деталі корпус. Запропоновано раціональні способи обробки деталі за допомогою CAD / CAM-систем, з обов'язковим розрахунком керуючої програми для верстата з ЧПК. Також розглянуті альтернативні методи обробки деталі корпус в вертикальному положенні, зазвичай таку деталь виготовляють на горизонтальних верстатах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

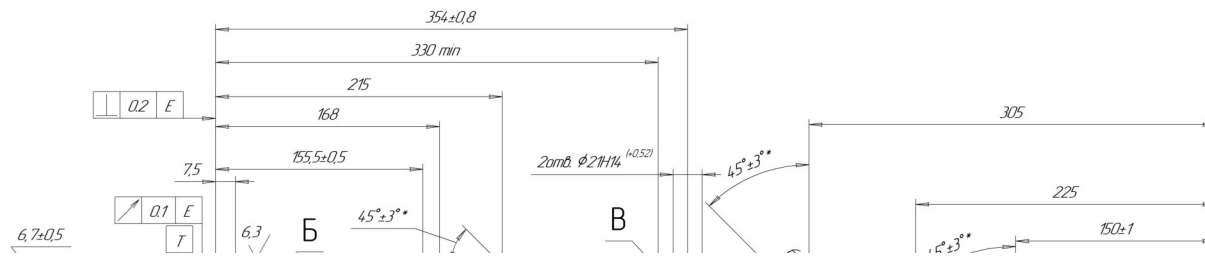
- 1 Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс]. <https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
- 2 ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
- 3 ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. 6 Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
- 7 Національна рамка кваліфікацій. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-p>.
- 8 Освітньо-професійна програма вищої освіти для магістра спеціальності 131 Прикладна механіка / В.В. Проців, С.Т. Пацера, В.В. Зіль; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 22 с.
- 9 Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затвердженого Вченою радою 22.01.2019, протокол №2.
- 10 Положення про організацію атестації здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол №15).
- 11 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).
- 12 Положення про проведення практики здобувачів вищої освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 11.12.2018 (протокол №15).
- 13 Положення про систему запобігання та виявлення плагіату в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка», затверджене Вченою радою 13.06.2018 (протокол №8).
- 14 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.
- 19 Залога В.О., Зінченко Р.М.. Система "PowerShape". Основи 3D моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2009.
- 20 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Поверхневе моделювання: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у

верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві". Суми : Сумський держ ун-т, 2010.

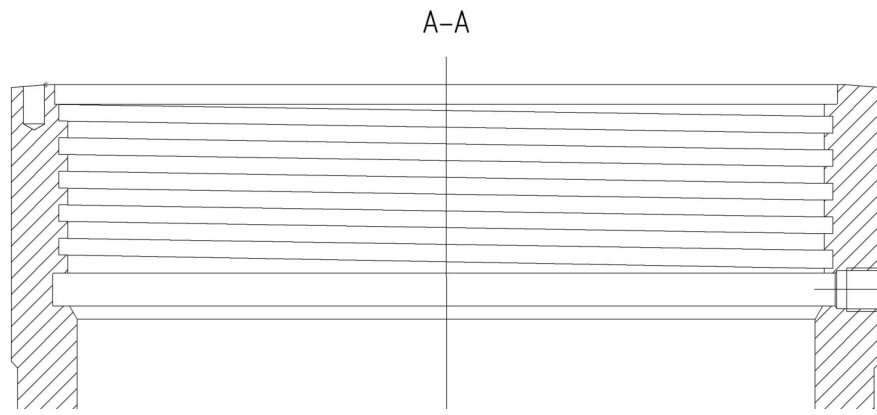
21 Залога В.О., Зінченко Р.М. Система "PowerShape" Створення САПР за допомогою макросів: Метод. вказівки з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві"/ Суми : Сумський держ ун-т, 2011.

22 Величко О.Г. Інноваційна діяльність у сферах техніки, технології, технічного регулювання і забезпечення якості: підручник / Величко О.Г., Должанський А.М., Віткін Л.М., Янішевський О.Е., Ключев Д.Ю.; Донецьк : Свідлер, 2010. – 120 с.

23 Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2008.



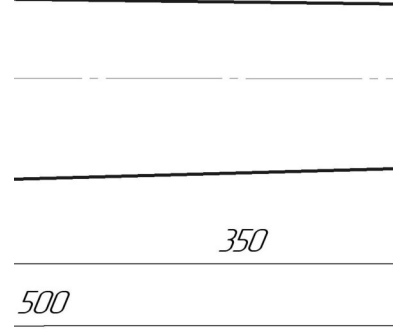
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.



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.

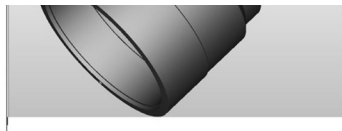
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.



2)
φ60

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.



```
( OPERATION FINISH TURN  
TOWHEEL )  
G28 X0  
G18 G99 M46  
( TURN MODE )  
G0 T0002  
( TOOL-02 W3_TURN_RM_PSH-  
WBCT )  
G10 S6000  
G96 S300 M4  
G0 X27.7915 Z0.7157 M8  
X27.8669 Z.21.1823  
G0 Z4.1023  
G1 X26.7748  
Z.21.2064  
X27.1869  
X27.1848 Z.21.1823  
G0 Z4.1023  
G1 X26.3827  
Z.21.2064  
X26.7748  
X26.8038 Z.21.1823
```