

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний
(факультет)

Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Климюка Сергія Володимировича
(ПІБ)

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: Дослідження методами комп'ютерного моделювання на
прикладі автоматизованої механічної обробки деталі «Корпус»
(назва за рішення кафедри)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційно ю	

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.

Дніпро
2024

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства
В.А.Дербаба
(підпис) (прізвище, ініціали)
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
_____ ступеню магістра

студенту Климюку Сергію Володимировичу
академічної групи 131м-22н-1 ММФ
спеціальності 131 Прикладна механіка
спеціалізації за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»
на тему Дослідження методами комп'ютерного моделювання на прикладі автоматизованої механічної обробки деталі «Корпус» затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.04.2024 року за № 382-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.А	Характеристика об'єкта виробництва	
2.Т	Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.	
3.		
4.		

прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

С.Д.КЛИМЮК (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 с, 15 рис, 13 табл., 12 додатків, 20 посилань.

Тема: «Дослідження методами комп'ютерного моделювання на прикладі автоматизованої механічної обробки деталі «Корпус»

Механічна обробка в корпусних деталях на верстатах з ЧПК набула значного поширення в різних галузях машинобудування. Тому визначення оптимальної технології та траєкторії має актуальне значення.

Об'єкт дослідження (розробки) у кваліфікаційній роботі – процес механічної обробки деталі в середовищі САМ-програми Autodesk PowerMill.

Предмет дослідження – швидкість виконання поставлених завдань в середовищі САМ-програми Autodesk PowerMill, функціональні можливості системи, складність роботи програми і повнота інформації.

Метою кваліфікаційної роботи є оптимізація технологічного процесу механічної обробки деталі в середовищі САМ-програми Autodesk PowerMill з метою ефективності її використання для підвищення рівня автоматизації виробництва, зменшення часу на розробку проекту і зниження витрат на дослідження конструкції деталі.

Методика досліджень – використання теоретичних основ технологій машинобудування, а також методів системного аналізу при розробці структури технологічного процесу виготовлення деталі на основі Autodesk PowerMill.

Результат роботи – оптимізація стратегії обробки в САМ-програмі на прикладі корпусної деталі, скорочення (зменшення) часу на підготовку конструкторсько-технологічної документації, розрахунок керуючої програми для обладнання і скорочення часу механічної обробки на верстаті з ЧПУ як наслідок.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – залежності основного часу обробки від стратегії обробки в САМ-програмі.

Практична цінність – рекомендації щодо застосування альтернативних технологічних методів виготовлення корпусів засувки у трубопровідних виробках.

У кваліфікаційній роботі проведено комп'ютерний експеримент з моделювання тривимірної деталі з подальшою автоматизацією технологічного процесу її виготовлення із сталевого сплаву. Також проведено теоретичне дослідження впливу параметрів стратегії обробки САМ-програмою Autodesk PowerMill, режимів різання і геометрії ріжучого інструменту на показники ефективності процесу свердління і фрезерування.

За допомогою сучасної САМ-програми Autodesk PowerMill виконано серію комп'ютерних експериментів, результати яких оброблено з використанням інформаційних технологій.

Ключові слова: автоматизація виробництва, верстат з ЧПК, корпус, механічна обробка, технологічний процес, САМ-програма.

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 «ІТЦ Технополіс».

ЗМІСТ

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1 Загальна характеристика деталі.....	6
1.2 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Визначення типу виробництва.....	13
2.2 Аналіз базового технологічного процесу.....	14
2.3 Вибір заготовки.....	18
2.4 Розробка маршрутного технологічного процесу.....	20
2.5 Вибір технологічних баз і послідовності технологічних переходів.....	25
2.6 Вибір і проектування засобів технологічного оснащення.....	25
2.7 Розрахунок припусків і операційних розмірів.....	26
2.8 Розрахунок режимів різання.....	31
2.9 Технічне нормування операцій.....	35
2.10 Опис і розрахунок інструментальних наладок.....	38
3. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	40
3.1 Проектування верстатного пристосування.....	40
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	49
ВИСНОВКИ.....	55
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	56
ДОДАТКИ.....	58

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика деталі

На машинобудівних підприємствах успішне впровадження нової техніки залежить від ступеня оснащення підприємства сучасним технологічним обладнанням. Для всіх видів технологічного обладнання характерна наявність значної кількості деталей, різноманітної і складної форми. Більшість деталей в процесі виготовлення піддається різним видам механічної обробки. Продуктивність процесу обробки залежить від режимів різання, від матеріалу ріжучої частини інструменту, його конструкції, геометричних параметрів. У дипломному проекті для розрахунку режимів різання застосовується аналітичний метод.

Корпусні деталі широко застосовуються в машинобудуванні. Конструктивною особливістю деталей цього типу є те, що вони мають складну форму і досить високі вимоги по точності розмірів, розташуванню поверхонь, міцності, жорсткості, зносостійкості, корозійної стійкості та іншими властивостями, які визначаються їх призначенням. Відносно точності обробки до корпусних деталей висувають такі основні вимоги:

- точність геометричної форми плоских поверхонь;
- точність відстані між двома паралельними площинами;
- точність відносного повороту плоских базуючих поверхонь;
- точність діаметральних розмірів і форми отворів;
- точність відносного положення осей отворів;
- паралельність або перпендикулярність осей отворів і площин;

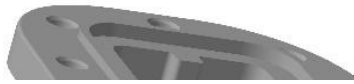
Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Широке поширення засувки пояснюється рядом переваг, серед яких:

- порівняльна простота конструкції;
- відносно невелика будівельна довжина;
- можливість застосування в різноманітних умовах експлуатації;
- малий гідравлічний опір.

Остання якість робить засувки особливо цінними для використання в магістральних трубопроводах, для яких характерний постійний високошвидкісний рух середовища.

В даному дипломному проекті розробляється корпус засувки K313011-500.



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



Рис. 1.1. Корпус засувки K313011-500

Дана деталь входить до складу складальної одиниці (засувка клинова). Засувки клинові з висувним шпинделем призначені для установки їх на трубопроводах як запірний пристрій для водо- газонефтяних сумішей, для ізоляції зовнішніх факторів довкілля, зокрема, попадання пилу, сміття і вологи, що сприяє порушенню нормального функціонування елементів механізму.

Засувки виготовляються з клином жорсткої конструкції. з ручним керуванням, під електропривод, з нормальним і вибухозахисним електроприводом, а також зі спеціальним типом і вимогами з управління. Приєднання до трубопроводу:

Робочий тиск засувок: 1,6 МПа; 2,5 МПа; 4,0 МПа. Кліматичне виконання

Корпус засувки, що розглядається в даному курсовому проекті виготовлений зі сталі ХМ25Л. Засувка сталева відноситься до класу відновлюваних, ремонтваних виробів.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу ХМ25Л, %

(C)	(Mn)	(Si)	(S)	(P)	(Cr)	(Al)	(Ti)	(Ni)	(Cu)
-----	------	------	-----	-----	------	------	------	------	------

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

1.2 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Одним з важливих етапів проектування є відпрацювання конструкції деталі на технологічність. Оцінка технологічності може проводитися кількісно і якісно, з розрахунком показників технологічності. При цьому якісна оцінка

передає кількісній і характеризує технологічність узагальнено.

Метою даного етапу є виявлення можливості зниження собівартості і трудомісткості виготовлення без шкоди для службового призначення деталі, за рахунок незначних змін в її конструкції.

В результаті якісної оцінки деталей на технологічність, можна зробити наступні висновки:

1. Матеріал деталі – модифікована лита сталь ХМ25Л повністю відповідає жорстким умовам експлуатації при низьких температурах і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.д.

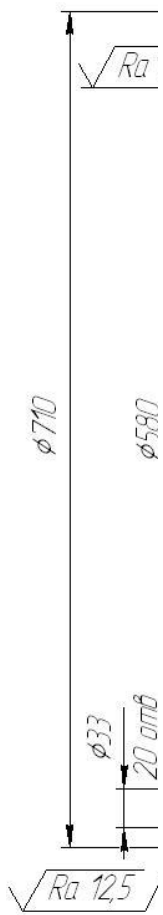
2. Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні.

3. Деталь має елементи, зручні для закріплення заготовки при обробці, але при базуванні заготовки по необробленим поверхнях виникає велика похибка.

4. Є можливість використання стандартизованих ріжучих інструментів.

5. Низькі швидкості різання при обробці на токарних верстатах внаслідок великого дисбалансу деталі.

6. Наявність поверхонь, які неможливо обробити без застосування спеціальних ріжучих інструментів, таких як спеціальні відігнуті різці.



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



Рис.1.2. Аналіз кресленка деталі

Таблиця 1.3 – Результати аналізу робочого кресленику деталі

Вк	Цс	Тс	Тс	Тс	О1	Вк	Тк	О1	Тс	О1	О1	Фз	Тс	Тс	Зо	О1	Фд	Тс
Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.																		

Кількісну оцінку технологічності корпусу проведено за такими показниками: коефіцієнти використання матеріалу (K_{VM}), точності обробки (K_{TO}), шорсткості ($K_{Ш}$).

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

.1)

гу
це

.2)

де K_{TO} – середній коефіцієнт точності обробки деталей по всім поверхням.

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

Та

де

вр

наступний висновок: деталь цілком технологічна, немає необхідності вносити в її конструкцію будь-які зміни.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу виробництва

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

$t_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час i -ої операції, хв;

F_0 – ефективний річний фонд часу роботи верстату;

K_v – середній коефіцієнт виконання норм часу:

При обробці на верстатах з ручним керуванням $K_v = 1,2$;

При обробці на верстатах з ЧПК $K_v = 1,0$.

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.

номер документа | дата документа | місце, | Фо, год. | Кв | Ср | S | пз | Орм

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

характеризується виготовленням обмеженої номенклатури деталей партіями, що повторюються через певний проміжок часу. Це дозволяє використовувати поряд з універсальним спеціальне обладнання. При проектуванні технічних процесів передбачають порядок виконання і оснащення кожної операції. Для організації серійного виробництва характерні такі риси: цехи, як правило, мають у своєму складі предметно-замкнуті ділянки, обладнання на яких розставляються по ходу типового технологічного процесу.

2.2. Аналіз базового технологічного процесу

В результаті проведення аналізу базового технологічного процесу виготовлення засувки клинової були виявлені наступні моменти:

- спосіб отримання заготовки для заданого річного обсягу випуску і матеріалу деталі є цілком раціональним;
- загальна послідовність обробки деталі, включаючи всі операції технологічного процесу - механічна обробка, технічний контроль, встановлена обґрунтовано;
- одним з недоліків базового технологічного процесу є використання неавтоматизованих верстатних і контрольних пристосувань;
- сильна диференціація операцій призводить до низького завантаження обладнання і як наслідок зниження продуктивності;
- технологічні можливості верстатів відповідають параметрам виконуваних на них операцій;
- в технологічному процесі використовується обладнання, як з ручним так і програмним управлінням, що відповідає вимогам що ставляться до серійного виробництва, але певна обмеженість можливостей обладнання призводить до зайвих

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

нців
алі;
ікож

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



Рис. 2.2. Оброблювальні поверхні деталі

На базі проведеного аналізу, орієнтуючись на автоматизоване виробництво, розроблені наступні пропозиції щодо зміни базового технологічного процесу:

- замінити обладнання з ручним керуванням (1541, 2М57) на обладнання з програмним управлінням;
- старе обладнання з програмним управлінням (IP-1250ПМФ4, 1516Ф3) замінити на нове високопродуктивне, більш економічне;
- підвищити концентрацію виконання операцій за рахунок застосування верстатів типу «оброблювальний центр»;
- проектуючи механічну обробку, врахувати можливість застосування так званого високошвидкісного різання, що дозволить різко підвищити продуктивність і зменшити знос ріжучого інструменту;
- замінити старий інструмент - новим, що дозволяє досягати більш високих швидкостей різання і кращу якість оброблюваної поверхні;
- з огляду на можливості нового обладнання і підвищення концентрації операцій перерозподілити припуски на механічну обробку, скоротивши витрати дорогого матеріалу деталі.

2.3. Вибір заготовки

Вибір виду вихідної заготовки є відповідальним етапом розробки технологічного процесу, так як докорінно впливає на технологію виготовлення деталі. Особливо важливо правильно вибрати заготовку для умов серійного автоматизованого виробництва.

Креслеником задається матеріал виготовленої деталі - модифікована лита сталь ХМ25Л. Даний сплав не придатний для пластичного деформування, але має гарні ливарні властивості, отже, метод виготовлення заготовки - лиття.

Спосіб виготовлення визначається виходячи з серійності виробництва, маси, об'єму випуску і деяких конструктивних і технологічних особливостей деталі. З огляду на досить великі габаритні розміри деталі, відповідно велику масу, відносно м'які вимоги креслення по шорсткості і точності поверхні, як спосіб виготовлення пропонується використовувати лиття в піщано-глинисті форми.

Цей спосіб застосовується, як правило, при виготовленні великих виливків в умовах середньосерійного виробництва.

Технологічність конструкції литої заготовки

Застосування в якості матеріалу заготовки модифікованої литої сталі ХМ25Л забезпечує вільну усадку елементів виливки. Усунення усадочних дефектів досягається конструкцією з рівномірною товщиною стінок.

Зовнішні контури виливка є поєднанням простих геометричних тіл, з плавними переходами. Необроблювані поверхні виливки, перпендикулярні до площини роз'єму, мають конструктивні ухили, що вже передбачено кресленням деталі.

Деталь середніх розмірів, по масі ставиться до виливків II вагової групи.

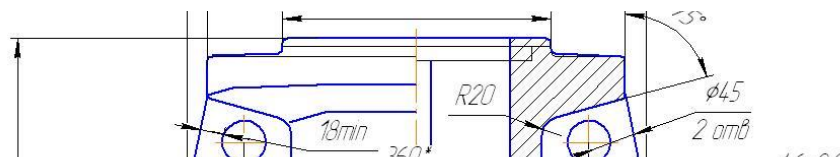
Положення виливки у формі

Приймаємо горизонтальне положення найбільших габаритних розмірів виливки. У цьому випадку зменшується неоднорідність сплаву при литті, спрощується забезпечення затвердіння заготовки.

Визначення параметрів заготовки

Визначимо шорсткість поверхні заготовки за ступенем точності поверхні виливки. Найбільший габаритний розмір для вибору – 960 мм; ступінь точності поверхні виливки - 16, шорсткість поверхні $Ra = 63$ мкм. Клас точності розмірів і мас – 12, ряд припусків – 5. Складемо зведену розрахункову таблицю 2.3 розмірів заготовки.

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.

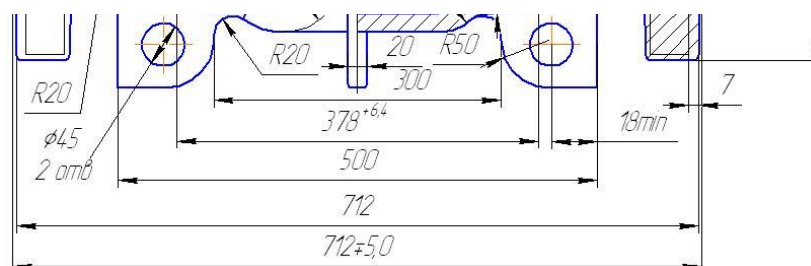


Рис. 2.3. Заготовка

Вибираємо спосіб виготовлення заготовки: лиття в піщано-глинясту форму.

2.4. Розробка маршрутного технологічного процесу

На підставі аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі і вибору методу отримання заготовки розробимо проектний варіант маршрутного технологічного процесу, що забезпечує вимоги робочого креслення деталі при одночасному зниженні витрат на її виготовлення. В якості основного технологічного обладнання для проектного варіанту маршрутного технологічного процесу вибираємо

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

обробка зовнішніх і внутрішніх канавок, нарізання різьби різцем (в тому числі конічної), задня підрізування фланців, точіння фасок. Основним рухом є обертання інструмента з одночасним програмованим переміщенням уздовж осі «U», перпендикулярно до осі обертання план-супорта. Переміщення вздовж осі «U» відбувається за рахунок шариковинтової пари по напрямних від незалежного приводу.

Перевагою даного методу обробки в порівнянні з використанням стандартного шпинделя є фіксоване положення заготовки в процесі обробки (і таким чином точність обробки не залежить від маси деталі).

Дана система обробки забезпечує стабільність процесу різання, відсутність інерційних сил, що виникають при обертанні заготовки, і підвищену точність обробки в межах $\pm 0,010\text{мм}$.

Вузол шпинделя має головний двигун, який забезпечує обертання базового шпинделя і план-супорта.

Важливою перевагою даної конфігурації верстатів є мінімізація використання спеціального інструменту (для обробки складних внутрішніх поверхонь) за рахунок програмування план-супорта під різні види обробки.

Застосування цього верстата з використанням прогресивних ріжучих інструментів, таких як різці, фрези зі змінними пластинами, свердла зі змінними пластинами фірми S

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.

Габаритні розміри палети

1 1250 × 1250 мм 1

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

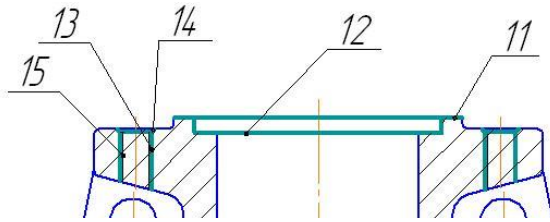
Напруга	380 В ±10%
Частота	50 Гц
Тиск повітря	6 бар
Потужність верстату	107 КВт

Габаритні розміри	8900 × 7400 × 4500 мм
Маса	60 000 кг

Розроблений маршрут можливо представити в наступному вигляді:

1. Отримання заготовки (виливка).
2. Механічна обробка.
3. Контроль.

Даний маршрутний технологічний процес був складений на основі аналізу існуючих типових маршрутних технологічних процесів. Відповідно до креслення деталі розробимо технологічний маршрут і оформлений у вигляді таблиці 2.6.



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



Рис. 2.5. Оброблювальні поверхні деталі

Таблиця 2.5 – Технологічний маршрут

№ операції	Короткий зміст операції	Обладнання	Базування
	<p>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.</p>		
	<p>Свердлами 14 створити 10, Зенкувати фаску 14 в 14 отворах;</p>		
	<p>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.</p>		
Контрольна	поверхонь, технічні вимоги.		

2.5 Вибір технологічних баз і послідовності технологічних переходів

Вибір технологічних баз і послідовності технологічних переходів є відповідальним етапом проектування технологічних процесів, від якого значною мірою залежать якість, продуктивність і ефективність процесу виготовлення машин.

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

2.6 Вибір і проектування засобів технологічного оснащення

Ріжучий інструмент вибираємо з літератури [3,4] відповідно до переходів. Для точіння зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізування торців вибираємо державку типу S.

Для чорнового розточування внутрішніх циліндричних поверхонь приймаємо

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

2.7. Розрахунок припусків і операційних розмірів

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

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне відхилення розташування поверхні;

ε_i – похибка установки заготовки при виконуваному переході.

Значення $R_{z i-1}$, h_{i-1} визначаємо для кожного технологічного переходу:

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

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{500^2 + 1500^2} = 1580,94 \text{ мм}$$

Похибка встановки:

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

7)

8)

— для заготовки: $d_{\text{min}} = 587,144 - 9,0 = 578,144$ мм,

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

— для заготовки: $d_{\text{min}} = 587,144 - 9,0 = 578,144$ мм,

- для заготовки:

$d_{\text{min}} = 578,144 - 9,0 = 569,144$ мм,

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

і результати розрахунків припусків наведено в таблиці 2.6 і таблиці 2.7.

Таблиця 2.6. Розкриття інформації на об'єкті 05951111

Ма	Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.
об	
Ви	
Ро	
чи	

2.8. Розрахунок режимів різання

Вибір інструментального оснащення для токарного переходу

Розрахунок режимів різання переходу за металургічного виробничого підприємстві Сос

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

- при чорновому розточуванні CNMM 190616-R5

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

Уточнюємо швидкість різання у зв'язку з прийнятою частотою обертання:

$$V = \frac{3,14 \cdot 585 \cdot 128}{1000} = 235,1 \text{ м/хв}$$

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

застосуванням протресного режиму інструментального оснащення.
Обробка уступу глибиною 15мм з шорсткістю Ra = 6,3 мкм. Процедура
покрокового вибору інструментального оснащення:

Крок 1 Визначити матеріал заготовки, що підлягає обробці:

Матеріал: сталь 45

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

Для чистового фрезерування використано інструментальне оснащення типу 20.

Крок 5 Вибираємо з технічної інформації режими різання.

Крок 5.1 По групі матеріалу заготовки і обраної для кожного типу пластини умови обробки вибираємо швидкості різання.

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

Чорнове фрезерування

Початкові дані: $t=7.40 \text{ мм}$, $V_c=220 \text{ м/хв}$, $D_c=80 \text{ мм}$

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

Вибір інструментального оснащення для свердильного переходу

Визначення режимів різання при свердильному переході за допомогою системи САПР

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

Вибір режимів різання для свердильного переходу:

- Початкові дані:

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

$$V = \frac{0,1155 \cdot 1000}{1000} = 155,43 \text{ м/хв}$$

2.9. Технічне нормування операцій

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (2.9)$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу;

$T_{п-з}$ – норма підготовчо-заключного часу;

n – розмір партії.

Штучний час визначається за формулою:

$$T_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{лп}, \quad (2.10)$$

де t_0 – основний час;

t_B – допоміжний час;

$t_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця;

$t_{лп}$ – час перерви на відпочинок та інші потреби.

Основний час визначається за формулою:

$$t_0 = \frac{(L+l) \cdot i}{V_f}, \quad (2.11)$$

де L – довжина оброблювальної поверхні;

l – сума довжин врізання і перебігу;

i – кількість робочих ходів;

V_f – хвилинна подача;

1. Визначимо основний час на токарні переходи

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

Основний час переходу в обробку Ø510H12.

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

Основний час з обробки отвору Ø33.

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

Час на допоміжні ходи:

$$t_{MB} = \frac{L_{XX}}{V_f}, \quad (2.13)$$

де L – довжина холостого ходу;

t_{MB1} – час на допоміжні ходи токарних переходів, $t_{MB1} = 2,2$ хв;

t_{MB2} – час на допоміжні ходи фрезерних переходів, $t_{MB2} = 0,18$ хв;

t_{MB3} – час на допоміжні ходи свердлильних переходів, $t_{MB3} = 1,02$ хв;

Тоді: $t_B = 3,46 + 12 * 0,33 + 7 * 0,16 + 2 * 0,08 + 5,24 + 1,5; \quad t_B = 17,2$ хв.

Операційний час:

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

ВН – число запусків на рік (приймаємо ВН = 12).

Маємо:

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

2.10 Опис і розрахунок інструментальних наладок

В даному розділі наладка виконана на комбіновану операцію (010). Наладка представлена на чотирьох аркушах графічної частини: на першому аркуші показана обробка магістрального фланця: точіння зовнішньої циліндричної поверхні, торця і тильного боку фланця, на другому аркуші обробка внутрішніх циліндричних поверхонь магістрального фланця, на третьому показана обробка центрального фланця: фрезерування площини, уступу. На четвертому аркуші показано свердління отворів магістрального і центрального фланця.

Таблиця 2.9 – Координати опорних точок наладки (лист 2)

0	0	0	800	0					
---	---	---	-----	---	--	--	--	--	--

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

0	0	0	800	0					
39	0	0	206,5	249,34		8000			
40	0	0	187,6	256,5	3,5	0,3	235	144	
41	0	0	185,5	258,5	3,5	0,3	235	144	
42	0	0	182	249,34	3,5	0,3	235	144	
39	0	0	206,5	249,34		8000			
43	0	0	206,5	249,34		8000			2,17
44	0	0	187,6	260	3,5	0,3	235	144	
45	0	0	182	255	3,5	0,3	235	144	
46	0	0	182	249,34	3,5	0,3	235	144	
39	0	0	206,5	249,34		8000			
0	0	0	800	0		8000			
Поворот столу на 180° обробка другого фланцю аналогічно									

Таблиця 2.10 – Координати опорних точок наладки (лист 3)

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

80	-79,8	30	555,2					
81	-79,8	275	555,2					
82	-70	284,8	555,2					
83	70	284,8	555,2					
84	79,8	275	555,2					
85	79,8	-275	555,2					
86	70	-284,8	555,2					
87	-70	-284,8	555,2					
88	-79,8	-275	555,2					
89	-79,8	0	555,2					
0	0	0	000		0000			

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

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристосування

Підприємство "Бізнес" №010.5

ПЛ
па
по
до
ф
бу
ос
ус

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

ДС

навантажених переходах: точіння циліндричної поверхні $\varnothing 710$, фрезерування торця уступу, свердління отворів $\varnothing 33$ в магістральному фланці.

1. Токарний перехід.

1У

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

Рис. 3.1. Схема закріплення деталі

Сила закріплення повинна забезпечити надійне закріплення заготовки в пристосуванні і не допускати зсуву, повороту або вібрації заготовки при обробці. Визначимо дві розрахункові формули сили закріплення:

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

Коефіцієнт запасу розраховується за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (3.2)$$

де $K_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через нерівності при чорновій обробці;

$K_2 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок

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

2) від осьової складової сили різання, яка прагне зрушити заготовку.

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. Фрезерний перехід.

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



Рис. 3.2. Схема закріплення деталі

Визначимо дві розрахункові формули сили закріплення:

- 1) від тангенціальної складової сили різання, що прагне повернути заготовку навколо точки O:

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

$$6 \cdot N \cdot 0,7 + 2R \cdot 0,7 - W = 0;$$

$$N = \frac{W - 1,4 \cdot R}{4,2};$$

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

3. Сverdлильний перехід.



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

Рис. 3.3. Схема закріплення деталі

Визначимо дві розрахункові формули сили закріплення:

- 1) від тангенціальної складової сили різання, що прагне повернути заготовку

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

$$6 \cdot N \cdot 0,7 + R \cdot 0,7 - W = 0;$$

$$N = \frac{W - 0,7 \cdot R}{4,2};$$

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

$$W = 2,01 \cdot 1115 = 2240,15;$$

Роздивимося другу схему свердління отвору $\varnothing 33$.



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



Рис. 3.4. Схема закріплення деталі

Визначимо дві розрахункові формули сили закріплення:

1) від тангенціальної складової сили різання, що прагне повернути заготовку навколо точки O:

$F_{\text{тан}} = F_{\text{р}} \cdot \sin \alpha$

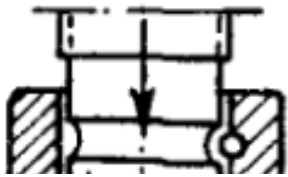
Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

D_7 — діаметр — осьова сила різання,

Сила закріплення:

2024.06.18.500

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



різьби $\beta=30^\circ$ и приведений кут тертя в різьбі $\varphi_{пр}=6^\circ 40'$.

Враховано кут підйому різьби

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

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

У науково-дослідницькому розділі проведено комп'ютерний експеримент з моделювання тривимірної деталі з подальшою автоматизацією технологічного процесу її виготовлення із сталевого сплаву. За допомогою сучасної САМ-

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

дозволяють скоротити час обробки в порівнянні з традиційними підходами до програмування в інших системах.

Сучасний високошвидкісний верстат з ЧПУ вимагає іншого підходу до програмування обробки. Перехід від традиційного силового різання до високошвидкісного не тільки збільшує продуктивність і якість обробки, але і продовжує термін служби верстата і інструменту. PowerMILL була однією з перших систем, яка запропонувала новий підхід до програмування обробки. В даний час функціонал в даній області значно покращився і розширився, на додаток до наявних функцій високошвидкісного фрезерування додалося так зване вихриве фрезерування (Vortex технологія), а також запатентована технологія DNA, яка дозволяє на основі мікротестів визначити оптимальні технічні можливості верстата з обробки.

Довгі роки багатоосьова обробка застосовувалася в аерокосмічній промисловості внаслідок обробки специфічних форм деталей і дорожчого

верстатного устаткування, проте останнім часом цей вид обробки став застосовуватися і в інших областях, наприклад в інструментальному виробництві, що дозволило виключити створення додаткових пристосувань, а також ерозійну обробку при великих вертикальних стінках. Багатоосьова обробка передбачає одночасний рух верстата по більш ніж 3 осям, що висуває додаткові вимоги до безпеки траєкторії. PowerMILL володіє численними функціями для створення багатоосьових траєкторій, відмітними з них є:

- автопредотвращеніє зіткнень;
- згладжування нахилу фрези;

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

2. Оптимізована Z.
3. Постійна Z.
4. Фрезерування фасок.

**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.

Рис. 4.3 – Статистика траєкторії «Постійна Z»

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

×



ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті на основі базового технологічного процесу із застосуванням отриманих знань з технології машинобудування, стандартизації, автоматизації, і проектування пристосувань, був розроблений вдосконалений технологічний процес, що відповідає вимогам гнучкого автоматизованого виробництва та економічної ефективності.

В аналітичному розділі була виконана характеристика деталі, а також якісна і кількісна оцінка технологічності деталі. Завдяки цьому відбулося зниження собівартості і трудомісткості виготовлення без шкоди для службового призначення деталі, за рахунок незначних змін в її конструкції.

В технологічному розділі обрано і обгрунтовано тип заготовки, розраховано припуски. Також був розроблений новий технологічний маршрут для механічної обробки, для кожної операції здійснювався вибір технологічних баз, послідовність технологічних переходів, режимів різання. Застосовувалось прогресивне режимно-інструментальне оснащення. На одну з операцій

те
інс
ча
за
ус
ко
об
рі
фр

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

При розробці даного дипломного проєкту широко використані можливості сучасної комп'ютерної техніки і застосовані різні технічні та графічні програмні пакети.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 8833:2019. Національний стандарт України виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=82147.
2. ДСТУ 8981:2020 Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічне оброблення. ДСТУ (Державний Стандарт України).
3. Технічне креслення. Розробка робочих креслеників деталей за креслеником загального виду [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.Г.Гетьман, Н.В. Білицька, Г.В. Баскова. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,474Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 150 с.
4. Петраков Ю.В. Лабораторно-комп'ютерний практикум з теорії різання // Рекомендовано МОН України як навчальний посібник для вищих навчальних закладів (Лист МОН України №1.4/18-Г-212), Київ, Політехніка, 2006, 190с.
5. Гейчук, В. М. Функціональне проектування верстатів, роботів та машин в Autodesk Inventor. Частина I [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» / В. М. Гейчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,39 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 394 с.
6. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані (1 файл: 15,26 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с.
7. David A. Stephenson, John S. Agapiou Metal Cutting Theory and Practice. Third Edition 2016 by Taylor & Francis Group, LLC 932p.
8. Найкращі рішення для обробки. Лінійка необертальних інструментів. Токарна обробка. Обробка канавок. Різьбонарізання. Відрізання. Метрична версія каталогу 2019. 08/2020 3395080. Member IMC Group ISCAR / www.iscar.com.ua.
9. Найкращі рішення для обробки. Фрезерування. Свердління. Інструментальна оснастка. Метрична версія каталогу 2020-2021. 10/2020 3395081. Member IMC Group ISCAR / www.iscar.ua
10. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Моделювання фрезерування кінцевими фрезами. Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування №1 (73). 2015.
11. Петраков Ю.В. Розвиток САМ-систем автоматизованого програмування верстатів з ЧПК: Монографія. – Київ, Січка, 2011. – 220 с.