

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Половини Олексія Олеговича
(ПІБ)

академічної групи 131М-17-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проектування спеціального пристрою CAD-CAE засобами для виробництва деталі «Диск»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Піньковський С.Г.			
розділів				
Аналітичний	Піньковський С.Г.			
Технологічний	Піньковський С.Г.			
Конструкторський	Піньковський С.Г.			
Спеціальний	Піньковський С.Г.			

Рецензент			
Нормоконтроль			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

_____ **В.В. Проців** _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту _____ **Половині О. О.** _____ академічної групи _____ **131М-17-1** _____
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності _____ **131 Прикладна механіка** _____

за освітньо-професійною програмою _____
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему _____ **Проектування спеціального пристрою CAD-CAE засобами для**
виробництва деталі «Диск» _____

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **27.11.18** № **2018-Л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний		15.10.18-30.10.18
Технологічний		28.10.18-15.11.18
Конструкторський		01.12.18-14.12.18
Спеціальний		16.11.18-30.11.18

Завдання видано _____ **Піньковський С.Г.** _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____ **15.10.2018** _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____ **14.12.2018** _____
Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

_____ **Половина О. О.** _____
(прізвище, ініціали)

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, РІЖУЧИЙ 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 заготівлі	
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 Конструкторський розділ	
3.1 Проектування різального інструменту	
3.2 Розрахунок виконавчих розмірів різьбової калібр-пробки	
4 Спеціальний розділ	
4.1 Проектування верстатного устаткування	
4.2 Методика оцінки аналіза на міцність деталі «Диск»	
4.3 Результати статистичного дослідження	
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 багатомономенклатурне серійне виробництво.

1.2 Технологічний контроль робочого креслення і технічних вимог

Основними вихідними даними для технологічного проектування є конструкторський документ у вигляді робочого креслення на форматі А1, який дає повну інформацію про матеріал деталі і їх механічні властивості, термообробку, форму, розміри і точність розташування поверхонь. Графічна та текстова інформація представлена відповідно до вимог ЄДКД.

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обґрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовуваний матеріал і технічні вимоги до них з точки зору умов збирання та експлуатації.

Дана деталь застосовується на лінії гранулювання пластмас на базі дискового екструдера ЛПП-200, призначеного для промислового виробництва гранул з подрібнених відходів полімерних матеріалів: поліпропілену, полістиролу, поліетилену високого і низького тиску.

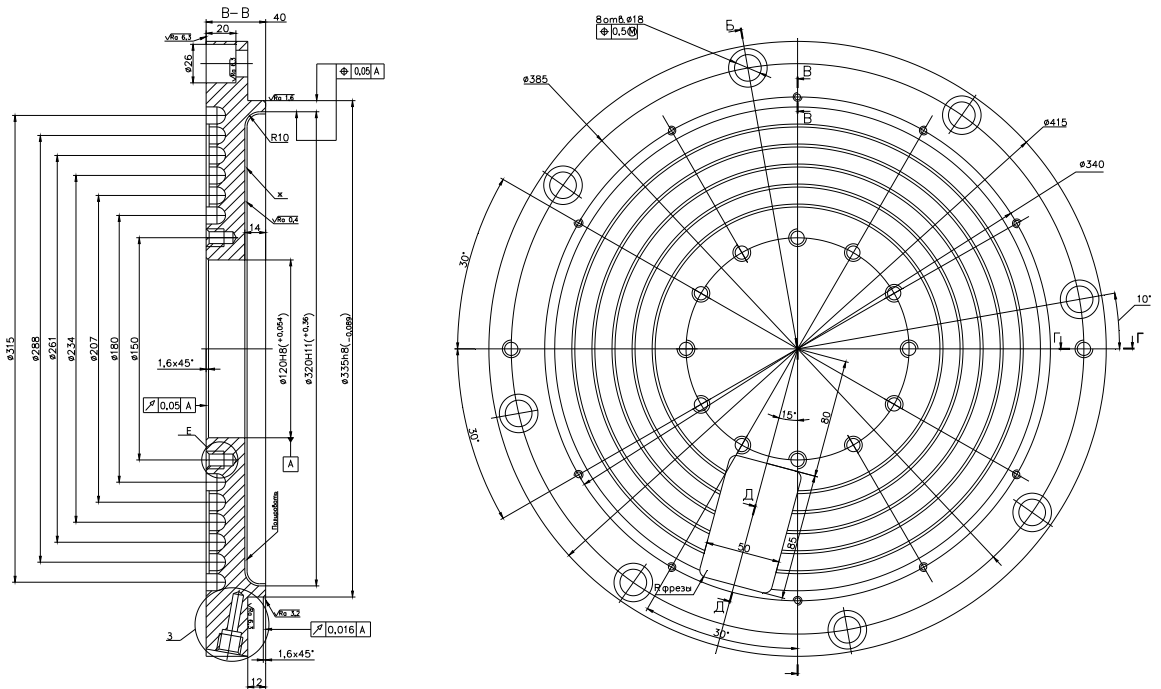
Деталь «Диск» відноситься до деталей типу фланців, що забезпечує точне взаємне розташування деталей в корпусі живильника дискового екструдера і сприйняття навантажень. Додатковими умовами даної деталі є робота при високих температурах (200-220 ° С).

Деталь «Диск» в складальній одиниці призначена для роз'єднання вузлів робочих органів дискового екструдера, служить для розігріву і розплавлення гранул полімерних матеріалів, з канавками під термоелектричні перетворювачі, отвором під прилад для контролю і регулювання температури. Поверхні деталі є основними конструкторськими базами при установці складових елементів екструдера: торця диска, шнека, корпусу живильника, корпусу.

Кріпиться до корпусу живильника гвинтами з втопленою головкою. Виходячи з цього, визначені технічні вимоги до точності розмірів, форми і відновальну положенню поверхонь базової деталі. Загальний вигляд деталі «Диск» представлено на малюнку 1.2.

Робочою поверхнею деталі є внутрішня циліндрична поверхня діаметром 320 мм з правого торця. Деталь працює в умовах тертя зносу при значних температурах. Зносостійкість забезпечується насиченням даної поверхні ціанатом натрію.

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

Показники, що характеризують механічні властивості сталі 40ХС приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Температура °С		σ_T	σ_B	σ_5	ψ	α	НВ після відпалу, не більше
Загартування з охолодженням в маслі	Отпуск з охолодженням в маслі	кгс/мм ²		%		кгс м/см ²	
		Межа плинності	Межа прочності при розтягуванні	Відносне подовження після розриву на зразках 5-ої деталі	Відносне звуження після розриву	Ударна в'язкість	
900	540	110	125	12	40	3,5	
Не менше							

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталей

Склад робіт по забезпеченню технологічності конструкцій виробів на всіх стадіях їх створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну та ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості і прийнятих умовах виробництва і експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені і не підлягають радикальним змінам, доцільно проводити якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальнення, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості і прийнятими умовами виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

1.3.1 Аналіз технологічності конструкції деталі «Диск»

Форма деталі «Диск» проста, що не вимагає заготовки складної форми, спеціальних методів обробки. Всі поверхні доступні для обробки.

Аналізуючи вимоги робочого креслення, робимо висновок, що матеріал

деталі дозволяє забезпечити необхідні механічні властивості, шорсткість поверхонь і конструктивні особливості деталі.

Співвідношення геометричних параметрів деталі, в поєднанні з особливостями конструкції і умовами оброблюваності легованої конструкційної сталі, дозволяє призначати оптимальні режими різання.

У конструкції деталі є поверхні, які можуть бути використані в якості чорнових технологічних баз. Поверхня диска, може бути використана для базування в трьохкулачковому самоцентруючому патроні, що забезпечує обробку з одного установа основних і конструкторських баз і дотримання основного принципу - поєднання технологічних, вимірвальних і конструкторських баз.

Конструкція деталі дозволяє обробляти взаємозв'язані поверхні з однієї установки і "на прохід". Єдиним нетехнологічним з цієї точки зору елементом є кільцеві канавки, глибиною 13 мм, шириною 15 мм і радіусом 5,75 мм, виготовлення яких вимагає спеціального різального інструмента і зміни частоти обертання при обробці, що може бути досягнуто верстатом з ЧПУ.

На деталі є глухий отвір глибиною 40 мм, під прилад контролю і регулювання температури - термopара, розташоване під ухилом 10° відносно циліндричної поверхні деталі, його обробка в умовах серійного виробництва може бути виконана в спеціальному пристосуванні.

Точність розташування кріпильних отворів відносно заданої бази визначена позиційним допуском, який не перевищує 0,25 мм.

На деталі розташовано вікно, яке не є технологічним, оскільки положення отвору вікна відносно лиски вимагає обробки його в спеціальному пристосуванні. Усі різьбові поверхні відповідають середній точності і її забезпеченням в цьому матеріалі не викличе утруднень при обробці мітчиком. Дванадцять глухих отворів М12-7Н не є технологічними, але довжина отворів дозволяє виконати вимоги креслення при використанні мітчика з подовженим огорожним конусом при обробці на верстаті з ЧПУ.

Умови експлуатації деталі - робота при високих температурах, тому поверхня Б піддається азотуванню для підвищення зносостійкості.

Таким чином, технологічність конструкції деталі «Диск» після якісного аналізу можна оцінити як гарну за основними показниками.

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:

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

де $N_{\text{н}}$ – 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:

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

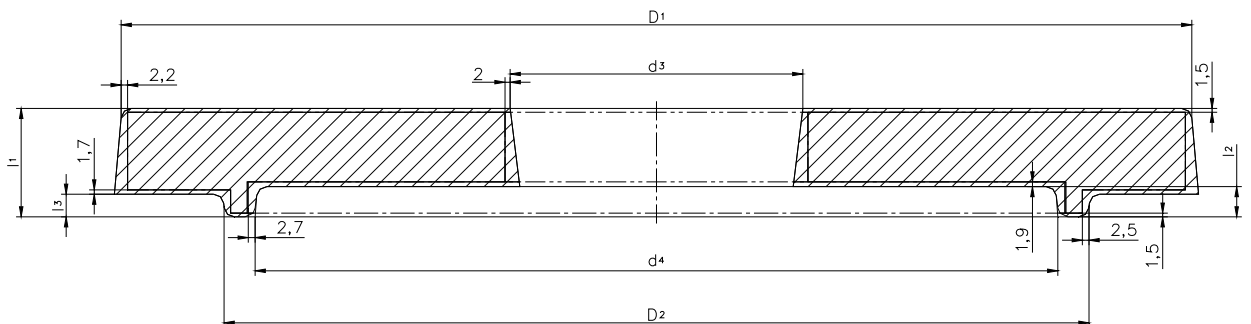
оскільки розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску, приймаємо

n = 25 шт.

2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготівлі

Для раціонального вибору заготівлі необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготівлю - значить встановити спосіб її отримання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати вимоги до точності виготовлення. При виборі заготівлі для знову проєктованого технологічного процесу розглянемо два способи отримання заготівлі, що не викликають суттєвих змін в побудові і змісті процесу механічної обробки. У цьому випадку перевага віддається заготівлі, яка характеризується найкращим використанням металу і меншою вартістю з урахуванням наведених витрат на одиницю продукції, на статті витрат які відрізняються. В іншому випадку остаточне рішення можна ухвалити тільки після економічного комплексного розрахунку собівартості заготівлі та механічної обробки в цілому.

Для деталі «Диск» в якості заготівлі для механічної обробки буде використовуватися сталеве штамповане заготівля, отримана об'ємним штампуванням. В цьому випадку заготівля наближена до форми готової деталі, а її конфігурація і конструктивні елементи залежать від виду застосовуваного технологічного устаткування. Вважаємо, що для прийнятих умов виробництва заготівля буде формуватися на кривошипних гарячештамповочних пресах. Оскільки штампування на кривошипних пресах в 2-3 рази продуктивніше, ніж штампування на молотах, припуски і допуски зменшуються на 20-35%, витрата металу знижується на 10-15%. Конфігурація заготівлі приведена на малюнку 2.1.



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, ступіц, 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							

40	12,5	1,5	-	3,0	Z ₆	43 ^{+1,6} _{-0,9}	l ₁
----	------	-----	---	-----	----------------	------------------------------------	----------------

Продовження таблиці 2.2

14	0,4	1,9	-	1,9	Z ₅	12,1 ^{+1,4} _{-0,8}	l ₂
12	6,3	1,7	-	1,7	Z ₂	10,3 ^{+1,4} _{-0,8}	l ₃
Внутрішні циліндричні поверхні							
320Н11	0,4	2,7	0,4	6,2	Z ₈	313,8 ^{+1,2} _{-1,4}	d ₄
120Н8	1,6	2,0	0,4	4,8	Z ₄	115,2 ^{+1,0} _{-1,8}	d ₃

Масу заготівлі визначаємо з урахуванням номінальних виконавчих розмірів заготівлі і штампувальних ухилів для зовнішніх поверхонь, рівних 7°, відповідно до малюнком 2.1.

$$Q = \rho \cdot \sum_1^n V_i = 7,85 \cdot 10^3 \cdot (3837,4 - 252,9 + 1395,4 - 839,6 - 64,4) \cdot 10^{-6} = 32,3 \text{ (кг)}, \quad (2.4)$$

де ρ - щільність матеріала заготівлі, кг/м³;

$\sum_1^n V_i$ - загальний об'єм правильних геометричних фігур, складових заготівлі, м³.

Для оцінки вартості заготівлі, приймається вартість однієї тонни штампування з конструкційної легованої сталі 21800 грн. Вартість однієї тони відходів відповідного виду за прејскурантом 3600 грн. Вартість заготівлі отриманої на кривошипному гарячештамповочному пресі в закритому штампі, нормальної точності по ДЕСТ 7505, першого ступеня складності, другої групи серійності дорівнює 420,97 грн.

2.3 Розроблення маршрутноі технології механічної обробки

Технологічний процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів і значними обсягами випуску. Ефективність такого виробництва в значній мірі залежить від можливості суміщення універсальності і мобільності одиничного виробництва з високою організацією і продуктивністю масового. Таке поєднання передбачає використання обладнання з широкими технологічними можливостями, високим ступенем універсальності і автоматизації.

З огляду на те, що серійне виробництво характеризується широкою но-

номенклатурою не тільки виробів, а й оброблюваних матеріалів, вимоги до широкого вибору економічно ефективних методів і режимів обробки металів можуть бути виконані шляхом наявності різноманітного парку металорізального обладнання, універсальних і переналагоджуваних спеціальних пристосувань, розвинутого інструментального та метрологічного господарства.

Найбільш ефективним засобом, що дозволяє забезпечити найвищу ступінь автоматизації, високу універсальність і значну продуктивність при великій насиченості технологічних операцій, є раціональне використання обладнання з числовим програмним управлінням і пов'язані з ним технології організації робочих місць, складів, транспорту, контролю операцій і управління виробничими процесами.

Матеріал деталі «Диск», її конфігурація і вимоги робочого креслення передбачає використання спеціального методу отримання заготівлі, для якої характерна висока розмірна точність і якість поверхні. Тому, при розробці маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на мінімальні припуски на механічну обробку і 14 квалітет вихідних розмірів заготівлі. Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітета розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності конструкційних легированих сталей. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення, наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Шорсткість Ra, мкм	Метод обробки поверхні
Внутрішня $\varnothing 120^{+0,054}$	8	1,6	Розточування чорнове Розточування чистове
Зовнішня $\varnothing 335^{-0,089}$	8	1,6	Точіння чорнове Точіння чистове
Внутрішня $\varnothing 320^{+0,36}$	11	0,4	Розточування чорнове Розточування чистове
Зовнішня $\varnothing 415$	14	12,5	Точіння однократне
Торцеві 40; 12; 11,5	11	3,2	Точіння однократне
Закритий паз 50x80	14	12,5	Фрезерування однократне
Внутрішня $\varnothing 26; \varnothing 18$	14	6,3	Сверління Зенкерування
Внутрішні M16x1,5-7H	-	6,3	Сверління Нарізування різьби

Внутрішні М6-7Н, М12-7Н	-	6.3	Сверління Зенкерування
-------------------------	---	-----	---------------------------

Дотримуючись загального правила, на першій операції механічної обробки необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки усіх взаємозв'язаних поверхонь. При цьому повинен дотримуватися принцип поєднання баз. Для цієї деталі ці умови виконуються, якщо за технологічну базу прийняти внутрішню поверхню диска діаметром 120 мм. Крім того, така схема базування дозволяє на першому установі виконати обробку торцевих канавок і підготувати поверхню діаметром 415 мм під технологічну базу для токарної обробки внутрішніх і зовнішніх поверхонь диска.

На першій операції доцільно використати токарний верстат з ЧПУ, оскільки обробка торцевих канавок вимагає зміни частоти обертання, що може бути досягнуто тільки верстатом з ЧПУ.

Враховуючи кількість, вид і геометричну точність поверхонь, на другій операції доцільно використати токарний верстат з ЧПУ, щоб можна було застосувати режими алмазного розточування, і багатоінструментальну наладку для виконання не менше шість інструментальних переходів. Ширина диска 40 мм і на дузі кола він має правильну геометричну форму, т. е. забезпечується однозначне базування, надійне закріплення і поєднання осі обертання шпинделя верстата і осей основних і допоміжних конструкторських баз деталі. Крім того, така схема базування забезпечує доступ до максимальної кількості поверхонь і дозволяє за один установ виконати повну обробку основних поверхонь.

Глухий отвір М16х1, 5-7Н і лиска обробляється на окремій операції. Комплексна обробка здійснюється на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6550РФ3 в спеціальному пристосуванні.

Обробку кріпильних отворів, розміри яких закоординовані відносно осі диска і обробку закритого паза, доцільно виконувати за один установ. Таку можливість забезпечує вертикально-фрезерний напівавтомат з поворотним столом і ЧПУ 2254ВМФ4, який оснащений чотирнадцятипозиційним інструментальним магазином. На цій операції застосовується спеціальне пристосування з пневмоприводом. Базування деталі полягає в centruванні по внутрішній циліндричній поверхні діаметром 120 мм, фіксації по торцю фланця.

На завершальному етапі технологічного процесу виготовлення деталі виконується контрольна операція, на якій здійснюється комплексний контроль

розмірів поверхонь та їх взаємного розташування. Для виконання технічних вимог креслення і необхідного розміру шорсткості після завершення операцій механічної обробки і контролю, передбачається виконання операції по азотуванню поверхні Б і токарній операції по поліруванню.

Пропонований маршрут обробки "диска" приведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Станок
05	Токарна з ЧПУ	Обробка зовнішнього діаметра і торця, фаски, кільцевих канавок.	16K20T1
10	Токарна з ЧПУ	Повна токарна обробка внутрішніх отворів і установочних поверхонь	16K20T1
15	Фрезерувальна з ЧПУ	Обробка глухого отвору і лиски	2254ВМФ4
20	Фрезерувальна з ЧПУ	Комплексна обробка крипільних отворів, закритого пазу	6550РФ3
25	Контрольна	Комплексний контроль деталі	
30	Термічна	Азотувати поверхню Ж	
35	Токарна	Полірувати поверхню Ж	16K20

2.4 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів механічної обробки

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску зв'язане зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку, так і у разі виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів різання у разі значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту і загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Мінімальні припуски на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом, рекомендованим в довіднику [12]. При цьому, загальний припуск має бути погоджений з припуском, призначеним при проектуванні заготівлі з використанням відповідного нормативно-технічного документу. У разі перевищення розрахованого припуску над нормативним коригується розмір заготівлі.

Припуски на основну масу оброблюваних поверхонь призначаємо статистичним (табличним) методом. В цьому випадку загальний припуск приймаємо рівним припуску, призначеному на заготівлю, а припуски на обробку, що слідує за чорною, по таблицях, приведених в довідковій літературі.

Розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на механічну обробку представлений в табличному виді.

Виконаємо розрахунок мінімальних припусків на обробку торцевої поверхні розміром 40 мм в деталі "Диск". Ця поверхня обробляється на другій операції, заготівлю встановлюємо в трикулачковому самоцентруючому патроні по обробленій поверхні діаметром 415 мм.

Призначаємо метод обробки заданої поверхні (МОП).

Вважаємо, що при обробці легованої конструкційної сталі і прийнятої точності заготівлі, досягти необхідних характеристик поверхні можна за один технологічний перехід. Точіння забезпечить 11 квалитет розміру і параметр шорсткості Ra 6,3 мкм.

Параметри заготівлі, прийняті для розрахунку

Параметр Rz=200 мкм, h=250 мкм [12. Табл.7 с.182]

Маючи на увазі, що оброблювана поверхня плоска, сумарну величину просторових відхилень заготівлі визначаємо формулою:

$$\Delta_{\Sigma\text{заг}} = \Delta_{\text{кор}} = 1,2 \text{ (мм)}, \quad (2.5)$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ - викривлення даної поверхні заготівлі, мм. Для прийнятої третьої міри точності заготівлі ДЕСТ 7505-89 передбачає допуск від вигнутості, від площинності і від прямолінійності для плоских поверхонь 1,2 мм.

Визначаємо величину просторових відхилень оброблюваної поверхні після кожного технологічного переходу використовуючи формулу:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma\text{заг}} \cdot K_y, \quad (2.6)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми, залежний від виду технологічного переходу [12. Табл.29 с.190]

Тоді, після точіння $\Delta_{\Sigma\text{черн.}} = 1,2 \cdot 0,06 = 0,019 \text{ (мм)}$

Значенням параметра менше 5 мкм нехтують.

Визначаємо погрішність установки заготівлі в пристосуванні на кожному технологічному переході.

Погрішність установки заготівлі в осьовому напрямі при базуванні в трикулачковому патроні по обробленій поверхні складає 100 мкм [12. Таб.14 с.43].

Розрахунок міжопераційних розмірів при обробці торцевої поверхні розміром 40 мм приведений в таблиці 2.5. Як видно, розміри заготівлі, отриманні в результаті розрахунку, практично не відрізняються від розмірів, назначених по ДЕСТ 7505-89.

Таблиця 2.5

Метод обробки поверхні	Припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Плоска 40 мм (±0,31)							
Заготівля	-	41,44	2500	42,1*	44,6*		
Точіння	1750	39,69	620	39,69	40,81	2,41	4,29

Примітка * Розміри прийняті по розмірам заготівлі ДЕСТ 3969-69

Проведемо перевірку правильності обчислень, використовуючи наступне правило: різниця між максимальним і мінімальним припусками дорівнює різниці між допуском на заготівлю і технологічним допуском на останній перехід.

$$Z_{\max} - Z_{\min} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет.}} \quad (2.7)$$

де - Z_{\max} – сума максимальних припусків;

Z_{\min} – сума мінімальних припусків

$\delta_{\text{заг}}$ – допуск на розмір поверхні заготівлі;

$\delta_{\text{дет}}$ - допуск на розмір остаточно обробленої поверхні.

Для цього розрахунку: $4,29 - 2,41 = 2,5 - 0,62$ або $1,88 = 1,88$.

Розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на обробку інших поверхонь диска виконаний табличним методом і зведений в таблицю 2.6.

Міжопераційні розміри і граничні припуски на обробку поверхонь деталі «Диск»

Таблиця 2.6

Метод обробки поверхні	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Зовнішня циліндрична діаметром 415 _{-1,55} мм,							
Заготівля		416,85	4000	416,85	420,85		
Точіння однократне	3,4	413,45	1550	413,45	415,0	3,4	5,85
Зовнішня циліндрична діаметром 335h8 _(-0,089) мм							
Заготівля		340,311	3600	340,3	343,9		
Точіння чорнове	4,1	336,211	360	336,2	336,56	4,1	7,34

Точіння чистове	1,3	334,911	89	335,9	335,98	1,3	1,571
-----------------	-----	---------	----	-------	--------	-----	-------

Продовження таблиці 2.6

Внутрішня циліндрична діаметром 120Н8 ^(+0,054) мм							
Заготівля		115,654	2800	115,6	118,4		
Точіння чорнове	2,7	118,354	350	118,3	118,65	2,7	0,25
Точение чистове	1,7	120,054	87	120,0	120,08	1,7	1,437
Внутрішня циліндрична діаметром 320Н11 ^(+0,36) мм							
Заготівля		314,56	3600	314,6	318,2		
Точіння чорнове	5,4	319,96	570	319,96	320,53	5,36	2,33
Точіння алмазне	0,4	320,36	140	320,4	320,54	0,44	0,01
Торцеві, связані розміром 14 мм							
Заготівля		12,3	2200	12,3	14,5		
Підрізування верхнього торця	0,7	13,0	180	13,0	13,180	0,7	1,32
Підрізування нижнього торця	1,0	14,0	43	14,0	14,043	1,0	0,863
Торцеві, связані розміром 12 мм							
Заготівля		13,7	2200	13,7	15,9		
Підрізування верхнього торця	0,7	13,0	270	13,0	13,180	0,7	2,72
Підрізування нижнього торця	1,0	12,0	110	12,0	12,043	1,0	1,137

2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу механічної обробки заданої деталі

Основна мета детальної розробки технологічної операції - розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічне і метрологічне оснащення, трудовитрати. Початковими даними, що визначають послідовність операцій і їх призначення, являються технологічний маршрут виготовлення деталі, приведені в таблицях 2.3 і 2.4. Призначення режимів різання, вимог до точності розмірів здійснюємо на підставі результатів

розрахунку міжопераційних припусків і розмірів, які приведені в таблицях 2.5 - 2.6.

Виготовлення деталі "Диск" передбачає 6 технологічних операцій (див. таблицю. 2.4). З них одна операція, термічна, виконуватиметься поза проєктованим цехом. Детальну ілюстрацію детальної розробки і розрахунку технічної норми часу виконаємо для першої операції. Результати технологічного проєктування для інших операцій приведені в таблиці 2.6. Виготовлення деталі «Диск» передбачає 6 технологічних операцій (см. табл. 2.4).

Операція 05, Токарна з ЧПУ

Операція виконується на токарно-револьвернім верстаті 16К20Т1, оснащеному оперативною СЧПУ "Електроніка НЦ-31", шестипозиційною револьверною голівкою (РГ) з вертикальною віссю обертання і поперечним супортом.

Заготівля базується в трикулачковому самоцентруючому патроні по необробленому отвору діаметром 116 мм.

Операція включає три інструментальних перехіда:

- 1) Підрізування торця і точіння зовнішнього діаметра на прохід;
- 2) Точити виточку розміром 2 мм, точить фаску 1,6x45° мм;
- 3) Точити шість торцевих канавок витримав розміри: 13мм, 11,5 мм, R 5,75 мм.

Коротка характеристика верстата:

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготівлі, мм	над станиною	500
	над супортом	215
2. Найбільша довжина оброблюваної заготівлі, мм		900
3. Число позицій револьверної головки		6
4. Частота обертання шпінделя, об/хв		10-2000
5. Число скоростей шпінделя		24
6. Найбільше переміщення супорта:		
	продольне	900
	поперечне	250
7. Подача супорта, мм/об, (мм/хв)		
	продольна	0,01-2,8
	поперечна	0,005-1,4
8. Число ступеней подач		Б/с
9. Швидкість швидкого переміщення супорта, мм/хв		
	продольного	6000

	поперечного	4000
10. Потужність електродвигуна головного приводу, кВт		11

Розрахунок режимів різання при точінні зовнішніх поверхонь, здійснюється на першому інструментальному переході, виконаємо за методикою, яка приведена в [16. с.236-264]. Для точіння застосовується прохідно-підрізний різець ДЕСТ 26611-85 з пластиною по ДЕСТ 25003-81. Встановлюється в першу позицію РГ. Обробка здійснюється з охолодженням 2-5% емульсією НГЛ- 205 для поліпшення процесу завивки і дроблення стружки.

По таблиці 26 с.237 визначається табличне (матричне) значення чорнового подання на оборот деталі (S_{OT}) в залежності діаметру оброблюваної поверхні, глибини різання і переріза державки різця. Оскільки максимально можлива глибина різання дорівнює 2,93 мм, а переріз державки різця 25x25 мм, приймається $S_{OT}=0,31$ мм/об.

Табличне значення подачі уточнюється з використанням поправочних коефіцієнтів з таблиці 30 (с. 239) за формулою:

$$S_O = S_{OT} \cdot K_S = S_{OT} \cdot K_{SII} \cdot K_{SIII} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{S3} \cdot K_{Sж} \cdot K_{SM} = 0,31 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,07 = 0,23 \text{ мм/об} \quad (2.8)$$

де S_{OT} - матричне значення подачі, мм/об;

K_{SII} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (без кірки $K_{SII}=1$);

K_{SIII} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (твердий сплав $K_{SIII}=1$);

$K_{S\phi}$ - коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні (враховує точіння фасонної поверхні, $K_{S\phi}=0,85$);

K_{S3} - коефіцієнт, що враховує вплив загартування (твердість оброблюваного матеріалу нижче 44 HRC, тому $K_{S3}=0,8$);

$K_{Sж}$ - коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи (діаметр заготівлі 415 мм, тому $K_{Sж}=1$);

K_{SM} - коефіцієнт, що враховує оброблюваність матеріалу ($K_{SM}=1,07$).

Розрахована подача може бути забезпечена приводом верстата, оскільки в нім застосовується безступінчате регулювання подачі.

Визначається табличне значення швидкості різання для сплавів VI групи (V_T) залежно від уточненого значення подачі і глибини різання. Після інтерполяції даних таблиці 36 приймаємо $V_T=214$ м/хв.

Табличне значення швидкості різання уточнюється залежно від умов обробки (таблиця 37), що змінюються, по формулі:

$$V=V_T \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_H} \cdot K_{V_\phi} \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_{ж}} \cdot K_{V_{\Pi}} \cdot K_{V_o} = 214 \cdot 0,53 \cdot 1,0 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 92 \text{ м/мин} \quad (2.9)$$

- де K_{V_M} – коефіцієнт, що враховує оброблюваність матеріалу заготовки ($K_{V_M}=0,53$);
 K_{V_H} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту (для твердого сплаву Т15К6 $K_{V_H}=1,0$);
 K_{V_ϕ} - коефіцієнт, що враховує вплив кута різця в плані (для використовуваного різця головний кут в плані дорівнює 90° , $K_{V_\phi}=0,81$);
 K_{V_m} - коефіцієнт, що враховує вид обробки (продольне точіння $K_{V_m}=1$);
 $K_{V_{ж}}$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної схеми (при обробці заготовки діаметром 415 мм, $K_{V_{ж}}=1$);
 $K_{V_{\Pi}}$ - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (при обробці поверхні заготовки без кірки $K_{V_{\Pi}}=1$);
 K_{V_o} - коефіцієнт, що враховує вплив СОЖ (наявність охолодження $K_{V_o}=1$).

Розраховується частота обертання шпінделя верстата (n), що забезпечує необхідну швидкість різання :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 415} = 70,6 \text{ об/хв} \quad (2.10)$$

де V – рекомендована швидкість різання, визначена по формулі 2.9, м/хв;

D_c – максимальний діаметр поверхні, контактируємий з різцем, мм.

Розрахункове значення n порівнюється з паспортними даними верстата. Для подальших розрахунків набуває найближчого меншого значення з ряду частот обертання шпінделя. Допускається збільшене значення частоти обертання, якщо воно не перевищує 5% розрахункового. Призначаємо найближче значення частоти $n=63$ об/хв.

Зміст і технологічне оснащення інших інструментальних переходів цієї операції приведені в таблиці 2.7, а режими різання - в таблиці 2.9.

Таблиця 2.7 Технологічне оснащення операції 05

Поз. РГ	Зміст інструментального переходу	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент
---------	----------------------------------	--------------------	-----------------------

1	Точити торець $41 \pm 0,3$, зовню поверхню $\varnothing 415_{-0,63}$ мм	Різець СТGNR2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 з пластинною по ДЕСТ 25003-81	-
---	--	--	---

Продовження таблиці 2.7

2	Точити виточку 2 мм на торці деталі $\varnothing 315$ мм, $\varnothing 180$ мм, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$	Різець СТGNL2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 с пластиною по ДЕСТ 25003-81	-
3	Точити 6 торцевих канавок в розмір 13 мм, 11,5 мм, R 5,75 мм	Різець спеціальний	Головка АД.336М.000 по ТУ2 035-296-72

Таблиця 2.8 Характеристика робочих рухів на операції 05

Позиція РГ	V, м/хв	n, об/хв	S, мм/хв	T _{рх} , хв	T _{хх} , хв
1	92	63	14,5	3,07	0,12
2	166	90	65,7	2,4	0,12
3	58,8	50	5,35	6,6	0,12
Всього, хв				12,07	0,26

Таблиця 2.9 Технологічна характеристика операцій по виготовленню деталі «Диск»

Операція 05, Токарна з ЧПУ					
Модель станка	Пристосування	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}
		хв	хв	хв	хв
16К20Г1	Патрон 7102-0077-1-1В ДЕСТ 24351-80	8,3	0,37	40	12,22
Зміст і оснащення операції					
Зміст переходу		Ріжучий інструмент		Допоміжний інструмент	
Точити торець $41 \pm 0,3$, зовнішню поверхню $\varnothing 415_{-0,63}$ мм		Різець СТGNR2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 з пластинною по ДЕСТ 25003-81		-	
Точити виточку $2^{+0,4}$ мм, фаску $1,6 \times 45^\circ$ мм		Різець СТGNR2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 з пластиною по ДЕСТ 25003-81		-	

Точити шість торцевих канавок, в розмір $13 \pm 0,35$; $11,5$ мм; $R 5,75$	Різець спеціальний	Головка АД.336М.000 по ТУ2 035-296-72-				
Характеристика переходів						
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв
1	2,93	157,5	182	350	0,61	0,12
2	2	36	67	300	0,25	0,12
3	11,5	196	63,5	160	3,0	0,12

Продовження таблиці 2.9

Операція 10, Токарна з ЧПУ						
Модель станка	Пристосування	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}	
		хв	хв	хв	хв	
16K20T1	Патрон 7102-0077-1-1В ГОСТ 24351-80	4,83	0,8	42	7,0	
Зміст і оснащення операції						
Зміст переходу		Ріжучий інструмент		Допоміжний інструмент		
Точити попередньо зовнішній $\varnothing 336,56_{-0,36}$ мм, точити торець $40,81$ мм, $11,18_{-0,27}$ мм		Різець СТGNR2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 з пластиною по ДЕСТ 25003-81		-		
Точити зовнішній $\varnothing 335_{-0,089}$ мм, з підрізкою торця $40 \pm 0,31$ мм, $12_{+0,043}$ мм, начисто, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ мм		Різець СТGNR2525M16-H2 ДЕСТ 26611-85 з пластиною по ДЕСТ 25003-81		-		
Попередньотельно розточити два отв. $\varnothing 318,53_{+0,57}$, R10; $13,18_{-0,18}$; $\varnothing 118,65_{+0,35}$ мм		Різець 2145-0551 ДЕСТ 20874-75		-		
Розточити остаточно два отв. $\varnothing 320_{+0,36}$; R10; $14_{+0,043}$; $\varnothing 120_{+0,025}$ мм		Різець 2145-0557 ДЕСТ 20874-75		-		
Характеристика переходів						
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв
1	2,1	45,8	71,3	63	1,33	0,12
2	0,8	10,7	138,6	125	5,7	0,12
3	2,2	41,2	171,3	63	3,4	0,12
4	0,75	13,7	165,8	160	1,22	0,12
Операція 15, Програмна						
Модель станка	Пристосування	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}	
		хв	хв	хв	хв	
2254ВМФ4	Приспособление специальное	7,9	1,8	34	12,3	
Зміст і оснащення операції						

Зміст переходу	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент
Позиція 1		
1.Фрезерувати закритий паз витримав розміри 50±0,6 мм 80±0,6 мм, глибиною 12+0,43 мм	Фреза 2220-0361 ДЕСТ 18372-73	Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80
Характеристика переходу		

Продовження таблиці 2.9

Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв	
1	12	270	66	900	0,74	0,35	
Позиція 2							
2.Центрувати 8 отв., Ø 26 мм, 10 отв.-М6-7Н, 14 отв.- М12-7Н витримав розмір 7 ^{+0,58}	Свердло 2300-0943 ДЕСТ 19265-73			Патрон 2-40-2-90 ДЕСТ 26539-85			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв	
2	1,5	96	40	1600	1,5	0,12	
Позиція 3							
3.Свердлити 12 отв Ø10,2 ^{+0,15} на глибину 18±0,35 мм; 2 отв. на прохід під різблення М12	Свердло 2317-0005 ДЕСТ 19543-74			Патрон 2-40-2-90 ДЕСТ 26539-85-			
4.Свердлити 10 отв., Ø 4,95 ^{+0,17} мм під різблення М6-7Н на глибину 12 мм	Свердло 2300-0943 ДЕСТ 19543-74			Патрон 2-40-2-90 ДЕСТ 26539-85			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв	
3	5,25	306	51,1	900	0,8	0,42	
4	4	2,5	400	74	1600	0,6	0,34
Позиція 4							
5.Свердлит 8 отв., Ø 18 ^{+0,43} мм на прохід	Свердло Ø 18 ДЕСТ 19543-74			Патрон 2-40-2-90 ДЕСТ 26539-85-			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв	
5	9	192	58	1600	0,4	0,5	
Позиція 5							
6.Зенкувати 8 отв., Ø 26 ^{+0,52} мм на глибину 20 ^{+0,52} мм	Зенковка 2353-0134 ДЕСТ 14953-80			Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв	

6	4	135	13	150	1,36	0,42
Позиція 6						
7. Нарізати різьбу М12-7Н в 14 отв.		Метчик 2620-1519 ДЕСТ 3266-81			Державка 191112042 ТУ2 035-763-80 Патрон 191221130 ТУ 2 035-681-79	

Продовження таблиці 2.9

8. Нарізати різьбу М6-7Н в 10 отв.		Метчик 2620-1153 ДЕСТ 3266-81			Державка 191112042 ТУ2 035-763-80 Патрон 191221130 ТУ 2 035-681-79	
------------------------------------	--	----------------------------------	--	--	---	--

Характеристика переходу

Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв
7	1,5	240	7,89	160	2,25	0,12
8	1,0	400	8,3	400	0,07	0,12

Операція 20, Програма

Модель станка	Пристосування	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}
		хв	хв	хв	хв
6550РФ3	Пристосування спеціальне	2,2	1,4	17,5	4,6

Зміст і оснащення операції

Зміст переходу	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент
1.Фрезерувати лиску	Фреза концева 2220-0361 ДЕСТ 18372-73	Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80
2.Свердлити отв. Ø 7+0,22 мм на глибину 40±0,35	Свердло 2300-0868 ДЕСТ 19543-74	Патрон 2-40-2-90 ДЕСТ 26265-85
3.Зенкерувати отв. Ø 14,6 ^{+0,27} мм на глибину 15±0,35 мм під різьбу	Фреза концева 2220-0361 ДЕСТ 18372-73	Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80
4.Зенкувати фаску 1,6x45°	Зенковка 2353-0134 ДЕСТ14953-80	Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80
5.Нарізати різьбу М16x1,5	Метчик 2620-1605 ДЕСТ 3266-81	Державка 191112042 ТУ2 035-763-80 Патрон 191221130 ТУ 2 035-681-79

Характеристика переходів

Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _в , хв
1	32	450	54	500	0,25	0,12
2	3,5	323	37	1900	0,13	0,05

3	15	90	160	2000	0,1	0,3
4	3	255	15,6	340	0,01	0,05
5	1,5	375	10	500	0,22	0,15
Операція 25, Токарна						
Модель станка	Прийняття	Прийняття	Прийняття	Прийняття	T_o	T_b
					ХВ	ХВ
16К20	Патрон 7108-0021 ДЕСТ 2571-71			2,68	0,18	30
					3,0	

Продовження таблиці 2.9

Зміст і оснащення операції						
Зміст переходу		Ріжучий інструмент			Допоміжний	
Полірувати поверхню Ж		-			Паста ПХЗ ТУ-6-8-	
Характеристика переходу						
Переход	t, мм	S, мм/дв.хд	V, м/хв	n, об/хв	T_o , хв	T_b , хв
1	-	0,01	30	1600	0,88	1,8

Розрахунок технічної норми часу на верстатну операцію виконується за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_b) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right], \quad (2.11)$$

де T_o – основний (машинний) час, хв;

T_b – допоміжний час, що складається з часу на установку і зняття деталі, часу, связанного з переходом, часу на виміри, зміну інструменту і заміною режимів різання, хв;

$a_{обс}$ – час на обслуговування робочого міста, % от оперативного ($T_o + T_b$);

$a_{отл}$ – час на відпочинок та особисті потреби, % от оперативного ($T_o + T_b$).

Особливістю нормування операцій механічної обробки на станках з ЧПУ є те що основний час і час, пов'язаний з переходом, складають єдину величин T_a - час автоматичної роботи верстата по програмі так і допоміжний час. Це видно з

формули:

$$T_a = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}} + T_{вха} + T_{ост}, \quad (2.12)$$

де L_i – довжина шляху, яку проходить інструмент або деталь в напрямку подачі при обробці i-го технологічної ділянки, мм;

S_{mi} – хвилинна подача на i-том технологічному участці, мм/хв;

n – число технологічних участків;

$T_{вха}$ – час на виконання автоматичних допоміжних ходів, хв;

$T_{ост}$ – час технологічних пауз, хв.

Час допоміжної роботи не перекриваєме часом автоматичної роботи верста- та включає: час на установку і зняття деталі ($t_{уст}$); час, пов'язаний з виконанням операції ($t_{контр}$); неперекриваючийся час на контрольні вимірювання деталі.

Цей час коригується поправочним коефіцієнтом ($k_{сер}$), що залежить від серійності виробництва, що визначається за формулою:

$$k_{сер} = 4,17[(T_a + T_b) \cdot n + T_{пз}]^{-0,216}, \quad (2.13)$$

де n – розмір партії деталей, шт;

$T_{пз}$ – підготовчий-заключний час, визначається як сума часу на організаційну підготовку робочого місця: установку, підготовку і зняття пристосувань; налагодження верстату і інструменту; пробний прохід по програмі.

В цьому разі формула 2.24 приймає вид:

$$T_{ш} = (T_a + T_b \cdot k_{сер}) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right] \quad (2.14)$$

Тоді штучно-калькуляційний час на виготовлення однієї деталі розраховується за формулою:

(2.15)

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}$$

Структурні складові технічної норми часу проектованої операції і результа- ти розрахунку штучно-калькуляційного часу на виготовлення однієї деталі розраховані з використанням [14, 15] і наведені в таблиці 2.10. При цьому, в підготовчо-заключному часу враховані такі види витрат:

- організаційна підготовка середньої складності с семью інструментами в наладке – 16 хв;
- установить и снять инструмент в різцедержатель- $5 \times 0,8 = 4$ хв;
- встановити і зняти інструмент в револьверну голівку – $5 \times 0,4 = 2$ хв;
- набрать програму на пульті управління - 8 хв;
- розточити кулачки патрона – 8,5 хв;

- виготовлення пробної деталі - 5,12 хв.

Таблиця 2.10

Структурні складові нормо-години		Значення, хв
T_a	Час автоматичної роботи верстата за програмою	4,27+0,56
T_b	Допоміжний час, пов'язаний з переходом	0,68
	в тому числі: установче переміщення поперечного супорту	0,08

Продовження таблиці 2.9

	поворот револьверної голівки на п'ять позицій	4x0,08
	відкрити і закрити загороджувальний щиток	0,05
	вивести в ІС і запустити програму с пульту	0,15
	Допоміжний час на контрольні виміри	0,55
Час, що перекривається	в тому числі: замір штангенциркулем	
	Ø335 мм	0,08
	розмір 40 мм	0,08
	Ø120 мм	0,08
	Ø320 мм	0,08
	контроль шаблоном	
	фаска кутом 45°	0,03
	радіус 10 мм	0,2
$T_{оп}$	Оперативний час (4,83+0,68)	5,51
$T_{пз}$	Підготовчо-заключний час	46,12
$k_{сер}$	Коефіцієнт серійности (ф.2.26)	0,99
$T_{орг}$	Час на обслуговування робочого міста , 3,5% от $T_{оп}$	0,25
$T_{отл}$	Час на відпочинок та особисті потреби 4% от $T_{оп}$	0,28
$T_{шт}$	Штучний час на виконання операції (ф.2.27)	5,12
$T_{шк}$	Штучно-калькуляційний час (Ф.2.28)	7,0

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

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

$\sigma_B = 20 \text{ кгс/мм}^2$.

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, визначається по формулі:

$$K_{Pz} = K_{мрз} \cdot K_{фрз} \cdot K_{\gammaрз} \cdot K_{\lambdaрз} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

t – глибина різання, мм.

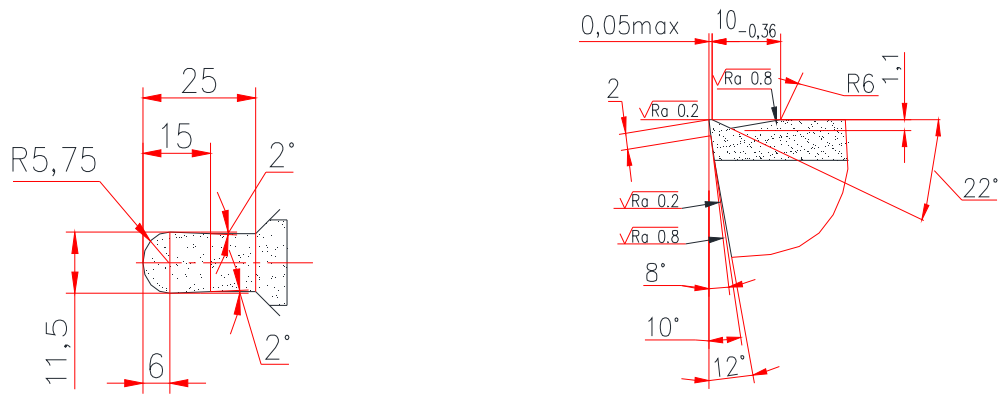
Приймаємо рівну довжині різання канавки $\pi d^2/2 = 3,14 \cdot 11,5^2/2 = 18,1 \text{ мм}$

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.



Малюнок. 3.1 Форма ріжучою частини

При розрахунку канавочних різців на міцність враховуємо, що небезпечним перерізом різця являється місце переходу від робочої частини до корпусу. Максимальне навантаження, що допускається міцністю різця в небезпечному перерізі :

$$P_{зд} = \underline{bh^2} \cdot \sigma$$

Максимальне навантаження, що допускається жорсткістю різця :

$$P_{жест} = \underline{kgc/mm^2},$$

де f – стріла прогину різця, що допускається, при попередньому точінні,
 $f = 0,1$ мм;

E – модуль пружності матеріалу різця $19500 \div 21500$ кгс/мм²;

J – момент інерції перерізу корпусу (для прямокутного перерізу $BH^3/12$).

$$J = BH^3/12 = 11,5 \cdot 25^3/12 = 14974 \text{ мм}^4$$

$$P_{жест} = \underline{kgc/mm^2}$$

Межа міцності небезпечного перерізу різця

$$\sigma_b = J/W, \text{ кгс/мм}^2$$

$$\sigma_b = J/W, \text{ кгс/мм}^2$$

$$\sigma_b = 14974/1595 = 9,3 \text{ кгс/мм}^2$$

Різець володіє достатніми міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{зд} > P_z < P_{жест} (15500 > 6785 < 26620)$$

3.2 Розрахунок виконавчих розмірів різьбової калібр-пробки

Контроль різьби $M16 \times 1,5-7H$ буде здійснюватися різьбовими калібрами. Різьбовий прохідний калібр-пробка ПР (21) контролює найменший середній будет

діаметр (наведений середній діаметр) і, одночасно, найменший зовнішній діаметр внутрішньої різьби. Внутрішній діаметр різьби цим калібром не контролюється. Калібр повинен вільно угвинчуватися в контроліруему різьбу. Згвинчуваність 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

Продовження таблиці 3.2

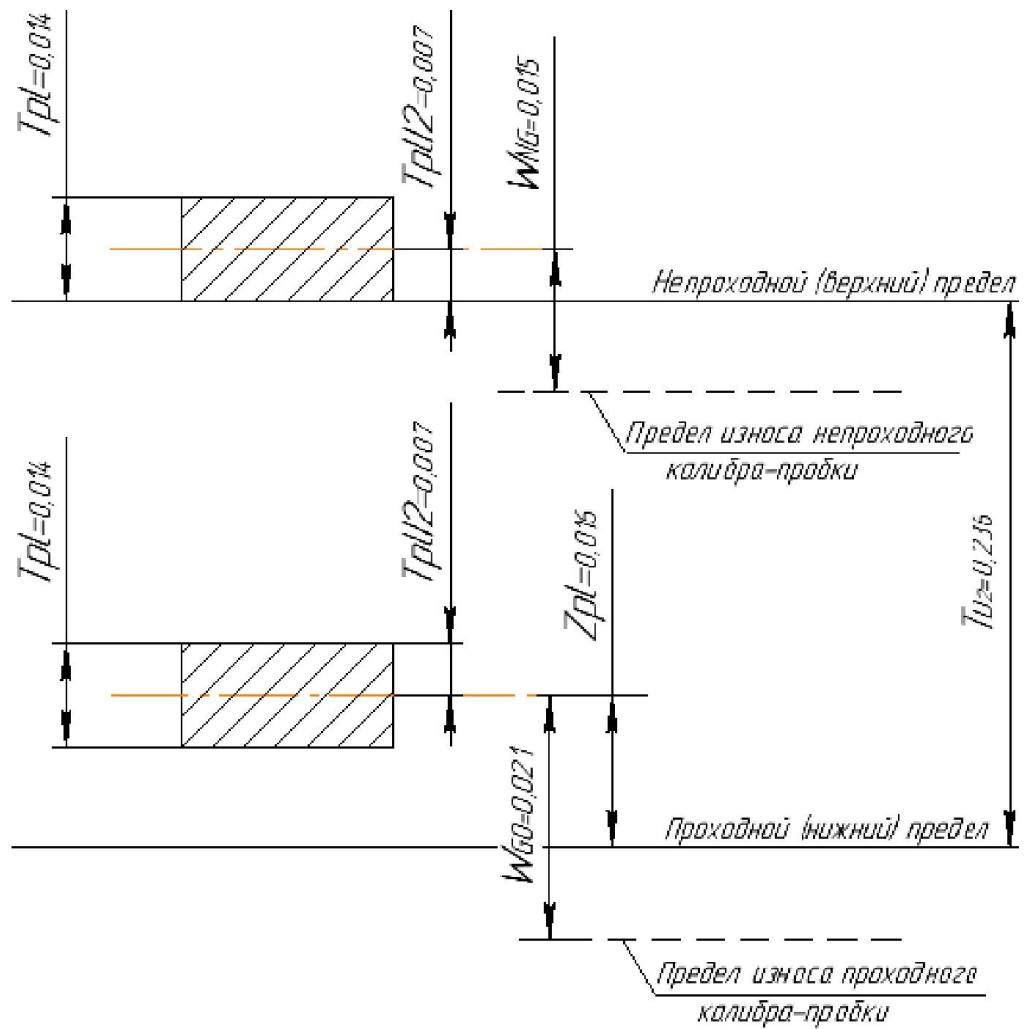
Допуск на середній діаметр зовнішньої різьби	T_{d2}	0,018
Відстань між лінією середнього діаметру і вершиною укороченого профілю різьби	F_1	0,150
Допуск на внутрішній діаметр внутрішньої різьби	T_{D1}	0,375
Допуск на середній діаметр внутрішньої різьби	T_{D2}	0,236
Допуск зовнішнього і середнього діаметрів різьбових калібр-пробок ПР і НЕ, різьбового прохідного	T_{PL}	0,014
Допуск кута нахилу бічної сторони профілю різьби калібра с повним профілем	$T_{\alpha 1}$	$0^{\circ}12'0''$
Допуск кута нахилу бічної сторони профілю різьби калібра з укороченим профілем	$T_{\alpha 2}$	$0^{\circ}16'0''$
Відстань від середини поля допуску T_R різьбового ПР калібр-кілець до ПР (верхньої) межі середнього діаметра зовнішньої різьби	Z_R	0,008
Відстань від середини поля допуску T_{PL} різьбового ПР калібр-пробки до прохідної (нижньої) межі середнього діаметра внутрішньої різьби	Z_{PL}	0,016
Величина середньодопустимого зносу різьбового ПР калібр-пробок и калібр-кілець	W_{GO}	0,021
Величина середнього допустимого зносу різьбового НЕ калібр-пробок и калібр-кілець	W_{NG}	0,015

Таблиця 3.3

Параметр профілю різьби	Розрахункова формула	Гранічні відхилення	Виконавчий розмір
Калібр-пробка різьбовий прохідний ПР			
Зовнішній діаметр (номінальний)	$D + EI_D + Z_{PL}$	$\pm T_{PL}$	$16,016 \pm 0,014$
Середній діаметр (номінальний)	$D_2 + EI_{D_2} + Z_{PL}$	$\pm \frac{T_{PL}}{2}$	$15,278 \pm 0,007$
	$D_2 + EI_{D_2} + Z_{PL} - W_{GO}$		15,263

Продовження таблиці 3.3

Внутрішній діаметр (номінальний) по канавці або радіусу, не більше	$D_1 + EI_{D_1} - \frac{H}{6}$	-	14,541
Калібр-пробка різбовий непрохідний НЕ			
Зовнішній діаметр (номінальний)	$D_2 + EI_{D_2} + T_{D_2} + \frac{T_{PL}}{2} + 2F_1$	$\pm T_{PL}$	15,805±0,014
Середній діаметр (номінальний)	$D_2 + EI_{D_2} + T_{D_2} + \frac{T_{PL}}{2}$	$\pm \frac{T_{PL}}{2}$	15,505 ± 0,007
	$D_2 + EI_{D_2} + T_{D_2} + \frac{T_{PL}}{2} + 2F_1 - W_{NG}$		15,580
Внутрішній діаметр (номінальний) по канавці або радіусу, не більше	$D_1 + EI_{D_1} - \frac{H}{6}$	-	14,541
Калібр-кільце різбовий прохідний ПР нерегульований			
Зовнішній діаметр (по канавці або радіусу, не менш)	$d + es_d + T_{PL} + \frac{H}{12}$	-	16,122
Середній діаметр	$d_2 + es_{d_2} - Z_R$	$\pm \frac{T_R}{2}$	15,018 ± 0,009
Внутрішній діаметр	$d_1 + es_{d_1}$	$\pm \frac{T_R}{2}$	14,376 ± 0,009
Калібр-кільце різбовий непрохідний НЕ нерегульований			
Зовнішній діаметр по канавці або радіусу, не менш)	$d + es_d + T_{PL} + \frac{H}{12}$	-	16,122
Середній діаметр	$d_2 + es_{d_2} - T_{d_2} - \frac{T_R}{2}$	$\pm \frac{T_R}{2}$	14,999 ± 0,009
Внутрішній діаметр	$d_2 + es_{d_2} - T_{d_2} - \frac{T_R}{2} - 2F_1$	$\pm T_R$	14,699± 0,018



Малюнок 3.2 Схема полів допусків середнього діаметра калібрів для контролю внутрішньої різьби M16x1,5-7H

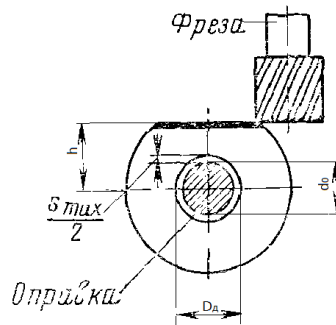
4 Спеціальний розділ

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 Н33-2М, що має розміри столу 500x1000 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. Вимірною 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 вимірною базою - 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

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

де e_i и E_s – нижнє (граничне) відхилення валу і верхнє (граничне) відхилення отвору відповідно.

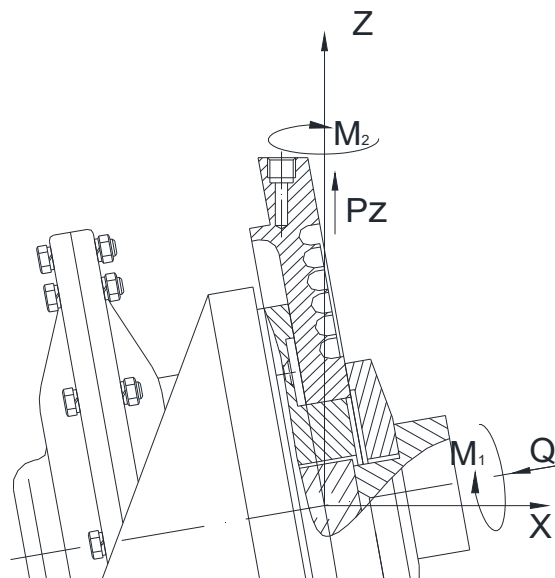
$$\text{Погрішність базування } \varepsilon_{\delta h} = S_{\max}/2 = 0,078/2 = 0,039 \text{ мкм} \quad (3.2)$$

Особливих вимог до взаємного розташування поверхонь робоче креслення не пред'являє, тому погрішність базування не повинна перевищувати половини допуску на розміри, що визначають це положення. Як видно, умова точності обробки виконується $\varepsilon_{\delta h} \leq [\varepsilon_{\text{доп}}]$.

Визначимо силу, потрібну для надійного закріплення заготовлі в процесі виконання комплексної обробки, оскільки саме на цьому процесі спостерігатимуться максимальні силові параметри. Перша опорна точка позбавляє деталь переміщення уздовж осі Y; друга - обертання навколо осі Z; третя - обертання навколо осі X.

Подвійна опорна база накладає два двосторонні зв'язки і позбавляє деталь двох переміщень у взаємноперпендикулярних напрямках. Опорна база накладає один двосторонній зв'язок і позбавляє деталь обертання навколо своєї осі. Розташовується така база якнайдалі від осі в горизонтальній або вертикальній площині симетрії. Реалізується у вигляді паза або лиски на циліндричній поверхні деталі.

Ця сила буде знайдена для прийнятої схеми базування на підставі схеми дії сил, представленої на малюнку 4.2.



Малюнок. 4.2 – Схема дії сил

Визначимо силу різання, що діє при фрезеруванні:

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

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

C_p, x, y, g, 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 заготівлі в процесі виконання фрезерної операції. Момент, M_1 на затискаючому торці шайби, що виключає прокручування заготівлі 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 заготівлею;

D_1 - діаметр оброблюваної заготівлі;

$K=1,3-1,5$

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

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.

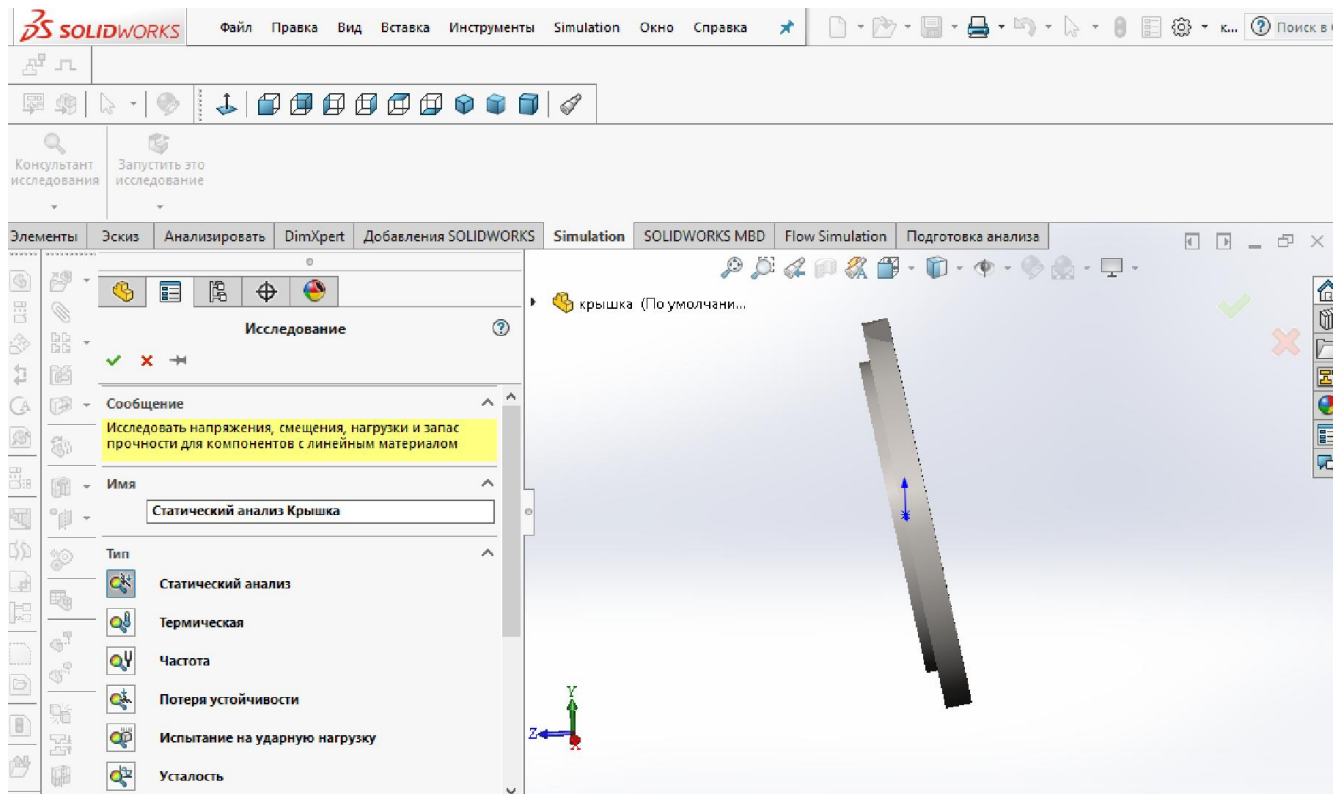
Ця камера забезпечує розрахункове зусилля затиску, і не потребує додаткових міцнісних розрахунків на жорсткість деталі і затискного пристрою.


4.2 Методика оцінки аналізу на міцність деталі «Диск».

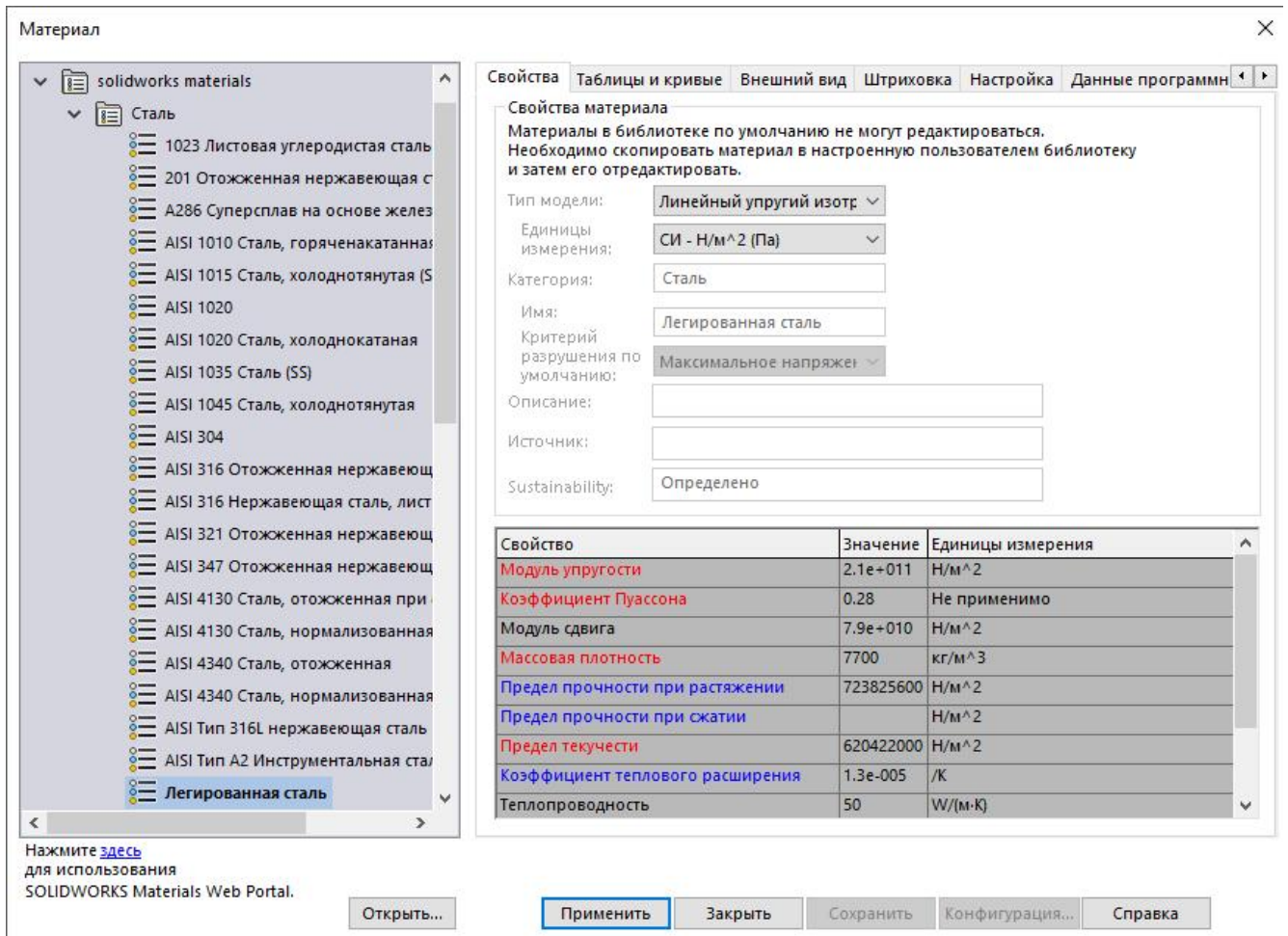
Розрахунок на міцність - початковий етап проектування конструкції, на якому визначаються діючі на неї сили. Найважливішу роль в розрахунку на міцність конструкції грає закон рівноваги сил. Хоча сили і моменти можуть створюватися не тільки статичними навантаженнями, сама конструкція повинна залишатися стійкою. Отже, для елемента конструкції, що лежить в певній плоско-сти і навантаженого в цій площині, сили повинні урівноважуватися.

Для оцінки міцності деталі "Диск", яка встановлена в проектованому верстатному пристосуванні при виконанні операції "020", використаний SolidWorks Simulation - САЕ-модуль, ґрунтований на методі кінцевих елементів і призначений для проведення прочностного аналізу. У Simulation для однієї і тієї ж геометричної моделі можуть бути поставлені різноманітні дослідження. У Simulation функціональність мають усі елементи SolidWorks. Це елементи моделей, такі як вершини, кромки, грані, а також довідкова геометрія : осі, площини, системи координат. До перших прикладаються граничні умови, відносно других орієнтуються сили і переміщення. Simulation підтримує систему одиниць СІ (SI). Виконаємо аналіз на міцність деталі в САПР SolidWorks. Представлена готова модель деталі "Диск", виготовлена із сталі 40Х і прийнятою схемою базування на підставі схеми дії сил, яка показана на малюнку 4.2 в розділі 4.1. Запускаємо статистичний аналіз (напруга) для нашої деталі в САПР SolidWorks.

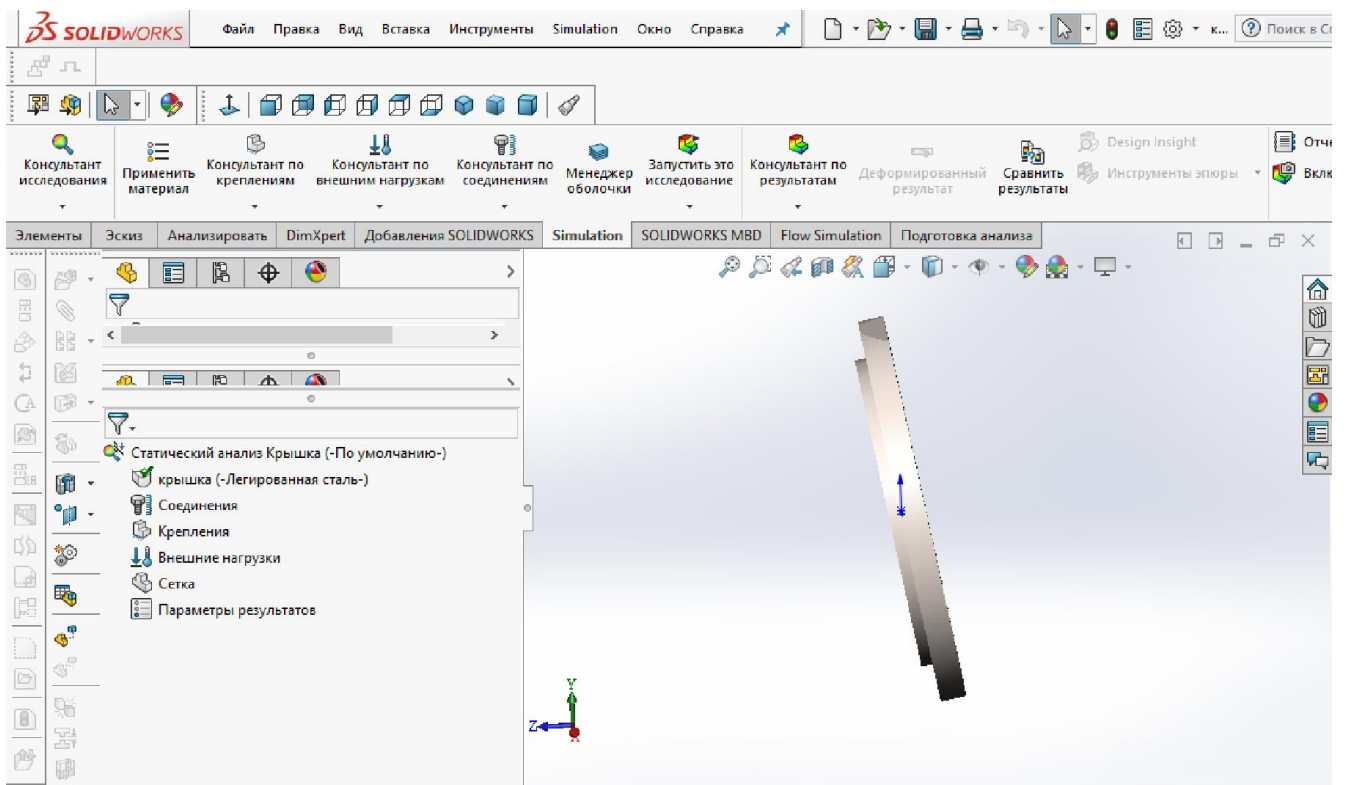
1. Щоб створити статичне дослідження: консультант дослідження  (Диспетчер команд Simulation) => нове дослідження => вікно Тип натисніть Статичне  => у вікні PropertyManager (Менеджер властивостей) в полі Ім'я вводимо Статистичний аналіз Диск => Ок .




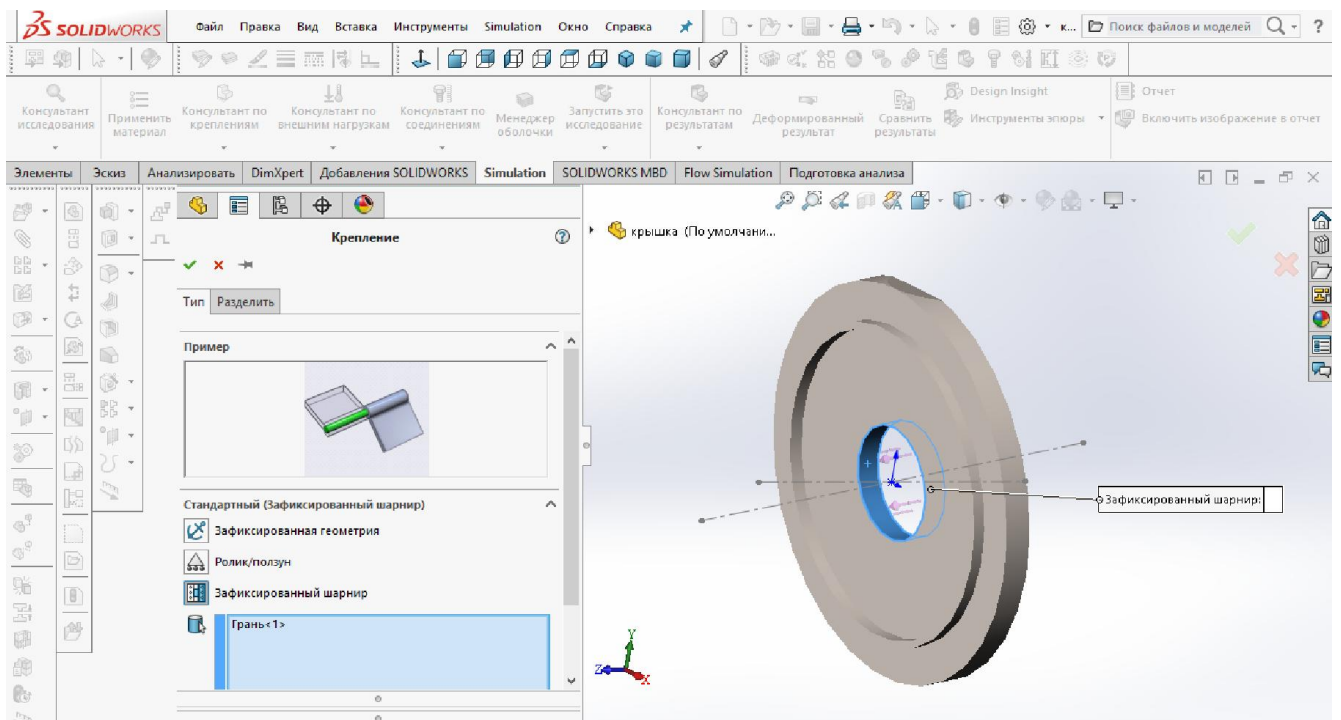
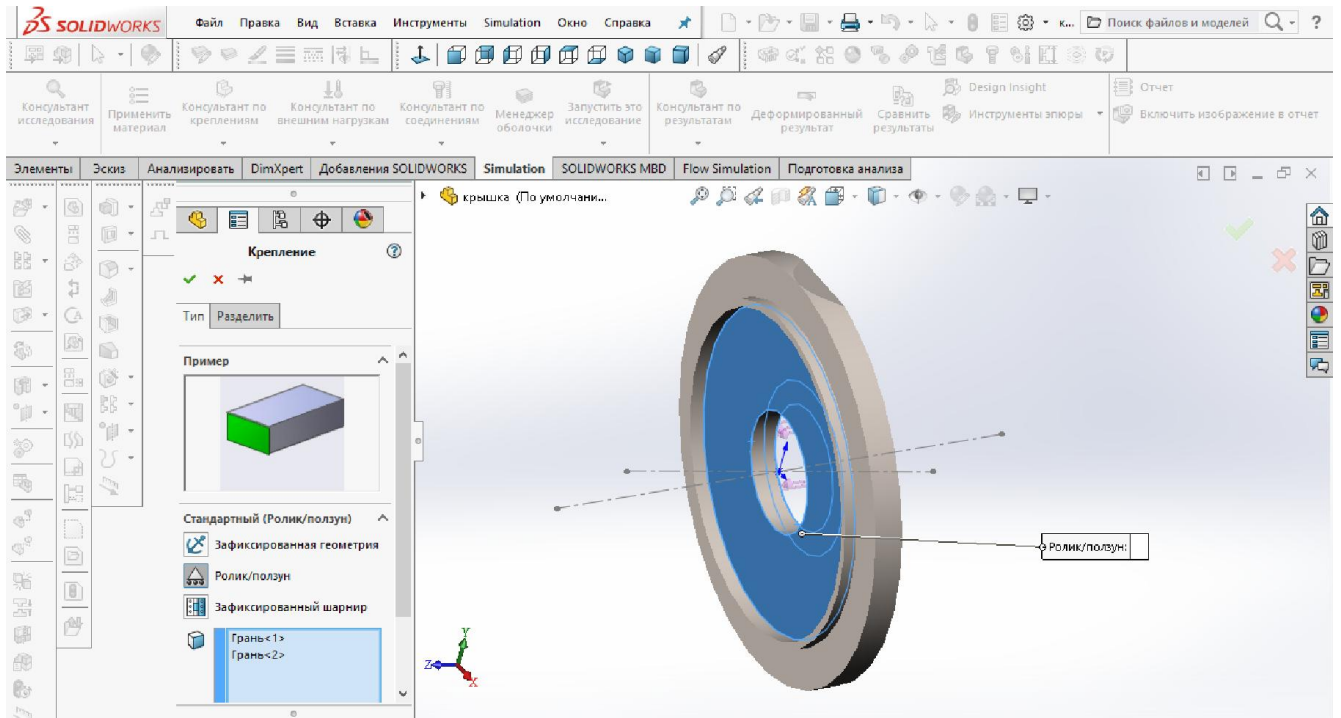
2. Застосовуємо Матеріал, призначений для деталі: механічні характеристики легованої сталі. Щоб призначити леговану сталь з бібліотеки матеріалів SolidWorks => застосувати матеріал  (на панелі інструментів SolidWorks "Стандартна"), з'явиться діалогове вікно Матеріал => у лівій панелі поряд з Матеріалами SolidWorks і розділом Сталь і вибираємо Легирована сталь, механічні характеристики легованої сталі з'являться в вікні Властивості, визначаємо одиницю виміру СИ => Застосувати і Закрити. Назва призначеного матеріалу з'явиться в дереві конструювання FeatureManager.



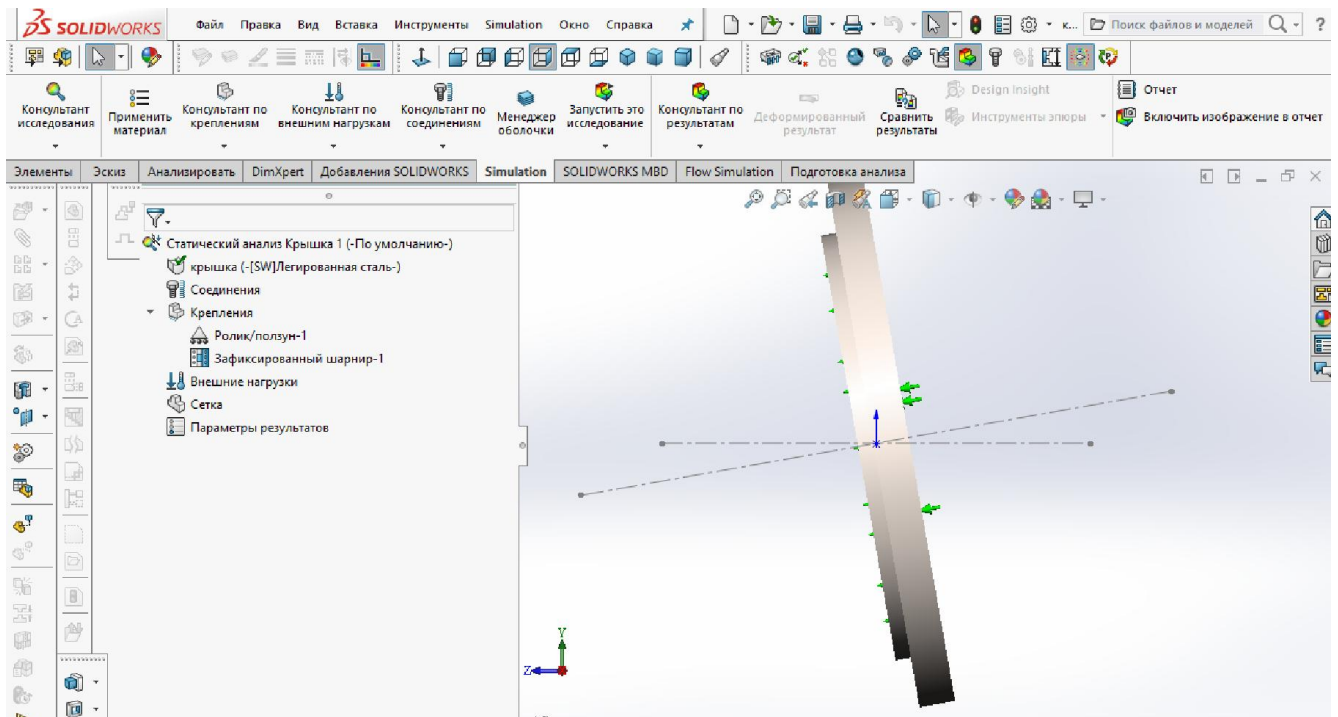
Програмне забезпечення створює дослідження в дереві дослідження Simulation. Назва призначеного матеріалу з'явиться в дереві конструювання.



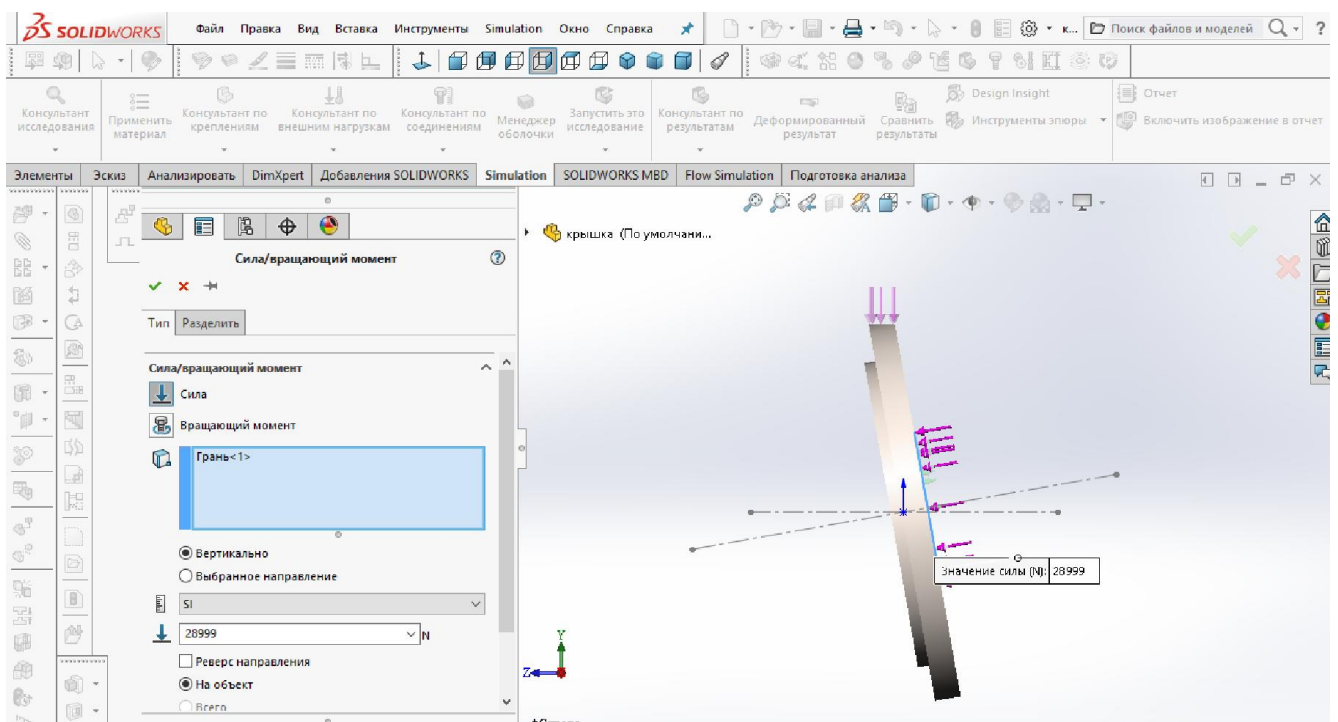
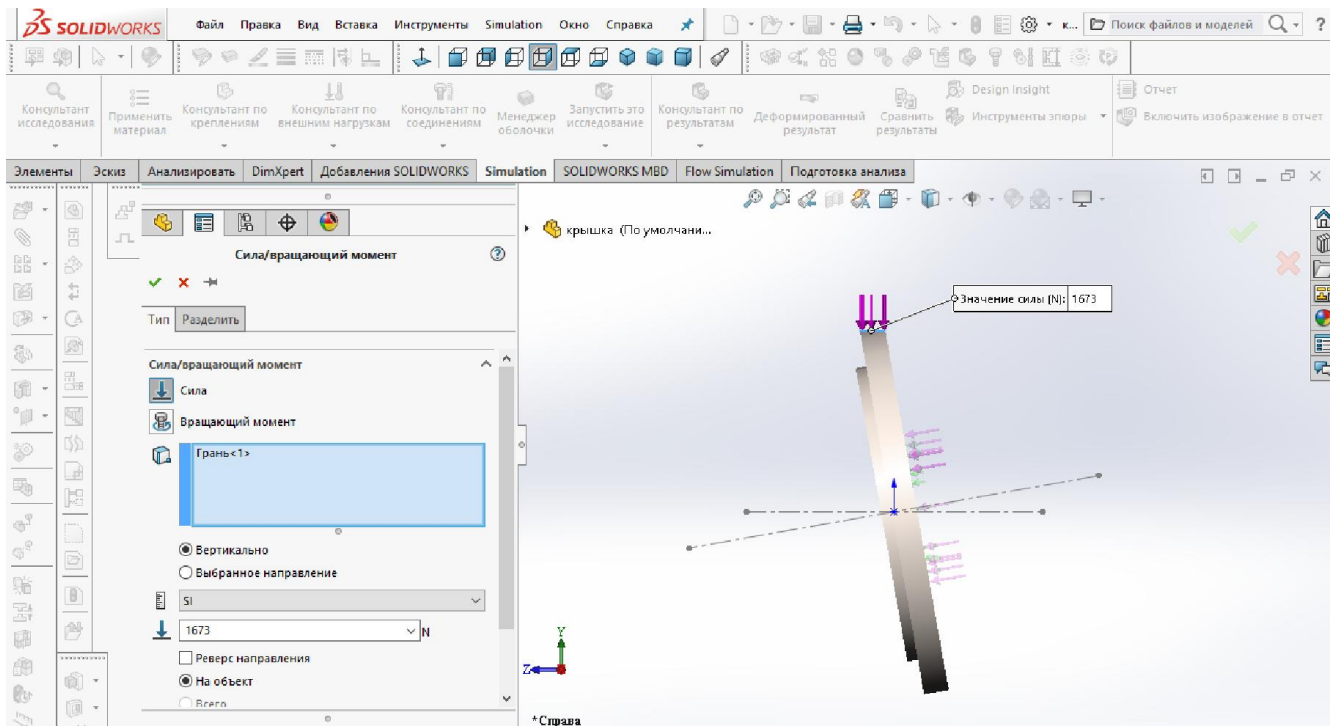
3. Застосовуємо Кріплення - фіксувальні обмеження, для того, щоб деталь не рухалася під час застосування навантажень. Для статичного аналізу ми повинні застосувати достатні фіксувальні обмеження, щоб стабілізувати модель. Використовуючи плоску і циліндричні настановні поверхні: => Кріплення в дереві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





зафіксований шарнір => у графічній області вибираємо циліндричну поверхню => Ок ✓. Програмне забезпечення фіксує поверхні і створює значок, ролик/ползун-2, зафіксований шарнір-3 в теці Кріплення в дереві дослідження Simulation.

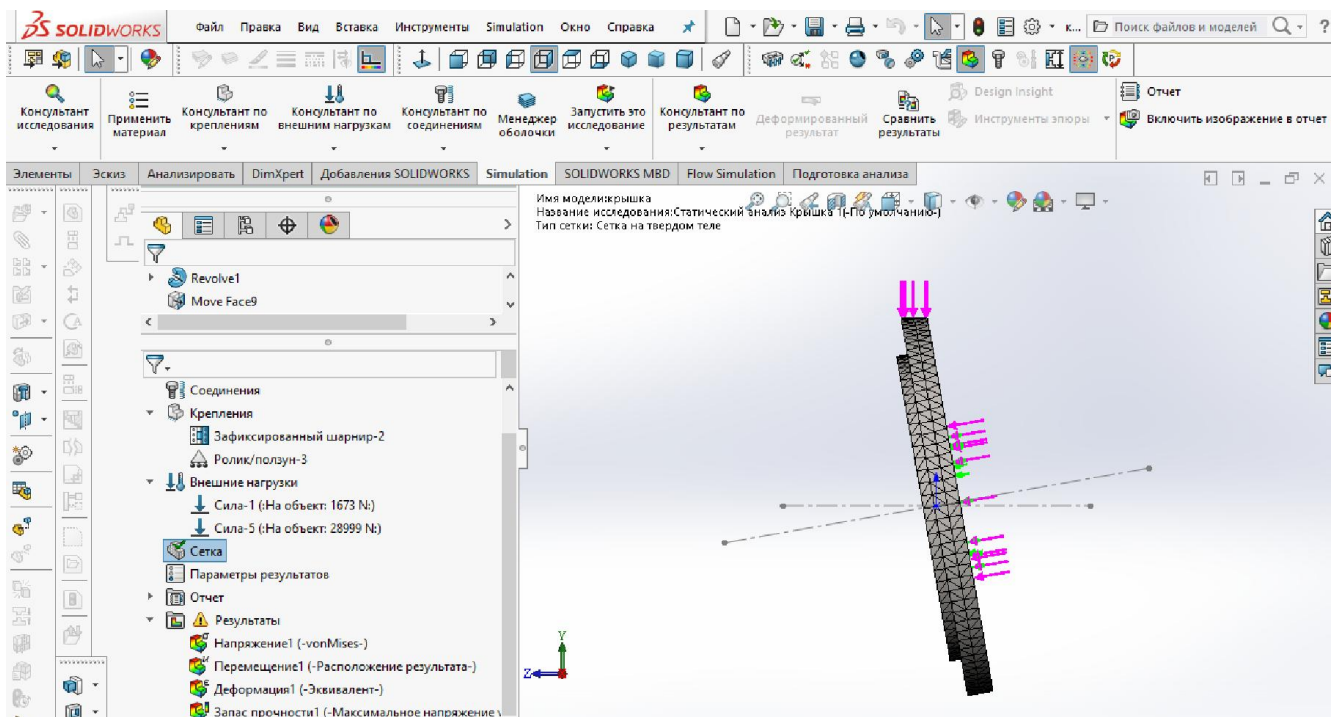



4. Додаємо Зовнішні навантаження - силу (щоб симулювати навантаження на нашу деталь). У розділі Зовнішні навантаження (Simulation CommandManager) => вибираємо: Силу- 1 => визначальна ділянка на яку діє сила, напрям, величину виміру S_i і значення сили 1673 Н => Ок ✓; Силу- 5 => встановлюємо ділянку на який діє сила, напрям, величину виміру S_i і значення сили 28999 Н => Ок ✓. Програмне забезпечення створює значок, Сила- 1 і Сила- 5 в теці Зовнішні навантаження в дереві дослідження Simulation.

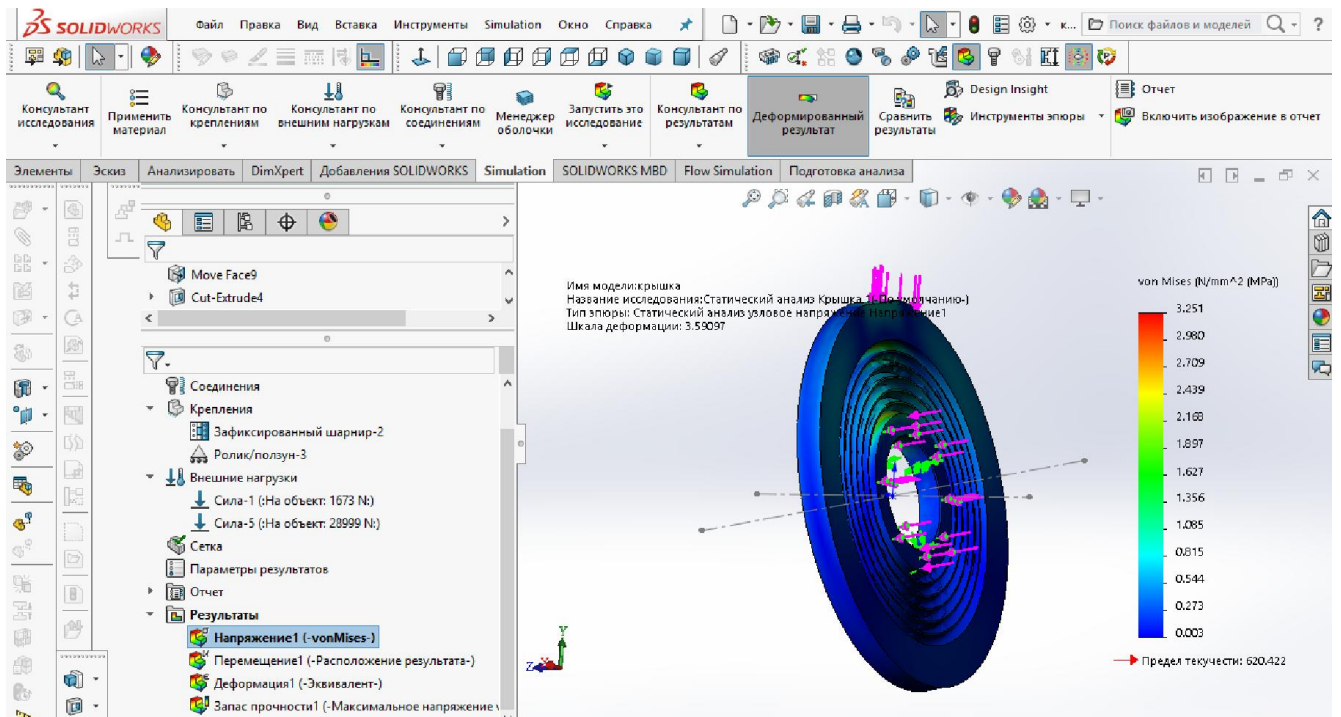


5. Налаштування параметрів формування сітки. Створення сітки - дуже важливий етап в аналізі конструкцій. Програма визначає розмір елемента для моделі, зважаючи на її об'єм, площу поверхні і інші геометричні характеристики. Розмір створюваної сітки (кількість вузлів і елементів) залежить від геометрії і розмірів моделі, допуску сітки, параметрів управління сіткою і характеристик

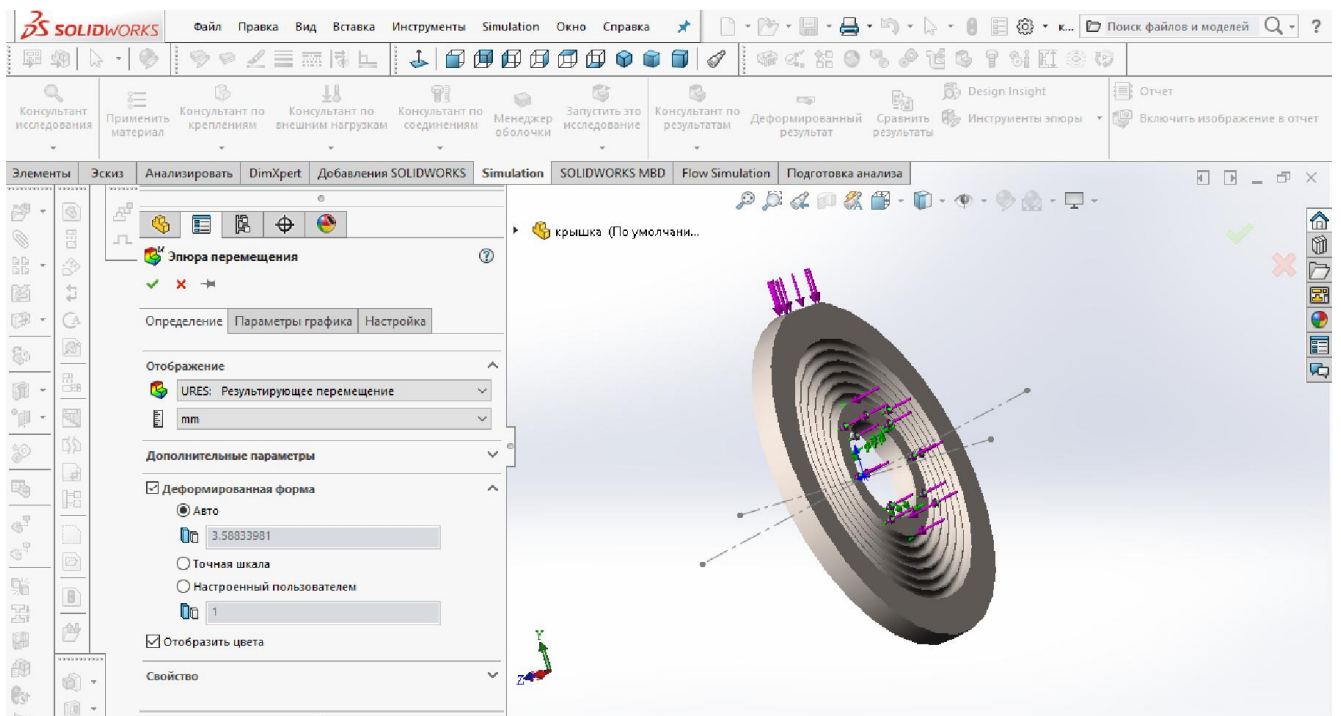
контакту. На ранніх стадіях аналізу конструкцій, де можуть підійти приблизні результати, можна задати більший розмір елемента для швидшого вирішення. Для точнішого вирішення може знадобитися менший розмір. У дереві дослідження Simulation вибираємо значок Створити сітку . У PropertyManager (Менеджерові властивостей) встановлюємо наступні параметри сітки => Стандартна сітка: вибрано; Додатково в Менеджерові властивостей Сітки => Автоматичні спроби для твердих тіл: вибрано. Ок . Після завершення створення сітки модель з сіткою з'явиться в графічній області. Сітку можна приховати або відобразити.

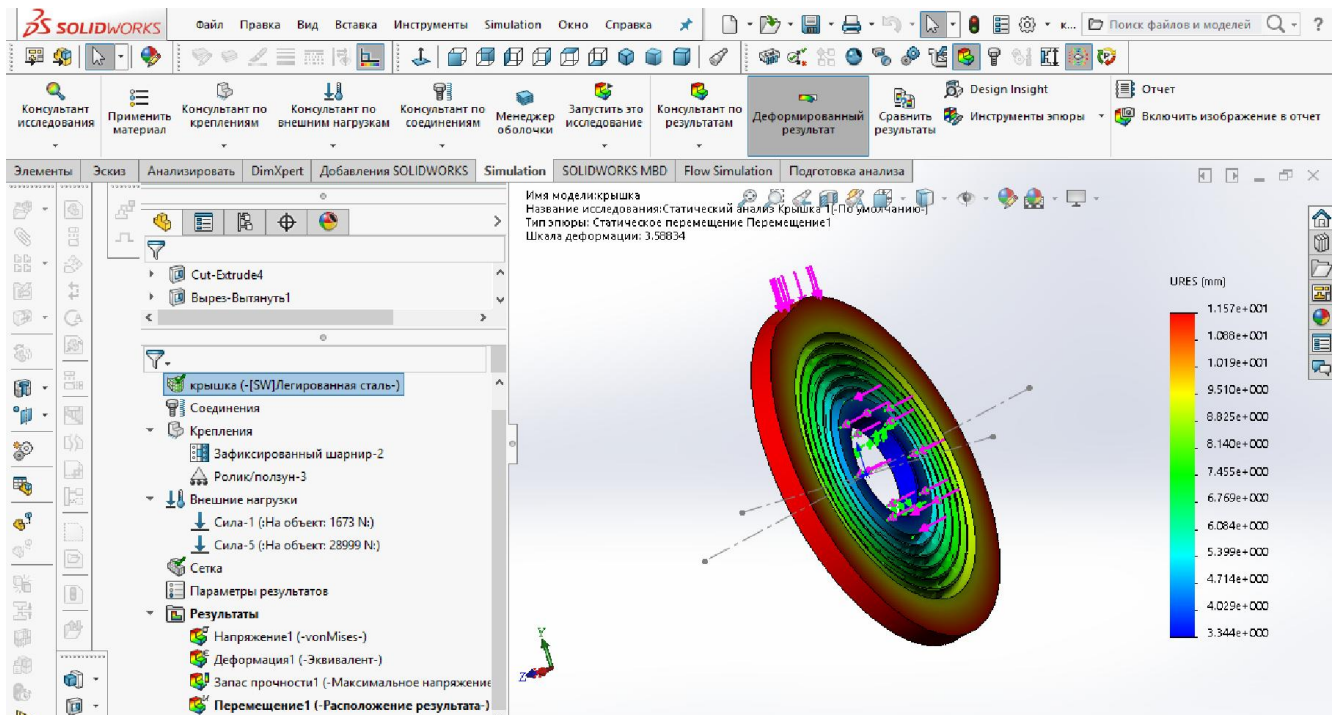








6. Дослідження напруги. Критерій: максимальна напруга по Мізесу. Теорія стверджує, що пластичний матеріал починає ушкоджуватися в місцях, де напруга по Мізесу стає рівною граничній напрузі. У більшості випадків, межа плинності використовується як гранична напруга. Щоб побудувати епюру напруги по Мізесу: в дереві дослідження Simulation => теку Результати  => Напруга (- von Mises-) для відображення епюри. Епюра напруги створюється на деформованій формі. Щоб показати деформовану форму, програмне забезпечення масштабує максимальну деформацію на 10% діагоналі граничної рамки моделі. В цьому випадку шкала деформації приблизно дорівнює 12.

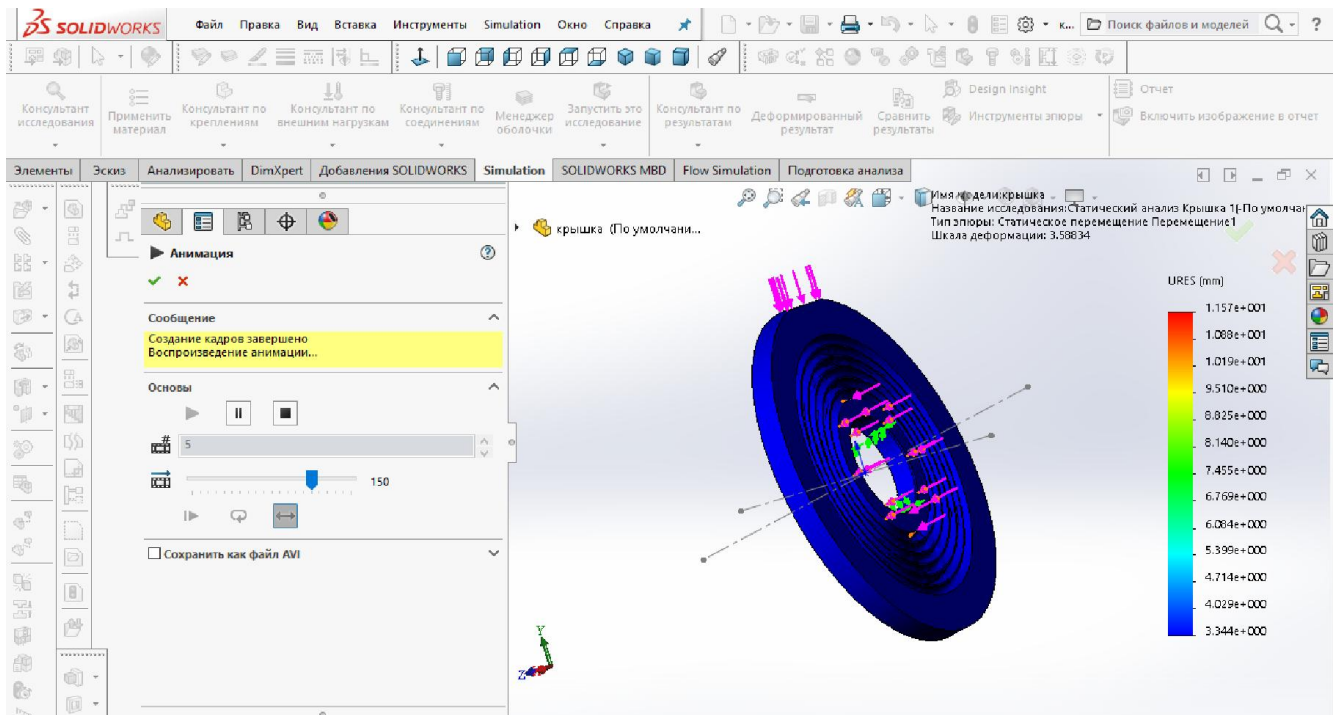


7. Перегляд результирующего перемещения. Щоб побудувати графік результирующего перемещения => в дереві дослідження Simulation відкриваємо Теку консультант за результатами => нова еюра Переміщення, для створення і відображення епюри Ок ✓.

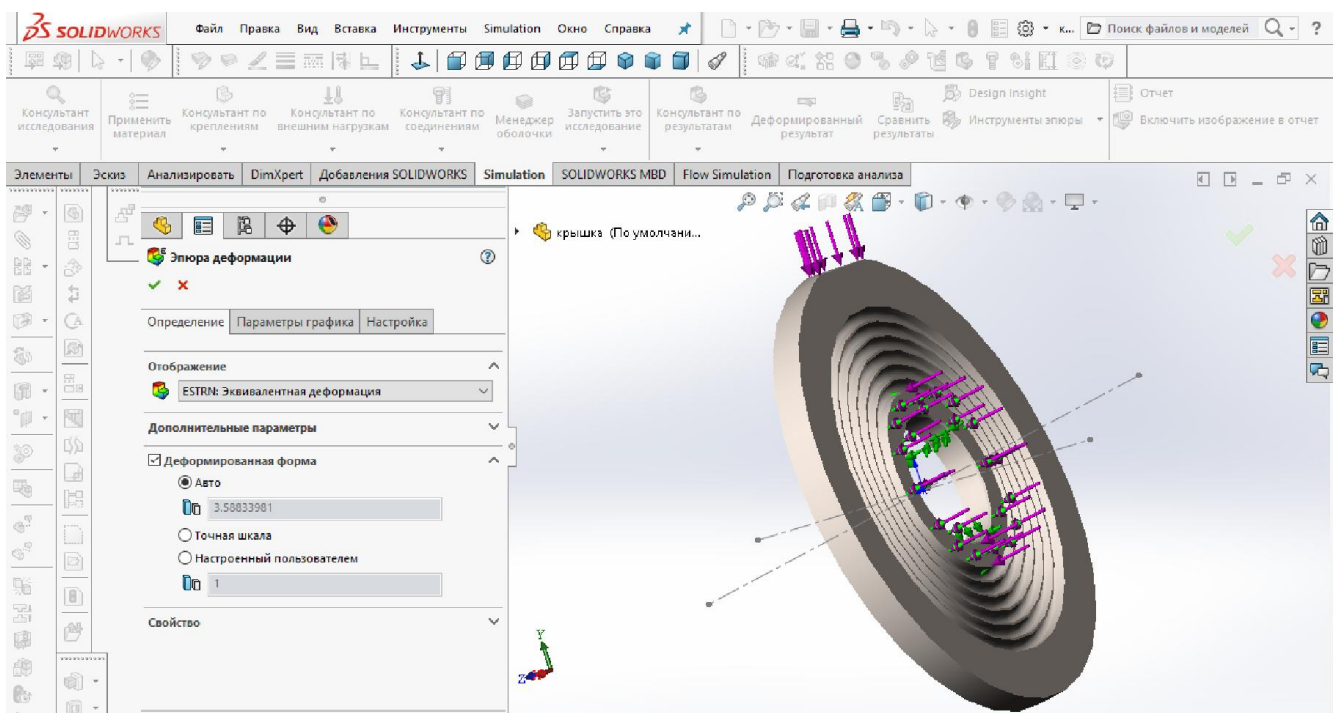


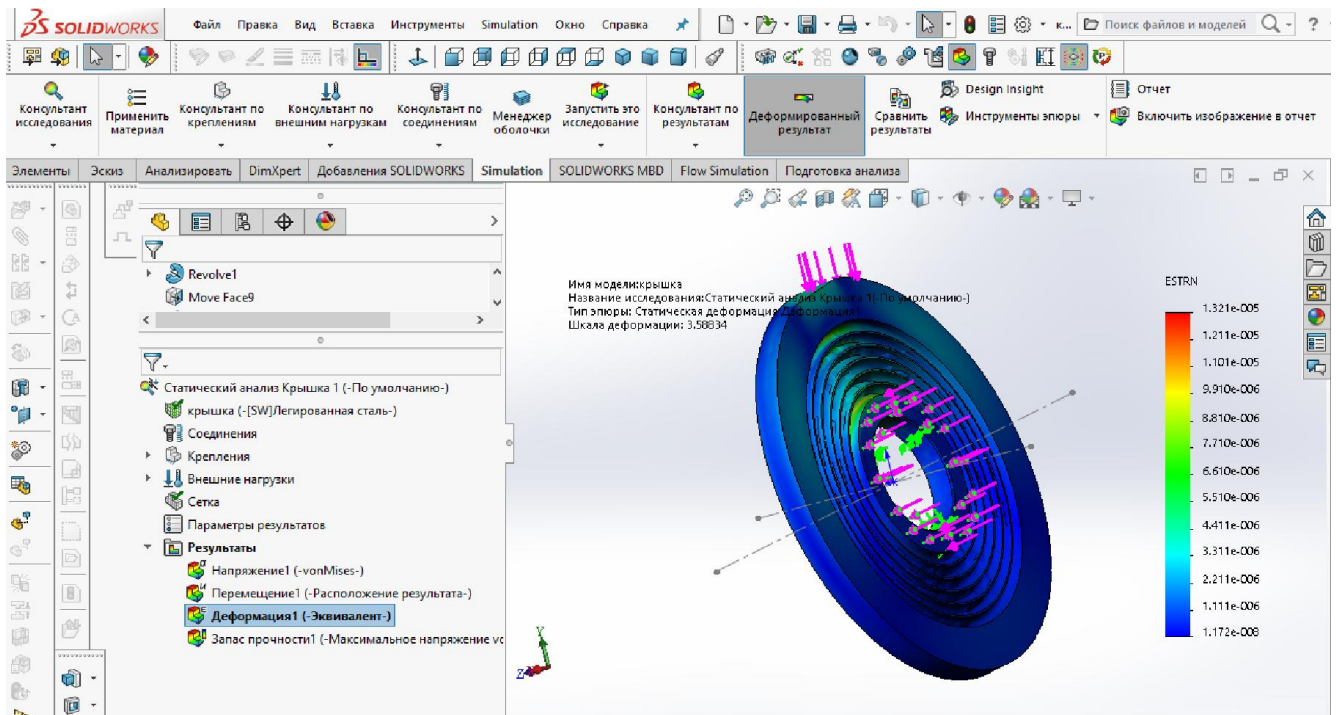





Щоб виконати анімацію епюри результуючого переміщення: клацнемо кнопкою миші на Переміщення (Розташування результату) в Simulation Command Manager і виберемо Анімувати . За умовчанням, анімація відтворюється повторно і безперервно. Вона відтворюватиметься з початку до кінця, потім з кінця до початку і повторення триватимуть => кнопка , щоб зупинити анімацію => Цикл, потім натискаємо для запуску анімації (Анімація відтворюється з безперервною циклічністю. Вона відтворюватиметься з початку до кінця, потім з кінця до початку і повторення триватимуть) => кнопка, щоб зупинити анімацію. => Цикл , потім натискаємо для запуску  анімації (Анімація відтворюється з безперервною циклічністю. Вона відтворюватиметься з початку до кінця, потім з кінця до початку і повторення триватимуть) => кнопка , щоб зупинити анімацію Ок .

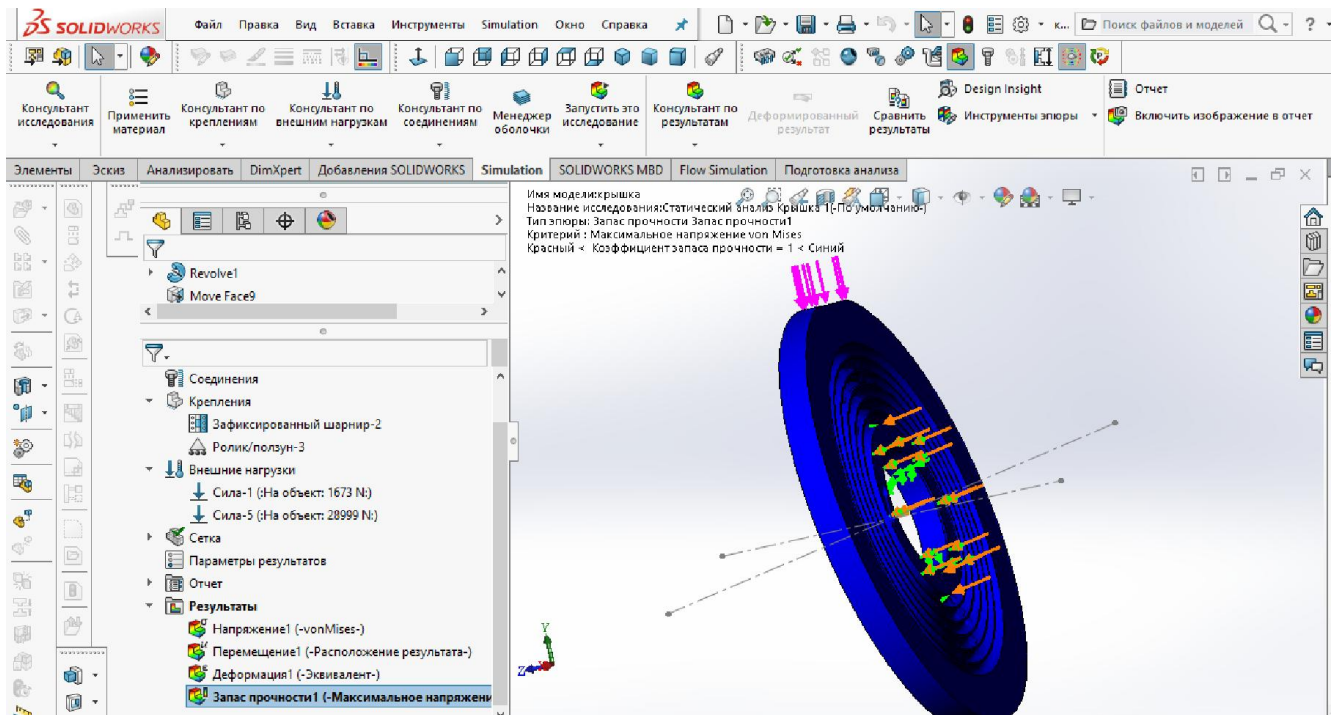


8. Просмотр эквивалентных деформаций элементов. Чтобы построить график эквивалентных деформаций элементов => в дереве исследования Simulation открываем папку Консультант по результатам => новая эюра Деформация (-эквивалентная), для создания и отображения эюры. Отобразить.





9. Коефіцієнт запасу міцності проектування допоможе оцінити міцність нашої конструкції. Щоб проглянути розподіл в моделі коефіцієнта запасу міцності (FOS): В дереві дослідження Simulation => тека Результати => нова еюра запас міцності. У вікні Property Manager в розділі Крок 1 з 3 вибираємо Максимальну напругу von Mises => Далі ; у розділі Крок 2 з 3 вибираємо для межі плинності. Зверніть увагу, що відображені пружні властивості матеріалу деталі і максимальну напругу по Мізесу => Далі ; у розділі Крок 3 з 3, вибираємо Розподіл запаса міцності Ок . Области із запасом міцності менше 1 (небезпечні області) відображаються червоним кольором. Области з більш високим коефіцієнтом запаса міцності (міцні області) відображаються синім.



Висновок: на основі вказаних параметрів мінімальний запас міцності виявлений в проєкті = 1. Коефіцієнт запасу - величина, що показує здатність конструкції витримувати навантаження, що додаються до неї, вище за розрахункових. Наявність запасу міцності забезпечує додаткову надійність конструкції, щоб уникнути катастрофи у разі можливих помилок проєктування, виготовлення або експлуатації.

4.3 Результати статистичного дослідження

Створення звіту дослідження. Утиліта звіту генерує веб-документ, зручний для перегляду колегами і керівниками

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.

				12	1
НТУ «ДП»		ТММ.ПД18.11		02070743. 01140.00022	
Диск					

«Утверждаю»

Главный инженер ()
« » _____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Дисковый экструдер ЛГП-200

СОГЛАСОВАНО:

Метрол. контроль _____ ()

Вед. технолог _____ ()

Н. контроль _____ ()

Акт № ____ от «__» _____ 2018 г.

Подпись _____

Гл. специалист _____ ()

Нач. техбюро _____ ()

Разработчик _____ (Половина О.О.)

											02070743.01140.00022			2	1				
Разраб	Половина								НТУ «ДП»		ТММ.ПД18.11						02070743.10140.00022		
Норм																			
Диск																			
М01	Сталь 40Х ГОСТ4543-71																		
М02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры			КД	МЗ					
	-		кг	25	1	35,53	0,77	штамповка		Ø420x43			1	32,3					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.	
А 03	20	2	1	05	4233, Токарная с ЧПУ				02070743.60140.00002; ТТИ102.25240.00105										
Б 04	041139, 16К20Т1							-	15292	4	-	1	1	1	1000	1	40	5,3	
05																			
А 06	20	2	2	10	4233, Токарная с ЧПУ				02070743.60140.00002; ТТИ102.25240.00105										
Б 07	041139, 16К20Т1							-	15292	4	-	1	1	1	1000	1	41	7,0	
08																			
А 09	20	2	3	15	4234 Программная				02070743.60140.00002; ТТИ102.25240.00105										
Б 10	041316, 2254ВМФ4							-	15292	3	-	1	1	1	1000	1	34	12,3	
11																			
А 12	20	2	4	20	4234 Программная				02070743.60140.140604; ТТИ102.25240.00105										
Б 13	041210, 6550РФ3							-	15292	4	-	1	1	1	1000	1	17,5	4,6	
14																			
А 15	20	2	5	25	0260, Контрольная				02070743.30103.140608; ТТИ102.25240.00102										
Б 16	Стол БТК							-		4	-	1	1	1	1000	1	1,6	17,2	

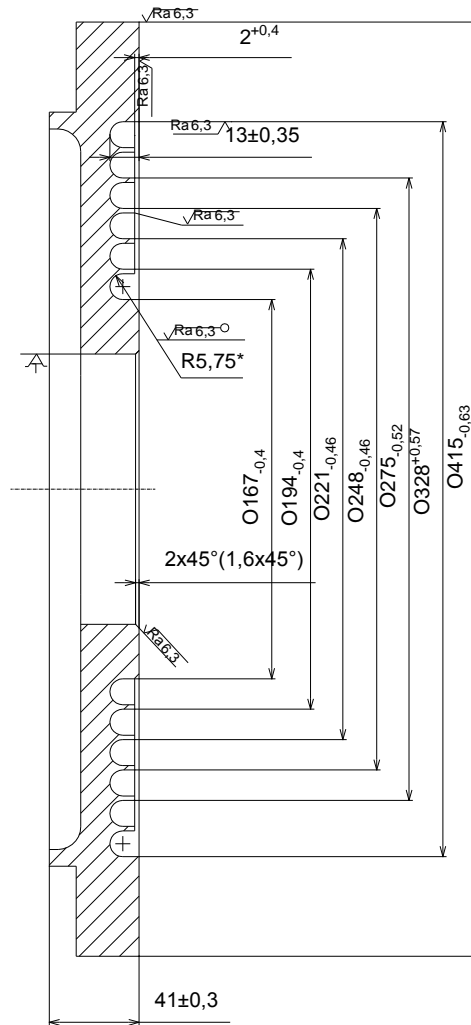
											02070743.01140.00022			2							
Разраб	Половина								НТУ «ДП»			ТММ.ПД18.11						02070743.10140.00022			
Норм																					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.					
А 03	10				30	Термическая															
Б 04																					
05																					
А 06	20	2	6	35	4111, Токарная					2070743.60140.140604; ТТИ102.25240.00105											
Б 07	041100, 16К20					-	18219	4	-	1	1	1	1000	1	30	3,0					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

										2070743.10140.00022	3	1	
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.11					2070743. 60140.00002			
Норм						Диск				20	2	1	05
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		235 НВ	кг	25	Ø420x43			32,3	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ				
16К20Т1					1,72	0,8	40	5,3	2-5% НГЛ 205				
Р				ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин		
О 01	1. Установить и закрепить деталь.										0,2		
Т 02	293132, Патрон 7102-0077-1-1В ГОСТ 24351-80												
03													
О 04	2. Подрезать торец, обточить наружный диаметр на проход, выдержав размеры 41±0,3; Ø415 ^{-0,63} по программе										0,12	3,07	
Т 05	281153, Резец СТGNR2525M16-Н2 ГОСТ 26611-85 с пластиной по ГОСТ 25003-81												
06	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80												
Р 07			1	420	182	2,93	14,5	63	92				
08													
О 09	3. Точить выточку, фаску выдержав размеры 2 ^{+0,4} ; Ø328 ^{+0,57} ; Ø167 ^{-0,4} ; 2x45°(1,6x45°) по программе										0,12	0,25	
Т 10	281153, Резец СТGNL2525M16-Н2 ГОСТ 26611-85 с пластиной по ГОСТ 25003-81												
11	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80												
Р 12			2	326	157	2	36	300	67				
13													
14													

ОК

							2070743.10140.00022	2
					ТММ.ПД18.11		2070743. 60140.00002	05
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин
О 01	4. Точить 6 торцевых канавок, выдержав размеры 13±0,35; R5,75; Ø194 _{-0,4} ; Ø221 _{-0,46} ; Ø248 _{-0,46} ; Ø275 _{-0,52} По программе						0,12	0,5
Т 02	293156, Головка АД.336М.000 по ТУ2 035-296-72; Резец специальный							
03	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 417000, Шаблон специальный							
Р 04	3	315	13	11,5		196	160	63,5
05								
О 06								
Т 07								
08								
Р 09								
10								
О 11								
Т 12								
13								
Р 14								
15								
О 16								
Р 17								
18								

				02070743.60140.00002		4	1		
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.11	02070743. 20140.00002			
Норм									
Диск						20	2	1	05



										0260777.60140.16602	5	1	
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТГМ.ДП18.11			2070743. 60140.00002					
Норм													
Диск										20	2	2	10
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		235 НВ	кг	25	Ø420x43		32,3	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
16К20Т1						7	0,7	41	7,0	2-5% НГЛ 205			
Р				ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин		
О01	1. Установить, закрепить и снять заготовку										0,2		
Т02	293132, Патрон 7102-0077-1-1В ГОСТ 24351-80												
03													
О04	2. Точить торец, наружный диаметр предварительно, выдержав размеры 40,81; 11,18 _{-0,27} ; Ø336,56 _{-0,36} по программе										0,12	1,33	
Т05	281153, Резец СТGNR2525M16-Н2 ГОСТ 26611-85 с пластиной по ГОСТ 25003-81												
06	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80												
Р07				1	340	61		1	87,5	250	256,6		
08													
О09	3. Точить наружный диаметр окончательно с подрезкой торца, фаску выдержав размеры 40±0,31; 12 _{+0,043} ; Ø335 _{-0,089} ; 1,6x45° по программе										0,12	5,7	
Т10	281153, Резец СТGNR2525M16-Н2 ГОСТ 26611-85 с пластиной по ГОСТ 25003-81												
11	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80												
Р12				2	335	61		1					
13													
14													

ОК

							0260777.60140.16602	2	
					ТММ.ДП18.11		2070743. 60140.00002	10	
Р		ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/об	n об/мин	Vм/мин
О 01	4. Расточить предварительно два отверстия, выдержав размеры $\varnothing 318,53^{+0,57}$; R10; 13, 18 _{-0,18} ; $\varnothing 118,65^{+0,35}$ по программе							0,12	3,4
Т 02	281343, Резец 2145-0551 ГОСТ 20874-75								
03	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80								
Р 04		3	318	140		1	22,5	500	265
05									
О 06	5. Расточить окончательно два отверстия, выдержав размеры $\varnothing 320^{+0,36}$; R10; 14 ^{+0,043} ; $\varnothing 120^{+0,025}$ по программе							0,12	10,22
Т 07	281343, Резец 2145-0557 ГОСТ 20874-75								
08	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80								
Р 09		4	320	140		1	22,5	500	265
10									
О 11									
Т 12									
13									
Р 14									
15									
О 16									
Т 17									
18									
Р 19									

ОК

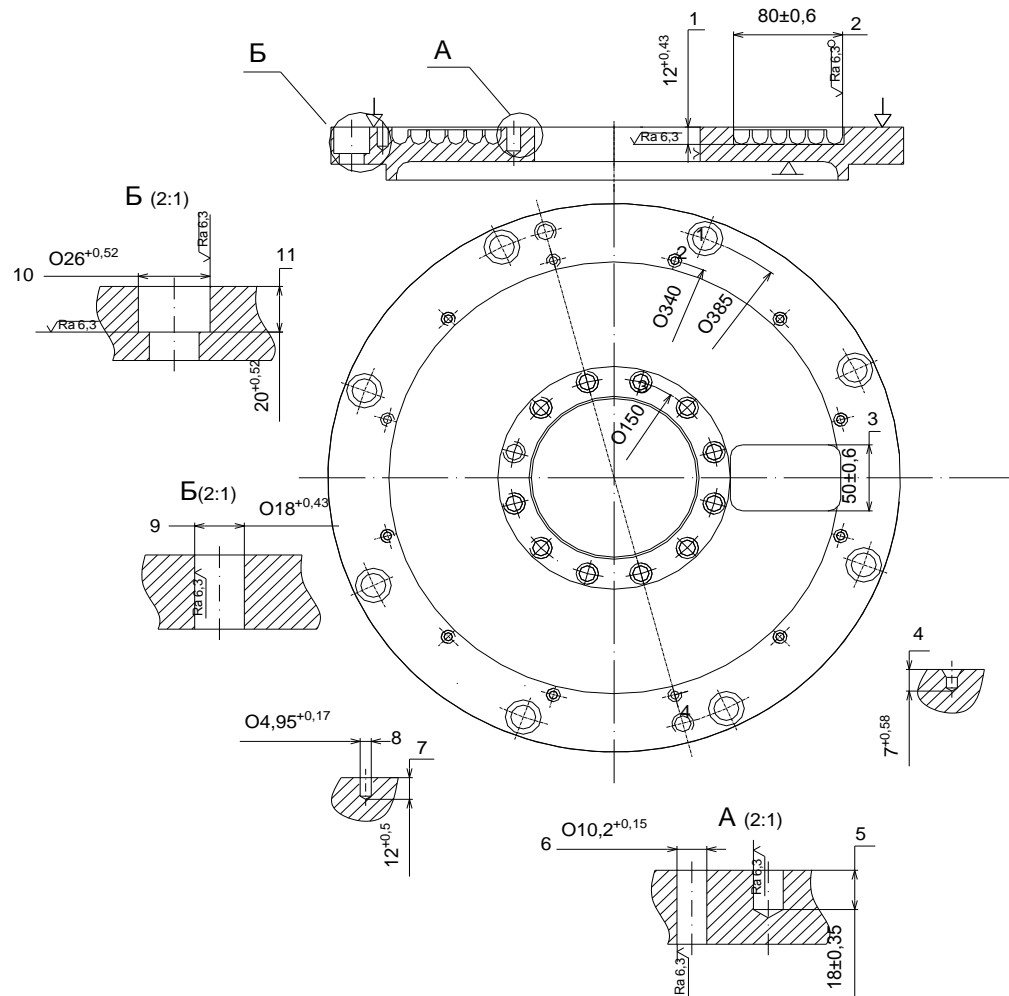
							0260777.60140.16602	7	1		
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11		2070743. 60140.00007				
Норм							Диск			20	2
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Программная			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		235 НВ	кг	25	Ø420x43		32,3	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ		
2254ВМФ4					7,9	1,8	34	12,3	2-5% НГЛ 205		
Р			ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	п, об/мин	V, м/мин	
О 01	1. Установить, закрепить и снять заготовку								0,07		
Т 02	Приспособление специальное										
03											
О 04	2. Фрезеровать закрытый паз, выдержав размеры 1, 2, 3 по программе								0,35	0,74	
Т 05	282284, Фреза концевая 2220-0361 ГОСТ18372-73; 291431, Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80										
06	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80										
Р 07			1	50	12	12	1	270	900	66	
08											
О 09	3. Центровать отверстия: 1(8 отв. - Ø 26 мм), 2(10 отв.- М6), 3(12 отв. – М12), 4(2отв.-М12) выдержав размер								0,12	1,5	
10	4 по программе										
11	282411, Сверло 2300-0943 ГОСТ 19265-73; 291113, Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85										
Р 12			2	3	7	1,5	1	96	1600	40	
13											
14											
15											

ОК

							0260777.60140.16602	2	
							ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00007	15
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин	
О 01	4. Сверлить отверстия: 3(12 отв. – М12), 4(2отв.-М12) выдержав размеры 5, 6 по программе						0,42	0,8	
Т 02	282411, Сверло 2317-0005 ГОСТ19543-74; 291113, Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85								
03	411000, Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80								
Р 04	3	10,5	28	5,25	1	306	900	51,1	
05									
О 06	5.Сверлить отверстия: 2(10 отв. под резьбу М6) выдержав размер 7, 8 по программе						0,34	0,6	
Т 07	282411, Сверло 2300-0943 ГОСТ 19543-74; 291113, Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85								
08	411000, Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80								
Р 09	4	5	12	2,5	1	400	1600	74	
10									
О 11	6.Сверлить отверстия: 1(8 отв – Ø 18) выдержав размер 9 по программе						0,5	0,4	
Т 12	282411, Сверло Ø18 ГОСТ 19543-74; 291113, Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85								
13	411000, Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80								
Р 14	5	18	28	9	1	192	1600	58	
15									
О 16	7. Зенковать отверстия: 1(8 отв) выдержав размер 10, 11 по программе						0,42	1,36	
Т 17	282464, Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80; 291431, Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80								
18	411000, Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–80								
Р 19	6	13	20	13	1	135	150	13	

							0260777.60140.16602	3	
							ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00007	15
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин	
О 01	8. Нарезать резьбу в отверстиях: 3(12 отв. – М12-7Н), 4(2отв.-М12-7Н) по программе						0,12	2,25	
Т 02	283231, Метчик 2620-1519 ГОСТ 3266-81; 291139; Державка 191112042 ТУ 2 035-763-80 Патрон 191221130 ТУ 2 035-681-79								
03	411000, Пробка (М12) 8228-3053 ГОСТ 17758-72								
Р 04	7	10,2	14	1,75	1	240	160	7,89	
05									
О 06	9.Нарезать резьбу в отверстиях: 2(10 отв.- М6-7Н) по программе						0,12	0,07	
Т 07	283231, Метчик 2620-1153 ГОСТ 3266-81; 291139, Державка 191112042 ТУ 2 035-763-80 Патрон 191221130 ТУ 2 035-681-79								
08	411000, Пробка (М6) 8228-3032 ГОСТ 17758-72								
Р 09	8	10,2	14	1,75	1	240	160	8,3	
10									
О 11									
Т 12									
13									
Р 14									
15									
О 16									
Т 17									
18									
Р 19									

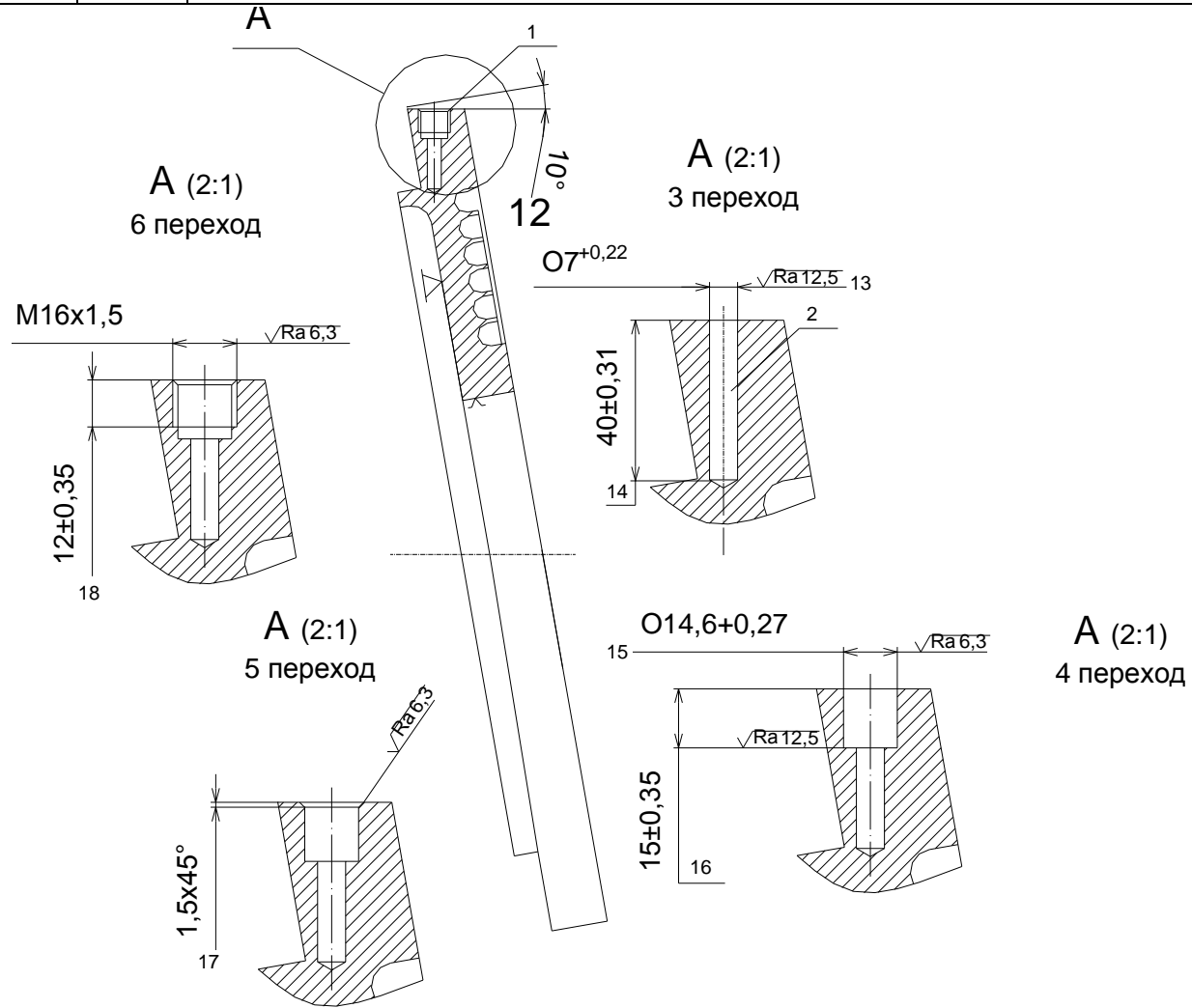
				0260777.60140.16602		8		1	
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00007			
Норм									
Диск						20	2	3	15



							0260777.60140.16602	9	1		
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11		2070743. 60140.00007				
Норм											
Диск							20	2	4	20	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Программная			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		235 НВ	кг	25	Ø420x43		32,3	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ		
6550РФ3					2,2	1,4	17,5	4,6	2-5% НГЛ 205		
Р				ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Установить, закрепить и снять заготовку									0,07	
Т 02	Приспособление специальное										
03											
О 04	1. Фрезеровать лыску 1 выдержав размер 12 по программе									0,12	0,25
Т 05	282284, Фреза концевая 2220-0361 ГОСТ 18372-73; 291431, Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80										
06											
Р 07				1	32	50	12	1	450	500	54
08											
О 09	2. Сверлить отверстие 2 выдержав размеры 13, 14 по программе									0,05	0,13
Т 10	282411, Сверло 2300-0868 ГОСТ 19543-74; 291113, Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26265-85										
11	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80										
Р 12				2	3,5	40	3,5	1	323	1900	37
13											
14											

							0260777.60140.16602	2	
					ТММ.ДП18.11		2070743. 60140.00007	20	
Р		ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин
О 01	3. Зенкеровать отверстие 2 выдержав размеры 15, 16 по программе							0,3	0,1
Т 02	282284, Фреза концевая 2220-0361 ГОСТ 18372-73; 291431, Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80								
03	411000, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80								
Р 04		3	7,25	15	15	1	255	340	15,6
05									
О 06	4. Зенковать фаску 3 выдержав размер 17 по программе							0,05	0,01
Т 07	282464, Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80; 291431, Втулка 191831062 ТУ2 035-762-80								
08									
Р 09		4	10	1,6	3	1	255	340	15,6
10									
О 11	5. Нарезать резьбу в отверстии 2 выдержав размер 18 по программе							0,15	0,22
Т 12	283231, Метчик 2620-1605 ГОСТ 3266-81; 291139, Державка 191112024 ТУ 2 035-763-80 Патрон 2 035-681-79								
13	411000, Калибр-пробка М16х1,5-7Н								
Р 14		5	8	12	1,5	1	240	160	7,98
15									
О 16									
Т 17									
18									
Р 19									

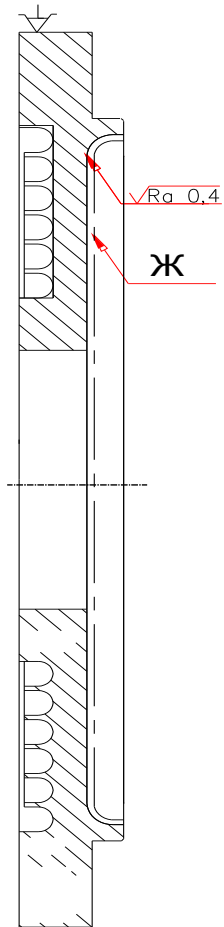
				0260777.60140.16602		10	1		
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00007			
Норм									
Диск						20	2	4	20



							0260777.60140.16602	11	1	
Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11		2070743. 60140.00002			
Норм										
Диск							20	2	6	25
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		235 НВ	кг	25	Ø420x43		32,3	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ		
16К20				2,68	1,8	30	3,0	2-5% НГЛ 205		
Р			ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Установить, закрепить и снять заготовку							0,07		
Т 02	293131, Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71									
03										
О 04	2. Полировать поверхность Ж выдержав шероховатость поверхности согласно чертежа							0,18	0,88	
Т 05	Паста ПХЗ ТУ-6-18-176-75									
06										
Р 07			1	320	14	-	1	0,01	1600	30
08										
О 09										
Т 10										
11										
Р 12										
13										
14										

ОК

Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00002					
Норм						Диск					
								20	2	6	25
						0260777.60140.16602	12	1			



Разраб	Половина			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.11	2070743. 60140.00002			
Норм						Диск			
						20	2	2	10
						0260777.60140.16602	6	1	

