

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 Гончар Валентин Сергійович
академічної групи 131М-20Н-1 ММФ
спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження методами моделювання у САМ-системі
технологічного процесу механічної обробки деталі «Муфта»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Проців В.В			
розділів:				
Аналітичний	Проців В.В			
Технологічний	Проців В.В			
Спеціальний	Проців В.В.			
Науково- дослідницький	Проців В.В			
Рецензент	Корсун В.І.			
Нормоконтролер	Проців В.В.			

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.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

технологій машинобудування та матеріалознавства

В.В. Проців

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту Гончару Валентину Сергійовичу

академічної групи 131м-20н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

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

**на тему: «Дослідження методами моделювання у САМ-системі
технологічного процесу механічної обробки деталі «Муфта»**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
_____ за № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз і характеристики матеріалу, умови експлуатації та оцінка технологічності деталі «Муфта»	31.01.2022- 06.03.2022
Технологічний	Проектування та опрацювання детальної технології механічної обробки. Розробка комплекту документації	07.03.2022- 03.04.2022
Спеціальний	Використовувані обладнання базування та контролю розмірів деталі на верстаті з ЧПК	04.04.2022- 01.05.2022
Науково-дослідницький	Дослідження і розробка методики оптимізованої технології обробки деталі на верстаті з ЧПК	02.05.2022- 12.06.2022

Завдання видано _____

Проців В.В.

Дата видачі 20 грудня 2021 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 13 червня 2022 р.

Прийнято до виконання _____

В.С. Гончар

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: ___ с, ___ рис, ___ табл., ___ додаток, ___ джерела.

Тема: Дослідження методами моделювання у САМ-системі технологічного процесу механічної обробки деталі «Муфта»

ТЕХНОЛОГІЯ, ДЕТАЛЬ, ОПЕРАЦІЯ, ФОРМОУТВОРЕННЯ, ОБЛАДНАННЯ З ЧПК, САД, САМ.

Поєднання токарно-фрезерних робіт на верстатах з ЧПК набуло значного поширення в сучасному машинобудуванні. Тому визначення оптимальної технології та траєкторій руху керованих агрегатів має актуальне значення при металообробці. Також актуальною є проблема застосування інженерних розрахунків на деталі, в спеціалізованих програмах, при складанні технології виготовлення виробу.

Об'єкт дослідження (розробки) у кваліфікаційній роботі – процеси формоутворення поверхонь у деталі сільськогосподарського призначення.

Предмет дослідження – стратегії (траєкторії) програмного формоутворення поверхонь на обладнанні з ЧПК.

Метою кваліфікаційної роботи є порівняння основного та машинного часу формоутворення при різних траєкторіях інструменту.

Методика досліджень – комп'ютерне моделювання операцій формоутворення на основі САМ-програми.

Результат роботи – експериментальні дані щодо основного часу обробки поверхонь за різними стратегіями формоутворення. Визначена оптимальна стратегія формоутворення за умови врахування закладених при моделюванні початкових даних.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – залежності основного часу обробки від стратегії формоутворення.

Практична цінність – рекомендації щодо застосування альтернативних технологічних методів виготовлення деталей сільськогосподарського призначення.

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

<i>Вступ</i>	<i>6</i>
<i>1. Аналітичний розділ</i>	<i>8</i>
<i>1.1. Короткі відомості про деталь</i>	<i>8</i>
<i>1.2. Аналіз технічних вимог</i>	<i>10</i>
<i>1.3. Характеристика матеріалу</i>	<i>11</i>
<i>2. Технологічний розділ</i>	<i>12</i>
<i>2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>12</i>
<i>2.2. Обґрунтування типу виробництва</i>	<i>14</i>
<i>2.3. Вибір типу заготовки</i>	<i>15</i>
<i>2.4. Аналітичний розрахунок припусків</i>	<i>20</i>
<i>2.5. План обробки поверхонь</i>	<i>25</i>
<i>2.6. Розробка технологічного процесу</i>	<i>27</i>
<i>2.6.1. Аналіз заводського техпроцесу</i>	<i>27</i>
<i>2.6.2. Розробка нового техпроцесу</i>	<i>28</i>
<i>2.7. Детальна розробка двох операцій, нормування.</i>	<i>31</i>
<i>2.8. Вибір режимів різання і норм часу</i>	<i>48</i>
<i>3. Спеціальний розділ</i>	<i>50</i>
<i>3.1. Розрахунок затискного пристрою</i>	<i>50</i>
<i>3.2. Проектування контрольного пристрою</i>	<i>54</i>
<i>3.3. Проектування різального інструменту</i>	<i>55</i>
<i>4. Науково-дослідницький</i>	<i>57</i>
<i>4.1. Побудова тривимірної моделі деталі</i>	<i>57</i>
<i>4.2. Розрахунок та оптимізація технології обробки</i>	<i>60</i>
<i>4.3. Розрахунок керуючої програми та візуалізація обробки</i>	<i>63</i>
<i>Література</i>	

ВСТУП

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

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

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

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

В наші дні спостерігається швидкий розвиток систем автоматизованого проектування (САПР) в таких галузях, як авіабудування, автомобілебудування, важке машинобудування, архітектура, будівництво, нафтогазова промисловість, картографія, геоінформаційні системи, а також у виробництві товарів народного споживання, наприклад побутової

електротехніки. САПР в машинобудуванні використовується для проведення конструкторських, технологічних робіт, у тому числі робіт з технологічної підготовки виробництва. За допомогою САПР виконується розробка креслень, проводиться тривимірне моделювання виробу та процесу складання, проектується допоміжна оснастка, наприклад штампи і прес-форми, складається технологічна документація та керуючі програми (УП) для верстатів з числовим програмним

управлінням (ЧПУ), ведеться архів. Сучасні САПР застосовуються для наскрізного автоматизованого проектування, технологічної підготовки, аналізу і виготовлення виробів в машинобудуванні, для електронного управління технічною документацією. В умовах ринкової економіки та активної конкуренції особливу гостроту для машинобудівних заводів набуває проблема регулярного оновлення продукції, випуску нових модифікацій уже розроблених виробів з тим, щоб задовольнити запити максимального числа споживачів. Перш ніж випустити нову конкурентоспроможну продукцію, необхідно провести велику роботу зі збирання, накопичення та оперативної обробки інформації. Переробка великих обсягів інформації в даний час неможлива без використання ЕОМ.

1. Аналітичний розділ

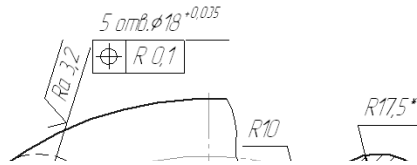
1.1 Короткі відомості про деталь, її робота у вузлі

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

Рис. 1

Позначення:

*1- поперечна рульова тяга; 2, 6 – пружинні шайби;
3 – башт; 4 – планка; 5, 14 – гайки;
7 і 13 – башти; 8 – стержень поперечної рульової тяги;
9 – корпус поворотного кулака правий;
10 – балансувальник; 11 – тяга рульова продольна;
12 – шплінт.
Напіввісь (на якій кріпиться деталь)*



Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

поперечний отвір в різьбі $\phi 4+0,3$. Луска на різьбі слугує для установки шайби з некруглим отвором для виключення самовигвинчення маточини колеса при русі трактора. На зовнішній циліндричній поверхні напіввісь $\phi 38-0,1$ встановлюється ущільнення, перешкоджає попаданню пилу і бруду в підшипники маточини колеса

1.2 Аналіз технічних вимог

Виходячи із службового призначення деталі, до неї пред'являються такі технічні вимоги

\oplus – позиційне розміщення отворів $\phi 18$ $R 0.1$ дотримується завдяки точному базуванню і одночасній обробці отворів на багатопіндельному верстаті
↗ – вимога допуску радіального біття поверхонь $\phi 62P7(-0.021/-0.051)$ і $\phi 72P7(-0.021/-0.051)$ відносно один одного 0.08 мм досягається точністю базування і точною обробкою.

\nearrow , \square - вимога допуску тарцевого діаметра 0.25 і непостійності плоскостності, досягається завдяки точному базуванню.

Вимога допуску непостійності діаметрів поверхонь С і Д в поперечному і продольних сечіннях 0.015 мм досягається точністю базування і точною обробкою.

роботи умовях
покривчєнням

техн. умовях
технологічного

технологічного

ості

4
4
чого або

володі ка
лі

температурні для
основні для

відл. з них

Крім % [15]
це кр

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

Вуз
3,2

чнів
r"
0.15

]

q_u - ліміт текучості
 $q_{сж}$ - ударна вязкість
НВ - поверхнева твердість

2. Технологічний розділ

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі за якісними та кількісними показниками

Конструкція деталі технологічна, якщо вона забезпечує просте і економічне

тв

ну

тв

вої

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

по

ня

ни

ку

их

ті

му

лі.

Данна деталь може оброблюватись на верстатах з ЧПК.

Після проведення якісного аналізу технологічності деталі робимо висновок, що конструкція деталі є технологічною.

Кількісний аналіз технологічності деталі

При проведенні кількісного аналізу технологічності деталі визначаємо наступні коефіцієнти:

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_{y.e}}{Q_e};$$

де Q_e – загальна кількість елементів конструкції деталі,

$Q_{y.e}$ – кількість уніфікованих елементів.

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічною, якщо $K_y \geq 0.7$.

$$K_y = \frac{23}{27} = 0.85$$

Деталь є достатньо уніфікованою.

Коефіцієнт рівня технологічності по шорсткості.

Коефіцієнт шорсткості $K_{ш}$ визначається за 14.202-73, і приймається в межах від 0 до 1.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{сер.}} ;$$

де $B_{сер.}$ – середній клас шорсткості обробки даної деталі

$$B_{сер.} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{14}} ;$$

де 1, 2, ..., 14 – клас шорсткості обробки;

n_1, n_2, \dots, n_{14} – кількість поверхонь даного класу шорсткості

$$B_{сер.} = \frac{2 \times 20 + 4 \times 5 + 5 \times 10 + 6 \times 7 + 7 \times 2 + 8 \times 2}{20 + 5 + 10 + 7 + 2 + 2} = 3,96$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,96} = 0.253$$

Так як розрахунковий $K_{ш} = 0,253$, то деталь вважається нормальною трудомісткості у виготовленні.

Коефіцієнт рівня технологічності по точності.

Коефіцієнт точності $K_{т}$ є відносно частим показником технологічності конструкції і визначається за 14.202-73.

Розрахункова формула

$$K_{т} = 1 - \frac{1}{A_{сер.}} ;$$

де $A_{сер.}$ – середній квалітет точності обробки деталі

$$A_{сер.} = \frac{6n_6 + 7n_7 + 8n_8 + \dots + 17n_{17}}{n_6 + n_7 + n_8 + \dots + n_{17}} ;$$

де 6, 7, ..., 17 – квалітети точності виготовлення;

n_6, n_7, \dots, n_{17} – кількість розмірів даного квалітету

$$A_{сер.} = \frac{17 \times 48 + 15 \times 1 + 14 \times 3 + 13 \times 3 + 8 \times 5 + 7 \times 2}{48 + 1 + 3 + 3 + 5 + 2} = 15,09$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{15,09} = 0,933$$

Так як розрахунковий $K_m = 0,933 < 0,85$, то деталь вважається нормальною точності.
 На підставі якісної і кількісної оцінки технологічності встановлено, що деталь – технологічна. Креслення деталі 4.791.333.104 не потребує змін та доповнень.

2.2 Обґрунтування типу виробництва

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

$$n_{зап.} = \overline{P_g} \cdot g = \overline{254} \cdot 8 = 220 \text{ шт.}$$

де P_g – число робочих днів у році

n – необхідний запас деталей на складі у днях ($g=8$)

Приймаємо $n_{зап.} = 220$ шт.

2.3 Вибір типу заготовки і обґрунтування методу її одержання

2.3.1 Короткий опис способу одержання заготовки і порівняння його з

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

Рис. 4

Заготовка отримана цим методом має високу точність та якість поверхонь, мінімальні припуски на механічну обробку, що знижує витрати металу і ліквідує додаткову трудоемкість по обробці та обивці заготовки.

Застосування цього виду заготовки знизить відхід металу в стружку, а отже зназяться трудоемкість і собівартість виготовлення заготовки.

2.3.2 Вибір загальних припусків. Визначення розмірів заготовки з допусками. Загальний припуск – шар металу, що видаляється при виконанні усіх технологічних операцій, з ціллю одержання нових поверхонь з заданими кресленнями якістю і точністю.

Лиття в кокіль.

Для визначення припусків використовуємо 7505–74.

Вибір і розрахунок припусків зводимо в таблицю 3.

Таблиця 3. Таблиця загальних припусків

Розмір поверхні	Шорсткість Ra, мкм	Припуск на розмір, мм	Допуск, мм	Розмір з допуском, мм
$\phi 210$	6,3	2 x 4	± 1	$\phi 212,8 \pm 1$
$\phi 150,8$	12,5	2 x 5	± 1	$\phi 154,8 \pm 1$
$\phi 131$	12,5	2 x 4	± 1	$\phi 133,5 \pm 1$
$\phi 72P7$	1,6	2 x 4,5	$\pm 0,8$	$\phi 63 \pm 1$
$\phi 63$	12,5	2 x 3,5	$\pm 0,8$	$\phi 56 \pm 0,8$
$\phi 62P7$	0,8	2 x 3,5	$\pm 0,8$	$\phi 55 \pm 0,8$
$\phi 54H14$	6,3	2 x 3,5	$\pm 0,8$	$\phi 47 \pm 0,8$
80h13	12,5	3,5	$\pm 0,8$	$86 \pm 0,8$
62,5	12,5	3,5	$\pm 0,8$	$66 \pm 0,8$
27	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$30 \pm 0,5$
20h14	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$21,5 \pm 0,5$
17,5	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$20,5 \pm 0,5$
10	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$13 \pm 0,5$
8	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$11 \pm 0,5$
5	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$8 \pm 0,5$
3	12,5	3,0	$\pm 0,5$	$6 \pm 0,5$

2.3.3 Визначення коефіцієнту використання матеріалу.

Коефіцієнт використання матеріалу є одним з показників технологічності деталі та обраного типу заготовки. Він визначається, як співвідношення ваги деталі та

заготовки.

$$K_{в.м} = \frac{q}{Q};$$

де, q – вага деталі, кг

Q – вага заготовки, кг

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу по базовому технологічному процесу.

Вага деталі і вага заготовки нам задана.

$$K_{в.м\sigma} = \frac{6.1}{7.6} = 0.8$$

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.



Рис.5

Знаючи вагу заготовки ми можемо визначити коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{в.м} = \frac{6.1}{7.2} = 0.85$$

2.3.4 Економічне обґрунтування вибору заготовки.

По базовому технологічному процесі, для отримання виливок з сірого чавуну в пісчані форми використовуємо формулу

$$S_{д.згз} = \left(\frac{C_1}{1000} \times Q \times K_m \times K_i \times K_b \times K_m \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{від}}{1000}$$

де, C_1 – базова вартість 1 т. заготовок (7300 грн.)

Q – вага заготовки = (7.6 кг.)

q – вага деталі = 6.1 кг

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності заготовки (0.9)

K_i – коефіцієнт, що залежить від матеріалу лиття =1

K_b – коефіцієнт, що залежить від ваги заготовки =1

K_n – коефіцієнт що залежить від програми випуску =1

$S_{від}$ – вартість 1т. відходів = 1950 грн

$$S_{п.згз} = \left(\frac{7300}{1000} \times 7.6 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times K_m \times 1 \right) - (7.6 - 6.1) \times \frac{1950}{1000} = 45.159 \text{ грн}$$

По проектному технологічному процесі, для отримання виливок з сірого чавуну в кокіль використовуємо формулу

$$S_{д.згз} = \left(\frac{C_1}{1000} \times Q \times K_m \times K_i \times K_b \times K_m \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{від}}{1000}$$

де, C_1 – базова вартість 1 т. заготовок (7300 грн.)

Q – вага заготовки = (7.2 кг.)

q – вага деталі = 6.1 кг

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності заготовки (0.9)

K_i – коефіцієнт, що залежить від матеріалу лиття =1

K_b – коефіцієнт, що залежить від ваги заготовки =1

K_m –

K_n – коефіцієнт що залежить від програми випуску =1

$S_{від}$ – вартість 1т. відходів = 1950 грн

$$S_{д.заг} = \left(\frac{7300}{1000} \times 7.2 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1 \right) - (7.2 - 6.1) \times \frac{1950}{1000} = 39.427 \text{ грн}$$

Таблиця 4. Порівняльна характеристика

Вид заготовки	$K_{в.м.}$	Собівартість, грн
Лиття в пісчану форму	0.8	39.427
Лиття в кокіль	0.85	45.159

2.3.5 Висновок

Техніко-економічні розрахунки показують, що заготовка, одержана литтям в кокіль має кращий коефіцієнт використання матеріалу, але більшу вартість. В умовах дрібносерійного виробництва краще прийняти заготовку отриману литтям в пісчану форму, а для середньосерійного – лиття в кокіль, тому що при цьому отримуємо економію робочого часу, завдяки меншій обробці отворів корпусу.

2.4 Аналітичний розрахунок припусків на одну поверхню

Аналітичний розрахунок припусків на кожний перехід розраховується за методом професора В. М. Кована. Розраховуємо припуски на міжопераційні розміри для отвору $\phi 72P7$

Заготовка – виливка

Вага заготовки – 7.2

Матеріал – СЧ 15 14.12-85

Технологія обробки отвору:

–розточування чорнове

–розточування чистове

–розточування тонке

Таблиця 4. Таблиця міжопераційних припусків

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

де кораблення деталі

$$p_{\text{кор}} = \Delta_k d = 1 \times 100 = 100 \text{ мкм}$$

$$\Delta_k = 1 \text{ мкм [12 т. 4.8]}$$

$$p_{\text{см}} = \delta_b = 2.4$$

Таким чином

$$p_3 = \sqrt{2.4^2 + 0.1^2} = 2.4 \text{ мм}$$

Остаточна величина просторового відхилення після попереднього розточування

$$p_1 = 0.06 \times 2400 = 144 \text{ мкм}$$

чистового розточування

$$p_2 = 0.04 \times 2400 = 96 \text{ мкм}$$

тонкого розточування

$$p_3 = 0.002 \times 2400 = 4.8 \text{ мкм}$$

Похідка встановлення при чорновому розточуванні

$$\epsilon_1 = \sqrt{\epsilon_\delta^2 + \epsilon_3^2} = \sqrt{40^2 + 120^2} = 127 \text{ мкм}$$

$\epsilon_\delta = 40 \text{ мкм}$ – похідка базування

$\epsilon_3 = 120 \text{ мкм}$ – похідка затиску [12 т. 4.10]

$$\epsilon_2 = 0.05 \times \epsilon_1 = 0.05 \times 127 = 6.35 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_1 = 0.02 \times \epsilon_1 = 0.02 \times 127 = 2.54 \text{ мкм}$$

Розрахунок мінімальних значень припусків проводимо, користуючись основною формулою:

$$2Z_{\min} = 2 (R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{2400^2 + 127^2}) = 2 \times 2903 \text{ мкм}$$

мінімальний припуск під чорнове розточування

$$2Z_{\min 1} = 2 (200 + 300 + \sqrt{2400^2 + 127^2}) = 2 \times 2903 \text{ мкм}$$

під чистове розточування

$$2Z_{\min 2} = 2 (50 + 50 + \sqrt{144^2 + 6.3^2}) = 2 \times 244 \text{ мкм}$$

під тонке розточування

$$2Z_{\min 3} = 2 (20 + 25 + \sqrt{96^2 + 2.54^2}) = 2 \times 141 \text{ мкм}$$

визначаємо розрахункові розміри

$$d_{p3} = 72.03 \text{ мм}$$

$$d_{p2} = 72.03 - 0.282 = 71.748 \text{ мм}$$

$$d_{p3} = 71.7483 - 0.488 = 71.26 \text{ мм}$$

$$d_{302} = 71.26 - 5.806 = 65.454 \text{ мм}$$

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

Найменші граничні розміри обчислюємо відніманням допуску від максимальних розмірів.

$$d_{\min 3} = 72.03 - 0.03 = 72 \text{ мм}$$

$$d_{\min 2} = 71.75 - 0.14 = 71.67 \text{ мм}$$

$$d_{\min 1} = 71.26 - 0.35 = 70.91 \text{ мм}$$

$$d_{\min 3} = 65.5 - 2 = 63.5 \text{ мм}$$

Знайдемо граничні значення припусків

$$2Z_{\min 3}^{\text{ПР}} = 72.03 - 71.75 = 0.28 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2}^{\text{ПР}} = 71.75 - 71.26 = 0.49 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1}^{\text{ПР}} = 71.26 - 65.5 = 5.76 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3}^{\text{ПР}} = 72 - 71.61 = 0.39 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2}^{\text{ПР}} = 71.61 - 70.91 = 0.7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1}^{\text{ПР}} = 70.91 - 63.5 = 7.41 \text{ мм}$$

Загальні припуски $Z_0 \text{ min}$ і $Z_0 \text{ max}$ розраховуємо складаючи проміжні припуски і запишемо їх значення внизу у відповідних графах.

Величину номінального припуска визначаємо з урахуванням несиметричного розміщення поля допуску заготовки:

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{0 \text{ min}} + H_3 - H_g ;$$

$$H_3 = I_m + \frac{K_y}{2} = 0.8 + \frac{0.06}{2} = 0.83$$

$$Z_{0 \text{ ном}} = 6.53 + 0.83 - 0.03 = 7.33 \text{ мм}$$

$$d_{3 \text{ ном}} = 72 - 7.3 = 64.67 \text{ мм}$$

Проводимо перевірку правильності розрахунків.

$$\delta_3 - \delta_d = 2Z_{\max} - 2Z_{\min}$$

$$2000 - 30 = 8500 - 6530$$

$$1970 = 1970$$

Розрахунки виконані вірно.

Схема розташування припусків і допусків

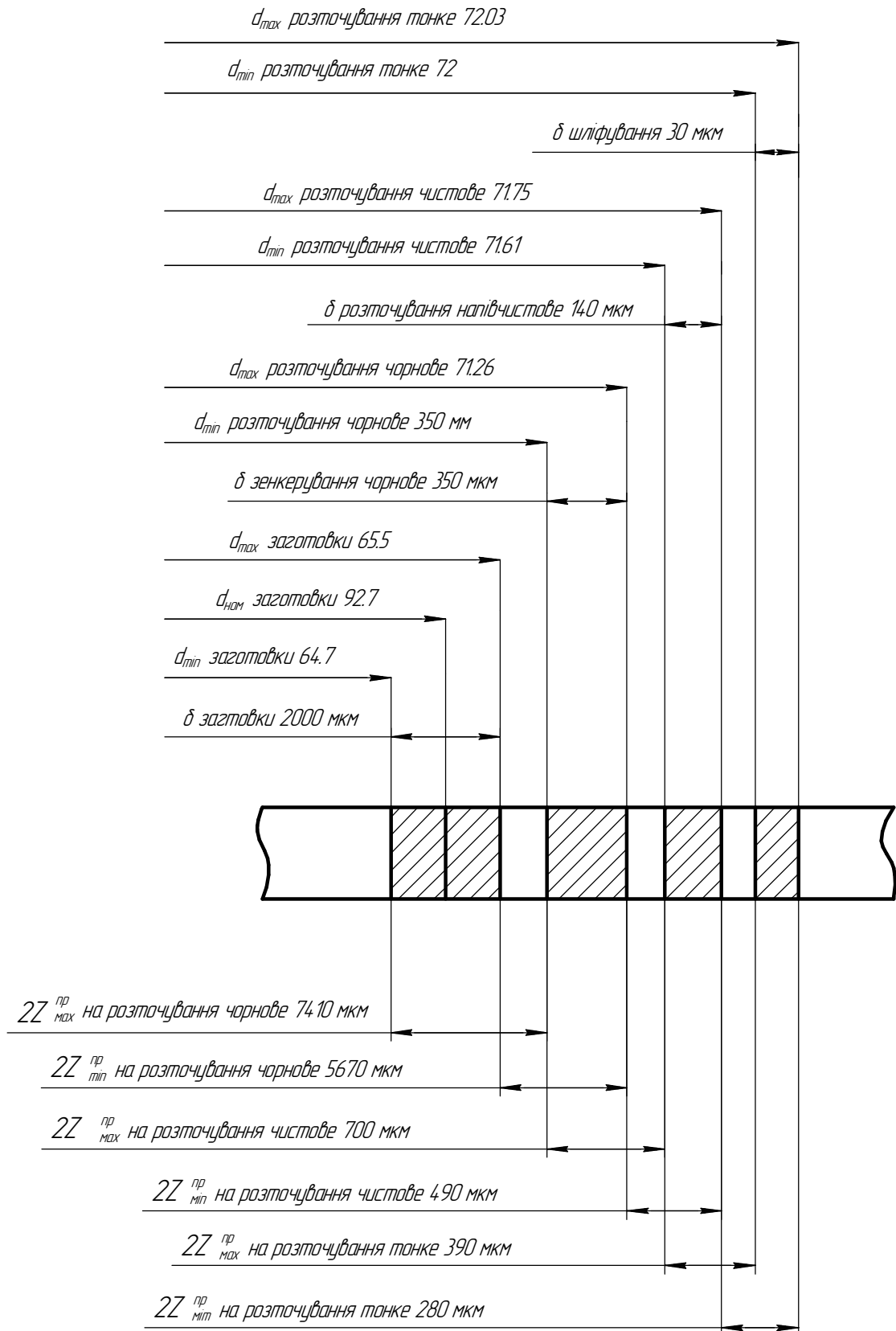


Рис. 6

2.5 План обробки поверхонь деталі з установленням ступенів точності, класів шорсткості, операційних припусків і операційних розмірів з допусками.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

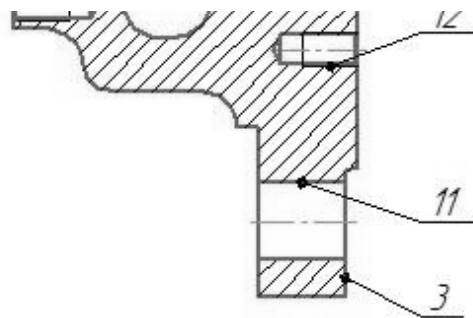


Рис. 7

Таблиця 6. План обробки поверхонь деталі

№ поверхні	Технологічний перехід	Економічна точність, квалітет	Шорсткість Ra, мкм	Операційний припуск, мм	Операційний розмір, мм	Допуск мм
1-2	Розмір заготовки	16	50	-	86	2.200
	Точити торці	13	3.2	2.3	80	0.460
3	Розмір заготовки	16	50	-	23	1.300
	Фрезерувати	13	6.3	3	20	0.330
4	Розмір заготовки	16	50	-	12	2.200
	Точити торець	13	3.2	2	10	0.460
5	Розмір заготовки	16	50	-	60	2.200
	Точити торець	13	3.2	1.5	58.5	0.460
6	Розмір заготовки	16	50	-	∅139	2.500
	Точіння чорнове	12	6.3	2x4	∅131	0.400
7	Розмір заготовки	16	50	-	∅55	1.900
	Розточування чорнове	12	6.3	2x2.5	∅60	0.300
	Розточування чистове	10	3.2	2x0.8	∅61.6	0.120
	Розточування тонке	8	0.8	2x0.2	∅62	0.030
8	Розмір заготовки	16	50	-	∅47	1.600
	Розточування чорнове	12	6.3	2x3.5	∅54	0.300
9	Розмір заготовки	16	50	-	∅56	1.900
	Розточування чорнове	12	6.3	2x3.5	∅63	0.300

продовження таблиці 6. План обробки поверхонь деталі

<i>№ поверхні</i>	<i>Технологічний перехід</i>	<i>Економічна точність, квалітет</i>	<i>Шорсткість Ra, мкм</i>	<i>Операційний припуск, мм</i>	<i>Операційний розмір, мм</i>	<i>Допуск мм</i>
10	<i>Розмір заготовки</i>	16	50	-	$\phi 63$	1.900
	<i>Розточування чорнове</i>	12	6.3	2x3.5	$\phi 70$	0.300
	<i>Розточування чистове</i>	10	3.2	2x0.8	$\phi 71.6$	0.120
	<i>Розточування тонке</i>	8	0.8	2x0.2	$\phi 72$	0.030
11	<i>Свердління</i>	14	12.5	2x8.6	$\phi 17.2$	0.430
	<i>Зенкерування</i>	10	3.2	2x0.4	$\phi 18$	0.035
12, 13	<i>Свердління</i>	14	12.5	2x3.6	$\phi 7.2$	0.430
	<i>Нарізання різьби</i>	7H	12.5	2x0.4	M8	0.027

2.6 Розробка технологічного процесу

2.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу

Маршрут обробки маточини відповідає типовому технологічному процесу обробки деталей данного типу. На першій операції виконується обробка базових поверхонь.

Таблиця 5. Заводський маршрут обробки деталі

№ опер.	Назва операції	Обладнання	Зміст операції	Tшт. (хв.)
005	Токарна	Токарний н/а 1734	обробка базових поверхонь (найбільшого діаметру) по якій деталь буде базуватися на 010, 015 операціях, і чорнова підрізка торцю.	2
010	Токарна	Токарний н/а 1734	чорнова підрізка торцю з другої сторони	2
015	Агрегатна	Спец-сверл. АМ-7787	першою оброблюється дівший торець: свердлиться 4 отвори в яких нарізається різьба М8-7Н, Зенкером виконується чорнова обробка "центрального" отвору під підшипник $\phi 71$, і свердяться, зенкеруються, розвертаються 5 отверів $\phi 18+0,035$	2,2
020	Агрегатна	Спец-сверл. АМ-7788	свердяться 4 отвори в яких нарізається різьба М8-7Н і зенкером виконується чорнова обробка "центрального" отвору під підшипник $\phi 61$	2,2
025	Алмазно-розточна	Спец. розточний ОС-4555	виконується розточка одночасно двох отверів під підшипники	2,3
030	Токарна	Токарний многолезцовый п/а 1Н713	одночасна чистова підрізка найбільшого діаметра з 2-х сторін	1,83
035	Слюсарна	Верстак №1910	притупити гострі кромки	1
040	Промивочна	М. моечн. ЛП1320	промивка та сушка	0,072
045	Контрольна	Стол ОТК	Виконується приймальний контроль	1,1
ВСЬОГО:				15

Базовий технологічний проект створений на основі принципу диференціації операцій. Технологічні бази для обробки обрано вірно, послідовність обробки

поверхонь відповідає вимогам точності, якості виготовлення та максимальній продуктивності праці.

2.6.2 Маршрутно-операційний опис технологічного процесу

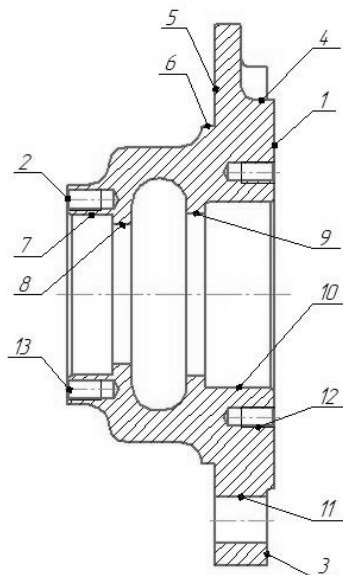


Рис. 8

005 Токарна з ЧПК

1. Установити, закріпити заготовку
2. Точити торець ^① з $\phi 160$ до $\phi 63$ в розмір $l = 83$
3. Точити поверхню ^⑨ $\phi 150.8$ в розмір $l = 3$ начорно
4. Розточити отвір ^⑩ $\phi 63$ в розмір $l = 35$ начорно
5. Розточити отвір ^⑪ $\phi 70$ в розмір $l = 27$ начорно
6. Розточити отвір ^⑪ $\phi 71.6$ в розмір $l = 27$ начисто
7. Розточити отвір ^⑪ $\phi 72$ в розмір $l = 27$ тонко
8. Відкріпити, зняти деталь.

010 Токарна за ЧПК

1. Установити, закріпити заготовку
2. Точити торець ^② з $\phi 102$ до $\phi 85$ в розмір $l = 80$ з утворенням фаски $R8$
3. Точити торець ^④ з $\phi 210$ до $\phi 139$ в розмір $l = 10$
4. Точити поверхню ^⑤ $\phi 131$ в розмір $l = 58.5$
5. Розточити отвір ^⑥ з $\phi 55$ до $\phi 60$ в розмір $l = 17.5$ начорно
6. Розточити отвір ^⑦ з $\phi 47$ до $\phi 54$ в розмір $l = 17.5$ начорно

7. Розточити отвір [ⓐ] з $\phi 60$ до $\phi 61.6$ в розмір $l = 17.5$ начисто з утворенням фаски 30°
8. Розточити отвір [ⓐ] з $\phi 61.6$ до $\phi 62$ в розмір $l = 17.5$ тонко
9. Відкріпити, зняти деталь.

015 Вертикально свердлильна

1. Установити, закріпити заготовку
2. Свердлити 4 отвори [ⓑ] $\phi 7.2$ в розмір $l = 18$
3. Відкріпити, зняти деталь.

020 Вертикально-свердлильна

1. Установити, закріпити заготовку
2. Нарізати різьду [Ⓒ] отвори 13, M8-7H
3. Відкріпити, зняти деталь.

025 Вертикально-свердлильна з ЧПК

1. Установити, закріпити заготовку
2. Фрезерувати 5 лисок [ⓓ] в розмір $l = 20$
3. Засвердлити 5 отворів [ⓔ] 4 отвори під різьду [ⓑ]
4. Свердлити 5 отворів [ⓔ] $\phi 17.2$ в розмір $l = 18$
5. Зенкерувати 5 отворів [ⓔ] $\phi 18$ в розмір $l = 18$
6. Свердлити 4 отвори [ⓑ] $\phi 7.2$
7. Нарізати різьду 4 отвори [ⓑ] M8-7H
8. Відкріпити, зняти деталь.

030 Фарбувальна

035 Контрольна

Таблиця 6. Технологічне обладнання.

№ опер.	Код опер.	Назва операції	Обладнання			
			код	модель	назва	характеристика
005	4110.38	Токарна з ЧПК	381101.38	Proton 460	Токарний з ЧПК	N= 5.5 кВт Ц= 288000

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

010	Точити поверхню	для верстатів з ЧПК	392191	18879-73	1	ТТ7310
	Розточити отвори	Різець розточний для верстатів з ЧПК	392193	18882-73	1	ВК8
015	Свердлити отвори	Свердло SHD 3100-CF	381290	2092-77	4	ТТ9030
020	Нарізати різьбу	Мітчик машин М8	391390	3449-84	4	Р6М5
025	Фрезерувати лиски	Фреза ТFM15HNS	22373	9304-69	1	ВК8
	Свердлити отвори	Свердло SHD 3100-CF	381290	2092-77	1	ТТ9030
	Зенкерувати отвори	Зенкер $\phi 18$	391690	1677-75	1	Р6М5

Таблиця 8. Контрольно-вимірювальний інструмент.

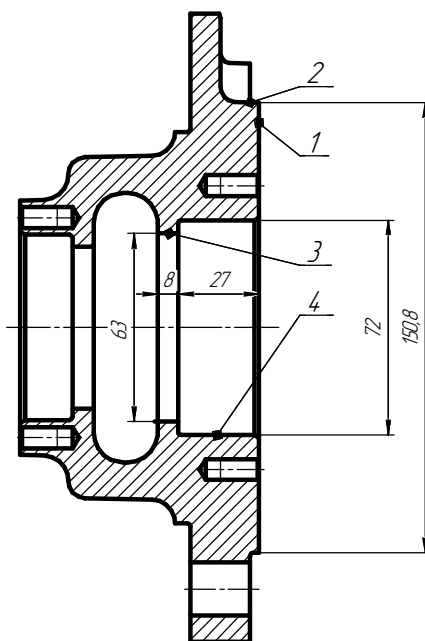
<i>№ опер.</i>	<i>Параметр контролю</i>	<i>Контрольний</i>		
<i>005</i>	<i>Зовнішні поверхні обертання, лінійні розміри. Отвори.</i>	<i>Штангенциркуль</i>	<i>393311</i>	<i>166-80</i>
		<i>ЩЦ-ІІ 160-0,1</i> <i>калібр-пробка 63, 72.</i>	<i>393120</i>	<i>24 961-81</i>
<i>010</i>	<i>Зовнішні поверхні обертання, лінійні розміри. Отвори.</i>	<i>Штангенциркуль</i>	<i>393311</i>	<i>166-80</i>
		<i>ЩЦ-ІІ 160-0,1</i> <i>калібр-пробка 54, 62.</i>	<i>393120</i>	<i>24 961-81</i>
<i>015</i>	<i>Отвори</i>	<i>калібр-пробка 18</i>	<i>393120</i>	<i>24 961-81</i>
<i>020</i>	<i>Разьбові отвори</i>	<i>калібр-пробка М8</i>	<i>393120</i>	<i>24 961-81</i>
<i>025</i>	<i>Зовнішні поверхні</i>	<i>Штангенциркуль</i>	<i>393311</i>	<i>166-80</i>
	<i>Отвори</i>	<i>калібр-пробка 18</i>	<i>393120</i>	<i>24 961-81</i>
<i>035</i>	<i>Радіальне діття</i>	<i>Пристрій контрольний індикаторний</i>	<i>393630</i>	<i>спец.</i>

2.7 Докладна розробка двох різномісних операцій технологічного процесу

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

Ціна – 28800 євро

Технологічна оснастка – патрон пневматичний для верстатів з ЧПК. Код 396112.
Ескіз обробки.



Зміст операції

Позиція I

1. Точити торець ^①, з $\phi 160$ до $\phi 63$ в розмір $l = 83$
2. Точити поверхню ^⑨, $\phi 150.8$ в розмір $l = 3$ начорно

Позиція II

1. Розточити отвір ^⑩, $\phi 63$ в розмір $l = 35$ начорно
2. Розточити отвір ^⑪, $\phi 70$ в розмір $l = 27$ начорно

Позиція III

3. Розточити отвір ^⑪, $\phi 71.6$ в розмір $l = 27$ начисто
4. Розточити отвір ^⑪, $\phi 72$ в розмір $l = 27$ тонко

Різальний інструмент:

Позиція I (Інструмент T1).

392191. Різець універсальний для верстатів з ЧПК ТТ7310

Позиція II (Інструмент T2).

391193. Різець розточний для ЧПК. ТТ7310

Позиція III (Інструмент T3).

391193. Різець розточний для ЧПК. ТТ7710

Допоміжний інструмент – різцевий блок код 392801

Змащувально-охолоджувальна рідина – емульсія.

Вибір режимів різання

Позиція I

Перехід 1. Точити торець 1, з $\phi 160$ до $\phi 63$ в розмір $l = 83$

Глибина різання

$$t = 2 \text{ мм}$$

Подача і швидкість різання для обробки данним інструмента рекомендована виробником

$$S = 0.3 \text{ мм/од.}$$

$$V = 250 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ од./хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 250}{3.14 \cdot 160} = 498 \text{ од./хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_{\phi} = 500 \text{ од./хв.}$$

Перехід 2. Точити поверхню 9, $\phi 150.8$ в розмір $l = 3$ начорно

Глибина різання

$$t = 2 \text{ мм}$$

Подача і швидкість різання для обробки данним інструмента рекомендована виробником

$$S = 0.3 \text{ мм/од.}$$

$$V = 250 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ од./хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 250}{3.14 \cdot 150.8} = 528 \text{ од/хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_{\phi} = 520 \text{ од/хв.}$$

Перевірка вибраних режимів різання по потужності:

$$N = N_m \cdot \frac{V_{\phi}}{V_m} \cdot K_N ; \text{ кВт}$$

Перехід 1 $N = 2.3 \text{ кВт}$

Перехід 2 $N = 2.1 \text{ кВт}$

Розрахунки потужності проводимо по першому переходу, тому що там найбільша потужність.

$$3.57 < (5.5 \cdot 0.85) ; \text{ кВт}$$

Тоді, задані режими різання можуть здійснюватись на данному верстаті
Головний машинний час на перехід

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_{\phi} \cdot S} ;$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу, що складається з довжини різання, врізання та передігу.

$$L_{p.x} = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

По переходах

$$y_1 = 2 \text{ мм}$$

$$y_2 = 2 \text{ мм}$$

Величина передігу $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L_1 = 2.0 + \frac{160-63}{2} = 50.5 \text{ мм}$$

$$L_2 = 3.0 + 2.0 = 5 \text{ мм}$$

Тоді

$$T_{o1} = \frac{50.5}{500 \cdot 0.3} = 0.34 \text{ хв.}$$

$$T_{o2} = \frac{5}{500 \cdot 0.3} = 0.04 \text{ хв.}$$

Загальний час на позицію I

$$\sum T_{\text{поз}} = 0.34 + 0.04 = 0.38 \text{ хв.}$$

Позиція II

Перехід 1. Розточити отвір 10, $\phi 63$ в розмір $l = 35$ начорно

Глибина різання

$$t = 3.5 \text{ мм}$$

Для чорнового розточування подача визначається:

$$S_o = S_m \cdot K_p \cdot K_i \cdot K_m$$

$$S_m = 0.74 \text{ мм/од}$$

$$K_p = 0.95$$

$$K_i = 1.0$$

$$K_m = 1.05$$

$$S = 0.74 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 0.74 \text{ мм/од.}$$

Вибір швидкості різання.

Розрахунок швидкості різання визначається:

$$V_p = V_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_i \cdot K_\phi \cdot K_m$$

V_m – табличне значення швидкості різання – 185 м/хв

K_c – група оброблюваного матеріалу – 1.0

K_o – вид обробки – 0.85

K_i – жорсткість верстата – 1.0

K_ϕ – геометрія різця – 0.95

K_m – період стійкості – 1.0

$$V_p = 85 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 = 175 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ од/хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 175}{3.14 \cdot 63} = 885 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_{\phi} = 880 \text{ об/хв.}$$

Перехід 2. Розточити отвір 11, $\phi 70$ в розмір $l = 27$ начорно
Глибина різання

$$t = 3.5 \text{ мм}$$

Для чорнового розточування подача визначається:

$$S_o = S_m \cdot K_p \cdot K_f \cdot K_m$$

$$S_m = 0.74 \text{ мм/об}$$

$$K_p = 0.95$$

$$K_f = 1.0$$

$$K_m = 1.05$$

$$S = 0.74 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 0.74 \text{ мм/об.}$$

Вибір швидкості різання.

Розрахунок швидкості різання визначається:

$$V_p = V_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_f \cdot K_{\phi} \cdot K_m$$

V_m – табличне значення швидкості різання – 170 м/хв

K_c – група оброблюваного матеріалу – 1.0

K_o – вид обробки – 0.85

K_f – жорсткість верстата – 1.0

K_{ϕ} – геометрія різця – 0.95

K_m – період стійкості – 1.0

$$V_p = 170 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 = 161 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ об/хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 111}{3.14 \cdot 70} = 732 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_{\phi} = 730 \text{ об/хв.}$$

Головний машинний час на перехід

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{\phi} \cdot S};$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, що складається з довжини різання, врізання та передігу.

$$L_{p.x.} = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

По переходах

$$y_1 = 2 \text{ мм}$$

$$y_2 = 2 \text{ мм}$$

Величина передігу $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L_1 = 2 + 27 + 8 + 2 = 39 \text{ мм}$$

$$L_2 = 2.0 + 27 = 29 \text{ мм}$$

Тоді

$$T_{o1} = \frac{39}{880 \cdot 0.3} = 0.15 \text{ хв.}$$

$$T_{o2} = \frac{29}{730 \cdot 0.3} = 0.14 \text{ хв.}$$

Загальний час на позицію II :

$$\sum T_{\text{позII}} = 0.15 + 0.14 = 0.29 \text{ хв.}$$

Позиція III

Перехід 1. Розточити отвір 11, $\phi 71.6$ в розмір $l = 27$ начисто

Глибина різання

$$t = 0.7 \text{ мм}$$

Для чистового розточування подача визначається:

$$S_o = S_m \cdot K_p \cdot K_f \cdot K_m$$

$$S_m = 0.28 \text{ мм/об}$$

$$K_p = 0.95$$

$$K_f = 1.0$$

$$K_m = 1.05$$

$$S = 0.28 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 0.28 \text{ мм/од.}$$

Вибір швидкості різання.

Розрахунок швидкості різання визначається:

$$V_p = V_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_i \cdot K_\phi \cdot K_m$$

V_m – табличне значення швидкості різання – 327 м/хв

K_c – група оброблюваного матеріалу – 1.0

K_o – вид обробки – 0.9

K_i – жорсткість верстата – 1.0

K_ϕ – геометрія різця – 0.95

K_m – період стійкості – 1.0

$$V_p = 327 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 = 280 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ од./хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 280}{3.14 \cdot 718} = 124.2 \text{ од./хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_\phi = 1240 \text{ од./хв.}$$

Перехід 2. Розточити отвір 11, $\phi 72$ в розмір $l = 27$ тонко

Глибина різання

$$t = 0.2 \text{ мм}$$

Для тонкого розточування подача визначається:

$$S_o = S_m \cdot K_p \cdot K_i \cdot K_m$$

$$S_m = 0.16 \text{ мм/од.}$$

$$K_p = 0.9$$

$$K_i = 1.0$$

$$K_m = 1.05$$

$$S = 0.16 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 0.16 \text{ мм/од.}$$

Вибір швидкості різання.

Розрахунок швидкості різання визначається:

$$V_p = V_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_i \cdot K_\phi \cdot K_m$$

V_m – табличне значення швидкості різання – 410 м/хв

K_c – група оброблюваного матеріалу – 1.0

K_o – вид обробки – 0.85

K_i – жорсткість верстата – 1.0

K_ϕ – геометрія різця – 0.95

K_m – період стійкості – 1.0

$$V_p = 410 \cdot 1.0 \cdot 0.85 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 = 331 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{об/хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 265}{3.14 \cdot 72} = 1464 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_\phi = 1460 \text{ об/хв.}$$

Перевірка вибраних режимів різання по потужності:

$$N = N_m \cdot \frac{V_\phi}{V_m} \cdot K_N ; \text{кВт}$$

Перехід 1 $N = 2.3 \text{ кВт}$

Перехід 2 $N = 2.1 \text{ кВт}$

Позиція III

Перехід 1 $N = 2.1 \text{ кВт}$

Перехід 2 $N = 1.8 \text{ кВт}$

Розрахунки потужності проводимо по першому переходу, тому що там найбільша потужність.

$$3.57 < (5.5 \cdot 0.85) ; \text{кВт}$$

Тоді, задані режими різання можуть здійснюватись на данному верстаті

Головний машинний час на перехід

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{n_{\phi} \cdot S};$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, що складається з довжини різання, врізання та передігу.

$$L_{p.x.} = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

По переходах

$$y_1 = 2 \text{ мм}$$

$$y_2 = 2 \text{ мм}$$

Величина передігу $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L_1 = 27 + 2.0 + 0 = 29 \text{ мм}$$

$$L_2 = 27 + 2.0 + 0 = 29 \text{ мм}$$

Тоді

$$T_{01} = \frac{29}{1240 \cdot 0.3} = 0.08 \text{ хв.}$$

$$T_{02} = \frac{29}{1460 \cdot 0.3} = 0.07 \text{ хв.}$$

Загальний час на позицію III :

$$T_{0.3} = \sum T_{\text{поз}} = 0.08 + 0.07 = 0.15 \text{ хв.}$$

Загальний час на операцію

$$T_{0.3} = \sum T_{\text{поз}} = 0.38 + 0.29 + 0.15 = 0.82 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання і норм часу на операцію 015 В.свердлильна з ЧПК

Деталь – Муфта $q = 6.1 \text{ кг}$

Матеріал – чавун СЧ 15 14.12-85, $\sigma = 570 \text{ МПа}$.

Заготовка – лиття в кокіль, $Q = 7.2 \text{ кг}$

Верстат – KSB 50 CNC

Технологічна оснастка – пристрій пневматичний спеціальний

Зміст операції

Позиція I

Перехід 1. Свердлити 4 отвори $\text{Ⓟ} \phi 7.2$ в розмір $l = 18$

Глубина різання

$$t = 36 \text{ мм}$$

Для свердління подача визначається:

$$S_o = S_m \cdot K_p \cdot K_i \cdot K_m$$

$$S_m = 0.3 \text{ мм/од}$$

$$K_p = 0.95$$

$$K_i = 1.0$$

$$K_m = 1.05$$

$$S = 0.3 \cdot 0.95 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 0.3 \text{ мм/од}$$

Вибір швидкості різання.

Розрахунок швидкості різання визначається:

$$V_p = V_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_i \cdot K_\phi \cdot K_m$$

V_m – табличне значення швидкості різання – 188 м/хв

K_c – група оброблюемого матеріалу – 1.0

K_o – вид обробки – 0.9

K_i – жорсткість верстата – 1.0

K_ϕ – геометрія різця – 0.95

K_m – період стійкості – 1.0

$$V_p = 188 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 1.0 = 188 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ; \text{ од/хв.}$$

Тоді

$$n = \frac{1000 \cdot 188}{3.14 \cdot 160} = 374 \text{ од/хв.}$$

За паспортом верстата

$$n_\phi = 370 \text{ од/хв.}$$

Визначаємо машинний час

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_\phi \cdot S} ;$$

$$T_o = \frac{18 + 2}{370 \cdot 0.3} = 0.19 \text{ хв.}$$

2.7.2 Розрахунок норм часу

Норма штучного часу для операції 005 Токарна з ЧПК

$$T_{шт} = T_o + T_{доп.} + T_{м.доп.} + T_{одс.} + T_{пер.}$$

де, T_o – сума головного машинного часу по операції 005. Токарна з ЧПК

$T_{доп.}$ – допоміжний час на установку та закріплення

$T_{м.доп.}$ – машинний допоміжний час включає в себе час на холості ходи, зміну інструменту, час на кадри керуючої програми та допоміжний час.

$$T_{м.доп.} = T_{доп.} + T_{х.х.} + T_{змі.} + T_{к.п.}$$

Машинний час на холості ходи та керуючу програму знаходимо згідно РТК.

$$T_{х.х.} = \frac{\sum L_{х.х. - "X"}}{S_{х.х. - "X"}} + \frac{\sum L_{х.х. - "Z"}}{S_{х.х. - "Z"}} =$$

Час на переходи програми розраховується по 1 с на кадр

$$T_{к.п.} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ с}$$

Зміна інструмента відбувається 2-а рази, на кожний інструмент по 6 с.

$$T_{змі.} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ с}$$

Допоміжний машинний час враховується той, що не перекривається роботою вертати

Включити, виключити верстат – 0.04 хв.

Закріпити, відкріпити загороджувальний щит – 0.03 хв.

Включити пульт керуючого механізму – 0.04 хв.

$$T_{доп.} = 0.04 + 0.03 + 0.04 = 0.11 \text{ хв.}$$

Звідки:

$$T_{м.доп.} = 1.593 + \frac{35}{60} + \frac{12}{60} + 0.11 = 2.48 \text{ хв.}$$

Розраховуємо оперативний час

$$T_{оп.} = T_{м.доп.} + T_{доп.} + T_o = 2.486 + 0.34 + 1.879 = 4.915 \text{ хв.}$$

$T_{одс.}$ – час на обслуговування робочого місця. В % від оперативного часу на операцію – 6 %.

$$T_{одс.} = 0.06 \cdot 4.915 = 0.2 \text{ хв}$$

$T_{пер.}$ – час на регламентовані перерви та особисті потреби. В % від оперативного

часу - 4 %.

$$T_{пер.} = 0.04 \cdot 4.915 = 0.19 \text{ хв}$$

Тоді

Для се,
часу.

вентиляційного

де $T_{п.з.}$

$n -$

2.7.3 Р.

РТК не

поверхню

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

К.

741111

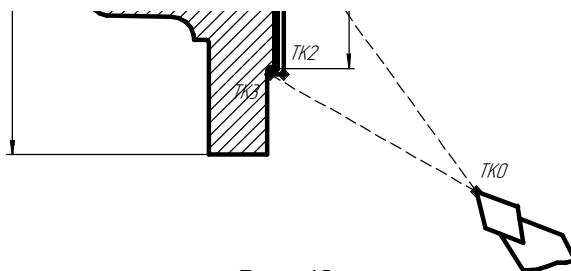
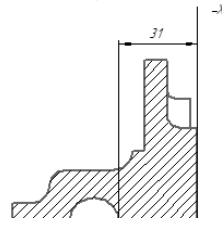


Рис. 10

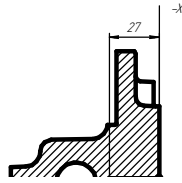
Позиція II. Розточити отвір [ⓐ] $\phi 63$ в розмір $l=31$ начорно.



Позиц

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

Позиція III. Розточити отвір ^⑪, $\phi 71.6$ в розмір $l=27$ начисто.



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

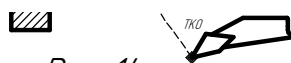


Рис. 14

Таблиця 9. Визначення координат переміщення інструменту

Позиція I					
№ точки	X	Z	ΔX	ΔZ	$l_{x.x.}$
0	150	100	-	-	-
1	23	0	127	100	161.6
2	75.4	0	52.4	0	-
3	75.4	-3	0	3	-
0	150	100	74.6	103	127.18

Позиція II					
№ точки	X	Z	ΔX	ΔZ	$l_{x,x}$
0	150	30	-	-	-
1	315	2	118.5	28	121.76
2	315	-37	0	39	-
3	28	-37	3.5	0	3.5
4	28	2	0	39	39
\bar{r}	\bar{x}	\bar{z}	\bar{r}	\bar{z}	\bar{r}

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

*N004 Z-3**

Точити поверхню 150.8 в розмір l= 3 начорно

*N005 X150 Z100**

повернення у нульову точку

*N006 T02 S4 480 F0,3 N02 L02**

заміна інструмента і задання режимів

для розточування

*N007 X315 Z2 E**

підвід у початкову точку обробки

*N008 Z-37**

розточити отвір $\phi 63$ в розмір l= 35 начорно

*N009 X28**

вивід інструмента

<i>N010 Z2*</i>	<i>із зони різання</i>
<i>N011 X35 E*</i>	<i>підвід у зону різання</i>
<i>N012 Z-27*</i>	<i>розточити отвір $\phi 70$ в розмір $l = 27$ начорно</i>
<i>N013 X28*</i>	<i>вивід інструмента із зони різання</i>
<i>N014 X150 Z30*</i>	<i>повернення у нульову точку</i>
<i>N015 T03 S3 550 F0,14 N03 L10*</i>	<i>заміна інструмента і задання режимів для чистового розточування</i>
<i>N016 X35 Z2.6 E*</i>	<i>підвід у початкову точку обробки</i>
<i>N017 X35,8 Z-1,6*</i>	<i>точити фаску</i>
<i>N018 X35,8 Z-27*</i>	<i>Розточити отвір $\phi 71.6$ в розмір $l = 27$ начисто</i>
<i>N019 X28 Z-27*</i>	<i>вивід інструмента</i>
<i>N020 X28 Z2*</i>	<i>із зони різання</i>
<i>N021 X36 Z2 E*</i>	<i>підвід у зону різання</i>
<i>N022 X36 Z-27*</i>	<i>Розточити отвір $\phi 72$ в розмір $l = 27$ тонко</i>
<i>N023 X28 Z-27*</i>	<i>вивід із</i>
<i>N024 X28 Z2*</i>	<i>зони різання</i>
<i>N025 X150 Z30*</i>	<i>повернення в нульову точку</i>
<i>N026 M09 *</i>	<i>виключення MOP</i>
<i>N027 M02*</i>	<i>кінець програми</i>
<i>%%%</i>	

2.8 Вибір режимів різання і норм часу на всі інші операції

Таблиця 2.8.1. Вибір режимів різання і норм часу на всі інші операції

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

U10	отвір 7	3.5	29.5	25.5	0.14	0.14	110	110	1002	1002	0.04
	Розточити отвір 6	2.5	19.5	17.5	0.74	0.74	170	170	873	873	0.03
	Розточити отвір 6	0.7	19.5	17.5	0.28	0.28	280	280	1438	1438	0.05
	Розточити отвір 6	0.2	19.5	17.5	0.16	0.16	331	331	1700	1700	0.07
015	Свердлити 4 отвори	3.6	20	18	0.3	0.3	18.8	17.5	716	700	0.1
020	Нарізати різьду 4	0.4	15	13	0.75	0.75	11	10.05	748	700	0.03
025	Фрезерувати 5 лисак 3	2	24	20	0.1	0.1	30	28	426	400	0.57
	Засвердлити 5 отворів 12	7.5	5	3	0.3	0.3	18.8	18.8	374	374	0.05

продовження таблиці 10. Зведена таблиця режимів різання

№ опер.	Технолог.	t	L _{р.к.}	L _{різ.}	Подача на оберт мм/об	Швидкість різ.	Частота шпинд.	T _a хв.
025	3							1.13
	5							0.09
	4							0.05
	д							

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

T_a

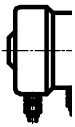
№ опер.									T _{шт-к.}
005									3.502
010									3.789
015									1.469
020	0.00	1.11	-	1.17	0.000	0.00	1.200	17	1.343
025	1.89	0.28	1.715	3.885	0.234	0.156	4.275	42	4.466

3. Конструкторський розділ

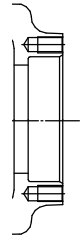
3.1. Проектування затискного пристрою

Для п.
пристрою
Ескіз с

статний



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.



Деталь ,
на тонкі

зрощину

пневмоциліндра поршень зі штоком переміщується в пневмоциліндрі вліво і шток через тягу 8 і ричаг 3 переміщує плунжер 4, який натискає на гідропластмасу 5, гідропластмаса рівномірно натискає на внутрішню поверхню втулки 7, втулка розтискається; зовнішній діаметр втулки збільшується, і вона центрується і закріплює оброблюєму деталь 6.

Базування заготовки Муфта

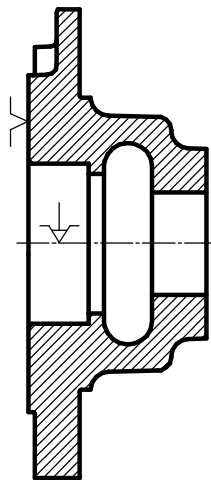


Рис.16

Базування відбувається по торцю і внутрішній циліндричній поверхні.

Допуск на розмір:

σ_p – допуск на розмір $\phi 72H14$

$\sigma_p = 620$ мкм;

Для розрахунку похибки установки використовуємо формулу :

$$E_{уст} = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_3^2 + E_{пр}^2}$$

E_{δ} – похибка базування, $E_{\delta} = 0$ мкм;

E_3 – похибка закріплення, $E_{пр} = 80$ мкм;

$E_{пр}$ – похибка пристрою, $E_{пр} = 50$ мкм;

Отже,

$$E_{уст} = \sqrt{0^2 + 80^2 + 50^2} = 87 \text{ мкм}$$

На підставі головної нерівності $E_{уст} \leq \sigma_p$ зробимо висновок про доцільність обраної схеми

$\sigma_p = 620$ мкм

($E_{уст} = 87$) < ($\sigma_p = 620$ мкм), то схема задовільняє умови обробки.

Точність пристрою

$$\Delta_{пр} = \sigma - (K_1 \times E_{\delta} + E_3 + K_2 \times \omega), \text{ де}$$

K_1 – коефіцієнт зменшення похибки базування; $K_1 = 0.8$

K_2 – коефіцієнт зменшення економічної точності; $K_2 = 1$

ω – середньоекономічна точність обробки на даному верстаті, $\omega = 84$

Отже,

$$\Delta_{пр} = 620 - (0.8 \times 0 + 1 \times 84) = 456 \text{ мкм};$$

Точність пристрою дотримується в межах 0.4 мм

Розрахунок сили затиску.

Перш за все необхідно знайти силу різання та її момент по формулам теорії різання металів або підібрати по довіднику

$$P_z = \frac{1020 \times 60 \times N}{V_{\phi}},$$

де N – потужність різання;

V_{ϕ} – фактична швидкість різання;

$$P_z = \frac{1020 \times 60 \times 1.2}{25.12} = 2924 \text{ Н} - 292 \text{ кгс.}$$

Розраховуємо силу затиску W

$$W = K \times \frac{P}{f+f},$$

де K – коефіцієнт надійності затиску

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5,$$

де $K_0 = 1.5$ – гарантований коефіцієнт затиску для всіх випадків.

$K_1 = 1.0$ – враховує стан поверхні заготовки для чистої обробки.

$K_2 = 1.2$ – враховує збільшення сил різання.

$K_3 = 1.0$ – враховує силу різання при перервному різанні.

$K_4 = 1.0$ – враховує постійність сили затиску (для механізованих пневмоприводів).

$K_5 = 1.0$ – враховує при використанні механізованого приводу.

Отже,

$$K = 1.5 \times 1.0 \times 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.8.$$

$f = 0.25$ – коефіцієнт сили тертя

Отже,

$$W = 1.8 \frac{558.7}{0.25+0.25} = 1117.4 \text{ кгс}$$

Розрахунок вихідного зусилля.

Згідно з моїм пристроєм розраховуємо вихідне зусилля без силового механізму.

Якщо при проектуванні пристрою передбачено передаючий силовий механізм, сила вихідна (на приводі) Q залежить тільки від необхідної затискної сили W . Але слід враховувати витрати на тертя

$$Q = \frac{W}{\eta} = \frac{1117.4}{0.95} = 1176.2 \text{ кгс}$$

Розрахунок пневмоприводу:

Розрахунок затискного механізму і визначення сили Q

$$Q = \frac{W}{\eta} = 1176.2 \text{ кгс}$$

Класифікація механізованого приводу.

По типу пневмодвигуна – поршневи.

По схемі дії – двосторонній.

По вихідному зусиллю. – тягнучої дії.

По типу установки – стаціонарний.

По кількості поршнів – одинарний.

По методу компоновки – вмонтований.

Розраховуємо вихідне зусилля на штоці.
Для двосторонньої дії тягнучого зусилля:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times \rho \times \eta$$

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \rho \eta \times 0.91}}$$

де $\eta = 0.95$ – коефіцієнт корисної дії циліндру;

$\rho = 4$ атм – тиск повітря в системі

Отже,

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \times 1176.2}{3.14 \times 4 \times 0.95 \times 0.91}} = 20.8 \text{ см.}$$

Приймаємо D_u по нормальному ряду

$$D = 20 \text{ см} = 200 \text{ мм}$$

Товщина стінки для чугуна – 14 мм.

Діаметр шпильок $d_1 = M20$ мм.

Кількість шпильок – 4.

Діаметр штока $d = 40$ мм = 4 см.

Діаметр різьби на штоці M24.

Розраховуємо фактичну вихідну силу:

$$Q_\phi = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times \rho \times \eta_u$$

$$d = 0.3D = 0.3 \times 20 = 6 \text{ мм}$$

Отже,

$$Q_\phi = \frac{3.14}{4} (20^2 - 6^2) \times 4 \times 0.95 = 1085.8 \text{ кгс}$$

Даний привод задовільняє умовам даного пристрою.

Розраховуємо час спрацювання

$$t = \frac{D \times L}{d^2 \times V}$$

де D – стандартний діаметр циліндра;

L – хід поршня;

d – діаметр повітря приводу;

V – швидкість протікання повітря 1500 – 2000 см/с;

Отже

$$t = \frac{20 \times 14}{2^2 \times 1500} = 0.005 \text{ с}$$

3.2. Проектування контрольного інструменту

Розрахунок розмірів калибр-пробки для отвору $\phi 18 (+0.22)$

За нормативними даними таблиці допусків та відхилень калибрів устанавлюємо значення для визначення виконавчих розмірів калибрів та контркалибрів:

$$Z = 4 \text{ мкм,}$$

$$H = 3 \text{ мкм}$$

$$Y = 4 \text{ мкм,}$$

Визначаємо мінімальний граничний розмір отвору

$$D_{\min} = D_H = 18 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальний граничний розмір валу

$$D_{\max} = D_H^{+0.22}$$

де, Z – допуск на розмір отвору.

Для $\phi 18 (+0,22)$ $Z = 3 \text{ мкм}$

Тоді

$$D_{\max} = 18 + 0,22 = 18,22 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальний розмір прохідного нового калибра – пробки

$$P_{Pn} = D_{\min} + Z + H/2 = 18 + 0,02 + 0,015 = 18.035 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальний розмір непрохідного калибра– пробки.

$$H_{En} = D_{\max} + H/2 = 18,22 + 0,016 = 18,236 \text{ мм}$$

Граничні відхилення на виконавчі розміри калибр-пробки (-0.002мм)

3.3. Проектування допоміжного інструменту

Блок для закріп,

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

Базовою пове, виконана поро, в пор, поверхню, зс поки ц ділі конуса 12 тми 4 входить чись в конічну у 3 до тих пір, зсуві втулки 3 стискається гумове кільце 9, що при зворотному ході тяги 6 повертає втулку 3 в початкове положення. Контакт по конічній поверхні і по торцю одночасно забезпечує високу жорсткість закріплення різцевих головок. Базові поверхні захищені від попадання стружки.

Блок для закріплення різцевих головок встановлюється на диску револьверної головки і кріпиться гвинтами. Зажим різцевої головки здійснюється пакетом тарілчатих пружин 5, які через кришку 7, встановлену на тязі 6, переміщують останню. Для розкріплення головок необхідно докласти зусилля до кришки 7 і стиснути тарілчасті пружини, що, як правило, виконується гідроциліндром.

Таблиця 12. Основні характеристики системи KV

	Основні розміри, мм	пд	Н		Точіння	Розточування
Р						вильот, мм
СЛ						
h						140
h						150
h						200
h						240

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

*Аналіз і дослідження оптимізованої механічної обробки деталі прогресивним
ріжучим інструментом*

Виготовлення деталі Муфта було розроблено для верстата DMG Mori CTX

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

*верстата
реалізація*

*Роз
FeatureCA
кілька дії*

*1. П.
«Autodesk
на рис. 4.»*

*2. І,
Parasolid.*

3. Задати локальну систему координат ЛСК , заготовку та припуски на

здійснена його

*у середовищі
одно виконати*

*ограмі компанії
представлений*

СAM у форматі

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

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 налаштовувати 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 налаштовувати прив'язки лінії 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 FeatureCAM 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 обробляється 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. Перевірку роблять на зарізи, зіткнення, візуалізацію траєкторії інструменту та приблизну шорсткість поверхні, якщо програма це дозволяє. Вона може бути, показана в 2-D, 3-D та 3-D на верстаті, постпроцесор якого був заздалегідь обраний. Без нього перегляд візуалізації неможливий. Якщо немає відповідного постпроцесору, треба

спростити обробку. У число підтримуваних постпроцесорів входять такі популярні серії верстатів, як DMG CTX і GMX, Doosan Puma MX і TT, Mazak Integrex ST, Nakatiga NTX і NTJX, Okuma Macturn і багато інших. Нажаль у вільному доступі немає постпроцесорів, які відповідають до програми. Вони випливають з ліцензованою версією

*версії
на ф*

*'а на
тениї*

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.



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 28.06.2022р.



Рисунок – 4.6 Чорнова обробка деталі Муфта

Виконується чорнова обробка контуру з правого боку деталі багато прохідним циклом обробки. Для обробки застосовується прохідний різець TCLNR 4040 S19 CNMM190624-RH TT8115. Режими різання: глибина різання – 8 мм, подача – 0,55 мм / об, швидкість різання – 260 м / хв, частота обертів шпинделя – 250

од / хв.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

Рисунок – 4.7 Розточування отвору

Виконується розточування отвору з правого боку деталі. Для обробки застосовується різець розточувальний S50U WTFNR 22 з пластиною для чорнкової обробки TNMG 220412 PC TT8115 та пластина для чистової обробки. Режими різання для чорнкової обробки : глибина різання – 5 мм, подача – 0,45 мм / од, швидкість різання 120 м / хв. Режими різання для чистової обробки : глибина різання – 6 мм, подача – 0,15 мм / од, швидкість різання – 120 м / хв.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

Рисунок – 4.8 Свердління отворів правого торця

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 / од, швидкість різання – 30 м / хв, частота обертів шпинделя з інструментом – 250 од / хв

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

Рисунок – 4.9 Свердління отворів торця

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

*Частина КП постпроцесування для виготовлення деталі корпус в програмі
FeatureCAM зображена на рис. 4.19*

```
:(STANOK ; DMG MORI CTX beta 800 TC)  
:(SYSTEM ; Sinumeric 840D)  
:(POSTPROCESSOR ; DMG MORI CTX beta 800 TC)  
:(DATE ; 22/11/2019, TIME : 11:12)  
N00002 G40 G17 G94 G90 G71 G64  
N00004 TRAOFF  
N00006 cycle8000  
N00008 ;(----- MILL----- )  
N00010 ;(START TOOLPATH : 1)  
N00012 T="1"
```

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

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

– в аналітичному розділі проведено аналіз креслень конструкції деталі фланець метою визначення якісної оцінки технологічності конструкції та визначення коефіцієнта уніфікації деталей, що представляє собою кількісну оцінку технологічності конструкції деталі;

– в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі корпус, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовки, розробляється маршрут обробки деталі, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей досягли вищої точності і зниження основного технологічного часу за рахунок раціональної послідовності обробки деталей. фланець.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

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 плагиату 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.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 28.06.2022р.

НТУ «ДП»		02070743.01140.00020	

«Затверджую»

Головний інженер ()
 « » 2022 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Муфта _____

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ () Гол. спеціаліст _____ ()
 Вед. технолог _____ () Нач. техбюро _____ ()
 Н. контроль _____ () Розробник _____ (Гончар)

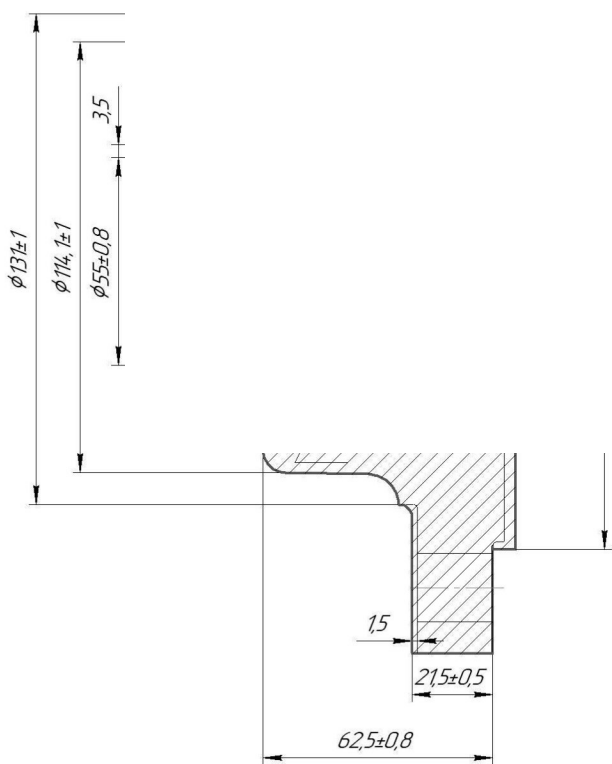
Акт № _____ від «___» _____ 200 р.

Підпис _____



R175

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

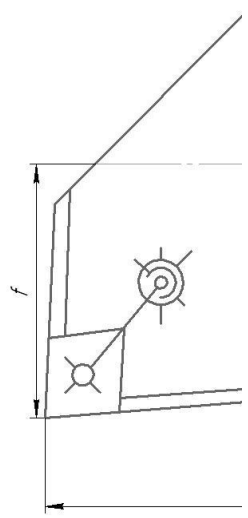
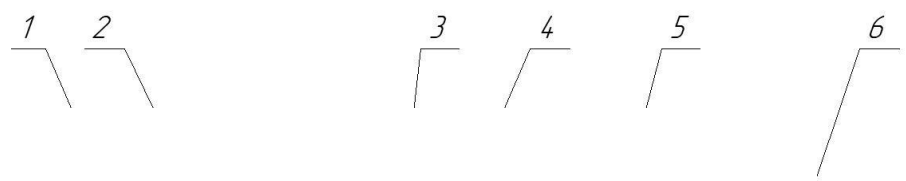


8. На оброблених поверхнях крім С, Д, К, І допускаються раковини глибиною до 3 мм, найбільшим розміром 3мм, не доходячі до контурів поверхонь і отворів ближче 3мм, в кількості не більше 6 шт.

ІНН0

Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка
Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка
Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка
Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка	Лист і ділянка

ТММ.131-ОНПМ.22.02.02							
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Муфта (Заготовка)	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Генер				7.2	1:1	
Проб	Проект				Лист	Листов	
Технотр							
Исполн	Проект			СЧ15 ГОСТ 14.12-85	НТУ ДП		
Утв.	Проект			Копурабан	Формат А2		



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

KV-50	69,85	75	57	40x40	28000	3,5	17500	50000	70	20000	240
-------	-------	----	----	-------	-------	-----	-------	-------	----	-------	-----

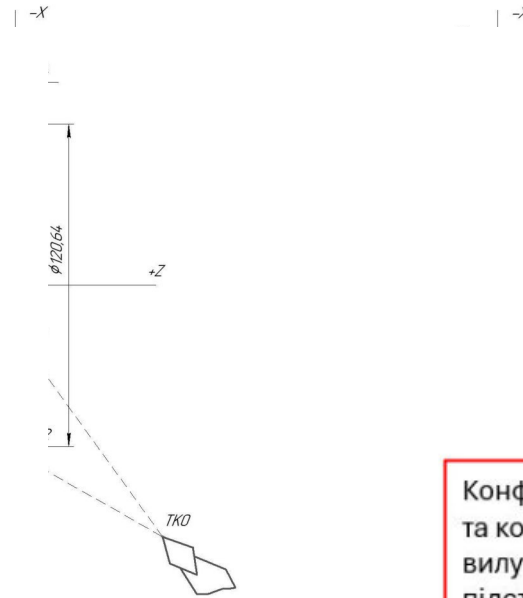
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№

				ТММ.131-ОНПМ.22.02.04 СК				
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Блок для закріплення різцевих головок (система KV)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Гончар							1:1
Проб.	Проциб					Лист	Листов	1
Т.контр.						НТУ "ДП"		
И.контр.	Проциб							
Утв.	Проциб							
Копировал						Формат А2		

Фрагменти обробки на операцію 005 Токарна з ЧПК

Позиція I

Позиція II



$V_{\phi},$ мм/хв	$n_{\phi},$ хв ⁻¹	$T_{\phi},$ мм
250	500	0,34
109,9	100	0,115

$V_{\phi},$ мм/хв	$n_{\phi},$ хв ⁻¹	$T_{\phi},$ мм
175	880	0,06

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

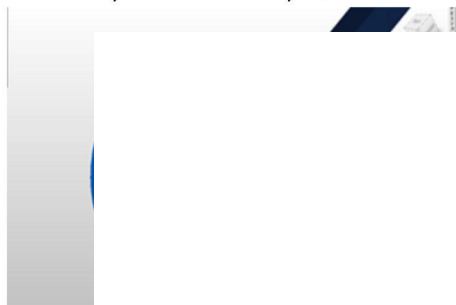
Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

$V_{\phi},$ мм/хв	$n_{\phi},$ хв ⁻¹	$T_{\phi},$ мм
165	730	0,05

$V_{\phi},$ мм/хв	$n_{\phi},$ хв ⁻¹	$T_{\phi},$ мм
327	1240	0,08

$V_{\phi},$ мм/хв	$n_{\phi},$ хв ⁻¹	$T_{\phi},$ мм
410	1813	0,07



Перехід 1 –Торцювання*Перехід 4 – Свердління отворів $\phi 18$ мм**Перехід 2*

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 28.06.2022р.

ня отворів –7H*Перехід 3*

.ASM LENGTH=220
00 M3=3
25)
25)

X00066 X45.808 Y26.14 Z5.142 B84.432 C=DC(29.711)
X00068 X44.379 Y28.496 Z5.141 B84.433 C=DC(32.704)
X00070 X42.838 Y30.779 B84.434 C=DC(35.697)

*Операція 05 – програмна
Верстат – DMG MORI CTX beta 800 TC
Пристосування – патрон Hoffman Garant*



<i>Перехід 1</i>			
<i>Інструмент</i>	Різець Hoffman Garant 25 6002 DIN 4984, Пластина Hoffman Garant 23 0340 ,Пластина Hoffman Garant 23 0305		
<i>Оснащення</i>	Тримач Hoffman Garant 31900020 ISO10889		
<i>Параметри процесу різання</i>	<i>V, м/хв</i>	<i>S, мм/хв</i>	<i>n, об/хв</i>
	220	0,3	1500
<i>Перехід 2</i>			
<i>Інструмент</i>	Різець Hoffman Garant 25 6002 DIN 4984, Пластина Hoffman Garant 23 0340 ,Пластина Hoffman Garant 23 0305		
<i>Оснащення</i>	Тримач Hoffman Garant 31900020 ISO10889		
<i>Параметри процесу різання</i>	<i>V, м/хв</i>	<i>S, мм/хв</i>	<i>n, об/хв</i>
	220	0,3	1500
<i>Перехід 3</i>			
<i>Інструмент</i>	Різець Hoffman Garant 25 8403 DIN 8024 Пластина Hoffman Garant 25 3900		
<i>Оснащення</i>	Тримач Hoffman Garant 31 9290 DIN 69880		
<i>Параметри процесу різання</i>	<i>V, м/хв</i>	<i>S, мм/хв</i>	<i>n, об/хв</i>
	120	0,15	1200
<i>Перехід 4</i>			
<i>Інструмент</i>	Свердло центрувальне Hoffman Garant 12 1000 Свердло Hoffman Garant 12 21100_14		
<i>Оснащення</i>	Патрон цанговий Hoffman Garant 30 0770		
<i>Параметри процесу різання</i>	<i>V, м/хв</i>	<i>S, мм/об</i>	<i>n, об/хв</i>
	70	0,08	500
<i>Перехід 5</i>			
<i>Інструмент</i>	Свердло центрувальне Hoffman Garant 12 1000 Свердло Hoffman Garant 12 21100_6,8		
<i>Оснащення</i>	Патрон цанговий Hoffman Garant 30 0770		
<i>Параметри процесу різання</i>	<i>V, м/хв</i>	<i>S, мм/об</i>	<i>n, об/хв</i>
	70	0,12	1000

Результат перевірки унікальності тексту

випускної кваліфікаційної роботи магістра Гончар В.С.

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

Дата перевірки: 30 травня 2022 року;
Інструмент перевірки: ADVEGO Plagiat 3.0.16 for Windows 10 x64 bit
Пошукові системи: Google, DuckDuckGo
Зміст перевірки: пояснювальна записка та додатки роботи
Кількість перевірених символів: 58204
Унікальність за фразами, %: 79
Унікальність за словами, %: 58
Збіги, %: 21
Рейт, %: 42

The screenshot shows the Advego Plagiat 3.0.16 interface. The main window displays a search result for the text 'Рисунок 4.17'. Below the text, a table shows search results for domains. The table has columns for 'Общий результат', 'Домены (34)', and 'Страницы (45)'. The results are as follows:

Общий результат	Домены (34)	Страницы (45)
1 tgm.nmu.org.ua	12%	21%
2 www.hups.mil.gov.ua	3%	18%
3 core.ac.uk	3%	3%
4 rmv.nmu.org.ua	2%	16%
5 www.irbis-nbuv.gov.ua	2%	13%

At the bottom of the interface, there are buttons for 'Редактировать текст' and 'Перепроверить'. A status bar at the bottom indicates 'Проверка завершена' and 'Уникальность: по фразам 79% / по словам 58%'.

Проверка завершена: 100%

Уникальность: по фразам 79% / по словам 58%

Виконавець кваліфікаційної роботи _____ В.С. Гончар

Керівник кваліфікаційної роботи _____ В.В. Проців

Перевірив текст _____ В.А. Дербаб

Завідувач кафедри _____ В.В. Проців

