

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 Резніков Антон Сергійович
 академічної групи 131М-19Н-1 ММФ
 спеціальності 131 Прикладна механіка
 за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження методом імітаційно-статистичного моделювання
 вимірювально-контрольної процедури зовнішньої поверхні та визначення
 раціональних параметрів точності вимірювальних засобів»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Пацера С.Т.	85	добре	
розділів:				
Аналітичний	Пацера С.Т.	85	добре	
Технологічний	Пацера С.Т.	85	добре	
Спеціальний	Пацера С.Т.	85	добре	
Науково- дослідницький	Пацера С.Т.	85	добре	
Рецензент	Кривда В.В.	84	добре	
Нормоконтролер	Проців В.В.	84	добре	

де захищено

Дніпро - 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
технологій машинобудування та матеріалознавства


(підпис)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

«02» 02 2021 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту Резнікову Антону Сергійовичу

академічної групи 131М-19Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка


за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження методом імітаційно-статистичного моделювання
вимірювально-контрольної процедури зовнішньої поверхні та визначення
раціональних параметрів точності вимірювальних засобів»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
14.03.21 за № 259-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз і характеристики матеріалу, умови експлуатації та оцінка технологічності деталі «Диск»	12.02.2021
Технологічний	Проектування та опрацювання детальної технології механічної обробки. Розробка комплекту документації	26.02.2021
Спеціальний	Використовувані обладнання базування та контролю розмірів для універсального верстата	19.03.2021
Науково-дослідницький	Методика імітаційно-статистичного моделювання вимірювально-контрольної процедури	30.04.2021

Завдання видано



С.Т. Пацера

Дата видачі 02 лютого 2021 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 7 травня 2021 р.

Прийнято до виконання



А.С. Резніков

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с., 11 мал., 41 табл., 28 джерел. Комплект технологічної документації на 18 аркушах у вигляді маршрутно-операційного технологічного процесу на деталь «Диск».

Об'єкт проектування: спеціальний пристрій CAD-CAE засобами для виробництва деталі «Диск».

Мета дипломного проекту: розробка операційного технологічного процесу виготовлення деталі для умов серійного виробництва.

Аналітичний розділ проекту містить якісний і кількісний аналіз технологічності конструкції деталі, а також аналіз базових технологічних процесів, що піддаються поліпшенню.

У технологічному розділі виконаний комплекс робіт технологічного проектування, спрямований на розробку маршрутно-операційного процесу механічної обробки і підготовлені вихідні дані для оформлення комплекту виробничої документації.

Специфічним об'єктом дослідження в дипломному проекті є застосування аналізу з міцності в САПР SolidWorks. Проведення статистичного аналізу (напруги) для нашої моделі в SolidWorks Simulation - CAE-модуль.

Практичне значення проекту полягає в застосуванні сучасних інструментальних матеріалів для механічної обробки деталей машин гірського машинобудування, що дозволяють знизити технологічну собівартість їх виробництва, а також у використанні комп'ютерної техніки для автоматизації технологічного проектування.

ТЕХПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ, ЗАГОТОВКА, ОБРОБКА, ПРИПУСК, ОПЕРАЦІЯ, НАДТВЕРДИЙ МАТЕРІАЛ, ВЕРСТАТ, УПРАВЛЯЮЧА ПРОГРАМА, ПРИСТОСУВАННЯ, РІЗУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, САПР.

Зміст

1 Аналітичний розділ	
1.1 Вступ	
1.2 Технологічний контроль робочого креслення і технічних вимог.....	
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталей	
1.3.1 Аналіз технологічності конструкції деталі «Диск».....	
2 Технологічний розділ	
2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей	
2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовлі	
2.3 Розроблення маршрутної технології механічної обробки	
2.4 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів механічної обробки	
2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу механічної обробки заданої деталі	
3 Спеціальний розділ	
3.1 Проектування різального інструменту	
3.2 Розрахунок виконавчих розмірів різьбової калібр-пробки	
4 Науково-дослідний розділ.....	
Висновки	
Список літератури.....	
Додаток А Відомість матеріалів дипломного проекту	
Додаток Б Відгуки керівників розділів	
Додаток В Відгук керівника дипломного проекту	

1 Аналітичний розділ

1.1 Вступ

При проектуванні технологічних процесів механічної обробки в сучасних умовах на перше місце виступають питання оптимізації багатьох, часто суперечливих факторів. Обсяг виробництва виробів повинен строго відповідати потребам ринку. Праця «на склад» руйнівна, тому структура технологічного процесу в цілому і для кожної операції окремо, а також організація виробництва, повинні забезпечувати оптимальну продуктивність і високу гнучкість виробництва.

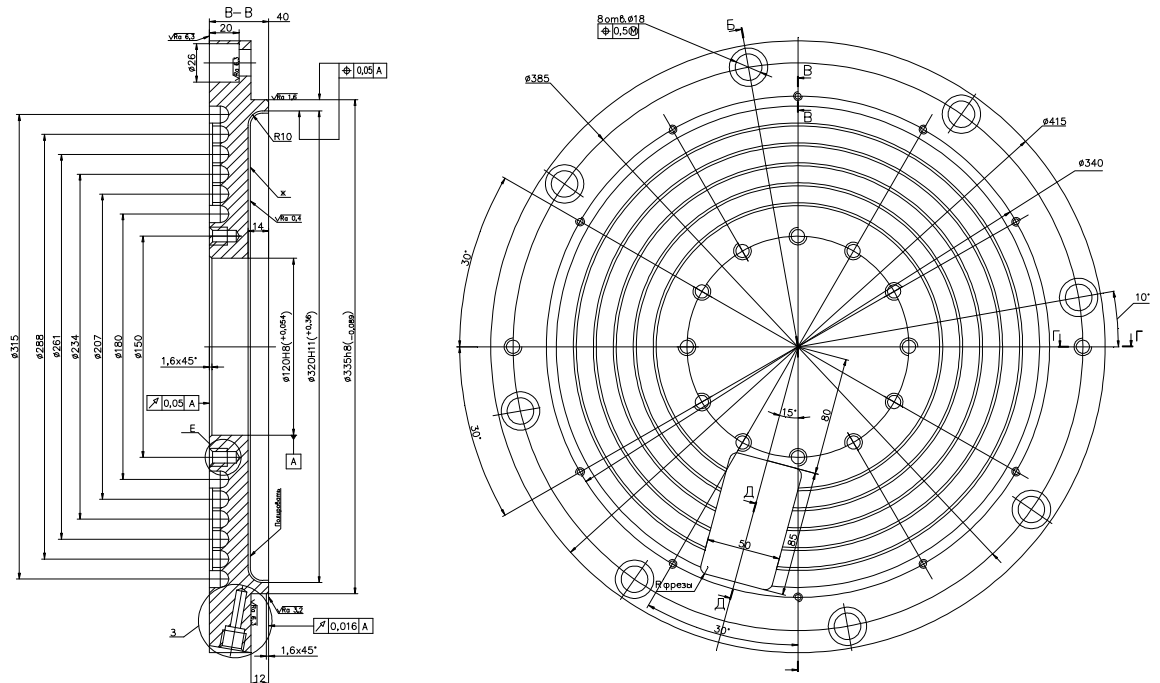
Виходячи з цього, при проектуванні нового цеху необхідно забезпечити оптимальне співвідношення наявних універсальних верстатів напівавтоматів і верстатів з ЧПУ, що оснащуються переналагоджуваним оснащенням. Економічно обґрунтоване завантаження устаткування повинно забезпечуватися відповідною організацією виробничого процесу в цеху, заснованої на прогнозуванні і оперативному управлінні з використанням обчислювальної техніки, що дозволяє скоротити час на технологічну підготовку і простої верстатів в налагодженні.

В даний час зберігається тенденція, коли в ціні виробу значну частину становить вартість матеріалу та енергії. Однак, зниження частки механічної обробки, дозволяє відчутно знизити технологічну собівартість виробів, якщо використовувати заготовки з високим ступенем готовності та обладнання з широкими технологічними можливостями.

Значний ефект можливий від використання сучасного універсального інструменту і інструментальних матеріалів, що забезпечують високу швидкість різання і стійкість, що скорочує машиний час на оброблення, і час простою верстата в налагодженні.

Такий підхід до проблеми технологічного проектування лежить в основі даного дипломного проекту. Використана мінімальна кількість вітчизняного металорізального обладнання та організаційна структура, що дозволяє організувати виробництво типових деталей дрібними партіями з високою продуктивністю і ступенем універсальності. Доведена економічна доцільність застосування заготовок високого ступеня готовності, що дозволило вивести заготівельне виробництво за межі виробничого процесу. Компактне технологічне планування, дозволяє на виробничій площі організувати багатомоделне серійне виробництво.

Основними конструкторськими базами диска є зовнішня циліндрична поверхня діаметром 335h8 і торець диска, оскільки вони визначають положення зборочної одиниці при загальній збірці. Допоміжною базою - внутрішня циліндрична поверхня діаметром 120H8, щодо якої поставлено позиційний допуск (залежний допуск) на розташування 8, 10, 12, отворів під кріпильні гвинти, допуск торцевого биття на діаметрі 415 мм і 335 мм і допуск радіального биття - щодо осі отвору, визначають точність установки сполучаємої деталі.



Малюнок 1.2 – Загальний вигляд деталі «Диск»

Деталь «Диск» виготовляється з легованої конструкційної сталі по ДЕСТ 4543-71 марки 40ХС. Вона застосовується для деталей з високою міцністю, хорошою оброблюваністю, малою чутливістю до концентрації напруги, а для підвищення зносостійкості повинна піддаватися термічній обробці. Призначення сталі: вали коробки швидкостей, балансири кривошипи, шестерні, муфти, шайби, осі, диски тертя, торсіонні вали. Поставляється в вигляді сортового прокату круглого перетину по ДЕСТ 2590-2006, ДЕСТ 7417-75, а також у вигляді поковок і кованих заготовок по ДЕСТ 1133-71. Хімічний склад сталі 40ХС у відсотках наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

в процентах

P	Si	Mn	Cr	Не більше			
				P	S	Cu	Ni
0,37-0,45	1,20-1,60	0,30-0,60	1,30-1,60	0,035	0,035	0,30	0,30

2 Технологічний розділ

2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей

Виробнича програма випуску деталей встановлюється в залежності від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов зборки. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у виріб, річна виробнича програма випуску визначається за формулою:

$$N = N_{и} \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ (шт/рік)} \quad (2.1)$$

де $N_{и}$ – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – процент деталей, призначених на запасні частини.

Річна потреба в лінії гранулювання пластмас на базі дискового екструдера ЛГП-200 становить 980 штук. На кожному робочому органі застосовується один диск. З огляду на умови роботи деталі, приймаємо для деталі «Диск» $h = 2\%$. Підставивши вихідні в формулу (2.1), отримаємо значення річної виробничої програми для заданої деталі:

$$N_{\text{Диск}} = 980 \cdot 1,02 = 999,6 \text{ приймаємо } 1000 \text{ шт.}$$

Загальноприйнятим комплексним критерієм при розробці та аналізі технологічного процесу є така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє визначення типу виробництва ґрунтується на взаємозв'язку між річною програмою випуску деталі і її масою. Виходячи із прийнятою річної виробничої програми випуску деталі і її маси (25 кг) приймаємо середньосерійний тип виробництва. Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, що одночасно запускаються у виробництво. Вона визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \quad (2.2)$$

де a – періодичність запуску деталей в виробництво, днів. Можливі значення – 3, 6, 12, 24. Для середньосерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу збирального цеху на 6 днів;

Φ – число робочих днів за рік, 251.

Таким чином, при виробництві диска розмір виробничої партії дорівнює:

$$n = \frac{1000 \cdot 6}{251} = 23,9 \text{ (шт)},$$

оскільки розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску, приймаємо

Малюнок 2.1. Конфігурація заготівлі

Розміри заготівлі розраховують з урахуванням припусків на механічну обробку, які призначають по ДЕСТ 7505-89. Відповідно до методики, приймаємо наступні вихідні дані:

Розрахункова маса поковки дорівнює:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}} = 25 \cdot 1,5 = 37,5 \text{ (кг)} \quad (2.3)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$K_{\text{р}}$ – розрахунковий коефіцієнт 1,5-1,8 для круглих деталей: шестерень, ступіць, фланців.

Інші дані, що характеризують поковки, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика поковки	Позначення	Примітка
Клас точності поковки	T3	Закрита штамповка на КГШП
Група сталі	M2	Зміст легуючих елементів 2-5%
Ступінь складності	C1	$G_{\text{п}}/G_{\text{ф}}=3,75/3,89=0,96$ (понад 0,63)

На підставі вихідних даних по таблиці 2 ДЕСТ 7505-89 [3] визначаємо вихідний індекс штампування - 13. Відповідно до нього визначаються основні припуски на механічну обробку і допуски на розміри заготівлі. Додатковий припуск, що враховує зміщення поковки і відхилення від прямолінійності, призначаємо за таблицями 4,5. Розраховані розміри заготівлі і визначені їх параметри, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Розмір оброблюємої поверхні, мм	Параметр шорсткості Ra, мкм	Основний припуск на сторону, мм	Додатковий припуск, мм	Загальний припуск на сторону, мм		Виконавчий розмір заготівлі, мм	Позначення на мал.2.1
Зовні циліндричні поверхні							
415	12,5	2,2	0,4	5,2	Z_3	$420,2^{+2,7}_{-1,3}$	D_1
335h8	1,6	2,5	0,4	5,8	Z_1	$340,8^{+2,4}_{-1,2}$	D_2
Торцеві поверхні							

3 Конструкторський розділ

3.1 Проектування різального інструменту

Виконаємо розрахунок токарного канавочного різця для обробки шести торцевих радісних канавок, шириною 11,5 мм. Інструмент буде використовуватися на токарному верстаті ЧПУ 16К20Т1. Спосіб кріплення в револьверній головці - призматична державка, розміром 25x20 мм.

Довжину різця приймаємо в залежності від розмірів різцедержки верстата і типу різця 150 мм. Матеріал робочої частини - пластини - твердий сплав Т15К6. Як матеріал для корпусу різця вибираємо вуглецеву сталь 50 з

$$\sigma_b = 65 \text{ кгс/мм}^2, \sigma_{н.д} - \text{допустима напруга при вигині матеріалу корпусу}$$
$$\sigma_b = 20 \text{ кгс/мм}^2.$$

$$\text{Головна складова сили різання: } P_z = 10 C_{pz} t^{x_{pz}} S_0^{y_{pz}} V^{n_{pz}} K_{pz} \text{ Н,}$$

де C_{pz} , x_{pz} , y_{pz} , n_{pz} значення показників по [16. табл.22 с.273];

K_{pz} – поправочний коефіцієнт, визначаємий по формулі:

$$K_{pz} = K_{мпз} \cdot K_{фрз} \cdot K_{\gamma pz} \cdot K_{\lambda pz} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

t – глибина різання, мм.

Приймаємо рівну довжині різання канавки $\pi d^2/2 = 3,14 \cdot 11,5^2/2 = 18,1$ мм

S_0 – подання на оборот, мм/об;

V – швидкість різання, м/хв

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 18,1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 110^{-0,15} \cdot 0,846 = 6785 \text{ Н}$$

Форма різальної частини визначається формою канавки, а її довжина - глибиною. Вона представлена на мал. 3.1. Крім того, на форму поперечного перерізу різця (12°) впливає вимога вписування в зовнішній діаметр найменшої канавки.

діаметр (наведений середній діаметр) і, одночасно, найменший зовнішній діаметр внутрішньої різьби. Внутрішній діаметр різьби цим калібром не контролюється. Калібр повинен вільно угвинчуватися в контролюєму різьбу. Згвинчуємість калібру з різьбою означає, що наведений середній діаметр різьби не менш встановленого найменшого граничного розміру, а зовнішній діаметр внутрішньої різьби не менш найбільшого зовнішнього діаметра зовнішньої різьби.

Різьбою непрохідної калібр-пробки HE (22) контролює найбільший середній діаметр внутрішньої різьби. Калібр, як правило, не повинен угвинчуватися в контрольовану різьбу. Допускається угвинчування калібру до двох оборотів (у наскрізну різьбу з кожною із сторін). При контролі коротких різьб (до 4 витків) угвинчування калібру-пробки допускається до двох оборотів з одного боку або в сумі з двох сторін. Число оборотів визначається при вигвинчуванні калібру.

Для розрахунку виконавчих розмірів калібрів використана методика, приведена в СТ СЭВ 640-77. Початкові дані для розрахунку представлені в таблиці 3.2. Результати розрахунку зведені в таблицю 3.3. При виготовленні різьбових калібр-пробок і при комплексному контролі застосовують контрольні різьбові калібр-кольца. Схеми полів допусків середніх діаметрів робочих і контрольних калібрів представлені на малюнку 3.2.

Таблиця 3.2

Найменування показника	Позна-чення	Значення, мм
Номінальний зовнішній діаметр внутрішньої різьби	D	16
Номінальний внутрішній діаметр внутрішньої різьби	D ₁	14,376
Номінальний середній діаметр внутрішньої різьби	D ₂	15,026
Нижнє відхилення внутрішнього діаметра різьби D, D ₁ , D ₂	EI	0
Верхнє відхилення внутрішнього діаметра різьби	ES _{D1}	+0,375
Верхнє відхилення середнього діаметра різьби	ES _{D2}	+0,236

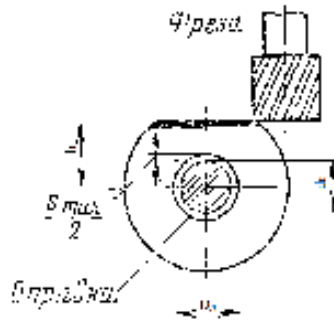
4 Спеціальний розділ

4.1 Проектування верстатного пристосування

Виконаємо обґрунтування конструкції і проектно-технологічні розрахунки, необхідні для розробки складального креслення пристосування на операцію "020" при виготовленні деталі "Диск". Ця операція виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6550РФ3, оснащеним СЧПУ НЗ3-2М, що має розміри столу 500х1000 і найменша відстань від торця шпінделя до центру столу або робочої поверхні столу 100 мм.

Зміст операції полягає в повній обробці складного отвору під термопару, і обробка лиски.

Вибираємо типову схему базування заготівлі, з використанням плоскої і циліндричної настановної поверхні оправляння, як показано на малюнку 4.1.



Малюнок 4.1 Схема базування заготівлі

Круглу деталь встановлюємо отвором на жорстку правку для обробки лиски фрезою на фрезерному верстаті. При такій установці між отвором деталі і жорстким оправлянням пристосування, утворюється проміжок і з'являється погрішність базування. Вимірювальною базою для оброблюваної поверхні вісь оброблюваної деталі, а віссю настановної поверхні - вісь оправляння. Внаслідок проміжку S деталі і оправлянням, ось деталі і оправляння не співпадають і вимірювальна база - вісь деталі може переміщатися вгору і вниз; при зміщенні деталі тільки в один бік отримуємо максимальний проміжок S_{\max} .

Отже, погрішність базування $\epsilon_{\delta h} = S_{\max}$.

Базовими поверхнями при виконанні цієї операції є внутрішній отвір діаметром $120h8_{(-0,054)}$ мм і отвір діаметром $120H7^{(+0,024)}$. Тобто S_{\max} дорівнює

$$S_{\max} = Es - ei = 0,024 - (-0,054) = 0,078 \text{ мкм}, \quad (3.1)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot Bn \cdot z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{mp} \text{ Н}, \quad (3.3)$$

де K_{mp} – поправочний коефіцієнт для сталі, що враховує впливи якості оброблюваного матеріалу на силові залежності $K_{mp} = 2,33$;

C_p, x, y, r, q, w – значення показників по [22. табл.41 с.291];

D – діаметр фрези, мм;

n – частота обертання фрези об/хв.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 28^{0,68} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 0,7^1 \cdot 4}{32^{0,73} \cdot 500^0} \cdot 2,33 = 1673 \text{ Н}$$

Визначимо силу, потрібну для надійного закріплення заготовки в процесі виконання фрезерної операції. Момент, M_1 на затискаючому торці шайби, що виключає прокручування заготовки під дією сили різання P_z , повинен бути більше моменту M_2 , що виникає від сили різання, тобто, $M_1 \geq M_2$, де

$$M_1 = Q \frac{D+d}{4} f; \quad M_2 = P_z \frac{D_1}{2}; \quad \text{отже, } Q \frac{D+d}{4} f \geq P_z \frac{D_1}{2}.$$

Із цього виразу отримаємо необхідну умову затягування

$$Q = 2P_z \frac{D_1}{(D+d)f} \text{ Н}, \quad (3.4)$$

Для забезпечення надійного закріплення у формулу введемо коефіцієнт запасу K , що враховує затуплення інструменту:

$$Q = 2P_z K \frac{D_1}{(D+d)f} \text{ Н}, \quad (3.5)$$

де f - коефіцієнт тертя між шайбою і заготовлею;

D_1 - діаметр оброблюваної заготовки;

$K=1,3-1,5$

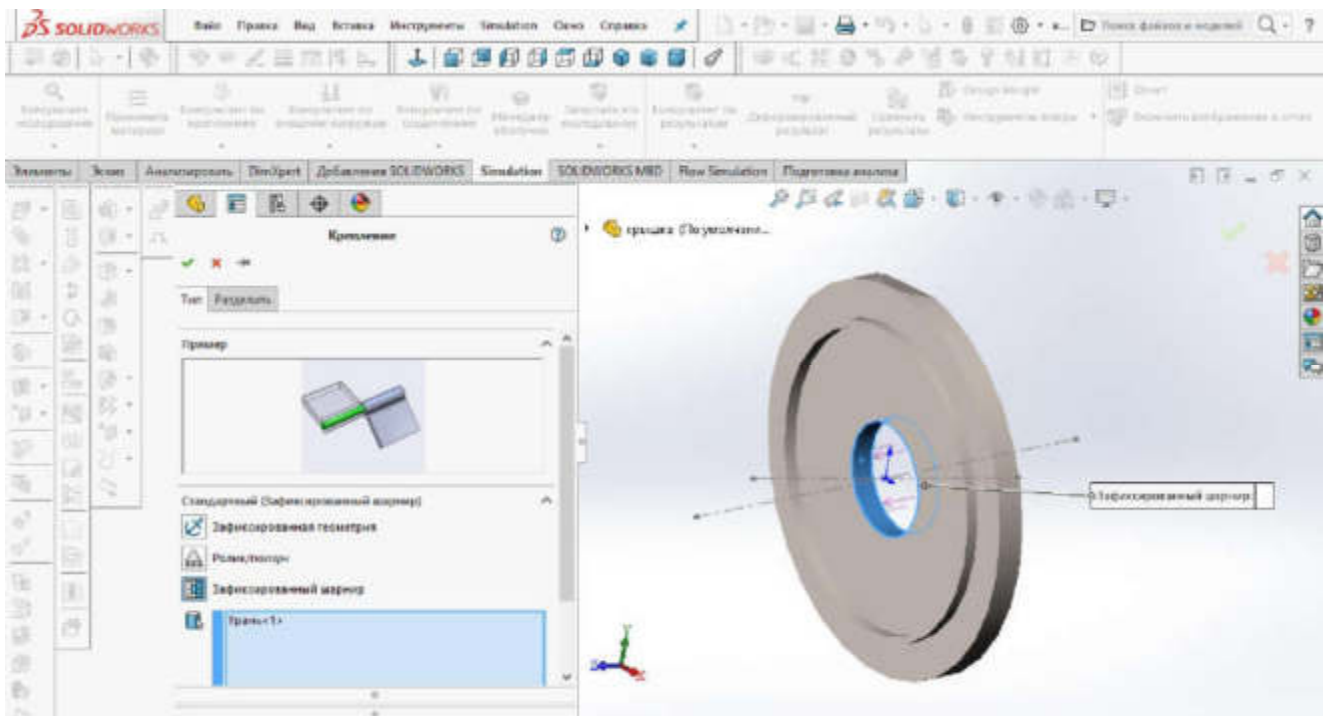
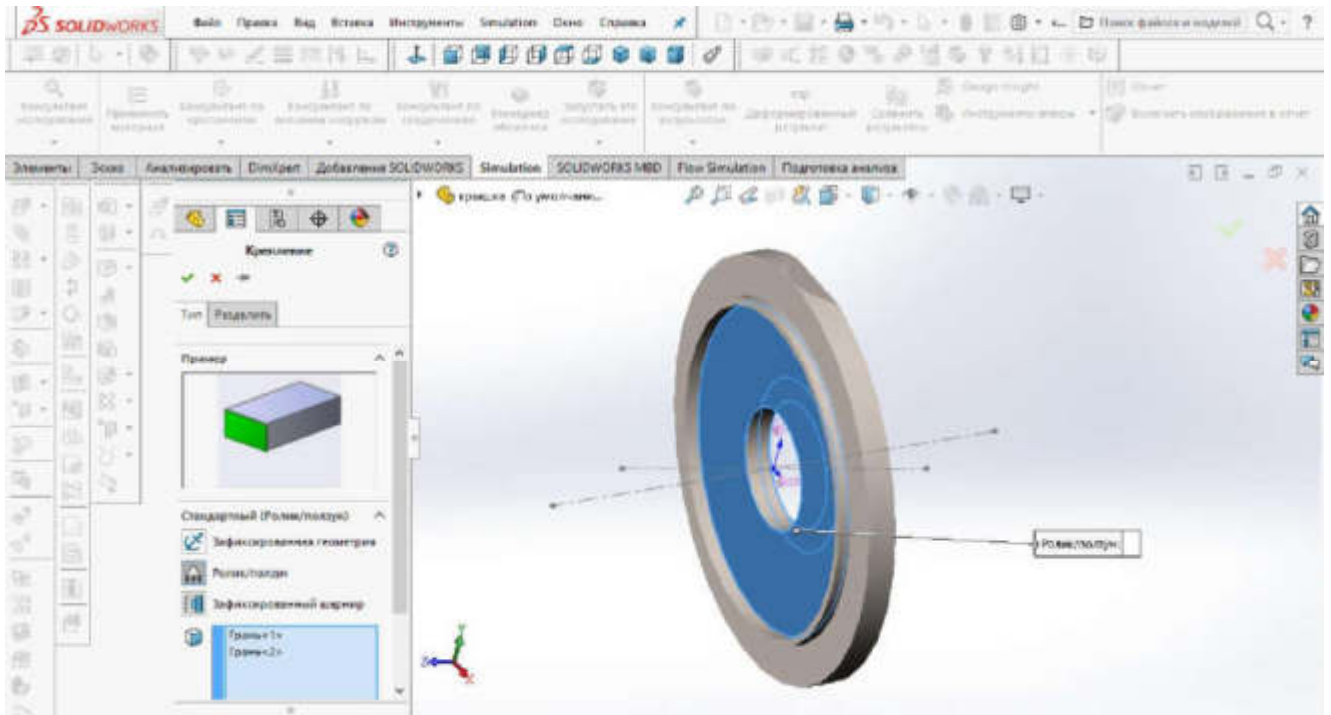
$$Q = 2 \cdot 1673 \cdot 1,3 \frac{420}{(240 + 200)0,15} = 28999 \text{ Н}$$

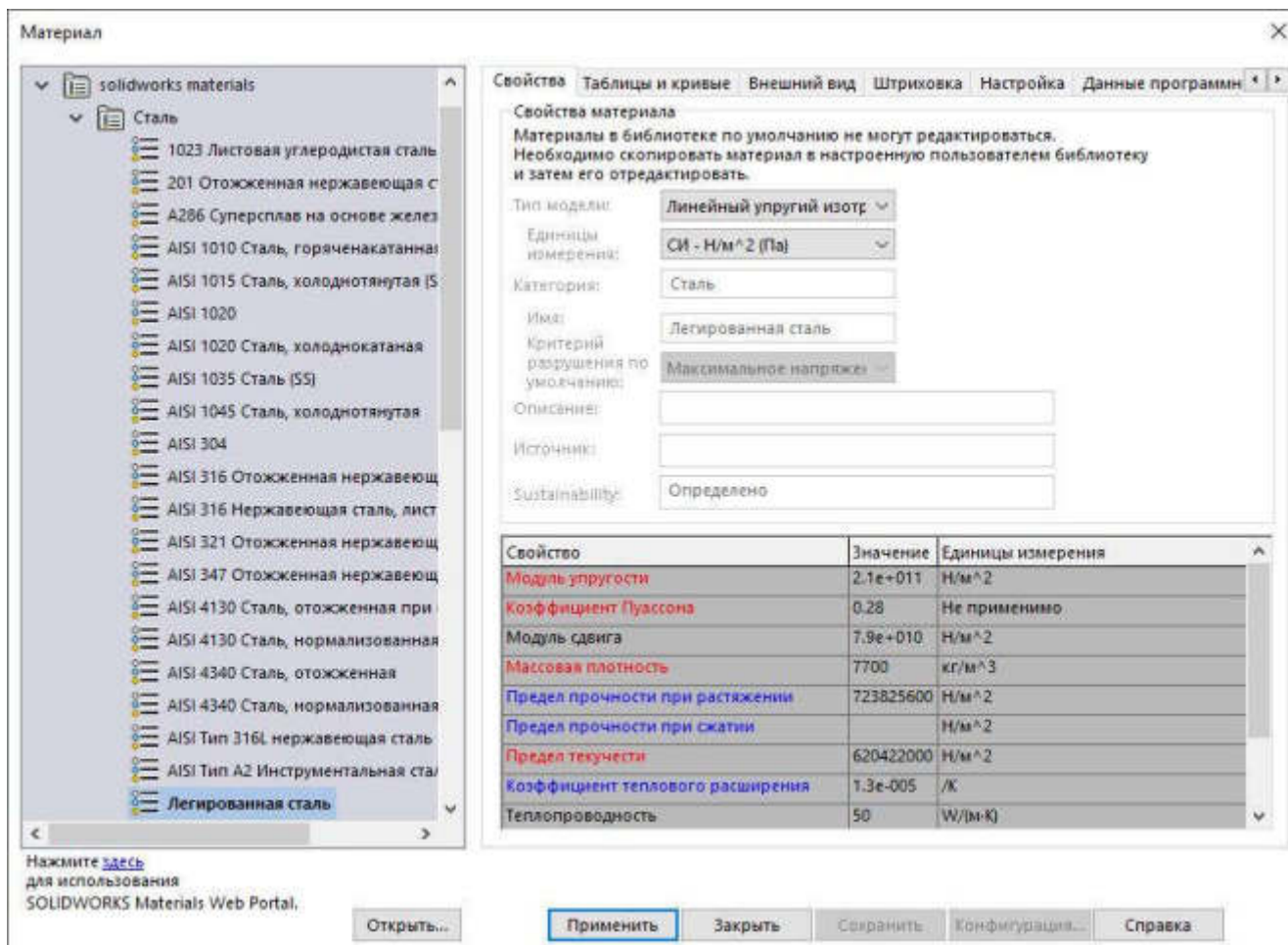
Ця сила затиску буде забезпечена пневмокамерою, оскільки не потрібно великої довжини ходу для зняття шайби і звільнення деталі вистачає 5 мм.

Таким вимогам задовольняє пневмокамера по ДЕСТ 15608-81 із наступними характеристиками: $D_{\text{мембр.}}=320$ мм, зусилля на штоку рівне 29000 Н при ході $0,22D$.

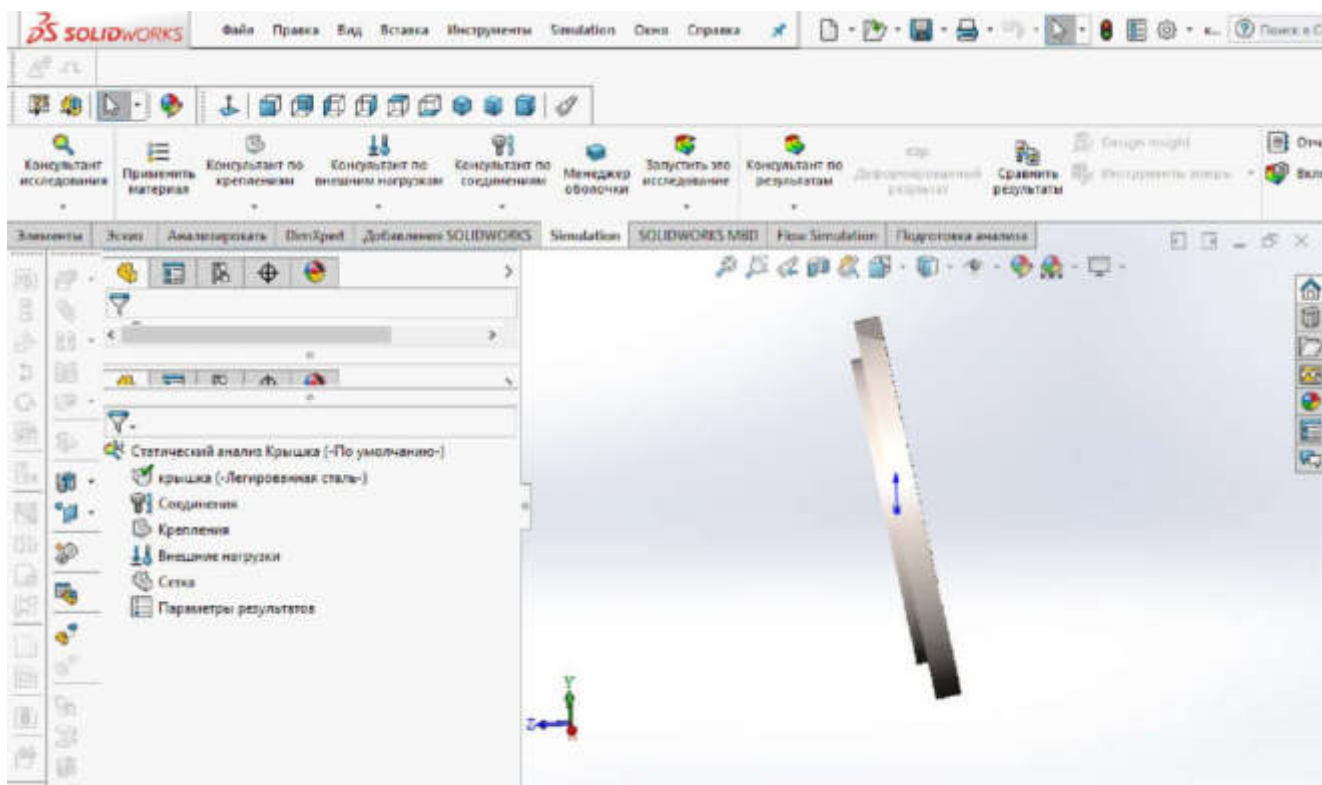
Ця камера забезпечує розрахункове зусилля затиску, і не потребує додаткових міцнісних розрахунків на жорсткість деталі і затискного пристрою.

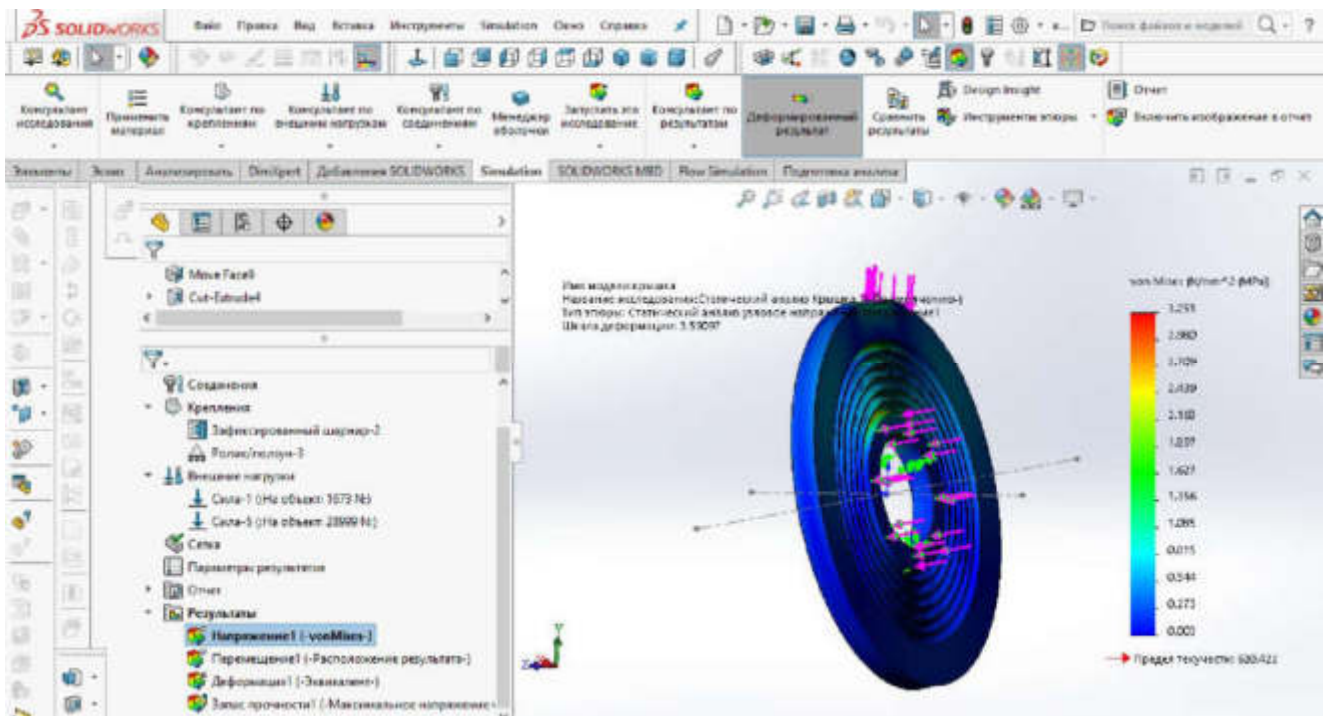
3. Застосовуємо Кріплення - фіксувальні обмеження, для того, щоб деталь не рухалася під час застосування навантажень. Для статичного аналізу ми повинні застосувати достатні фіксувальні обмеження, щоб стабілізувати модель. Використовуючи плоску і циліндричні настановні поверхні: => Кріплення в дереві дослідження вибираємо: ролик/повзун => у графічній області вибираємо плоску поверхню => Ок ✓ ;



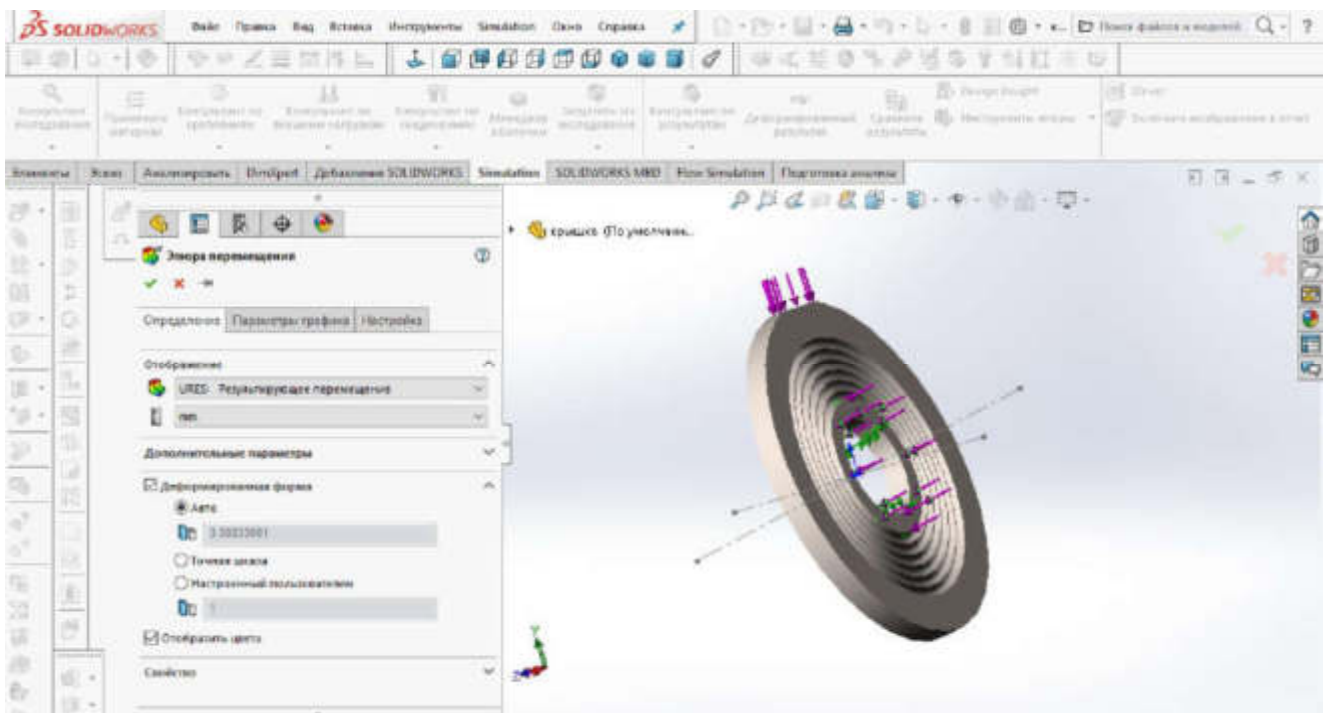


Програмне забезпечення створює дослідження в дереві дослідження Simulation. Назва призначеного матеріалу з'явиться в дереві конструювання.





7. Перегляд результуючого переміщення. Щоб побудувати графік результуючого переміщення => в дереві дослідження Simulation відкриваємо Теку консультант за результатами => нова еюра Переміщення, для створення і відображення епюри Ок ✓.



Висновки

Спроектований технологічний процес механічної обробки заданої деталі дозволяє організувати ефективне виготовлення в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

Високу гнучкість виробництва забезпечує застосування високоавтоматизованих верстатів з ЧПУ. Використання таких верстатів дозволило розробити операції з високою концентрацією інструментальних переходів і зменшити кількість верстатів, простої устаткування в налагодженні, оскільки розмірне налагодження інструментальних блоків виробляється на окремій ділянці поза верстатів. А також застосування систем автоматизованого проектування інженерного аналізу, підготовки виробництва (CAD/CAE/CAM).

При виконанні 6 операцій механічної обробки застосовуються, в основному, універсальні пристосування і сучасні інструментальні матеріали. Контроль точності основних розмірів на операціях здійснюється граничними калібрами, що зменшує простої обладнання, вартість контрольного інструменту і гарантує стабільну якість контролю.

4 Науково-дослідницький розділ

ІМІТАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ВИМІРЮВАЛЬНО-КОНТРОЛЬНИХ ПРОЦЕДУР СТОСОВНО ЗОВНІШНІХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ NI LABVIEW

4.1 Розробка програмного коду моделювання вимірювально-контрольних процедур

Геометричне програмування основного рівняння метрології.

Основне рівняння метрології пов'язує результат вимірювання з істинним значенням та похибкою вимірювання:

$$d_{pv} = d_{tr} + \Delta \quad (4.1)$$

де d_{pv} – результат вимірювання;

d_{tr} – істинне значення;

Δ – похибка вимірювання.

Якщо об'єктом вимірювання є відхилення геометричного параметра від номінального значення, то замість позначення d будемо використовувати позначення e . Тоді рівняння буде мати вигляд

$$e_{pv} = e_{tr} + \Delta \quad (4.2)$$

Для геометричного програмування використаємо програмне забезпечення LabVIEW 7.1 (Рис. 4.1)



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд бренда програмного забезпечення LabVIEW 7.1

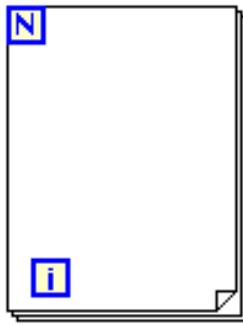


Рисунок 4.4 – Функція *For Loop*, де “*i*” змінна циклу; *N* – кількість ітерацій.

2) Функція *Random* розташовується у середині функції *For Loop* так, як показано на рис. 4.5:

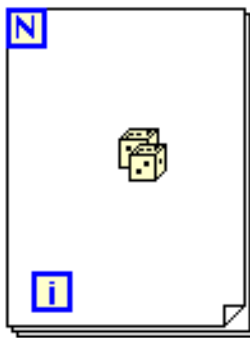


Рисунок 4.5 – Функція *For Loop* із функцією *Random*

3) Вказується кількість запрограмованих ітерацій за допомогою відповідної константи (рис. 4.6):

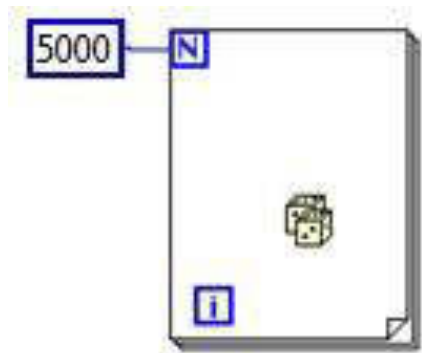



Рисунок 4.6 – Функція *For Loop* із константою «50», що обмежує число ітерацій

4) ПКМ >>  >> *Create* >> *Indicator*

Програмування масиву відхилень від номінального розміру за умови нульової похибки вимірювання

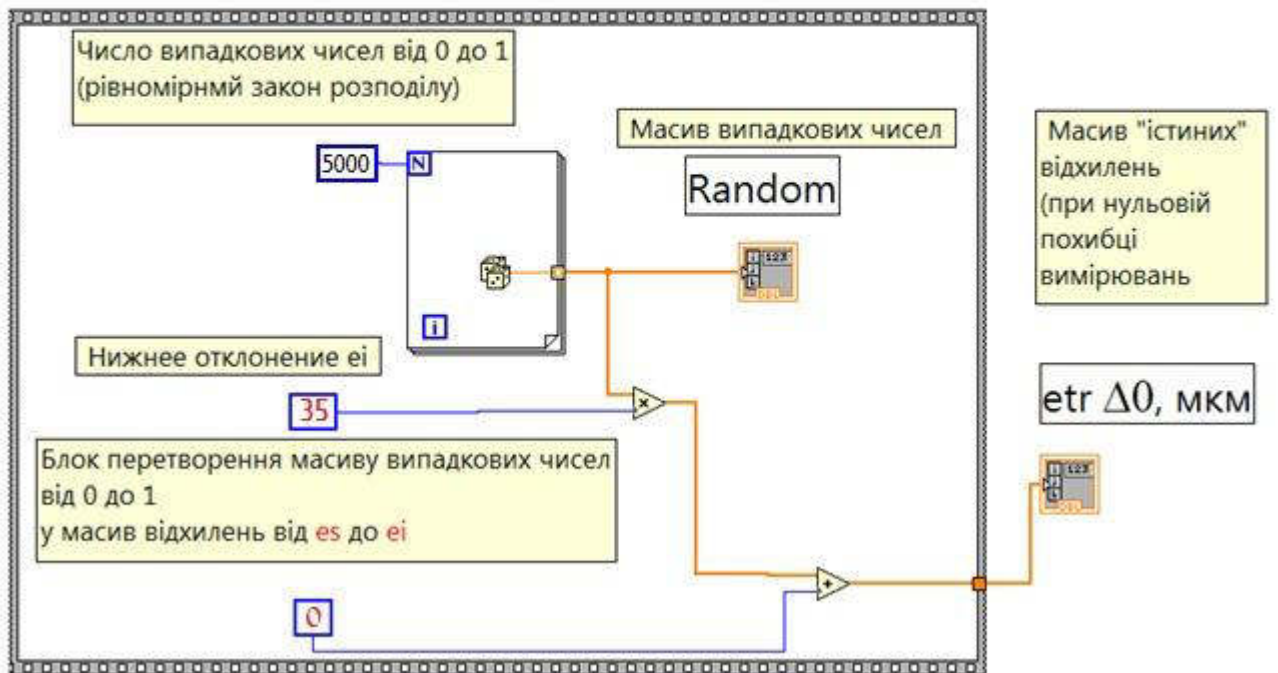


Рисунок 4.11 – Загальний вигляд коду програми генерації масиву відхилень від номінального розміру при нульовій похибці вимірювання та рівномірному розподілі від ES до EI

7) За допомогою клавіш *Ctrl+T* виводиться на екран комп'ютера *Front Panel*.



Рисунок 4.12– Фрагмент фронтальної панелі

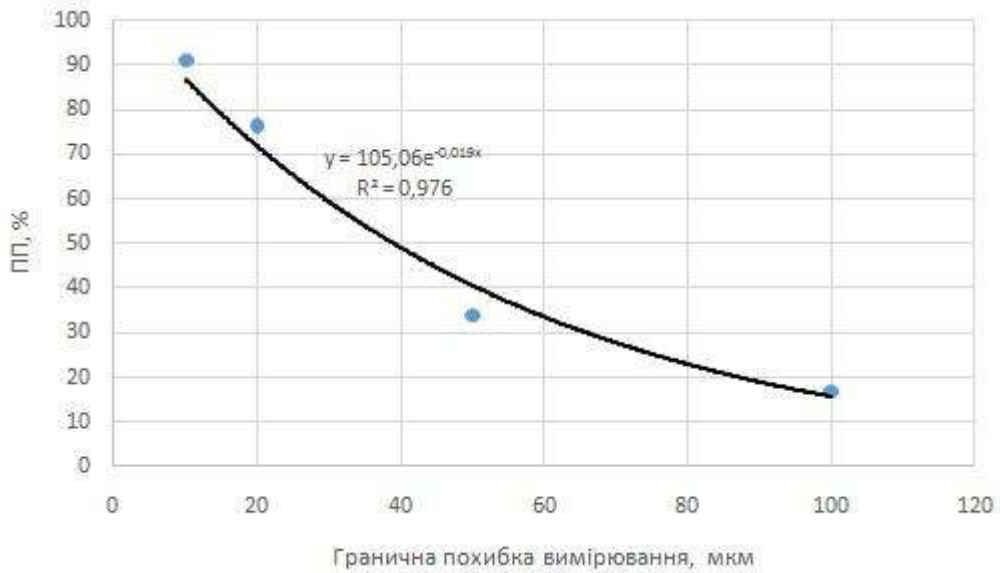


Рисунок 4.24 – Графік ПП

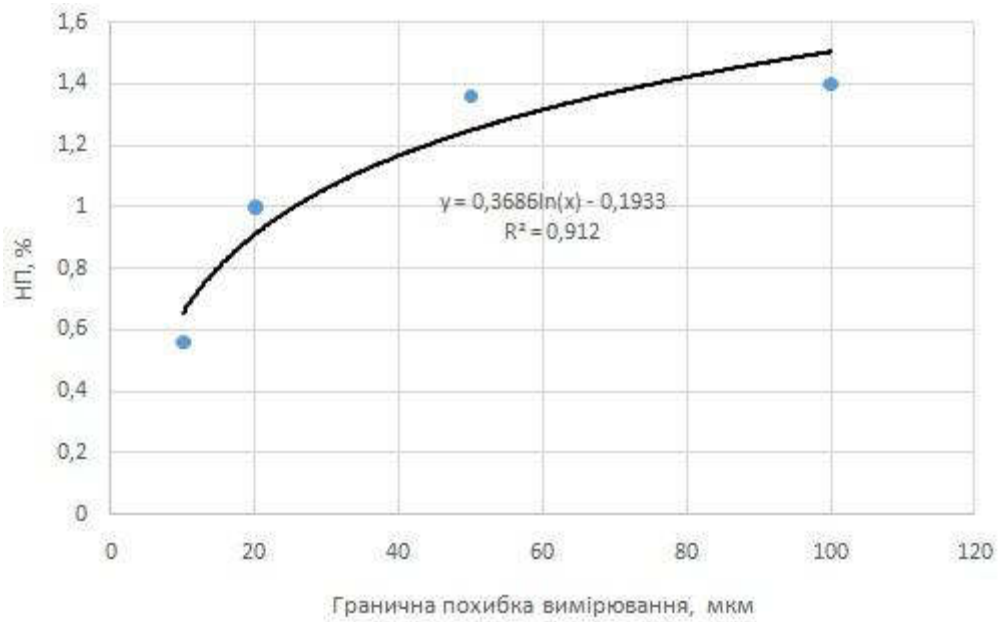


Рисунок 4.25 – Графік НП

Загальні висновки

У кваліфікаційній роботі: проведено аналіз технологічності деталі; обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь; запроєктована заготівка; розроблені детально технологічні операції; запроєктовано спеціальний верстатний пристрій; здійснено вибір металорізального верстату і універсальних пристроїв. Інноваційність технології забезпечується характеристиками п'яти осевого оброблювального центру *Vcenter AX800*: шпиндель ВВТ-40 зі швидкістю обертання до 15000 об/хв (22 кВт); високий крутний момент 3433 Нм для важких умов роботи. Верстат дозволяє вести обробку корпусної деталі з п'яти сторін без переустановлення, а також застосувати прогресивний різальний інструмент фірми *Garant*.

За допомогою сучасних комп'ютерних програм *PowerMILL* пропонується раціональна автоматизована технологія механічної обробки деталі.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – імітаційно-статистична модель вимірювально-контрольних процедур із застосуванням датчиків типу *ReniShaw*.

Практична цінність – рекомендації щодо застосування інноваційної технології обробки деталі із застосуванням п'яти осевого оброблювального центру *Vcenter AX800*, що забезпечує мінімум затрат штучного часу, високий рівень якості та конкурентноздатності виробництва.

					ТММ.ОППМ.19.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перелік посилань

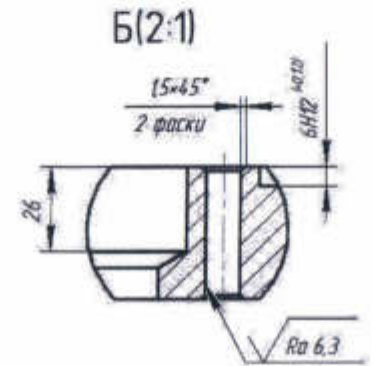
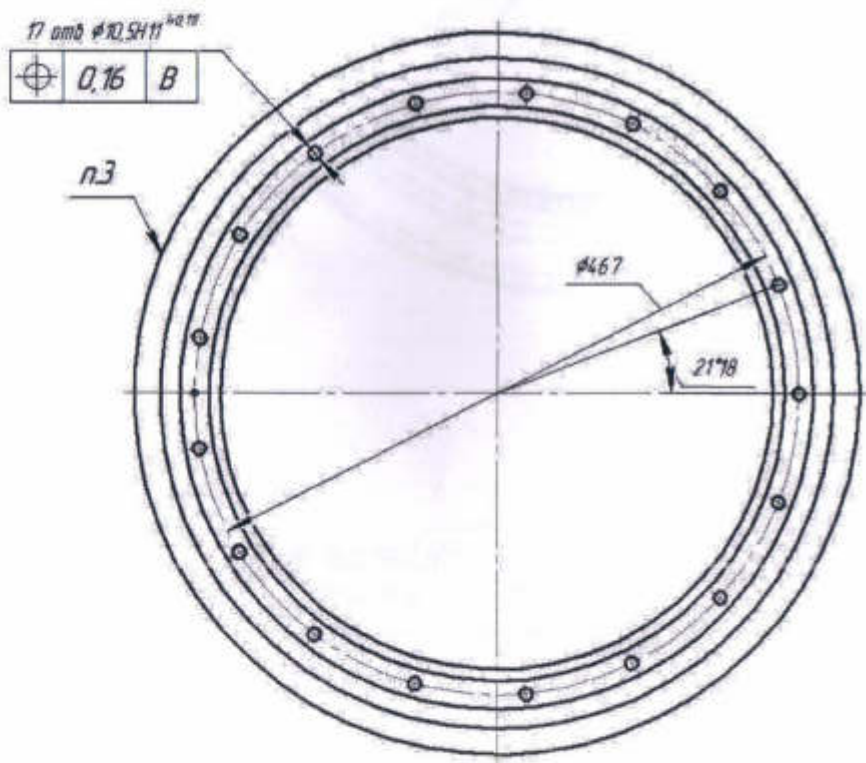
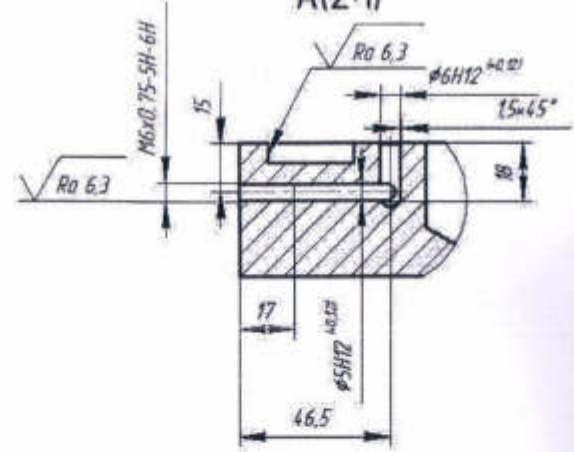
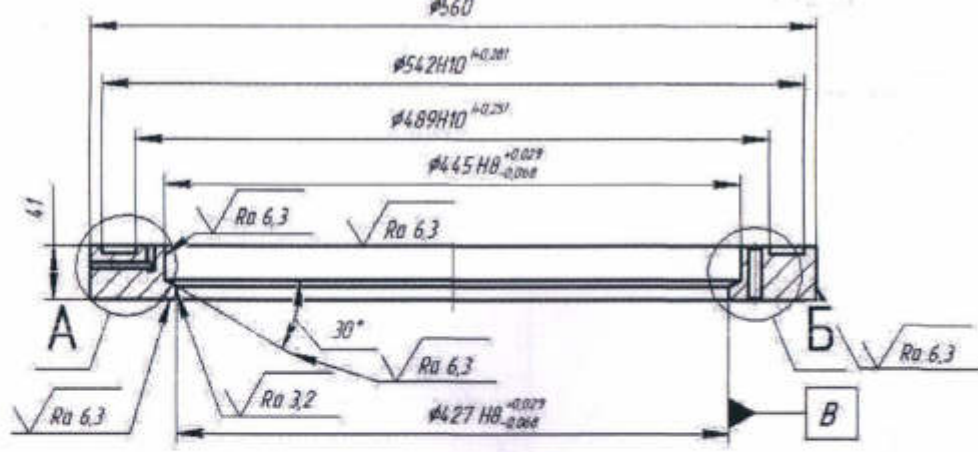
1. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / Под ред. В.М. Раскатова. – М.: Машиностроение, 1980. – 511с.
2. ГОСТ 26645–85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855–55, ГОСТ 2009–55; Введ. 01.01.86. –М.: Изд-во стандартов, 1986. – 21с.
3. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г. Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с
4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.
5. Hoffmann Group eCatalog [Электронный Ресурс] URL: www.hoffmann-group.com;
6. SECO tools eCatalog [Электронный Ресурс] URL: www.secotools.com;
7. Кодирование технологической информации: Справочное пособие / С.Г. Пиньковский, В.Г. Олейниченко. – Д.: Национальный горный университет, 2003.–24 с.
8. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы / Сост. С.Г. Пиньковский, В.И. Холоша, Ю.Г. Кравченко. – Д.: Национальный горный университет, 2004.–34 с.
9. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. –4–е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.
11. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи магістрів спеціальності 131 Прикладна механіка (освітньо-професійна програма «Комп’ютерні технології машинобудівного виробництва») / В.В. Проців,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТММ.ОППМ.19.03.ПЗ					

С.Т. Пацера, В.А. Дербаба, О.О. Богданов ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 43 с.

					ТММ.ОППМ.19.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лист № _____
 Вид № _____
 Вид № _____
 Вид № _____
 Вид № _____
 Вид № _____
 Вид № _____




1. 14.3..156 HB
2. H14, h14, IT15/2
3. Маркировать обозначение

Захищений
do

				ТММ 131-ОНПМ.21.06.01		
Изн. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разроб.	Резніков	<i>DR</i>			28,5	1:2,5
Проб.	Пацера			Лист	Листов	1
Г.контр.				40ХС ГОСТ 2176-77		НТУ ДП
Н.контр.	Проців					
Чтб.	Проців					

Клишнштам

Фланец А3

Поз	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітка
1					
2			<u>Документація</u>		
3					
4	A4	TMM.131-ОНПМ.21.06 ПЗ	Пояснювальна записка		
5	A4	02070743.01140.00022	Комплект техдокументації	18	
6					
7					
8			<u>Графічні матеріали</u>		
9					
10	A1	TMM.131-ОНПМ.21.06.01	Диск	1	РК
11	A2	TMM.131-ОНПМ.21.06.02	Диск (заготівля)	1	РК
12	A1		Наладка технологічна	1	
13	A1		Наладка технологічна	1	
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
		TMM.131-ОНПМ.21.06 ПЗ			
Вим	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Резніков				
Керів.	Пацера				
Н.контр	Проців				
Утв.	Проців				
			Матеріали кваліфікаційної роботи		
					Літ Лист Листів
					1
					НТУ «ДП»

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

студента гр. 131М-19Н-1

Резніков Антон Сергійович

НТУ «Дніпровська політехніка»

на тему:

«Дослідження методом імітаційно-статистичного моделювання вимірювально-контрольної процедури зовнішньої поверхні та визначення раціональних параметрів точності вимірювальних засобів»

Кваліфікаційна робота Антона Резнікова виконана в повному обсязі та згідно з завданням керівника. В науково-дослідній роботі магістра висвітлені наукові проблеми і практичні питання визначення необхідної точності вимірювальних засобів та інтеграція отриманих результатів в процесу технології механічної обробки деталі «Диск».

Резніков А.С. достатньо повно змодельовав предмет, об'єкт розроблення випускної роботи як раціональний технологічний процес виготовлення деталі з застосуванням універсальних верстатів та досліджень методом імітаційно-статистичного моделювання вимірювально-контрольної процедури зовнішньої поверхні.

Метою кваліфікаційної роботи є розрахунок оптимальної технології фрезерної і свердлильної обробки для універсальних верстатів та дослідження залежності відсотка неправильно забракованих деталей від точності вимірювань.

Наукова частина дипломної роботи полягає у моделюванні контрольно-вимірювальної процедури та дослідження залежності кількості правильно та не правильно забракованих деталей до точності вимірювального приладу.

Практична цінність полягає в складеній методиці визначення залежності точності приладів вимірювань до кількості деталей правильно та не правильно забракованих.

Роботі можна висловити декілька зауважень. Авторіві варто було б приділити більше уваги до розрахунку імітаційно-статистичного моделювання та складанню науково-дослідницького розділу. Також слід використовувати більш сучасні верстати, інструменти та оснащення у інших розділах дослідницької роботи.

Виявлені зауваження частково знижують вагу здійснених автором розробок. Кваліфікаційна робота варта оцінки «добре» (84-86 балів), а Резніков А.С. заслуговує здобуття кваліфікації магістра зі спеціальності 131 Прикладна механіка за ОНП «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва».

**Рецензент к.т.н, доцент
кафедри автомобілів та
автомобільного господарства
НТУ «Дніпровська політехніка»**

 **В.В. Кривда**

24 травня 2021р.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота Резнікова Антона Сергійовича виконана на актуальну тему «Дослідження методом імітаційно-статистичного моделювання вимірювально-контрольної процедури зовнішньої поверхні та визначення раціональних параметрів точності вимірювальних засобів».

Завдання на кваліфікаційну роботу пов'язано з об'єктом діяльності магістра, а саме з наскрізним інжинірингом машинобудівного виробництва.

Виконана Резніковим А.С. кваліфікаційна робота може бути оцінена по розділам на відповідність вимогам стандартам вищої освіти та складовим опису кваліфікаційного рівня наступним чином:

1) 85 балів за аналітичний розділ, що містить якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі «Диск», і де здобувач показав фахові компетентності щодо здатності до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

2) 85 балів за технологічний розділ, в якому виконано проєкт технології обробки деталі, і де здобувач показав предметні компетентності щодо здатності здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технологічної системи.

3) 85 балів заслуговує спеціальний розділ, в якому виконано проєкт спеціального верстатного пристрою для фрезерування деталі, і де показана компетентність щодо здатності використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки.

4) 85 балів заслуговує науково-дослідницький розділ, в якому розроблено алгоритм створення імітаційно-статистичної моделі вимірювально-контрольних процедур стосовно зовнішніх розмірів деталі «Диск» із застосуванням NI LabVIEW.

5) На 82 бали оцінені ступень самостійності виконання, комплексність роботи.

Основними недоліками кваліфікаційної роботи - це відсутність чіткості доповіді та подекуди неправильне форматування пояснювальної записки.

У цілому оцінюю кваліфікаційну роботу на 85 балів (добре).

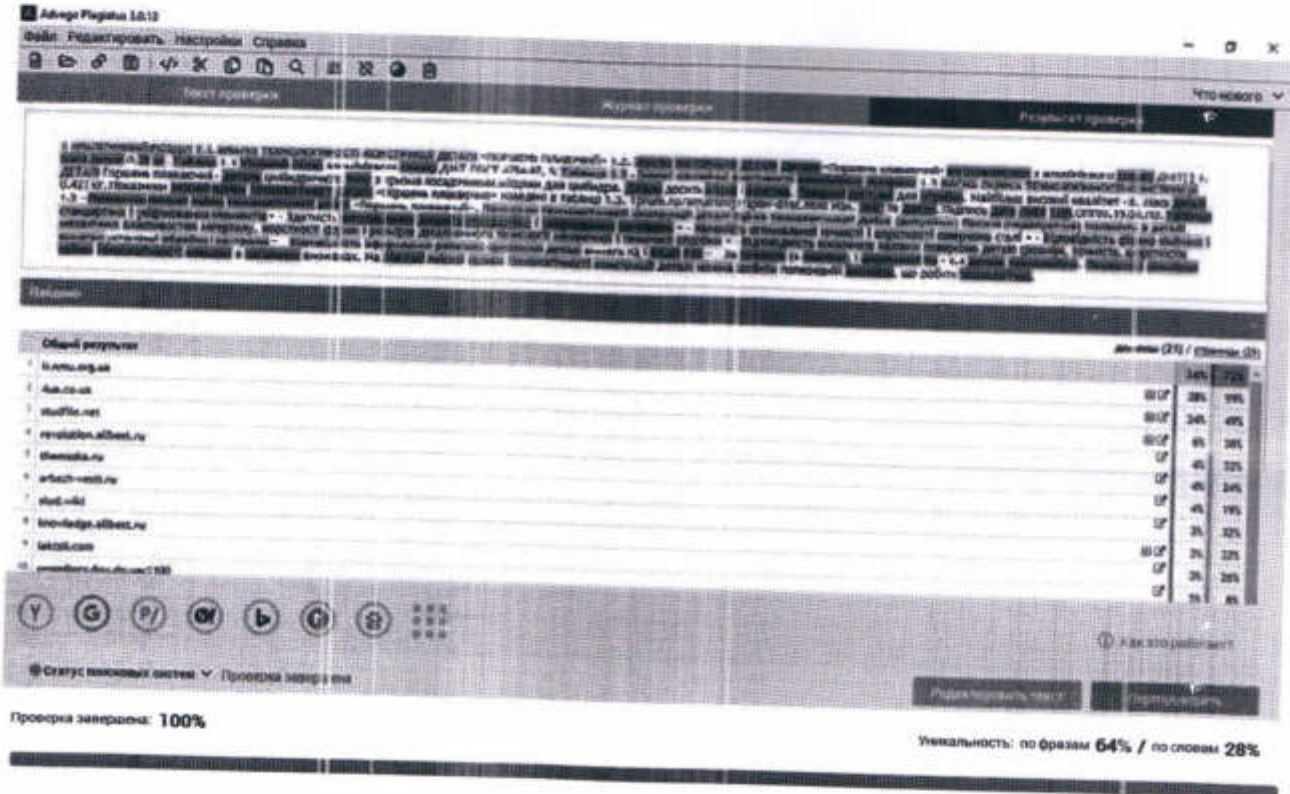
Керівник кваліфікаційної роботи
канд. техн. наук, професор кафедри ТММ

С.Т. Пацера

Результат перевірки унікальності тексту
випускної кваліфікаційної роботи магістра Резніков А.С.

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

Дата перевірки: 10 травня 2021 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: 57342
Унікальність за фразами, %: 64
Унікальність за словами, %: 28
Збіги, %: 36
Рерайт, %: 72



Виконавець кваліфікаційної роботи



А.С. Резніков

Керівник кваліфікаційної роботи



С.Т. Пацера

Перевірив текст



В.А. Дербаба

Завідувач кафедри



В.В. Проців



Advego Plagiat

Advego Plagiat, Проверка уникальности текста.
Версия: 3.0.16 / 2021 год