

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 Резуна Олексія Володимировича
академічної групи 131м-21н-1 ММФ
спеціальності 131 Прикладна механіка
за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Аналіз та синтез альтернативних варіантів обробки деталі
складної геометрії за умови використання спеціальних САМ-систем»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

_____ р. за № _____

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Дербаба В.А.			
розділів:				
Аналітичний	Дербаба В.А.			
Технологічний	Дербаба В.А.			
Спеціальний	Дербаба В.А.			

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 17.07.2023р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

машинобудування та матеріалознавства

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту Резуну Олексію Володимировичу

академічної групи 131М-21Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»

на тему: «Аналіз та синтез альтернативних варіантів обробки деталі складної геометрії за умови використання спеціальних САМ-систем»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

_____ р. за № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності конструкції деталі	
Технологічний	Розробка та обґрунтування маршруту обробки деталі Вибір технологічного обладнання	
Спеціальний	Проектування верстатного пристосування	
Науково-дослідницький	Аналіз та синтез альтернативних варіантів обробки деталі складної геометрії	

Завдання видано _____

Дербаба В.А.

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання _____

Резун О.В.

Зміст

Вступ.	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.	7
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.	7
1.2 Марка матеріалу корпус.	10
1.3 Кількісна та якісна оцінка деталі корпусу.. . . .	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.	13
2.1 Визначення типу виробництва та форми його організації.	13
2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовок. . .	15
2.3 Вибір технологічних баз деталі корпусу.. . . .	17
2.4 Вибір технологічного устаткування.	19
2.5 Розробка маршруту обробки деталей (МОД).	21
2.6 Визначення припусків на обробку та розмір заготовлі корпусу.	23
2.7 Визначення режимів обробки заготовки корпусу.	28
2.8 Нормування операцій технологічного процесу.	28
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.	31
3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК	31
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.	32
4.1 Перспективи використання програмного комплексу Power Solution у ви-робництві деталей типу - вал і корпус на машинобудівних підприємст- вах.	32
4.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі в обраній САМ- системі.	36
Загальні висновки.	40
Перелік посилань.	41
Додатки	

Вступ

Виробничий процес виготовлення машин є системою зв'язку властивостей матеріалів, розмірних, інформаційних, тимчасових та економічних. Технологія машинобудування досліджує ці зв'язки з метою вирішення завдань забезпечення у процесі виробництва, необхідної якості машини, найменшої собівартості та підвищення продуктивності праці.

На машинобудівних заводах успішне впровадження нової техніки залежить від ступеня його оснащення сучасним технологічним оснащенням. Для всіх видів технологічного оснащення характерна наявність значного числа деталей, різноманітної і складної форми. Більшість деталей в процесі виготовлення піддається різним видам обробки, механічної, термічної, електрохімічної і т.д.

Сучасне виробництво пред'являє підвищені вимоги до технологічного оснащення: точність базування виробів, жорсткість, що забезпечує повне використання потужності обладнання на чорнових операціях і високу точність обробки на чистових операціях, висока гнучкість, що скорочує час на налагодження та заміну оснащення, універсальність, що дозволяє обробляти вироби певного типу розмірів з мінімальним часом на переналагодження, надійність та взаємозамінність.

Дипломна робота є великою самостійною роботою майбутнього технолога, спрямованої на вирішення конкретних завдань у галузі вдосконалення технології, організації виробництва та поліпшення техніко-економічних показників роботи ділянки. Поряд з цим дипломне проектування закріплює вміння студента користуватися довідковою літературою, таблицями, номограмами, нормами та розцінками вміло, поєднуючи довідкові дані з теоретичними знаннями, отриманими в процесі вивчення курсу. Робота закріплює, поглиблює та узагальнює знання, отримані студентами під час лекційних та практичних знань.

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

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Деталь “Корпус”

Проаналізуємо креслення конструкції вихідної деталі та дамо якісну оцінку її технологічності.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про технологічність даної деталі «корпус».

1.2 Марка матеріалу корпус

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

... 250 °С, що піддаються підвищеним статичним і динамічним навантаженням і тертю (поршні, корпуси редукторів, корпуси підшипників, корпуси черв'ячних коліс, втулки, кришки підшипників, па-трубки компресорів, діафрагми, рами фундаментні, рами вихлопних компресорів, зубчасті колеса, шестерні); вилівок деталей трубопровідної арматури та приводних пристроїв до неї; вилівок деталей гірничо-металургійного обладнання; частин литих з'єднувальних для трубопроводів. Хімічний склад чавуну наведено в таблиці 1.1, а механічні чавуну СЧ20 показані в таблиці 1.2

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну СЧ20 , %

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Q_3 – число конструктивних елементів в деталі.

Коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{и.м.} = \frac{m_d}{m_3}; \quad (1.2)$$

де m_d – маса деталі, кг;

m_3 – маса заготівлі, кг.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_{y.э.} = \frac{34}{46} = 0.74$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{u.m.} = \frac{1,2}{1,6} = 0.75$$

Числові значення коефіцієнтів повинні лежати в межах $0 < K < 1$. Умова виконується.

Відповідно якісна оцінка технологічності конструкції характеризується такими показниками: добре (допустимо), погано (неприпустимо). Кожен показник оцінюється знаком "+" чи "-". Якісний аналіз технологічності конструкції деталі виконують відповідно таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

ОИМО висновок, що деталь технологічна.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення типу виробництва та форми його організації

Тип виробництва визначимо, взявши за основу масу деталей та річний обсяг випуску деталей.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Штучний час за операціями визначимо за формулою:

$$T_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{о.ср.}}}{K} \text{ хв}; \quad (2.2)$$

де $T_{\text{о.ср.}}$ – середній основний технологічний час;

K – коефіцієнт безперервності роботи верстатів.

Середній основний технологічний час за операціями визначимо для деталі "Корпуса" (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1

№ п/п	Зміст операцій
1	Підрізування торців
2	Точення зовнішнє
3	Розточування
4	Підрізування торців
5	Токарна
6	Свердління
7	Нарізання різьблення

Штучний час за операціями визначимо за формулою (2.3)

$$T_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{о.ср.}}}{K} \text{ хв};$$

Середній основний технологічний час за операціями визначимо для "Корпуса". Дані занесемо до таблиці 2.4.

$$\text{Точення } T_{\text{о.ср.}} = 0.17 \cdot 10^{-3} \cdot d l \quad (2.4)$$

$$\text{Підрізування торців } T_{\text{о.ср.}} = 0.037 \cdot 10^{-3} \cdot (D^2 - d^2) \quad (2.5)$$

$$\text{Фрезерування } T_{\text{о.ср.}} = 6 \cdot 10^{-3} \cdot l \quad (2.6)$$

$$\text{Розточування } T_{\text{о.ср.}} = 0.18 \cdot 10^{-3} \cdot d l \quad (2.7)$$

$$\text{Свердління } T_{\text{о.ср.}} = 0.52 \cdot 10^{-3} \cdot d l n \quad (2.8)$$

$$\text{Розточування } T_{\text{о.ср.}} = 0.31 \cdot 10^{-3} \cdot d l n \quad (2.9)$$

$$\text{Нарізання різьблення } T_{\text{о.ср.}} = 0.4 \cdot 10^{-3} \cdot d l n \quad (2.10)$$

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовок

При виборі способу отримання заготовки головним чином потрібно забезпечити необхідну якість деталі при її мінімальній собівартості. На вибір способу отримання заготівлі великий вплив мають: конфігурація, розміри, маса, марка матеріалу, необхідна точність і якість поверхонь заготівлі, тип виробництва.

Спосіб отримання заготовки Корпус вибираємо на підставі техніко-економічного аналізу двох варіантів.

За двома варіантами визначимо масу заготівлі з урахуванням припусків та напусків на механічну обробку. Приблизно маса заготівлі визначається за такою формулою:

За двома варіантами визначимо масу заготівлі з урахуванням припусків і напусків на механічну обробку за формулою (2.12).

Варіант 1. Вид заготівлі – лиття у піщані форми.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Різниця між цеховою собівартістю обробки та різницею вартості заготовель (2.17).

$$E = 57.4 - 310.15 = -252.75 \text{ грн.}$$

Так як цехова собівартість механічної обробки менша, ніж різниця вартості заготовок, то приймаємо менш точну заготовку - лиття в піщані форми.

Річна економічна ефективність обраного способу одержання заготовлі(2.18).

$$Z_{\phi} = 252.75 \cdot 1000 = 252.75 \text{ тис. грн.}$$

2.3 Вибір технологічних баз деталі корпусу.

Відповідно базування, тобто положення об'єкта щодо обраної системи координат, здійснюється за допомогою обраних на об'єкті баз у вигляді належних йому поверхонь, осей, точок або їх поєднань.

У процесі механічної обробки при виборі технологічних баз необхідно дотримуватись наступних рекомендацій:

- при обробці заготівлі необроблені поверхні як бази можна використовувати тільки на перших операціях;

- як технологічні бази слід приймати поверхні достатніх розмірів, що забезпечує більшу точність базування і закріплення заготівлі в пристосуванні, ці поверхні повинні мати більш високий клас точності, найменшу шорсткість, не мати поверхневих дефектів;

- як бази на першій операції слід приймати поверхні з найменшими припущеннями;

- при чистовій обробці рекомендується дотримуватися принципу суміщення баз;

- основи остаточної обробки повинні мати найбільшу точність, найменшу шорсткість поверхонь.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

діляться на установчу базу, що спрямовує і опорну.

На першій операції в якості чорнової бази вибираємо поверхню, яка на наступних операціях не обробляється, має значну протяжність і забезпечує зручну установку заготівлі в пристосуванні. На наступних операціях в якості настановної бази вибираємо поєднання поверхонь А і Г, що позбавляє заготівлю трьох ступенів свободи. Опорною базою є поверхня Д.

2.4 Вибір технологічного устаткування

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

а

Потужність двигуна насоса охолоджуючої рідини: 2.2 кВт

Автомат зміни інструменту

Ємність інструментального магазину: 40 шт.

Важіль зміни інструменту: поворотний кронштейн

Вибір інструмента: фіксований адресу

Максимальний діаметр інструмента (постійний): 90 мм

Максимальний діаметр інструмента (без суміжних інструментів): 130 мм

Максимальна довжина інструменту: 400 мм

Максимальна вага інструменту: 10 кг

Час зміни інструменту (Т-Т-Т): 2 сек.

Можливості обробки

Максимальний діаметр обробки: 760 мм

Максимальна довжина обробки: 1540 мм

Рекомендований діаметр повороту: 255 мм

Максимальний діаметр обробки над станиною: 1000 мм

Максимальний діаметр обробки над супортом: 700 мм

Робочий діаметр стержня: 76 мм

Револьверна головка

Розміри інструменту для зовнішньої обробки: 25x25 мм

Число інструментальних позицій: 12 шт.

Макс. розмір розточувального бруса: 40 мм

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

2.5 Розробка маршруту обробки деталей (МОД)

Основним завданням розробки маршруту є складання загального плану обробки деталі, формулювання змісту операцій технологічного процесу. Результати оформлюються як таблиці 2.3.

При встановленні загальної послідовності обробки рекомендується врахувати такі положення.

1. Кожна наступна операція повинна зменшувати похибки та покращувати якість поверхні.

2. Насамперед слід обробляти поверхню, яка буде технологічною базою для подальших операцій.

3. Потім слід обробляти поверхні, з яких знімається найбільший шар металу, що дозволить своєчасно виявити можливі внутрішні дефекти заготовлі.

4. Операції, при яких можлива поява шлюбу через внутрішні дефекти в заготовлі, слід проводити спочатку.

5. Обробка інших поверхонь ведеться в послідовності, зворотного ступеня їх точності: чим точніше має бути поверхня, тим пізніше вона обробляється.

6. Закінчується обробка тією поверхнею, яка є найбільш точною і має найбільше значення для експлуатації деталі.

7. Отвори потрібно свердлити в кінці технологічного процесу, за винятком тих випадків, коли вони служать базами для установки.

8. Якщо деталь піддається термічній обробці по ходу технологічного процесу, механічна обробка розчленовується на дві частини: до термічної обробки і після неї.

9. Технічний контроль намічають після тих етапів обробки, де ймовірно підвищена кількість шлюбу, перед складними і дорогими операціями, після закінченого циклу, а також в кінці обробки деталі.

Розробку маршруту обробки деталі «Корпуса» проведемо з використанням типового технологічного процесу на цю деталь. Технологічний маршрут оформляється в таблицю 2.5

Найменування операцій відповідає вимогам класифікатора технологічних операцій у машинобудуванні

Таблиця 2.3

№ операції	Найменування операції	Зміст операції	Технологічні бази	Обладнання. Технологічне оснащення
		Виробництво заготовки - виливок в піша-		
<p>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.</p>				
030	контроль на	Технічний контроль ВТК	-	-

2.6 Визначення припусків на обробку та розмір заготівлі корпусу.

У проекті застосовано аналітичний метод визначення припусків
Аналітичний розрахунок припусків провадиться за формулою:

$$2Z_{\min} = 2 \left((Rz + h)_{i-1} + (\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon^2)^{0.5} \right) \text{ мкм}$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей поверхні від попередньої обробки, мкм;
 h_{i-1} – глибина дефектного шару на поверхні деталі від попередньої обробки, мкм;

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Визначимо клас розмірної точності виливки. Спосіб лиття – лиття в піщано-глинисті сирі форми з низько вологих високоміцних сумішей. Вибираємо – 10 клас розмірної точності.

За класом розмірної точності визначимо допуски на лінійні розміри.

Значення допусків зведемо до таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Номинальний розмір, мм	Допуск розмірів, мм	Номинальний розмір, мм	Допуск розмірів, мм
470	4.4	260	4.0
270	4.0	160	3.2
188	3.6	346	4.0
171	3.6	32	2.2
190	3.6	180	3.6

Визначимо ступінь жолоблення елементів виливки. Відношення найменшого розміру елемента виливки до найбільшого - 0.74, яке відповідає 4 ступеня короблення.

Визначимо допуски форми та розташування елементів виливка. Чисельні значення зведемо в таблицю 2.6. За номінальний розмір ділянки, що нормується, при визначенні допусків, форми і розташування приймаємо найбільший з розмірів ділянки ділянки виливки, що нормується.

Визначимо загальні допуски елементів виливки, що враховують спільний вплив допуску розміру від поверхні до бази і допуску форми та розташування поверхонь. Числові значення зведемо до таблиці 2.5

Таблиця 2.5

Номинальний розмір, мм	Допуск розмірів, мм	Номинальний розмір, мм	Допуск розмірів, мм
24	1.0	69	0.64
19	0.64	107	0.32
14	0.4	65	0.8
10	0.4	90	0.24
12	0.4		

Таблиця 2.6

Номинальний розмір, мм	Допуск розміру від поверхні до бази, мм	Допуск форми та розташування поверхонь, мм	Загальний допуск елемента відливання, мм
24	4.4	1.0	5.0
19	4.0	0.64	4.0
14	3.6	0.4	4.0
10	3.6	0.4	4.0
12	3.6	0.4	4.0
69	4.0	0.64	4.0
107	3.2	0.32	3.2
65	4.0	0.8	4.0
90	2.2	0.24	2.4

Визначимо ступінь точності поверхні виливки. Спосіб отримання - лиття в піщано-глинисті сирі форми із низько-вологих високоміцних сумішей. Найбільший розмірний розмір св.120 до 250 мм. Вибираємо ступінь точності поверхонь – 14.

За певною мірою точності поверхонь визначимо ряд припусків на обробку виливки. Вибираємо 7 ряд припусків.

Мінімальний ливарний припуск на бік – 0.8 мм.

Визначимо припуски елементів виливки. Числові значення зведемо до таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Номинальний розмір, мм	Загальний допуск елемента виливки, мм	Загальний припуск на бік, мм
24	5.0	3.6
19	4.0	4.4
14	4.0	3.2
10	4.0	4.4
12	4.0	4.4
69	4.0	4.4
107	3.2	4.1
65	4.0	4.4
90	2.4	3.5

Значення шорсткості для 14 ступеня точності поверхні виливки вибираємо
 $Ra = 40$ мкм. Ескіз заготівлі корпусу показаний малюнку 2.2

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Формувальні ухили призначають з метою полегшення видалення моделі з

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Таблиця 2.8

Висота формуючої поверхні, мм	Уклон, град.
99.2	1°3'
58.3	1°26'
49.4	2°5'

2.7 Визначення режимів обробки заготовки корпусу.

Ріжучий інструмент, необхідний обробки заготовки корпусу зведемо в таблицю 2.8

Чисельні значення режимів різання за операціями зведемо до таблиці 2.9

Таблиця 2.8

№ опер.	№ перех.	t, мм	S, мм/об (мм/хв)	n, хв ⁻¹	V, м/хв	L _{р.х.} , мм	T _о , хв
015	2	1,5	0,14	589	185	48	0,6
	3	1,5	0,14	589	185	47	0,6
	4	2	0,06	1000	12,56	9,3	0,2
020	2	1,4	0,27	978	61,4	943	3,6
	3	0,6	0,65	955	60	943	1,5
025	2	0,88	0,4	903	58,14	346	0,98
	3	0,37	0,65	932	60	346	0,57
030	2	0,1	1,5	318,5	20	37,5	0,08
035	2	0,1	0,2	1680	31,5	10	0,55

2.8 Нормування операцій технологічного процесу

Нормування операцій технологічного процесу складає кожну верстатну операцію шляхом технічного розрахунку за нормативами.

Технічна норма часу незалежно від типу верстата та методу обробки

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \text{ хв} \quad (2.45)$$

де T_{ш.к.} – норма штучно-калькуляційного часу, хв;

T_{шт} – норма штучного часу, хв;

T_{ПЗ} – норма підготовчо-заключного часу, хв;

n – розмір партії деталей, шт.

Для серійного виробництва оптимальна кількість деталей у партії для одночасного запуску у виробництво

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi} \text{ шт.} \quad (2.46)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт.

f – число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі:

для великих – 2...3 дні; для дрібних – 5...10 днів;

Φ – кількість робочих днів у році, $\Phi = 253$ дні.

Норма штучного часу

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{пп}} \text{ хв} \quad (2.47)$$

де T_o – основний технологічний час, хв;

T_v – допоміжний час, хв;

$T_{\text{тех}}$ – час технічного обслуговування, хв;

$T_{\text{орг}}$ – час організаційного обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{пп}}$ – час перерви, хв.

Основний час визначається розрахунком для кожного технологічного переходу в залежності від режиму різання.

Допоміжний час встановлюється для кожного технологічного переходу за нормативами.

Оперативний час операції

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_v \quad (2.48)$$

Час технічного обслуговування можна приймати до 6%, організаційного обслуговування - до 8%, часу перерви - до 2.5% від оперативного часу.

Визначимо норми часу щодо операцій технологічного процесу обробки «Корпуса»

Таблиця 2.15

№ Опер.	T_о, ХВ	T_в, ХВ	T_{оп}, ХВ	T_{п.з}, ХВ	T_{шт}, ХВ	T_{шт.к}, ХВ
010	20,87	23,77	44,64	27	52,01	55,38
015	13,3	8,26	21,56	21	25,1	27,7
020	31,38	14,7	46,08	15	53,73	55,6
025	25,4	8,9	34,3	15	39,92	41,8
Σ	90,95				170,76	180,48

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Пристосування, оснащення та ріжучий інструмент для верстата з ЧПК

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Перелік використаних інструментів

Різці:

- SCLCR2525M12_CCMT1204MT
- PDJNR2020K15_DNMG150604MP

Свердла:

- TCD140-144-16T3-5D

- Garant HSS-E_8.00 ISO 112103
- Garant HSS-E_2.00 ISO 112103
- 3HD100-035-10 PI3
- 3HD 050-020-06 PI3
- TCD 190-199-25T2-5D
- Garant HSS_ 2.5 ISO 113005

Мітчики:

- MTECB10118D39_2.0ISO

Фрези:

- Garant HSS-PM_6с ISO191250

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

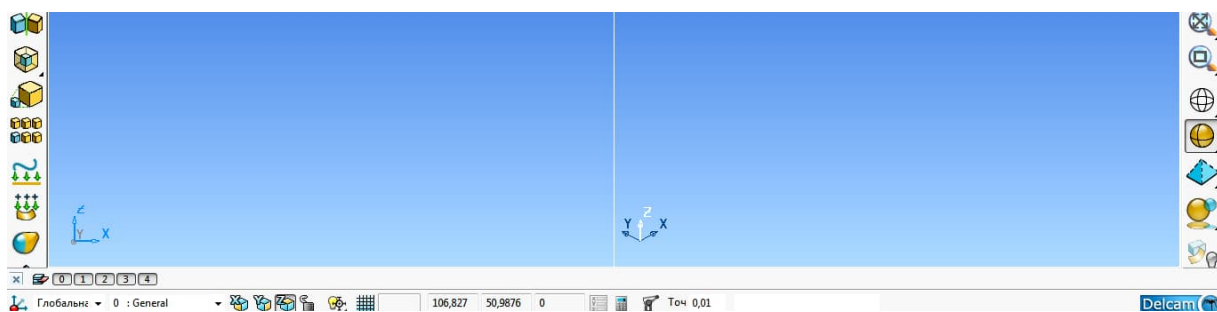
В умовах постійного та значного ускладнення інженерно-технічних проєктів, програм розробки нової продукції та зростання наукоємності виробів конкурентоспроможними стають підприємства, що досягли досконалості в управлінні бізнесом, що володіють налагодженими процесами проєктування, виробництва, постачання та підтримки продукту, орієнтовані на функціонування в умовах швидкозмінної економічної ситуації і здатні миттєво реагувати на нові запити ринку.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

...робу і термінів його запуску, що особливо важливо для роботи в умовах кон'юнктури сучасного ринку, що динамічно змінюється. Розвиток CAD/CAM-технологій дозволив удосконалювати етапи дизайнерської обробки виробу, створення прототипів і дослідних зразків, в результаті чого з'явилися сприятливі передумови для оперативної зміни виробу відповідно до вимог маркетингової стратегії без відволікання значних ресурсів на коригування конструкції та технологічних процесів.

Однією з провідних компаній – розробників CAD/CAM-систем є фірма Delcam plc (Великобританія). На сьогодні Delcam plc має понад 125 представництв у 80 країнах світу. Програмне забезпечення Delcam використовують понад 9000 промислових підприємств, таких як: Mercedes-Benz, Ford, Toyota, Volkswagen, Rover, Sony, LG, Daewoo, Siemens, Nokia, Nike, Іркутський авіаційний завод «Іркут», Саратовський авіаційний завод, НІАТ, АвтоВАЗ, УралАЗ, Іжмаш, Московський монетний двір та багато інших. ін.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.



Мал. 4.1 - Главне вікно Power Shape

Компанія Delcam є однією з перших компаній-розробників програмного забезпечення, яка розпочала активне впровадження САПР не лише на підприємства, а й у систему освіти. Взаємодія компанії-розробника, промислових підприємств та освітніх установ привела до формування спільних проектів, укладання договорів на цільову підготовку фахівців, скорочення термінів адаптації випускників на підприємствах та, зрештою, підвищення ефективності виробництва.

Модуль призначений для отримання керуючих програм (далі УП) для верстатів з ЧПУ за представленою САД моделлю та застосовується для обробки складних деталей прес-форм, ливарного оснащення та штампів методом фрезерування.

PowerMill 1 надає можливість отримати УП шестерної або циліндрової оброб

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Мал. 4.2 - Главне вікно програми Power Mill

Ефективні алгоритми розрахунку дозволяють швидко проаналізувати різні стратегії обробки виробу, вибрати оптимальну технологію, переконатися у від-

сутності зарізів, візуалізувати процес обробки і лише після цього розпочати реальну обробку виробу на верстаті.

Запис макрокоманд при роботі, можливість редагування отриманих траєкторій руху інструменту та обмеження областей обробки за обраною стратегією дозволяють значно економити машинний час при програмуванні обробки однотипних виробів.

Пакет дозволяє в автоматичному режимі вирішувати завдання з «зачистки» кутів та «підчистки» недопрацьованих областей інструментом меншого діаметра, вибирати стратегії обробки кишень, «зшивати» окремі фрагменти в єдину траєкторію руху інструменту і т.п. Це значно підвищує продуктивність праці технолога-програміста.

Простий, звичний для користувачів інтерфейс Windows та добре продумана гнучка система меню до мінімуму скорочують час на освоєння пакета та роблять його максимально доступним.

4.2 Складання автоматизованої технології обробки деталі в обраній САМ-системі

Обробка деталі була виконана в програмі «FeatureCAM 2019» оскільки вона найбільш підходить для токарно-фрезерної обробки деталі.

Autodesk FeatureCAM - максимально автоматизована, виключно проста в застосуванні САМ-система, заснована на обробці типових конструктивно-технологічних елементів з використанням бази знань рекомендованих режимів різання. Дозволяє розробляти надійні ефективні УП для фрезерних, токарних, токарно-фрезерних і верстатів з ЧПУ.

САМ-система Autodesk FeatureCAM містить вбудовану мережеву базу даних ріжучих інструментів і режимів різання. Номенклатура бази даних інструменту містить тисячі найменувань і дозволяє редагувати або додавати власний інструмент, а табличні режими різання і подачі можуть бути легко відредаговані.

В процесі роботи FeatureCAM автоматично вибирає ріжучий інструмент, призначає стратегії обробки, розбиває припуск на проходи, розраховує режими різання і генерує керуючу програму. Технолог може налаштувати FeatureCAM так,

щоб в подальшому внесені зміни застосовувалися автоматично. Тому САМ-система FeatureCAM ідеально підходить для програмування механообробки виробів серійного виробництва. Також можлива настройка САМ-системи шляхом завдання призначених для користувача оброблюваних елементів.

Токарна-фрезерна обробка. Модуль FeatureTURN / MILL дозволяє розробляти УП для обробки деталей за одну установку на токарних верстатах з приводним інструментом і токарно-фрезерних обробних центрах. Він включає всі можливості модулів FeatureTURN і FeatureMILLZED2.5D і може використовуватися для програмування позиційної обробки на токарних верстатах, оснащених приводним інструментом і / або С-і У-осями. Також підтримуються верстати с полярної інтерполяцією.

Multi-Turret Turning - додатковий модуль до FeatureTURN / MILL - призначений для програмування верстатів с кількома револьверними головками. Підтримує

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 17.07.2023р.

Інстр: #1 (SCLCR2525M12_CCMT1204MT)

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

Оп.: 5 отвір (центрування та фаска), Кріплення 1
П/С: 2174 об/хв, 0.167 мм/об
Інстр:#3 (Garant HSS-E_8.00 ISO 112103-повор. Z, 11.155 мм)
Центр: 0.000 мм 0.000 мм 0.000 мм
Глибина: 10.732 мм
Час: 0:17.0

Оп.: 6 отвір (свердло), Кріплення 1
П/С: 2425 об/хв, 0.150 мм/об
Інстр: #4 (ЗНД100-035-10 РІЗ-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: 0.000 мм 0.000 мм 0.000 мм
Глибина: 23.004 мм

Інше: Крок: 3, Цикл: Глиб. свердління
Інше: Крок: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Час: 0:20.6

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 17.07.2023р.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після викладу розділів випускної кваліфікаційної роботи бакалавра зробимо висновки про виконану роботу в наступному:

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

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

- в спеціальному розділі виконано комп'ютерне моделювання тривимірної моделі у САД системі та програмування технології автоматизованої обробки деталі у САМ системі з отриманням керуючого коду для верстата з ЧПК.

- в науково-дослідницькому розділі виконано перевірку деталі на деформацію при заданому робочому тиску. Виконано за допомогою SolidWorks Simulation. Надані практичні рекомендації щодо оптимальної геометрії деталі у відповідальних вузлах під навантаженням.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс]. <https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
 - 3 ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
 - 4 ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
 - 26 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.
 - 27 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.
 - 28 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.
 - 29 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.
 - 30 Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2008.
-