

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Приймак Леся Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Стінка 562 МТ8 613.000.02»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Л.М.Приймак

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доцент

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(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-2025 рік

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

« » _____ 20 року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Приймак Лесі Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Стінка 562 МТ8 613.000.02»»

Керівник роботи: Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” червня 2025 року № 91 / 7

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення деталі, 2. Базовий технологічний процес
3. Тип виробництва – середньосерійний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина

2. Конструкторська частина

3. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

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

1. Карта налагодження – 1-2 листи А1

2. Креслення верстатного пристрою 1-2 листи А1

3. Керуюча програма для верстату з ЧПК 2 листи А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Одосій З. М. професор каф. КМВ		
2	Одосій З. М., професор каф. КМВ		
3	Одосій З. М., професор каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	10.03.2025	
2	Конструкторська частина	15.04.2025	
3	Розроблення керуючої програми	15.05.2025	
4	Оформлення ПЗ та графічної частини	07.06.2025	

Студент _____
(підпис)

Приймак Л.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Одосій З.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі «Стінка 562 МТ8 613.000.02»».

Розрахунково-пояснювальна записка на 68 сторінках і містить: 34 рисунків, 13 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 19 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Стінка 562 МТ8 613.000.02”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення деталі «Стінка 562 МТ8 613.000.02» для умов середньо-серійного типу виробництва котра забезпечить її виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту та застосованому обладнанні сконструювати спеціальний верстатний пристрій, а також скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, вибрано відповідно типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (литво в кокіль) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на вертикально-фрезерній операції 040 (верстат мод. 6РВРФ3) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі розроблено керуючу програму для верстатів з ЧПК. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, норми часу, операція, інструмент, обладнання, пристрій.

Студент: Приймак Л.М.

SUMMARY

qualifying bachelor's work: "Manufacturing technology of the part "Wall 562 MT8 613.000.02".

The explanatory note is 84 pages long and contains: 34 figures, 13 tables, 11 references to literary sources, 19 sheets of A4 appendices.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - part "Wall 562 MT8 613.000.02"

Purpose - to develop a technology for the manufacture of part "Wall 562 MT8 613.000.02" for medium-sized production type that will ensure its manufacture at minimal cost, as well as to design a special machine tool device in accordance with the developed technological route and the equipment used, and to compile a control program for a CNC machine.

To achieve this task, we analyzed the design of the part, its purpose, selected the optimal method of obtaining the workpiece (casting in a coil) in accordance with the type of production, and developed a design route for machining according to the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed for fixing the part on the vertical milling operation 040 (machine mod. 6RVERF3). In Chapter 3, a control program for CNC machines was developed. All necessary technological documentation is provided in the appendices.

The results of the work can be used in the machine-building industry.

Keywords: *workpiece, part, technological process, cutting modes, time standards, operation, tool, equipment, device.*

Student: Pryimak L.M.

ЗМІСТ

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

Вибір форми організації виробництва

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка

маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

1.4.3 Вибір варіанту технологічного процесу

1.4.4 Технічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту

механічної обробки

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення

технологічних розмірів

1.5.2 розрахунок режимів різання - уточнення моделей верстатів

1.5.3 Розрахунок до карти налагодження

1.5.4 Технічне нормування

2 Конструкторська частина

2.1 Початкові дані

2.2 Будова і принцип роботи пристрою

2.3 Розрахунок сил затиску заготовки

2.4 Розрахунок на точність

2.5 Рівень стандартизації

3 Розроблення керуючої програми з ЧПК

Висновок

Список використаної літератури

Додатки

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Приймак				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Одосій					н	1	
Реценз.						ІФНТУНГ		
Н. контр.	Одосій					ПМз-21-1		
Затв.	Панчук В.Г.							

Вступ

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній степені визначає розвиток і вдосконалення всього господарства держави. Найважливішими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва і покращення якості продукції, вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першоступеневе значення якості машин, надійності, довговічності та економічності експлуатації залежить не тільки від досконалості її конструкції, але і від технології виробництва, застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки які забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин методів зміцнення робочих поверхонь, підвищуючи ресурс роботи деталей і машин в цілому, ефективного використання сучасних автоматичних і потокових ліній верстатів з програмним управлінням ЕОМ та іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів, все це спрямовано на рішення головних і підвищення ефективності виробництва і якості продукції. В рішенні цих задач активна участь інженерно-технічних працівників, підготовка яких здійснюється в вузах по ряду технічних спеціальностей в тому числі і по спеціальності технологія нафтогазового машинобудування. При підготовці інженерних кадрів значне місце значна увага приділяється самостійній роботі студентів, виконанню індивідуальних робіт, курсових робіт і проектів.

Бакалаврська робота (БР) є завершальним етапом навчання на бакалаврському рівні і має велике значення в загальному циклі підготовки спеціалістів. При виконанні БР вирішується великий комплекс інженерних задач. Головним завданням БР є перевірка знань у студентів з загально-технічних і загальних дисциплін. При виконанні БР і зокрема проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин необхідно враховувати сучасні високопродуктивні прогресивні методи та способи:

1) наближення заготовок по формі, розмірам і якості поверхонь до готової деталі (дає можливість скоротити розхід матеріалів, значно зменшити трудомісткість обробки деталей на верстатах, а також зменшити витрати на електроенергію, ріжучі інструменти);

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

- 2) підвищення продуктивності праці автоматичних ліній, автоматів, агрегатів, верстатів ЧПК, більш сучасних методів обробки, нових марок ріжучих інструментів, пристроїв, й швидкодіючими затискачами, методів комплексних технологічних процесів обробки деталей машин і складових виробів;
- 3) концентрації механообробних операцій на одному верстаті;
- 4) застосування електрохімічних, електрофізичних методів обробки деталей.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис і призначення конструкції деталі

Дана деталь - представник стінка 562 МТ8 613.000.02 входить в складальну одиницю газового лічильника РЛ-20. Вимірювач складається з корпусу і двох розміщених в ньому роторів 8-подібної форми, які розташовані у взаємно перпендикулярному положенні. Корпус з двох сторін закритий станками на яких вмонтовані дві пари підшипників, що є опорами роторів.

Між корпусом і стінкою в складальній одиниці нам необхідно витримати зазор 0,06/0,005, тому поставлений допуск площинності до поверхні 1. Стінки закривають корпус в якому рухаються ротори, а також позбутися можливості втрати газу. Стінка до корпусу кріпиться за допомогою штирів пов. 9 і 10, 11...21. Отвори 21 і 22 для розміщених в них 2 валів (8-подібної форми). За допомогою отворів 23...30 кріпимо (різьбові поверхні) кронштейн. Поверхні 3,5 і 6 застосовуються для закріплення лічильного механізму в корпусі.

Деталь - представник є досить компактною, бо є пустоти. Послаблені стінки не несуть великого навантаження при роботі. Канавка 4 призначена для надійного кріплення кронштейна до стінки.

Отже ми можемо зробити висновок, що деталь є компактною і надійною в роботі (складальній одиниці). Лиски призначені для кріплення і запобігання повороту лічильного механізму в корпусі.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Опис конструкції деталі.

№ однієї чи груп поверхонь	Конфігурація та службове призначення поверхонь.	Точність.	Розміри,мм	Шорсткість, мкм
1	Торець, щільне кріплення стінки і корпусу.	h12 □0,02	8	0,8
2	Торець, щільне кріплення стінки і кронштейна	h11 0,05	11	3,2
3	Профіль кріпиться з корпусом	h12	145	12,5
4	Канавки стінки, крапиться до кронштейна	H12	112	1,0
5 і 6	Лиски, кріпиться до корпусу лічильника	IT2	122	12,5
7 і 8	Отвори для кріплення кронштейнів	H8	Ø4	1,6
9,10	Отвори для точного кріплення корпусу і стінки штифтами	H8	Ø6	1,6
11,20	Отвори для надійного кріплення стінки з корпусом	H14	Ø7	6,3
21,22	Отвори для кріплення валів на кронштейні з двох сторін.	H11	Ø10,7	3,2
23...30	Отвори для кріплення кронштейна (різьбові поверхні)	7H	M5	3,2
31	Кріпиться вимірювач	h10	101,5	3,2
32	до корпусу	h12	8	3,2
33,34	шпонка	h14	5	6,3

В даній деталі стінки компонентом головних баз виступає поверхня 1.

До першого компоненту входять поверхні 9 і 10, до другого 5,6,21,22,3 до третього поверхня 35.

Матеріал деталі - СЧ20 ДСТУ 8833:2019

Таблиця 1.2 Хімічний склад СЧ20

C,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%
3,2-3,5	1,5-2,5	0,5-0,8	0,1-0,3	0,12

Таблиця 1.3 Механічні властивості СЧ20 в МПа, Н/мм²

δp	σ_c	λ	μ	γ	σ_{br}	σ_{bc}	$\sigma_{b.зг}$	τ_b	σ_{-1}	τ_{-1}
28	120	$1,2 \cdot 10^5$	0,25	$4,5 \cdot 10^4$	150	650	320	340	70	52

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічності конструкції дозволяє покращити техніко-економічні показники проектного технологічного процесу, оскільки покращення технологічності конструкції дозволяє зменшити собівартість її виготовлення без ускладнень для службового призначення. Аналіз зводиться до зменшення трудомісткості та металоємності, можливості обробки деталі високопродуктивними методами. Дану роботу проводимо в порядку рекомендованому в довідковій літературі [21]. Аналізуючи деталь робимо висновок, що деталь не зовсім технологічна. Було б бажано мати в конструкції поверхні які б дозволили покращити умови базування заготовки деталі на першій операції, яка використовується для виготовлення чистової бази - поверхні $\varnothing 145$. Ускладнена також і обробка пазів шириною 5мм, оскільки доступ до оброблюваної поверхні недостатньо вільний. До недоліків в конструкції деталі також можна віднести 6 різьбових отворів М5. А решті форма деталі є раціональною з легкодоступними поверхнями з достатньою шорсткістю, що дозволяє застосовувати високопродуктивні методи обробки.

Матеріал і форма деталі дозволяє вибрати досить раціональні методи отримання заготовки та забезпечують більш високий коефіцієнт використання матеріалу, трудомісткість механічної обробки стінки, має зручні базові поверхні, вимоги до більшості поверхонь їх точності і шорсткості поверхні, що дозволяє проводити одно або максимум дворазову обробку, деталь має можливість створення зручних чистових баз, що дозволяє механічну обробку поверхонь з використанням принципу постійності баз. Як вже відмічали вище конструкція стінки дозволяє проводити обробку плоских поверхонь на прохід і немає поверхонь які розміщені гострими або тупими кутами до основи. Це дає можливість використовувати для механічної обробки стандартні або нескладні пристрої. Осі всіх отворів розміщені перпендикулярно до основи, що сприяє їх обробці (крім різьбових поверхонь) з однієї установки на верстаті з ЧПК. Форма отворів дозволяє обробляти на прохід.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль шорсткості та параметрів точності можливо здійснити з використанням прости схем, вимірювальних інструментів. В цілому можна зробити висновок, що стінка є технологічною.

1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії

Тип виробництва: середньо-серійний

Режим роботи - 2 зміни на добу.

Вибір форми організації виробництва, так як тип виробництва заданий середньо-серійний, то визначимо річну виробничу програму виходячи із визначення коефіцієнта серійності: $k_c = \frac{t_e}{T_{шт.к.ср.}}$, с.20 [20].

де $T_{шт.к.ср.}$ - середній штучно-калькуляційний час обробки, хв.

$T_{шт.к.ср.}$ - по операціях визначається по формулі:

$$T_{шт.к.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.к.i}}{n}; \text{ хв [21] с.21}$$

де $t_{шт.к.i}$ - штучно-калькуляційний час на операціях.

Для визначення середнього штучно-калькуляційного часу беремо до розрахунку тільки основні операції, включаючи промивку деталей, термообробку слюсарну обробку ([21] ст. 21) Проведемо базовий розрахунок технологічного процесу у вигляді таблиці:

Таблиця 1.4. Норми часу за базовим техпроцесом.

№ операції	Назва операції	Тшт, хв
005	Токарна	1,5
010	Токарна	2,5
015	Токарна	4
020	Шліфувальна	1,85
025	Токарна	4,5
030	Токарна	4
035	Свердлильна	2,5
040	Свердлильна	4,5
045	Свердлильна	3,5
050	Фрезерна	3
055	Фрезерна	5
060	Нарізання різьби	1
065	Шліфувальна	2,65

Всього

38,1

Число операцій $n = 13$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ср}} = \frac{38,1}{13} = 2,93 \text{ хв.}$$

Визначаємо такт випуску із вище вказаної формули

$$t_{\text{в}} = k_c \cdot T_{\text{шт.к ср.}}$$

Для середньо-серійного типу виробництва приймаємо:

$$k_c = 15 [21] \text{ ст.20}$$

$$t_{\text{в}} = 2,43 \cdot 15 = 43,96$$

Такт випуску можна визначити по формулі:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_g \cdot 60}{N} \text{ хв/шт [21] ст.21}$$

Визначимо річну програму випуску деталі

$$F_g = ((365 - 104 - 8 + 1) \cdot 8,2 - 6 \cdot 1) \cdot 2 \left(1 - \frac{\Pi}{100}\right).$$

$\Pi=8\%$ - втрати часу на проведення ремонтів, обслуговування, наладки і підналадки обладнання в (%).

8% - для середньо-серійного типу виробництва використані верстати з ЧПК.

$$F_g = ((365 - 104 - 8 + 1) \cdot 8,2 - 6 \cdot 1) \cdot 2 \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 3821 \text{ год.}$$

$$\text{тоді } N = \frac{3821 \cdot 60}{43,96} = 5215,2 \text{ шт/рік}$$

Приймаємо 5300 шт/рік.

Визначимо розмір партії деталей для одночасного запуску.

$$n = \frac{N \cdot a}{F} [21] \text{ ст.22}$$

де $F = 253$ - число робочих днів в році [21] ст.22

a - число днів які потрібно мати запас деталей $a = 14$.

$$n = \frac{5300 \cdot 14}{253} = 293 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 300$ шт.

Вибір організації виробництва. Згідно ГОСТ 14312-74 від встановленого порядку виконання операцій технологічного процесу, розташування технологічного обладнання, кількості деталей, напрямку їх руху в процесі їх виготовлення. Встановлені дві форми організації технологічних процесів: групова, початкова. Щоб прийняти рішення необхідно порівняти 4-и інші форми організації виробництва.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заданий добовий випуск деталей і розрахункову продуктивність дільниці цеху при двох змінному режимі роботи її завантаження не нижче 60%.

Змінний добовий випуск деталей.

$$N_d = \frac{N}{F} [20] \text{ с. 22}$$

де F - число робочих днів в році $F = 253$ дні.

$$N_d = \frac{5300}{253} = 20,91 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_d = 21$ шт.

Добова продуктивність дільниці цеху:

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{\text{ср.шт}}} \cdot \eta [20] \text{ с.22}$$

Де F_d - добовий середній фонд робочого обладнання при II змінному режимі роботи

$$F_d = 952 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ср.шт}} = 2,93 \text{ хв.}$$

$$\eta = 0,8 [20] \text{ ст.20}$$

$$Q_d = \frac{952}{2,93} \cdot 0,8 = 259,93 \text{ шт.}$$

Приймаємо $Q_d = 260$ шт.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Технічне обґрунтування вибору заготовки

Варіант 1.

Для заготовки на дану деталь приймаємо відливку. Припуски і допуски на виготовлення відливок приймаємо по [2]

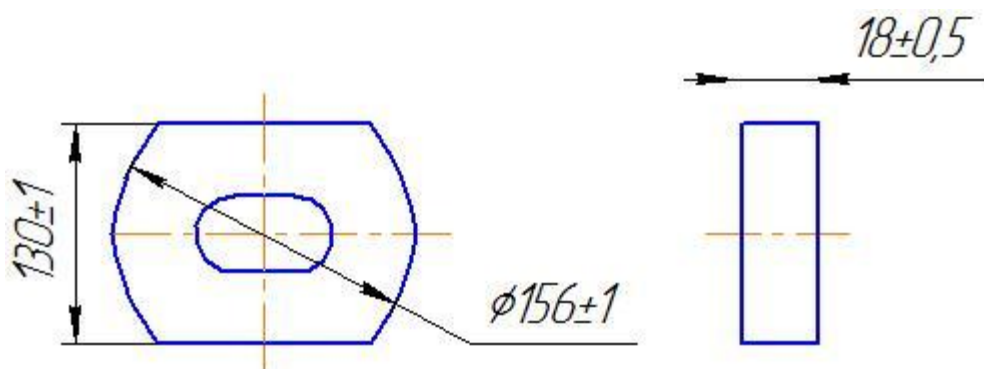


Рисунок 1.1 - Заготовка за базовим варіантом

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{-\pi 26^2}{4} 9 - 37 \cdot 52 + 2 \left(\frac{\pi 16^2}{4} 9 \right) + \frac{\pi 156^2}{4} \cdot 17 - 2 \left(\frac{\pi 78^2}{360} 63 - \frac{1}{2} 8964 \right) 17 =$$

$$= 278408,37 \text{ мм}^3 = 278408,37 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

Густина металу рівна $\rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$M_s = \rho \cdot V = 7800 \cdot 278408,37 \cdot 10^{-9} = 2,17 \text{ кг}$$

Варіант 2 - литво в кокіль припуски в [23].

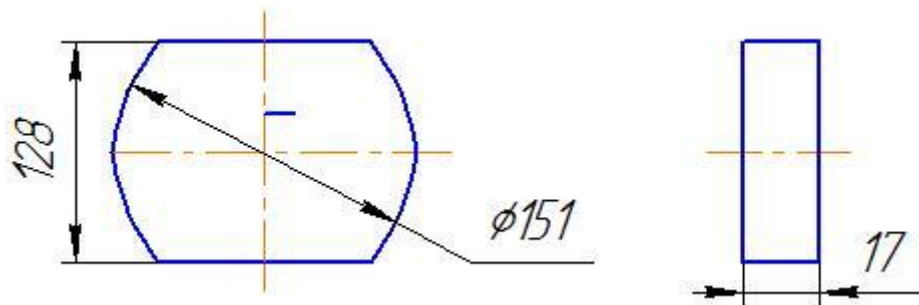


Рисунок 1.2 - Заготовка за проектним варіантом

$$V = \frac{-\pi 26^2}{4} 8 - 37 \cdot 52 \cdot 8 + 2 \left(\frac{\pi 16^2}{4} 8 \right) + \frac{\pi 151^2}{4} 15 - 2 \left(\frac{\pi 75,5^2}{360} 70 - \frac{1}{2} \cdot 64 \cdot \frac{80}{15} \right) =$$

$$215013,3 \text{ мм}^3 = 215013,3 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

$$M_s = \rho \cdot V = 7800 \cdot 215013,3 \cdot 10^{-9} = 1,677 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт використання металу по формулі:

$$K_{ам} = \frac{M_d}{M}$$

$$K_{ам1} = \frac{M_d}{M_3} = \frac{0,83}{2,17} = 0,4$$

$$K_{ам1} = \frac{M_d}{M_3} = 1 \frac{0,83}{1,677} = 0,52$$

Отже варіант 2 прийнятніший базового варіанту 1.

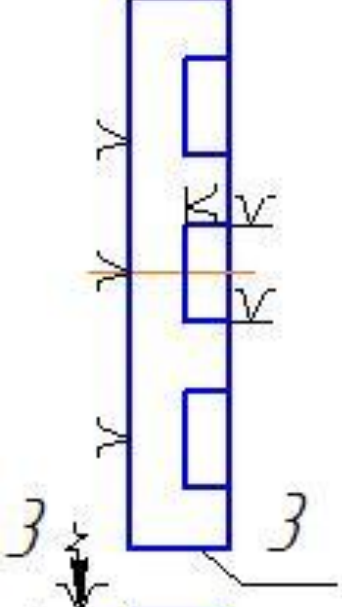
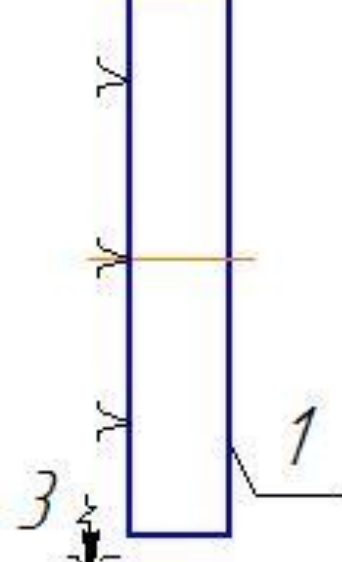
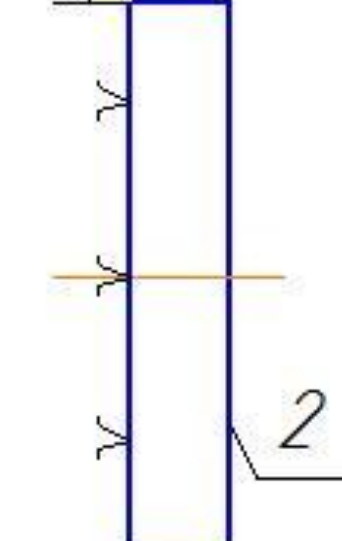
1.4. Аналіз базового технологічного процесу, розробка маршрутної технології.

1.4.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу.

Базовий технологічний процес розроблений для умов середньо - серійного типу виробництва. Однак він не достатньо відповідає рівню і вимогам сучасного машинобудування і тому потребує вдосконалення. Розглянемо зміст операцій з подальшим його аналізом.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Використане обладнання	Базування
005	Токарна обробка пов.3	16К20 Цехова оправка	
010	Токарна обробка пов. 1	16К20 самоцентруючий трьохкулачковий патрон	
015	Токарна обробка пов. 2	16К20 самоцентруючий трьохкулачковий патрон	
020	Шліфувальна обробка пов.1i2	ЗБТ22 Магнітна плита	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

Арк.

025

Токарна
обробка пов.
31,32, торця1A616
самоцентруючий
трьохкулачковий
патрон

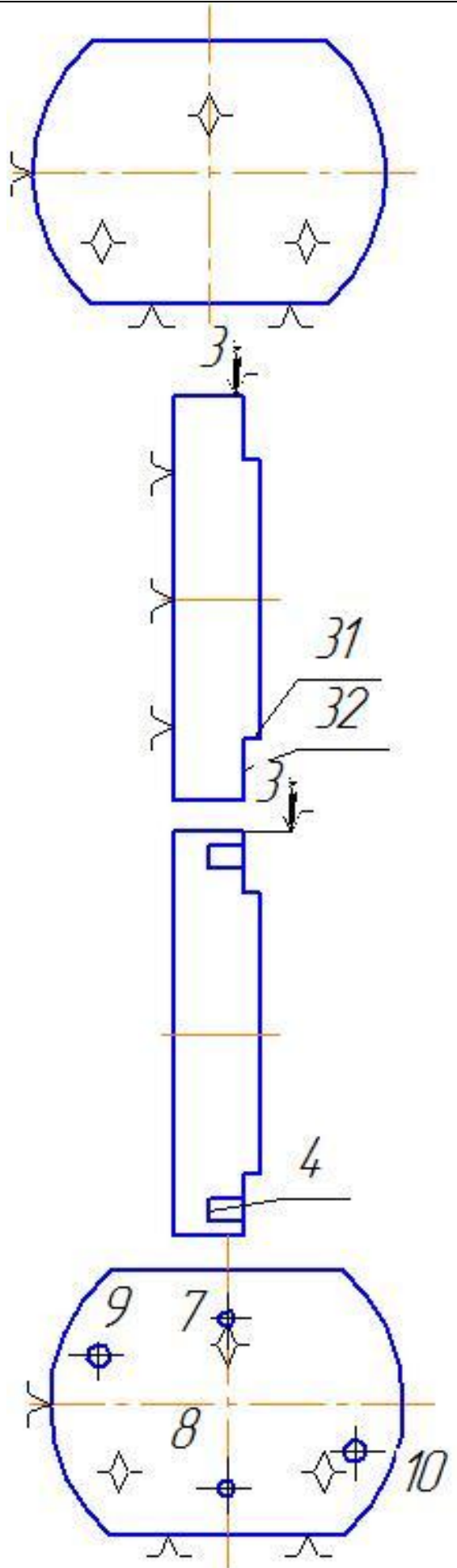
030

Токарна
обробка пов.4
торцева
оправка 41A616
самоцентруючий
трьохкулачковий
патрон

035

Свердлильна
Обробка
пов.8..10
Центрувати
8..10
Свердлити
8..10
Розвернути
8..102У430 Цехові
пристрої

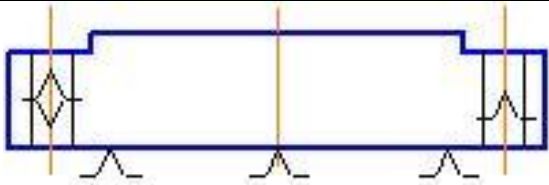
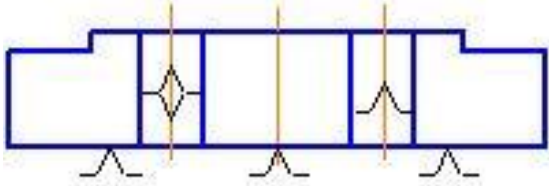
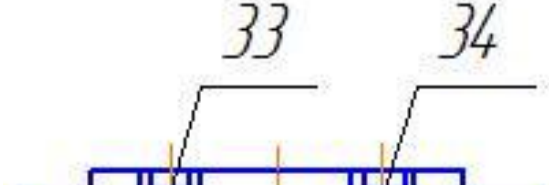
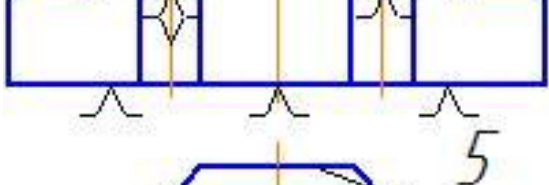
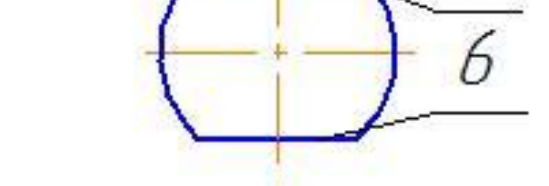
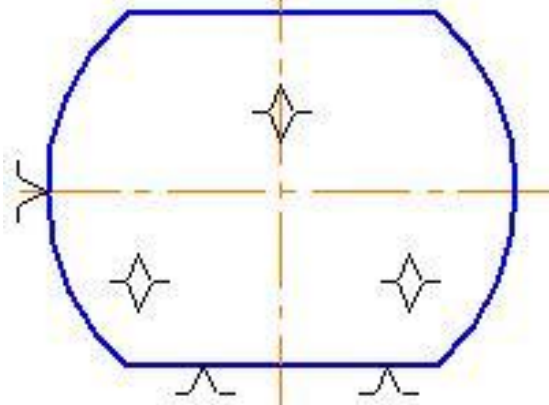
040

Свердлильна
Свердл. 11..22
ЦентруватиНС-12А
кондуктор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

Арк.

042	фаски 18..22 Свердлильна свердлити 23..30 Зенкувати 23..30	НС-12А кондуктор	
045	Фрезерна Фрезерувати 5i6	676 Цеховий фрезерний пристрій	
050	Фрезерна Фрезерувати 33..34	676 Цеховий фрезерний пристрій	
055	Нарізка різьби нарізання різьби 23..29		
065	Плоско- шліфувальна Шліфувати 1i2	ЗБ722 магнітна плита	
			

Примітки: в таблиці не включені слюсарні, транспортувальні і контрольні операції.

Операція 005 обробляється пов. 3 для цього базується заготовка поверхнею 1 до торцевої фрези, а для того щоб оброблена поверхня була циліндричною встановлюється на оправку боком що з впадиною на верстаті 16К20, що досить не економічно.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 010 і 015 обробляються поверхні 1 і 2 деталь базується в самоцентруючому патроні на верстаті токарно-гвинторізному моделі 16К20.

Шліфування здійснюється на операціях 020 і 065. Заготовки ставляться на магнітну плиту (стіл) обробляються поверхні 1 і 2.

Свердлильна операція 035 на якій обробляються базові отвори 1,8,9,10 на координатно-розточному верстаті моделі 2У430. Базується по поверхнях 1,3,5.

На токарно-гвинторізному ще здійснюється обробка поверхонь 31,32,4 операції 025 і 030. Модель верстату 1А616.

Свердлильні операції 040 і 042 на цих операціях обробляються поверхні 11...23,23...30 базується на поверхні 1 і отвори позиція 9 і 10. Ці отвори обробляються на кондукторі. Модель верстату НС-12А вертикальному.

Фрезерну операцію 045 здійснюємо на верстаті 676 горизонтально-фрезерний з базуванням на поверхню 1 і отвори 21 і 22. Обробляються поверхні 5 і 6 лиски.

З таким же базуванням здійснюється і обробку шпонок 33 і 34. Пристрій взято універсально-фрезерний.

Існуючий технологічний процес з позиції заданої з забезпеченням якості даної виготовленої деталі.

Аналіз починаємо з методу отримання заготовок на заводі для її отримання застосовується литво в піщану форму, цей метод є прийнятним для середньо-серійного виробництва але він характеризується малою продуктивністю і великими припусками на механічну обробку. Аналізуючи технологічний процес виготовлення деталі слід відмітити що вибір баз здійснено правильно. Спочатку чорнової бази, а в якості чистових використовується площина і дві пари отворів $\varnothing 6$ і $\varnothing 10,7$. Послідовність операцій в процесі для досягнення заданої точності деталі, здійснено згідно загальних рекомендацій. Передусім обробляємо технологічні бази, а потім виготовляємо решту поверхонь в порядку сходження від вихідної точності заготовки до кінцевої точності виготовлених поверхонь, які представлені найбільш високими квалітетами точності, тут слід зазначити, що маршрут обробки отвору $\varnothing 10,7H11$ з шорсткістю Ra 3,2 не відповідає вказаним вимогам оскільки запропонована свердлильна операція (по базовому

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

технологічному процесу) не забезпечується для цього необхідно ввести зенкерування. Коротко характеризуємо операції даного технологічного процесу, що стосується верстатів обраних для обробки деталі то вони відповідають по параметрам точності, але на перших токарних операціях в нас використовуються верстати 16К20 які відносно нашої деталі мають великі розміри робочої зони і на яких не доцільно обробляти нашу деталь, оскільки верстати будуть не довантажені по потужності.

В технологічному процесі використовують малопродуктивні верстати (наприклад настільно свердлильний верстат НС-12А, універсально-фрезерний модель 676) з ручним керуванням. Розміри робочої зони відповідають вимогам багатоопераційних операцій.

Характеризуючи ступінь оснащеності операцій слід відмітити, що в них використовують універсальні затискачі та пристрої з ручним затиском. Виконання контрольних операцій виконується з застосуванням універсальних вимірних засобів контролю.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.3 Вибір варіанту технологічного виробництва на підставі результатів аналізу базового технологічного процесу механічної обробки деталі Стінка.

Таблиця 1.6 Проектний технологічний процес

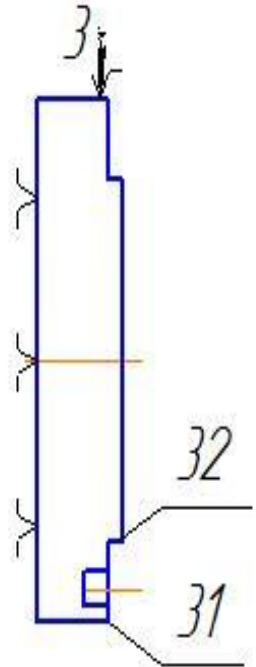
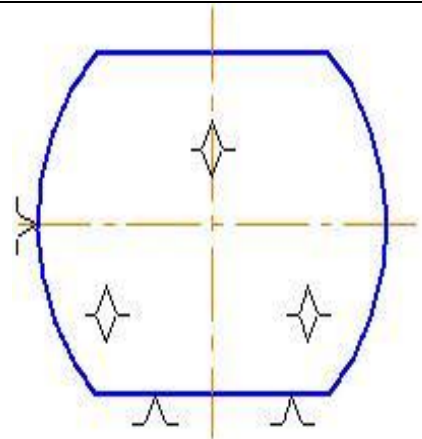
№ операції	Назва операції	Використане обладнання	Базування
005	Токарна обробка пов. 3	1А616 Цехова оправка	
010	Токарна обробка пов. 1	1А616 Самоцентруючий трьохкулачковий патрон	
015	Токарна обробка пов. 2	1А616 Самоцентруючий трьохкулачковий патрон	
020	Плоско-шліфувальна	ЗБ722 магнітна плита	

Шліфування 1 і 2

025

Токарна обробка
пов. 31,32,4

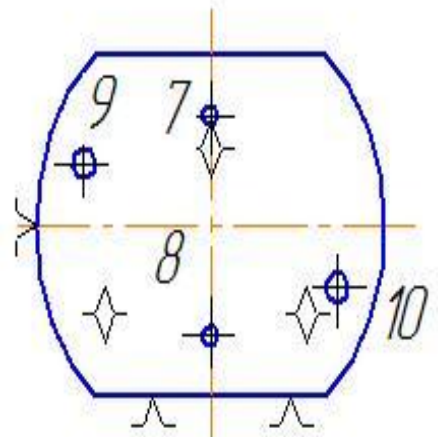
1A616
трьохкулачковий
самоцентруючий
патрон



030

Свердління
Центрувати 8..10
Свердліти 8..10
Розвернути 8..10

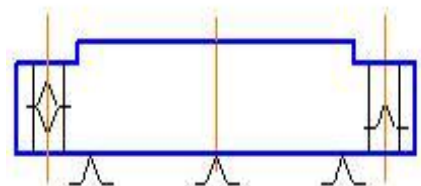
2P135Ф2
пневматичний
пристрій



035

Свердлильна
свердління,
центрувати, свердл,
11...29

2P135Ф2
пневматичний
пристрій



040

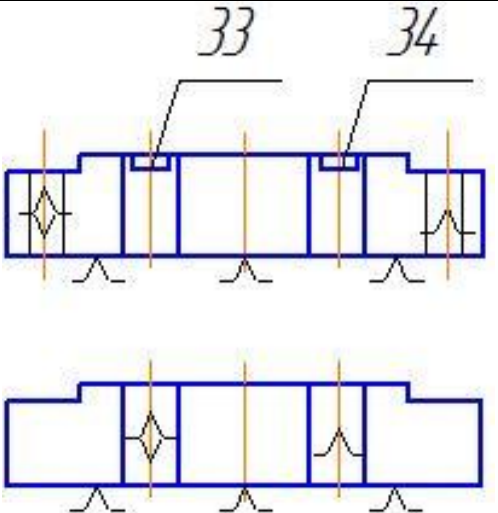
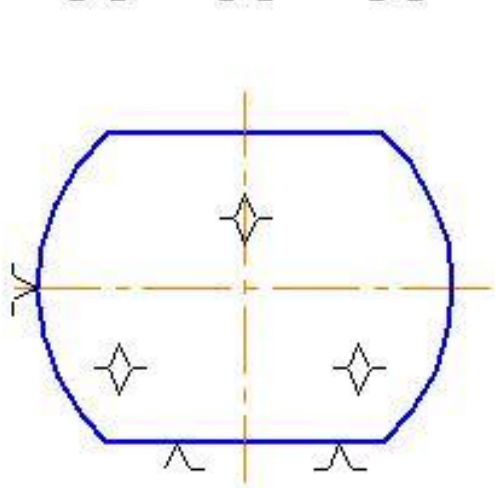
Свердлильно-
фрезерна обробка
пов.23...30, 33...34

6P13PФ3
Пневматичний
пристрій

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

Арк.

045	Свердління 23...30 Фрезерувати 33,34 Нарізка різьби 23...29 Зенкувати 30, фаски 23...30,33 Фрезерна Фрезерувати 5 і 6	6P80Г Пневматичний пристрій	
050	Плоскошліфувальна Шліфування 1 і 2	ЗБ722 магнітна плита	

В проектному технологічному процесі на основі використання принципу концентрації операцій та з метою збільшення продуктивності пропонуємо обробку базових отворів $\varnothing 6H8$ проводити на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК з базуванням деталі на поверхні 5,1,3. Для обробки отворів $\varnothing 7$ поверхонь 11...21 застосовуємо вертикально-свердлильний верстат моделі 2P135Ф2 з базуванням деталі в пристрій на двох отворах $\varnothing 6$. Виготовлення отворів 23...30, та пазів 33,34 будемо здійснювати на вертикально - фрезерному верстаті мод. 6P13PФ3 з базуванням в пристрої по площині торця 1 і отворів 9,10.

Обробку 2 отворів $\varnothing 10,7H11$ пропонуємо комбінованим інструментом свердло-зенкер. Токарну обробку на перших операціях будемо здійснювати на токарному верстаті мод 1А616 який є меншого типорозміру в порівнянні з базовим верстатом 16К20. Для закріплення деталей на свердлильних і фрезерних операціях спроектуємо пристрої з пневматичними затискачами.

Для контрольної операції по визначенню площинності спроектуємо спеціальний контрольний пристрій.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Розробка маршрутної технології

1.5.1 Розробка припусків на механічну обробку і

визначення технологічних розмірів

Розраховуємо припуски на обробку і проміжні граничні розміри для отвору $\varnothing 6H8(+0,018)$

Базами для заготовки служать площини основи 1 і по діаметру 3,5.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовок даного типу визначається по формулі:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}$$

Короблення отвору слід враховувати як в діаметральному, так і в осьовому його січення, тому

$$\rho_{\text{кор}} = \rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta k \cdot l)^2} \text{ таб. 4.7 ст.69 [20]}$$

таб. 4.9 ст.71 [20] $\Delta k = 2,1 \text{ мкм/мм}$, $C_0 = 10 \text{ мкм}$.

Δk - питомий увід.

C_0 - зміщення осі отвору при свердлінні

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{10^2 + (2,1 \cdot 8)^2} = 19,5 \text{ мкм} = 20 \text{ мкм}.$$

Похибка установки при розвертанні

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

ε_y - похибка установки $\varepsilon_y = 0$;

ε_{δ} - похибка базування $\varepsilon_{\delta} = 0$;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - похибка пристрою $\varepsilon_{\text{пр}} = 0$.

Визначаємо мінімальний припуск при розвертанні.

$$2Z_{\text{min}} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \text{ таб. 4.2 ст.62 [20]}$$

$$\text{Тоді } 2Z_{\text{min}} = 2(40 + 60 + \sqrt{20^2 + 0^2}) = 2 \cdot 120 \text{ мкм}.$$

Визначимо розрахункові розміри:

Для зенковки $d_p = 6,018 \text{ мм}$.

Для свердління розрахунковий розмір буде рівний

$$d_p = 6,018 - 0,24 = 5,778 \text{ мм}.$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Визначимо граничні розміри для розвертання

Найбільший граничний розмір

$$d_{max} = 6,018\text{мм.}$$

Мінімальний граничний розмір

$$d_{min} = 6,000\text{мм.}$$

Для свердління

Найбільший граничний розмір

$$d_{max} = 5,778\text{мм.}$$

Мінімальний граничний розмір

$$d_{min} = 5,778 - 0,120 = 5,658\text{мм.}$$

$\delta = 120$ - допуск на свердління.

Визначимо граничні розміри припусків

Мінімальні граничні значення припусків Z_{max} рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуючого в попередніх переходах, максимальні значення.

Z_{min} - відповідно різниці найменших граничних розмірів.

Для розвертання

$$Z_{min} = 6,018 - 5,778 = 0,24\text{мм} = 240\text{мкм}$$

$$Z_{max} = 6,000 - 5,658 = 0,342\text{мм} = 342\text{мкм}$$

Заповнимо таблицю в ній у графі "Граничний розмір" найбільше значення d_{max} отримаємо по розрахункових розмірах, точності відповідного переходу.

Найменші граничні розміри d_{min} визначаємо із найбільших граничних розмірів відніманням допусків відповідних переходів.

Таблиця 1.7 Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходам на обробку 2 отворів $\text{Ø}6\text{H}8$

Технологічні переходи обробки поверхні $\text{Ø}6\text{H}8(+0,018)$	Елементи припусків				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$	Розрахунковий розмір $d_p, \text{мм}$	Допуск $\delta, \text{мкм}$	Граничний розмір		Граничні значення припусків	
	Rz	T	ρ	ϵ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Свердління	40	60	20	0	120	5,778	120	5,658	5,778		
Розвертання					18	6,018	18	6,000	6,018	240	342

Проведемо перевірку правильності виконаних розрахунків

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$Z_{max} - Z_{min} = 348 - 240 = 102 \text{ мкм}$$

$$\delta_c - \delta_{роз} = 120 - 18 = 102 \text{ мкм}$$

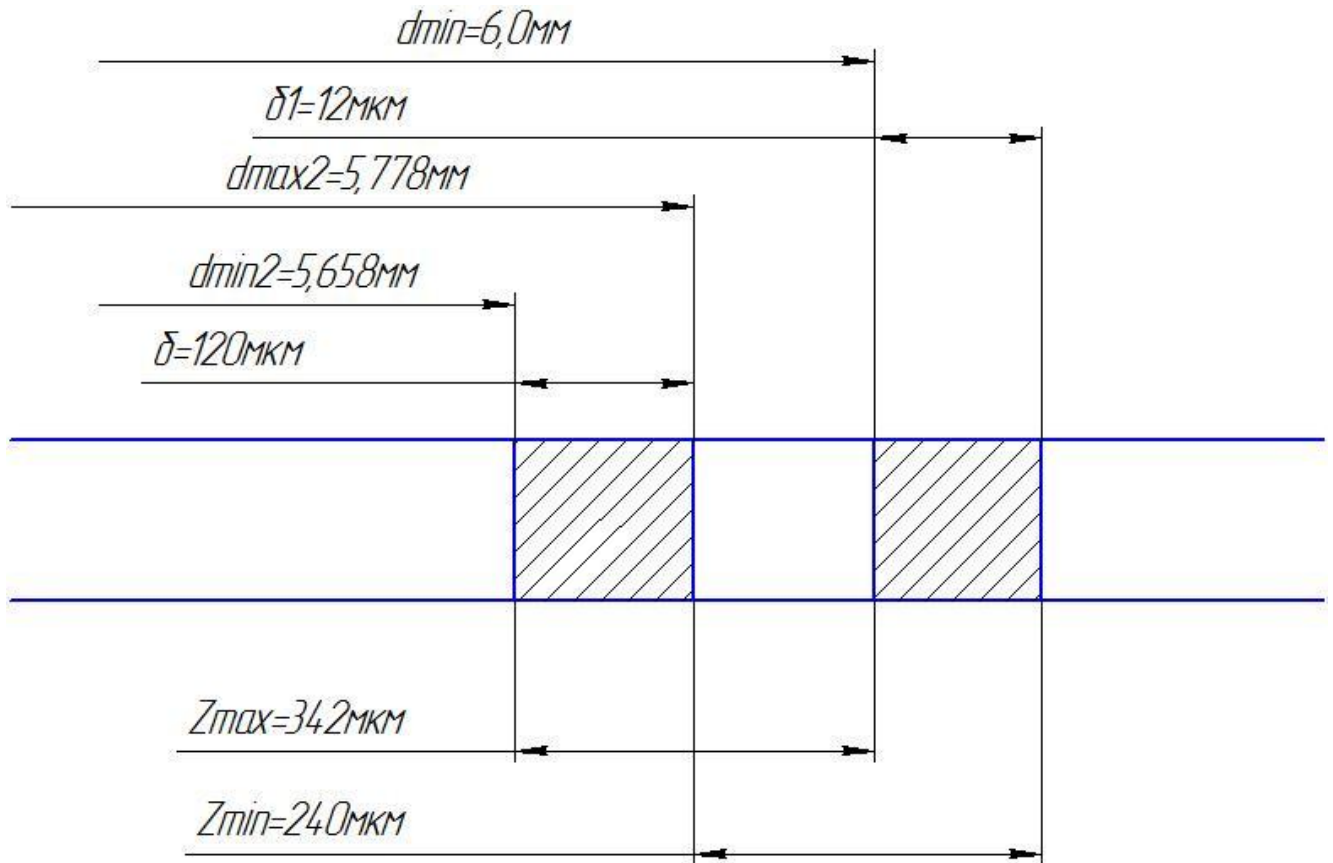


Рисунок 1.3 Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 6H8$ схеми.

Таблиця 1.8 Припуски і допуски на оброблювані поверхні.

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
31,1	11	2.3	$\pm 0,35$
3	$\varnothing 145$	2.3	$\pm 0,6$
5,6	122	2.3	$\pm 0,6$

1.5.2 Режими різання

Початкові дані:

Обробка поверхонь 1, 2, 3, 4, 31.

Верстат токарно-гвинторізний модель 1А616.

Деталь – стінка, матеріал заготовки С420.

Інструмент – прохідний різець ВК6.

Твердість оброблюваного матеріалу НВ 190.

1. Глибина різання: $t = 2$ мм.

2. Подача: $S_0 = 1$ мм/об.

табл. 2 ст. 418 т. 2 [4]

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v; \text{ м / хв};$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,40;$$

$$m = 0,20;$$

$$C_v = 243;$$

$$T = 60 \text{ хв.}$$

табл. 8 ст. 429 т. 2 [2]

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

ст. 415 т. 2 [4]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{nv}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1.$$

$$nv = 1,25;$$

$$K_{uv} = 0,83;$$

$$K_{\varphi v} = 1,0;$$

$$K_{nv} = 0,8.$$

табл. 14...16 ст. 426 т. 2 [4]

$$V_p = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,4}} 0,83 \cdot 1 \cdot 0,8 = 64,1 \text{ м / хв.}$$

4. Визначаємо сили різання:

$$\text{тангенціальна } P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

$$\text{радіальна } P_y = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

$$\text{осьова } P_x = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

Постійні коефіцієнти:

$$\text{тангенціальна } C_p = 92;$$

$$\text{радіальна } C_p = 54;$$

$$\text{осьова } C_p = 46.$$

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

Показники степені:

$$\text{тангенціальна } x_p = 1,0; y_p = 0,75; n_p = 0.$$

$$\text{радіальна } x_p = 0,9; y_p = 0,75; n_p = 0.$$

$$\text{осьова } x_p = 1,0; y_p = 0,4; n_p = 0.$$

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

$$K_p = K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1.$$

Звідси:

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 92 \cdot 2^{1.0} \cdot 1^{0.75} \cdot V^0 \cdot 1 = 184 \text{кгс} = 1840 \text{Н};$$

$$P_y = 54 \cdot 2^{0.9} \cdot 1^{0.75} \cdot V^0 \cdot 1 = 100,76 \text{кгс} = 1007,6 \text{Н};$$

$$P_z = 46 \cdot 2^{1.0} \cdot 1^{0.4} \cdot V^0 \cdot 1 = 92 \text{кгс} = 920 \text{Н}.$$

5. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 64,1}{3,14 \cdot 145} = 140,7 \text{об / хв}.$$

Приймаємо $n_k = 160 \text{об / хв}$.

6. Уточнюємо швидкість різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 145 \cdot 160}{1000} = 82 \text{м / хв}.$$

7. Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z V}{102 \cdot 60} = \frac{184 \cdot 82}{102 \cdot 60} = 2,46 \text{кВт}.$$

$$N_{\text{унт}} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{кВт}.$$

8. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{унт}}$$

$2,46 \leq 3,2$ - обробка можлива.

9. Основний час:

Довжина робочого ходу інструменту:

$$L_{\text{рз}} = l + l_1, \text{мм};$$

$$l = 17 \text{мм};$$

$$l_1 = 3 \text{мм}.$$

$$T_o = \frac{L}{n_{\text{пр}} \cdot S_{\text{пр}}} i = \frac{17 + 3 + 3}{160 \cdot 1} \cdot 1 = 0,16 \text{хв};$$

Проведемо чорнову обробку торців при цих же режимах різання:

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{1 \cdot 160} \cdot 1 = \frac{72,5 + 3 + 3}{160 \cdot 1} \cdot 1 = 0,5 \text{хв};$$

$$T_o = \frac{(145 - 105) / 2 + 3 + 3}{160 \cdot 1} \cdot 1 = 0,16 \text{хв}.$$

Перехід 2

Чистова обробка: Обробка поверхонь 1, 2, 3, 4, 31.

Матеріал заготовки С420.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Інструмент – прохідний різець ВК6.

Параметри різця $\phi=45^\circ$, $\phi_1=30^\circ$, $\lambda=0,8^\circ$, $\gamma=12^\circ$, $\alpha=10^\circ$.

Твердість оброблюваного матеріалу НВ 190.

1. Глибина різання: $t = 1$ мм.

2. Подача: $S_0 = 0,3$ мм/об.

табл. 2 ст. 418 т. 2 [4]

3. Швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m S^y t^x} K_v; \text{ м / хв};$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,20;$$

$$m = 0,20;$$

табл. 8 ст. 429 т. 2 [2]

$$C_v = 292;$$

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

$$T = 60 \text{ хв.}$$

ст. 415 т. 2 [4]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{nv}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{mv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1.$$

$$mv = 1,25;$$

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

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

$$K_{nv} = 0,8.$$

табл. 14...16 ст. 426 т. 2 [4]

$$V_p = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 131 \text{ м / хв.}$$

4. Визначаємо сили різання:

$$\text{тангенціальна } P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

$$\text{радіальна } P_y = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

$$\text{осьова } P_x = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p;$$

Постійні коефіцієнти:

$$\text{тангенціальна } C_p = 92;$$

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

$$\text{радіальна } C_p = 54;$$

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

$$\text{осьова } C_p = 46.$$

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

Показники степені:

$$\text{тангенціальна } x_p = 1,0; y_p = 0,75; n_p = 0.$$

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

радіальна $x_p = 0,9; y_p = 0,75; n_p = 0$.

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

осьова $x_p = 1,0; y_p = 0,4; n_p = 0$.

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

$$K_p = K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{mv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1.$$

Звідси:

$$P_z = 92 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot V^0 \cdot 1 = 373H;$$

$$P_y = 54 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,75} \cdot V^0 \cdot 1 = 219H;$$

$$P_x = 46 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,3^{0,4} \cdot V^0 \cdot 1 = 284H.$$

5. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 131}{3,14 \cdot 145} = 287,6 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n_k = 315 \text{ об / хв.}$

6. Уточнюємо швидкість різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 145 \cdot 315}{1000} = 143,5 \text{ м / хв.}$$

7. Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z V}{102 \cdot 60} = \frac{143,5 \cdot 37,3}{102 \cdot 60} = 0,87 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ун}} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{ кВт.}$$

8. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}$$

$0,87 \leq 3,2$ - обробка можлива.

9. Основний час:

Довжина робочого ходу інструменту:

$$T_o = \frac{L}{n_{\text{пр}} \cdot S_{\text{пр}}} i = \frac{17 + 3 + 3}{0,3 \cdot 315} \cdot 1 = 0,24 \text{ хв.}$$

Проведемо чорнову обробку торців при цих же режимах різання:

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{0,3 \cdot 315} \cdot 1 = \frac{72,5 + 3 + 3}{0,3 \cdot 315} \cdot 1 = 0,83 \text{ хв.}$$

$$T_o = \frac{(145 - 105) / 2 + 3 + 3}{0,3 \cdot 315} \cdot 1 = 0,275 \text{ хв.}$$

$$t_o = \frac{1 + 3}{0,3 \cdot 315} \cdot 1 = 0,074 \text{ хв.} - \text{ фаска.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Визначаємо режими різання при обробці торця Ø101,5.

Матеріал заготовки С420.

Інструмент – прохідний різець ВК6.

Параметри різця $\varphi=90^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $\gamma=5^\circ$, $\alpha=10^\circ$.

1. Глибина різання:

$$t_{\max} = 1,07 \text{ мм з } 103,5h12_{(-0,35)}, 101,5h10_{(-0,14)}.$$

$$t_{\max} = \frac{D_{\max \text{ заг}} - D_{\min \text{ заг}}}{2} = \frac{103,5 - 101,36}{2} = 1,07 \text{ мм};$$

$$t_{\min} = \frac{D_{\min \text{ заг}} - D_{\max \text{ заг}}}{2} = \frac{103,15 - 101,5}{2} = 0,825 \text{ мм}.$$

2. Подача: $S_o = 0,1 \text{ мм/об}$.

3. Швидкість різання:

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,20;$$

$$m = 0,20;$$

$$C_v = 292;$$

$$T = 60 \text{ хв}.$$

$$K_{nv} = 0,8;$$

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

$$K_{\varphi v} = 0,7.$$

табл. 8 ст. 429 т. 2 [2]

табл. 20 ст. 429 т. 2 [2]

ст. 415 т. 2 [4]

табл. 14...16 ст. 426 т. 2 [4]

$$V_p = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1,07^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 113,14 \text{ м / хв}.$$

4. Визначаємо сили різання:

$$P_z = 92 \cdot 1,07^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot V^0 \cdot 1 = 175 \text{ Н};$$

$$P_y = 54 \cdot 1,07^{0,9} \cdot 0,1^{0,75} \cdot V^0 \cdot 1 = 102 \text{ Н};$$

$$P_x = 46 \cdot 1,07^{1,0} \cdot 0,1^{0,4} \cdot V^0 \cdot 1 = 196 \text{ Н}.$$

5. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 113,14}{3,14 \cdot 101,5} = 354,8 \text{ об / хв}.$$

Приймаємо $n_k = 400 \text{ об / хв}$.

6. Уточнюємо швидкість різання:

$$V_\theta = 127,5 \text{ м / хв}.$$

7. Потужність різання:

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_Z V}{102 \cdot 60} = \frac{17,5 \cdot 127,5}{102 \cdot 60} = 0,36 \text{кВт.}$$

$$N_{\text{ун}} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{кВт.}$$

8. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}$$

$0,36 \leq 3,2$ - обробка можлива.

9. Основний час:

Довжина робочого ходу інструменту:

$$T_o = \frac{3+3}{400 \cdot 0,1} \cdot 1 = 0,225 \text{хв};$$

$$T_o = \frac{(112-104)/2+3}{400 \cdot 0,1} \cdot 1 = 0,25 \text{хв} - \text{обробка канавки в торці.}$$

Операція свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Р135Ф2, свердло 5,8 Р6М5.

Визначаємо режими різання при свердлінні отвору $\varnothing 6$.

Параметри заточки свердла $\varphi=118^\circ$.

1. Визначаємо подачу:

$$S=0,2 \text{ мм/об.} \quad \text{табл. 25 ст. 227 т. 2 [2]}$$

2. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m l^x S^y} K_v;$$

$$C_v = 14,7;$$

$$m = 0,125;$$

$$q = 0,25;$$

$$y = 0,55.$$

табл. 28 ст. 278 т. 2 [2]

$$T^m = 35 \text{хв.}$$

табл. 30 ст. 280 т. 2 [2]

$$K_h = 1,0;$$

табл. 31 ст. 280 т. 2 [2]

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

табл. 15 ст. 426 т. 2 [4]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = 1.$$

$$K_v = K_h \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} = 1 \cdot 1,0 = 1;$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Домножимо загальний коефіцієнт на 0,75 за рекомендаціями табл. 28 ст. 278 т. 2

[2]

$$V = \frac{14,7 \cdot 5,8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 2^0 \cdot 0,07^{0,55}} \cdot 1 \cdot 0,75 = 15,55 \text{ м / хв.}$$

3. Визначаємо крутний момент на осьову силу:

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p;$$

$$C_m = 0,021; q = 2,0; y = 0,8;$$

$$C_p = 42,7; q = 1,0; y = 0,8.$$

табл. 32 ст. 281 т. 2 [2]

$$P_o = C_p D^q S^y K_p;$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{190} \right)^n; n = 0,8;$$

табл. 21 ст. 430 т. 2 [4]

Звідси:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 5,8^2 \cdot 0,075^{0,8} \cdot 1 = 0,89 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 5,8^1 \cdot 0,075^{0,8} \cdot 1 = 1,33$$

1,33 – без переточки.

4. Визначаємо частоту обертання шпінделя та фактичну швидкість різання:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 15,55}{3,14 \cdot 5,8} = 853,4 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n=1000$ об/хв.

5. Фактична швидкість різання:

$$V_{\phi} = 18,85 \text{ м / хв.}$$

6. Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{0,89 \cdot 1000}{9750} = 0,091 \text{ кВт.}$$

$$N_{ум} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{ кВт.}$$

8. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{риз} \leq N_{ум}$$

$$0,091 \leq 3,2 - \text{обробка можлива.}$$

7. Основний час:

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$t_o = l + l_{ep} + \Delta;$$

$$l_{ep} = \frac{5,8 - 2,5}{2} \operatorname{ctg} 118^\circ + 2 = 1,0 \text{ мм.}$$

$$t_o = \frac{8 + 1,015}{1000 \cdot 0,075} = 0,32 \text{ хв.}$$

Обробку фаски проводимо при тих же режимах різання:

$$T_o = \frac{0,5 + 1,5}{1000 \cdot 0,075} 2 = 0,053 \text{ хв.}$$

Проведемо розрахунок цих же отворів при розвертанні.

1. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v;$$

$$C_v = 15,6;$$

$$m = 0,3;$$

$$q = 0,2;$$

табл. 28 ст. 279 т. 2 [2]

$$y = 0,5;$$

$$x = 0,1.$$

$$T^m = 20 \text{ хв.}$$

табл. 29 ст. 345 т. 2 [4]

$$K_{uv} = 0,85; K_{mv} = 1,0; K_{nv} = 1,0.$$

$$V = \frac{15,6 \cdot 6^{0,2}}{20^{0,3} \cdot 0,1^{0,1} \cdot 1,2^{0,5}} 0,85 \cdot 0,8 = 5,24 \text{ м / хв.}$$

3. Визначаємо крутний момент на осьову силу:

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x S_t^y D_z}{2 \cdot 100};$$

$C_p = 158; x = 1,0; y = 1,0; n = 0; z = 8$ - кількість ріжучих кромок тоді:

$$M_{кр} = \frac{158 \cdot 0,1^1 \cdot \left(\frac{1,2}{8}\right)^1 \cdot 6 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 1,043 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпінделя та фактичну швидкість різання:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = 278 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n = 355 \text{ об / хв.}$

5. Фактична швидкість різання:

$$V_\phi = 6,7 \text{ м / хв.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

6. Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = 0,038 \text{ кВт.}$$

$$N_{ун} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{ кВт.}$$

7. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{риз} \leq N_{ун}$$

$0,038 \leq 3,2$ - обробка можлива.

8. Основний час:

$$l_n = 0,2 \cdot 10 = 2,0 \text{ мм. - при розвертанні;}$$

$$l_{ep} = 1,0 \text{ мм. - величина врізання;}$$

$$t_o = \frac{8+1+2}{355+1,2} = 0,016 \text{ хв.}$$

Нарізання різьби, верстат 2P135Ф3

$$V = 4 \text{ м / хв.}$$

табл. 16 ст. 320 т. 1 [2]

$$t_o = \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{S_i \cdot n} + \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{S_i \cdot n_o}$$

табл. 6 ст. 102 [25]

$$l_{ep} = (1 \dots 3) S_i = 0,8 \text{ мм;}$$

$$S = S_o = 0,8 \text{ мм / об;}$$

$$l_n = (2 \dots 3) S_i = 1,6 \text{ мм;}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = 254,6 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_o = 315 \text{ хв}^{-1}, n_o = 400 \text{ хв}^{-1}. - \text{ на вихід інструменту.}$$

$$t_o = \frac{6,5+0,8+1,6}{0,8 \cdot 315} + \frac{6,5+0,8+1,6}{0,8 \cdot 400} = 0,065 \text{ хв.}$$

Операція вертикально-фрезерна.

Фрезерування 2 пазів кінцевою фрезою $D = 5 \text{ мм}$, $z = 4$, матеріал різального інструменту – Р6М5, верстат 6P135PФ3.

Фрезерування буде проводитись за 2 проходи $t=2,5 \text{ мм}$; $t=2 \text{ мм}$, шириною $B = D = 5 \text{ мм}$ – шпонковий паз.

Визначаємо подачу на зуб:

$$S = 0,06 \text{ мм / зуб} - \text{ при } t = 2,5 \text{ мм;}$$

табл. 36 ст. 289 т. 2 [2]

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S = 0,03 \text{ мм / зуб}$ - при $t = 2 \text{ мм}$.

Для $t = 2,5 \text{ мм}$:

1. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v;$$

$C_v = 72; q = 0,7; x = 0,5; y = 0,2; u = 0,3; p = 0,3; m = 0,25$. табл. 39 ст. 288 т. 2 [2]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{\sigma_B}\right)^{mv} = 1;$$

$mv = 0,95;$

табл. 2 ст. 266 т. 2 [2]

$K_{uv} = 0,83;$

табл. 2 ст. 263 т. 2 [2]

$K_{nv} = 1,0;$

табл. 2 ст. 263 т. 2 [2]

$$V = \frac{72 \cdot 5^{0,7}}{120^{0,25} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 2,5^{0,3} \cdot 4^{0,3}} \cdot 0,83 = 24,2 \text{ м / хв.}$$

2. Знаходимо зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z}{D^q n^w} K_{mp};$$

$C_p = 30; x = 0,83; y = 0,6; u = 1,0; q = 0,83; w = 0$. табл. 39 ст. 288 т. 2 [2]

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 5^{0,83} \cdot 0,06^{0,65} \cdot 2,5^1 \cdot 4}{5^{0,83}} = 482 \text{ Н.}$$

3. Визначаємо частоту обертання шпінделя та фактичну швидкість різання:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,2}{3,14 \cdot 5} = 1870 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n_{\phi} = 2000 \text{ об / хв.}$

4. Фактична швидкість різання:

$$V_{cp} = 31,4 \text{ м / хв.}$$

Для $t = 2 \text{ мм}$:

1. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{72 \cdot 5^{0,7}}{120^{0,25} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 2^{0,3} \cdot 4^{0,3}} \cdot 0,83 = 26,8 \text{ м / хв.}$$

3. Знаходимо зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 5^{0,83} \cdot 0,06^{0,65} \cdot 2^1 \cdot 4}{5^{0,83}} = 245,6 \text{ Н.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

4. Визначаємо частоту обертання шпінделя та фактичну швидкість різання:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = 1306 \text{ об / хв.}$$

5. Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{450,46 \cdot 31,7}{1020 \cdot 60} = 0,23 \text{ кВт},$$

$$N = \frac{850 \cdot 25,13}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт}.$$

6. Основний час:

$$l_{ep} = 0,5D_{\phi} + (0,5 \dots 1) = 0,5 \cdot 5 + 1 = 3,5 \text{ мм};$$

$$l_n = 2 \text{ мм}.$$

$$t_o = \frac{6 + 3,5 + 2}{4 \cdot 2000 \cdot 0,03} = 0,048 \text{ хв};$$

$$t_o = \frac{6 + 3,5 + 2}{4 \cdot 1600 \cdot 0,06} = 0,03 \text{ хв}.$$

Фаска $t_o = 0,02 \text{ хв}$.

Обробка двох торців.

Дискова фреза $\varnothing 50$, $z = 14$. Обробка відбувається з двох сторін одночасно, матеріал різального інструменту – Р6М5.

Подача на зуб:

$$S = 0,3 \text{ мм / зуб}$$

табл. 36 ст. 289 т. 2 [2]

1. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v;$$

$$C_v = 72; q = 0,2; x = 0,5; y = 0,1; u = 0,1; p = 0,1; m = 0,15. \quad \text{табл. 39 ст. 288 т. 2 [2]}$$

$$T = 120 \text{ хв};$$

табл. 38 ст. 444 т. 2 [4]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1;$$

$$nv = 1,0;$$

$$K_{uv} = 0,83;$$

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

табл. 35 ст. 286 т. 2 [2]

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{72 \cdot 5^{0,2}}{120^{0,25} \cdot 3^{0,5} \cdot 0,3^{0,1} \cdot 5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1 = 39,15 \text{ м / хв.}$$

2. Знаходимо зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp};$$

$C_p = 30; x = 0,83; y = 0,65; u = 1,0; q = 0,83; w = 0.$ табл. 39 ст. 288 т. 2 [2]

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 3^{0,83} \cdot 0,3^{0,65} \cdot 5^1 \cdot 14}{50^{0,83} \cdot 250^0} = 929,42 \text{ Н.}$$

3. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 35,15}{3,14 \cdot 50} = 249,2 \text{ об / хв.}$$

Приймаємо $n_{\phi} = 250$ об/хв.

4. Фактична швидкість різання:

$$V_{cp} = 39,27 \text{ м / хв.}$$

5. Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт},$$

$$N_{ун} = 0,8 \cdot 4,0 = 3,2 \text{ кВт}.$$

6. Перевірка сил різання по потужності:

$$N_{риз} \leq N_{ун}$$

$0,6 \leq 3,2$ - обробка можлива.

7. Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = 508,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

8. Основний час:

$$l_{ep} = \sqrt{t(D-t)} + (0,5 \dots 3) = \sqrt{3(50-3)} + 3 = 14,87 \text{ мм};$$

$$l_o = 2 \cdot 76 = 152 \text{ мм};$$

$$l_n = (2 \dots 5) = 4 \text{ мм}.$$

$$t_o = \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{n \cdot z \cdot S_z} = \frac{152 + 14,87 + 4}{0,3 \cdot 14 \cdot 250} = 0,163 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 - Режими різання.

№ оп.	№ поверхні	Назва Операції	V, м/хв	S, мм/об	t, мм	n, хв ⁻¹	t _о , хв.
005	3	Токарна	72,88	1,0	2	160	0,16
			143,5	0,3	1	315	0,24
010	2	Токарна	72,88	1,0	2	160	0,16
			143,5	0,3	1	315	0,275
015	1	Токарна	72,88	1,0	2	160	0,5
			143,5	0,3	1	315	0,83
							0,074
025	31	Токарна	127,5	0,1	1,07	400	0,225
	4		127,5	0,1	2,2	400	0,25
							0,32
030	9, 10	Свердлильна	18,85	0,075	-	1000	0,053
	7,8		25,1	0,06	-	2000	0,225
							0,03
035	9, 10	Розвернути	6,7	0,1	0,1	355	0,0166
	7, 8		12,5	0,1	0,1	1000	0,046
							0,03
040	21, 22	Свердлильна	23,8	0,35	-	710	0,024
	11...20		30,78	0,2	-	1400	0,45
							0,07
045	23...30	Свердлильна	18,47	0,075	-	1400	0,76
							0,156
020	30	Зенкувати	20,4	0,8	1,15	1000	0,04
050	23...29	Різьбонарізна	4	0,8	0,8	315	0,065
030	33, 34	Фрезерування	25,13	0,06	2	1600	0,03
	33, 34	2 пазів	31,4		2,5	2000	0,048
		Фаски	18,47	0,8	0,5	1400	0,02
	5, 6	Фрезерування лисок	39,27	0,3	3	250	0,163
	1,2	Шліфування					0,035
							0,036
	7,8,9,10	Центрування	25,1	0,06	2	2000	

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 - Геометрична та технологічна інформація для верстатів з ЧПК.

Геометрична інформація				Технологічна інформація			
№ поверхні	X(ΔX), мм	Y(ΔY), мм	Z(ΔZ), мм	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹
Операція	030 (свердлильна)						
7 свердлильна і розретальна	0	+34	11	-	0,06	25,1	2000
8 свердлильна і розретальна	0	+34	11	0,1	0,1	12,5	1000
9,10 свердлильна і розретальна	0	-34	11	-	0,06	25,1	2000
	0	-34	11	0,1	0,1	12,5	1000
	60	22	8	-	0,075	18,85	355
	60	22	8	0,1	0,1	6,7	1400
Операція	035						
11, 20	36,71	52,425	8	-	0,2	30,78	1400
12, 19	49,02	41,14	8				
13, 18	64	0	8				
14, 17	49,02	41,14	8				
15, 16	36,71	52,425	8				
21, 22	18,5	0	11	-	0,35	23,8	710
Операція	040						
29, 23, 27 свердл.	25,5	31	8	-	0,075	18,47	1400
24, 25, 26, 28 н/р	13,5	35	$\Delta(8)$	0,8	0,8	4	315
30 зенкування	25,4	39	1,25	1,15	0,8	20,4	1000
33, 34	18,5	$\Delta y=5$	2	2	0,06	25,13	1600
			2,5	2,5	0,06	31,4	2000

1.5.4 Проектування карти наладки для операції 040.

При застосуванні в технологічному процесі багатошпиндельних, багато інструментальних верстатів розробляються схеми налагоджень. Основним документом в цьому випадку є карта налагоджень. Згідно ГОСТ 3.1102-81 карта налагоджень є документом, що показує допоміжну інформацію до технологічних процесів (операцій) по налагодженню засобів технологічного оснащення.

При розробці схем налагодження проводять варіанти установки приспособлень, інструментів та інших пристроїв в потрібне положення, задають необхідні режими роботи тощо.

Карта наладки дає уявлення про налагодження верстату і можливість досягнення необхідної точності обробки при виконанні даної операції.

На карті наладки зображується всі елементи технологічної системи, які необхідні для виконання операції:

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- деталь, яка обробляється, в закріпленому вигляді на установчих елементах пристрою. Деталь зображується у вигляді ескізу в вільному масштабі;
- вигляд пристрою наочно відображає установчі, орієнтуючі та закріплюючі елементи;
- ріжучий інструмент і спосіб його установки та закріплення на верстаті.

На карті налагоджень вказуємо:

- розміри , які витримуються в даній операції з нанесенням граничних відхилень (а також просторові відхилення або відхилення форми);
- необхідні розмірні ланцюги і таблиці розрахунків точності на всіх необхідних предметах;
- розміри і посадки (граничні відхилення) спряжених установчих елементів оброблюваної деталі, пристроїв, верстатів, які визначають точність параметрів;
- таблиці режимів різання на переходах;
- циклограма руху інструментів з вказівкою довжини робочого ходу(РХ), величини швидкого підводу (ШП), та швидкого відводу інструменту.

Таблиця 1.11 Геометрична інформація на операцію 040 на вертикально-фрезерувальному верстаті 6РВРФ3

№	Довжина обробки				координати	
	Свердл.	Зенкерув.	Н/р	Фрезерув.	Х	У
26	8		6,5		100	-200
24	8		6,5		100	-270
25	8		6,5		127	-270
27	8		6,5		137	-262
30	11	1,25			138,9	-274
29	8	1,25	6,5		139	-274
28	8		6,5		127	-200
33				4,5	95	-243,5
34				4.5	137	-243,5

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При складанні карти накладки згідно технологічного ескізу наведеного на аркуші 07 встановлюємо базову точку деталі Т.О. з координатами $X_0=0, Y_0=0$ наносимо осі координат xOy нумеруємо отвори в порядку їх обходу інструментом при обробці, розраховуємо і вказуємо координати осей всіх отворів від базової точки деталі в абсолютних їх значеннях із зазначеними координатами на осі на основі розробленої технології механічної обробки. Користуючись якою заповнюємо порядків технологічних і деяких допоміжних переходів. Дані про ріжучі інструменти встановлюємо порядок їх розміщення в позиціях шпіндельної револьверної головки таблиця 1.12

Таблиця 1.12 - Технологічний маршрут механічної обробки.

№ переходу	Зміст переходу	№	Ріжучий інструмент		№ позиції
			найменування	Діаметр мм	
1	Установка заготовлення і закріплення				
2-8	Свердлини 1,2,3,4,5,6,7		Свердло У=118	Ø4,2	1
9	Зенкувати 7		Зенкер цеховий	Ø4,2 і Ø6,5	2
10-14	Зенкування фасок 1,2,3,4,5,6		Свердло φ=90°	Ø5,2	3
14-20	Нарізання різьби 1,2,3,4,5,6		Мітчик М5-7Н	М5-7Н	4
21,22	Фрезерування Низів 8,9		Фреза кінцева	Ø5	5

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.5 Технічне нормування

Визначаємо штучно-калькуляційний час, так як в нас середньо-серійний тип виробництва:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{пз}}/n ;$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час на партію деталей, хв.;

$t_{\text{шт.}}$ – штучний час, хв.;

$$t_{\text{шт.}} = t_o + t_{\text{к.в.}} + t_y + t_z + t_{\text{п}},$$

t_o – основний час, хв.;

$t_{\text{к.в.}}$ – допоміжний час на контрольні вимірювання, хв.;

t_y – допоміжний час на прийоми управління верстатом і зміну інструменту;

$t_{\text{тех. обл.}}$ – допоміжний час на технологічне обслуговування;

$t_{\text{п}}$ – допоміжний час зв'язано з переходом;

$t_{\text{орг. обл.}}$ – допоміжний час на технологічне обслуговування.

$$t_{\text{тех. обл.}} + t_{\text{орг. обл.}} = 12\% \text{ від } T_{0\text{п}} = t_o + t_{\text{доп}} ;$$

$$t_{\text{відп.}} = 8\% \text{ від } T_{0\text{п}} = t_o + t_{\text{доп}} .$$

Обробка торця 1 операція 010

Допоміжний час на прийом управління верстатом і зміну інструменту:

$$T=0,02+0,03+0,02+0,02; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,1 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час на зняття деталі:

$$T=0,25 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,17 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заклучний час:

$$T=5+0,15+0,15+2+1,5;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 0,61 + 9/300 + 1,404 + 0,4 = 2,447 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Обробка поверхонь Ø145 операція 005

Допоміжний час на прийом управління верстатом і зміну і інструменту:

$$T=0,03+0,04+0,06; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,09 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час на зняття деталі:

$$T=0,35 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,1 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=16+0,15+0,15+2+0,2+1,5;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 0,66+ 19,8/300+0,4+ 0,208=1,314 \text{ хв.}$$

Обробка торця і канавки 3 і 4 операція 025

Допоміжний час на прийом управління верстатом і зміну і інструменту:

$$T=0,03+0,03+0,06; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,09 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час на зняття деталі:

$$T=0,25 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,23+0,17 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=5+0,15+0,15+2+0,2+1,5;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 0,86+ 9/300+0,91+ 0,354=2,154 \text{ хв.}$$

Обробка отворів Ø4 і Ø6 операція 030

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,05+0,08 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,02+4 \cdot 0,07+4 \cdot 0,06+4 \cdot 0,04; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,18 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час управління верстатом:

$$T=0,05+0,04+0,01+0,05; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=5+2+1,0+0,2+0,3+0,2+0,3;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 1,11+ 9/300+0,6916+ 0,36=2,192 \text{ хв.}$$

Обробка отворів Ø7 і Ø10 операція 035

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,05+0,12 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,02+12 \cdot 0,07+12 \cdot 0,04; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час управління верстатом:

$$T=0,05+0,04+0,01+0,05; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=5+2+1,0+0,2+0,3+0,2+0,3;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 1,14+ 9/300+0,574+ 0,34=2,087 \text{ хв.}$$

Обробка поверхонь Ø4,2; M5, 2 паза (33, 34, 23...30) операція 040

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,05+0,12; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,02+7 \cdot 0,07+7 \cdot 0,04+6 \cdot 0,04+0,06+0,06+0,24; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час управління верстатом:

$$T=0,02+0,02+0,06+0,04; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=5+2+1,0+1,0+0,3+0,3+0,2+2,5;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 2,055+ 12,3/300+1,184+ 0,648=3,91 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Обробка поверхонь (5 і 6) 2 лиски операція 045

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,05+0,12; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,26\text{хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,07 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час управління верстатом:

$$T=0,02+0,02+0,06+0,04; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=5+2+1,0+0,15+0,15+0,2;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 0,59+ 10,3/300+0,63+ 0,15=0,938 \text{ хв.}$$

Шліфування 1 і 2 операція 020

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,42\text{хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=0,6\text{хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T=0,19+0,16 \text{ хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час управління верстатом:

$$T=0,02+0,04+0,03; \quad \text{ст. 67 [24]}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T=0,2+0,2+0,2+2,0+5,5+7;$$

$$t_{\text{шт. к.}} = 1,46+ 15,1/300+0,036+ 0,3=1,845 \text{ хв.}$$

Шліфування кінцеве поверхонь 1 і 2 операція 050

Допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$T=0,6\text{хв.}; \quad \text{ст. 32 [24]}$$

Допоміжний час зв'язано з переходом:

$$T=1,05\text{хв.}; \quad \text{ст. 186 [24]}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Допоміжний час на контрольні вимірювання:

$T=0,19+0,16$ хв.; ст. 32 [24]

Допоміжний час управління верстатом:

$T=0,02+0,04+0,03$; ст. 67 [24]

Підготовчо-заключний час:

$T=0,2+0,2+0,2+2,0+5,5+7$;

$t_{шт. к.} = 2,09 + 15,1/300 + 0,036 + 0,425 = 2,6$ хв.

Таблиця 1.13 - Зведений штучно-калькуляційний час спроектованого технологічного процесу

005	Токарна	1А616	$t_{шт. к.} = 1,314$ хв.
010	Токарна	1А616	$t_{шт. к.} = 2,358$ хв.
015	Токарна	1А616	$t_{шт. к.} = 2,447$ хв.
020	Плоско-шліфувальна	3Б722	$t_{шт. к.} = 1,845$ хв.
025	Токарна	1А616	$t_{шт. к.} = 2,154$ хв.
030	Вертикально-свердлильна з ЧПК	2Р135Ф2	$t_{шт. к.} = 2,192$ хв.
035	Вертикально-свердлильна з ЧПК	2Р135Ф2	$t_{шт. к.} = 2,087$ хв.
040	Фрезерна з ЧПК	6Р13РФ3	$t_{шт. к.} = 3,91$ хв.
045	Фрезерна	6Р80Г	$t_{шт. к.} = 0,938$ хв.
050	Плоско-шліфувальна	3Б722	$t_{шт. к.} = 2,6$ хв.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Конструкторська частина

Фрезерний пристрій операція 045

2.1 Початкові дані

Пристрій призначений для фрезерування 2 лисок (5, 6) в розмір 122_(-1,0).

Верстат: горизонтально-фрезерний верстат моделі 6P80Г, розміри стола 200×800 мм, стіл має 3 Т-подібні пази шириною 14 мм, крок між пазами 70 мм, відстань між віссю шпинделя і площиною стола 50 - 350 мм.

Інструменти: набір фрез дискова Ø50 шириною 5 мм, z=14, фреза дискова 2240-0365 ГОСТ 3755-78.

Сили різання:

$$P_z = 929,4Н;$$

$$\frac{P_h}{P_z} = 1,2;$$

$$\frac{P_v}{P_z} = 0,3;$$

$$P_h = 1,2 \cdot 929,42 = 1115,3Н.$$

Пристрій одномісний, оснащений пневматичним приводом затиску.

2.2 Будова і принципи роботи пристрою

Пристрій складається з корпусу (див. графічну частину, аркуш 02) на якому стоять циліндр в якому рухаються 2 поршня на яких встановлюються два клини на яких рухаються ролики з затискачами.

На верстаті пристрій закріплюють за допомогою 2-х болтів 25 з шайбами і гайками. Для повного використання заживного само гальмуючого пристосування клинового механізму рекомендується застосовувати клини з двійним підйомом. В цьому випадку ділянка клина з більшим кутом скосу $\alpha_1=30^\circ$ служить для швидкого підводу затискача до закріпленої деталі, а ділянка з малим кутом $\alpha=3^\circ$ – для кінцевого закріплення. Застосовуючи самогальмуючі клини, конструктор повинен враховувати, що звільнити клин важче, чим його затиснути, щоб механізм робив надійно, зусилля, розкріпляючи клин, повинно бути більше, чим зусилля, здійснююче затиск.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Це може бути досягнуто за рахунок зниження тиску в робочій ділянці приводу або такого конструктивного виконання механізму, при якому, клин при зажимі приводиться в дію не штовхаючим, а тягнучим рухом штоку.

На аркуші 1 показано пристосіблення для фрезерної операції. В якості передаючого механізму в цьому пристосібленні застосовані клини 5 (з двійним підйомом), діюче в парі з важелями 8. Клини закріплені на пневматичних штоках поршнів 4.

Клинові механізми широко застосовуються в технологічній оснастці. Маючи невеликі габарити, вони дозволяють значно підвищити вихідні зусилля двигуна і отримати надійне жорстке закріплення деталі.

Клин з малим кутом підйому володіючи цінною якістю самогальмування (продовжує затискати оброблювану заготовку, і в випадку, якщо вихідна сила перестає діяти).

2.3 Розрахунок сил затиску заготовки

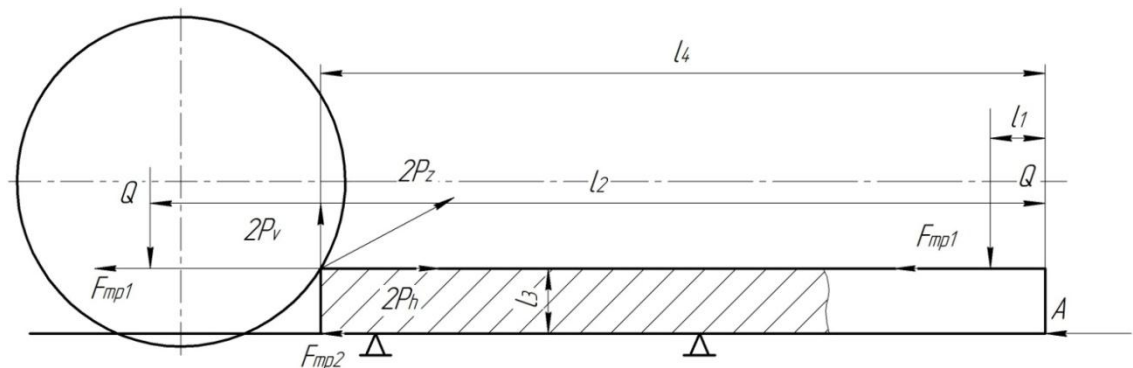


Рисунок 2.1. – Схема фрезерного пристрою.

Аналізуємо сили, що діють на заготовку. Це сила P_z яку для зручності розглядаємо, як дві складові – горизонтальну P_h вертикальну P_v . Від затиску діє сила Q яка при дії сили P_h протидіє між затискачами і деталлю сили тертя $F_{тр1}$, а також між опорою і деталлю діє $F_{тр2}$.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

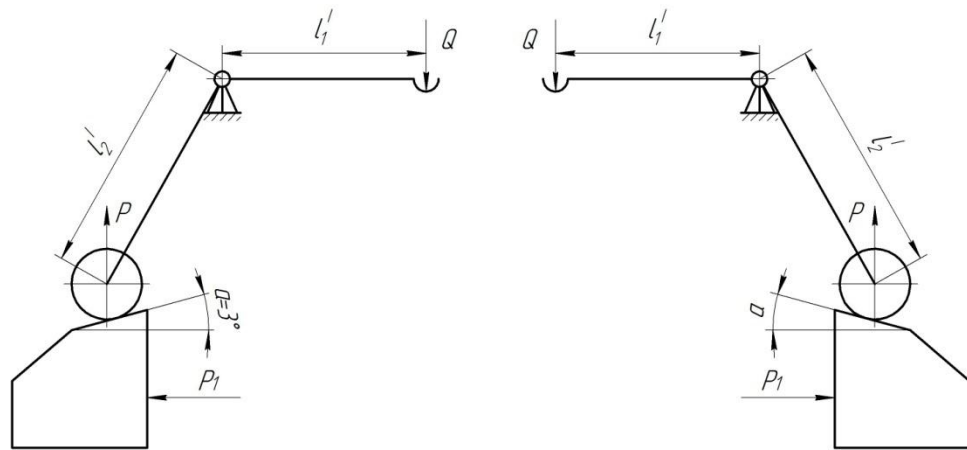


Рисунок 2.2. – Принципова схема фрезерного пристрою.

$$F_{mp1} = Qf_1;$$

$$F_{mp2} = Qf_2.$$

f – коефіцієнт тертя між важелем і поверхнею заготовки, $f=0,16$ (поверхня заготовки оброблена, поверхня вала гладка) стор. 384 [26] том 1.

Для забезпечення надійності закріплення враховуємо коефіцієнт закріплення:

$$K = K_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6.$$

K_o – гарантований коефіцієнт надійності; 1,5;

K_1 – враховує стан технологічної бази (при чорнових базах $K_1=1,2$);

K_2 – коефіцієнт затуплення інструменту $K_2 = 1,2$ (табл. [27]);

K_3 – враховує ударне навантаження на інструмент (при обробці переривчастих поверхонь $K_3 = 1,2$);

K_4 – враховує стабільність силового приводу (при механізованому приводі $K_4=1,0$);

K_5 – характеризує затискні механізми з ручним приводом $K_5 = 1$.

K_6 – враховує певне розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил. $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,6.$$

Визначимо силу затиску:

$$\sum x = 0; \quad -Qf_1 - Qf_2 + 2P_h \cdot K = 0;$$

$$-Q(f_1 - f_2) = -2P_h;$$

$$Q = \frac{2P_h \cdot K}{f_1 + f_2} = \frac{2 \cdot 1115,3 \cdot 2,6}{0,16 + 0,25} = 14145,27 \text{ Н.}$$

$f_2 = 0,25$ - коефіцієнт тертя [27].

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіримо достатність визначеної сили для запобігання повороту заготовки навколо т. А. під дією сили P_V . Складаємо рівняння моментів $\sum M_A = 0$.

$$2kP_V \cdot l_y - Ql_1 \cdot Ql_2 = 0.$$

$$\text{Звідси } Q = \frac{2kP_V \cdot l_y}{l_1 + l_2} = \frac{2 \cdot 2,6 \cdot 278,826 \cdot 111,5}{10 + 135} = 555 \text{ Н.}$$

$$P_V = 0,3 \cdot 929,42 = 278,826 \text{ Н,}$$

$$l_1 = 8 \text{ мм, } l_2 = 145 \text{ мм, } l_3 = 10 \text{ мм, } l_4 = 135 \text{ мм.}$$

$$l'_1 = 90 \text{ мм, } l'_2 = 90 \text{ мм.}$$

Перейдемо на розрахунок важільного механізму:

$$Q = \frac{Q \cdot l'_1}{l'_2 \eta} = \frac{145,27 \cdot 90}{90 \cdot 0,95} = 14889,76 \text{ Н.}$$

$\eta = 0,95$ - к.к.д. що враховує витрати тертя в опорі важеля [27].

Розрахуємо силу через передавальне відношення на клинових механізмах.

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \text{tg} \varphi_{1np}};$$

φ_{np} - приведений кут тертя на скосі клина, град;

φ_{1np} - приведений кут тертя на опорі клина, град.

$$\varphi_{np} = \varphi_{1np} = 2^\circ 50'$$

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(3^\circ + 2^\circ 50') + \text{tg} 2^\circ 50'} = 6,521;$$

$\alpha = 5^\circ$ - кут клину.

$$P = P_1 \cdot i_c, \quad P_1 = \frac{P}{i_c} = \frac{148,76}{6,521} = 2283,35 \text{ Н,}$$

Визначення діаметра поршнів пневмоциліндра

$$P_1 = \frac{\Pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \rho \eta;$$

$$\text{Тоді } D^2 - d^2 = \frac{4P_1}{\pi \rho \eta};$$

$$d = 0,4D \text{ підставимо } D^2 - 0,16D^2 = \frac{4P_1}{\pi \rho \eta};$$

$$\text{Тому } D = \sqrt{\frac{4P_1}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2283,35}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,86}} = 79,9 \text{ мм.}$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $D=80\text{мм}$, а $d=25\text{мм}$ по ГОСТ 15608-81. Тоді вихідна сила пневмоциліндра буде рівна:

$$P_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta = \frac{3,14(80^2 - 25^2)}{4} 0,6 \cdot 0,9 = 2449,26 \text{Н}.$$

Розраховуємо силу через передавальне відношення на клинових механізмах:

$$P = P_1 \cdot i_c = 2449,26 \cdot 6,521 = 15971,6 \text{Н}.$$

Через передавальне відношення важільного механізму знайдемо вихідну силу захисту від пневмоциліндра:

$$Q = \frac{P l_2'}{l_1'} \eta = \frac{15971,6 \cdot 0,95 \cdot 90}{90} = 15173,02 \text{Н}.$$

4. Розрахунок слабких ланок механізму затиску пристрою є зажим. Виконаємо перевірку його працездатності. Розрахункова схема показана на рис.2.3.

Найбільш навантаженим є переріз А-А. Тут діє найбільший загальний момент:

$$M_{32} = Q l_1' = 15173,02 \cdot 90 = 1365571,8 \text{Н} \cdot \text{мм}.$$

Виникають найбільші напруження на згин: $\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W}$

де W – момент опору механізму, мм^3 .

$$W = \frac{e(h^3 - d^3)}{6h} = \frac{20(45^3 - 15^3)}{6 \cdot 45} = 8125,00 \text{мм}^3.$$

З врахуванням порожнини в порожнині:

$$W = \frac{e(h^3 - d^3)}{6h} - \frac{e_1 - d^3}{6h} = \frac{30(45^3 - 15^3)}{6 \cdot 45} - \frac{8 - 45^3}{6 \cdot 45} = 1050 \text{мм}^2.$$

$$\text{Звідси } \sigma_{32} = \frac{1365571,8}{1050,0} = 210 \text{МПа} \leq [\sigma]$$

Це менше допустимого значення міцності сталі 45 рівного 220 МПа [27].

Визначимо питомий тиск P в шарнірі важіль-вісь.

$$N = Q + P = 15173,02 + 15971,6 = 31144,62$$

$$P = \frac{N}{e \cdot d} = \frac{31144,62}{20 \cdot 15} = 103,8 \text{МПа}.$$

Це менше допустимого напруження на зминання рівного $[\sigma] = 130 \text{МПа}$.

Отже, міцність слабкої ланки достатня

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2.4 Розрахунок на точність

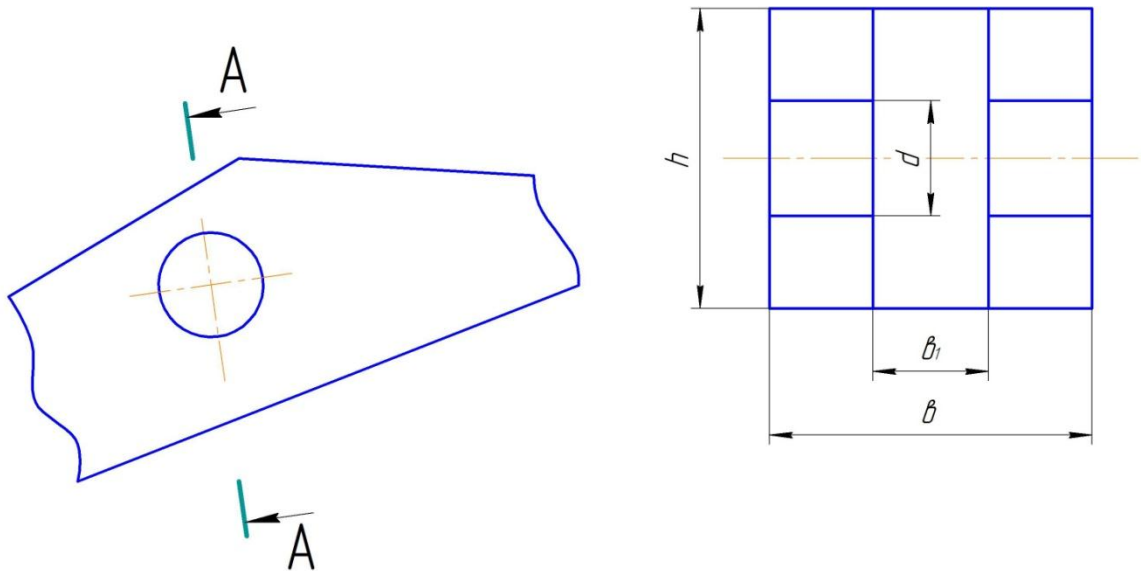


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема важеля

Сумарна похибка при автоматичному отриманні точності обробки деталі складається:

ξ_{δ} – похибка базування;

ξ_3 – похибка закріплення;

$\xi_{пр}$ – похибка пристрою;

ω – економічна точність методу обробки.

Допустиму похибку пристрою в проектних умовах визначають за формулою.

$$\varepsilon_{пр}^{\delta} = T - K \sqrt{(K_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + (K_2 \omega)^2}$$

Де k – коефіцієнт, який враховує закон розподілу похибок $k=1,2$ для нормального закону розподілу;

k_1 – коефіцієнт, який враховує значення ξ_{δ} в наслідок того, що дійсні розміри установчої поверхні рідко дорівнюють граничним: $K_1=0,8-0,85$.

K_2 – коефіцієнт, який враховує зменшення табличного значення ω : $K_2=0,6-0,8$.

Допустиме значення пристрою складає:

$$\varepsilon_{пр}^{\delta} = T_{пр} + T_c$$

Де $T_{пр}$ – допуск на виготовлення пристрою;

T_c – допуск на спрацювання елементів пристрою.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо величини зазорів при установці деталі на площі $\varnothing 10,7$.

Отвір $10,7^{(+0,11)}$

Палець $10,7^{(-0,006}_{-0,017})}$

Похибка установки за рахунок можливого кута повороту заготовки, вслід посадочного зазору між установчими пальцями і отворами:

$$\alpha = \arctg \frac{[0,5(S_{\max \text{ отв.}} + S_{\max \text{ пал.}})]}{L};$$

$$S_{\max \text{ отв.}} = S_{\max \text{ пал.}} = 0,127 \text{ мм};$$

$$\alpha = \arctg \frac{[0,5(0,127 + 0,127)]}{37} = 0,0034.$$

$$\varepsilon_0 = l \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\text{Тоді } \delta = 0,0034 \cdot 78 = 0,265 \text{ мм};$$

$l = 78 \text{ мм}$. – довжина різання.

$$\omega = 0,080 \text{ мм}; \varepsilon_3 = 0,08 \text{ мм}.$$

$$\varepsilon_{np} = 1 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 0,2665)^2 + 0,08^2 + (0,75 \cdot 0,08)^2} = 0,704 \text{ мм}.$$

$T = 1000 \text{ мкм}$ – допуск з креслення на виконуваний розмір.

2.5 Рівень стандартизації

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів визначаємо за формулою:

$$K_{np} = \frac{\varepsilon_{заг} - \varepsilon_0}{\varepsilon_{заг}} 100;$$

Де $\varepsilon_{заг}$ - загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою.

ε_0 - кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів.

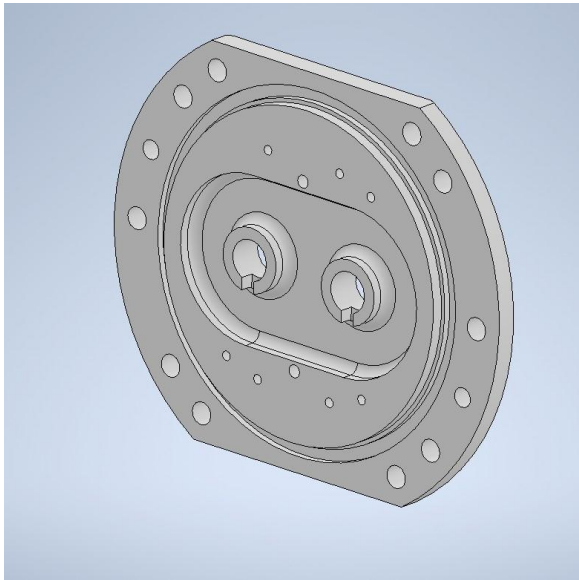
$$K_{np} = \frac{31 - 14}{31} 100 = 54,8\%.$$

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

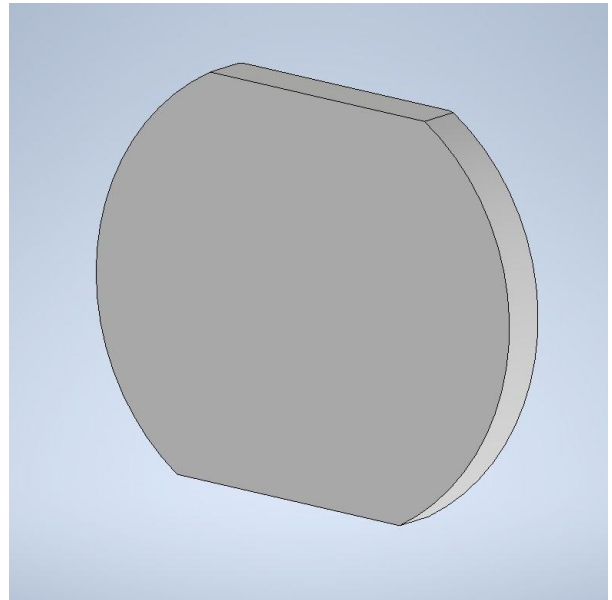
3 Розроблення керуючої програми для верстатів з ЧПК

Розроблення керуючих програм обробки стінки на верстаті з ЧПК було використано програмне середовище системи PowerMill від компанії AutoDesk.

Для роботи в програмі необхідно було насамперед створити тривимірні моделі деталі та заготовки. Ці моделі були створені в програмі AutoDesk Inventor (рис. 3.1, а), б)).



а)



б)

Рисунок 3.1 – Моделі деталі (а) та заготовки (б)

Моделі, збережені в універсальному форматі «*.igs», імпортуються в систему PowerMill (рисунки 3.2-3.3) для подальшої роботи.

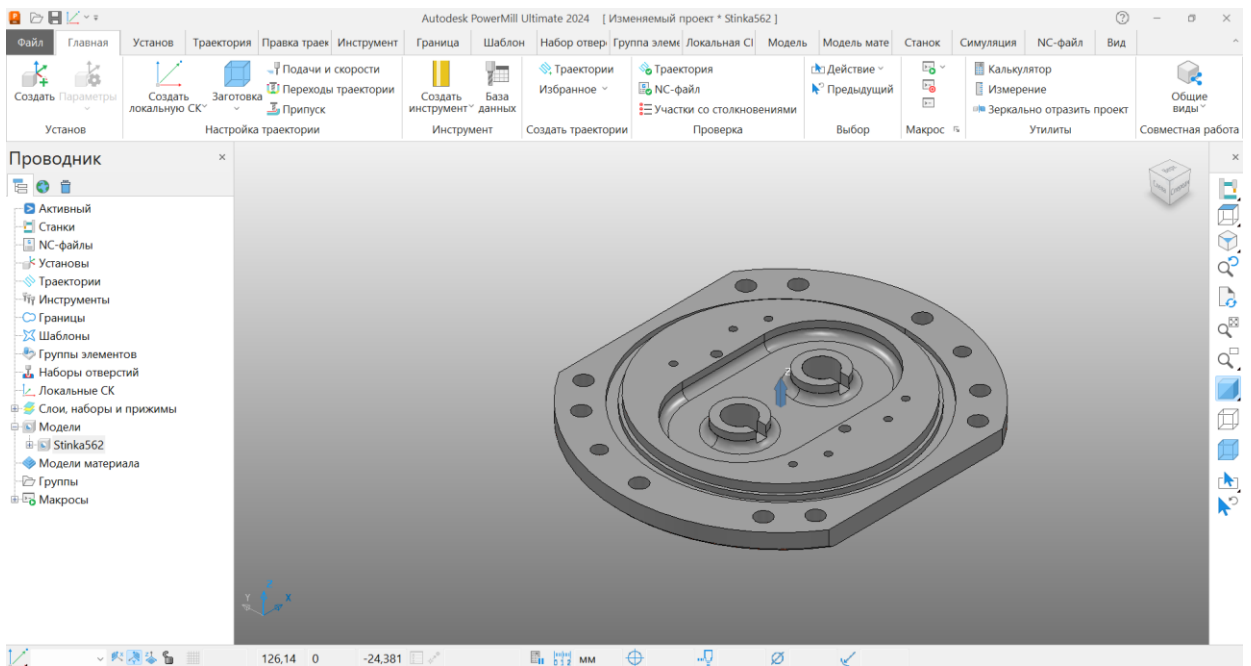


Рисунок 3.2 – Модель стінки, імпортована в систему PowerMill

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

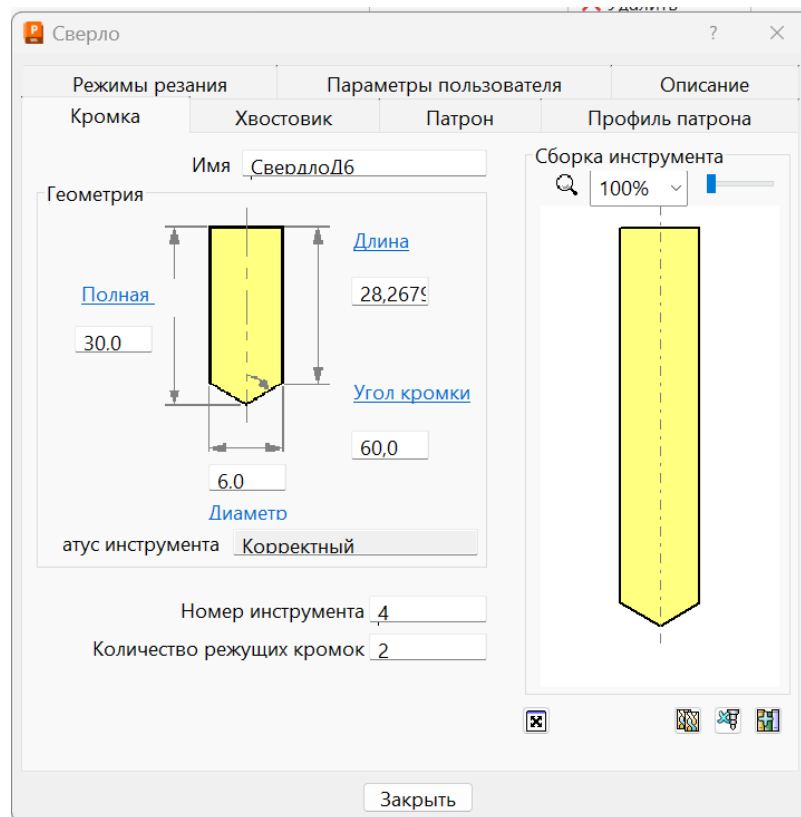


Рисунок 3.5 – Створення моделі сверла $\varnothing 6$

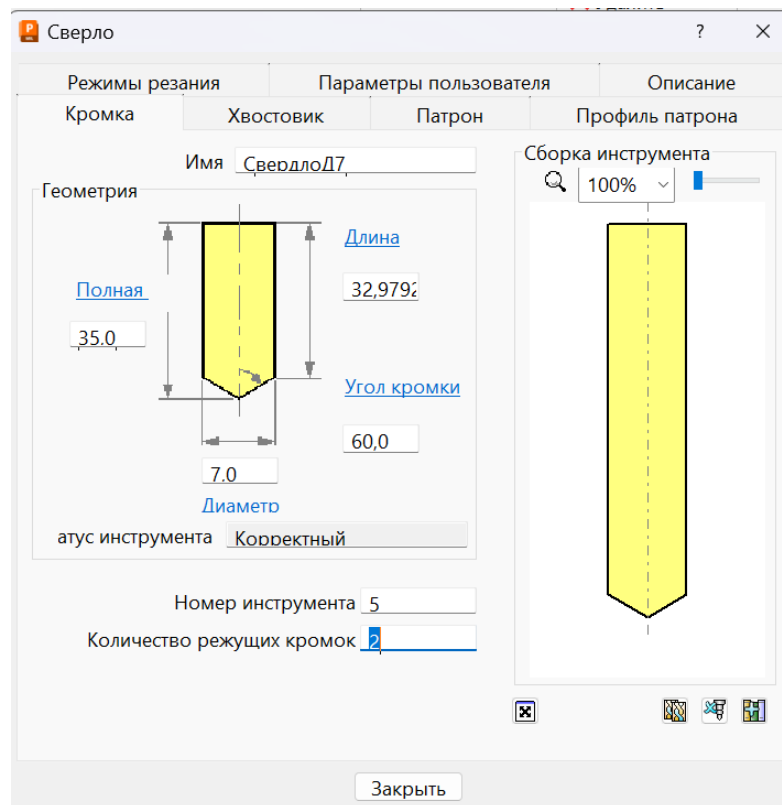


Рисунок 3.6 – Створення моделі сверла $\varnothing 7$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

Арк.

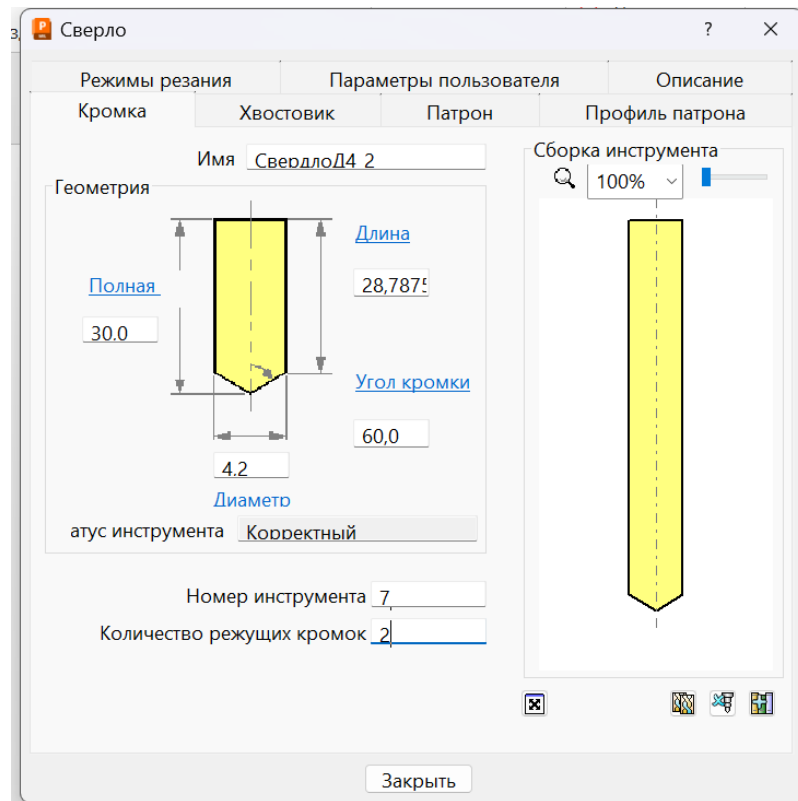


Рисунок 3.7 – Створення моделі свердла $\varnothing 4.2$

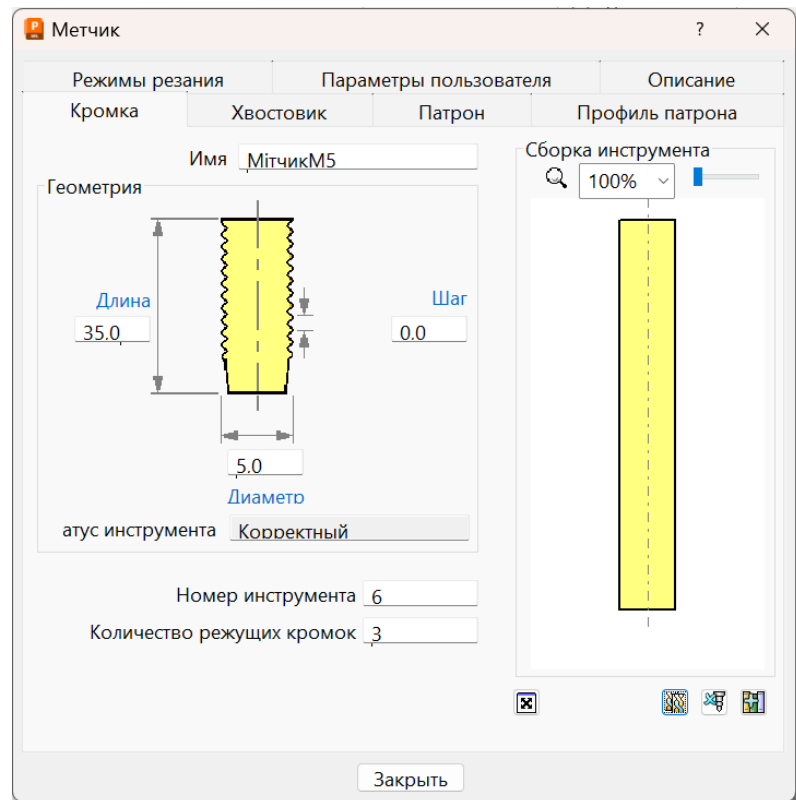


Рисунок 3.8 – Створення моделі мітчика М5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

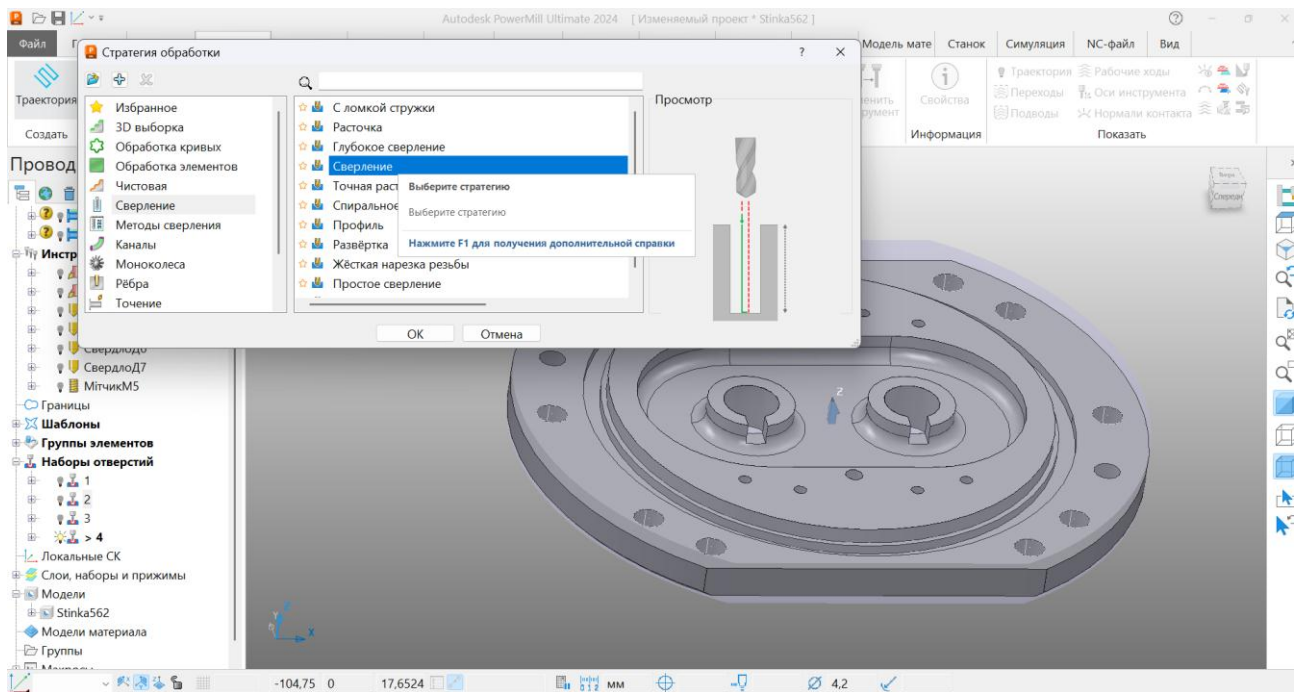


Рисунок 3.13 – Вибір стратегії обробки

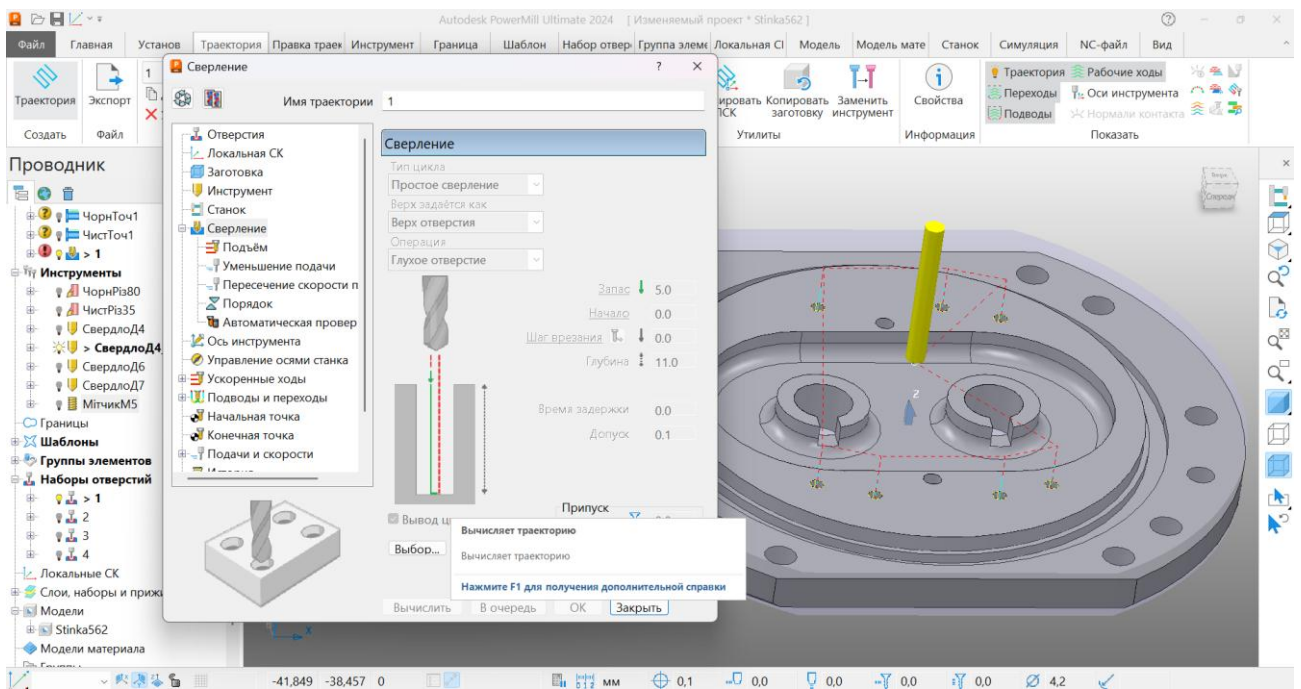


Рисунок 3.14 – Проектування свердління отворів $\varnothing 4,2$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

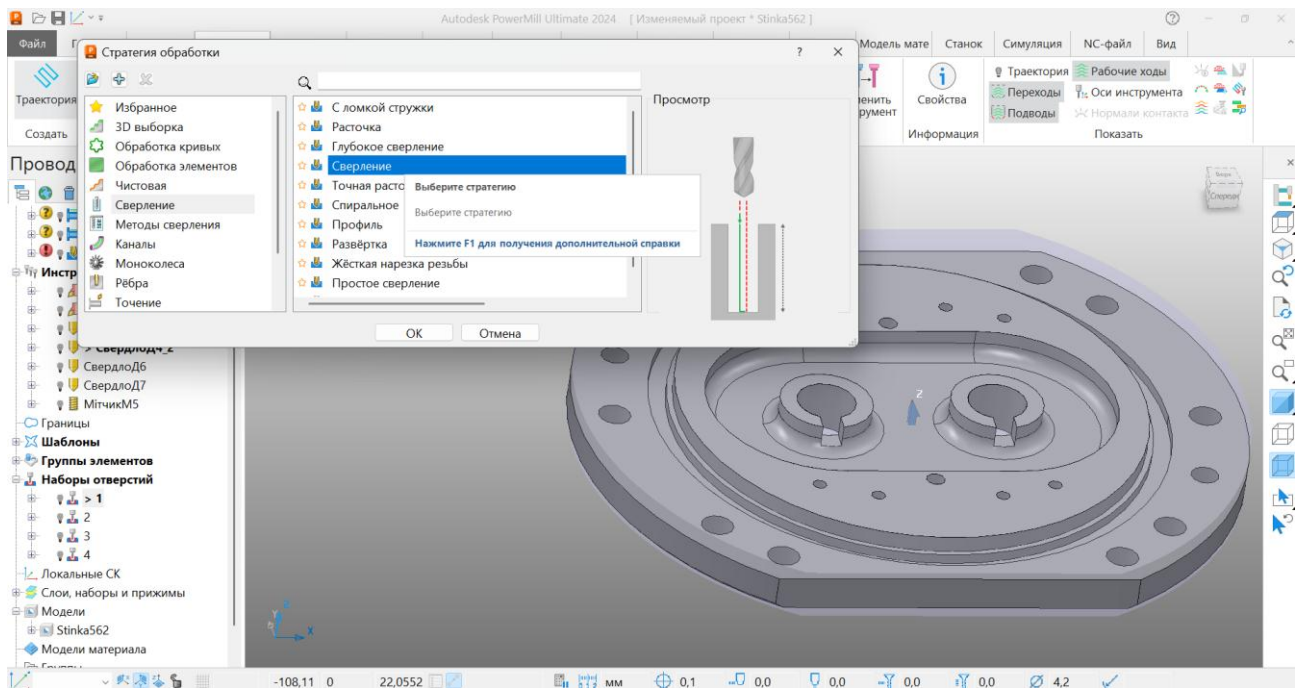


Рисунок 3.15 – Вибір стратегії обробки

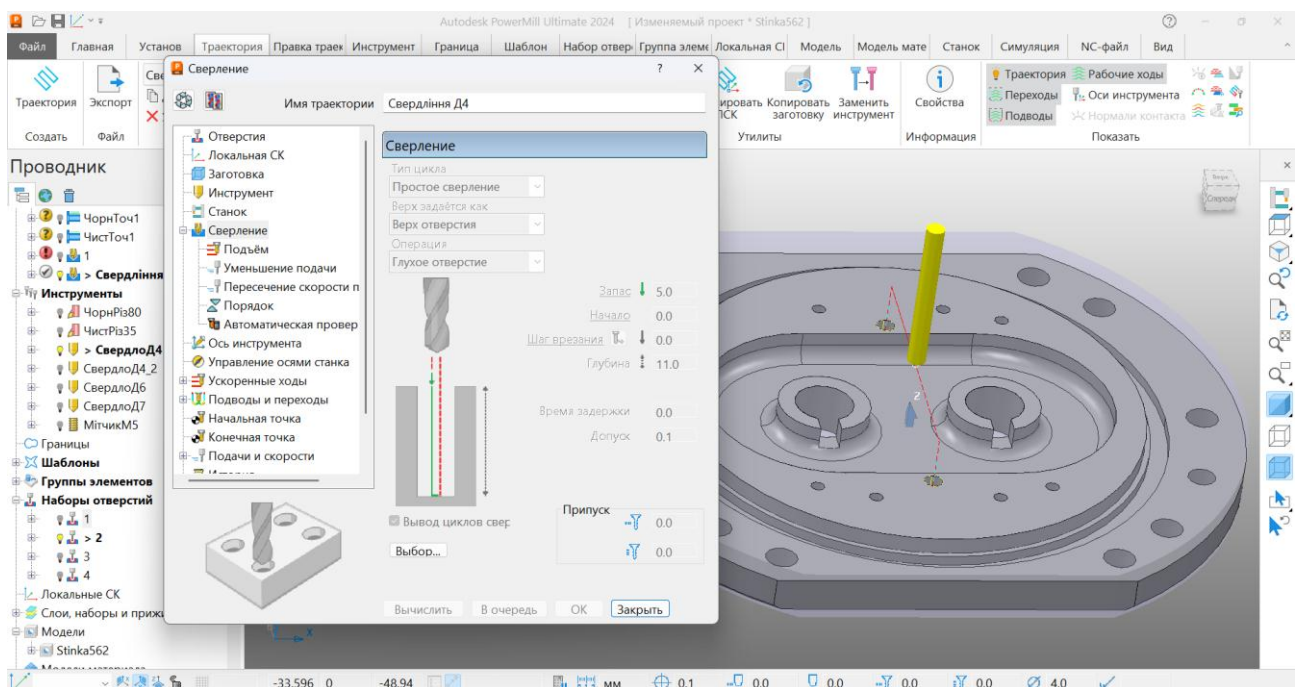


Рисунок 3.16 – Проектування свердління отворів $\varnothing 5$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

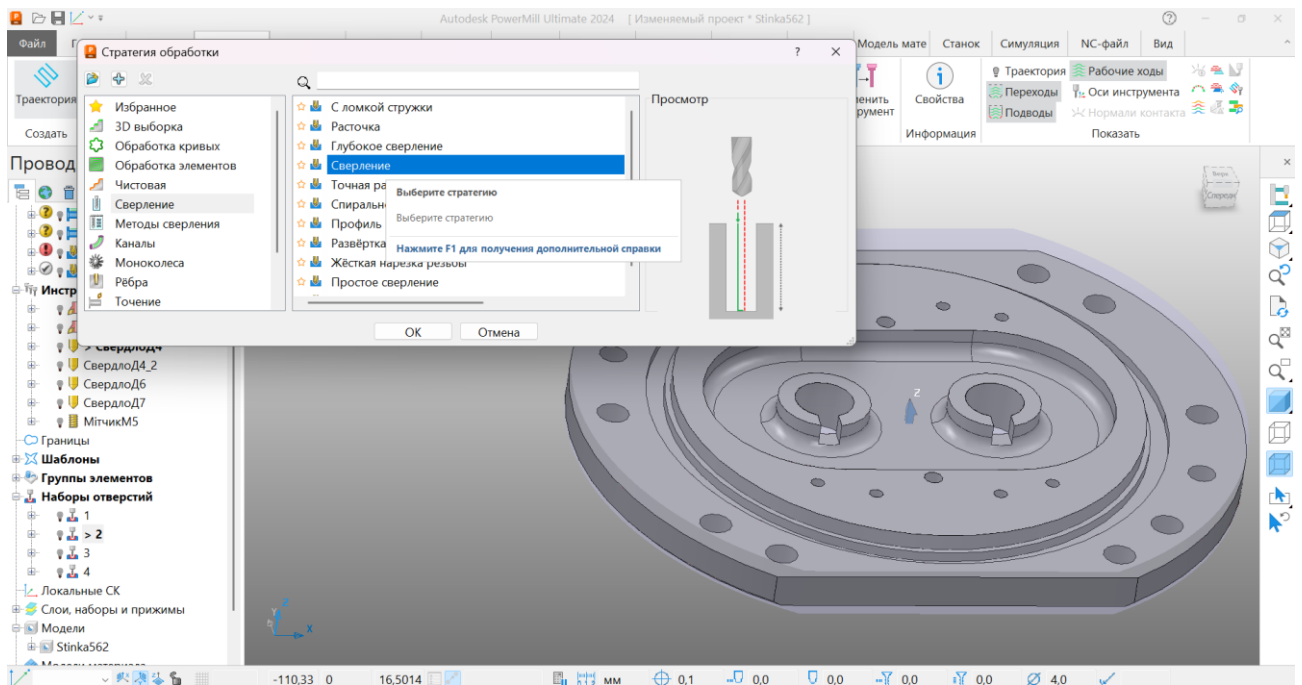


Рисунок 3.17 – Вибір стратегії обробки

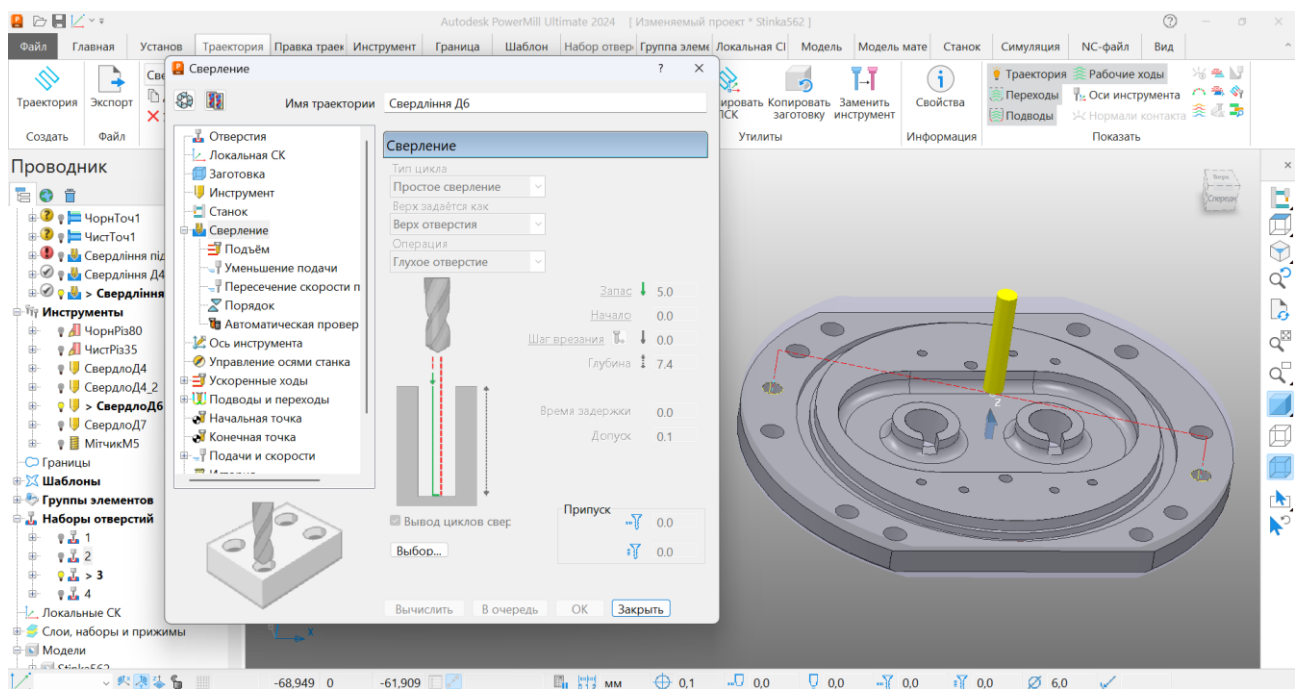


Рисунок 3.18 – Проектування свердління отворів $\varnothing 6$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

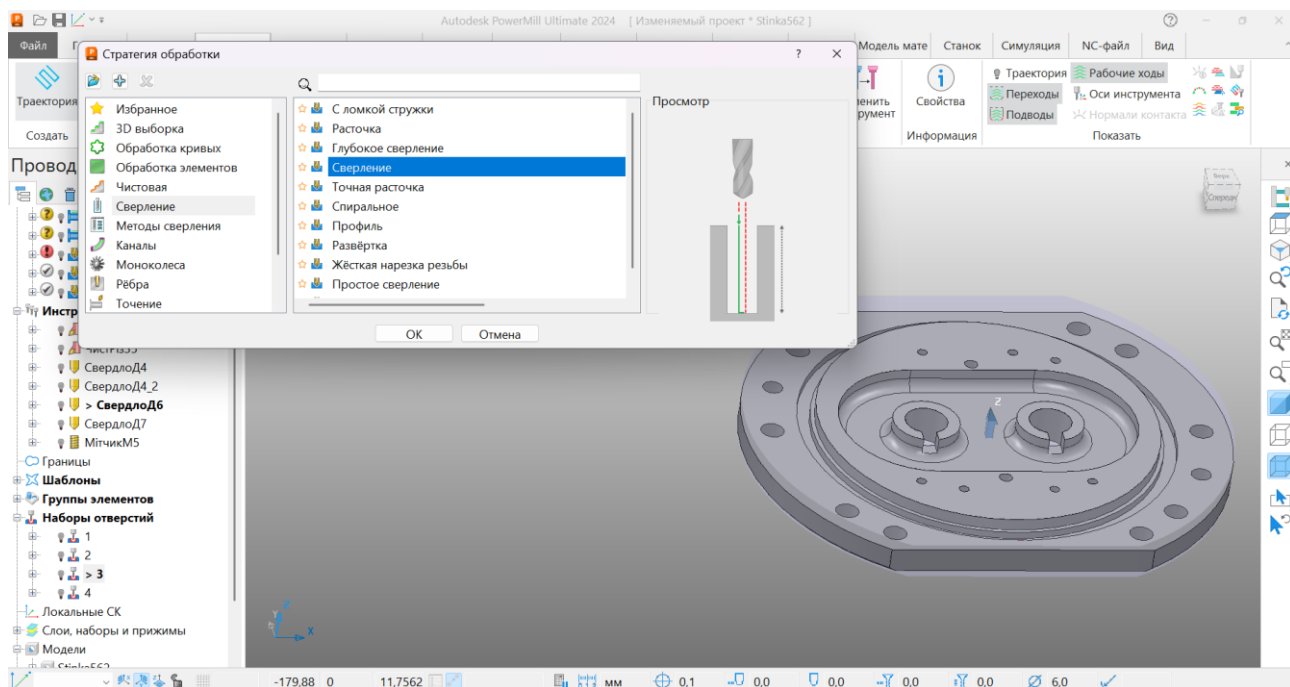


Рисунок 3.19 – Вибір стратегії обробки

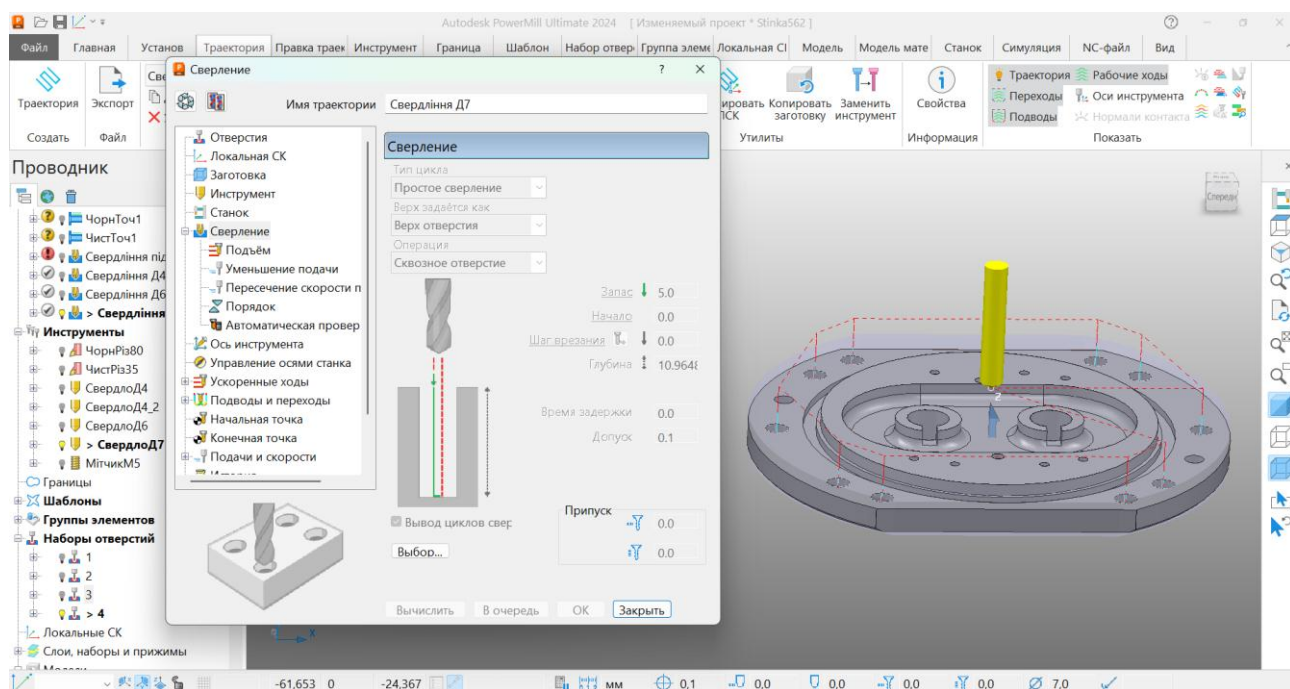


Рисунок 3.20 – Проектування свердління отворів $\varnothing 7$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

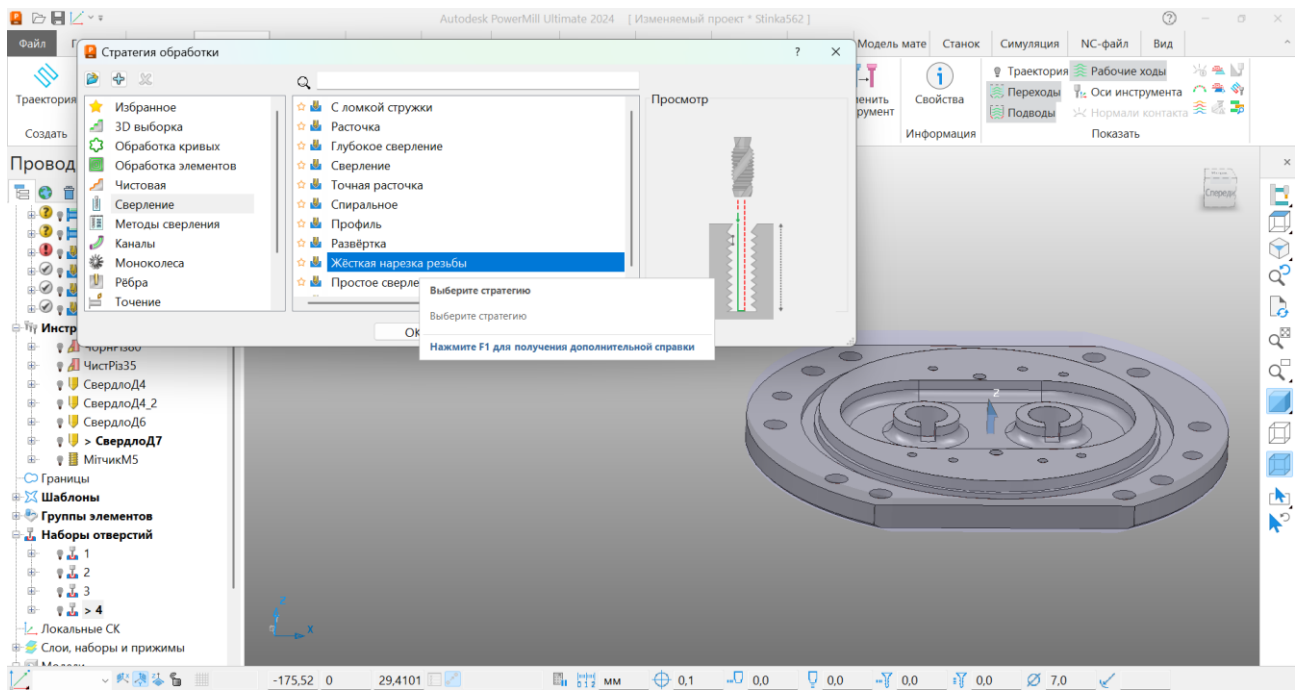


Рисунок 3.21 – Вибір стратегії обробки

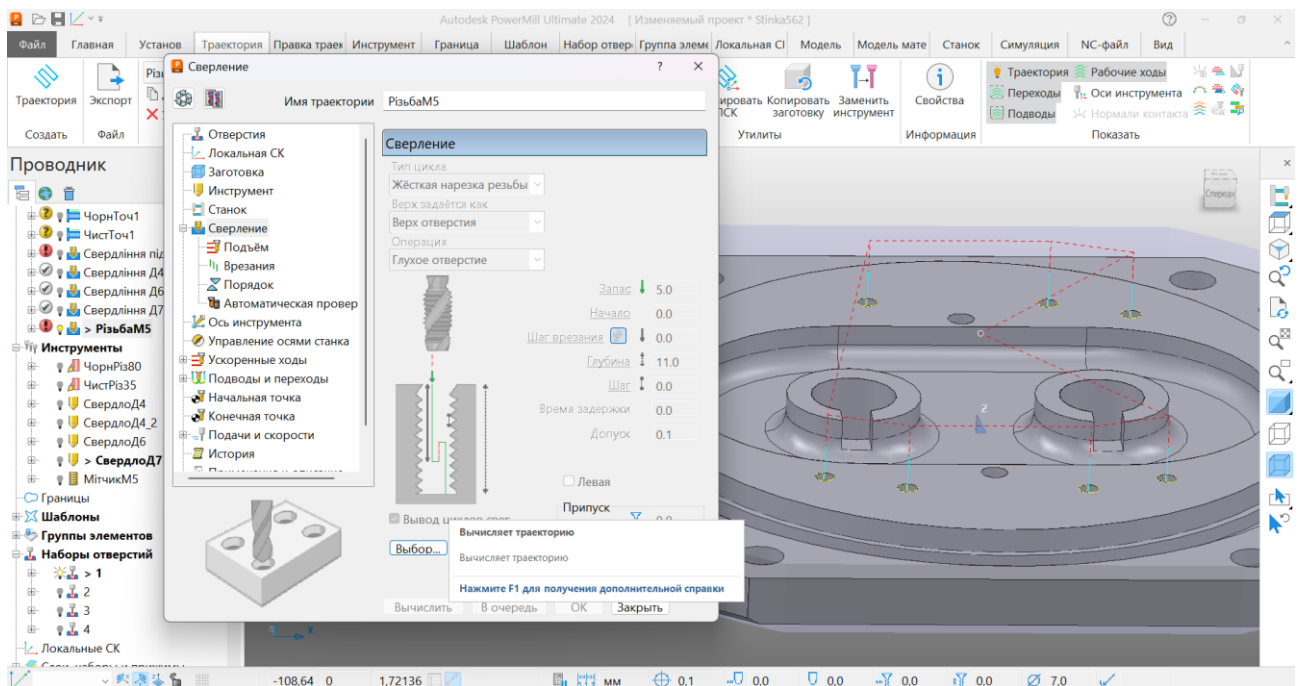


Рисунок 3.22 – Проектування нарізання різьби М5

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

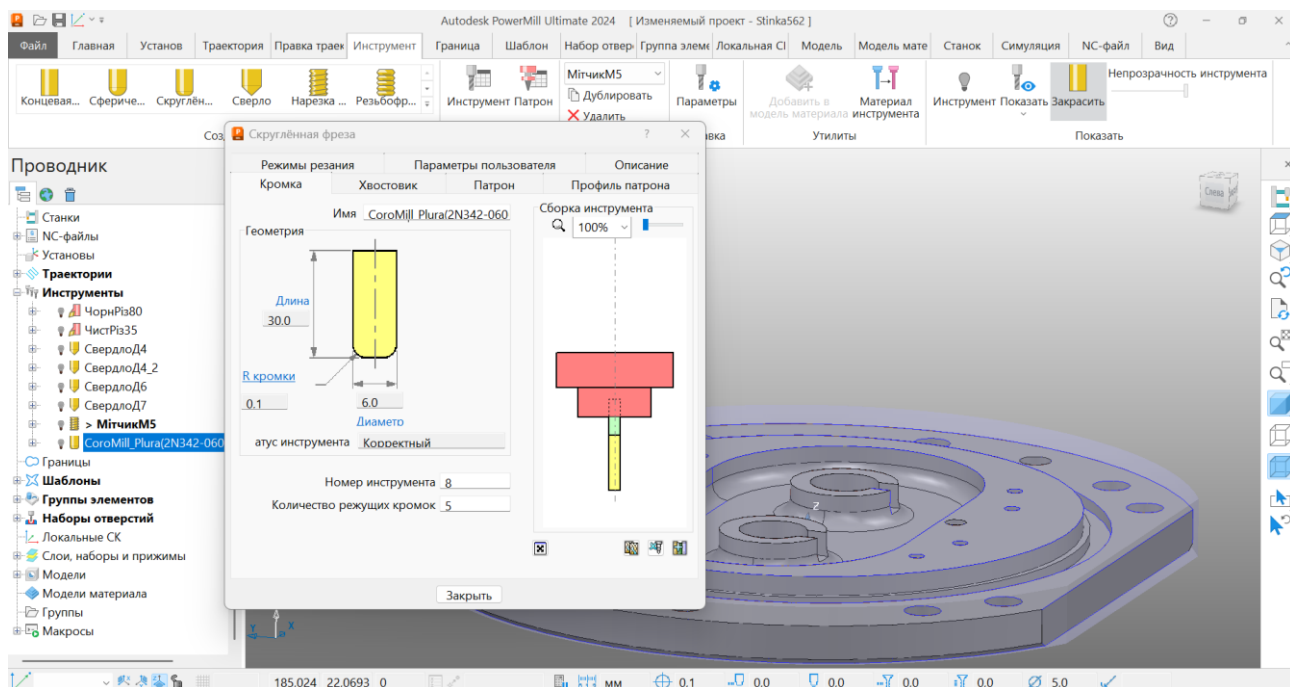


Рисунок 3.23 – Створення моделі фрези

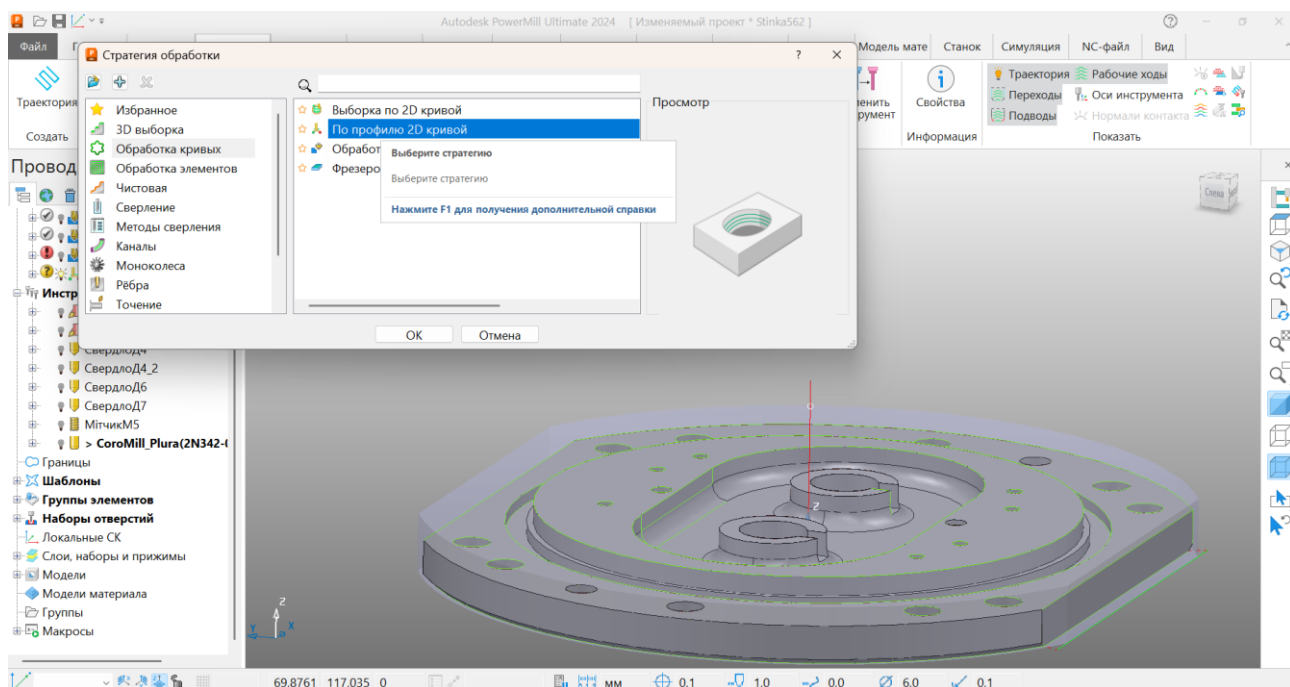


Рисунок 3.24 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

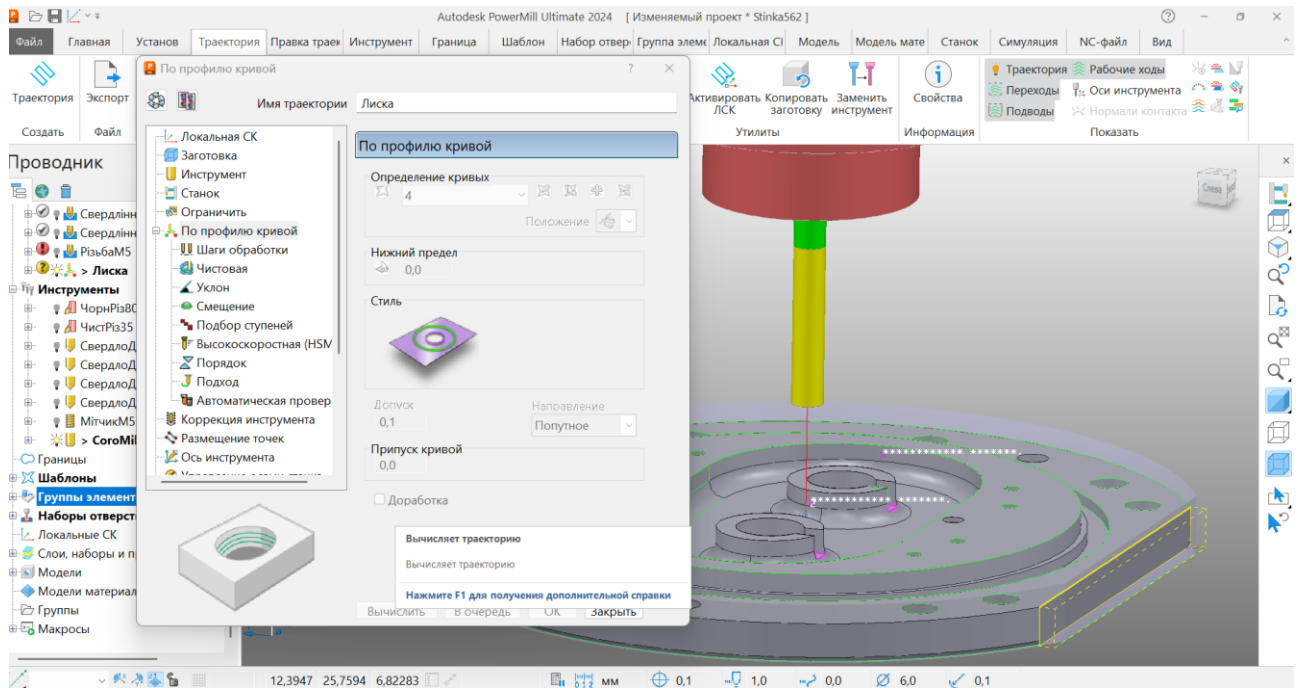


Рисунок 3.25 – Проективання фрезерування лиски

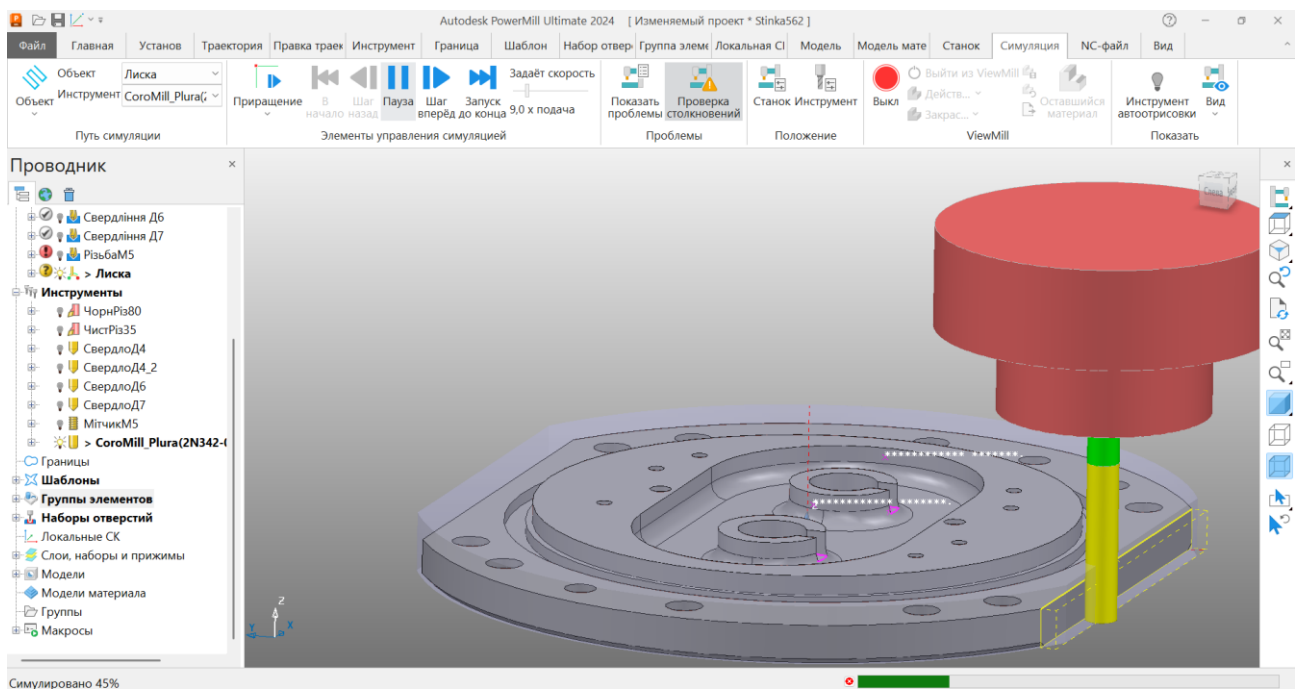


Рисунок 3.26 – Моделювання фрезерування лиски

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

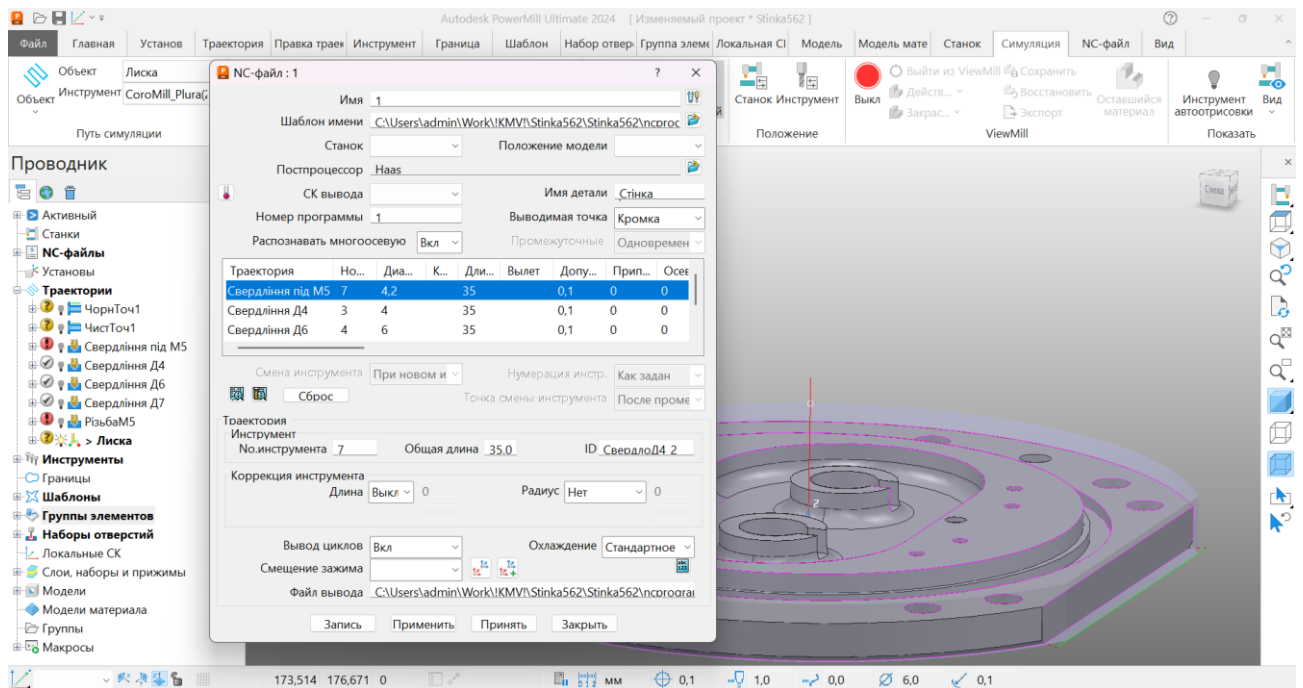


Рисунок 3.27 – Створення NC-файла

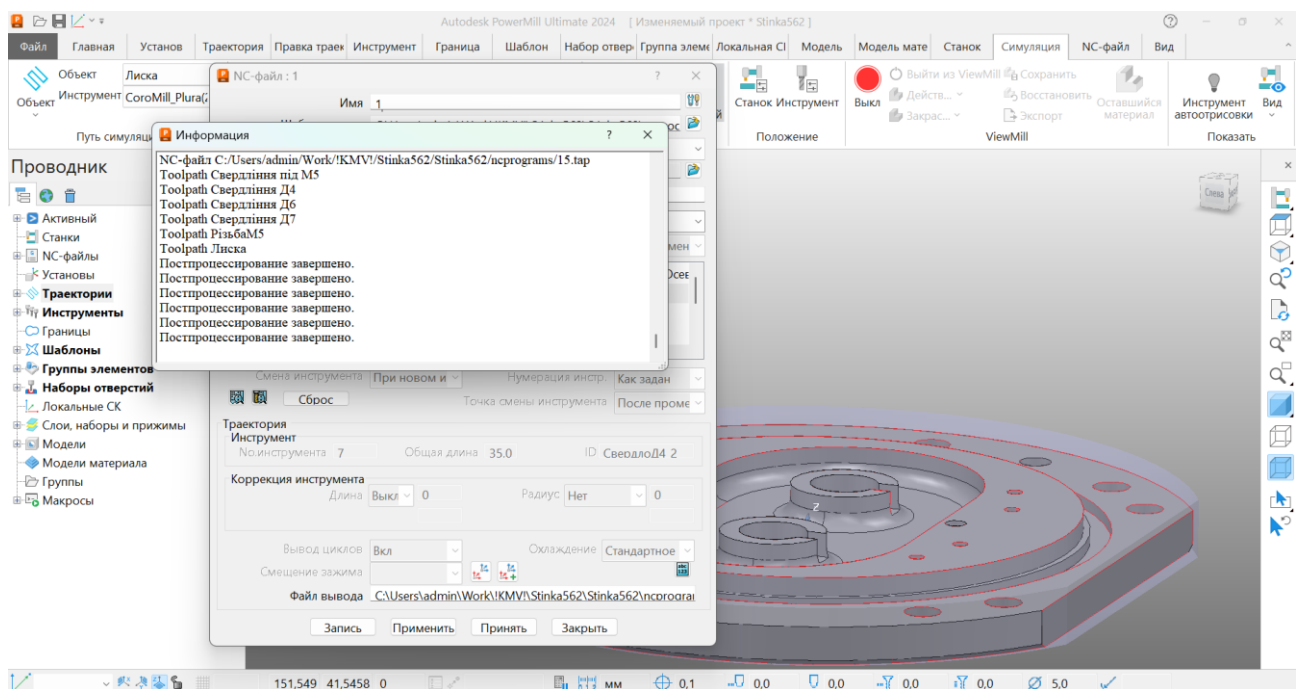


Рисунок 3.28 – Розрахунок NC-файла - постпроцесування

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-387.00.000 ПЗ				

Висновки

В даній роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі стінка 562 МТ8 613.000.02 в умовах середньо-серійного виробництва.

В процесі проектування проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі та базового технологічного процесу, в результаті чого обґрунтовано отримання заготовки литвом в кокіль, застосовано відповідно типу виробництва та рекомендацій літератури верстати з ЧПК, для закріплення деталі на механообробних операціях застосовано пристрої з механізованим приводом, складальне креслення одного з яких (фрезерного) приведені в графічній частині та працездатність підтверджена розрахунками в другому розділі. Крім цього, в графічній частині приведені схеми до карти налагодження на 040 вертикально-фрезерну з ЧПК (верстат мод. 6РВРФ3).

Проектований технологічний процес, для котрого пораховані припуски, режими різання та норми часу приведені в додатку у вигляді комплекту технологічної документації у відповідності до норм ЄСТД.

Технічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження проектної технології у виробництво.

					БР.ПМ-387.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.с.
2. ДСТУ 4738:2007(ГОСТ 2590-2006)(EN 10060:2003, NEQ) Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент
3. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. 136 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с Справочник технологии машиностроения т.1 Под редакцией А.Н. Мавова. М., Машиностроение, 1973. – 694 с.
6. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 114 с.
8. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей - тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.
9. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т.Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
10. <https://www.secotools.com/>
11. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

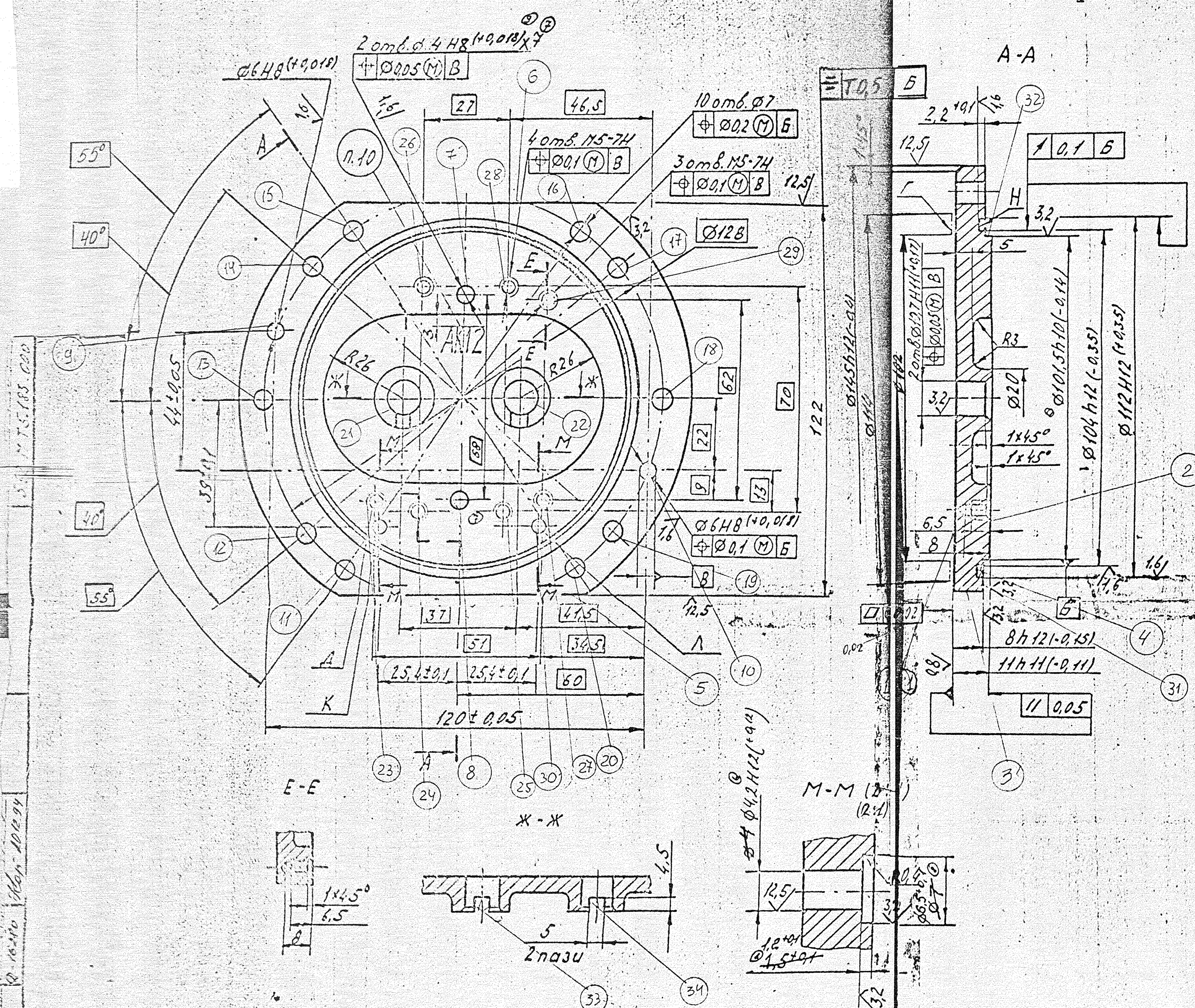
										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-387.00.000 ПЗ

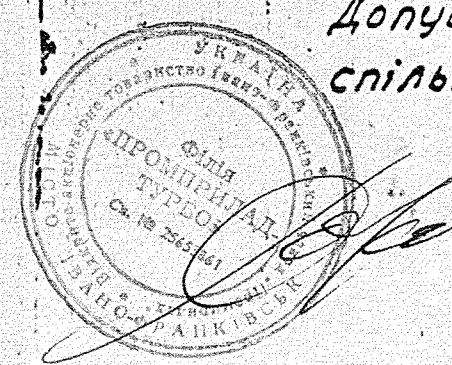
ДОДАТКИ

Див. табл.

562.M.TB.613.000



1. Невказані ливарні чхили не більше 1°
2. Виконання, на які поширюється ця вимога (див. табл.). Решта ТВ до вилівка по РДТ 25116-78 для групи «с».
3. Виконання, на які поширюється ця вимога (див. табл.). Решта ТВ до вилівка по ГОСТ 26358-84.
4. Виконання, на які поширюється ця вимога (див. табл.). Залишки формувальної суміші на необроблених поверхнях не допускаються.
5. Виконання, на які поширюється ця вимога (див. табл.). Вилівок термічно обробити, забезпечивши зняття ливарних напруг.
6. На поверхні Г і В канавці для ущільнення Н раковини не допускаються.
7. На решті поверхонь допускаються раковини, які не впливають на міцність і герметичність. На зовнішніх поверхнях такі дефекти допускається виправляти заваркою або змазкою по інструкції 7605.25000.0007.
8. Дефекти литва, що впливають на герметичність, допускається виправляти просочуванням рідким склом марок А, Б, В ГОСТ 15078-81 або епоксидною смолою ЕД-16, ЕД-20, ГОСТ 10887-84 з поліетиленадіметиленакрилатом ПЕДА ТУ6-02-594-85, або лаком факелі товщиною марок ЛБС-1, ЛБС-2, ЛБС-3 ГОСТ 901-78.
9. $H_{14}; h_{14}; \pm \frac{IT_{14}}{2}$
10. Виконання, на які поширюється ця вимога (див. табл.). Широкот 10-3 ГОСТ 2530-82, висота 0,5 мм.
11. Випробувати на герметичність повітрям під тиском 0,15 МПа при зануренні у воду протягом 1хв. Допускається випробування проводити спільно з корпусом 562.M.TB.020.000.



Позначення	Матеріал	Наєдність отворів			Точність вилівка по ГОСТ 26645-85	№ пункта технічних вимог	Покриття	Не вказана шорсткість	Маса кг
		А	К	П					
562.M.TB.613.000	Сплав АК12 ГОСТ 1583-89	+	+	-	6-5-6-7	2; 10	Ан. Окс. 100 мб.	32/	0.217
-01		-	-	+					
-02	СЧ20 ГОСТ 1412-85	+	+	-	12-0-0-14	3; 4; 5	Емаль НЦ-25 ГОСТ 86-84. VII. 92	63/	0.83
-03		-	-	+			будь-якого виду поверхні необроблених		

9	Ф816-96	Фан 503.96	
8	Ф883-95	Фан 503.96	
7	Ф873-95	Фан 503.96	
6	Ф89-95	Фан 503.96	
5	Зол. Ф896-94	Фан 503.96	
4	Зол. Ф896-94	Фан 503.96	
3	Зол. Ф896-94	Фан 503.96	
2	Зол. Ф896-94	Фан 503.96	
1	Зол. Ф896-94	Фан 503.96	

562.M.TB.613.000

Стінка

Див. табл.

Додаток Б

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 10)
N101 (PART NAME : Стінка)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:21)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (7 | СвердлоД4_2 | 4.2 | 0.0 | 35.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 15 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Свердління під M5)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 7)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : СвердлоД4_2)
N129 (TOOL DIA : 4.2 LENGTH 35.0)
N130 T7
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H7
N135 M08
N136 X25.5 Y-31.0
N137 G81 G98 X25.5 Y-31.0 Z0.0 R16.0 F1000.0
N138 X13.5 Y-35.0
N139 X-13.5
N140 X-25.5 Y-31.0
N141 X-13.5 Y35.0
N142 X13.5
N143 X25.5 Y31.0
N144 G80
N145 G94
N146 X0.0 Y0.0
N147 (-----)
N148 (END TOOLPATH : Свердління під M5)
N149 (-----)
N150 M09

N151 M05
N152 G53 Z0.0
N153 M30
%

%

O0001
N100 (PROGRAM NAME : 11)
N101 (PART NAME : Стінка)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:23)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальня СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (3 | СвердлоД4 | 4.0 | 0.0 | 35.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 5 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Свердління Д4)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 3)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : СвердлоД4)
N129 (TOOL DIA : 4.0 LENGTH 35.0)
N130 T3
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H3
N135 M08
N136 Y-29.0
N137 G81 G98 X0.0 Y-29.0 Z0.0 R16.0 F1000.0
N138 Y29.0
N139 G80
N140 G94
N141 Y0.0
N142 (-----)
N143 (END TOOLPATH : Свердління Д4)
N144 (-----)
N145 M09

N146 M05
N147 G53 Z0.0
N148 M30
%

%

O0001
N100 (PROGRAM NAME : 12)
N101 (PART NAME : Стінка)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:25)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (4 | Свердло Д6 | 6.0 | 0.0 | 35.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 7 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Свердління Д6)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 4)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : Свердло Д6)
N129 (TOOL DIA : 6.0 LENGTH 35.0)
N130 T4
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H4
N135 M08
N136 X60.0 Y-22.0
N137 G81 G98 X60.0 Y-22.0 Z0.0 R12.4 F1000.0
N138 X-60.0 Y22.0
N139 G80
N140 G94
N141 X0.0 Y0.0
N142 (-----)
N143 (END TOOLPATH : Свердління Д6)
N144 (-----)
N145 M09

N146 M05
N147 G53 Z0.0
N148 M30
%

%

O0001
N100 (PROGRAM NAME : 13)
N101 (PART NAME : Стінка)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:27)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальня СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (5 | Свердло Д7 | 7.0 | 0.0 | 40.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 25 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Свердління Д7)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 5)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : Свердло Д7)
N129 (TOOL DIA : 7.0 LENGTH 40.0)
N130 T5
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H5
N135 M08
N136 X64.0
N137 G81 G98 X64.0 Y0.0 Z-3.5648 R12.4 F1000.0
N138 X49.0268 Y41.1384
N139 X36.7089 Y52.4257
N140 X-36.7089
N141 X-49.0268 Y41.1384
N142 X-64.0 Y0.0
N143 X-49.0268 Y-41.1384
N144 X-36.7089 Y-52.4257
N145 X36.7089

N146 X49.0268 Y-41.1384
N147 G80
N148 G94
N149 X0.0 Y0.0
N150 (-----)
N151 (END TOOLPATH : Свердління Д7)
N152 (-----)
N153 M09
N154 M05
N155 G53 Z0.0
N156 M30
%

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 14)
N101 (PART NAME : Стінка)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:29)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (6 | МітчикМ5 | 5.0 | 0.0 | 35.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 17 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : РізьбаМ5)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 6)
N127 (TOOL TYPE : TAP)
N128 (TOOL ID : МітчикМ5)
N129 (TOOL DIA : 5.0 LENGTH 35.0)
N130 T6
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H6
N135 M08
N136 X25.5 Y-31.0
N137 G95

N138 M80
 N139 G84 G98 X25.5 Y-31.0 Z0.0 R15.5 F0.8
 N140 X13.5 Y-35.0
 N141 X-13.5
 N142 X-25.5 Y-31.0
 N143 X-13.5 Y35.0
 N144 X13.5
 N145 X25.5 Y31.0
 N146 G80
 N147 G94
 N148 X0.0 Y0.0
 N149 (-----)
 N150 (END TOOLPATH : РізьбаM5)
 N151 (-----)
 N152 M09
 N153 M05
 N154 G53 Z0.0
 N155 M30
 %

 %
 O0001
 N100 (PROGRAM NAME : 15)
 N101 (PART NAME : Стінка)
 N102 (PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:31)
 N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
 N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
 N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
 N106 (OPTION FILE : HAAS)
 N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
 N108 ()
 N109 (TOOL LIST)
 N110 (-----)
 N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
 N112 (-----)
 N113 (8 | COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730) | 6.0 | 0.1 | 75.0)
 N114 (-----)
 N115 ()
 N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
 N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 9 SEC)
 N118 ()
 N119 G00 G21 G80 G40 G17
 N120 G90
 N121 G54
 N122 G53 Z0.0
 N123 (-----)
 N124 (START TOOLPATH : Лиска)
 N125 (-----)
 N126 (TOOL NO. : 8)
 N127 (TOOL TYPE : TIPRADIUSED)
 N128 (TOOL ID : COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730))
 N129 (TOOL DIA : 6.0 LENGTH 75.0)
 N130 T8

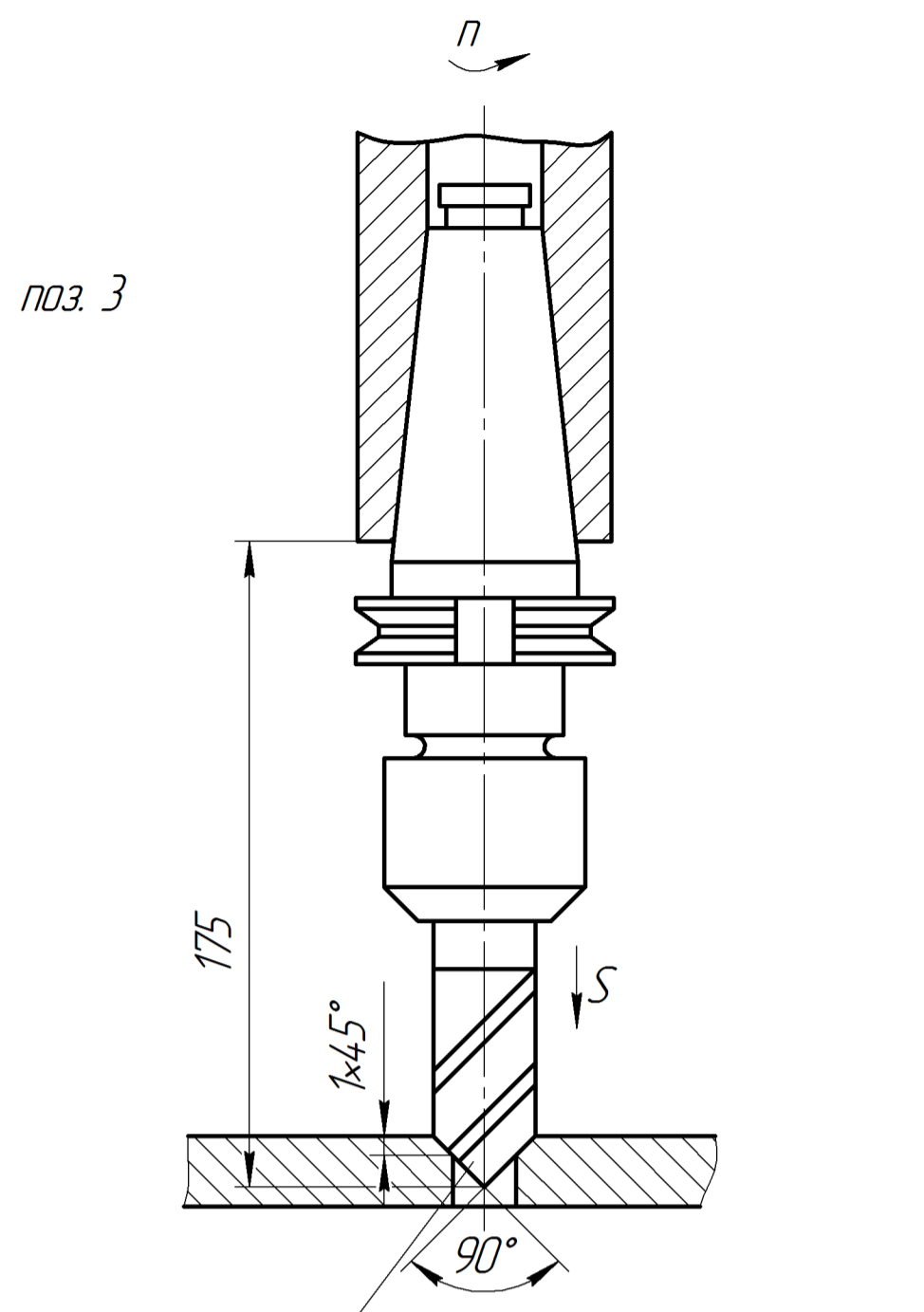
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z30.0 H8
N135 M08
N136 G187 P1 E0.005
N137 Z0.0
N138 X39.1823 Y-64.0
N139 G01 X-39.1823 F1000.0
N140 G00 X0.0 Y0.0
N141 Z35.0
N142 Z30.0
N143 (-----)
N144 (END TOOLPATH : Лиска)
N145 (-----)
N146 M09
N147 M05
N148 G53 Z0.0
N149 M30
%

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Арк.	№ Док.	Підпис	Дата	
Розробив	Приймак				562 МТ.8 613.000										
Перевірів	Одосій														
Н. контр.	Одосій				Стінка										
Назва операції			Матеріал			Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри				МЗ	Конд
Контрольна			СЧ 20 ДСТУ 8833:2019												
Номер переходу	Зміст переходу				Пристрій (код, назва)			Вимірювальний інструмент (код, назва)		Відсоток контролю		Особливі відмітки			
	М5-7Н							Пробка М5-7Н 8221-3027 ГОСТ 17758-72		10					
Контроль лінійних розмірів															
37(+ 0,05)							Вимірювач РЛ20-ПМ-386-01		10						
44(+ 0,05), 120(+ 0,05), 68(+ 0,05)							Вимірювач РЛ20-ПМ-386-02		10						
122(_ 1,0), 45(+ 0,15), 8(_ 0,15), 11(_ 0,11)							Штангенциркуль ШЦ-I-125-01-1 ГОСТ 166-84								
Контроль площинності, паралельності (пристрій контрольний)									25						
КТК				Контрольна											

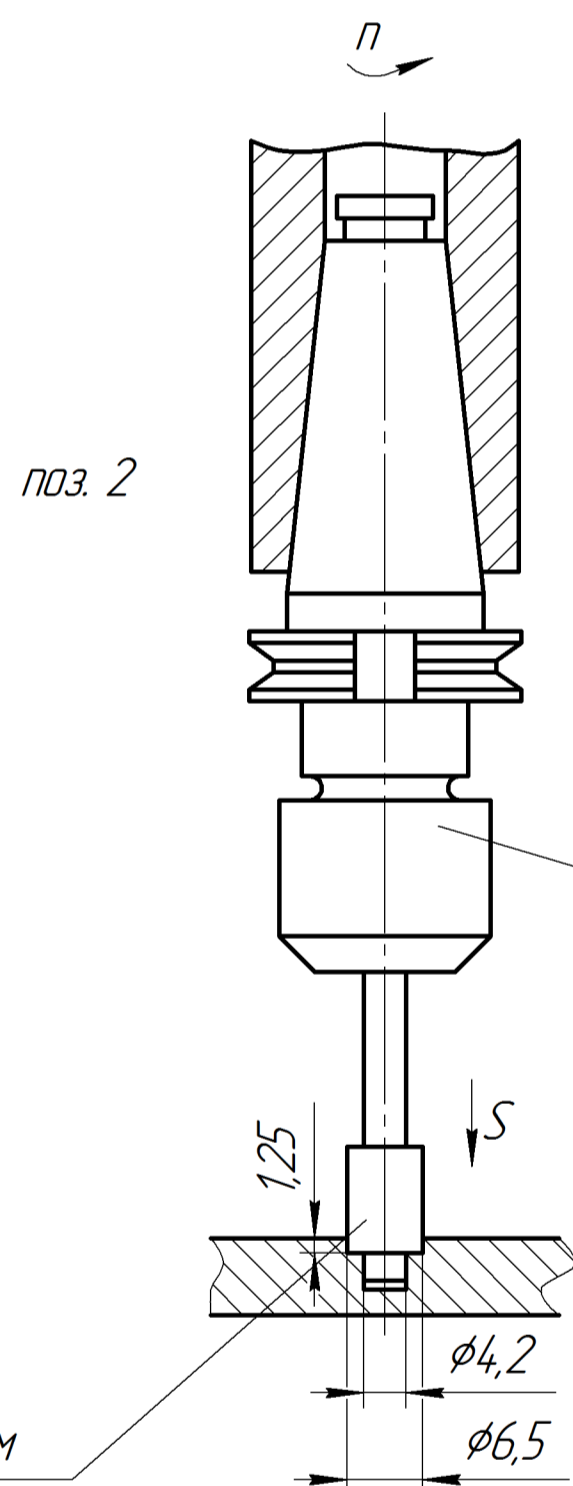
Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
Розробив	Приймак					562 МТ8 613.000								
Перевірів	Одосій													
						Стінка								
Н. контр.	Одосій													
Назва операції			Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Конд	
Контрольна			СЧ 20 ДСТУ 8833:2019											
Номер переходу	Зміст переходу				Пристрій (код, назва)		Вимірювальний інструмент (код, назва)		Відсоток контролю		Особливі відмітки			
035	Контроль ОТ №129-89													
	Стіл контролера													
	Контроль діаметра						Скоба 8113-0212 D=145h10				На оброблені			
	145(0,16)						ГОСТ 12363-73		10		Поверхні 1 і в Канавці 4 для			
	2,2(+0,8)						Індикатор ИУ010 1кг				Ущільнення			
							ГОСТ 577-68				Раковини не допускають			
							Ніжка							
							Цехова							
							Стійка СШ							
							ГОСТ 10197-70		10					
							ШЦ-II 160-0,05		10					
КТК	Контрольна													

Формат	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	Кіль.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-387.02.00.000 СК	Складальне креслення		
*						
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	БР.ПМ-387.02.00.001	Основа	1	
		2	БР.ПМ-387.02.00.002	Циліндр	1	
		3	БР.ПМ-387.02.00.003	Стінка	2	
		4	БР.ПМ-387.02.00.004	Шток	2	
		5	БР.ПМ-387.02.00.005	Клин	2	
		6	БР.ПМ-387.02.00.006	Опора	2	
		7	БР.ПМ-387.02.00.007	Пластина	2	
		8	БР.ПМ-387.02.00.008	Зажим	2	
		9	БР.ПМ-387.02.00.009	Плита	1	
		10	БР.ПМ-387.02.00.010	Плита	1	
		11	БР.ПМ-387.02.00.011	Ролик	2	
		12	БР.ПМ-387.02.00.012	Кожух	2	
		13	БР.ПМ-387.02.00.013	Вісь	2	
		14	БР.ПМ-387.02.00.014	Пластина	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Ніпель 20-45		
				ГОСТ 8308-72	3	
		16		Шпонка 7031-0653	2	
				ГОСТ 14739-69		

					БР.ПМ-387.02.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Приймак				Фрезерний пристрій (специфікація)	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Одосій					н	1	2
Н.контр.	Одосій				ІФНТУНГ ПМз-21-1			
Затв.	Панчук							



Свердло $\phi 5,2$ 2300-6177
ГОСТ 10902-77



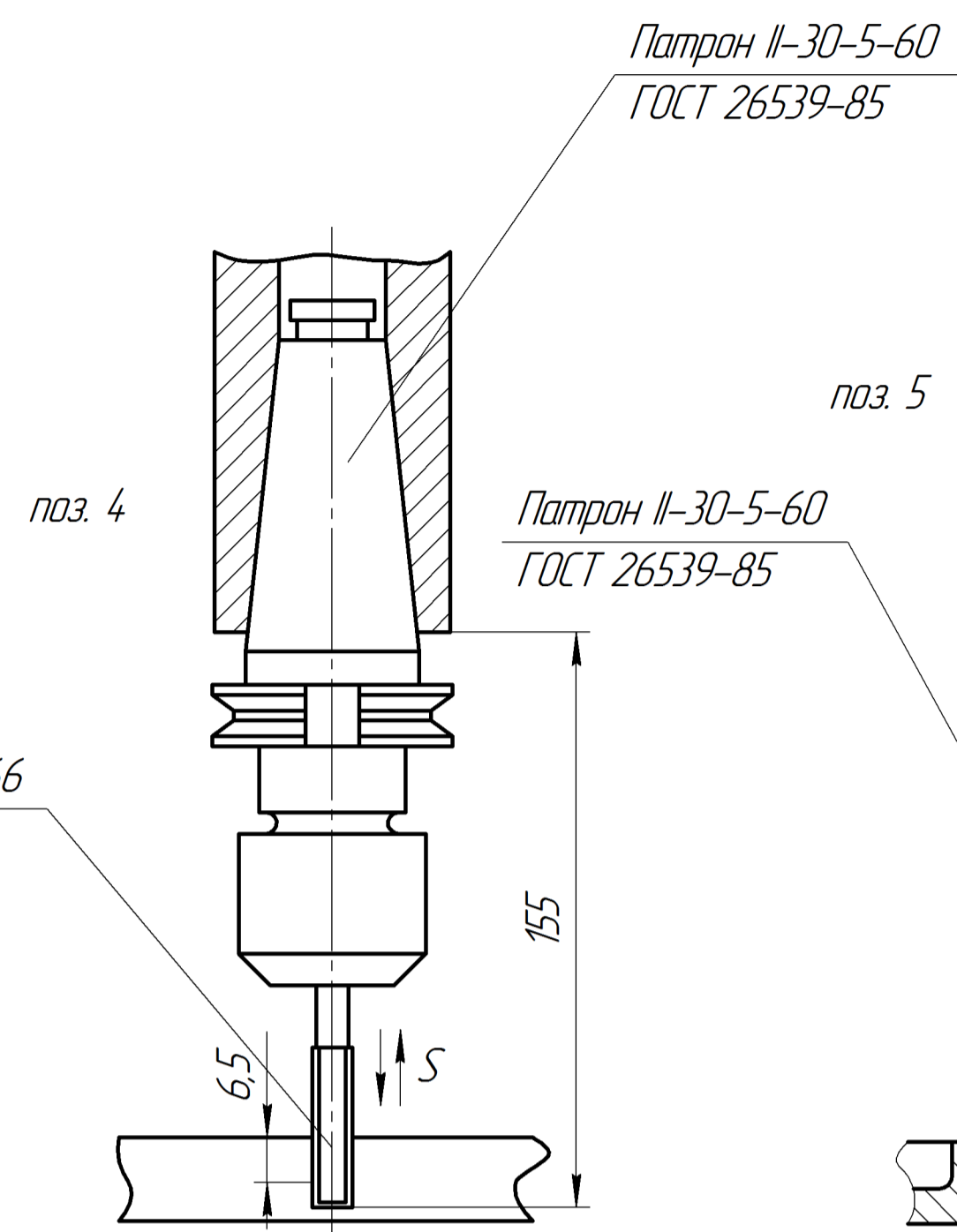
Зенкер з направленням
 $\phi 6,5 \times \phi 4,2$ Р/120-3Н-322

Мітчик М5-7Н 2540-002766
ГОСТ 1004-71

Патрон ІІ-30-4-60
ГОСТ 26539-85

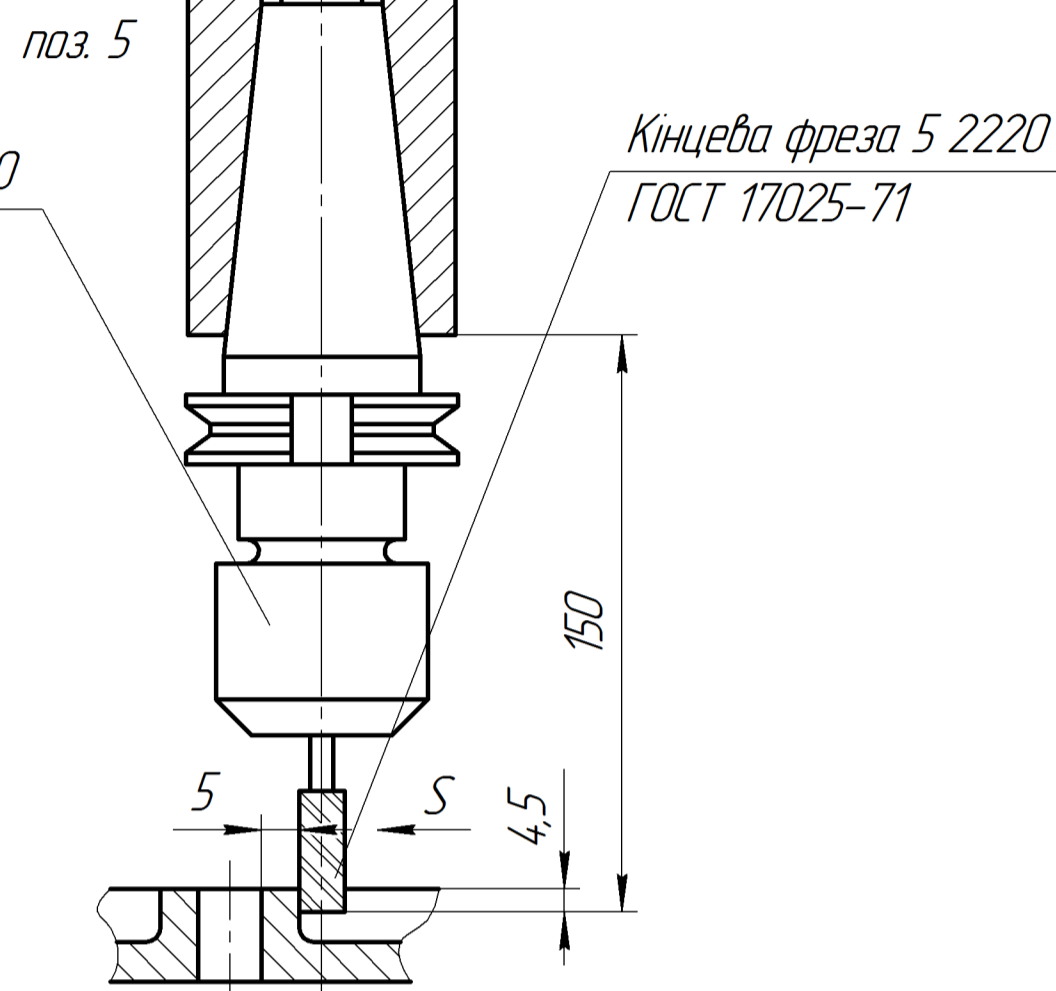
Патрон ІІ-30-4-60
ГОСТ 26539-85

Свердло $\phi 4,2$ 2300-7551
ГОСТ 10902-77

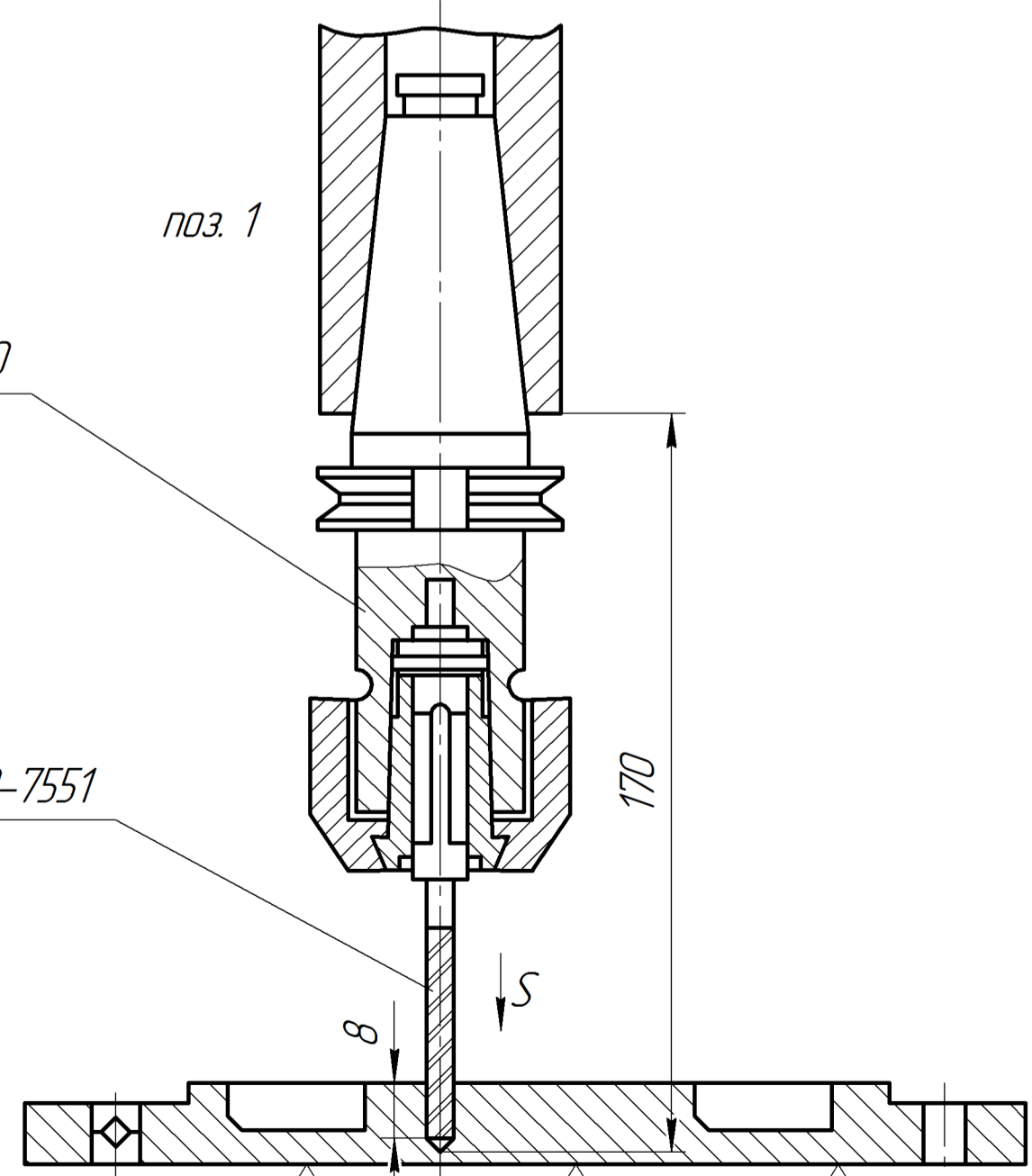


Патрон ІІ-30-5-60
ГОСТ 26539-85

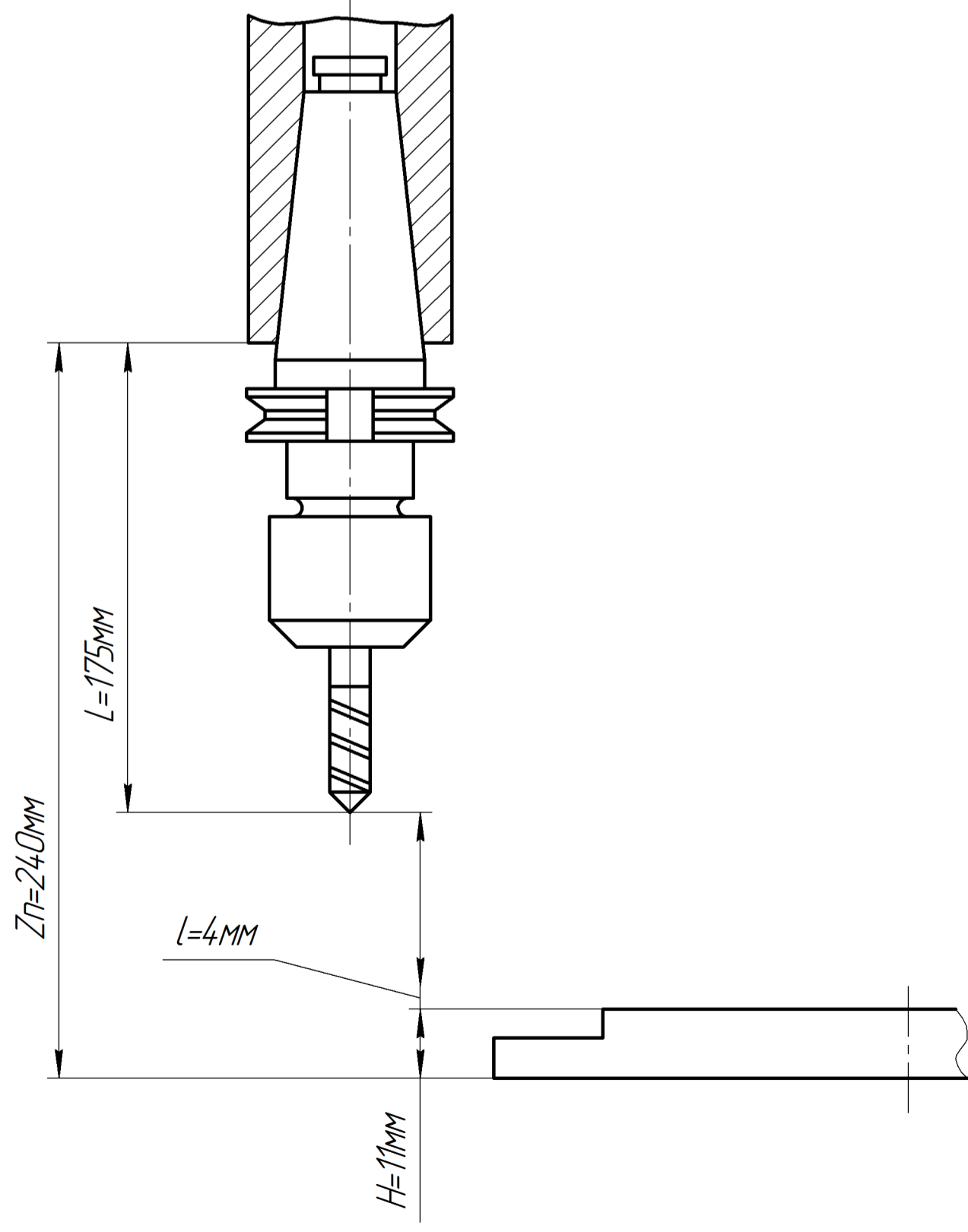
Патрон ІІ-30-5-60
ГОСТ 26539-85



Кінцева фреза 5 2220
ГОСТ 17025-71

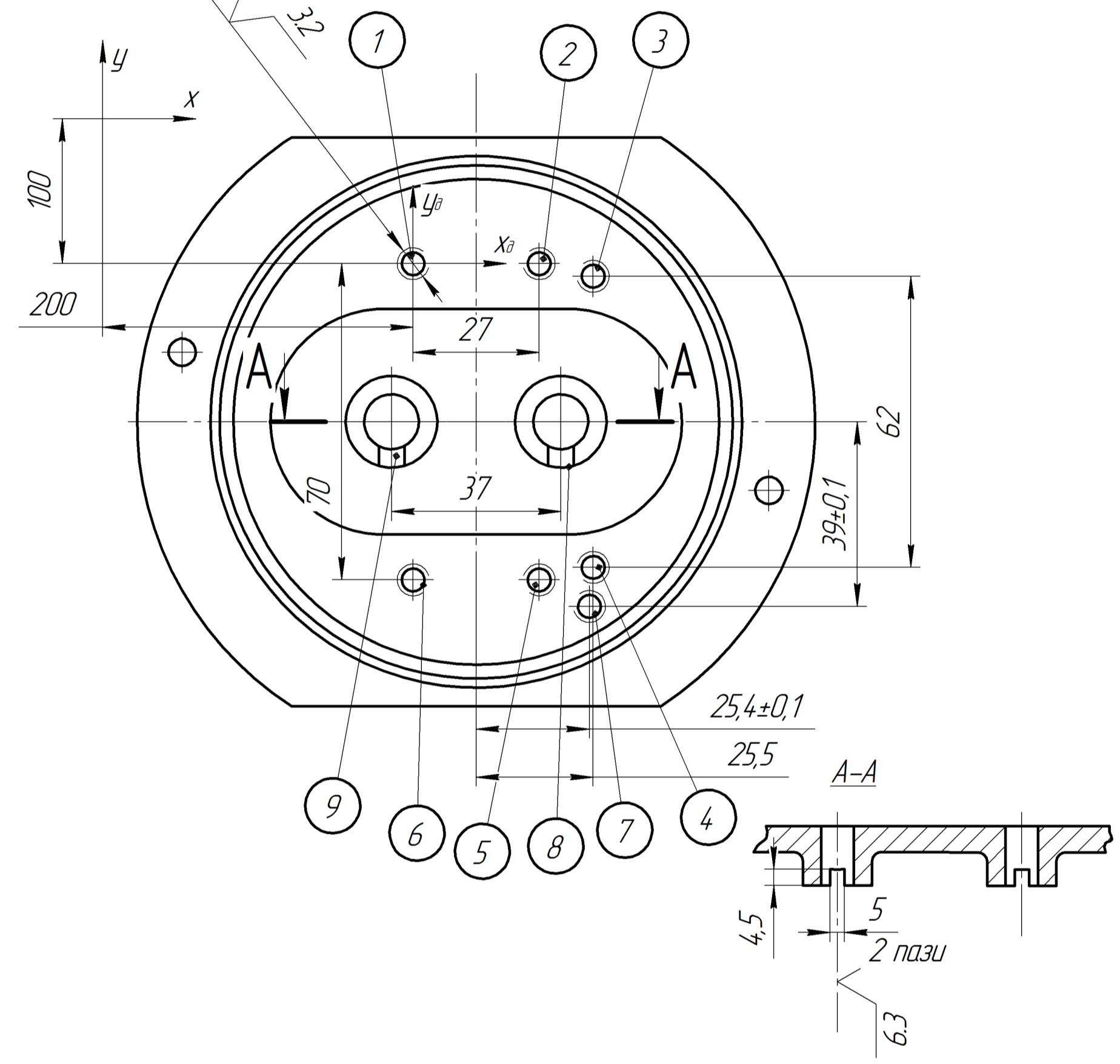


Патрон ІІ-30-4-60
ГОСТ 26539-85



№ п/п	Разміри	Довжини обробки				Координати	
		св.	зен.	н/р	фр.	x	y
26	M5-7H	8		6,5		100	200
24	M5-7H	8		6,5		100	210
25	M5-7H	8		6,5		127	270
27	M5-7H	8		6,5		139	262
30	$\phi 4,2, \phi 6,5$	11	1,25			138,9	274
29	M5-7H	8		6,5		139	204
28	M5-7H	8		6,5		127	200
33	5				4,5	95	-24,35
34	5				4,5	132	-24,35

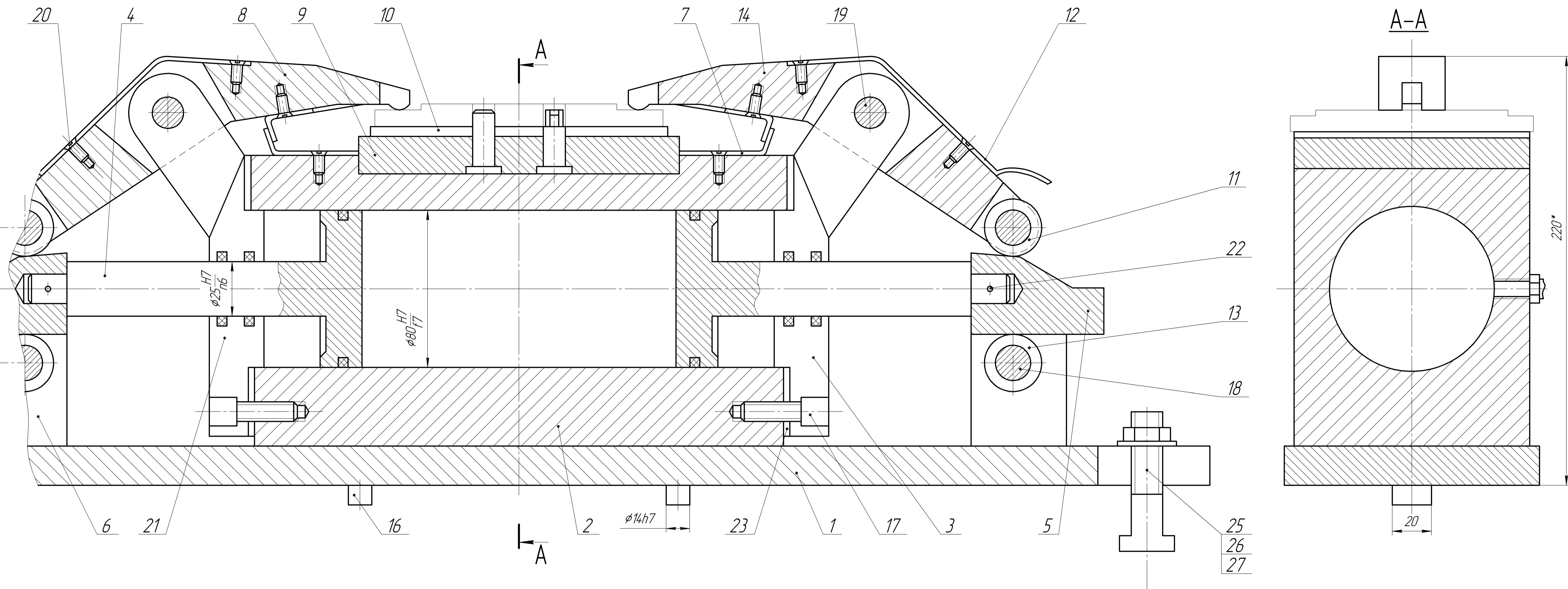
7 отв М5-7Н
 $\oplus \phi 0,1(M) B$



Вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р13РФ3
6-ти позиційна револьверна головка

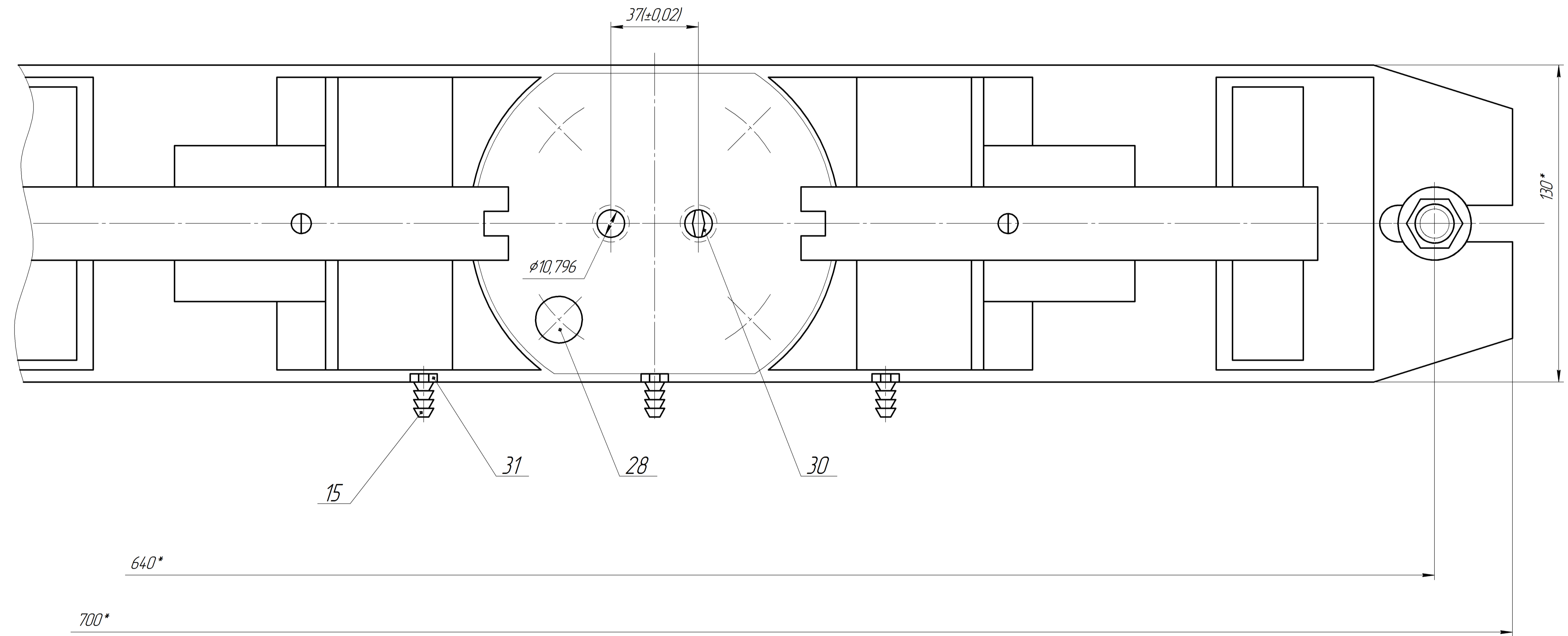
5	Фрезерувати 2 пази $h=4,5\text{mm}$, $t=5\text{mm}$.	25,13	768	2,0	1600
5	Фрезерувати 2 пази $h=4,5\text{mm}$, $t=5\text{mm}$.	31,4	960	2,5	2000
4	Нарізати різьбду М5 в 6 отв.	4,0	252	0,8	315
3	Зенкувати фаски $\phi 5,2$ на $L=0,5\text{mm}$.	18,47	105	0,5	1400
2	Зенкувати 1 отв. $\phi 6,5^{+0,1}$ на $L=125^{+0,1}\text{mm}$.	20,4	1600	1,15	1000
1	Свердлити 6 отв. $\phi 4,2^{+0,1}$ на $L=8\text{mm}$, і 1 отв. $\phi 4,2^{+0,12}$ на $L=11\text{mm}$.	18,47	105	2,1	1400
045	Свердильно-фрезерна	м/хв	мм/хв	мм	об/хв
Зміст переходу, назва операції		V	S	f	n
Режими різання					

БР.ПМ-387.01.00.000 СХ					
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Карта налагодження на операцію 045
Разраб.	Прошмак				Лит
Перев.	Одасі				Маса
Т.контр.	Одасі				Масштаб
Н.контр.	Одасі				Архив
Затв.	Ланчик				Архив
ІФНТУНГ ПМз-21-1					



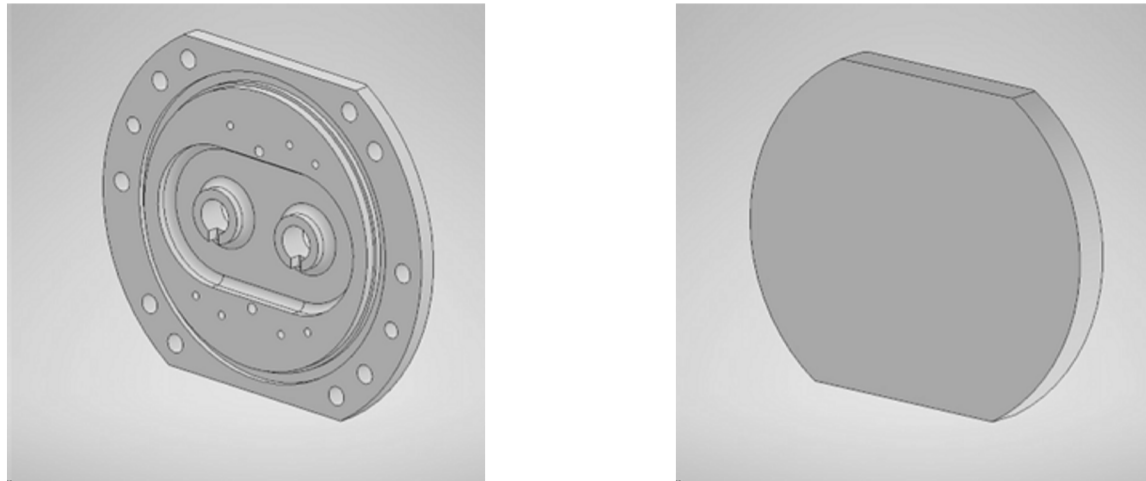
1 * Розмір для довідок
 2 Робочий тиск в пневмоциліндрі P=0,6МПа

БР.ПМ-387.02.00.000 СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Н		1:1
Розраб.	Проєкт.	Одосі			Архив	Архив	1
Перев.	Одосі				ІФНТЧНГ		
Т.контр.	Одосі				ПМз-21-1		
Н.контр.	Одосі						
Затв.	Ланчик						

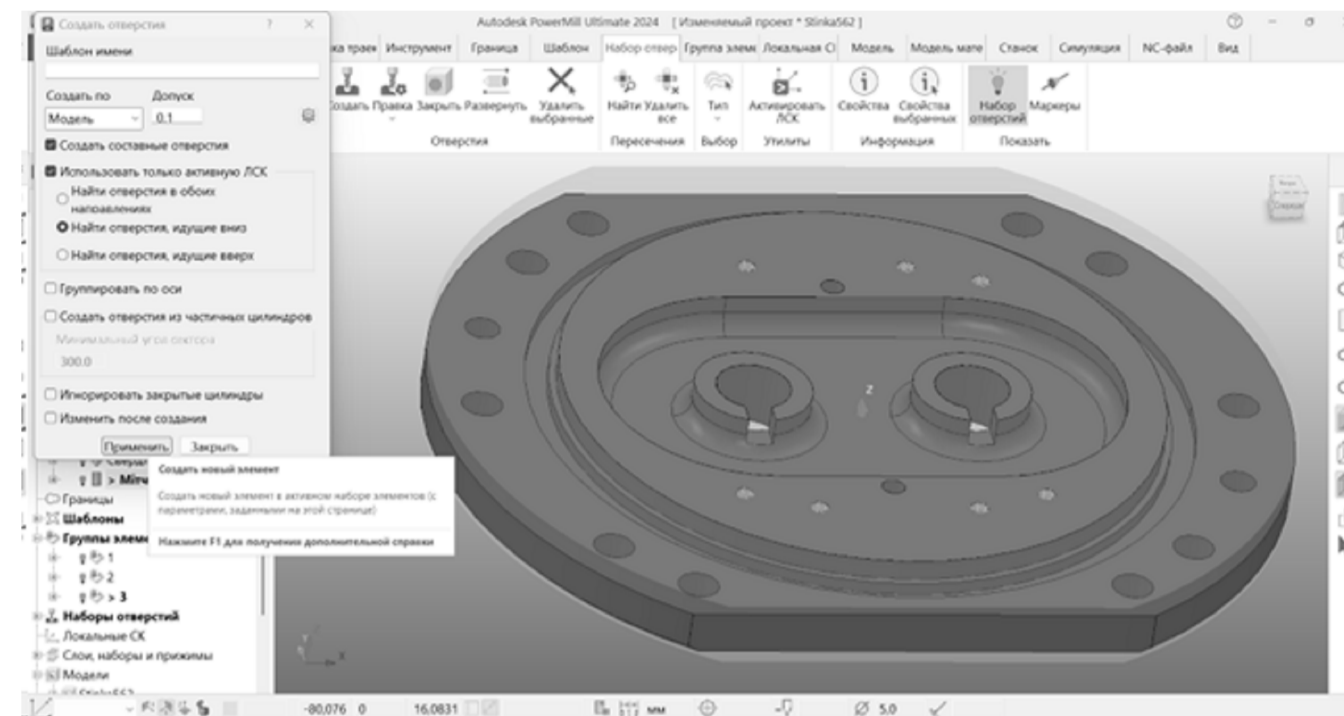


БР.ПМ-387.02.00.000 СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ Доким.	Підп.	Дата	Н		1:1
Разраб.	Проїмак						
Перев.	Одасій						
Т.контр.	Одасій						
Н.контр.	Одасій				Аркциш	Аркциш	1
Затв.	Ланчик				ІФНТЧНГ ПМз-21-1		

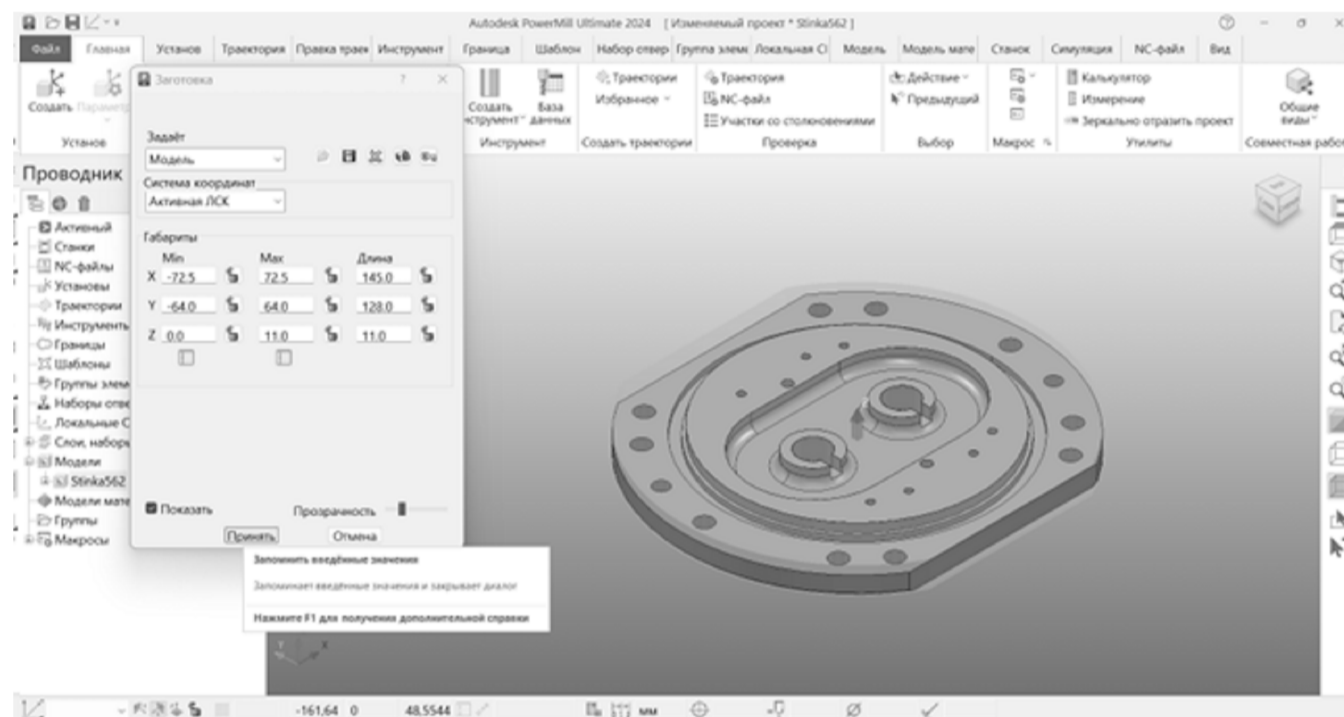
Пристрій для резервування (складальне креслення)



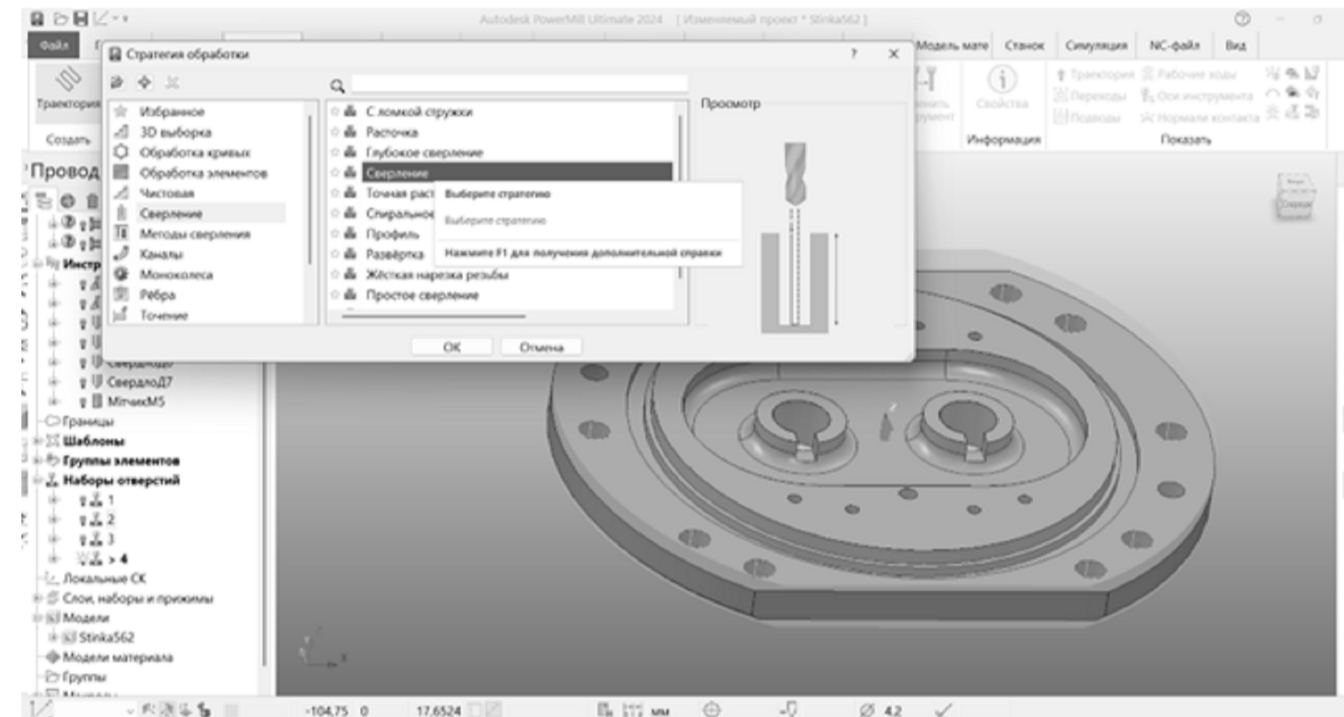
3D-моделі деталі та заготовки



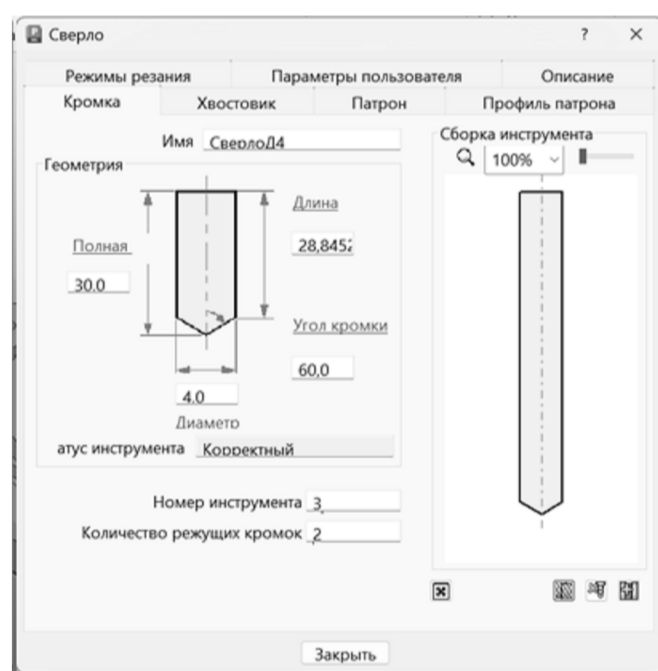
Створення групи елементів - отворів



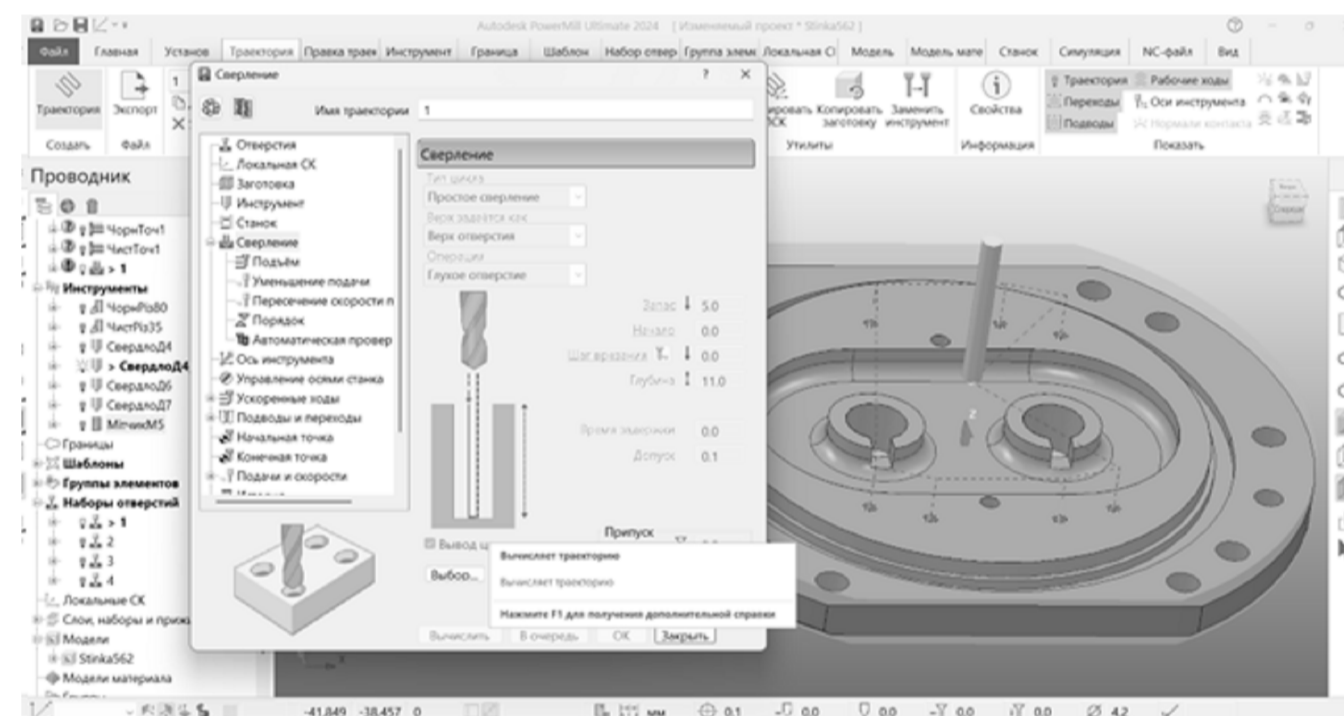
Імпортовані моделі деталі та заготовки



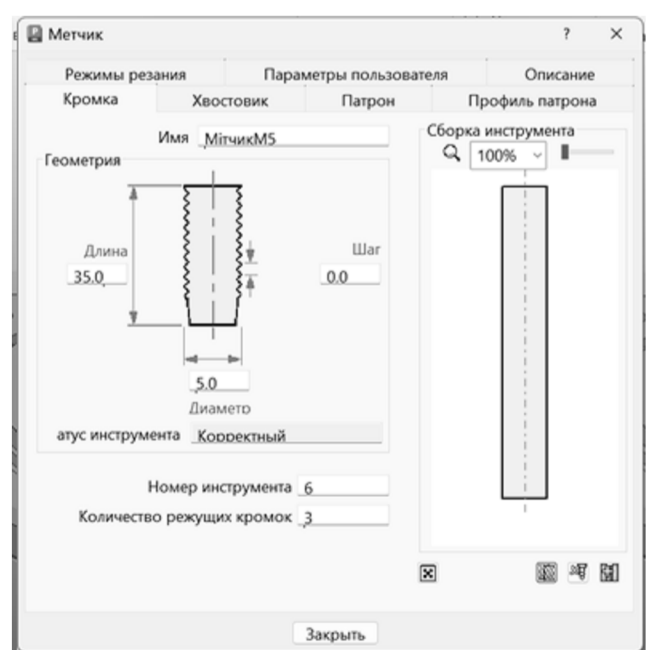
Вибір стратегії обробки



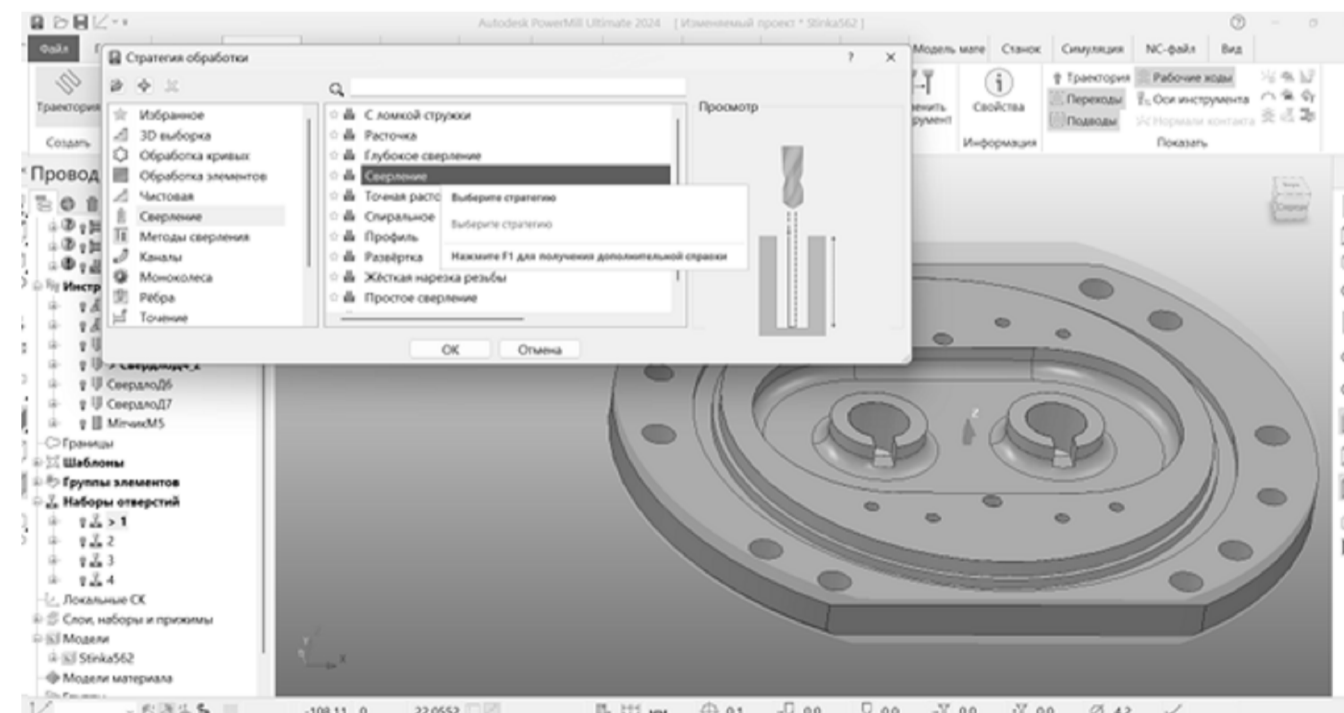
Створення моделі свердла



Проектування свердління отворів



Створення моделі мітчика



Вибір стратегії обробки

```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 10)
N101 ( PART NAME : Стінка)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:21)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 7 | СвердлоД4_2 | 4.2 | 0.0 | 35.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 15 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Свердління під M5 )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 7 )
N127 ( TOOL TYPE : DRILL)
N128 ( TOOL ID : СвердлоД4_2 )
N129 ( TOOL DIA : 4.2 LENGTH 35.0)
N130 T7
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H7
N135 M08
N136 X25.5 Y-31.0
N137 G81 G98 X25.5 Y-31.0 Z0.0 R16.0 F1000.0
N138 X13.5 Y-35.0
N139 X-13.5
N140 X-25.5 Y-31.0
N141 X-13.5 Y35.0
N142 X13.5
N143 X25.5 Y31.0
N144 G80
N145 G94
N146 X0.0 Y0.0
N147 (-----)
N148 ( END TOOLPATH : Свердління під M5 )
N149 (-----)
N150 M09
N151 M05
N152 G53 Z0.0
N153 M30
%
    
```

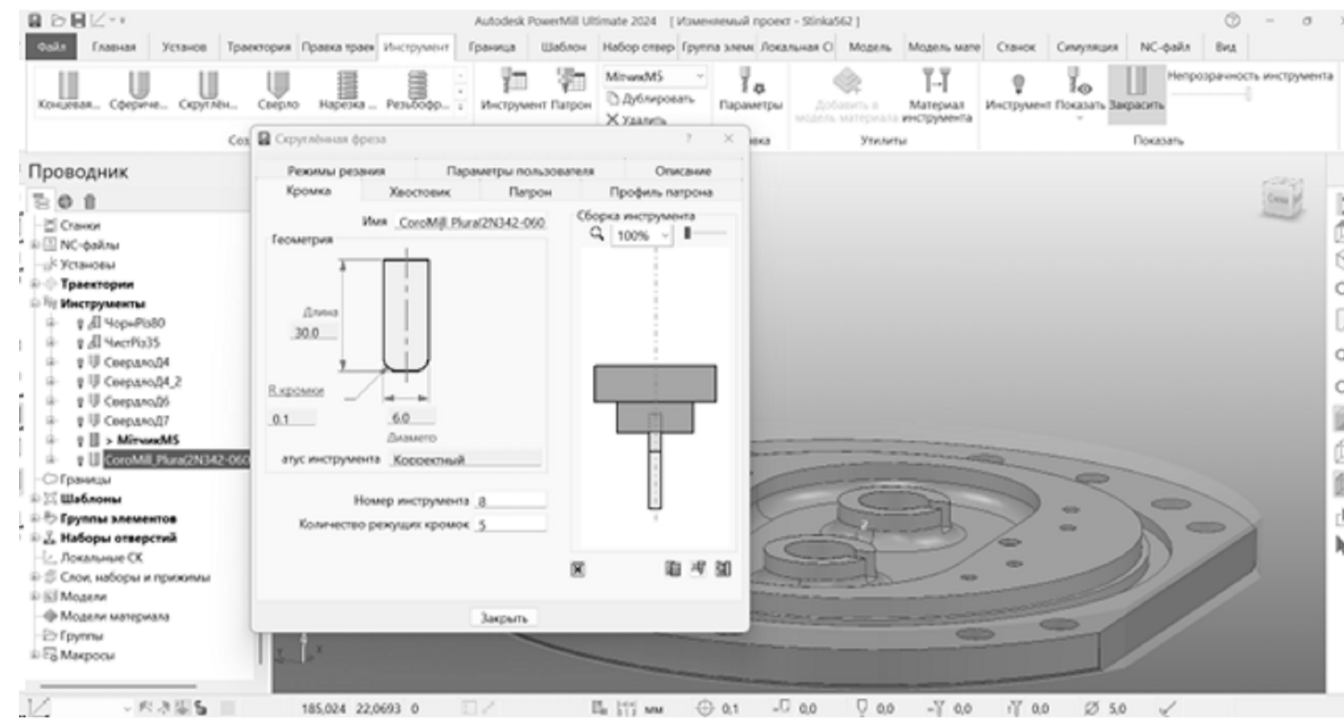
```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 13)
N101 ( PART NAME : Стінка)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:27)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 5 | СвердлоД7 | 7.0 | 0.0 | 40.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 25 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Свердління Д7 )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 5 )
N127 ( TOOL TYPE : DRILL)
N128 ( TOOL ID : СвердлоД7)
N129 ( TOOL DIA : 7.0 LENGTH 40.0)
N130 T5
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H5
N135 M08
N136 X64.0
N137 G81 G98 X64.0 Y0.0 Z-3.5648 R12.4 F1000.0
N138 X49.0268 Y41.1384
N139 X36.7089 Y52.4257
N140 X-36.7089
N141 X-49.0268 Y41.1384
N142 X-64.0 Y0.0
N143 X-49.0268 Y-41.1384
N144 X-36.7089 Y-52.4257
N145 X36.7089
N146 X49.0268 Y-41.1384
N147 G80
N148 G94
N149 X0.0 Y0.0
N150 (-----)
N151 ( END TOOLPATH : Свердління Д7 )
N152 (-----)
N153 M09
N154 M05
N155 G53 Z0.0
N156 M30
%
    
```

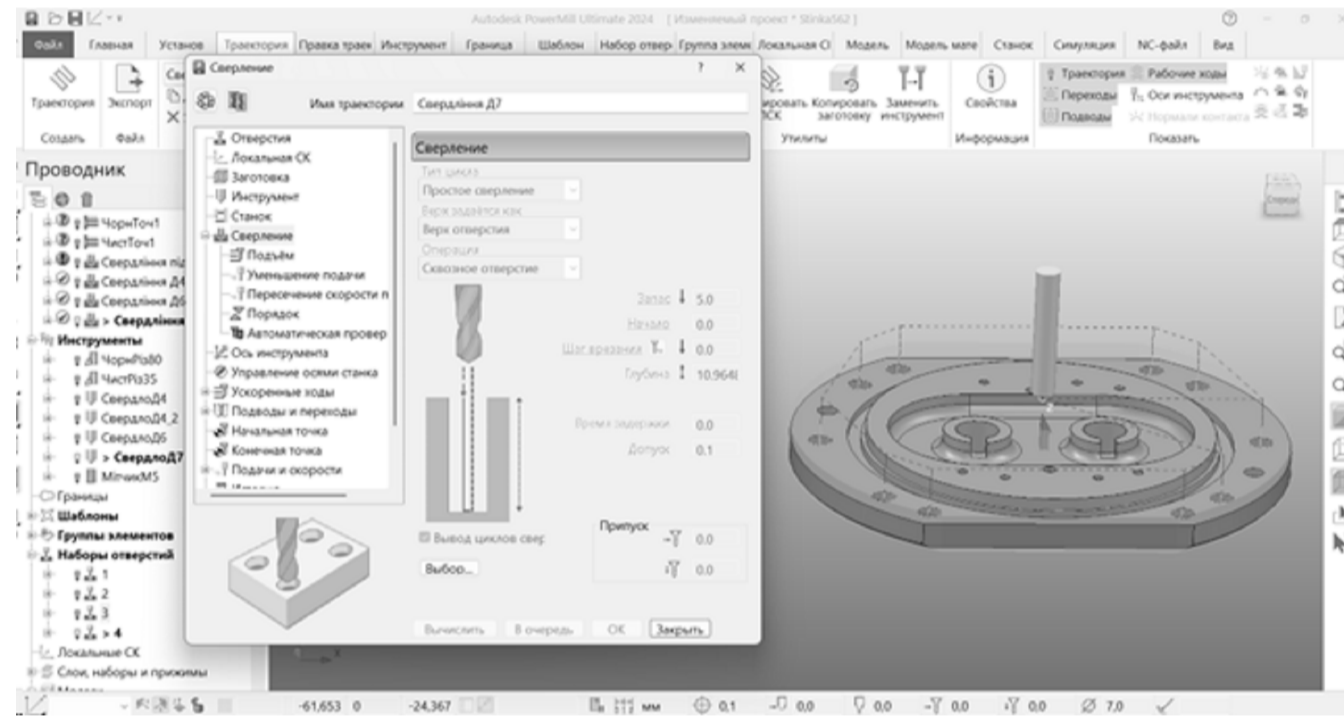
				БР.ПМ-387.03.00.000 СХ			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разр.	Пр.	Пр.	Пр.				-
Лев.	Од.						
Т.контр.	Од.						
Н.контр.	Пр.						
Зам.	Од.						
Схеми до карти налагодження					Архив	Архив	1
					ІФНТУНГ ПМз-21-1		



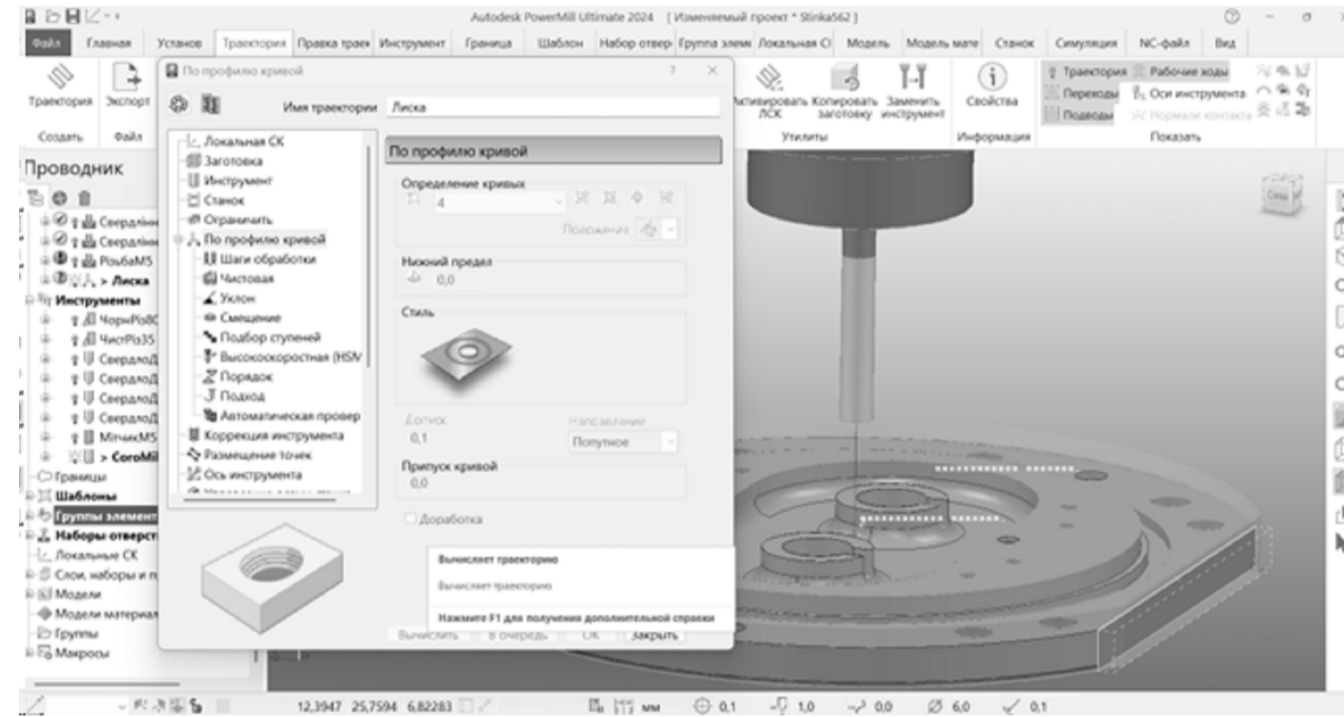
Вибір стратегії обробки



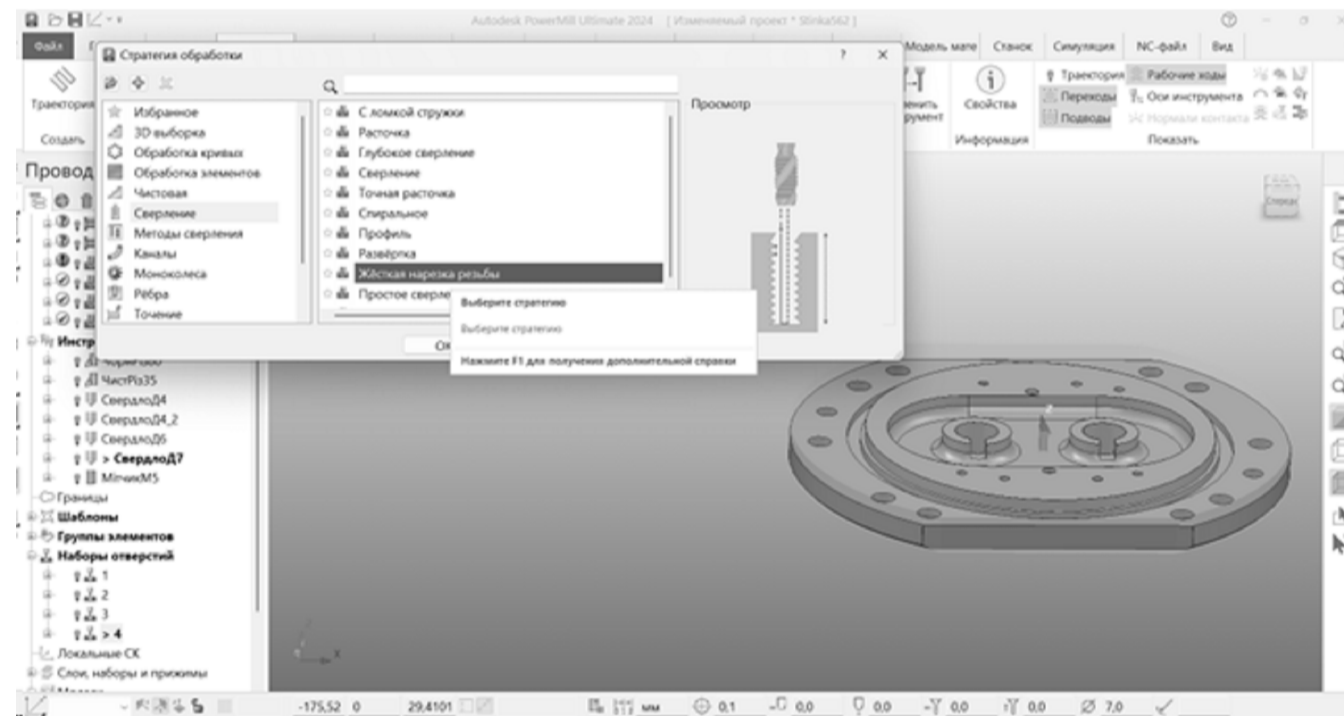
Створення моделі фрези



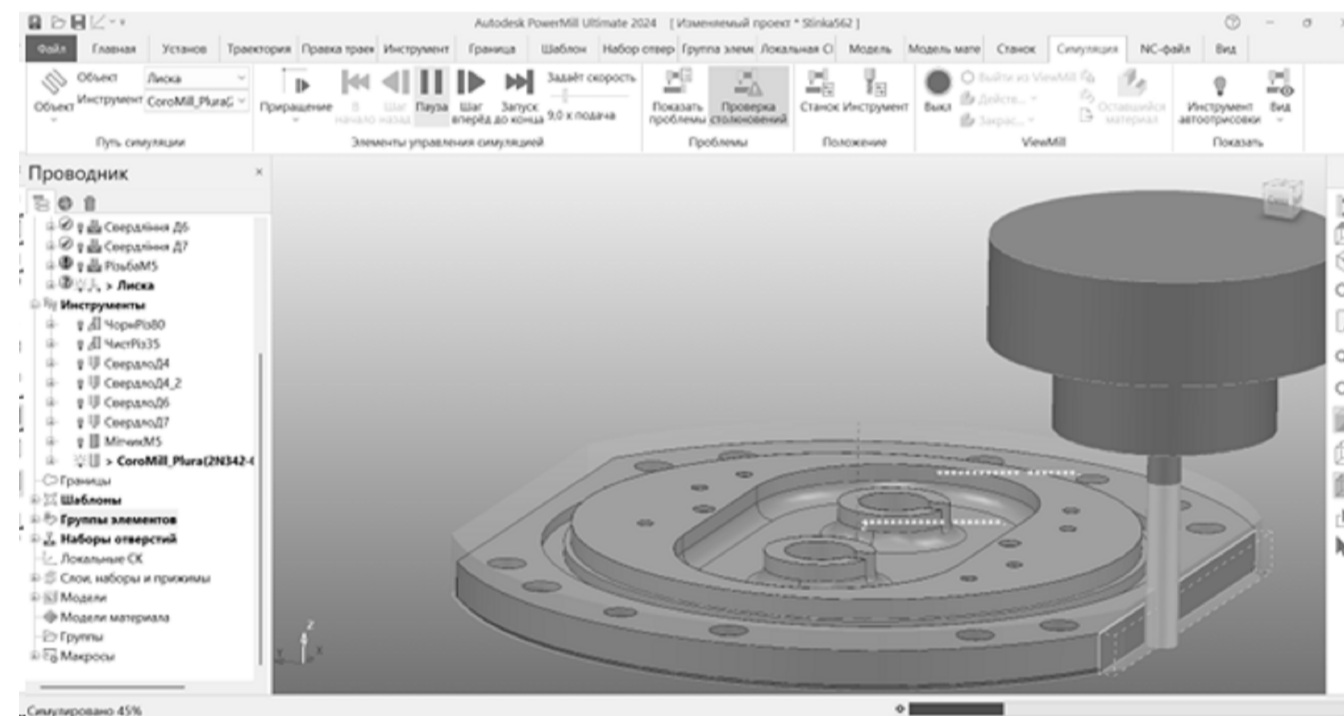
Проектування свердління отворів ?7



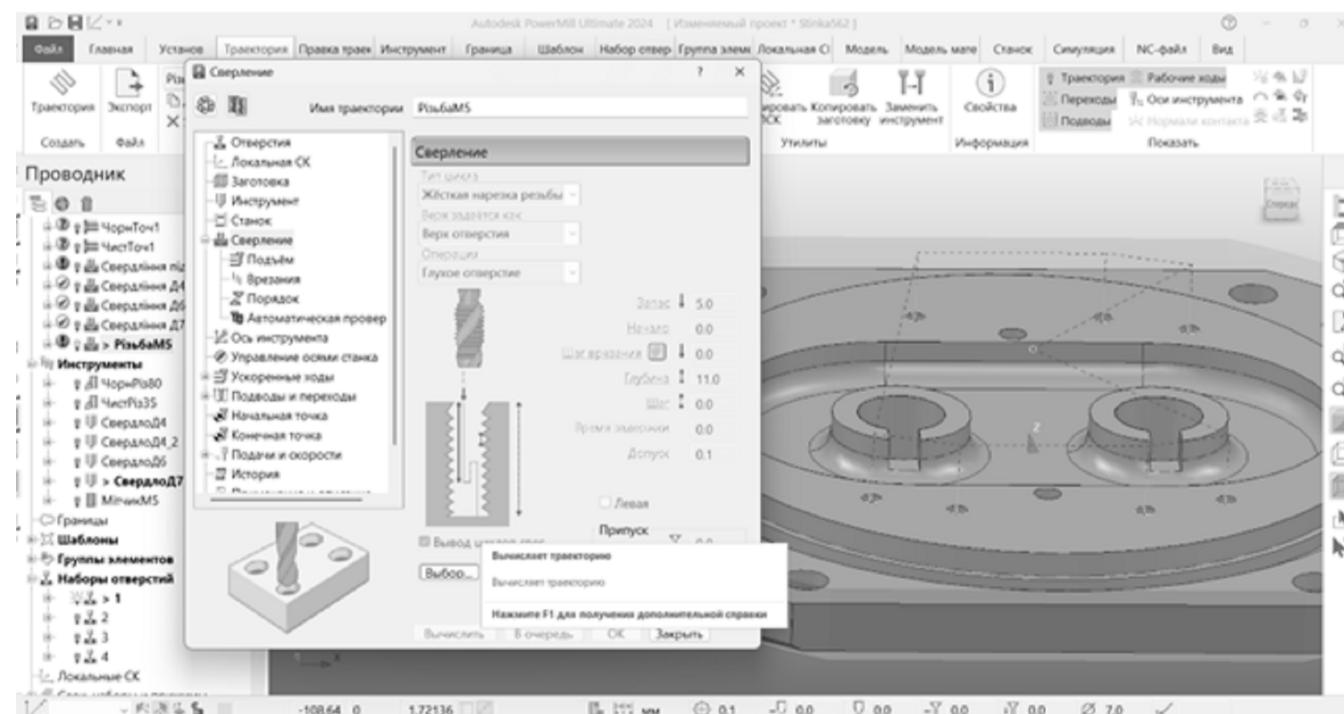
Проектування фрезерування лиски



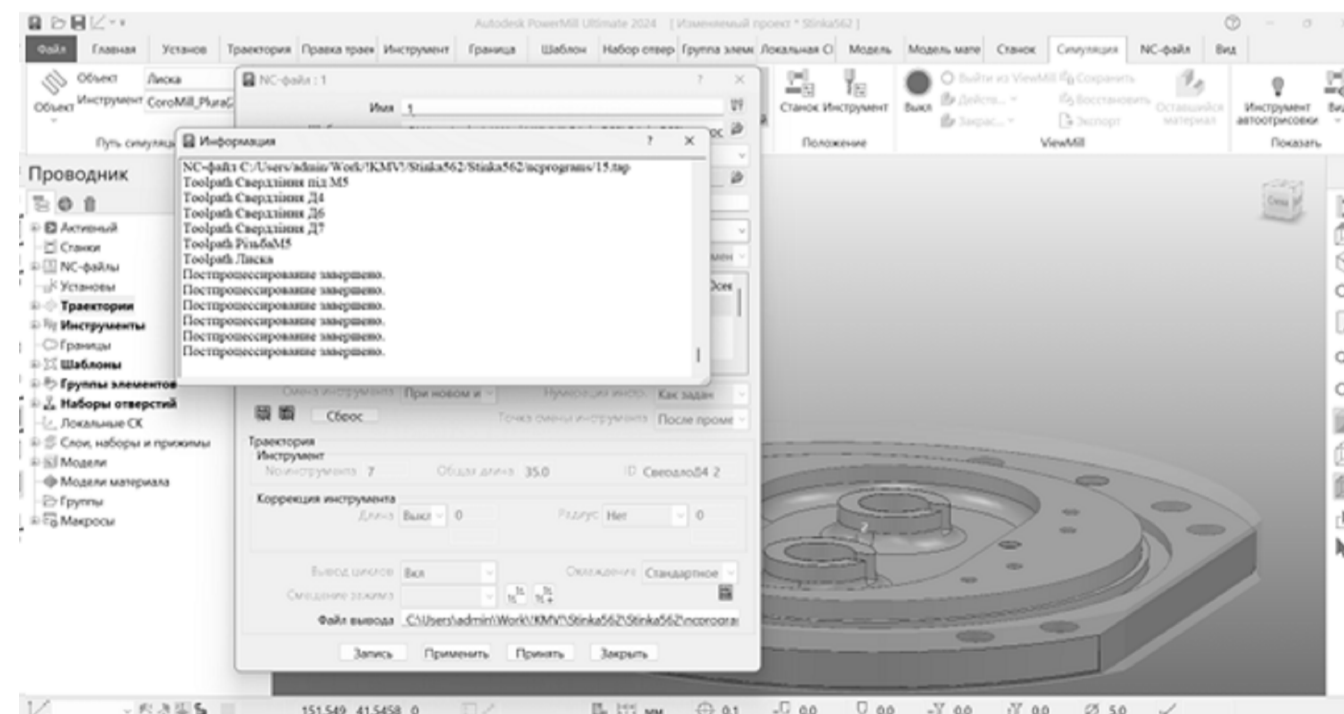
Вибір стратегії обробки



Моделювання фрезерування лиски



Проектування нарізання різьби



Постпроцесування

```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 14)
N101 ( PART NAME : Стінка)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:29)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 6 | Мітчик M5 | 5.0 | 0.0 | 35.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 17 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Різьба M5 )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 6 )
N127 ( TOOL TYPE : TAP)
N128 ( TOOL ID : Мітчик M5)
N129 ( TOOL DIA : 5.0 LENGTH 35.0)
N130 T6
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z21.0 H6
N135 M08
N136 X25.5 Y-31.0
N137 G95
N138 M80
N139 G84 G98 X25.5 Y-31.0 Z0.0 R15.5 F0.8
N140 X13.5 Y-35.0
N141 X-13.5
N142 X-25.5 Y-31.0
N143 X-13.5 Y35.0
N144 X13.5
N145 X25.5 Y31.0
N146 G80
N147 G94
N148 X0.0 Y0.0
N149 (-----)
N150 ( END TOOLPATH : Різьба M5 )
N151 (-----)
N152 M09
N153 M05
N154 G53 Z0.0
N155 M30
%
    
```

```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 15)
N101 ( PART NAME : Стінка)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 11:13:31)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 8 | COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730) | 6.0 | 0.1 | 75.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 9 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Лиска )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 8 )
N127 ( TOOL TYPE : TIPRADIUSED)
N128 ( TOOL ID : COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730))
N129 ( TOOL DIA : 6.0 LENGTH 75.0)
N130 T8
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y0.0
N134 G43 Z30.0 H8
N135 M08
N136 G187 P1 E0.005
N137 Z0.0
N138 X39.1823 Y-64.0
N139 G01 X-39.1823 F1000.0
N140 G00 X0.0 Y0.0
N141 Z35.0
N142 Z30.0
N143 (-----)
N144 ( END TOOLPATH : Лиска )
N145 (-----)
N146 M09
N147 M05
N148 G53 Z0.0
N149 M30
%
    
```

				БР.ПМ-387.03.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Схеми до карти налагодження	Лит	Маса	Масштаб
Розроб.	Проїмак	Овасій				Аркши	Аркши	1
Т.контр.	Овасій				ІФНТУНГ ПМЗ-21-1			
Н.контр.	Проїмак							
Затв.	Овасій							