

**Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки та робототехніки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Ільчишин Олег Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі " Напрямна КБ 5530-11-431" для умов серійного  
типу виробництва.

(назва роботи)

Прикладна механіка  
(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

Ільчишин О. А.  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Костюк Назар Олегович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор В.Г. Панчук  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2024 рік

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі "Напрямна КБ 5530-11-431" для умов серійного типу виробництва.»

Розрахунково-пояснювальна записка: сторінок, рисунків, таблиць, посилань, аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь "Напрямна КБ 5530-11-431"

Мета роботи – розробка технології виготовлення прямої КБ 5530-11-431, яка сприятиме зниженню витрат на виробництво. Додатково, передбачається створення конструкції спеціального верстатного пристрою для базування та закріплення деталі під час однієї з механообробних операцій.

Для досягнення поставленої мети в роботі проведено опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі, а також аналіз технологічності конструкції. На основі результатів аналізу та рекомендацій технічної літератури визначено спосіб отримання заготовки, створено проектний маршрут технології виготовлення деталі із застосуванням верстатів з ЧПК, пораховано припуски, режими різання і норми часу. В конструкторській частині розроблено конструкцію верстатного і контрольного пристрою з усіма необхідними розрахунками, а також описано конструкцію різального інструменту. А також виконано автоматизовану розробку керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК за допомогою САМ (Computer-Aided Manufacturing) технології. У додатках представлена вся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі. Отримані висновки та розроблені рекомендації можуть сприяти покращенню виробничих процесів та підвищенню ефективності в машинобудуванні.

**Ключові слова:** *деталь, заготовка, технологічний процес, операція, інструмент, обладнання, режими різання, швидкість різання, сила різання, пристрій, сила затиску, САМ технології.*

*Студент: Ільчишин О. А.*

## SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing the part " Guide KB 5530-11-431" for serial production conditions."

Calculation and explanatory note: pages, figures, tables, references, sheets f. A4 applications.

Graphic part: sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - detail " Guide KB 5530-11-431".

Objective: The development of a manufacturing technology for the guide KB 5530-11-431, aimed at reducing production costs. Additionally, the creation of a special machine tool fixture for positioning and securing the part during one of the machining operations is intended.

To achieve the set goal, the work included an analysis of the part's design, its manufacturability, the basic method of blank fabrication, and the route of mechanical processing. Based on the results of the analysis and recommendations from technical literature, the design of the blank was developed according to the type of production. A project route for the technology of part manufacturing using CNC machines was also created. For securing the part during the milling operation, a fixture for milling an inclined plane was designed, and the clamping force was determined. The design section also includes a control device for flatness inspection and describes the construction of the cutting tool. Additionally, an automated development of the control program for processing on a CNC machine using CAM (Computer-Aided Manufacturing) technology was performed. All necessary technological documentation is provided in the appendices.

The results of the work can be used in the machine-building industry. The conclusions drawn and the developed recommendations can contribute to improving production processes and enhancing efficiency in machine-building.

**Keywords:** *part, blank, technological process, operation, tool, equipment, cutting modes, cutting speed, cutting force, fixture, clamping force, stress-strain state, CAM technologies.*

*Student: O. A. Ilchyshyn.*

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

В.Г. Панчук

«   »                      2024 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Ільчишин Олег Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі " Напрямна КБ 5530-11-431" для умов серійного типу виробництва.

керівник роботи Костюк Назар Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "30" травня 2024 року № 330/7

2. Строк подання студентом роботи 15.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі " Напрямна КБ 5530-11-431";

2. Тип виробництва – серійний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1. Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення контрольного пристрою

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Костюк Н. О. доцент кафедри		
	комп'ютеризованого машинобудування		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз		
2	Проектування технології виготовлення деталей		
3	Проектування технологічної оснастки		
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК		
5	Пояснювальна записка		
6	Графічна частина		

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Ільчишин О. А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Костюк Н.О.  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

- Вступ
- 1 Технологічна частина
  - 1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі
    - 1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі
    - 1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення
  - 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
  - 1.3 Визначення програми випуску деталей
  - 1.4 Вибір способу отримання заготовки
  - 1.5 Розробка маршруту обробки деталі
  - 1.6 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь
  - 1.7 Розрахунок режимів різання і основного часу
  - 1.8 Технічне нормування операцій
- 2. Конструкторська частина
  - 2.1 Пристрій для механічної обробки
    - 2.1.1 Опис призначення, конструкції і принципу роботи пристрою
    - 2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої
  - 2.2 Пристрій контрольний
  - 2.3 Розрахунок різального інструменту
- 3 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК
- Висновки
- Перелік використаних джерел
- Додатки

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ільчишин О. А.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Костюк Н.О					6	
Реценз.						ІФНТУНГ ПМ-22-1К		
Н. Контр.		Костюк Н. О.						
Затверд.		Панчук В.Г.						

## Вступ

Сучасне машинобудування є однією з ключових галузей промисловості, що забезпечує розвиток економіки та технологічний прогрес. В умовах серійного виробництва особливого значення набуває ефективна організація технологічних процесів, яка сприяє зниженню витрат та підвищенню якості продукції. Однією з важливих задач є оптимізація виготовлення окремих деталей, що входять до складу складних машин та механізмів.

Деталь "Напрямна " є важливим компонентом механізму, який потребує високої точності та надійності у виготовленні. Її функціональне призначення вимагає забезпечення високої якості поверхонь та точності геометричних розмірів. В умовах серійного виробництва особливо актуальним є питання зниження витрат на виготовлення даної деталі при збереженні необхідного рівня якості.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка технології виготовлення напрямної, яка забезпечить оптимальне співвідношення між виробничими витратами та якістю готової продукції. Особлива увага приділяється розробці конструкції спеціального верстатного пристрою для базування та закріплення деталі під час механообробних операцій. Це дозволить підвищити точність обробки та зменшити час на переналаштування обладнання.

У роботі буде розроблено технологічний маршрут виготовлення напрямної КБ 5530-11-431 з використанням сучасних верстатів з ЧПК. Це дозволить не тільки знизити витрати на виробництво, але й забезпечити високу повторюваність і точність виготовлення деталей.

Очікувані результати дослідження можуть бути застосовані у практичній діяльності підприємств машинобудівної галузі, сприяючи підвищенню ефективності виробництва та конкурентоспроможності продукції на ринку. Таким чином, дана робота має значний практичний інтерес та може зробити вагомий внесок у розвиток технологій серійного виробництва в Україні.

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1 Технологічна частина

### 1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

#### 1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі

Напрямна відноситься до площинних деталей. Вона виготовляється з сталі 45, яка ідеально підходить для її функціональних вимог. Ця напрямна служить опорною деталлю для механізму, дозволяючи йому рухатися перпендикулярно до неї. Овальні пази розміром 30-35 мм забезпечують точне позиціонування механізму на напрямній. Різбові отвори розміром 8-14 мм використовуються для кріплення напрямної до верстата. Дана деталь потребує високої точності у виготовленні.

Сталь 45, з якої виготовляється напрямна, широко застосовується для виробництва деталей, таких як вали-шестерні, колінчасті та розподільчі вали, шестерні, шпинделі, кулачки та інші нормалізовані та покращувані деталі. Цей матеріал також підходить для деталей, які піддаються термообробці і вимагають високої міцності.

Крім того, використання сталі 45 забезпечує відмінні механічні властивості, такі як висока твердість і зносостійкість, що є важливими для роботи напрямної в умовах підвищених навантажень. Завдяки цьому, напрямна є надійною і довговічною частиною механізму, що сприяє стабільній і ефективній роботі обладнання в цілому.

Таблиця 1.1.1- Хімічний склад сталі 45

Вміст хімічних елементів в %							
C	Si	Mn	не більше				
			Ni	Cu	Cr	S	P
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	0,25	0,25	0,04	0,035

Таблиця 1.1.2- Механічні властивості сталі 45

Границя текучості $\sigma_T$ , МПа	Тимчасовий опір $\sigma_B$ , МПа	Відносне видовження $\delta$ , %	Відносне звуження $\varphi$ , %
830	980	10	40

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

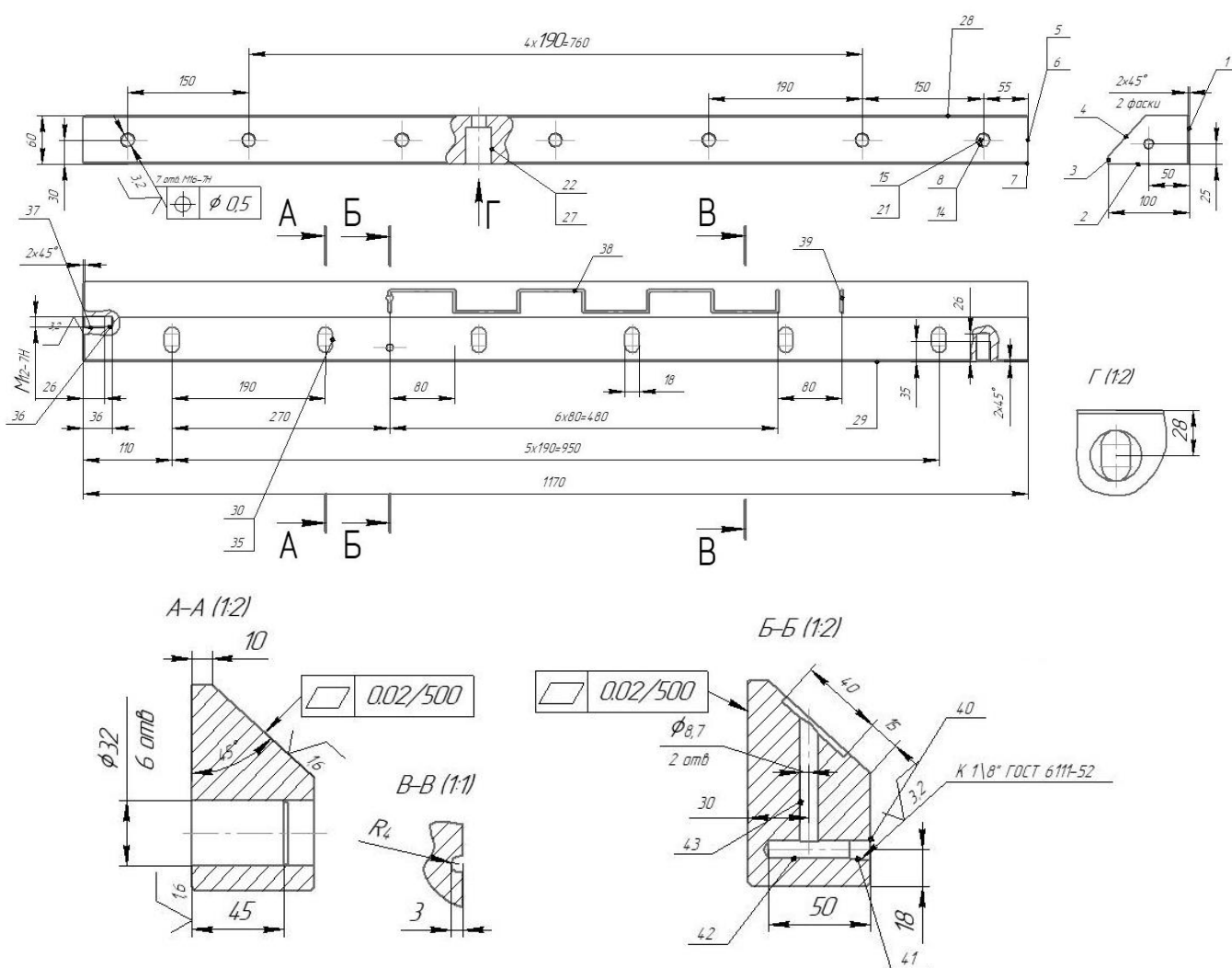
У машинобудуванні точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розташування є ключовими аспектами, що визначають якість і ефективність деталей та систем.

Таблиця 1.1.3- Технічні вимоги та точносні характеристики деталі

№ по- верхні	Конфігурація та службове призначення поверхні	Розмір	Квалітет точності	Точність форми, розміщення	Шорст- кість по- верхні R <sub>a</sub> , мкм
1	2	3	4	5	6
1, 7	Фаска. Зачистка зазубрин	2x45 <sup>0</sup>	IT14/2	-	6,3
2	Площина	1170x100	h14	 0.02/500	6,3
3	Площина	1170x10	h14	-	6,3
4	Площина	1170x71	h14	 0.02/500	1,6
5,6	Торець, площина	100x60	h14	-	6,3
8-14,15- 21	Циліндрична поверхня , отвір, різьба	M16	7H	 $\phi 0.5$	3,2
22-27	Циліндрична поверхня, отвір	Ø32	h14	-	12,5
28	Площина	1170x55	h14	-	6.3
29	Площина	1170x60	h14	-	6,3
30-35	Циліндрична поверхня, паз	Ø18x32	h14	-	6,3
36, 37	Циліндрична поверхня, отвір, різьба	36	h14	-	6.3
38	Циліндричний паз	R=3, B=4	h14	-	6,3

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6
39	Циліндричний паз	R=3, B=4	h14	-	6.3
40	Конічна різьба	K1/8"	h14	-	6,3
41	Конічна поверхня	K1/8"	h14	-	6.3
42	Циліндрична поверхня	Ø8,7	h14	-	6.3
43	Циліндрична поверхня	Ø8,7	h14	-	6.3



1 240.280 HB

Рисунок 1 – Ескіз деталі із номерами її поверхонь

					Арк.
БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічності конструкції деталі – це процес оцінки конструкції деталі з точки зору її придатності для ефективного та економічного виробництва. Основна мета такого аналізу – визначити, наскільки конструкція деталі сприяє використанню стандартних технологічних процесів, мінімізації витрат на матеріали та обробку, а також забезпеченню необхідної якості та точності виготовлення

Таблиця 1.2-Методи досягнення заданої точності та шорсткості

№ поверхні	Розмір,якй зв'язує поверхні	Точність розміру	Шорсткість поверхні	Вид обробки	Тип верстату
1	2	3	4	5	6
2,28	1180x65	h14	6,3	Фрезерування	Вертикально-фрезерний 5560М
		h14	1,6	плоскошліфувальна	ЗД722
3,29	1180x105	h14	6,3	Фрезерування	Вертикально-фрезерний 5560М
5,6,	1170x60,5	h14	6.3	Фрезерування	2А622М
36,37	М12-7Н	Н14	12,5	свердління	2А622М
		7Н	6,3	Нарізка різьби	
22-27	Ø32	Н14	12,5	свердління	Радіально-свердлильний 2М55
4	77,8	h14	6,3	Фрезерування	Вертикально-фрезерний 5560М
		h14	1,6	плоскошліфувальна	ЗД722
1	2x45 <sup>0</sup>	h14	6,3	фрезерна	Поздовжньо-фрезерний 6365
30-35	32x18	h14	6,3	фрезерування	Вертикально-фрезерний 5560М

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1	2	3	4	5	6
38,39	R=3, B=4	h14	6,3	фрезерування	Вертикально-фрезерний 5560М
8-14 15-21	M16-7H	H14	12,5	Свердління	Радіально-свердлильний 2М55
		H9	6,3	Зенкування	
		7H	6,3	Нарізання різьби	
40,41,42	Ø8,7	h14	6,3	свердління	Радіально-свердлильний 2М55
		h14	6,3	зенкування	
		h14	6,3	Нарізання різьби	
43	Ø8,7	h14	6,3	свердління	Радіально-свердлильний 2М55

Проводячи аналіз деталі на технологічність, слід зазначити, що «Напрямна» є деталлю високої технологічності.

Механічна обробка проводиться після термообробки.

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення програми випуску деталей і величини виробничої партії.

Визначення програми випуску деталей і величини виробничої партії це процес планування кількості деталей, які необхідно виготовити за певний період, а також визначення оптимального розміру виробничої партії для ефективного виробництва.

Програма випуску деталей – це план, який встановлює обсяги виробництва деталей на певний період часу. Вона визначається на основі потреб виробництва, замовлень клієнтів, наявності матеріалів та виробничих потужностей.

Величина виробничої партії – це оптимальна кількість деталей, яка виготовляється за один виробничий цикл. Визначення величини виробничої партії є важливим аспектом для досягнення ефективності виробництва.

Процес визначення програми випуску деталей і величини виробничої партії дозволяє оптимізувати виробничий процес, зменшити витрати, уникнути простоїв і забезпечити своєчасне виготовлення продукції відповідно до потреб клієнтів і виробництва.

Тип виробництва – середньо серійний

Кількість робочих змін – 2

Таблиця 1.3 – Трудомісткість операції

№	Назва операції	$T_o$ , хв	$T_{ум-к}$ , хв
1	2	3	4
015	Вертикально-фрезерна	3,85	12,07
020	Вертикально-фрезерна	3,78	11,79
025	Свердлильно-фрезоно-розточна	1,40	7,79
030	Радіально-свердлильна	7,08	11,9
035	Вертикально-фрезерна	1,91	7,37
040	Поздовжньо-фрезерна	1,52	9,35
045	Вертикально-фрезерна	32,0	40,34
050	Вертикально-фрезерна	22,0	29,17
055	Радіально-свердлльна	5,93	11,97
060	Радіально-свердлльна	0,52	5,34
065	Радіально-свердлльна	0,33	4,37
070	Плоскошліфувальна	18,74	26,75
075	Плоскошліфувальна	15,39	22,43

Число операцій –  $n=13$

$$\text{Загальний час на обробку однієї деталі} - \sum_{i=1}^n T_{ум-к} = 200,64 \text{ хв}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній штучний час на одну операцію

$$T_{ум-к.сер} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ум-к}}{13} = \frac{200,64}{13} = 15,43хв$$

Такт випуску деталей

$$t_e = k_3 T_{ум-к.сер} = 10 * 15,43 = 154,3хв$$

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F * 60}{t_e} = \frac{4800 * 60}{154,3} = 1800шт$$

де F-річний фонд часу

Проведемо розрахунок кількості деталей в партії:

N=1800

$$T_{ум-к.сер} = 15,43хв$$

Періодичність запуску виробів a=5днів

Число робочих днів у році F=251 дні

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_\partial = \frac{N * a}{F} = \frac{1800 * 5}{251} = 35,85$$

Приймаємо  $n_\partial = 36$

Розрахунокве число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{ум-к.сер} n_\partial}{480 * 2} = \frac{15,43 * 35,85}{480 * 2} = 1,56$$

Приймаємо 2 зміни

Прийнята кількість деталей в партії

$$n_\partial = \frac{C_p * F_0 * 0,8}{T_{ум-к.сер}} = \frac{2 * 480 * 0,8}{15,43} = 49,77$$

Приймаємо 50 деталей

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Вибір способу отримання заготовки

Враховуючи тип виробництва і марку матеріалу можна вибрати можливий спосіб отримання заготовки: спеціальний прокат (який буде наближений до форми деталі)

Спеціальний прокат є базовим методом отримання заготовки.

Перевагою спеціального прокату є те, що заготовки отримані цим методом є найбільш поширені у застосуванні в середньосерійному виробництві, також вони володіють досить низькими параметрами шорсткості.

Недоліком є те, що отриманні заготовки характеризуються великими припусками на механічну обробку.

Вхідні дані:

Маса деталі 31,0 кг

Матеріал деталі – Сталь 45

Заготовку із спеціального прокату звичайної точності прямокутного січення з розмірами 100x60 мм

№пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
3,29	100	5x2	1,0	2,2	$110^{+1,0}_{-2,2}$
2,28	60	5x2	0,5	1,4	$70^{+0,5}_{-1,4}$
5,6	1170	5x2	3	3	$1180 \pm 3$

1 Допустиме відхилення від паралельності до 1,8мм

2 Допустима кривизна до 1,6 мм

3 Допустима кривизна різну 2,0 мм

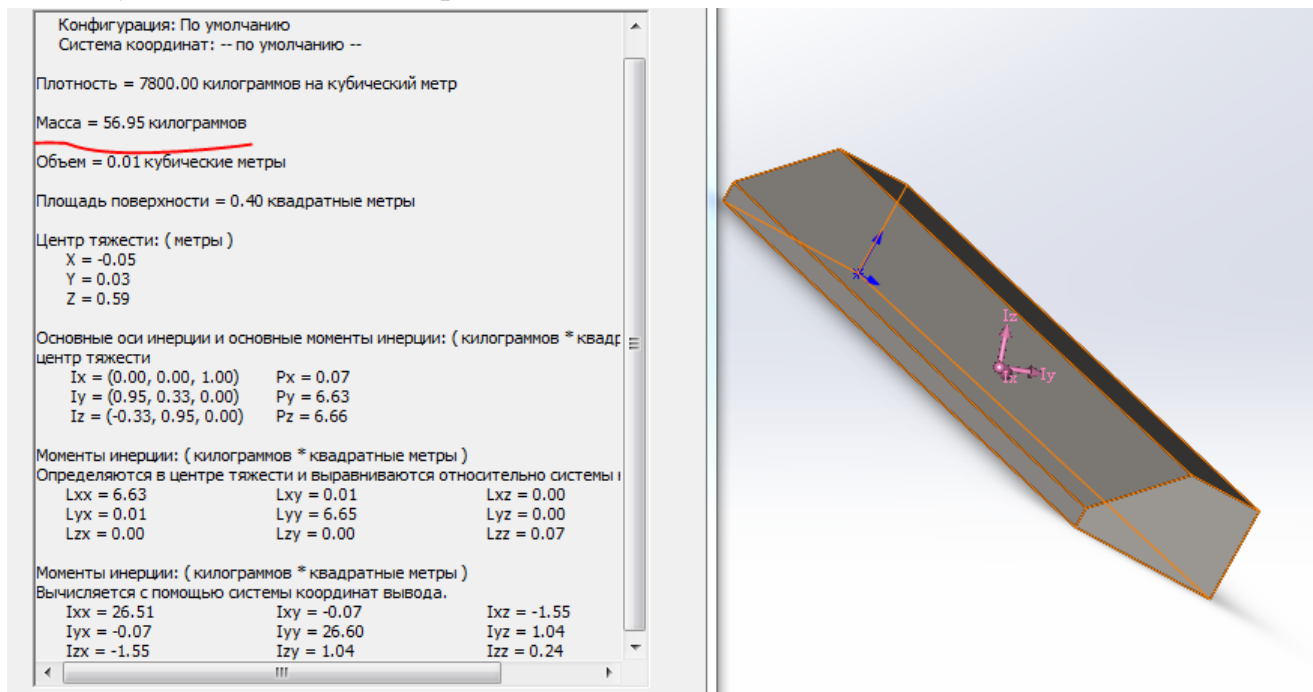
Маса заготовки

Щоб знайти масу деталі в SolidWorks, спершу відкрили програму та завантажили файл деталі з розширенням .sldprt. Переконались, що деталь має призначений матеріал, оскільки маса розраховується на основі щільності матеріалу. Для цього перейшли до "FeatureManager Design Tree" (Дерево побудови), знайшли пункт "Material" (Матеріал), клацнули правою кнопкою миші на ньому і вибрали "Edit Material" (Редагувати матеріал). У вікні, що відкриється, вибрали відповідний матеріал із бібліотеки, натиснули "Apply" (Застосувати) і "Close" (Закрити).

Після призначення матеріалу перейшли на вкладку "Evaluate" (Оцінка) на верхній панелі інструментів і натиснули на "Mass Properties" (Властивості маси).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

Відкриється вікно, де відображена маса деталі разом з іншими характеристиками, такими як об'єм, площа поверхні, центр мас та моменти інерції. Якщо маса не відображається у потрібних одиницях вимірювання, натиснули кнопку "Options" (Опції) у вікні "Mass Properties" і у розділі "Units" (Одиниці вимірювання) виберали бажані одиниці (наприклад, грами або кілограми). Після цього натиснули "ОК" для підтвердження.



Результат розрахунку маси в SolidWorks

З розрахунків маса заготовки 56,95 кг.

Під час розрахунку маси заготовки було виявлено, що використання програмного забезпечення SolidWorks дозволило точно визначити масу деталі на основі встановленого матеріалу та геометрії. Результати розрахунків відображаються у вікні "Mass Properties" (Властивості маси), де представлена не лише маса, а й інші характеристики, такі як об'єм, площа поверхні та моменти інерції.

Важливим етапом процесу була правильна призначення матеріалу деталі, що дало можливість отримати достовірні результати. Крім того, можливість змінювати одиниці вимірювання дозволяє адаптувати результати під конкретні потреби.

Під час розрахунку маси заготовки було виявлено, що використання програмного забезпечення SolidWorks дозволило точно визначити масу деталі на основі встановленого матеріалу та геометрії.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ

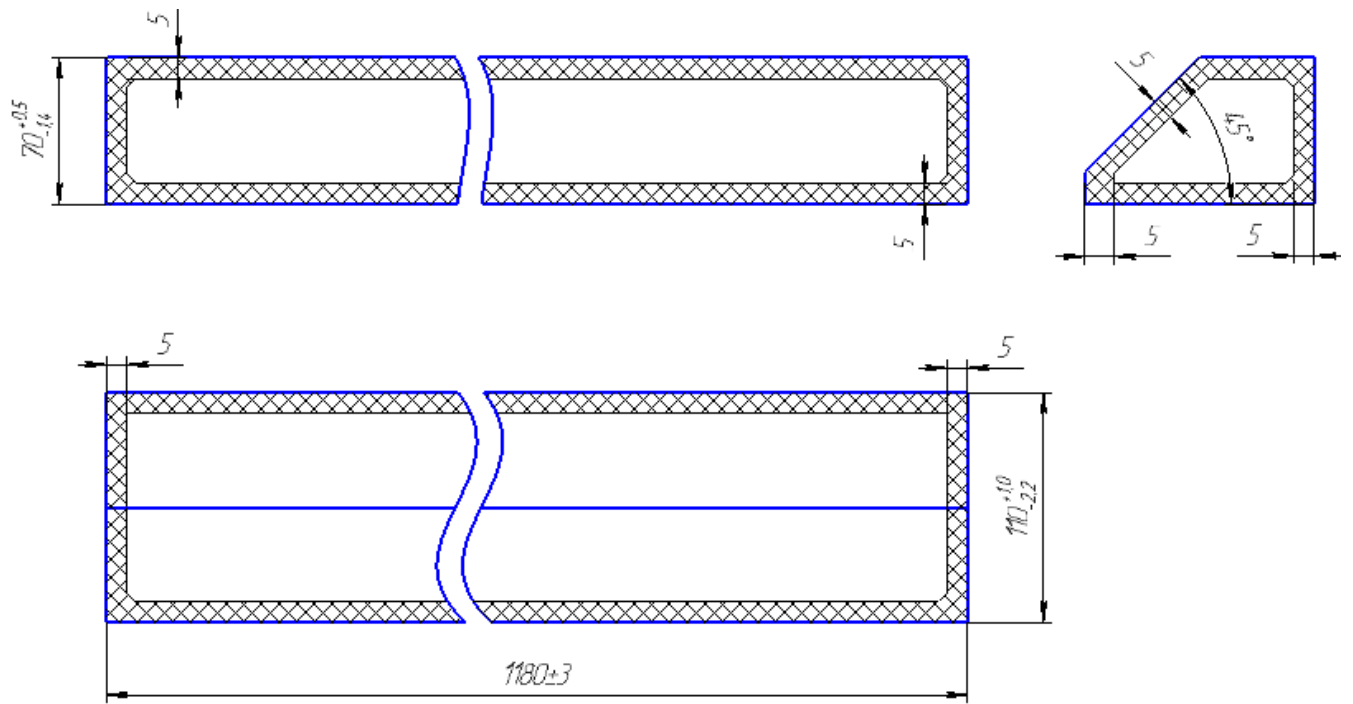


Рис. Ескіз заготовки

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_e = \frac{m_d}{m_s} = \frac{31.0}{56.95} = 0.54$$

Отже, з врахуванням отриманих результатів, можна зробити висновок про ефективне використання заготовки спеціальний прокат який буде наближений до форми деталі і володіє досить низькими параметрами шорсткості. Коефіцієнт використання матеріалу становить 0,54, що є допустимою нормою для такого типу деталей. А також спеціальний прокат дозволить скоротити час на обробку і досягнути заданої точності та шорсткості при механічній обробці.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ					

## 1.5. Розробка маршруту обробки деталі

Таблиця 1.5.1 – Проектний маршрут механічної обробки деталі

№	Назва операції. Зміст переходу	Верстат	Пристрій.
1	2	3	4
005	Заготівельна	–	–
015	Вертикально-фрезерна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1. Фрезерувати пов. 28 2. Фрезерувати пов. 2	Вертикально-фрезерний верстат моделі ВМ127М	Пристрій спеціальний
020	Вертикально-фрезерна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1. Точити деталь по контуру 2. Точити поверхню начисто	Вертикально-фрезерний верстат моделі ВМ127М	Пристрій спеціальний
025	Свердлильно-фрезерно-розточна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1. Фрезерувати пов. 5-6 2. Свердлити пов. 36 3. Зенкувати фаску пов. 37 4. Нарізати різьбу пов. 36	Свердлильно-фрезерно-розточний верстат моделі 2А622М	Пристрій спеціальний
030	Координатно-свердлильна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1.Свердлити 6 отворів 22-27	Координатно-свердлильний верстат моделі 2550МФ4	Пристрій спеціальний
035	Вертикально-фрезерна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1.Фрезерувати пов. 4	Вертикально-фрезерний верстат моделі ВМ127М	Пристрій спеціальний
040	Поздовжньо-фрезерна А. Встановити, закріпити і зняти заготовку. 1. Фрезерувати пов. 1,7	Поздовжньо-фрезерний верстат моделі 6305	Пристрій спеціальний

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**1.6. Розробка операційної технології**  
**1.6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку**  
**і визначення технологічних розмірів.**

Так як поверхня 37є найточнішою, то розраховуємо припуски на розмір М12-7Н

Таблиця 1,7 – Характеристики для обробки М12-7Н

Назва операції	Заготовка	Свердління	Зенкування
Поле допуску	<i>IT16</i>	<i>H12</i>	<i>H9</i>
Відхилення, мм	$\pm 0,55$	$\begin{matrix} +0,22 \\ -0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,043 \\ -0 \end{matrix}$
Розміри після обробки, мм	$9 \pm 0,55$	$\varnothing 10H12^{(+0,27)}$	$\varnothing 11,2H9^{(+0,043)}$

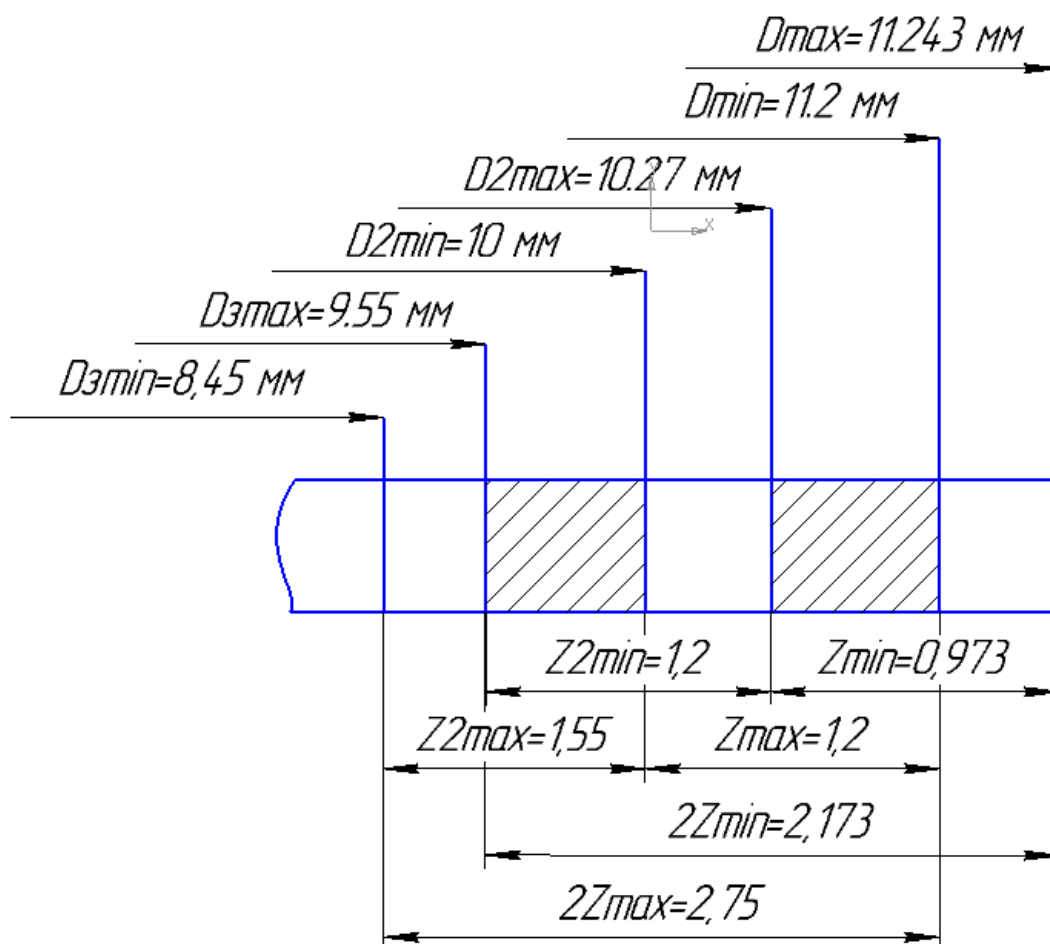


Рис.1.6.1 – Схема розташування полів допусків і припусків на обробку поверхні під різьбу М12-7Н.

## 1.6.2. Розрахунок режимів різання та норм часу

### Визначення режимів різання.

Розрахунок режимів різання проводимо розрахунково аналітичним методом

Вертикально-фрезерна, фрезерування площини пов. 28

Обладнання: верстат ВМ127М

Пристрій:

Інструмент: Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80 діаметр  $D=250$ мм кількість зубів  $z=14$

Оброблюваний матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Режими різання

1 Глибина різання  $t = 5$  мм,

2 Подача на один зуб фрези  $S_z = 0,07 \div 0,04$  мм/зуб при потужності верстата від 1 до 5 кВт. Приймаємо  $S_z = 0,05$  мм/зуб. [3] с. 283, табл. 33

3 Назначаємо період стійкості фрези

Для торцевих фрез з твердосплавними пластинами в діапазоні діаметрів 250-300 мм  $T = 240$  хв. [3] с. 290, табл. 40

Швидкість головного руху різання

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v} \cdot k_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot z^{p_v}},$$

де  $C_v$  – коефіцієнт,  $C_v = 332$ ;

$m, x, y$  – показники степенів;  $m = 0,2$ ;  $x_v = 0,1$ ;  $y_v = 0,4$ ;  $u_v = 0,2$ ;  $p_v = 0$ ;  $q_v = 0,2$  – показники степенів;

$k_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який визначається за формулою.  $k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}$ ,

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mv} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad [3] \text{ с. 264, табл. 1}$$

$$k_{mv} = \left( \frac{750}{750} \right)^{1,25} = 1;$$

$k_{uv}$  – коефіцієнт на матеріал інструменту;  $k_{uv} = 0,83$  [3] с. 263, табл. 6

$k_{nv}$  – коефіцієнт на стан поверхні заготовки;  $k_{nv} = 0,8$  [3] с. 263, табл.

$$V = \frac{332 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 0,05^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 14^0} \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 = 248,17 (\text{м/хв})$$

Визначаємо число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 248,17}{\pi \cdot 250} = 316,14 (\text{хв}^{-1}).$$

Приймаємо дійсне число обертів шпинделя згідно паспортних даних верстату:

$$n_0 = 320 \text{ хв}^{-1}.$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000};$$
$$V_d = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 320}{1000} = 251.32 \text{ м/хв.}$$

Швидкість руху подачі

$$V_s = S_m = S_z \cdot z \cdot n_d = 0,05 \cdot 14 \cdot 320 = 224 \text{ мм/хв.}$$

Коректуємо величину  $V_s$  по даним паспорта верстата і встановлюємо її дійсне значення  $V_s = 200 \text{ мм/хв.}$

Головна складова сили різання  $P_z$  визначається по формулі

$$P_z = \frac{10 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S_z^{y_{pz}} \cdot B^{u_p} \cdot z \cdot k_{pz}}{D^{q_p} \cdot n^{o_p}},$$

де  $B$  – ширина обробки,  $B = 110 \text{ мм.}$

Для заданих умов обробки

$$C_{pz} = 825; x_{pz} = 1.0; y_{pz} = 0,75; q_{pz} = 1.3; \omega_p = 0.2; u_p = 1,1; 4 [3] \text{ с. 291, табл. 41}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт на силу різання  $k_{mp_z}$  – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mp_z} = \left( \frac{\sigma_g}{750} \right)^{n_p}; k_{mp_z} = \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 1$$
$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^{1.0} \cdot 0,05^{0.75} \cdot 110^{1.1} \cdot 14}{250^{1.3} \cdot 320^{0.2}} \cdot 1 = 2682.08 \text{ Н};$$

Потужність затрачена на різання

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; N_{piz} = \frac{2682.08 \cdot 251}{1020 \cdot 60} = 6 \text{ кВт.}$$

Провіряємо достатність потужності приводу верстата при умові  $N_{piz} \leq N$ .

Для даного верстата потужність електродвигуна  $N_{ел.дв} = 11 \text{ кВт}$ ,  $ккд = 0,9$ .

$$N = N_{ел.дв} \cdot ккд = 11 \cdot 0,9 = 9.9 \text{ кВт}$$

$$N_{piz} \leq N$$

$$6 < 9.9$$

Тобто, обробка можлива.

1. Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{L}{t S_{xg}} i,$$

де  $L$  - довжина фрезерування+врізання+перебіг,  $t$  – глибина різання,  $S_{xg}$  – хвилинна прийнята подача

$$T_M = \frac{1215}{5 \cdot 224} = 1.7 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 030 Координатно-свердлильна

Схему обробки - див. карти операційних ескізів.

Перехід 1

1. Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.

Вибираємо свердло спіральне з конічним хвостовиком

Свердло ГОСТ 10903-77. Діаметр свердла 32

2. Знаходимо величину подачі.

$$S_m = 0,39 / 0,47 \frac{мм}{об} \quad \text{к41ст103[8]}$$

коректуємо це значення по паспортних даних верстату і приймаємо

$$S_o = 0,4 \frac{мм}{об}$$

4. Знаходимо швидкість різання

$$V_{таб} = 27,5 \text{ м/хв} \quad \text{к.41ст.104}$$

Оскільки всі поправочні коефіцієнти на швидкість різання дорівнюють одиниці, то:

$$V_{таб} = 27,5 \text{ м/хв}$$

5. Знаходимо частоту обертів шпинделя по формулі:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 27,5}{3,14 \cdot 22} = 398 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо це значення по паспортних даних. Приймаємо  $n_d = 355^{-1}$

6. Знаходимо дійсну швидкість різання.

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 355}{1000} = 26,6 \frac{м}{хв}$$

7. Знаходимо потужність різання.

$$N < 1,1 \text{ кВт.}$$

8. Провіряємо достатність потужності приводу верстату.

Повинна виконуватись рівність.

$$N \leq N_{дв} \cdot \eta$$

У нашому випадку

$$1,1 < 1,6 \cdot 0,8$$

$$1 < 1,28$$

Отже, обробка можлива.

$$T_M = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i = \frac{48}{0,4 \cdot 355} \cdot 6 = 2,02 \text{ хв}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Операція 025 Свердлильно-фрезерно-розточна

Режими різання:

### 1 Визначення глибини різання

$$t' = \frac{3.5}{2} = 1.75 \text{ мм.}$$

### 2 Визначення допустимої подачі. Подача на оберт шпинделя рівна кроку

нарізуваної різьби і згідно параметрів різьби М12-7Н становить відповідно

$$S_{08} = P_{H.P.} = 1.75 \text{ мм/об}$$

### 3 Визначення допустимої швидкості різання. Швидкість різання визначаємо за емпіричною формулою

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v$$

де  $C_v$  – постійна для даних умов різання;

$T=70 \text{ хв}$  – стійкість інструмента, ( стор. 296 Т.49 [3]);

$x, y, m$  – показники степеня.

Вибираємо коефіцієнти:  $C_v = 244$ ;  $x = 0,23$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,2$  ( [3], стор. 270, Т.17 );

Визначаємо поправний коефіцієнт  $K_v$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV};$$

$K_{MV}$  – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу ([3], стор.261, Т.1 );

$$K_{MV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{1000} \right)^1 = 0,9$$

$K_r = 1,2$ ;  $n_v = 1 - ( [3], \text{ стор. } 262, \text{ Т.2 } )$ ;

$K_{IV} = 0,9$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки ( [3], стор. 263, Т.5 );

$K_{UV} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструменту([3], стор.263, Т.6 ).

$$K_v = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,81$$

Отже,  $v_8 = \frac{244}{70^{0,2} \cdot 0,335^{0,23} \cdot 6^{0,3}} \cdot 0,81 = 63 \text{ м/хв.}$

### 4 Визначення частоти обертання шпинделя

$$n_8 = \frac{1000 \cdot v_8}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 63}{3,14 \cdot 148} = 135 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_8 = 150 \text{ об/хв.}$

### 5 Визначення дійсної швидкості різання

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{Д8} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_8}{1000} = \frac{3,14 \cdot 148 \cdot 150}{1000} = 70 \text{ м/хв};$$

6 Розрахунок сили різання. Визначаємо складові сили різання  $P_Z, P_Y, P_X$

$$P_{Z,Y,X} = 10 \cdot C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_P, (H)$$

6.1 Визначаємо тангенційну складову сили різання  $P_Z$  :

Вибираємо коефіцієнти  $C_P = 300$ ;  $X_P = 1,0$ ;  $Y_P = 0,75$ ;  $n_P = -0,15$  ([3], стор. 273, Т.22)

Поправний коефіцієнт  $K_P$ , який враховує фактичні умови різання рівний

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P};$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_P} = \left( \frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,2$$

$$n_P = 0,75 \text{ ([3], стор. 264, Т.9)}$$

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1 \text{ ([3], стор. 275, Т.23)}$$

$$K_P = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,335^1 \cdot 6^{0,75} \cdot 63^{-0,15} \cdot 1,2 = 2483 \text{ Н.}$$

6.2 Визначаємо радіальну складову сили різання  $P_Y$  :

$$C_P = 243; X_P = 0,9; Y_P = 0,6; n_P = -0,3 \text{ ([3], стор. 269, Т.22)}$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P};$$

$K_P = 1,2$  – із попередніх розрахунків;

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 0,335^{0,9} \cdot 6^{0,6} \cdot 63^{-0,3} \cdot 1,2 = 921 \text{ Н.}$$

6.3 Визначаємо осьову складову сили різання  $P_X$  :

$$C_P = 339; X_P = 1,0; Y_P = 0,5; n_P = -0,4 \text{ ([3], стор. 269, Т.22)}$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P};$$

$K_P = 1,2$  – із попередніх розрахунків;

$$P_X = 10 \cdot 339 \cdot 0,335^1 \cdot 6^{0,5} \cdot 63^{-0,4} \cdot 1,2 = 633 \text{ Н.}$$

7 Визначення потужності різання

$$N_P = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2483 \cdot 63}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт}$$

Потужність на шпинделі верстату

$$N_{III} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$N_{III} = 7,5 \text{ кВт} > N_P = 2,6 \text{ кВт}$  – умова виконується, процес різання можливий.

8 Визначення основного часу обробки

$$T_{O8} = \frac{L_8}{S_{O8} \cdot n_8} \cdot i$$

$L_7 = l + \Delta + y_8$ ;  $l = 96 \text{ мм}$  – довжина обробки;

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta = 2 \text{ мм}$  – величина перебігу;

$i = 1$  – кількість проходів;

$y_8 = t_8 \cdot \text{ctg } \varphi = 0,335 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 0,6 \text{ мм}$  – величина врізання;

$$L_8 = 26 + 4 + 3 = 33 \text{ мм};$$

$$T_{08} = \frac{33}{1,75 \cdot 150} \cdot 1 = 0,13 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Засоби технологічного оснащення

Для зручності подання інформації усі дані заносимо в таблицю

Засоби технологічного оснащення

Таблиця 3. – Засоби технологічного оснащення

№	Назва операції. Зміст переходу	Засоби технологічного оснащення
1	2	3
005	Заготівельна	-
015	Вертикально-фрезерна	ВМ127М
	3. Фрезерувати пов. 28	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
	4. Фрезерувати пов. 2	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
020	Вертикально-фрезерна	ВМ127М
	3. Точити деталь по контуру	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
	4. Точити поверхню начисто	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
025	Свердлильно-фрезерно-розточна	2А622М
	5. Фрезерувати пов. 5-6	Фреза 2212-0002 ГОСТ 24539-80
	6. Свердлити пов. 36	Свердло 2301-0652 ГОСТ 1954-74
	7. Зенкувати фаску пов. 37	Зенківка 2353-0123 ГОСТ 14953-80
	8. Нарізати різьбу пов. 36	Мітчик 1Н 2680-0022 ГОСТ 3267-81
030	Координатно-свердлильна	2550МФ4
	1.Свердлити 6 отворів 22-27	Свердло 2301-0113 ГОСТ 10903-77
035	Вертикально-фрезерна	ВМ127М
	1.Фрезерувати пов. 4	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
040	Поздовжньо-фрезерна	6305
	2. Фрезерувати пов. 1,7	Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80
045	Вертикально-фрезерна	ВМ127М
	2. Фрезерувати пов. 30-35	Фреза 2235-0048 ГОСТ 9140-78
050	Вертикально-фрезерна	ВМ127М
	3. Фрезерувати пов. 38	Фреза КПВП 5202.22.000
	4. Фрезерувати пов. 39	Фреза КПВП 5202.22.000
055	Координатно-свердлильна	2550МФ4
	4. Свердлити пов. 8-14	Свердло 2301-0048 ГОСТ 10903-77
	5. Зенкувати пов. 15-21	Зенківка 2353-0123 ГОСТ 14953-80
	6. Нарізати різьбу пов. 8-14	Мітчик 2680-0032 ГОСТ 3267-81

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
060	Радіально-свердлильна	2М55
	1.Свердлити пов. 42	Свердло 2300-0201 ГОСТ 10902-77
	2.Зенкувати фаску 40	Зенківка 2353-0123 ГОСТ 14953-80
	3.Нарізати різьбу пов. 41	Мітчик 2621-2539 ГОСТ 3266-81
065	Радіально-свердлильна	2М55
	1.Свердлити пов. 43	Свердло 2300-0201 ГОСТ 10902-77
070	Плоскошліфувальна	3Д722
	1.Шліувати пов. 2	ПВ 450х80х203 25А 32Н СМ 16 К5 50м/с 2кл А ГОСТ 2424-83
075	Плоскошліфувальна	3Д722
	1.Шліфувати пов. 4	ПВ 450х80х203 25А 32Н СМ 16 К5 50м/с 2кл А ГОСТ 2424-83

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.7 Визначення норм часу.

Вертикально-фрезерна, фрезерування площини пов. 28

Обладнання: верстат ВМ127М

Пристрій:

Інструмент: Фреза 2214-0301 ГОСТ 24359-80 діаметр  $D=250\text{мм}$  кількість зубів  $z=14$

Оброблюваний матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Визначення норм часу на фрезерну операцію

1. Визначаємо основний час

$$t_m = 1,7 \text{ хв}$$

2. Визначаємо величину допоміжного часу

2.1 Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{уст} = 5 \text{ хв} \quad \text{К16.Л2.П24.ст56.}[4]$$

2.2 Визначаємо час пов'язаний з переходом

$$t_{пер} = 0,5 \text{ хв} \quad \text{К31.ст108.}[4]$$

2.3 Знаходимо час, який зв'язаний з переходом та не ввійшов в комплекс

$$t_{нк1} = 0,7 \text{ хв} \quad \text{К31.ст109.}[4]$$

$$t_{нк2} = 0,4 \text{ хвв}$$

2.4 Визначаємо час на вимірювання

$$t_{вим} = 0,8 \text{ хв} \quad \text{К86.Л7.ст191.}[4]$$

Знаходимо коефіцієнт періодичності промірів:

$$k_e = 0,3 \quad \text{К87.Л1.ст200.}[4]$$

Таким чином час на вимірювання становитиме  $t_{вим} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ хв}$ .

2.5 Знаходимо допоміжний час

$$t_{дон}' = t_{уст} + t_{пер} + t_{нк1} + t_{нк2} + t_{нк3} + t_{нк4} + t_{вим} = 5 + 0,5 + 1,1 + 0,03 = 6,63 \text{ хв}$$

3. Знаходимо оперативний час

$$t_{он} = t_m + t_{дон}' = 1,7 + 6,63 = 8,33 \text{ хв}$$

4. Знаходимо час на обслуговування робочого місця

$$a = 3,5 \% \quad \text{К32.ст110.}[4]$$

$$t_{обс} = \frac{a \cdot t_{он}}{100} = \frac{3,5 \cdot 8,33}{100} = 0,29 \text{ хв}$$

5. Знаходимо час на відпочинок

$$b = 4 \% \quad \text{К88.ст203.}[4]$$

$$t_{від} = \frac{b \cdot t_{он}}{100} = \frac{4 \cdot 2,61}{100} = 0,3 \text{ хв}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Знаходимо штучний час

$$t_{ум} = t_{он} + t_{обс} + t_{від} = 8.33 + 0,29 + 0,3 = 8.92 \text{ хв}$$

7. Знаходимо підготовчо-заключний час

$$t_{нз}' = 18 \text{ хв}$$

К32.ст111.[4]

$$t_{нз}'' = 7 \text{ хв}$$

$$t_{нз} = 18 + 7 = 25 \text{ хв}$$

8. Знаходимо штучно-калькуляційний час

$$t_{ум.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{ум} = \frac{25}{100} + 8.92 = 9.17 \text{ хв}$$

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Пристрій для механічної обробки

#### 2.1.1 Призначення, будова і робота пристрою

Пристрій призначений для фрезерування похилої площини, на пристрої обробляються дві деталі одночасно. Базується деталь по зовнішній поверхні на призмі. Пристрій складається із плити 1, двох призм 2 та 3, 4-х Г-подібних прихватів.

Принцип роботи пристрою наступний: Після встановлення деталі, прижимаємо її Г-подібними при хватами, гайки. Після обробки деталі розкріплюються та замінюються на інші.

#### 2.1.2 Визначення сили затиску та розрахунок силового приводу

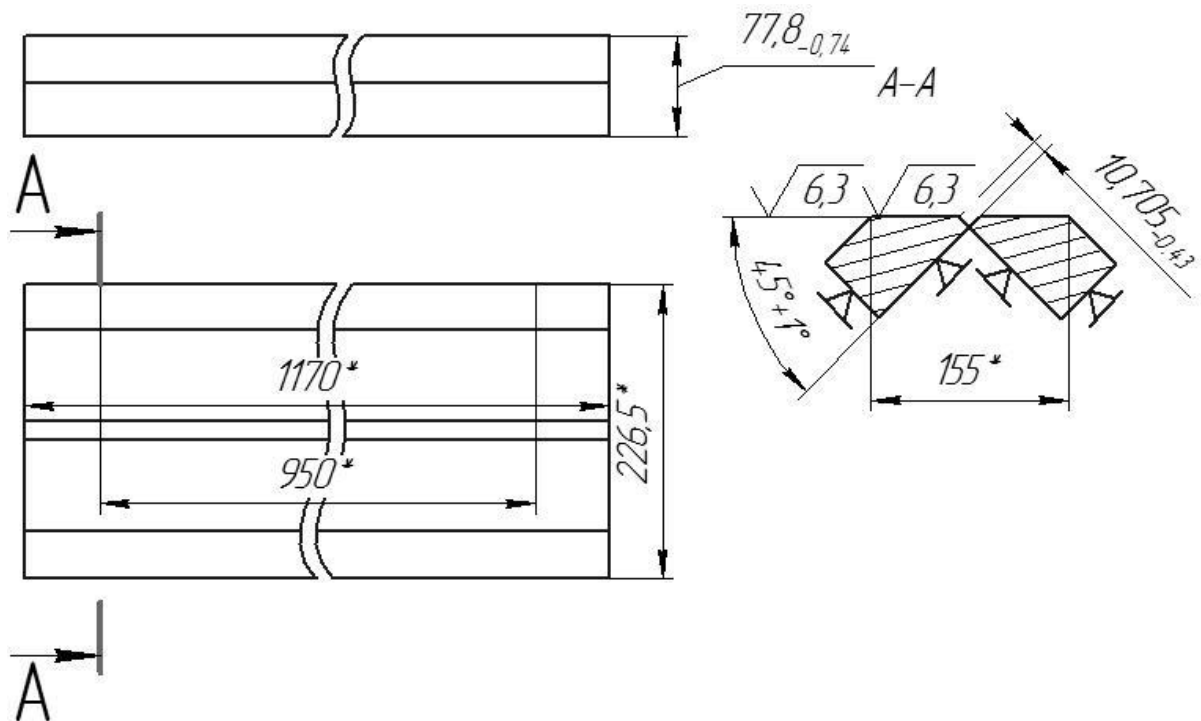


Рисунок 2.1 Схема обробки

Визначаємо головну складову сили різання  $P_z$ , Н

$$P_z = 10 C_p t^x S_z^y B^n z K_{MP} / D^q n^w$$

$C_p$  – стала для оброблюваного матеріалу – 825,  $S$  – подача – 315 мм/об,  $D$  – діаметр фрези – 160 мм, і показники степеней:  $x$  – 1,0,  $y$  – 0,75,  $q$  – 1,3,  $u$  – 1,1,  $w$  – 0,2,  $K_{MP}$  – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки (сталь 45)

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{np}, \text{ де } n_p = 0,75, \text{ тоді } K_{MP} = (750 / 750)^{0,75} = 1$$

$$P_z = \frac{10 * 825 * 4,5^1 * 315^{0,75} * 155^{0,5} * 16}{160^{1,3} * 200^{0,2}} = 2612 \text{ Н}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

## 2.1.2 Визначення сили затиску та розрахунок силового приводу

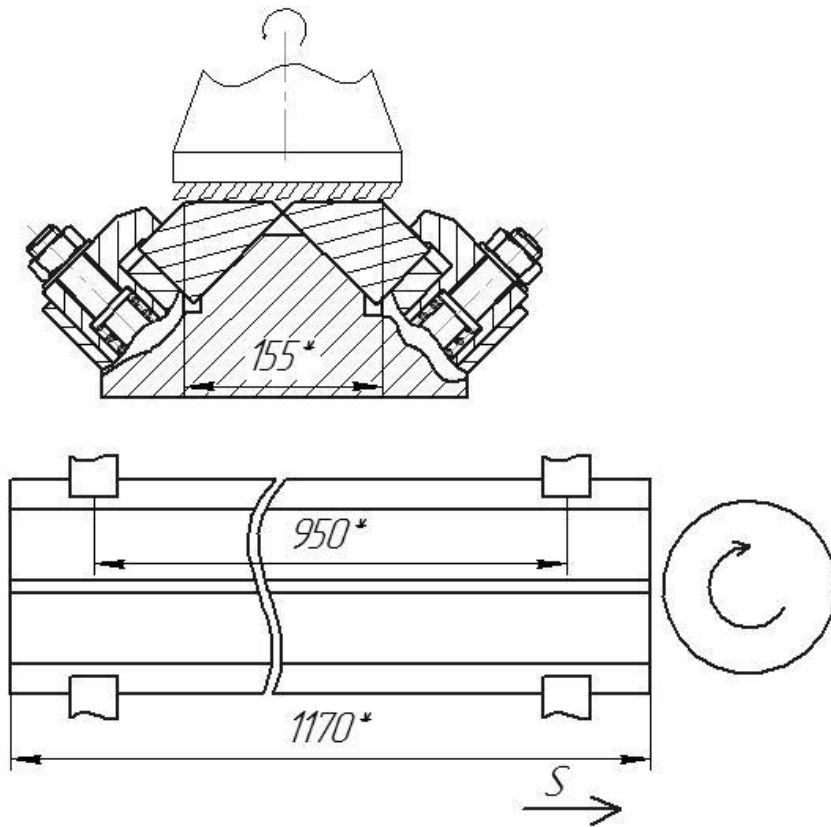


Рисунок 2.2 – Схема дії сил

$$\Sigma X = KP_z - N_1^1 - N_2^1 - N_1^2 - N_2^2 = 0,$$

$$N_1^1 = N_2^1 = Q \cdot f_1$$

$$N_1^2 = N_2^2 = \frac{2 \cdot Q}{3} \cdot f_2$$

$$KP_z - 2 \cdot Q \cdot f_1 - 2 \cdot Q \cdot f_2 = 0$$

$$Q = \frac{KP_z}{2(f_1 + f_2)}, \text{де}$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

де в свою чергу

$K_0 = 1.5$ - гарантований коефіцієнт запасу.

$K_1 = 1$ - коефіцієнт, який враховує стан технологічної бази.

$K_2 = 1.3$ - коефіцієнт, який враховує можливість роботи з затупленим інструментом.

$K_3 = 1$ - коефіцієнт, який враховує постійність сили закріплення.

$K_4 = 1$ - коефіцієнт, який враховує ударні навантаження.

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_5 = K_6 = 1$  - для механізованого затиску.

Отже:  $K = 1.5 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.95$ ,

приймаємо мінімально допустимий коефіцієнт  $K = 2.5$

$f_1 = f_2 = 0.12$  - коефіцієнт тертя.

Тоді

$$Q = \frac{2.5 \cdot 2612}{2 \cdot (0.12 + 0.12)} = 9604H.$$

### 2.1.3 Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів

Залежність між силою затиску  $Q$  і осьовою силою  $P$  визначаємо з рівняння моментів відносно точки  $O$  ( $Q \cdot l = \frac{2}{3} \cdot NH$ ). В цьому рівнянні нормальні сили  $N$  являють собою рівнодійні сили, які намагаються перекосити прихват під дією осьової сили  $P$ .

По закону силових трикутників рівнодійні  $N$  прикладені до прихвата на відстані рівній  $\frac{H}{3}$  від вершини трикутника.

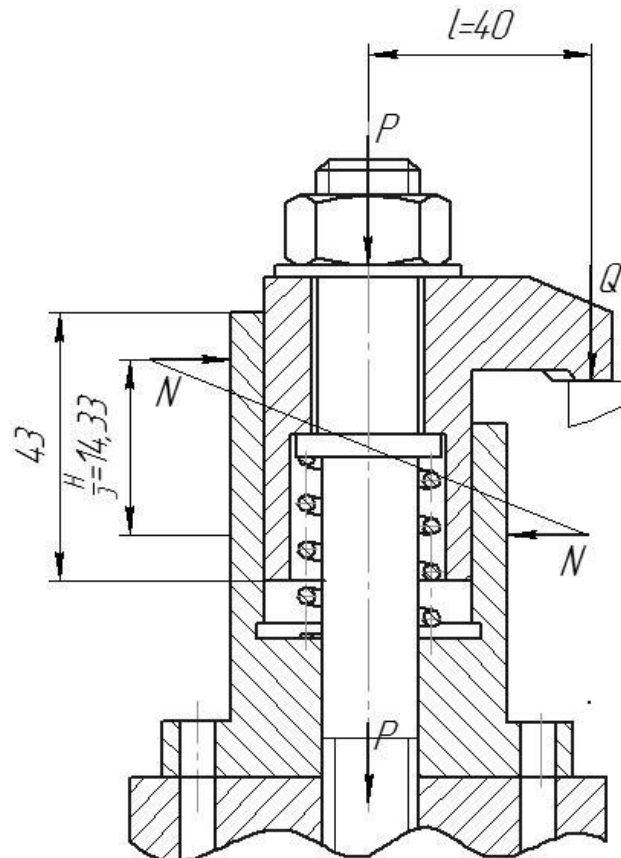


Рисунок 2.3 – Схема затискного механізму (Г-подібного прихвата)

						БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таким чином із вказаного рівняння моментів виходить  $N = \frac{3}{2} \cdot \frac{l}{H} \cdot Q$ . З другого боку  $P = Q + F$ , де F-сила тертя, яка відноситься до направляючої частини прихвата.

В розглянутому випадку  $F = 2Nf$ , де f-коефіцієнт тертя на направляючій поверхні прихвата. Підставивши в це рівняння N отримаємо

$$F = 3P \cdot \frac{l}{H} f, \text{ де } Q = P + F, \text{ відповідно } Q = P \left( 1 + 3 \frac{l}{H} f \right).$$

З врахуванням опору пружини

$$Q = (P - q) \cdot \left( 1 + 3 \frac{l}{H} f \right)$$

Звідси

$$P = \frac{Q}{1 + 3 \frac{l}{H} f} + q = \frac{9604}{1 + 3 \frac{40}{43} \cdot 0.1} + 70 = 7578 \text{ Н,}$$

де  $q=7,0$  – опір пружини.

По ГОСТ 14733-69 вибираємо конструктивні розміри кулачково Г-подібного прихвата:

$D=32\text{мм}; H=16\text{мм}; B=32\text{мм}.$

Конструктивні розміри втулки прихвата по ГОСТ 9059-69:

$D=32\text{мм}; D1=45\text{мм}; L=80\text{мм}.$

#### 2.1.4 Розрахунок на міцність і зносостійкість найбільш навантажених елементів пристрою.

На міцність розрахунок ведемо для різьбової частини тяги за напрямом зминання.

Вихідні дані:

- довжина згвинчування:  $l_{зг}=20\text{мм};$
- крок різьби:  $p=2\text{мм};$
- навантаження зминання:  $P=7578 \text{ Н};$
- допустиме напруження зминання:  $[\sigma]=140\text{МПа};$
- середній діаметр різьби:  $d_{ср}=14.701\text{мм};$
- висота профілю різьби:  $h=1.082\text{мм}.$

Вираховуємо кількість навантажених різьбових витків:

$$z = \frac{l_{зг}}{p} = \frac{20}{2} = 10$$

Умова міцності на зминання різьби має вигляд:

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{\pi \cdot d_{cp} \cdot h \cdot z} \leq [\sigma_{зм}]$$

Підставивши числові дані отримаємо:

$$\sigma_{зм} = \frac{7578}{3,14 \cdot 14,701 \cdot 1,082 \cdot 10} = 15,17 \text{ МПа} < [\sigma]$$

Умова міцності виконується.

### 2.1.5. Розрахунок пристрою на точність

При даній схемі обробки похибка для контролюючого розміру рівна нулеві, оскільки технологічна база співпадає з установчою, для розміру похибка не залежить від пристрою, а тільки від точності інструменту фрези. Розраховуємо похибку установку інструменту за формулою  $X = \varepsilon_{зн} + \varepsilon_{уст}$ , де  $\varepsilon_{зн}$  – похибка зношування інструменту,  $\varepsilon_{зн} = 0,05$  мм, та  $\varepsilon_{уст}$  – похибка установки та фіксації  $\varepsilon_{уст} = 0,01 \div 0,05$  мм, приймаємо  $\varepsilon_{уст} = 0,03$  мм. Визначаємо похибку установку  $X = 0,05 + 0,03 = 0,08$  мм. Похибку пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{пр} = T - \kappa \sqrt{(\kappa_1 \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_3^2 + (\kappa_2 \omega)^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_n^2}$$

Де  $\kappa_1 = 1,2$ ;  $\kappa_2 = 0,75$ ;  $\kappa_3 = 0,8$ ;

$$\omega = \varepsilon_{зм} + \varepsilon_t + \varepsilon_{ВПД} + \varepsilon_{знош.інстр.} = 0,05 + 0 + 0,05 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$T = 0,2 - (-0,2) = 0,4$$

$\varepsilon_3 = 0$ ,  $\varepsilon_{пр.} = 0,05$  – похибка від неточності виготовлення рухомих та нерухомих елементів пристрою;

$\varepsilon_6 = 0,023$  – похибки базування

$\varepsilon_n = 0,08$  – похибка наладки;

$\varepsilon_{г.т.} = 0,05$  – похибка геометричної точності;

$\varepsilon_t = 0$  – похибка від температурного фактору;

$\varepsilon_{ВПД} = 0,05$  – жорсткість системи ВПД.

$\varepsilon_n$  – перекіс деталі становить 0,009 мм

$\varepsilon_{знош.інстр.} = 0$  – інструмент гострий.

Тоді похибка рівна:

$$\varepsilon_{пр} = 0,4 - 1,2 \sqrt{(0,75 \cdot 0)^2 + 0 + (0,8 \cdot 0,1)^2 + 0,08^2 + 0,023^2} = 0,261 \text{ мм}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

## 2.2 Пристрій контрольний

### 2.2.1 Призначення, будова і робота пристрою

Пристрій призначений для контролю геометричної точності поверхні 4, а саме допуск площинності. Пристрій складається із плити, двох призм, г-подібного прихвата, стійки, індикатора.

Принцип роботи пристрою наступний: після встановлення деталі, повертають г-подібний прихват і дотягують гайку. Після цього підводиться індикатор до поверхні та проводиться контроль площинності.

### 2.2.2 Визначення похибки вимірювання

Сумарна похибка вимірювання визначається за формулою:

$$\varepsilon_{ВИМ} = \Delta_{cu} + \varepsilon + \Delta_p + \Delta_3 + \Delta_{yc} + \Delta_t,$$

$\Delta_{cu} = 0,01$  – фактична похибка засобів виміру

$\varepsilon$  – похибка установки контролюючої деталі в КИП

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta A}^2 + \varepsilon_{3A}^2 + \varepsilon_{npA}^2}$$

$\varepsilon_{\delta A} = 0$  - величина базування на контролюючий параметр;

$\varepsilon_{3A} = 0$  - похибка закріплення вимірної деталі;

$\varepsilon_{npA} = 0$  - врахування помилки взаємного розташування елементів для установки контролюючої деталі;

$\Delta_p$  - похибка передаточних пристроїв КИП;

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_{p1}^2 + \Delta_{p2}^2 + \Delta_{p3}^2 + \Delta_{p4}^2 + \Delta_{p5}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,1^2 + 0,03^2 + 0,02^2 + 0,15^2} = 0,19$$

$\Delta_{p1} = 0,05$  - похибка від неточності виготовлення плеч важільних механізмів;

$\Delta_{p2} = 0,1$  - похибка від зазора між отворами і віссю важеля;

$\Delta_{p3} = 0,03$  - похибка, викликана непропорційністю між лінійними переміщення вимірного стержня і кутом переміщення важеля;

$\Delta_{p4} = 0,02$  - похибка від зміщення точки контакту сферичного наконечника при повороті плоского важеля;

$\Delta_{p5} = 0,15$  - похибка прямої передачі;

$\Delta_3 = 0,02$  - похибка виготовлення еталонних деталей, які служать для налаштування КИП;

$\Delta_{yc}$  - похибка, викликана вимірним зусиллям пружних деформацій вимірного наконечника;

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{yc} = 0,43 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{yc}^2}{r}} = 0,43 \cdot 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,1^2}{3,6}} = 0,06$$

$P_{yc} = 0,1$  - вимірне зусилля, Н;

$r = 3,6$  - радіус вимірного наконечника, мм;

$k = 0,2$  – коефіцієнт, залежності від матеріалу наконечника із твердого сплава;

$\Delta_t = 0$  - температурна похибка виміру;

$$\varepsilon_{ВІМ} = 0,01 + 0 + 0,19 + 0,02 + 0,06 + 0 = 0,28 \text{ мм}$$

Отже, можна зробити висновок, що точність контролю забезпечена.

## 2.3. Розрахунок різального інструменту

### Розрахунок та конструювання спірального свердла

Розрахунок та конструювання спірального свердла під різьбу М12

1. Згідно з попередніх даних для різьби М12х1.5-Н7 діаметр свердла становить 10,5 мм

2. Визначаємо режими різання згідно попередніх розрахунків.

2.1 Вибираємо подачу  $S = 0,28$  мм/об

2.2 Вибираємо швидкість різання  $V = 23,0$  м\хв

2.3 глибину різання  $t = \frac{D}{2} = \frac{10,5}{2} = 5,2$  мм

3. Осьова складова сили різання:

$$P_0 = 9,81 C_p D^{x_p} S_0^y K_{m_p}$$

$$C_p = 68 \quad X_p = 1 \quad Y_p = 0,7 \quad K_{m_p} = 1 \quad \text{Т 32 ст. 281 [7]}$$

$$P_0 = 9,81 \cdot 68 \cdot 10,5^1 \cdot 0,28^{0,7} \cdot 1 = 2873,2 \text{ Н}$$

4. Момент сил опору різанню (крутний момент):

$$M_{kp} = 9,81 C_m D^q S^y K_{m_m}$$

$$C_m = 0,0345 \quad q = 2 \quad y = 0,8 \quad K_{m_m} = 0,845 \quad \text{Т 32 ст. 281 [7]}$$

$$K_{m_m} = \left( \frac{\sigma_6}{75} \right)^{0,75} = 0,845$$

$$M_{kp} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 10,5^2 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 0,845 = 11,696$$

5. Визначаємо номер конуса Морзе хвостовика:

Осьову складову сили різання  $P_x$  можна розкласти на дві сили:  $Q$  - яка діє

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормально до твірної конуса:  $Q = \frac{P_x}{\sin \Theta}$ , де  $\theta$ - кут конусності хвостовика, і силу  $R$ , що діє в радіальному напрямку і яка зрівноважує реакцію на протилежній точці поверхні конуса.

Сила  $Q$  створює дотичну складову  $T$  сили різання; з врахуванням коефіцієнту тертя поверхні конуса об стінки втулки  $\mu$

$$T = \mu Q = \frac{\mu P_x}{\sin \theta}$$

Момент тертя між хвостовиком і втулкою

$$M_m = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 \Delta \theta)$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різанню, тобто до моменту, який створюється при роботі затупленим свердлом і який збільшується до 3 раз в порівнянні з моментом, прийнятим при нормальній роботі свердла.

$$3M_{кр} = M_m = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 \Delta \theta)$$

Середній діаметр конуса хвостовика

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2}, \text{ або } d_{cp} = \frac{6M_{кр} \sin \theta}{\mu P_x (1 - 0.04 \Delta \theta)}, \text{ де } M_{кр} = 8,225 \text{ Н}\cdot\text{м} - \text{момент опору сил}$$

різанню;  $\mu = 0,096$  – коефіцієнт тертя сталі по сталі; кут  $\Theta$  для більшості конусів

Морзе рівний  $\approx 1^\circ 30'$ ;  $\sin 1^\circ 30' = 0.02618$ ;  $\Delta \theta = 5'$  - відхилення кута конуса;

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 11,396 \cdot 0.02618}{0.096 \cdot 2873,2 \cdot (1 - 0.2)} = \frac{6,4155}{183} = 0.082 \text{ м} \approx 8,2 \text{ мм}$$

По ГОСТ 25557-82 вибираємо найближчий більший конус:

Конус Морзе 1,  $D = 12,065$  мм  $D_1 = 12,2$  мм  $d_2 = 9,0$  мм  $d_{3\max} = 8,7$  мм

$l_{3\max} = 62,0$  мм

$l_{4\max} = 65,5$  мм  $a = 3,5$  мм  $bh13 = 5,2$  мм  $c = 8,5$  мм  $e_{\max} = 13,5$  мм  $R = 5,0$  мм  $R_1 = 1,2$  мм

$v = 0.06$  мм

T62 ст.189 [14]

6. Вибираємо розміри свердла по ГОСТ 10903-77:

Свердло 2301-0032  $L = 168$  мм  $l = 87$  мм КМ 1

7. Визначаємо геометричні і конструктивні параметри робочої частини свердла.

Згідно нормативів знаходимо форму загострення однократна,

$\phi = 118$   $l = 3$  мм  $b = 2.5$  мм  $H = 77.2$  мм

8. Товщина серцевини свердла знаходимо в залежності від діаметра свердла:

$K = 2.02$  мм

Вибираємо потовщення серцевини в напрямку до хвостовика. Значення 1.4-

1.8 мм на 100 мм довжини. Приймаємо потовщення 1.5 мм

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

9. Зворотня конусність свердла на 100 мм довжини робочої частини повинна складати: 0,04-0,1 мм Приймаємо 0.05 мм

10. Вибираємо ширину ленточки  $f$  і висоту затилка  $K$ :

$$f=1.4\text{мм} \quad K=0,4\text{мм} \quad \text{T63 ст.194 [14]}$$

11. Визначаємо ширину пера:

$$B=0,58D; \quad B=0.58 \cdot 10,5=6,09\text{мм}$$

12. Визначаємо геометричні елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла:

Великий радіус профілю

$$R_0 = C_R C_r C_\phi D,$$

$$\text{де } C_R = \frac{0.026 \cdot \varphi^3 \sqrt{\varphi}}{\omega} = \frac{0.026 \cdot 118 \cdot \sqrt[3]{118}}{29^\circ 30'} = \frac{15.04}{29} = 0.51\text{мм};$$

$$C_r = \left( \frac{0.14D}{d_c} \right)^{0.044} = \left( \frac{0.14 \cdot 10,5}{2.02} \right)^{0.044} = 0.986\text{мм};$$

$$D_{\text{фр}} = 13\sqrt{D} = 13 \cdot \sqrt{10,5} = 42\text{мм};$$

$$C_\phi = \left( \frac{13\sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9} = \left( \frac{13 \cdot \sqrt{10,5}}{39} \right)^{0,9} = 1,1\text{мм};$$

$$R_0 = 0.51 \cdot 0.979 \cdot 10,5 = 5,242\text{мм}$$

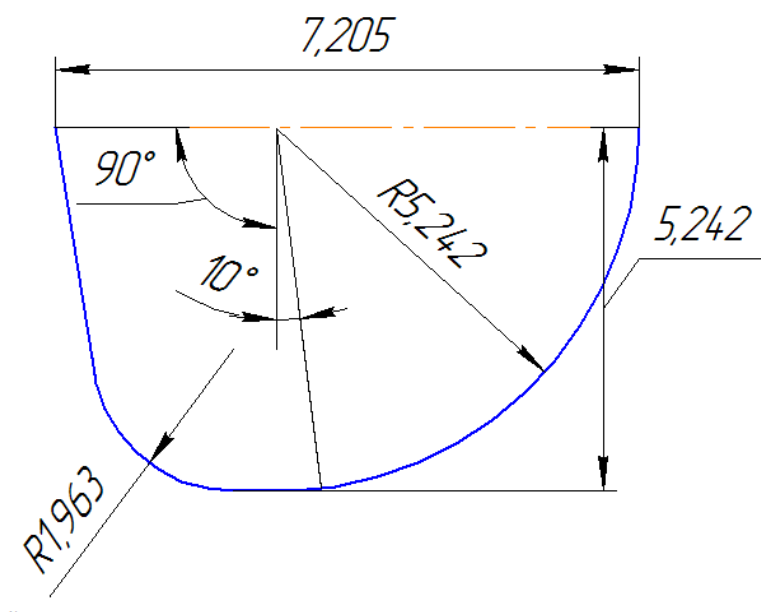
Менший радіус профілю

$$R_k = C_k D = 0.187 \cdot 10,5 = 1,963\text{мм}$$

$$C_k = 0,015\omega^{0,75} = 0,015 \cdot 29^{0,75} = 0,187$$

$$B = R_0 + R_k = 5,242 + 1,963 = 7,205\text{ мм}$$

Профіль канавкової фрези



13. По знайдених розмірах будуємо профіль канавочної фрези. Встановлюємо основні технічні вимоги і допуски на розміри свердла (по ГОСТ 885-77).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

Граничні відхилення діаметрів свердла  $D = 10,5h9_{(-0.043)}$ . Допуск на загальну довжину і довжину робочої частини свердла дорівнює подвоєному допуску по 14-му квалітету з симетричним розміщенням граничних відхилень  $\left(\pm \frac{IT14}{2}\right)$  по ГОСТ 25347-82. Граничні відхилення розмірів конуса хвостовика встановлюють по ГОСТ 2848-75 (ступінь точності АТ8). Радіальне биття робочої частини свердла відносно осі хвостовика не повинно перевищувати 0,13 мм. Кути  $2\phi = 118^\circ \pm 2^\circ$ ;  $2\phi_0 = 70^{+5^\circ}$ . Кут нахилу гвинтової канавки  $29^\circ 30'_{-2^\circ}$ . Граничні відхилення розмірів підточки перемички ріжучої частини свердла  $+0,5$  мм. Твердість робочої частини свердла 63...66 HRC<sub>3</sub>, лапки хвостовика свердла 32...47 HRC<sub>3</sub>.

14. Виконуємо креслення свердла

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

*Проектування обробки деталі на ЧПК верстаті за допомогою  
САМ (Computer-Aided Manufacturing) технології.*

САМ (Computer-Aided Manufacturing) — це технологія використання комп'ютерних систем для керування виробничими процесами та створення програмного забезпечення для автоматизації виробництва. САМ системи зазвичай використовуються для програмування верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), забезпечуючи точне керування різанням, фрезеруванням, свердлінням, токарними та іншими операціями.

Основні аспекти САМ:

1. Програмування ЧПК-верстатів:
  - Створення G-коду, який використовується для керування рухами верстата.
  - Налаштування параметрів обробки, таких як швидкість шпинделя, швидкість подачі, глибина різання тощо.
2. Моделювання та симуляція:
  - 3D-симуляція процесу обробки для перевірки наявності колізій, оптимізації траєкторій інструментів та запобігання помилкам.
  - Візуалізація кінцевого результату обробки.
3. Інтеграція з САД-системами:
  - Імпорт геометричних моделей з САД (Computer-Aided Design) програм для подальшої обробки.
  - Підтримка різних форматів файлів, таких як STEP, IGES, DXF та інші.
4. Автоматизація та оптимізація виробничих процесів:
  - Використання стратегій обробки для мінімізації часу та витрат на виробництво.
  - Автоматичне генерування траєкторій різання та інструментальних шляхів.
5. Постпроцесинг:
  - Налаштування постпроцесорів для створення специфічних програм керування для різних типів верстатів та контролерів.
  - Підтримка різноманітних машин і обладнання.

						Арк.
					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

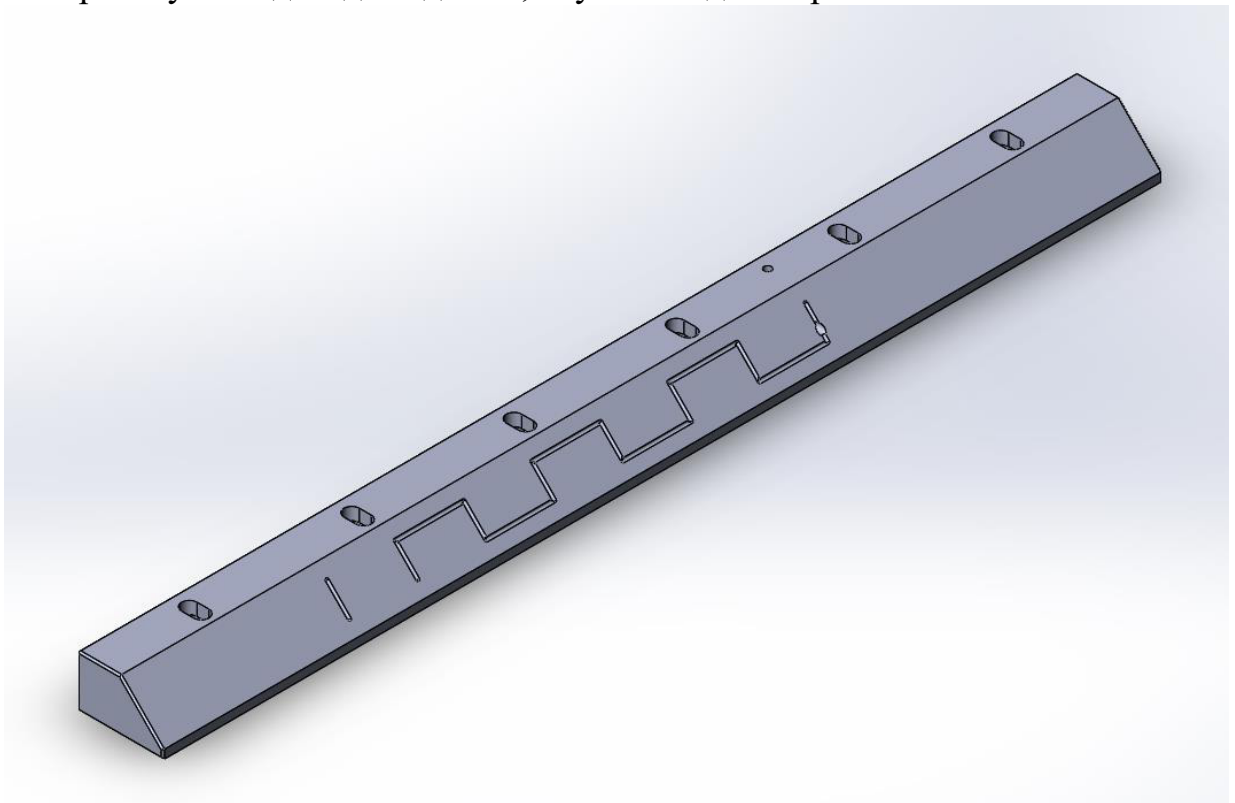
## Переваги використання САМ:

- Підвищення точності та якості продукції: Автоматизація процесів зменшує людські помилки, що призводить до більш точних і якісних виробів.
- Зниження виробничих витрат: Оптимізація процесів дозволяє зменшити час виготовлення та витрати на матеріали.
- Гнучкість у виробництві: Можливість швидко налаштувати виробничі процеси під різні типи виробів та зміни в дизайні.
- Підвищення продуктивності: Автоматизація рутинних завдань та швидка підготовка до виробництва нових деталей.

САМ-системи є невід'ємною частиною сучасних виробничих процесів, допомагаючи компаніям залишатися конкурентоспроможними на ринку за рахунок впровадження передових технологій і автоматизації.

## Послдовність виконання

1. Проектуємо 3д модель деталі, яку необхідно обробити



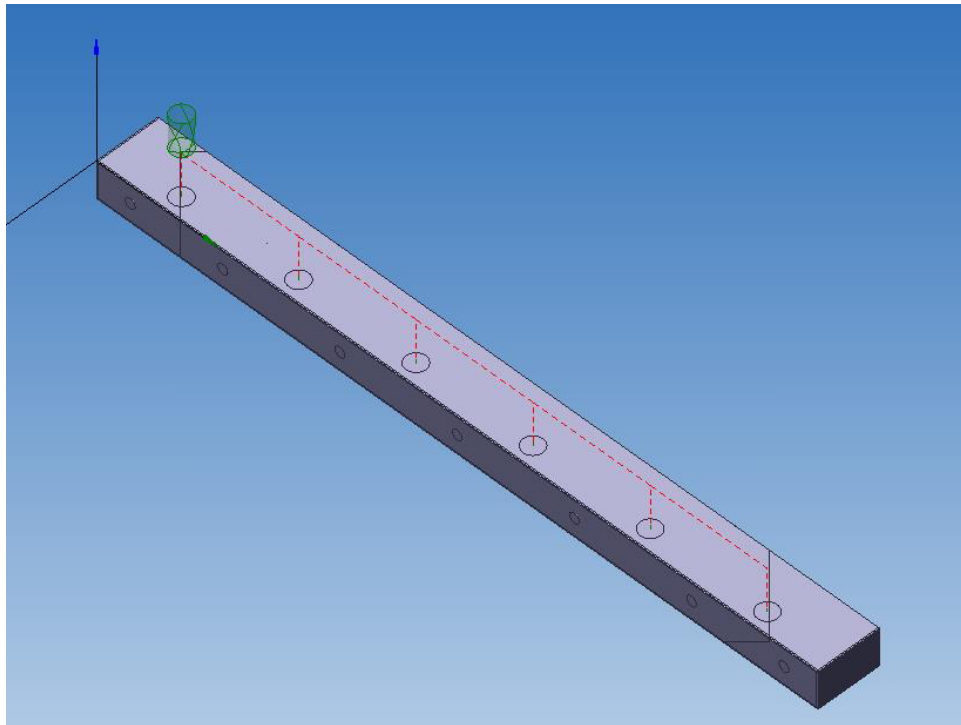
2. Для обробки отворів, вибираємо 3-х координатний фрезерний верстат з ЧПК

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ				

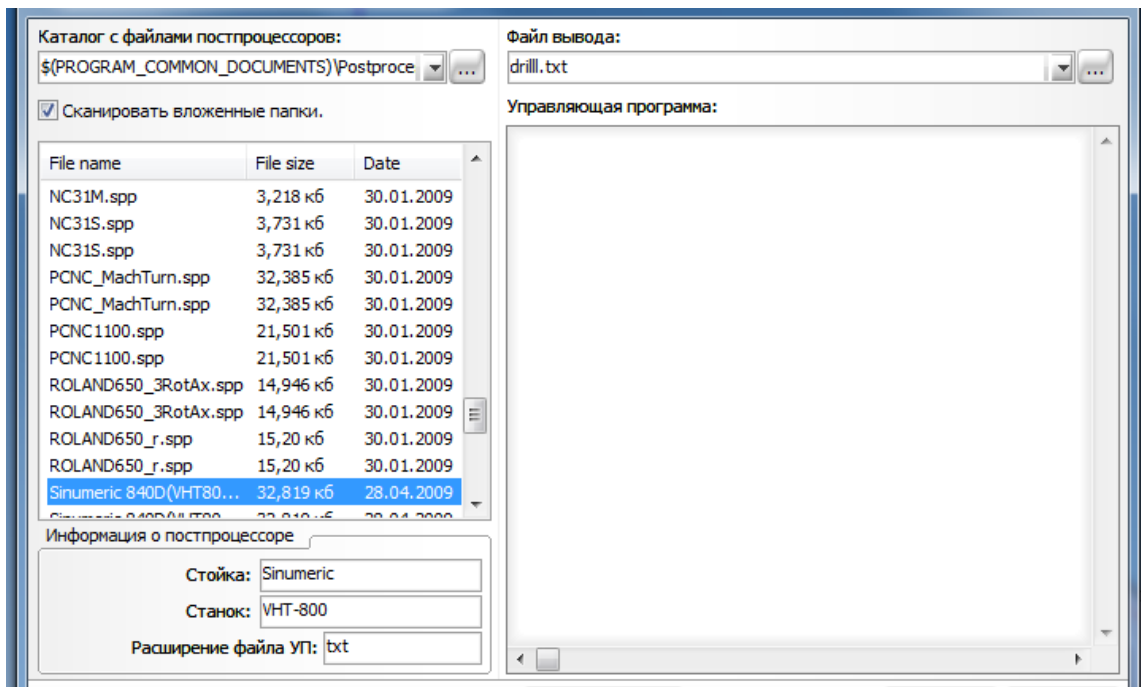




7. Переходимо на вкладку «модельовання» де можна спостерігати як обробиться деталь на верстаті, з лініями руху інструменту



8. За допомогою постпроцесора створюємо керуючу програму для чпк, обравши необхідну систему ЧПК



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ

Арк.

## Список використаних джерел

- 1 П.І. Войтенко Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 77с.
- 2 Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання технологічної частини дипломного проекту спеціальності 1201 – технологія машинобудування. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1990.–58с.
- 3 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
- 4 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
- 5 Обработка металлов резанием : Справочник технолога. / Под общ. ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
- 6 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск : Высшая школа, 1983. - 256 с.
- 7 Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков : Справочник. - М.: Машиностроение, 1979. - 303 с.
- 8 Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : Навчальний посібник. - К.: Вища школа, 1993. - 414 с.
- 9 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя М.: : Машиностроение, 1982. - Т.1 - 736 с., Т.2 - 559 с.
- 10 Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Вища школа, 1991. - 247 с.
- 11 Режимы резания металлов : Справочник / Под ред. Ю.В.Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. -408 с.
- 12 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах : Учебное пособие -М.: Машиностроение, 1986. - 239 с.
- 13 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. - М.: Машиностроение, 1986.— 239 с.
- 14 ГОСТ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
- 15 Проектування оснастки. Методичні вказівки до виконання розрахункових та контрольних робіт для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2000. – 110 с.
- 16 Общемашиностроительные нормативы режимов резания. М.: Машиностроение, 1974. - Ч.І - 416 с. - Ч.ІІ - 200 с.

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17 Общемашиностроительные нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования : Серийное производство. -М.: Машиностроение, 1984. -421 с.

18 Каплунов Р.С. Контроль качества деталей типовых групп. М.: Машиностроение, 1977. – 237 с.

19 Каплунов Р.С. Точность контрольных приспособлений. М.: Машиностроение, 1968. – 219 с.

20. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Изд. 3-е. под ред. Г.А. Монахова. М.:, Машиностроение, 598с. 1974г.

					БР.ПМ - 304.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Дубл. Взам. Оригінал																			
	Цех	Діл.	РМ	Опер. Код, назва обладнання	Код, назва операції	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КООД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тп.г-к.			
А 01	050 36xx Вертикально-фрезерна 60101.02501; 10П №xx-xx																		
Б 02	3816600	Вертикально-фрезерний	ВМ127М	18217	3	10	1	1	1	100	1	26	23,53						
03																			
А 04	055 Координатно-свердлильна 60101.03001; 10П №xx-xx																		
Б 05	3816600	2550МФ4	18217	3	10	1	1	1	1	100	1	25	8,73						
06																			
А 07	060 Радіально-свердлильна 60101,03001; 10П №xx-xx																		
Б 08	Радіально-свердлильний	2М55	18217	3	10	1	1	1	1	100	1	25	5,16						
09																			
10	065 Радіально-свердлильна 60101,03001; 10П №xx-xx																		
11	Радіально-свердлильний	2М55	18217	3	10	1	1	1	1	100	1	22	4,28						
12																			
13	070 Плоскошліфувальна 60101,03001; 10П №xx-xx																		
14	Плоскошліфувальний	ЗД722	18217	3	10	1	1	1	1	100	1	24	22,73						
15	075 Плоскошліфувальна 60101,03001; 10П №xx-xx																		
16	Плоскошліфувальний	ЗД722	18217	3	10	1	1	1	1	100	1	24	21,23						
МК																			





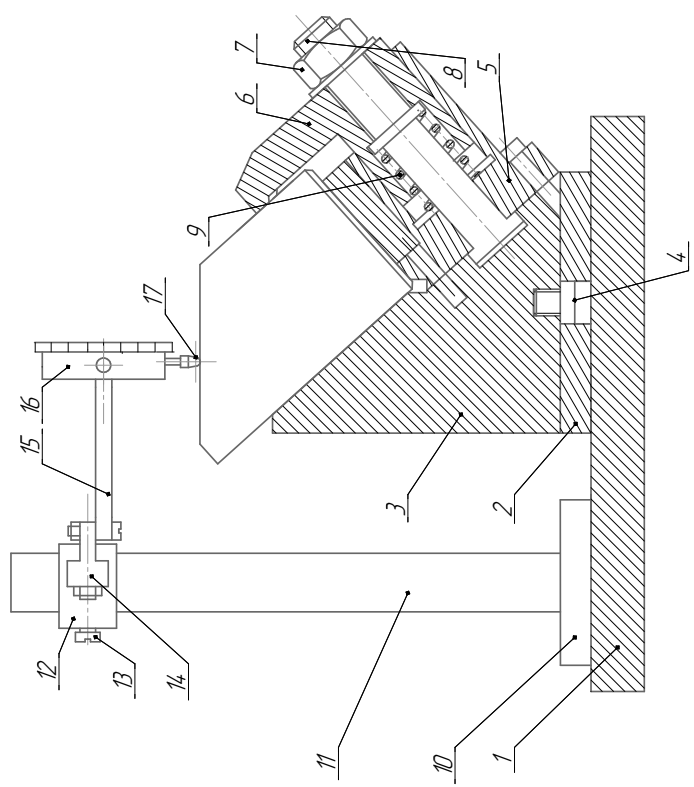
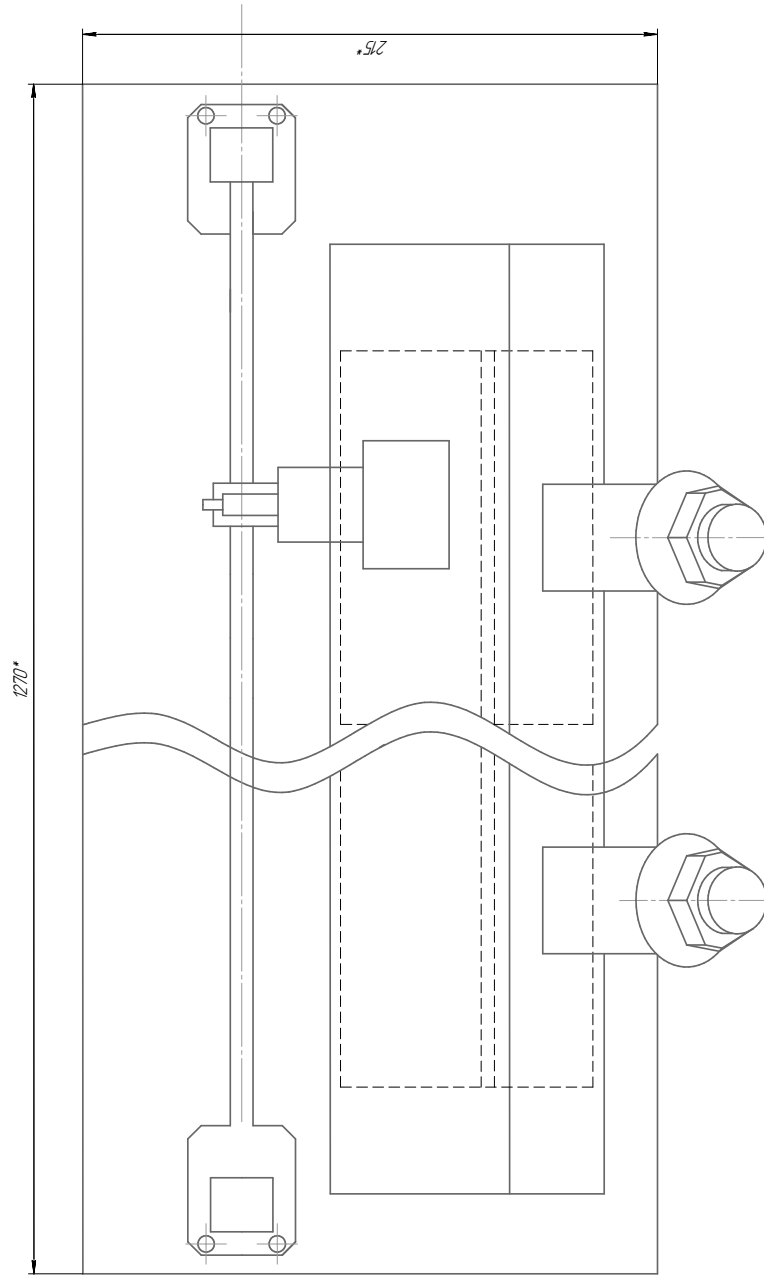
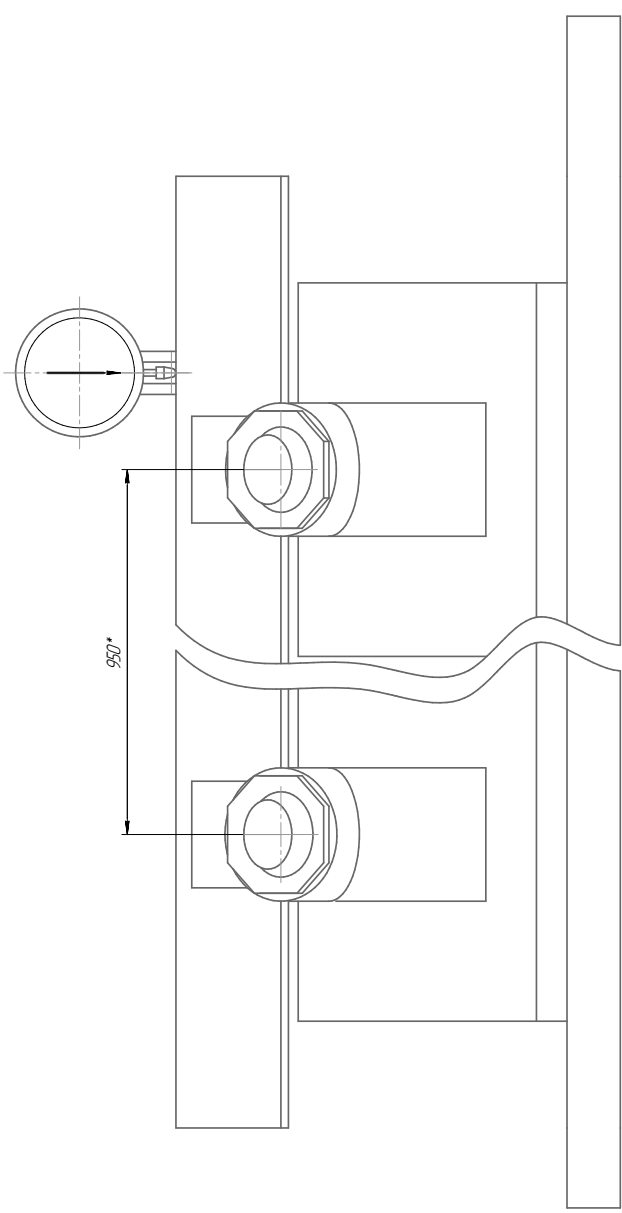












**Технічна характеристика:**

1. Пристрій для контролю відхилення від площинності
2. На пристрої одночасно можуть встановлюватись 3 індикатори
3. \* Розміри для двовідок

БР.ПМ - 304.00.0000СК		Лист	Кількість	Масштаб
Пристрій контрольний		№ докум.	Листів	Датум
		Розроб	Прийнято в А.	11
		Вибір	Корекція № 01	1
		Нормова	Корекція № 01	
		Уточ.	Поправка № 1	
		ІНН/УМ		
		ПМ-22-Ж		
		Формат А1		

