

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Технологія машинобудування

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему : Розробка технологічного процесу виготовлення валу заднього
компресору низького тиску

Виконав: ст. гр. Мз-119

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма (спеціалізація)

«Технології машинобудування»

Валяйбаба Є.П.

Керівник : Вишнепольський Є.В.

Рецензент: доцент Фролов М.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
Кафедра Технологія машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 131 Прикладна механіка
Освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри С.І.Дядя

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Валяйбаби Єгора Петровича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) : Розробка технологічного процесу виготовлення валу заднього компресору низького тиску

керівник проекту (роботи) Вишнепольський Є.В.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 03.04.2023р. №83

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 08.06.2023

3. Вихідні дані до проекту (роботи) робоче креслення деталі річна програма випуску N= 5000дет

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3Проектування дільниці; 4 Розрахунок деталі на міцність; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Креслення деталі, заготовки, графічне зображення 3Dмоделі заготовки, маршрут виготовлення деталі, креслення робочого пристосування

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3,6	Вишнепольський Є.В.		
4	доцент Пухальська Г.В.		
нормоконтроль	доцент Дядя С.І.		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	22.05.2023	
2	Конструкторська частина	24.05.2023	
4	Розрахунок деталі на міцність	26.05.2023	
5	Планування ділянки	27.05.2023	
6	Економічна частина	30.05.2023	
7	Охорона праці	02.06.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки	04.06.2023	
9	Нормоконтроль і рецензія	06.06.2023	
10	Захист бакалаврської роботи	09.06.2023	

Студент

(підпис)

Єгор ВАЛЯЙБАБА

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Євген ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 100 с., 11 табл., 17 рис., 2 дод., 16 джерел.

ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ПРИПУСК, ВЕРСТАТ, НАЛАДКА, ОБЛАДНАННЯ, ДОПУСК, ЗАСТОСУВАННЯ, ЧАС, ЯКІСТЬ, ДОПУСК.

Об'єкт дослідження – вал заднього компресору низького тиску.

Метою дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення валу заднього компресору низького тиску.

В дипломному проекті відповідно до вихідних даних:

- обрано заготовку та економічно обґрунтовано її вибір;
- розроблен маршрут обробки поверхні (МОП) та маршрут виготовлення деталі (МВД);
- розраховані режими різання;
- проведено нормування технологічного процесу;
- визначено необхідну кількість обладнання, а також зроблено його планування;
- спроектовано пристрій для токарної операції;
- обрано контрольний пристрій;
- економічно обґрунтовано розробка сучасного пристосування для обробки валу заднього компресора низького тиску;
- перевірена деталь на міцність в програмі NX;
- розроблені заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	7
ВСТУП	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт	12
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки	13
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі	17
1.4.1 Вибір технологічних баз	17
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	18
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	26
1.5 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів	26
1.6 Розрахунок режимів різання	29
1.7 Технічне нормування операцій	47
1.8 Розробка операції на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NX CAM	53
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	58
2.1 Проектування робочого пристосування	58
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	58
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність	59
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	58
2.2 Проектування контрольного пристосування	66
2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування	66
2.3 Розрахунок на міцність деталі, її конструктивного елемента	67
3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ	72
4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	77
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	80
ВИСНОВОК	82

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	83
ДОДАТОК А СПЕЦИФІКАЦІЯ РОБОЧОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	85
ДОДАТОК Б ТЕХНОЛОГІЧНІ КАРТИ	87

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ГКМ – горизонтально кувальна машина

КГШП – кривошипний гарячештампувальний прес

КВМ – коефіцієнт використання матеріалу

МОП – маршрут обробки поверхні

МВД – маршрут виготовлення деталі

ЧПК – числове програмне курування

ОРЗ – охолоджуюча рідина, що змащує

РТК – розрахунково-технологічна карта

КП – керуюча програма

ВСТУП

В даний час технологічне проектування – це комплексна система взаємодії засобів та методів, що зумовлюють створення високоякісної технологічної документації на основі широкого застосування стандартних технологічних рішень.

В даний час у зв'язку з переходом до жорстких ринкових відносин вимоги до конкурентоспроможності авіаційних двигунів різко підвищуються. Відповідно підвищується роль технолога та технічних служб як при обробці виробів на етапі проектування, так і при вдосконаленні існуючих технологічних процесів виготовлення деталей та розробці нових у процесі виробництва двигунів.

Великі завдання перед машинобудуванням стоять підвищення якості продукції – збільшення потужності і швидкохідності машин, підвищенню їх продуктивності, економічності, надійності, довговічності. Зазначені завдання особливо актуальні для виробів авіаційної техніки.

Прискорення технічного прогресу зумовлює високі темпи створення та освоєння випуску зразків нової техніки. Все це диктує необхідність значного розширення та поглиблення технологічної підготовки інженерів машинобудівних спеціальностей. При переході машинобудівного виробництва до ринкової економіки перед ним виникає безліч різних завдань, які потребують негайного і правильного вирішення. На самперед виробництво буде успішним та рентабельним якщо воно зможе як найшвидше переналагоджуватись під вимоги ринку споживачів.

Надважливим завданням машинобудування є вдосконалення існуючих та розробка нових технологічних процесів, широке запровадження автоматизації і механізації виробництва. Таким чином актуальною є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Вал заднього компресора низького тиску».

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.

Деталь – Вал заднього компресора низького тиску, представлена на рис. 1.1.

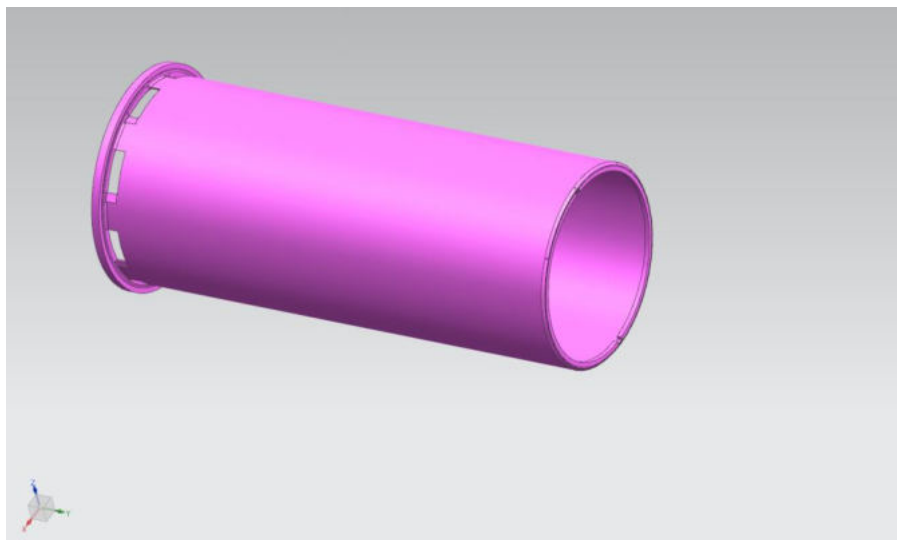


Рисунок 1.1 – Вал заднього компресора низького тиску

У механічних передачах, різних вузлах машин містяться вали, призначені для підтримки обертових елементів машин.

Вали являють собою ланки механізму, що передають крутні моменти і крім вигину кручення.

Деталь "Вал" представлена на рис. 1.1 входить у вузол заднього компресора низького тиску. Вал є значною частиною механізму. Вал приводиться у дію за допомогою відповідної передачі.

Точність і шорсткість поверхонь, що сполучаються і несопрягаються, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика формоутворювальних поверхонь

Поверхня	Виконавчий розмір, мм	Квалітет	Допуск,мм			
			розмір	форми	розташування	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6	7
Зовн. торцева	5	h11	0,075			3,2
Зовн. торцева	1,6	H15	0,4			1,6
торцева	11,3	H11	0,11			1,6
торцева	11,3	H12	0,18			1,6
торцева	13,5	H9	0,043			0,8
Зовн. торцева	300 _{-0,52}	h14	0,52			3,2
торцева	2,8	H12	0,1			0,8
Зовн. торцева	5	h14	0,3			3,2
Зовн. торцева	3 _{-0,1}	h12	0,1			3,2
внутр. торцева	25	H14	0,52			3,2
Зовн. торцевая	3	h12	0,1			1,6
внутр торцева	8	H14	0,36			1,6
внутр торцева	7	H14	0,36			3,2
внутр торцева	1	H14	0,25			3,2
Зовн. циліндр.	Ø134	H9	0,1	≤ 0,05	≤ 0,02	1,6
Внутр. циліндр.	Ø116±0,017	H7	0,034			1,6
Внутр. циліндр.	Ø112	H9	0,087			1,6
Зовн. циліндр.	Ø117,5	H14	0,54			1,6
Зовн. циліндр.	Ø122	h10	0,16			1,6
внутр циліндр.	Ø117,5	H10	0,14			1,6
отвір	Ø12,8	H14	0,19		≤ 0,15	1,6
Внутр.радіус	10	H15	1,2			1,6
отвір	Ø8,5	H14	0,19		≤ 0,15	1,6
Зовн. радіус	25	h14	0,3			1,6
фаска	1,6±0,3x45°	H14	0,6			1,6
фаска	1x45	H14	0,2			1,6

Матеріал деталі – хромиста сталь 07X12НМБФ-Ш (ЕП609-Ш)

Сталь знаходить широке застосування для деталей у відповідальних вузлах авіаційних двигунів, умови роботи яких характеризуються тривалим впливом навантажень та високими температурами.

Властивості сталі 07X12НМБФ-Ш наведені в таблицях 1.2, 1.3, 1.4, 1.5.

Таблиця 1.2- Хімічний склад,%

Cr	C	Mo	Nb	V	Ni	Fe	Si	Mn	S
Хром	Вуглець	Молібден	Ніобій	Ванадій	Нікель	Залізо	Кремній	Магній	Сірка
10,5-12	<0,1	<0,5	<0,15	<0,25	1,4-1,8	Основа	<0,6	<0,6	<0,02

Таблиця 1.3 -Основні механічні властивості сплаву

Тимчасовий опір розриву σ_B , МПа	Межа текучесті σ_T , МПа	Відносне		Питома в'язкість, Дж/см ²	Твердість
		Подовження δ %	Зуження ψ %		
900	800	7,8	42	>25	НВ 255...341

Таблиця 1.4 -Основні фізичні властивості сплаву

Щільність, г/см ³	λ при 100°C, Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^6$ при 20...100°C
7,8	22,1	11,0

Таблиця 1.5 – Режими термообробки

	t°,C	Витримка, ч	Умови охолодження
Режим I			
Загартовування	1090-1120	8	На повітрі
Подвійне старіння			
1-е старіння	850±10	4-8	На повітрі
2-е старіння	780±10	10-16	На повітрі
Режим II			
Загартовування	1080±10	8	На повітрі
Старіння	780±10	16	На повітрі

1.2 Вибір типу виробництва та форми його організації

Проектування технологічного процесу залежить від багатьох факторів, у тому числі від типу та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва визначається за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску виробів: одиничний, серійний, масовий.

Форма організації виробництва визначається за ознакою рівня організації робочих місць та принципу розташування робочих місць: потокова, не потокова та групова.

Тип виробництва попередньо визначаємо залежно від річного обсягу випуску $N = 5000$ прим. і маси деталі $m=9,22$ кг [2, табл.2.2, стор.22] - серійне виробництво.

Організаційну форму виконання робіт діляниці встановлюють залежно від принципу розташування робочих місць і характеру руху оброблюваних заготовок з урахуванням рівності чи кратності тривалості кожної операції такту випуску.

У нашому випадку форма організації виробництва – серійно-потокова. Це така форма виробництва, при якій деталі надходять на ділянку партіями, але обробка їх виконується поточним методом. Після закінчення обробки однієї партії заготовок обладнання робочих місць ділянки відповідно переналагоджується і ділянку надходить партія інших заготовок, які мають подібний технологічний процес і також обробляються поточним методом.

Кількість заготовок у партії для одночасного запуску визначається за формулою [2]:

$$n = \frac{a \cdot N}{250}, \quad (1.1)$$

де a - періодичність запуску деталей у виробництво чи кількість днів, куди необхідно забезпечити запас деталей до роботи складального ділянки, $a=3$;

N - річна програма випуску, $N = 5000$;

250 – кількість робочих днів на рік.

$$n = \frac{3 \cdot 5000}{250} = 60 \text{шт}$$

1.3 Вибір способу отримання заготовки та її техніко-економічне обґрунтування

Для економічного обґрунтування вибору заготовки проводимо розрахунок технологічної собівартості деталі за методами, що порівнюються:

1.Пруток: $m_{\text{заг}}=39,25\text{кг}$

2.Тубний прокат: $m_{\text{заг}}=17,1\text{кг}$

Матеріал заготовки сталь 07Х12НМБФ-Ш, програма випуску $N=5000$ шт.

Ескіз заготовки з прутка надано на рис 1.2. а з трубного прокату на рис.

1.3.

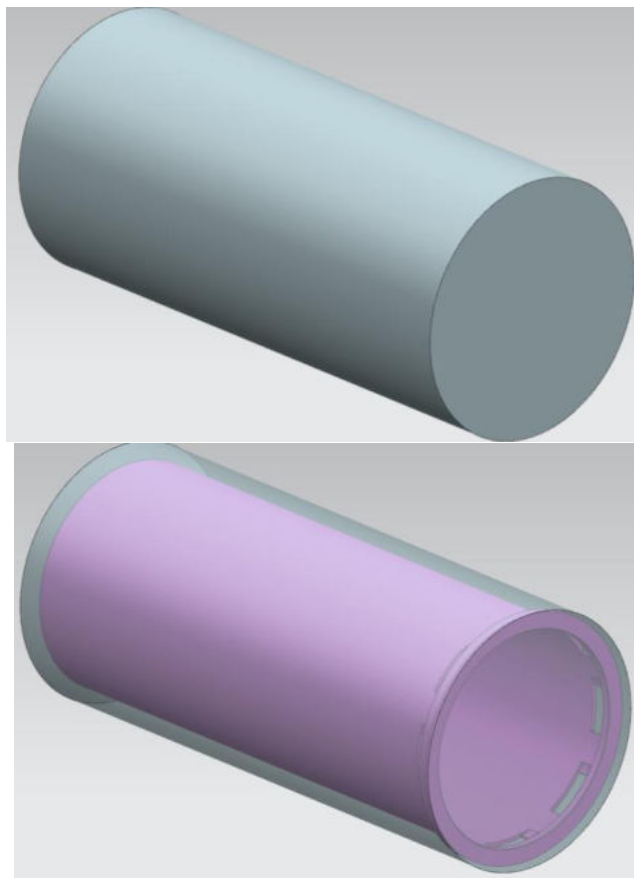


Рисунок 1.2 - Эскіз заготовки з прутка

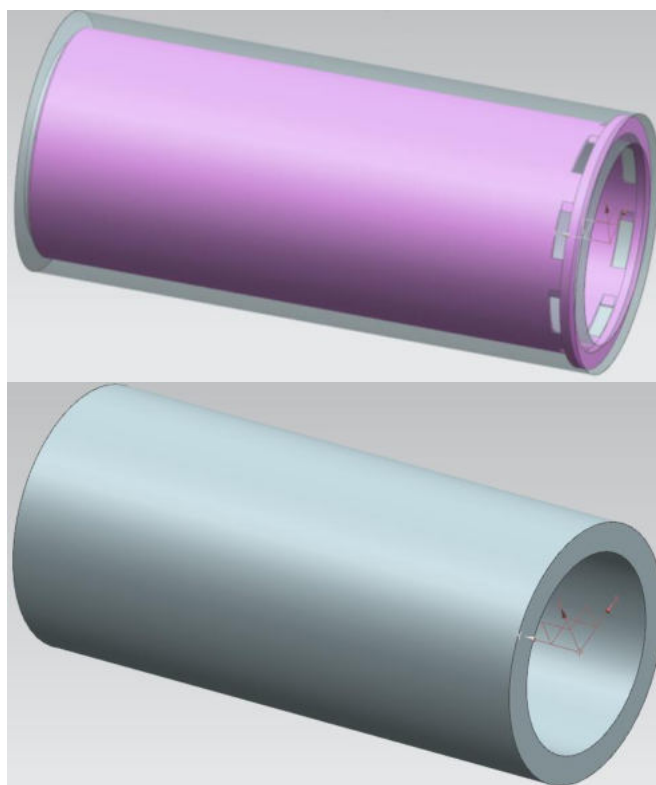


Рисунок 1.3- Эскіз заготовки з трубного прокату

Вартість однієї заготовки визначимо за формулою [2]:

$$C = \frac{B_{\bar{o}}}{1000} \cdot M_{31} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} - (M_3 - m) \frac{B_{отд}}{1000}, \quad (1.2)$$

де $B_{\bar{o}}$ – базова вартість виготовлення 1 тонни заготовок [2, табл 1.4, с. 13];

$B_{отх}$ – вартість 1 тонни стружки;

M_{31} – маса заготовки ;

m – маса деталі;

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{II}$ – коефіцієнти які враховують відповідно клас точності, матеріал, групу складності, масу заготовки, програму випуску. Значення коефіцієнтів вибираємо по [2, табл. 1.24-1.28, с. 18-19].

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) визначається за формулою [2]:

$$\eta = \frac{m}{M_3}, \quad (1.3)$$

де m – маса деталі;

M_3 – маса заготовки.

Для заготовки з прутка:

Згідно сортаменту обираємо пруток $\varnothing 140$ мм

Вартість заготовки обчислюємо згідно формулі (1.2):

$$C_1 = \frac{22050}{1000} \cdot 39,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 - \frac{(39,25 - 9,22)}{1000} \cdot 720 = 843,86 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використанн матеріалу (КВМ) згідно формули (1.3):

$$\eta = 9,22/39,25 = 0,23$$

Для заготовки з трубного прокату:

Згідно сортаменту обираємо Ø 140 x 18 x310

Вартість заготовки за формулою (1.2):

$$C_2 = \frac{22050}{1000} \cdot 17,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 - \frac{(17,1 - 9,22)}{1000} \cdot 720 = 371,4 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) за формулою (1.3):

$$\eta_2 = 9,22 / 17,1 = 0,6156$$

Розрахунки по заготовці зведені в таблицю 1.6

Таблиця 1.6 – Параметри заготовки

Показник	Позначення	Од. вимірювання	Варіант заготовки	
			Трубний прокат	Пруток
Маса	M_3	Кг.	17,1	39,25
Припуск	Z	мм	-	-
Баз.ціна 1 т. заготовок	B_B	Грн.	22050	22050
Поправочні коефіцієнти	K_T	—	1	1
	K_M	—	1	1
	K_B	—	1	1
	K_3	—	1	1
	K_{II}	—	1	1
Вартість 1 т. стружки	$B_{отх}$	Грн.	720	720
Вартість 1 заготовки	C	Грн.	371,4	843,86
Коеф. Використання заготовок	η	—	0,615	0,23

Економічний ефект визначається за формулами:

$$E_B = (C_2 - C_1) \times N, \quad (1.4)$$

$$E_B = (843,86 - 371,4) \cdot 5000 = 2362300 \text{ грн}$$

$$M_1 = \frac{q(\eta_1 - \eta_2)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N, \quad (1.5)$$

$$M_1 = \frac{9,22 \cdot (0,615 - 0,23)}{0,615 \cdot 0,23} \cdot 5000 = 126775 \text{ кг}$$

$$Z_{M_1} = \frac{C_b}{1000} \cdot M, \quad (1.6)$$

$$Z_{M_1} = \frac{22050}{1000} \cdot 126775 = 279538875 \text{ грн}$$

Висновок : Так як економічний ефект за показником КВМ більше, приймаємо раціональним виготовлення заготовки з трубного прокату.

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі(МВД)

1.4.1 Вибір технологічних баз

Технологічна база визначає положення деталі на верстаті щодо траєкторії руху ріжучого інструменту і знаходиться в безпосередньому контакті з елементами пристосування.

При виборі технологічних баз необхідно дотримуватись принципу сталості баз, що підвищує точність обробки та сприяє використанню однотипних пристроїв та схем установки.

В опер.015, 020 готуємо бази, зрізуючи дефектний поверхневий шар заготовки після штампування та термообробки, зовнішні діаметри та торці, для чорнової та напівчистої обробки деталі (опер.025) у 3-х кулачковому патроні.

В опер. 090, 100 деталь встановлюється у спеціальне фрезерне пристосування з упором у проточений торець, центрується за внутрішнім діаметром і затискається 6 прихватами за фланець. В опер.075 застосовується спеціальний свердлильний пристрій.

При виконанні шліфувальних операцій використовуються спеціальні оправлення, в яких деталь центрується за внутрішнім діаметром з упором у торець. Аналогічні схеми базування застосовуються в токарних пристосуваннях. З кожною операцією шорсткість поверхонь стає меншою, що супроводжується підвищенням точності баз.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь (МОП)

При проектуванні МОП першим і основним завданням є визначення числа переходів і уточнень кожному переході, які забезпечують виконання наведеного вище умови (рівності).

Кількість переходів визначаю за такою формулою [4]:

$$k_i \cong 2 \cdot \log \varepsilon_{oj} \quad (1.7)$$

Значення уточнення залежить від багатьох факторів: жорсткості системи верстат – пристосування – інструмент – деталь (СНІД), режимів різання, механічних властивостей матеріалу, геометрії та стійких властивостей ріжучого інструменту, кваліфікації робітника-оператора тощо.

Виконуємо ескіз деталі з технологічною розміткою поверхонь, що підлягають обробці (рис. 1.3).

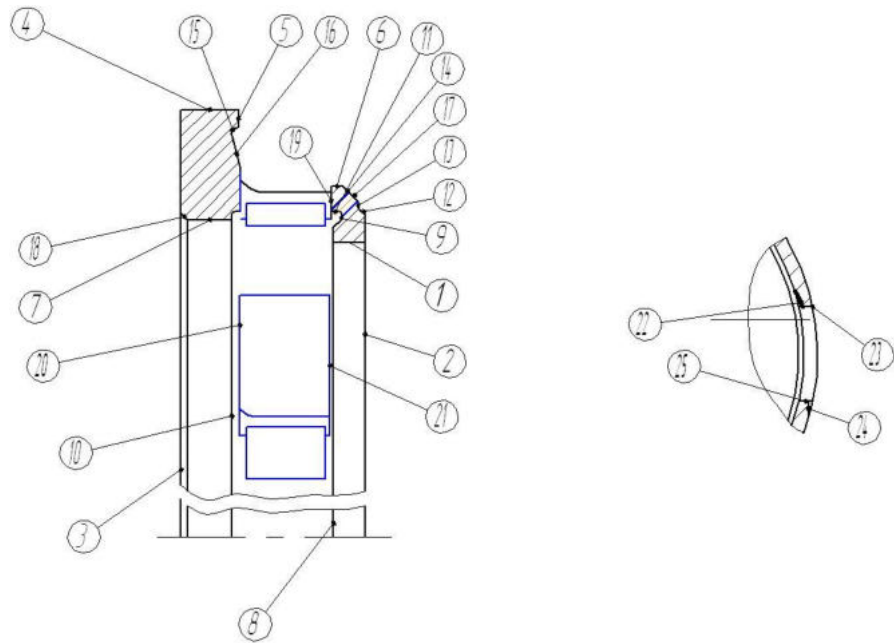


Рисунок 1.3 – Вал з технологічною розміткою поверхонь

Далі до кожної поверхні розраховуємо загальні уточнення за кожним показником точності й у найбільшого значення розраховуємо кількість переходів, необхідні досягнення заданого кресленням якості поверхні.

Як приклад розберемо поверхню 4 - внутрішня циліндрична поверхня - 112 мм, заг 107,6 мм, биття деталі 0,06 мкм, биття заготовки 1,5 мкм.

Розраховуємо загальні уточнення за формулами [4]:

$$\varepsilon_{d0} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}}, \quad (1.8)$$

де $Td_{\text{заг}}$ – технологічний допуск на заготовку;

$Td_{\text{дет}}$ – технологічний допуск на деталь.

$$\varepsilon_{d0} = \frac{2,2}{0,087} = 25,28$$

$$\varepsilon_{\Delta o} = \frac{\lambda_{\text{заг}}}{\lambda_{\text{дет}}}, \quad (1.9)$$

де $\lambda_{\text{заг}}$ – показник биття на заготовку;

$\lambda_{\text{дет}}$ – показник биття на деталь.

$$\varepsilon_{\Delta o} = \frac{1,5}{0,06} = 25$$

$$\varepsilon_{Ra o} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}}, \quad (1.10)$$

де $Ra_{\text{заг}}$ – показник шорсткості поверхні на заготовку;

$Ra_{\text{дет}}$ – показник шорсткості поверхні на деталь.

$$\varepsilon_{Ra o} = \frac{50}{1,6} = 31,25.$$

Основним показником якості цієї поверхні є показник точності геометричного розміру, оскільки потребує найбільшого уточнення. За цим показником розраховуємо до переходів за формулою (1.7):

$$k_{Ra} = 2 \cdot \lg 31,25 = 2,98$$

Приймаємо $k = 3$ переходи.

Визначаємо різницю показників якості та розподіляємо цю різницю за 3 переходами за законом прогресивного зменшення [4].

Різниця кваліфікацій точності та її розподіл:

$$\nabla_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = IT_{16} - IT_9 = 7 \text{ квалитетов} = 3 + 2 + 2$$

Різниця ступенів точності розташування - биття та її розподіл:

$$\Delta_{\text{ст}} = \text{ст.заг} - \text{ст.дет} = \text{ст.16} - \text{ст.9} = 7 = 3 + 2 + 2$$

Різниця класів чистоти поверхні та її розподіл:

$$Ra_{50} \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow Ra_{3,2} \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra_{1,6}$$

Встановлюємо послідовність показників точності та якості ППТК:

- за точністю геометричного розміру – діаметра:

$$IT16 \Rightarrow H13 \Rightarrow H11 \Rightarrow (TO) \Rightarrow H9$$

- за точністю взаємного розташування - биття:

$$\text{ст.16} \Rightarrow \text{ст.13} \Rightarrow \text{ст.11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow \text{ст.9}$$

- по шорсткості поверхні:

$$Ra50 \Rightarrow Ra 6,3 \Rightarrow Ra 3,2 \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra 1,6$$

За таблицями [4, табл.4, стор.8] відповідно до ППТК призначаємо методи обробки переходів:

1. Розточування чорнове
2. Розточування напівчистове
3. Термообробка
4. Розточування чистове

За [4, табл.4, стор.8] призначаємо допуски переходів відповідно до ППТК.

Розраховуємо уточнення щодо переходів за формулами (1.8), (1.9), (1.10):

1-й перехід - Розточування чорнове

$$T_{dI} = 540 \text{ мкм} \quad T_{RaI} = 6,3 \text{ мм} \quad T_{\Delta I} = 300 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{dI} = \frac{2200}{540} = 4,07 \text{ мм} \quad \varepsilon_{\Delta I} = \frac{1500}{300} = 5 \text{ мкм} \quad \varepsilon_{RaI} = \frac{50}{6,3} = 7,93 \text{ мм}$$

2-й перехід - Розточування напівчистове

$$T_{d2}=220\text{мкм} \quad T_{Ra2}=3,2\text{ мм} \quad T_{\Delta 2}=120\text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{540}{220} = 2,45\text{мм} \quad \varepsilon_{\Delta 2} = \frac{300}{120} = 2,5\text{мкм} \quad \varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97\text{мм}$$

4-й перехід – Розточування чистове

$$T_{d4}=87\text{мкм} \quad T_{Ra4}=1,6\text{ мм} \quad T_{\Delta 4}=50\text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{d4} = \frac{220}{87} = 2.52\text{мм} \quad \varepsilon_{\Delta 4} = \frac{120}{50} = 2,4\text{мкм} \quad \varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2\text{мм}$$

Загальне уточнення:

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{Ra_i} = 7,93 \cdot 1,97 \cdot 2 = 31,28 \geq \varepsilon_{Ra0}$$

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{d_i} = 4,07 \cdot 2,45 \cdot 2,52 = 25,12 \geq \varepsilon_{d0}$$

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{\Delta_i} = 5 \cdot 2,5 \cdot 2,4 = 30 \geq \varepsilon_{\Delta 0}$$

Запропонований МОП забезпечує необхідну точність та якість поверхні.

Отримані дані заносимо до таблиці 1.7.

Розрахунки маршрутів обробки інших поверхонь наведено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 -Маршрут обробки поверхонь

Характер та показники точності та якості поверхні в деталі та в заготовлі	Показник	Уточнення	Кількість переходів k		Різниця показників та ППТК	МОП		Допуск			Уточнення			
			Розрахункові	Прийнятні		i	Метод обробки	Розміру	Взаємного розташування	Шероховатість	Розміру	Взаємного розташування	Шероховатості	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 112 \text{ H9 } (^{+0,087});$ биття- 0,06мм Ra1,6 Заготовка $\varnothing, 107,6_{-1,2}^{+1,0} \text{ мм}$ IT 16 биття - 1,5мм Ra 50	d	25,28			$\nabla_{\text{кв}} = \text{IT}_{\text{заг}} - \text{IT}_{\text{дет}} = \text{IT}16 - \text{H}9 = 7$ квалитетов =3+2+2 $\text{IT}16 \Rightarrow \text{H}13 \Rightarrow \text{H}11 \Rightarrow (\text{ТО}) \Rightarrow \text{H}9$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст. заг} - \text{ст. дет} = \text{ст. 16} - \text{ст. 9} = 7 =$ =3+2+2 ст.16 \Rightarrow ст.13 \Rightarrow ст.11 \Rightarrow (ТО) \Rightarrow ст.9 Ra 50 \Rightarrow Ra 6,3 \Rightarrow Ra 3,2 \Rightarrow (ТО) \Rightarrow \Rightarrow Ra 1,6	1	Заготовка	2,2	1,5	50	-	-	-	
	Δ	25				2	Розточування чорнове	0,540	0,3	6,3	4,07	5	7,94	
	Ra	31,2	2,98	3		3	Розточування напівчистове	0,220	0,12	3,2	2,45	2,5	1,97	
							4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
							5	Розточування чистове	0,087	0,05	1,6	2,52	2,4	2
													25,2	30

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутрішня циліндрична поверхня Ø116p7±0,017; биття - 0,06мм Ra1,6 Заготовка IT 16 биття - 1,5мм Ra 50	d	123,5	4,18	5	∇ _{кв} =ITзаг-ITдет=IT16-p7=9 квалитетів =2+2+2+2+1 IT16⇒H14⇒H12⇒(TO)⇒H10⇒ H8⇒p7 Δ _{ст} =ст.заг-ст.дет=ст.16-ст.7=9= =2+2+2+2+1 ст.16⇒ ст.14⇒ ст.12⇒ (TO) ⇒ ст.10⇒ ст.8⇒ ст.7 Ra 50⇒Ra 6,3⇒Ra 3,2⇒(TO) ⇒ ⇒ Ra 1,6⇒ Ra 1,6⇒ Ra 1,6	1	Заготовка	4,2	1,5	50	-	-	-
	Δ	25				2	Точіння чорнове	0,87	0,3	6,3	7,41	5	7,94
	Ra	31,2				3	Точіння напівчистове	0,35	0,12	3,2	2,38	2,5	1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Точіння чистове	0,14	0,05	1,6	1,36	2,4	2
						6	Точіння тонке	0,054	0,05	1,6	1	1	1
						7	Шлифування чистове	0,034	0,05	1,6	1	1	1
													24
Внутрішня циліндрична поверхня Ø117,5H10 ^(+0,14) ; биття - 0,06мм Ra1,6 Заготовка = IT 16 биття - 1,5мм Ra 50	d	17,5			∇ _{кв} =ITзаг-ITдет=IT16-h10=6 квалитетів =2+2+2 IT16⇒H14⇒H12⇒(TO) ⇒H10 Δ _{ст} =ст.заг-ст.дет=ст.16-ст.10=6= =2+2+2 ст.16⇒ ст.14⇒ ст.12⇒ (TO) ⇒ ст.10 Ra 50⇒ Ra 6,3⇒ Ra 3,2⇒(TO) ⇒ ⇒Ra 1,6	1	Заготовка	2,5	1,5	50	-	-	-
	Δ	25				2	Точіння чорнове	0,87	0,3	6,3	2,87	3,75	7,94
	Ra	31,2	2,98	3		3	Точіння напівчистове	0,35	0,12	3,2	2,48	2,5	1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Точіння чистове	0,14	0,05	1,6	2,5	3,2	2
													17,8

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі (МВД)

Для отримання деталі Вал заднього компресору низького тиску, як і для іншої складної деталі, необхідно застосувати спочатку заготівельну, потім термообробку, чорнову, напівчистову, чистову (на точних верстатах та шліфувальних станах). Потім провести контроль усієї деталі і здати на збірку.

В данному дипломному проекті розроблено техпроцес за рахунок об'єднання операцій та переведення на верстати з ЧПК для підвищення продуктивності на напівчистових операціях.

Графічне зображення маршруту обробки заготовки представлено на листі НУЗП 715003.001

1.5 Розрахунок операційних припусків та технологічних розмірів

Аналітичний метод отримання припусків

Вибираємо нормативні та розрахункові значення елементів найменших операційних припусків.

Нормативні значення Rz та h обирають по [4 табл. 25, с. 188]

Rz=160

h=200

Розрахунок сумарного відхилення розміщення поверхні за формулою [4]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{KM}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{(\Delta_K \cdot e)^2 + (0,25 + T_{dzar})^2} \quad (1.11)$$

Для $\emptyset 122_{-0,16}$

де $\Delta_k = 0,15$ мкм [4, табл. 16, с. 186];

$e = 11$ мм

$Td_{заг} = 2200$ мкм

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,15 * 11)^2 + (0,25 * 2200)^2} = 550 \text{ мкм}$$

Після виконання чорнового точіння $\Delta_{\varepsilon_{заг}}$ зменшується до значення :

$$\Delta_{\varepsilon_1} = K_y \cdot \Delta_{\varepsilon_{заг}} \quad (1.12)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення [4, табл.16, с. 190]

$$\Delta_{\varepsilon_1} = 0,11 \cdot 550 = 60,5 \text{ мкм}$$

Після чистового точіння $\Delta_{\Sigma_2} = 0$,

Після шліфування $K_y = 0,03$ [4, табл.29 с. 190]

$$\Delta_{\Sigma_3} = 0,03 \cdot 6 = 0$$

$$\Delta_{\Sigma_4} = 0$$

Значення похибки установки $\varepsilon = 0$

Мінімальні значення припусків для технологічних переходів [4] :

$$Z_4^{min} = 2 \cdot (10 + 20) = 60 \text{ мкм};$$

$$Z_3^{min} = 2 \cdot (25 + 25) = 100 \text{ мкм};$$

$$Z_2^{min} = 2 \cdot (50 + 50 + 60,5) = 321 \text{ мкм};$$

$$Z_1^{min}=2 \cdot (160+200+550)=1800 \text{ мкм}$$

Номінальні припуски:

$$Z_4^H=0,06+0,25=0,31 \text{ мм}$$

$$Z_3^H=0,1+0,4=0,5 \text{ мм}$$

$$Z_2^H=0,32+0,63=0,95 \text{ мм}$$

$$Z_1^H=1,8+1=2,8 \text{ мм}$$

Виконавчі розміри:

$$d_4^H=122 \text{ мм}$$

$$d_3^H=122+0,31=122,31 \text{ мм}$$

$$d_2^H=122,31+0,5=122,81 \text{ мм}$$

$$d_1^H=122,81+0,95=123,76 \text{ мм}$$

$$d_{зар}^H=123,76+2,2=125,96 \text{ мм}$$

Максимальні припуски:

$$Z_4^{max}=0,31+0,16=0,47 \text{ мм}$$

$$Z_3^{max}=0,5+0,25=0,75 \text{ мм}$$

$$Z_2^{max}=0,95+0,1=1,05 \text{ мм}$$

$$Z_1^{max}=2,2+1=3,2 \text{ мм}$$

Зводимо усі розрахунки до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8– Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів аналітичним методом

N	Перехід (операція)	$\phi 122_{-0,16}$ мкм				Номінал припуск Z_i^H , мкм	Допуск T_i , мм	Розрахунковий номінальний розмір, мм	$2 Z_{\min}$ мм	$2 Z_{\max}$, мм	Виконавчий розмір, мм
		Rz_{i-1}	h_{i-1}	Δ_{i-1}	ε_i						
1	Відливка	160	200	550	-		2,2	125,96			$125,9_{-0,8}^{+1,4}$
2	Чернове точіння	50	50	60,5	-	2800	0,95	123,76	1,8	3,2	$123,7_{-0,95}$
3	Чистове точіння	25	25	-	-	950	0,5	122,81	0,321	1,05	$122,8_{-0,5}$
4	Шлифування чорн	10	20	-	-	500	0,31	122,31	0,1	0,75	$122,3_{-0,31}$
5	Шлиф чист	5	15	-	-	310	0,16	122	0,06	0,47	$122_{-0,16}$

1.6 Розрахунок режимів різання

Операція №045 – Токарна з ЧПК

Верстат токарний з ЧПК Lynx -300M

Паспортні дані верстата надані в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Паспортні дані верста Lynx -300M

		LYNX 300M
Загальні		
Діаметр обробки	мм	76
Макс. діаметр обробки	мм	370
Макс. довжина обробки	мм	712
Револьверна голівка		
Діаметр разточної оправки (борштанги)	мм	40
Розміри інструменту для точіння зовнішнього діаметру	мм	25×25
Кількість інструментальних позицій	—	12
Головний шпиндель		
Швидкість шпинделя	об/хв	3500
Каретка		
Довжина переміщень по осі X	мм	255
Довжина переміщень по осі Z	мм	790
Ускорені переміщення по осі X	м/мин	24
Ускорені переміщення по осі Z	м/мин	30
Система керування		
FANUC, Siemens		

Операційний ескіз представлено на рис.1.4.

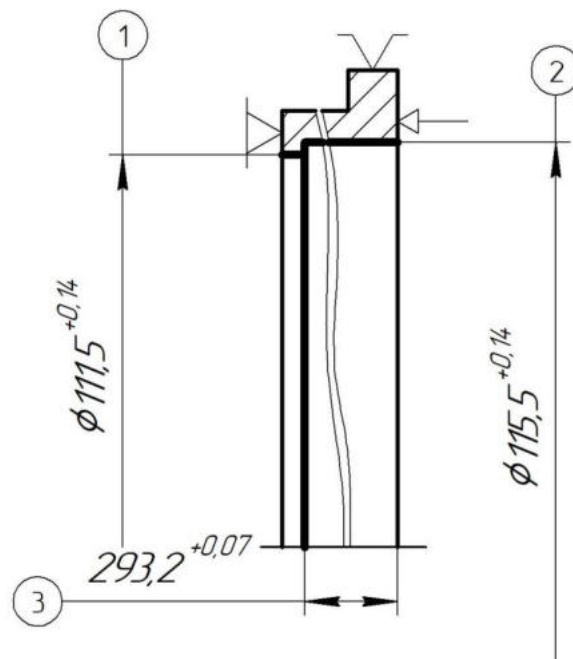


Рисунок 1.4- Операційний ескіз до операції №045

1-й перехід – разточити поверхню 7 на довжині 8

Різець розточний 2141-0095 Т15К6 40x32 мм L=300мм по ГОСТ 18883-73

Глибина різання: $t=2,5$ мм

Довжина робочого ходу визначається за формулою [6] :

$$L_{px} = L_{рез} + y \quad (1.13)$$

де $L_{рез}=293,2$ мм

$y=5$ мм [5, стр.300]

$$L_{px} = 5 + 293,2 = 298,2 \text{ мм}$$

Подача визначається за формулою [6]:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0} \quad (1.14)$$

де $S_{0T}=0,1$ мм/об [5, табл.29, стр.238]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу, за формулою:

$$K_{S0} = K_{SII} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{SII} \cdot K_{SФ} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3} \quad (1.15)$$

де K_{SII} – коефіцієнт що враховує стан обробленої поверхні, $K_{SII}=0,8$;

$K_{SЖ}$ – коефіцієнт що враховує жорсткість технологічної системи, $K_{SЖ}=0,95$;

K_{SI} - коефіцієнт враховує матеріал інструменту, $K_{SI}=1,0$;

$K_{SФ}$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{SФ}=1,0$;

K_{SM} - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{SM}=0,9$.

K_{S3} - коефіцієнт враховує вплив загартування, $K_{S3}=0,8$.

Значення коефіцієнтів вибираємо за [5, табл.30, стор.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм/об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0=0,06$ мм/об

Швидкість різання обчислюється за формулою[5] :

$$v = v_T \cdot k_v \quad (1.16)$$

де $v_T=80$ м/хв [5, табл.39, стр.245]

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання , визначається за формулою:

$$K_V = K_{VM} \cdot K_{VI} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{V0} \cdot K_{V\Pi} \quad (1.17)$$

де K_{VM} - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM}=1,0$;

K_{VI} - коефіцієнт враховує матеріал інструменту, $K_{VI} = 1,2$;

K_V - коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_V = 1,0$;

K_{V0} - коефіцієнт враховує вплив СОЖ, $K_{V0}=1,0$;

K_{V3} - коефіцієнт враховує вид обробки, $K_{V3}=0,9$;

$K_{VЖ}$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи, $K_{VЖ}=0,85$;

$K_{V\Pi}$ - коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{V\Pi}=0,75$.

Значення коефіцієнтів вибираємо за [5, табл.43, стор.247].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 55,1 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделю визначається за формулою [6] :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (1.18)$$

де v – швидкість різання, м/хв;

D – діаметр оброблюємої деталі, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 55,1}{3,14 \cdot 115,5} = 151,9 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n=150 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання визначається за формулою [6] :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (1.19)$$

де n – частота обертання шпінделя, хв^{-1} ;

D – діаметр оброблюємої деталі, мм.

$$V = \frac{3,14 \cdot 115,5 \cdot 150}{1000} = 54,4 \text{ м / хв}$$

Машинний час визначається за формулою [6]:

$$t_M = \frac{L_{px}}{S_0 \cdot n}, \quad (1.20)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу, мм;

S_0 – подача, мм/об;

n – частота обертання шпінделя, хв^{-1} .

$$t_M = \frac{18,2}{0,06 \cdot 150} = 2,02 \text{ хв}$$

Сила різання визначається за формулою [5]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.21)$$

де коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264]. Визначається за формулою:

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (1.22)$$

$$K_p = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 54,4^0 \cdot 1,42 = 35118H$$

Потужність різання визначається за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.23)$$

де P_z - сила різання, Н

V – швидкість різання, м/хв.

$$N = \frac{35118 \cdot 54,4}{1020 \cdot 60} = 2,47 \leq 30кВт$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

2-й перехід – розточити поверхню 1

Різець прохідний 2140-0075 ВК6 40x32 мм L=300 мм по ГОСТ 18882-73

Глибина різання: $t=0,5$ мм

Довжина робочого ходу визначимо за формулою (1.13) :

$$L_{\text{рез}}=3,2 \text{ мм}$$

$$y=5 \text{ мм [5, стр.300]}$$

$$L_{\text{рх}} = 5 + 3,2 = 8,2 \text{ мм}$$

Подачу отримаємо за формулою (1.14):

де $S_{0T}=0,1$ мм/об [5, табл.29, стр.238]

K_{S0} визначаємо за формулою (1.15):

де $K_{СП}=0,8$;

$$K_{СЖ}=0,95 ;$$

$$K_{СИ}=1,0 ;$$

$$K_{СФ}=1,0;$$

$$K_{SM}=0,9;$$

$$K_{СЗ}=0,8 .$$

Значення коефіцієнтів вибираємо за [5, табл.30, стор.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата $S_0=0,06$ мм/об

Швидкість різання отримаємо за формулою (1.16):

де $v_T=80$ м/хв [5, табл.39, стр.245]

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання визначається за формулою (1.17):

$$\text{де } K_{VM}=1,0;$$

$$K_{VI}=1,2;$$

$$K_{V\phi}=1,0;$$

$$K_{V0}=1,0;$$

$$K_{V3}=0,9;$$

$$K_{Vж}=0,85$$

$$K_{VП}=0,75$$

[5, табл.43, стр.247].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 64,12 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя обчислюємо за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot 64,12}{3,14 \cdot 111,5} = 183,1 \text{ лхв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n=180 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання визначимо за формулою (1.19):

$$V = \frac{3,14 \cdot 111,5 \cdot 180}{1000} = 63 \text{ м / хв}$$

Машинний час визначимо за формулою (1.20):

$$t_M = \frac{8,2}{0,06 \cdot 180} = 0,75 \text{ хв}$$

Сила різання за формулою (1.22):

$$K_P = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 63^0 \cdot 1,42 = 3331,8 \text{ Н}$$

Потужність різання за формулою (1.23):

$$N = \frac{3331,8 \cdot 63}{1020 \cdot 60} = 3,05 \leq 30 \text{кВт}$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальний час : $2,02 + 0,75 = 2,77$ хв

Операція №060 - Шліфувальна

Верстат Внутрішньошліфувальний 3А227П

Паспортні дані верстата:

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм

- Діаметр 800

- Довжина 320

Найбільше поздовжнє переміщення столу, мм 650

Частота обертання шпинделя, хв^{-1}

- внутрішньошліфувального 3500;4500;6000

- бабки заготівлі 40-240

Швидкість руху столу, м/хв

- при правці кола 0,1-2

- при шліфуванні 1,7

- при швидкому відведенні та підведенні 10

Потужність електродвигуна головного приводу руху, кВт 7,5

Габаритні розміри, мм

-довжина 4630

-ширина 2405

-висота 2000

Маса, кг 8600

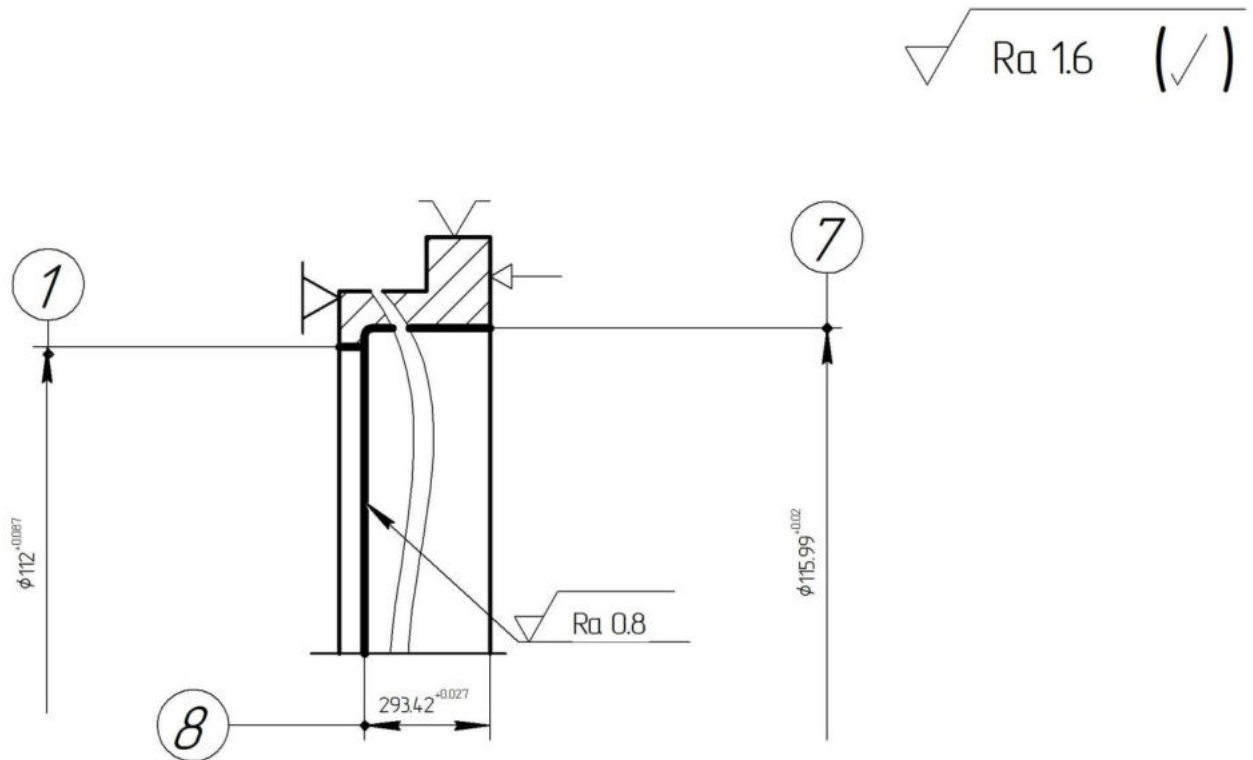


Рисунок 1.5 - Операційний ескіз до операції №060

1-й перехід - Шліфувати діаметр 7

Шліфувальний круг 5 100x50x32 24A40M3K за ГОСТ 2424-80.

Глибина різання: $t=0,24$ мм

Довжина робочого ходу визначимо за формулою (1.13):

$$L_{\text{рез}}=13,42 \text{ мм}$$

$$L_{\text{рх}} = 13,42 + 6 = 18,42 \text{ мм}$$

Швидкість шліфувального круга $V_{\text{кр}}=15\dots20$ м/с, приймаємо

$$V_{\text{кр}}=20 \text{ м/с [6]}$$

Частота обертання круга визначається за формулою [6]:

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{кр}}{\pi \cdot D_{кр}} \quad (1.24)$$

де $V_{кр}$ – швидкість круга, м/с;

D – діаметр шліфувального круга, мм.

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 20}{3,14 \cdot 100} = 3821,6 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата : $n_{кр}=3500 \text{ хв}^{-1}$

Швидкість обертання деталі:

$V_d=80 \text{ м/хв}$ [5, табл.161, стр.343].

Частота обертання визначається за формулою (1.18):

$$n_d = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 115,99} = 219,65 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n_d=200 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання визначається за формулою (1.19):

$$v_d = \frac{3,14 \cdot 115,99 \cdot 200}{1000} = 72,8 \text{ м/хв}$$

Радіальна подача на оборот S_t при шліфуванні на прохід визначається за формулою [5]:

$$S_t = S_{tT} \cdot K_{St} \quad (1.25)$$

де $S_{tT}=0,0011$ мм [5, табл.169, стр.352]

$$K_{St} = K_R \cdot K_D \cdot K_{VK} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_{IT} \cdot K_h \quad (1.26)$$

де $K_D=0,83$; $K_{VK}=0,9$; $K_T=1,0$; $K_M=1,0$; $K_{IT}=0,6$; $K_h=0,76$ [5, табл.172, стр.355].

$$K_{St} = 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,76 \cdot 0,6 = 0,34$$

$$S_t = 0,0011 \cdot 0,34 = 0,0004_{мм}$$

Визначаємо хвилинну подовжню подачу за формулою [6]:

$$S_M = S_t \cdot n_D \quad (1.27)$$

$$S_M = 0,0004 \cdot 200 = 0,08 \text{ мм/хв}$$

Машинний час визначається за формулою [6]:

$$t_M = \frac{1,3 \cdot (a - a_{\text{вблх}})}{S_M} + t_{\text{вблх}} \quad (1.28)$$

де $t_{\text{вблх}}=0,14$ [5, стр.176]

$$a_{\text{вблх}}=0,01;$$

$$a=0,13.$$

$$t_{M1} = \frac{1,3 \cdot (0,13 - 0,01)}{0,08} + 0,14 = 2,09 \text{ хв}$$

Потужність різання визначаємо за формулою (1.23):
де C_N та показники ступеня в формулі [6, табл.56, стр.303].

$$N = 0,81 \cdot 72,8^{0,55} \cdot 0,24^{1,0} \cdot 0,0004^{0,7} \cdot 115,99^{0,3} = 0,17 \text{кВт} < 7,5 \text{кВт}$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

2-й перехід - Шліфувати діаметр 1

Шліфувальний круг 5 100x50x32 24A40M3K за ГОСТ 2424-80.

Глибина різання: $t=0,25$ мм

Довжина робочого ходу визначаємо за формулою (1.13):

$$L_{\text{рез}}=2,85 \text{ мм}$$

$$L_{\text{рх}} = 2,85 + 6 = 8,85 \text{мм}$$

Швидкість шліфувального круга $V_{\text{кр}} = 15 \dots 20$ м / с, приймаємо

$$V_{\text{кр}}=20 \text{ м/с [5]}$$

Частота обертання круга обчислюємо за формулою (1.24):

$$n_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 20}{3,14 \cdot 100} = 3821,6 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата : $n_{\text{кр}}=3500 \text{ хв}^{-1}$

Швидкість обертання деталі:

$$V_{\text{д}}=80 \text{ м/хв [5, табл.161, стр.343].}$$

Частота обертання шпинделя визнаємо за формулою (1.18):

$$n_d = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 112} = 227,47 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n_d=200 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість обчислюється за формулою (1.19):

$$v_d = \frac{3,14 \cdot 112 \cdot 200}{1000} = 70,33 \text{ м/хв}$$

Радіальна подача на оборот S_t при шліфуванні на прохід визначається за формулою (1.25):

де $S_{тГ}=0,0011 \text{ мм}$ [5, табл.169, стр.352]

$$K_D=0,83;$$

$$K_{VK}=0,9;$$

$$K_T=1,0;$$

$$K_M=1,0.$$

$$K_{IT}=0,5;$$

$$K_h=0,76.$$

[5, табл.172, стр.355]

$$K_{S_t} = 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,76 \cdot 0,5 = 0,283$$

$$S_t = 0,0011 \cdot 0,284 = 0,003 \text{ мм}$$

Хвилинна повздовжня подача визначається за формулою (1.27):

$$S_M = 0,003 \cdot 200 = 0,6 \text{ мм/хв}$$

Машинний час визначається за формулою (1.28):

[5, стр.169]

де $t_{\text{вих}} = 0,14$ [5, стр.176]

$a_{\text{вих}} = 0,01$;

$a = 0,11$.

$$t_{M2} = \frac{1,3 \cdot (0,11 - 0,01)}{0,6} + 0,14 = 0,36 \text{ хв}$$

Потужність визначаємо за формулою (1.23):

де C_N та показники ступеня [6, табл.56, стр.303].

$$N = 0,81 \cdot 70,33^{0,55} \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,003^{0,7} \cdot 112^{0,3} = 0,35 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

-що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальний машинний час на операцію:

$$0,36 + 2,09 = 2,47 \text{ хв}$$

Операція 075 Свердлильна

Ескіз до операції представлений на рис. 1.7

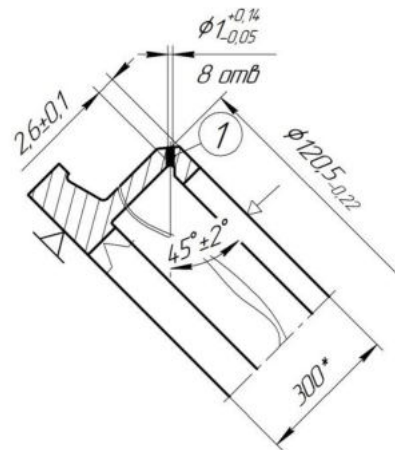


Рисунок 1.7 – Ескіз до операції 075

Свердлити отвір 34 $\varnothing 1_{-0,05}^{+0,14}$

Свердло спиральне $\varnothing 1$ 2300-0631 із швидкоріжучої сталі Р9К5 з циліндричним хвостовиком.

Глибина різання: $t=0,5$ мм

Довжина робочого ходу обчислюється за формулою (1.13):

$$L_{рез}=2,6 \text{ мм}$$

$$y=2 \text{ мм [5, стр.303]}$$

$$L_{рх} = 2,6 + 2 = 4,6 \text{ мм}$$

Подача визначається за формулою (1.14):

де $S_{0T}=0,04$ мм/об [5, табл.64, стр.267]

K_{SO} – поправочний коефіцієнт на подачу, визначається за формулою (1.15):

$$\text{де } K_{SI}=1,0;$$

$$K_{SЖ}=1,0;$$

$$K_{SI}=0,6;$$

$$K_{Sd}=1,0;$$

$$K_{SM}=0,75.$$

[5, табл.65, стр.267].

$$K_{S_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,45$$

$$S_0 = 0,04 \cdot 0,45 = 0,018 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата $S_0=0,056$ мм/об

Швидкість різання визначається за формулою (1.16):

де $v_T=10$ м/хв [5, табл.68, стр.271]

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання, визначається за формулою (1.17):

$$K_{VM}=1,1;$$

$$K_{VI}=1,0 ;$$

$$K_{Vd}=0,9;$$

$$K_{V0}=1,0;$$

$$K_{VT}=1,0;$$

$$K_{VI}=1,0.$$

[5, табл.69, стр.272].

$$K_V = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,99$$

$$v = 10 \cdot 0,99 = 9,9 \text{ м/ хв}$$

Частота обертання шпинделя визначимо за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot 9.9}{3,14 \cdot 1} = 3152 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо оберти за паспортом $n=3000$ хв⁻¹.

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата за формулою (1.19):

$$v = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 3000}{1000} = 9,42 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час для обробки отвору за формулою (1.20):

$$t_M = \frac{4,6}{0,056 \cdot 3000} = 0,027 \text{ хв}$$

Розраховуємо крутний момент за формулою [5]:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (1.29)$$

де коефіцієнт C_M та показники ступеня у формулі вибираємо за [5, табл.32, стр.281].

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,041 \cdot 1^{2,0} \cdot 0,056^{0,7} \cdot 1,42 = 0,077H \cdot m$$

K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [5, табл.9, стр.264], визначаємо за формулою (1.22):

$$K_P = \left[\frac{1200}{750} \right]^{0,75} = 1,42$$

Розраховуємо осьову силу різання визначаємо за формулою [6]:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.30)$$

де коефіцієнт C_p та показники ступеня у формулі вибираємо за [6, табл.32, стр.281].

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 1^{1.0} \cdot 0,056^{0.7} \cdot 1,42 = 269,9H$$

Розраховуємо потужність різання за формулою (1.23):

$$N = \frac{0,077 \cdot 3000}{9750} = 0,023 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

-

$$t_o = 0,027 \cdot 8 = 0,21 \text{ мин}$$

1.7 Технічне нормування механічних операцій

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу за формулою [8]:

$$T_{ш.к.} = T_{ш.п.} + \frac{T_{п.з}}{n} \quad (1.31)$$

де $T_{п.з}$ - підготовчо-заключний час, хв

n - кількість деталей у настроювальній партії, шт

$T_{ш.п.}$ - штучний час, час виготовлення однієї деталі.

Операція 045 Токарна

Машинний час роботи верстата: $T_m = 2,77$ хв.

Оперативно-допоміжний час обчислюємо за формулою (1.28):

$$T_g = 0,24 + 0,39 + 0,325 = 0,955 \text{ хв}$$

де $T_{уст} = 0,18 + 0,06 = 0,24$ хв [8, карта 10]

$T_{пер} = 0,13 + 0,13 + 0,13 = 0,39$ хв [8, табл. 1.13]

$T_{контр} = 0,1 + 0,075 \cdot 3 = 0,325$ хв [8, карта 76]

Штучний час за формулою (1.31):

$$T_{шт} = (2,77 + 0,955)(1 + (10/100)) = 4,09 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$T = 25$ хв [8, карта 10]

Штучно-калькуляційний час за формулою (1.32):

$$T_{шт.к} = 4,09 + \frac{25}{60} = 4,5 \text{ хв}$$

Операція 100 Фрезерна

Машинний час:

$T_0 = 35,2$ хв

Операційно-допоміжний час за формулою (1.29):

$$T_B = (0,18 + 0,26 + 0,426) \cdot 8 = 5,196 \text{ хв}$$

де $T_{уст} = 0,02 + 0,16 = 0,18$ хв, [8, карта 10]

$$T_{пер} = 0,03 + 0,2 + 0,03 = 0,26 \text{ хв}, [3, \text{табл.1.13}]$$

$$T_{контр} = 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,066 = 0,426 \text{ хв}, [8, \text{карта 76}]$$

Штучний час за формулою (1.30):

$$T_{шт} = (35,2 + 5,196)(1 + (10/100)) = 44,43 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T = 35 \text{ хв}, [8, \text{карта 10}]$$

Штучно-калькуляційний час за формулою (1.31):

$$T_{шт.к} = 44,43 + \frac{25}{60} = 44,84 \text{ хв}$$

Операція 075 Свердлильна

Машинний час:

$$T_M = 0,21 \text{ хв}$$

Оперативно-допоміжний час за формулою (1.29):

$$T_с = 0,34 + 0,491 + 0,12 = 0,971 \text{ хв}$$

де $T_{уст} = 0,06 \cdot 4 + 0,16 = 0,34$ хв, [8, карта 10]

$$T_{пер} = 0,13 + 0,13 + 0,077 \cdot 3 = 0,491 \text{ хв}, [3, \text{табл.1.13}]$$

$$T_{\text{контр}} = 0,12 \text{ хв, [8, карта 76]}$$

Штучний час за формулою (1.30):

$$T_{\text{шт}} = (0,21 + 0,971) \cdot (1 + (10/100)) = 1,29 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T = 28 \text{ хв [8, карта 10]}$$

Штучно-калькуляційний час за формулою (1.31):

$$T_{\text{шт.к}} = 1,29 + \frac{25}{60} = 1,7 \text{ хв}$$

Для інших операцій техпроцесу нормування проводиться аналогічно вищезгаданому розрахунку, і результати розрахунку зводимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 –Режими різання та норми часу

Номер та верстат операції	Номер переходу	Режими різання					Норми часу				
		глибини на різанні t , мм	кількість проходів i	подача S , мм/об	швидкість різання V , м/хв	частота обертання шпинделя n , об/хв	основний час t_o , хв	допоміжний час t_b , хв	штучний час $t_{шт}$, хв	штучно-калькуляційний час $t_{ш-к}$, хв	Підготовчо-заключний час $T_{пз}$, хв
015 Токарний	01		1	0,12	63,5	150	1,65	0,95	2,8	2,95	25
	02		1	0,12	63,5	150					
020 Плоскошлифувальний	01		1	0,01	11,4	975	5,01	0,69	15,0	15,62	30
	02		1	0,01	11,4	975					
025 Токарний	01		1	0,6	79	100	1,03	0,83	2,5	2,75	25
	02		1	0,6	70	100					
030 Безцентровошлифувальний SASL 125/1	01		1	0,001	17,53	150	0,96	0,95	2,01	2,2	25
045 Токарний з ЧПК Lynx-300M	01	2,5	1	0,06	54,4	150	2,77	0,95	4,09	4,5	25
	02	0,5	1	0,06	63	180					
050 Притірочна уст.	01		1	25	4,39	200	3,5	1,23	5,5	5,8	28
060 Внутришлифувальний 3A227П	01	0,24	1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,47	0,91	3,6	4,3	30
	02	0,25	1	0,003/ 0,6	20/70	3500/200					
065 Токарний 1K62	01		1	0,12	63,5	150	2,31	0,86	3,19	3,4	25
070 Токарний з ЧПК Lynx 500	01		1	0,15	22,6	180	5,1	2,33	7,8	8,5	25
	02		1	0,15	30	180					
	03		1	0,15	30	180					
075 Координатно-розточний КРС-380	01	0,5	1	0,056	9,42	3000	0,21	0,97	1,29	1,7	28
085 Токарний 1K62	01		1	0,12	60	150	0,65	0,63	4,85	5,0	25

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
090 Оброблюючий центр VX4	01		1	0,03	5	300	68,52	25,6	86,3	93,4	30
	02		1	0,03	5	300					
100 Фрезерний 672ПФ1	01		1	0,03	5	300	35,2	11,21	48,57	50,0	30
115 Доводочна установка	01		1	ручн			0,56	0,23	1,56	19,8	20
155 Доводочна установка	01		1	ручн			0,56	0,23	1,56	19,8	20
160 Внутришлифувальний ЗА227П	01		1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,6	0,33	4,85	5,0	25
165 Плоскошлифувальний ЗЛ741ВФ10	01	0,01	1	0,0004/ 0,02	25/11	980/30	0,04	0,97	1,29	1,65	25

1.8 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ, з використанням NX CAM

Розробка токарної операції

Розробимо керуючу програму на операцію 045 для верстата з ЧПК. На операції застосовується верстат токарний з ЧПК – Lynx-300M. На рис. 1.9 наведено операційний ескіз.

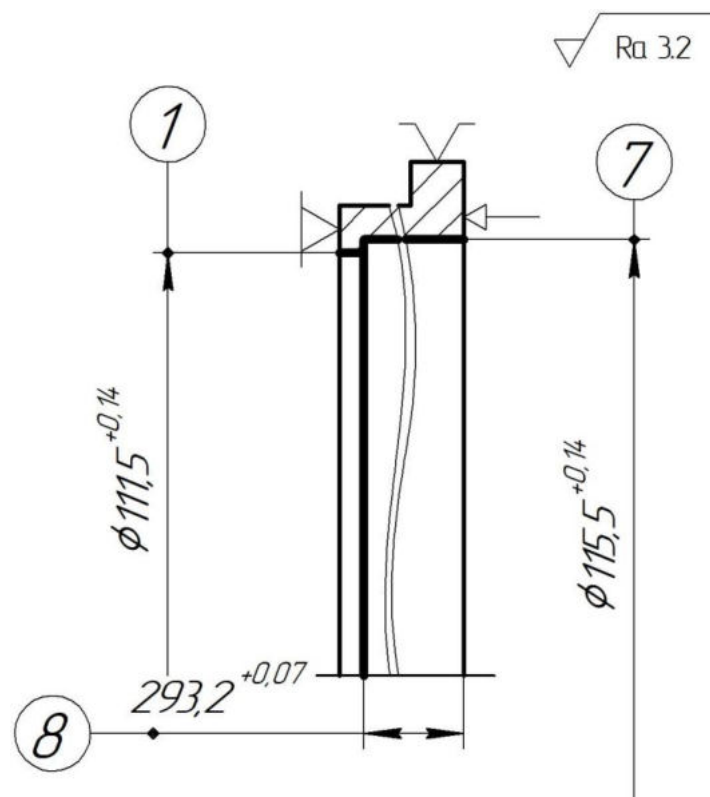


Рисунок 1.9 – Операційний ескіз

Попередньо створюємо 3D модель (рис. 1.10), що відповідає деталі і відповідно заготовці на операції, що розробляється.

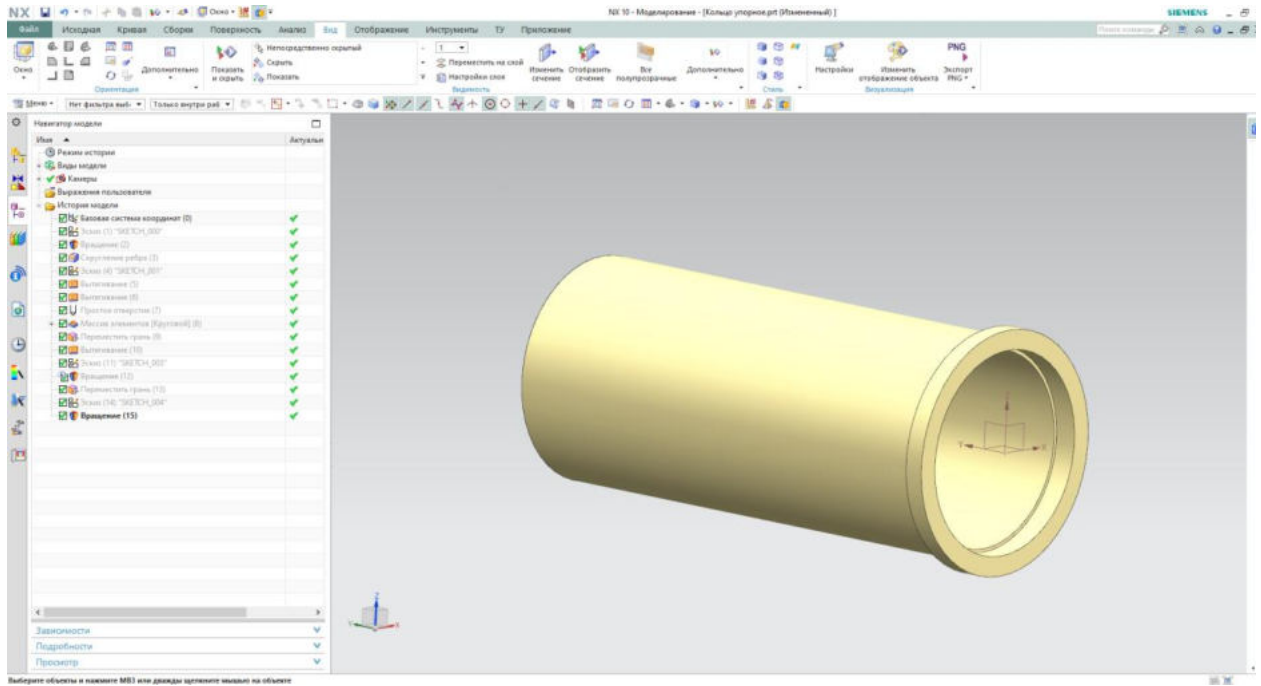


Рисунок 1.10– 3D-модель деталі

В геометричному об'єкті MSC_SPINDLE, задаємо систему координат деталі (рис. 1.10).

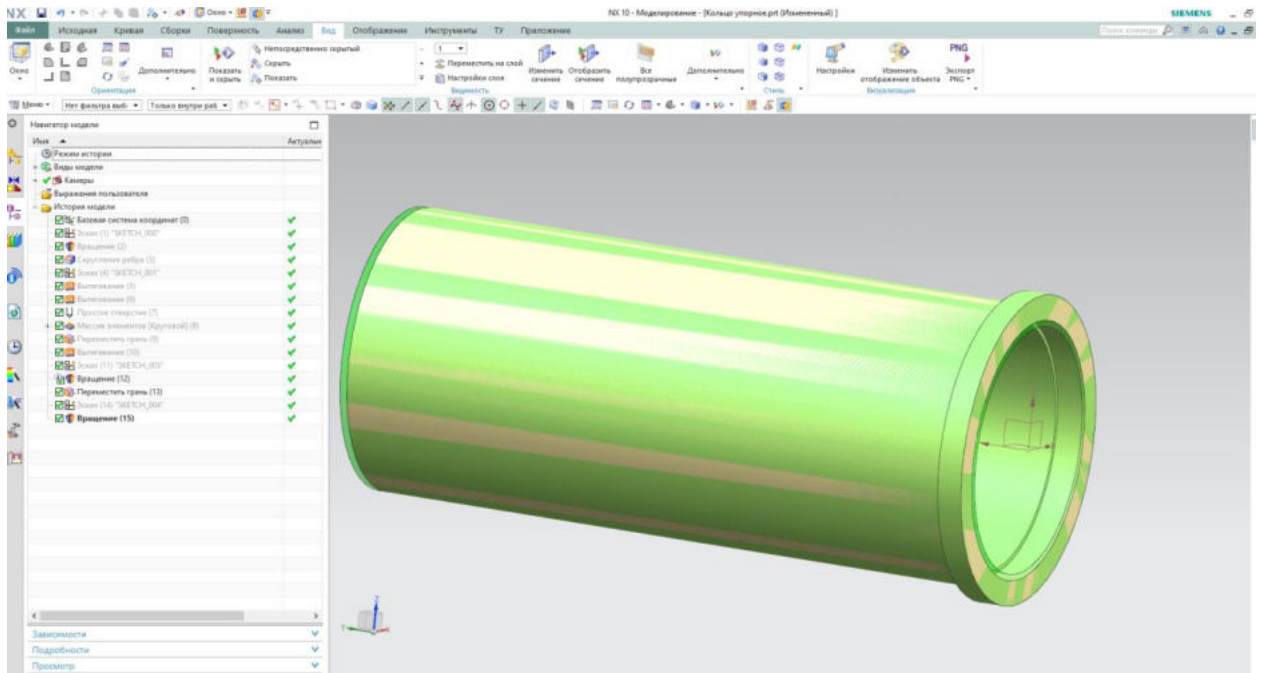


Рисунок 1.10 – Система координат деталі

В геометричній групі WORKPIECE задаємо деталь і заготовку (рис. 1.11).

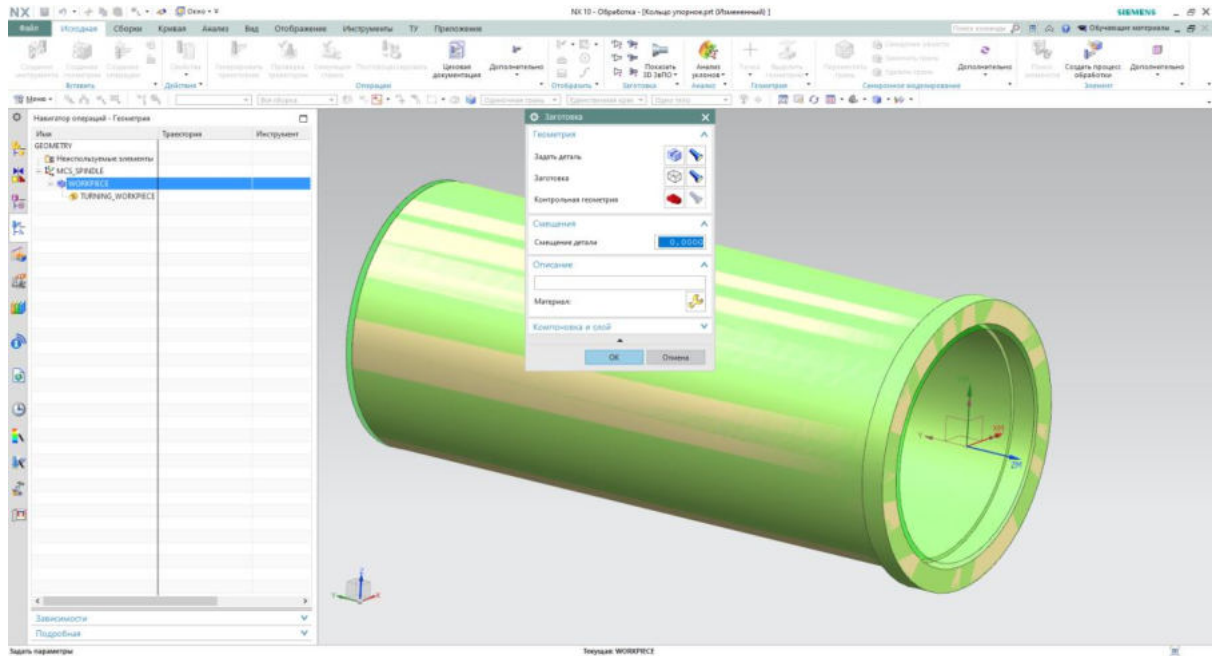


Рисунок 1.11 – Визначення деталі і заготовки

В наступному кроці задаємо інструмент – розточний різець (рис. 1.12).

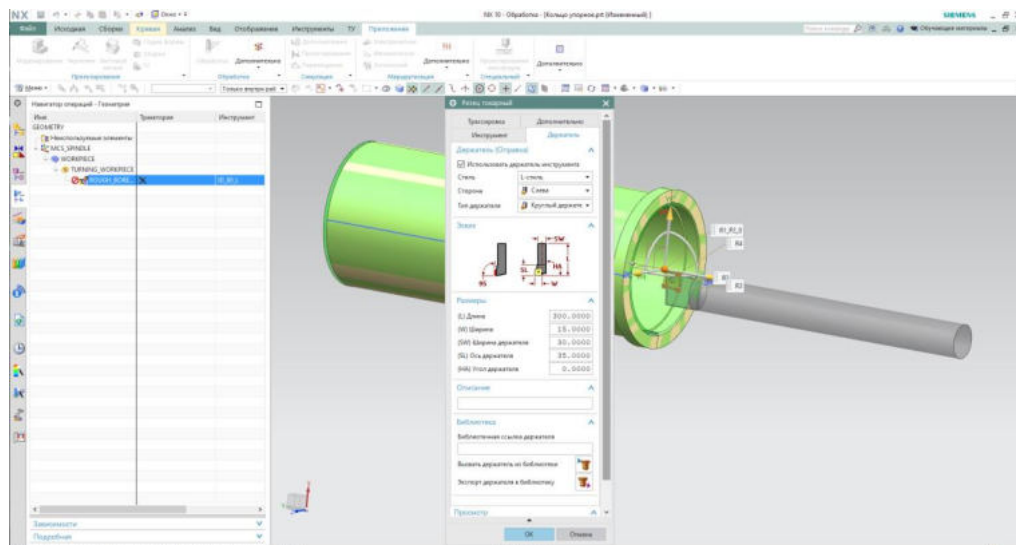


Рисунок 1.12 – Створення інструмента

Траєкторія руху інструмента наведена на рис.1.13

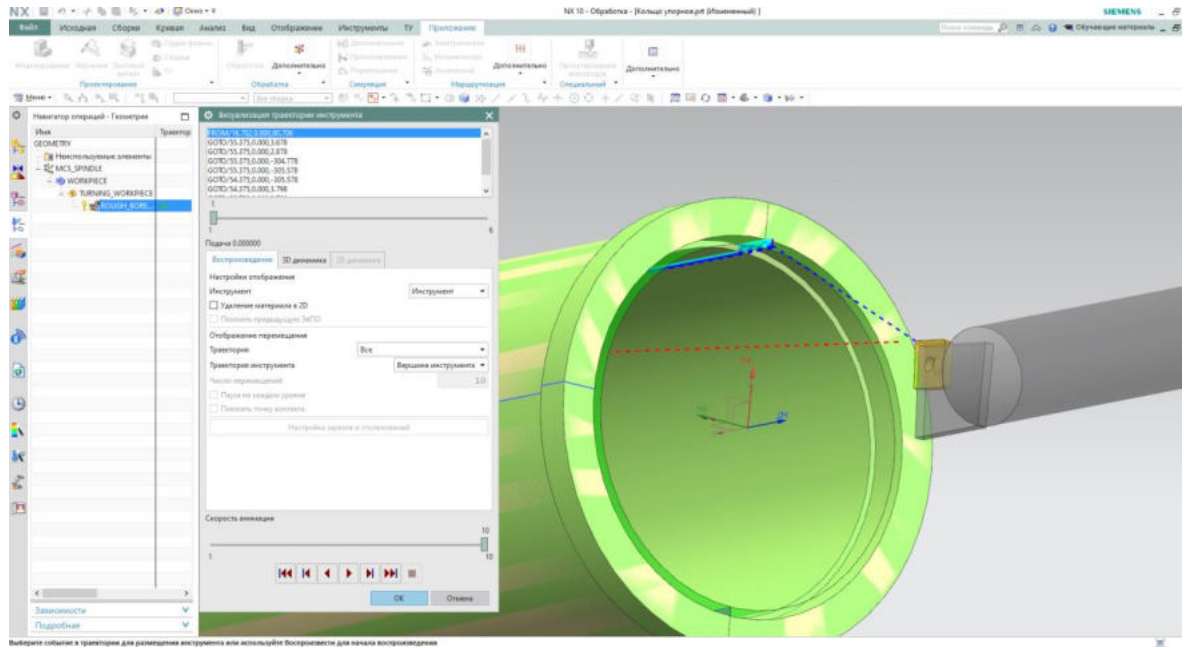


Рисунок 1.13 – Траєкторія руху інструмента

Робимо візуалізацію створеної обробки (рис. 1.14).

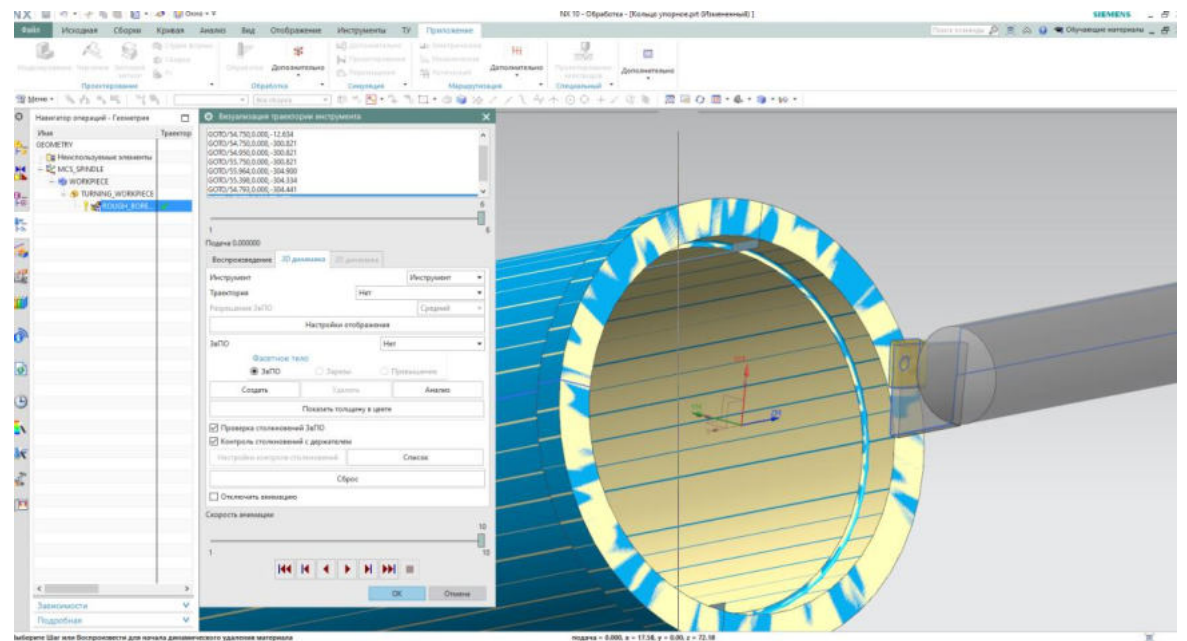


Рисунок 1.14 – Візуалізація обробки

Генеруємо керуючу програму (рис. 1.15).

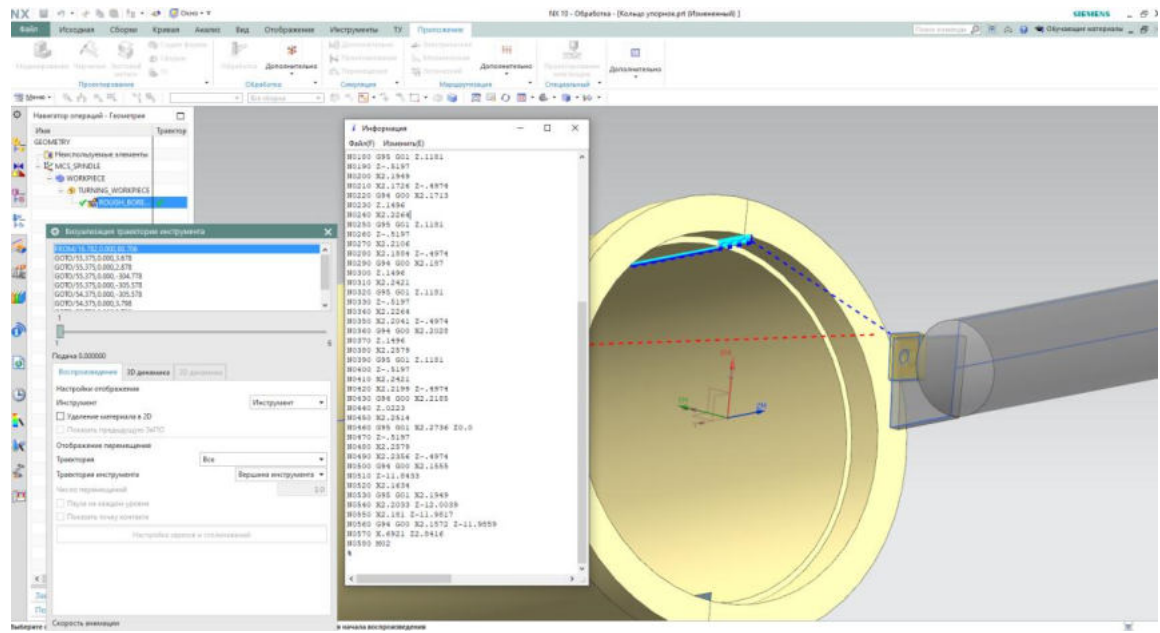


Рисунок 1.16 – Лістинг керуючої програми

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування верстатного пристрою

2.1.1 Опис конструкції верстатного пристрою

Діафрагмовий пневматичний пристрій призначений для швидкого закріплення Валу заднього компресору низького тиску при обробці його на токарному верстаті.

Застосування пристрою дозволяє скоротити допоміжний час на встановлення та закріплення деталі. Конструкцію пристосування наведено на листі НУЗП 291346.001.

Пристрій працює в такий спосіб. При подачі стисненого повітря в пневмоциліндр шток 4 переміщаючись вперед упирається в гайку 5 яка в свою чергу вкручена в діафрагму 3. При цьому діафрагма згинається, діаметр між кулачками збільшується для встановлення заготовки. Заготовка встановлюється в пристрій, базуючись на палець 12. При відключенні пристрою від джерела стисненого повітря діафрагма, під дією сил пружності, згинається у зворотному напрямку, звільняючи заготовку.

Діафрагма центрується в корпусі за допомогою штифта 8 і притискається до нього за допомогою притискного кільця 2 і болтів 11.

Для переналагодження пристосування на обробку інших деталей, в корпусі пристосування передбачені п'ять отворів, які дозволяють закріпити на ньому відповідне притискне кільце 2 і діафрагму 3.

У разі аварії в пневмережі, деталь можна витягти з пристрою за допомогою звинчування гайки 5 зі штока 4.

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Розрахункова схема верстатного пристосування наведено на рисунку 2.1.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Момент різання $M_{рез}$, що прагне повернути заготовку в кулачках патрона.

2. Діаметр поверхні основи заготівлі. $\varnothing_{бази} = 135,5$ мм;

3. Розміри патрону:

$B=200$ мм; $A=67,7$ мм; $l=60$ мм; $h=15$ мм;

4. Кількість кулачків $n=12$;

5. Допуск на діаметр заготовки $\delta=0,3$ мм;

6. Коефіцієнт тертя $f=0,15$;

7. Модуль пружності матеріалу $E=2,1 \cdot 10^5$ Мпа;

8. Коефіцієнт запасу міцності $R=1,5$;

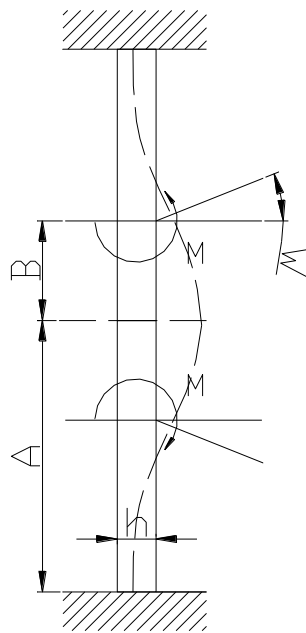


Рисунок 2.1 – Схема для розрахунку мембранного патрону

Визначаємо момент різання з умови найбільш навантаженого переходу в операції, тобто переходу на якому момент різання максимальний. Таким переходом є точення різцем №4, т.к. він обробляє поверхню діаметра 117,5 мм і має максимальну глибину різання $t=1$ мм

Сила різання визначається за такою формулою [14]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t \cdot S^{0.75} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

де $C_p = 200$;

$t = 1$ мм;

$S = 0.5$ мм/об;

$K_p = 0,89$.

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 0,89 = 12171,6 \text{ кГс.}$$

Момент різання визначається за формулою [14]:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot r \quad (2.2)$$

де r – радіус прикладення сили; $r = 67,7$ мм ;

$$M_{\text{різ}} = 121171,6 \cdot 6,77 = 82462,59 \text{ Н}\cdot\text{см.}$$

Визначаємо радіальну силу на одному кулачку за формулою [14]:

$$Q = \frac{R \cdot M_{\text{рез}}}{n \cdot f \cdot B} \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{1,5 \cdot 82462,6}{12 \cdot 0,15 \cdot 20} = 3435,9 \text{ Н}$$

Момент, що згинає мембрану, рівномірно розподілений по колу радіусом 200 мм, визначається за формулою [14]:

$$M = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot B} \quad (2.4)$$

$$M = \frac{3435,9 \cdot 12 \cdot 6}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} = 1969,6 \text{ Н}$$

Приймаємо товщину мембрани $h=15$ мм [14, стр. 104];

Визначаємо співвідношення A/B за формулою [14]:

$$m=A/B \quad (2.5)$$

$$m=6,77/20=0,34$$

Момент тертя можна представити у вигляді суми двох моментів: моменту, що виникає в мембрані $M1$ і моменту, що виникає в закладенні $M3$

$$M=M1+M3 \quad (2.6)$$

При $m=0,34$ - $M3=0.49 \cdot M$ [14, стр 104];

$$M3=0.49 \cdot 1969,6=964,81 \text{ Н}\cdot\text{см.}$$

Кут φ розтискання кулачків у радіанах для закріплення заготівлі найбільшого діаметра визначимо за формулою [14]:

$$\varphi = \frac{M3 \cdot B}{D \cdot (1 + \mu)} \quad (2.7)$$

$$\varphi = \frac{964.81 \cdot 20}{74175.8 \cdot 8 \cdot (1 + 0.3)} = 0.6$$

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)}$$

$$D = \frac{2.4 \cdot 10^5 \cdot 1.5^3}{12 \cdot (1 - 0.3^2)} = 74175.8 \text{ см}$$

Найбільший кут розжиму кулачків визначається за формулою:

$$\phi' = \phi + \phi_1 + \phi_2 \quad (2.8)$$

де ϕ_1 – кут розжиму кулачків, враховуючий допуск на діаметр заготовки;

ϕ_2 – кут розжиму, забезпечуючий зазор Δ для вільного закладання заготовки в кулачки патрону;

Приблизно:

$$\phi' \approx \phi + \delta / (2 \cdot l) + \Delta / (2 \cdot l) = 0.2 + 0.03 / (2 \cdot 6) + 0.003 / (2 \cdot 6) = 0.60275$$

де:

$$\Delta = 0.0008 \cdot B + 0.02 = 0.0008 \cdot 20 + 0.02 = 0.03 \text{ мм}$$

– зазор, забезпечуючий вільне вкладання заготовки в кулачки патрону;

Визначаємо осьове зусилля на штоці [14]:

$$P = - \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \phi'}{B \cdot \ln \frac{B}{A}} = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \phi'}{2.3 \cdot \lg \frac{A}{B}} \quad (2.9)$$

$$P = \frac{4 \cdot 3.14 \cdot 74175.8 \cdot 0.60275}{2.3 \cdot \lg \frac{6.77}{20}} = 59530 \text{ Н}$$

Перевіряємо напругу в мембрані при осьовій силі P за формулою:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1 + \mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{A}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot A^2} \right) \quad (2.10)$$

де r_0 – радіус контакту штоку з мембраною, $r_0 = 17,6$ мм ;

$\sigma_2 < E$ – напруга, виникаюча в мембрані, менше межі пружності матеріалу мембрани.

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 71819 \cdot (1 + 0.3)}{2 \cdot 3.14 \cdot 1.5^2} \cdot \left(\ln \frac{6,77}{1,76} + \frac{1,76^2}{4 \cdot 6,77^2} \right) = 23003 \text{ МПа}$$

Розрахунок верстатного пристрою на точність

Вихідні дані:

- допуск на оброблювану поверхню $T_{\text{обр}} = 0.6$ мм;
- максимальне биття базової поверхні $\delta_{\text{баз}} = 0.5$ мм;
- биття кулачків мембрани $\delta_{\text{кул}} = 0.06$ мм;

При обробці деталі у пристосуванні повинна дотримуватися умова точності:

$$T_{\text{обр}} \geq \sum e_i$$

де:

$$\sum e_i = e_{\text{УСТ}} + e_{\text{ПРИСП}} + e_{\text{НАСТР}} \quad (2.11)$$

$$\sum e_i = 0.503 + 0.036 + 0.037 = 0.576 \text{ мм}$$

Визначаємо компоненти похибки пристосування

$e_{\text{УСТ}}$ – похибка установки, визначається за формулою [13]:

$$e_{\text{УСТ}} = \sqrt{e_{\text{БАЗ}}^2 + e_{\text{ЗАК}}^2} \quad (2.12)$$

$$e_{\text{УСТ}} = \sqrt{0.5^2 + 0.06^2} = 0.503 \text{ мм}$$

де $e_{\text{баз}}$ – похибка базування на палець, $e_{\text{баз}} = 0.5$ мм;

$\epsilon_{\text{зак}}$ – похибка закріплення, $\epsilon_{\text{зак}} = 0.06$ мм;

$\epsilon_{\text{ПРИСТ}}$ – похибка пристосування

$$\epsilon_{\text{ПРИСТ}} = \Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3 \quad (2.13)$$

$$\epsilon_{\text{ПРИСТ}} = 0.03 + 0.2 + 0.02 = 0.29 \text{ мм};$$

де $\Delta 1$ – частина похибки обробки, що визначається неточністю установки настановних елементів пристосування, тобто. величиною допуску на їх виготовлення, $\Delta 1 = 0.03$ мм [13];

$\Delta 2$ – частина похибки установки, викликана допустимим зносом настановних елементів пристосування, визначається за формулою [13]:

$$\Delta 2 = C \cdot \sqrt{N} \quad (2.14)$$

$$\Delta 2 = 0.2 \cdot \sqrt{1} = 0.2 \text{ мм}$$

де C - для плоских опор, $C = 0.2$;

N – кількість опорних точок що знаходяться в контакті із заготівлею;

$\Delta 3$ – частина похибки обробки, спричинена неточністю установки пристосування на верстаті. Для токарного верстата ця величина визначається максимальним биттям пристосування щодо шпинделя верстата, $\Delta 3 = 0.02$ мм;

$\epsilon_{\text{НАСТР}}$ – похибка, що виникає в процесі налаштування пристосування на розмір обробки, визначається за формулою:

$$\epsilon_{\text{НАСТР}} = \Delta 4 + \Delta 5 + \Delta 6 \quad (2.15)$$

$$\epsilon_{\text{НАСТР}} = 0.025 + 0.006 + 0.005 = 0.036 \text{ мм}$$

де $\Delta 4$ – допуск виготовлення габариту. Для пристроїв нормальної точності $T_H = 0.05$ мм

$$\Delta 4 = \pm \frac{T_H}{2} \quad (2.16)$$

$$\Delta 4 = \frac{0.05}{2} = 0.025 \text{ мм}$$

$\Delta 5$ – допуск на виготовлення щупа. Для щупу товщиною 3 мм, відповідно до відхилення посадки $h6$ допуск $\Delta 5=0.006$ мм

$\Delta 6$ – похибка, викликана неточністю налаштування ріжучого інструменту при підведенні його до щупа, $\Delta 6=0.005$ мм

$\epsilon_{\text{ОБР}}$ – похибка, що виникає безпосередньо в процесі обробки деталі на верстаті, визначається за формулою:

$$\epsilon_{\text{ОБР}}=\Delta 7+\Delta 8+\Delta 9+\Delta 10 \quad (2.17)$$

$$\epsilon_{\text{ОБР}}=0,002+0,0015+0,01+0,023=0,037 \text{ мм}$$

де $\Delta 7$ – частина похибки, спричинена геометричною неточністю верстата. При довжині обробки 51 мм $\Delta 7=0.002$ мм

$\Delta 8$ – похибка обробки, викликана неточністю виготовлення ріжучого інструменту в межах свого допуску. Допуск на виготовлення різального інструменту для верстатів з ЧПК складає 0.0015 мм

$\Delta 9$ – частина похибки, викликана допустимим зносом ріжучого інструменту, $\Delta 9=0.01$ мм

$\Delta 10$ – частина похибки, спричинена пружним та температурним відтисканням системи СНІД, $\Delta 10=0,023$ мм

Перевіряємо умову точності обробки:

$$0,6 \text{ мм} > 0,576 \text{ мм}$$

Умова точності виконується, отже, пристосування може бути застосоване для цієї операції.

2.2 Проектування контрольного пристрою

2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування

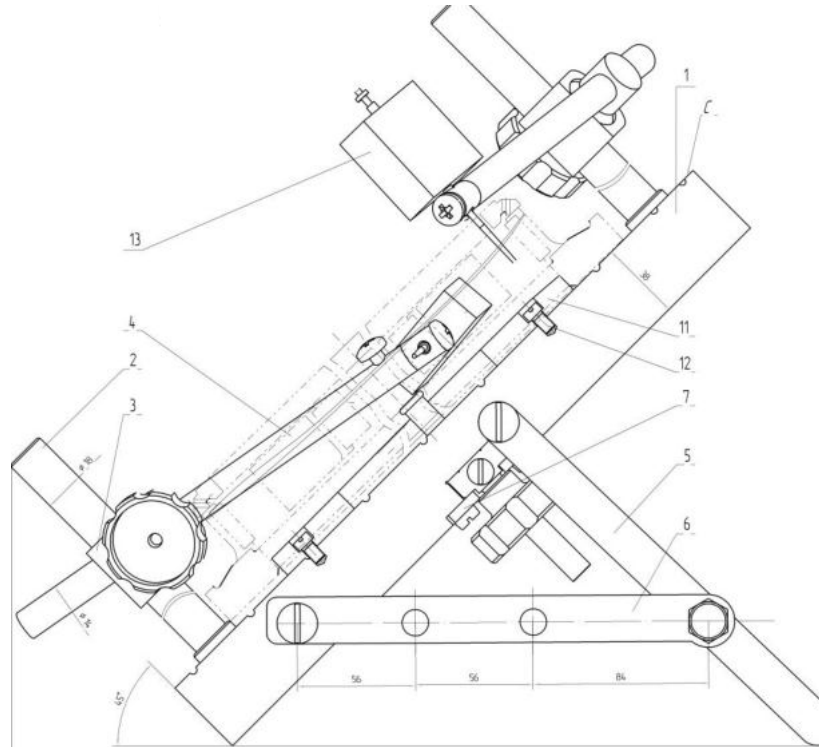


Рисунок 2.1 – Схема контрольного пристосування

Пристрій (рис.2.1) складається з похилої плити та стійок з датчиками. Кут нахилу плити може змінюватися за допомогою рухомих ніжок та отворів у планках. Датчики встановлені на рухомих штангах, які у свою чергу кріпляться до стояків хомутами.

На плиті встановлені ролики зі змінною висотою і міжцентровим відстанню, що змінюється за допомогою затискного механізму.

Процедура налаштування та контролю

Так як прилад призначений для контролю биття поверхонь, що в даному випадку є відносним вимірюванням, процедура налаштування пристосування виконується безпосередньо на деталі.

Так як маточина виступає відносного базового торця, то деталь базується на кільце базовим торцем і притискається до кільця базовим діаметром. Потім кільце з деталлю встановлюється внутрішнім діаметром і притискається до роликів вручну. Для перевірки биття датчики підводяться до поверхні, що перевіряється. Після цього виконується налаштування датчика таким чином, щоб при упорі штока поверхню деталі загорявся сигнал «ПРИДАТНО» на вимірювальному перетворювачі.

При контролі биття деталь одночасно притискається до роликів і обертається навколо осі. При цьому під час кожного повороту знімаються показання на вимірювальному перетворювачі «ПРИДАТНО» або «БРАК» відповідно.

2.3 Розрахунок на міцність деталі

Запас міцності враховує розкид механічних властивостей матеріалів, призначених для відповідних деталей, залежить від ступеня відповідальності конструкції та умов її експлуатації.

Розбивка на сітку елемента вказано на рис. 2.2.

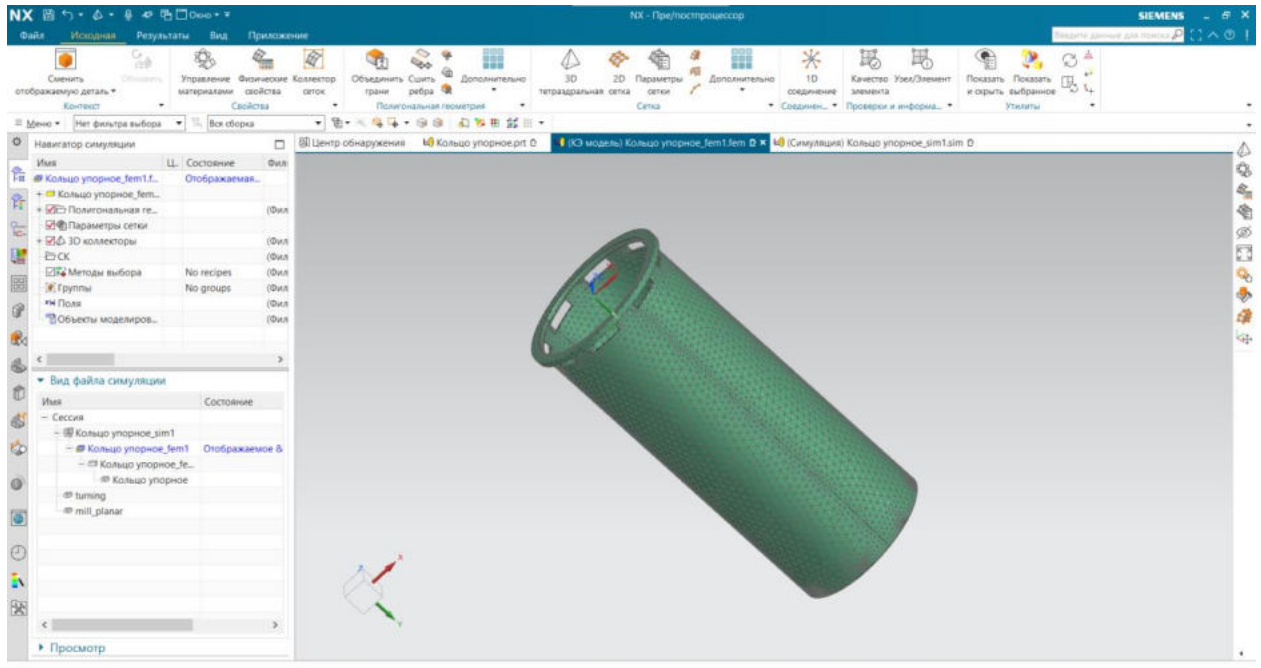


Рисунок 2.2 – Розбивка на сітку

Тип сполучення заділу наведено на рис. 2.3.

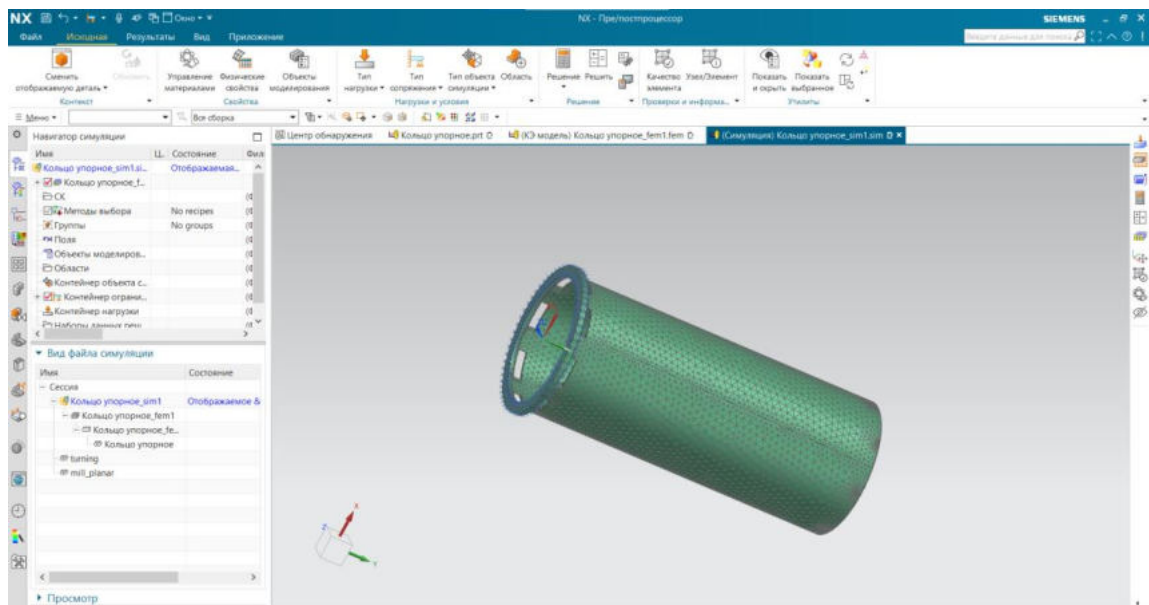


Рисунок 2.3 - Заділ

Тип навантаження -сила 100N на цю частину представлено на рис. 2.4.

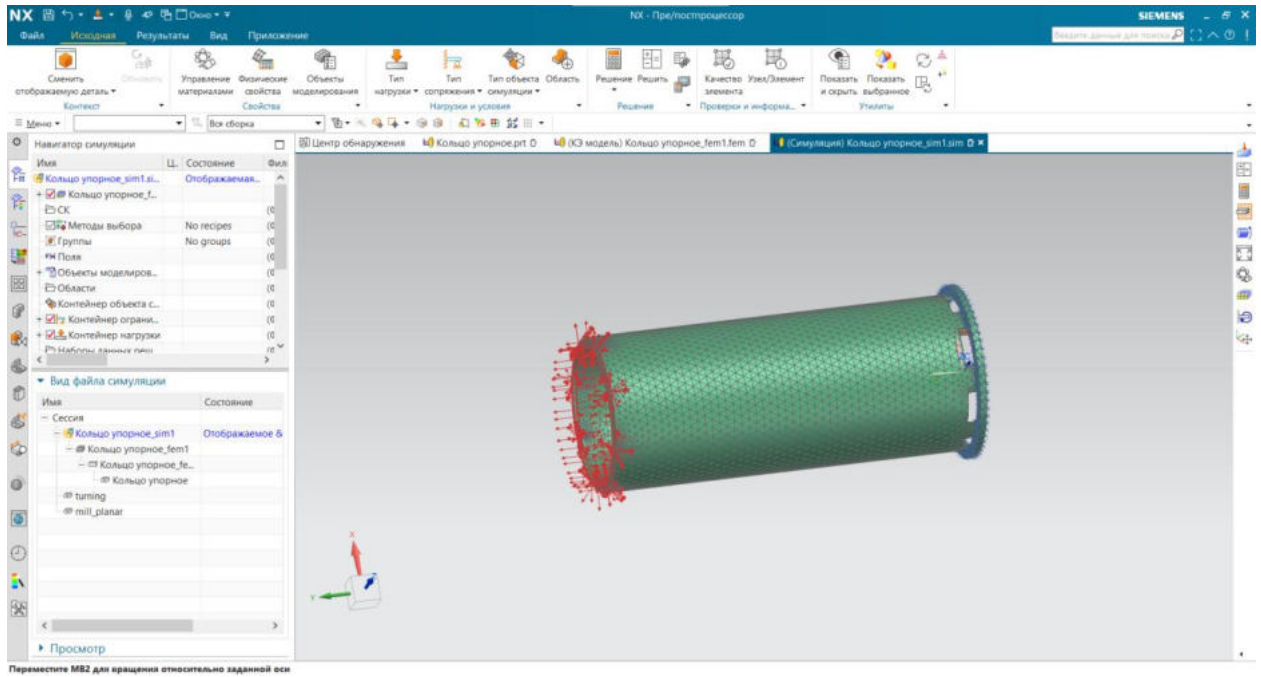


Рисунок 2.4 – Навантаження

Рішення наведено на рис. 2.5.

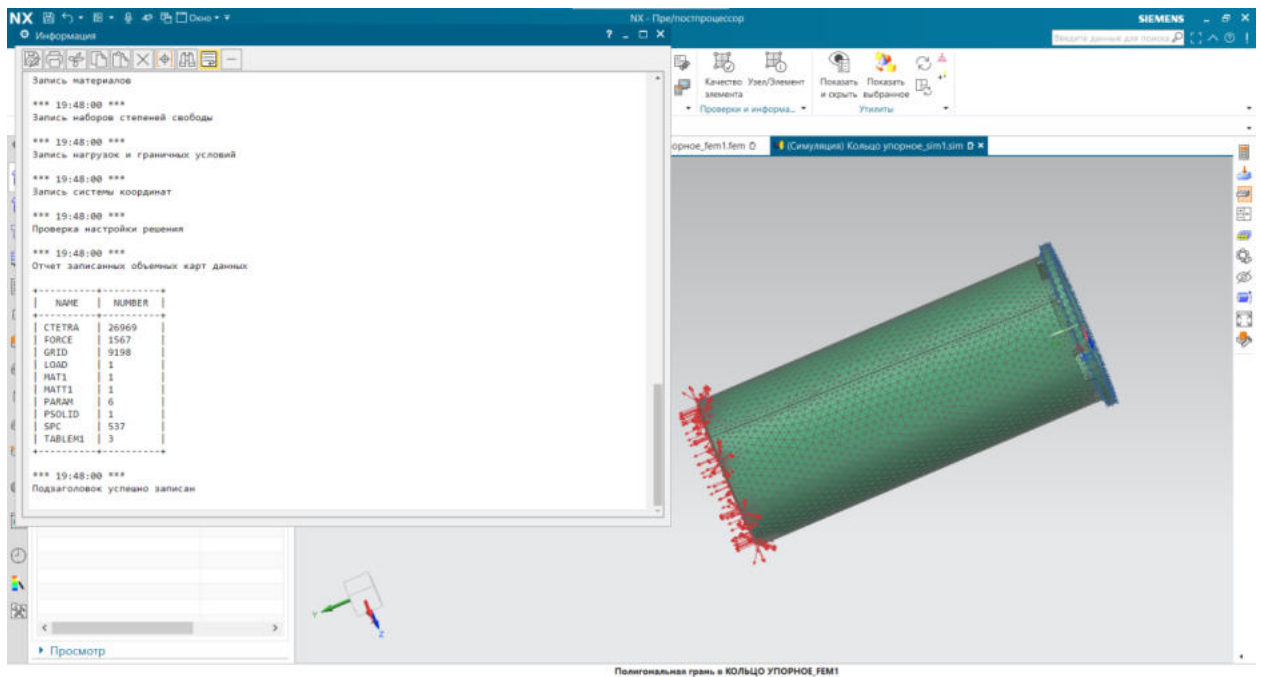


Рисунок 2.5 – Рішення

Результат представлено на рис. 2.6

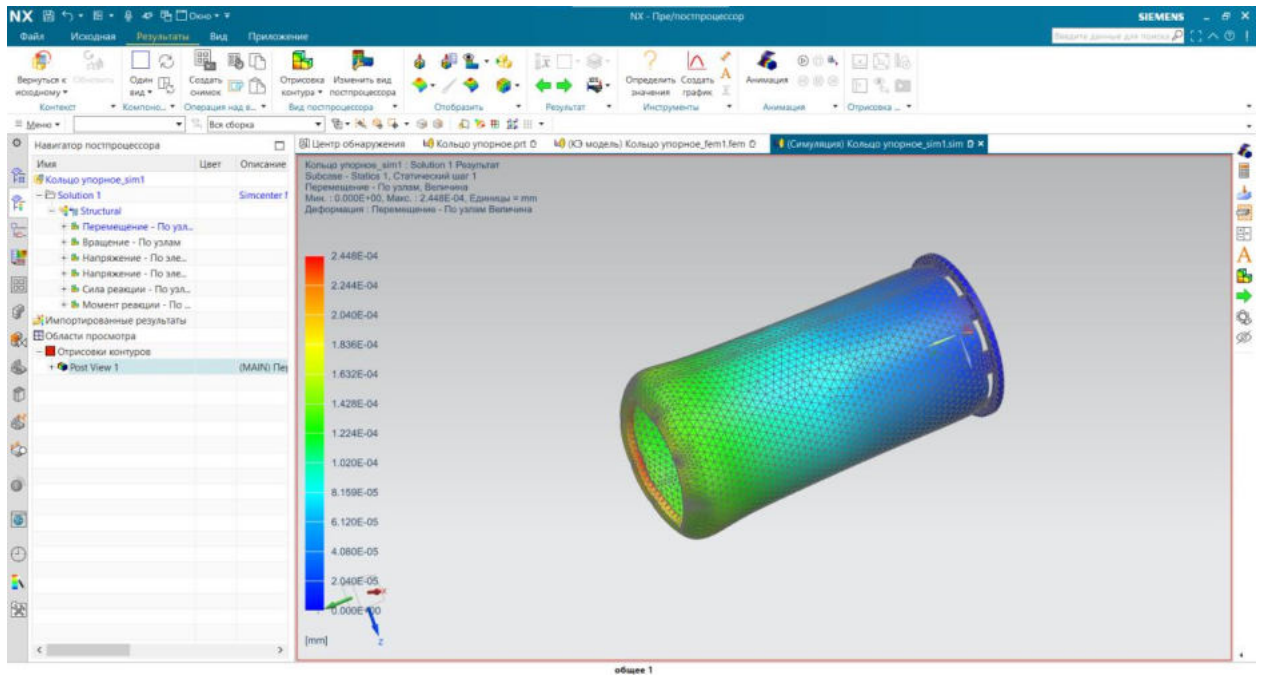
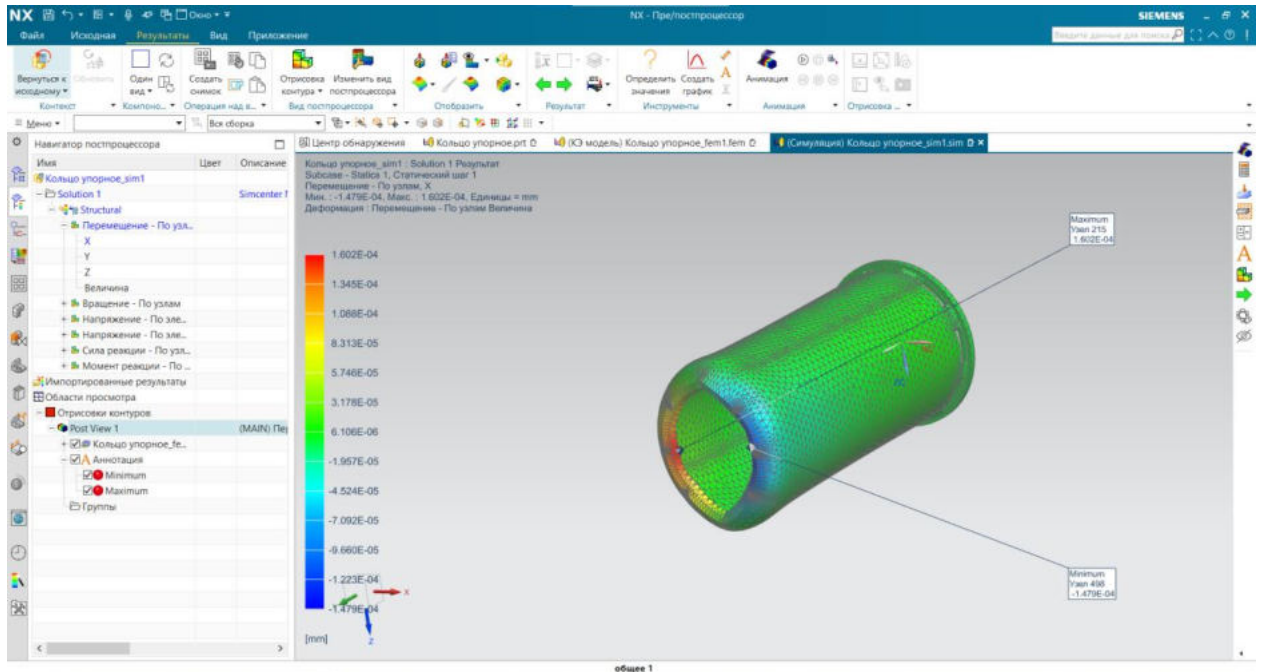
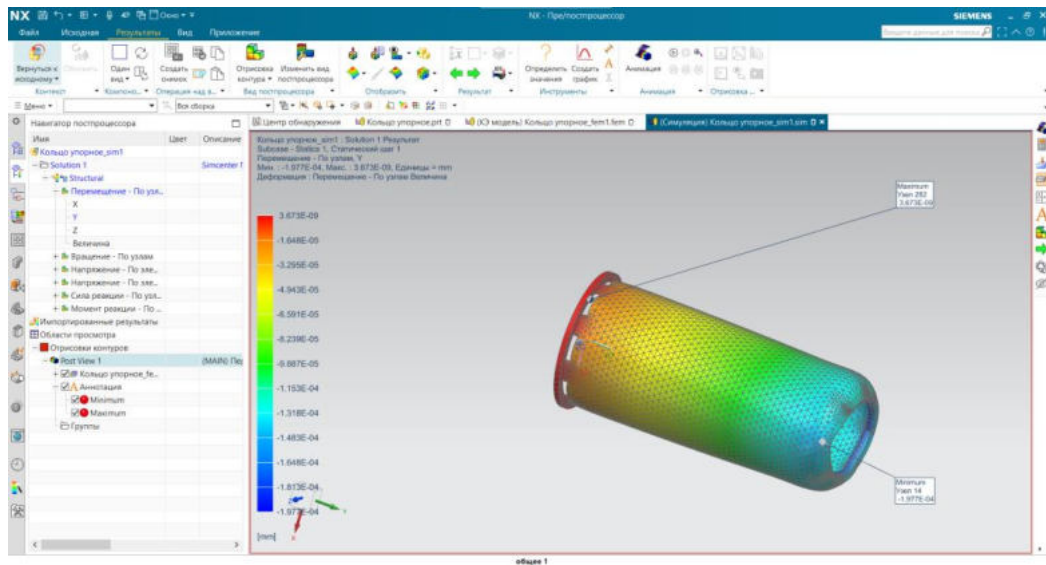


Рисунок 2.6 - Результат

Переміщення по вузлах: по X рис. 2.7.



Перемещения по Y наведено на рис. 2.8.



3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Режим роботи цеху

На машинобудівному заводі найбільш поширеним є 2-х змінний режим роботи при 5-ти денному робочому тижні. Виходячи із встановленої законом тривалості робочого тижня – 40 годин, тривалість робочої зміни становить 8 годин.

$$F_{ном} = 3972_{год}$$

Ефективний річний фонд роботи обладнання визначається за формулою:

$$F_{д} = F_{ном} \cdot (1 - 0,01K_{п}) \quad (3.1)$$

$$F_{д} = 3972 \cdot (1 - 0,01 \cdot 5) = 3770_{год}$$

де $K_{п}$ – коефіцієнт втрат часу на ремонт обладнання, $K_{п} = 5$.

Розрахунок кількості обладнання на ділянках механічного цеху

Слід врахувати, що наведений середній коефіцієнт завантаження обладнання ділянок механічних цехів при серійному типі виробництва ($K_{з.о.ср.} = 0,7 \dots 0,85$), передбачає завантаження верстатів кількома деталями. У проекті докладно розробляється технологічний процес на 1 деталь, отже ділянку необхідно довантажити додатковими типовими деталями:

1 – Вал заднього компресора низького тиску, $N = 5000$ шт;

2 – Вал - шестерня, $N = 5000$ шт;

3 – Перехідник ГП, $N = 5000$ шт;

У цеху проектуємо три ділянки механічної обробки деталей двигунів.

Для остаточного встановлення типу та форми організації виробництва необхідно розрахувати необхідну кількість верстатів для I ділянки, визначити

коефіцієнти завантаження обладнання та середній коефіцієнт завантаження ділянки.

Розрахунок кількості верстатів робимо за формулою:

$$C_{pi} = \frac{t_{ш-к.i} \cdot N}{F_d \cdot 60} \quad (3.2)$$

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

N – річна програма випуску, шт;

Коефіцієнт завантаження обладнання визначаємо за формулою:

$$K_{з.о.i} = \frac{C_{p.i}}{C_{п.i}} \quad (3.3)$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання ділянки визначаємо за формулою:

$$\bar{K}_{з.о.} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n} \quad (3.4)$$

Враховуючи мале завантаження обладнання, довантажуюмо верстати однотипними деталями.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Кількість верстатів та коефіцієнт завантаження обладнання

№ оп.	Найменування операції	Модель верстата	T _{шт.к.} хв	C _р , шт	K _з	T _{шт.к.} дозав ант, хв	C _р П/ дозав, шт	C _{пр} , шт	K _з
015	Токарна	1К62	2,95	0,064	0,064	50,00	1,16	2	0,58
020	Шлифувальна	3Л741ВФ 10	15,62	0,34	0,34	30,00	1,00	1	1,00
025	Токарна	1К62	2,75	0,06	0,06	30,00	0,72	1	0,72
030	Шлифувальна	SASL 125/1	2,2	0,048	0,048	30,00	0,7	1	0,7
045	Токарна	Лунх- 300М	4,5	0,1	0,1	30,00	0,76	1	0,76
050	Притирочна	Установк	5,8	0,12	0,12	30,00	0,78	1	0,78
060	Шлифувальна	3А227П	4,3	0,1	0,1	30,00	0,75	1	0,75
065	Токарна	1К62	3,4	0,074	0,074	30,00	0,73	1	0,73
070	Токарна з ЧПК	Лунх- 300М	8,5	0,18	0,18	30,00	0,84	1	0,84
075	Свердлильна	КРС-380	1,7	0,03	0,03	30,00	0,69	1	0,69
085	Токарна	1К62	5,0	0,1	0,1	30,00	0,77	1	0,77
090	Комплексна з ЧПК	VX-4	93,4	2,05	0,68	30,00	2,71	3	0,9
100	Фрезерна	672ПФ1	50,0	1,09	0,54	30,00	1,75	2	0,88
160	Шлифувальна	3А227П	5,0	0,1	0,1	30,00	0,77	1	0,77
165	Шлифувальна	3Л741ВФ 10	1,65	0,03	0,03	30,00	0,7	1	0,7
	Ітого:		206,7	5,346	0,26	470,0	14,83	19	0,78

$$K_{з.ср.} = 14,83 / 19 = 0,78$$

Для ділянок II та III округляємо кількість верстатів з урахуванням середнього коефіцієнта завантаження, взятого за деталями докладної технології.

Можливість багатостатного обслуговування:

$$t_o \geq t_{всн} + t_{пер} \quad (3.5)$$

Ця умова виконується для:

$$\text{Оп.070 } 5,1 > 2,33 + 0,15$$

$$\text{Оп.090 } 68,52 > 25,6 + 0,15$$

Кількість верстатів, які може обслужити один робітник у попередньо прийнятій зоні обслуговування, розраховується за формулою:

$$m_s = \frac{t_{o \max}}{t_{всн} + t_{пер}} \quad (3.6)$$

де $t_{o \max}$ – максимальний оперативний час на верстатах, намічених до об'єднання у зону обслуговування;

$t_{об}$ – час обслуговування робітником-оператором верстата – час, що витрачається робітником на встановлення, закріплення та зняття заготовки, керування верстатом, контроль якості обробки та інші ручні та машинно-ручні прийоми;

$t_{пер}$ – час, що витрачається на перехід від верстата до верстата.

$$\text{Оп.70 } m_s = \frac{5,1}{2,33 + 0,15} = 2,05$$

$$\text{Оп.90 } m_s = \frac{68,52}{25,6 + 0,15} = 2,66$$

Визначення чисельності робітників

При розрахунку чисельності виробничих робітників слід врахувати можливість багатостатного обслуговування.

Ідеальна умова багатостатного обслуговування:

$$t_{\text{омаx}} \geq \Sigma t_{\text{всп}} + \Sigma t_{\text{пер}}. \quad (3.7)$$

Враховуючи кількість обладнання та умови $t_{\text{омаx}} \geq \Sigma t_{\text{всп}} + \Sigma t_{\text{пер}}$, яке виконується для оп.30, 35 - дані 2 верстата обслуговує 1 людина.

Планування обладнання та робочих місць на ділянці

Визначення необхідної площі для технологічної лінії

Приймаю довжину ділянки 72 м

Площа ділянок:

- Ділянка №1 - $F=2172\text{м}^2$

- Ділянка №2 - $F=1728\text{м}^2$

- Ділянка №3 - $F=1284\text{м}^2$

Сітку колон вибираю 24x12м;

Колони 600x400 мм.

Виробнича площа змінно-потоквої лінії визначимо за формулою:

$$S=a \cdot b \quad (3.8)$$

де а- довжина лінії;

в- ширина лінії.

$$S=72 \cdot 24=1728 \text{ м}^2;$$

4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Для підвищення продуктивності технологічного процесу виготовлення деталі «Вал заднього компресора низького тиску» дуже важливу роль відіграє заміна старого присосування на нове прогресивне. Тому в даному розділі розрахуємо економічну ефективність від впровадження Діафрагменного пневмо пристрою на токарних операціях замість 3х кулачкового патрону.

Розрахунок економічної ефективності використання пристосувань має за основу порівняння затрат та економії, які виникають при його використанні відносно річного періоду. Затрати включають в себе амортизацію пристосувань та витрати на його утримання та експлуатацію. Економія досягається за рахунок зниження трудомісткості виготовлення деталей.

Пристосування вважається рентабельним, якщо річна економія, отримана від його застосування, більше пов'язаних з ним річних витрат.

Собівартість S_a використання нового (модернізованого) пристосування розраховують за формулою [15]:

$$S_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.1)$$

Собівартість використання S_b при використанні старого пристрою розраховують за формулою [15]:

$$S_b = Z_b \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.2)$$

де Z_a , Z_b - заробітна плата робітника за одну деталь відповідно для нового та старого пристосування, грн;

H - цехові накладні витрати у % до заробітної плати; $H=200\%$

S_a, S_b - витрати на виготовлення відповідно нового та старого пристосувань, грн;

$S_a=17300$ грн; $S_b=14200$ грн

P - річна програма випуску деталей, $P=5000$ шт;

A - строк амортизації пристосування в роках, $A=3$ роки;

q - витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, регулювання, зберігання) $=20\%$ від їх вартості.

Для підрахування заробітної плати робітника використовуємо формулу [15]:

$$Z = t_{\text{шт}} \cdot Z_{\text{хв}} \quad (4.3)$$

де $t_{\text{шт}}$ - штучно-калькуляційний час;

$Z_{\text{хв}}$ - хвилинна ставка робітника, грн

$$Z_a = 4,09 \cdot 2,2 = 8,99 \text{ грн}$$

$$Z_b = 6,15 \cdot 2,2 = 13,53 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість S_a використання нового (модернізованого) пристосування за формулою (4.1):

$$S_a = 8,99 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{17300}{5000} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{3460}{100}\right) = 147,82 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість використання C_b при використанні старого пристрою за формулою (4.2):

$$C_b = 13,53 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{14200}{5000} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{2840}{100}\right) = 124,09 \text{ грн}$$

Собівартість залежить в основному від річної програми випуску деталей. Програма випуску Π_k - програма при якій обидва порівнюваних варіанти пристосувань економічно рівноцінні [15]:

$$\Pi_k = \frac{(S_a - S_b) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)}{(Z_b - Z_a) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)} \quad (4.4)$$

$$\Pi_k = \frac{(17300 - 14200) \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{3460}{100}\right)}{(147,82 - 124,09) \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right)} = 1521 \text{ шт}$$

Висновок:

Завдана річна програма $\Pi > \Pi_k$ - вигідно застосовувати більш складне пристосування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Заходи по забезпеченню безпеки

Організаційні заходи проводяться щодо навчання з надання первинної медичної допомоги при пораненні працівника згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». [16]

Джерела шуму та вібрації присутні у більшості промислових зон, місце розташування верстата не виключення. Заходами для захисту чи зменшенню шуму та вібрацій можна вважати: - використання малOSHумних чи розподілення операцій технологічних процесів так щоб не було скупчення джерела шуму, норми з частотою шуму регламентується згідно «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99», виробничі вібрації (згідно ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» та ДСТУ EN 14253-2018 «Вібрація механічна, вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова». Надання працівникам засоби індивідуального захисту від шуму на робочому місці згідно ГОСТ 12.4.051-78 «Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови». При рівнях шуму більше 120 дБ, лише шлемофон який герметично закриває вухо дає ефект.[16]

Освітлення робочих зон повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення». Робоче місце повинне мати вікна та вікна верхнього світла які повинні бути сконструйованні з подальшою можливістю їх очищення без загрози життю працівників. Надмірне сонячне світло не повинно заважати роботі, тому вікна мають бути обладненні перегородками. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися при настанні сутінків. [16]

Головним штучним освітленням в цеху є лампи розжарювання (газонаповнені (Г), вакуумні (В), газонаповнені біоспіральні (Б)), світлова віддача яких є 10-15 лм/Вт.

Ергономіка робочого місця повинна відповідати ДСТУ 7950:2015 «Дизайн та ергономіка. Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги» від 01.09.2016 р. [16]

ВИСНОВКИ

У ході написання дипломного проекту розроблено та оформлено документацію на технологічний процес виготовлення Валу заднього компресору низького тиску.

Вибрано та обґрунтовано спосіб отримання заготовки та маршрут виготовлення валу. Розраховані припуски на механічну обробку та підібрані оптимальні режими різання та норми часу.

Виконано проектування та розрахунок робочого та контрольного пристосувань. Внесено істотні зміни в конструкції існуючих пристроїв спрямовані на механізацію та автоматизацію пристроїв, які знижують витрати часу.

Визначені сили і засоби, які залучаються для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

Економічно обґрунтовано ухвалені рішення. Для підвищення продуктивності технологічного процесу виготовлення деталі «Вал заднього компресора низького тиску» дуже важливу роль відіграє заміна старого обладнання на нове прогресивне. Тому в даному розділі розраховали економічну ефективність від впровадження мембранного пристосування з пневмоприводом.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування»/ Укл. Гончар Н.В., Дядя С.І. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021 – 44 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок для студентів спеціальностей: 8.090101 Прикладне матеріалознавство; 8.090202 Технологія машинобудування; 8.090203 Металорізальні верстати та системи; 7.090260 Технологія будівництва авіаційних двигунів, денної форми навчання/ Укл. В.М. Плескач, І.В. Акімов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. - 82 с.
3. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.1,-М.:Машиностроение.1985; 656с., ил.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. "Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении". Справочник технолога.-М.:Машиностроение, 1976.-288с., ил.
5. Баранчиков В.С. "Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания",-М.:Машиностроение, 1978.-356с.
6. "Режимы резания металлов" Справочник под ред. Барановского Ю.В. - М.:Машиностроение, 1972.-408с., ил.
7. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.2,-М.:Машиностроение.1985; 496с., ил.
8. Стружестрах Е.И. "Справочник нормировщика машиностроителя", т II-М.:Машиностроение,1961.-892с., ил.
9. Руденко П.А. и др. "Проектирование и производство заготовок в машиностроении"-.К.: Вища школа., 1991.-247с., ил.

10. "Обработка металлов резанием: Справочник технолога" / А.А. Панов, В.В. Аникин. Н.Г. Бойм и др. под общ.ред. А.А. Панова.- М.:Машиностроение.1988.-736с.: ил.
11. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.1,-М.:Машиностроение,1979,-728с., ил.
12. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.2,-М.:Машиностроение,1979,-559с., ил.
13. Богуслаев В.А., Цыпак В.И., Яценко В.К. Основы технологии машиностроения. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. – Запорожье, издательство ОАО «Мотор Сич» - 2003 г. – 336 с.
14. Богуслаев В.А., Леховицер В.А., Смирнов А.С. Станочные приспособления. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. – Запорожье, издательство ОАО «Мотор Сич» - 2000 г. – 430 с.
15. Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська - Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023 - 43 с.
16. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Технологія машинобудування»; 133 «Галузеве машинобудування» за освітньою програмою (спеціалізація) «Металорізальні верстати та системи; 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» / Укл. : В.І. Шмирко – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 32 с.

*Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»*

*Альбом
технологічної документації
деталь «Вал заднього компресора низького тиску»*

Виконав ст. групи Мз- 119

Валяйбаба Є.П.

Керівник

Вишнепольський Є.В

Нормоконтроль, доцент

Дядя С.І.

2023

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

НУЗП 0214.123001

4

1

Разраб. Валяйбаба Е.П.

НУЗП

НУЗП 715.358.001

М-119.1014.1.00001

Провер. Вишнепольський Е.В.

Н. контр. Дядя С.І.

Вал заднього компресора низького тиску

М 01 Сталь 07Х12НМБФ-Ш

М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль та розміри	КД	МЗ
	кг	9,22	1	0,35	0,6	труба	φ140×18×310	1	17,1	

А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, найменування операції	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кум	Тп.э	Тум
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кум	Тп.э	Тум
А 03				005	2170 Трубний прокат						10Т №1					
Б 04	38	2101	Пресс			2	13229	5	2	1	1	1	60	1	10	
05																
А 06				010	5000 Термічна обробка						10Т №14					
Б 07	34	4210	Електропіч			3	19100	5	2	1	30	1	60	1	5	
08																
А 09				015	4114 Токарна						10Т №4					
Б 10	38	1021	Токарно-гвинтарізний 1К62			2	19149	4	1	1	1	1	60	1	25	2,8
11											10Т №3					
А 12				020	4131 Шліфувальна	2	19630	4	1	1	1	1	60	1	30	15,0
Б 13	38	1021	Плоскошліфувальний 3/174 1ВФ10													
14																
А 15				025	4114 Токарна						10Т №4					
Б 16	38	1160	Токарно-гвинтарізний 1К62			2	19149	5	1	1	1	1	60	1	25	2,5

МК

Людл.
Б.з.м.
Підп.

НУЗП 715.358.001

M-119.1014.1.00001

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	EH	OP	Kшт	Пл.з	Tшт
B	Код, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	EH	OP	Kшт	Пл.з	Tшт
K/M	Наименование детали, сд. единицы или материала					Обозначение код										
						OPП	EB	EH	KИ	Kраск.						
A 01				155	4194 Доводочна	10TN ⁰³										
B 02	38	1800			Доводочна установк	2	18563	522	1	1	1	1	60	0,3	28	19,8
03																
04				160	4132 Шліфувальна	10TN ⁰³										
05	38	1312			Внутрішліфувальний 3A227П	2	19630	522	1	1	1	1	60	0,3	25	4,85
06																
07				165	4131 Шліфувальна	10TN ⁰³										
08	38	1313			Плоскошліфувальний 3/1741ВФ10	2	19630	4	1	1	1	1	60	1	25	1,29
09																
10				175	0200 Контрольна	10TN ¹⁰										
11	38	1800			Стол контролера	2	13063	522	1	1	1	1	60	0,3	30	5,32
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК																

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

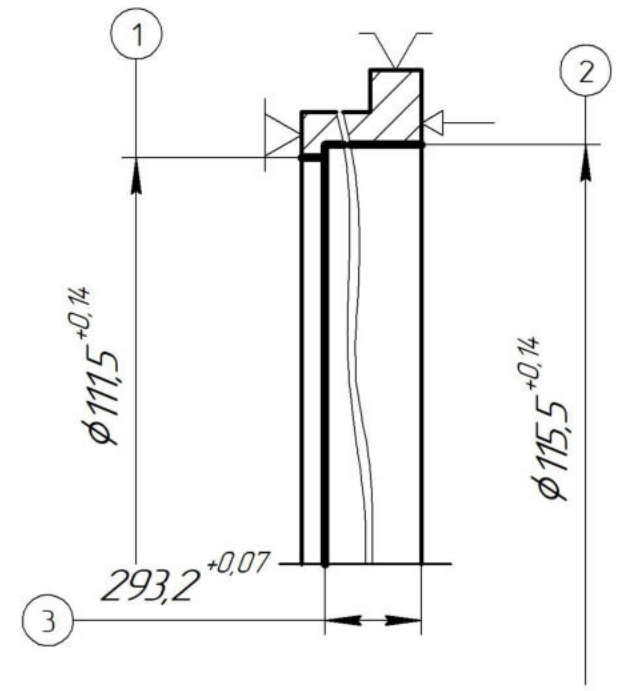
НУЗП 0114.123.001	1	1
-------------------	---	---

Разрад.	Валяйбаба Е.П.		
Провер.	Вишнепольський Е.В.		
Н. контр.	Дядя С.І.		

НУЗП	НУЗП 715.358.001		М-119.2014.1.000001
------	------------------	--	---------------------

Вал заднього компресора низького тиску			045
--	--	--	-----

√ Ra 3,2



Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214123.001	1	1
------------------	---	---

Разраб.	Валяйбада Е.П.			НУЗП	НУЗП 715.358.001			М-119.2114.1.00001
Провер.	Вишнепольський							
Н. контр.	Дядя С.І.			Вал заднього компресора низького тиску				060

