

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Циклова комісія машинобудівних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
фахового молодшого бакалавра

на тему:

Розробка і техніко-економічне обґрунтування
технологічного процесу механічної обробки деталі
«Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Олійник Артем Іванович

Керівник: _____ Назар КАШУБА

Рецензент: _____

Тернопіль – 2026

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ машинобудівних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Ігор ГЕНИК
(прізвище, ім'я, по батькові)

“ _____ ” _____ 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Олійнику Артему Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000

Керівник роботи _____ Кашуба Назар Петрович _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від “ _____ ” _____ 2026 року № _____ .

Термін подання студентом роботи _____ 15.06.2026р. _____

Вихідні дані до роботи креслення деталі, річний випуск деталей _____ 20000 _____ штук

Зміст розрахунково-пояснювальної записки _____

1 Загальна частина

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

2 Технологічна частина

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1 Вибір технологічних операцій

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольованого вимірювального інструменту)

2.2.3 Розрахунок режимів різання

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

3.3 Розрахунок зусиль затиску

4 Економічна частина

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

5 Охорона праці та безпеки життєдіяльності

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки охорони праці

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій ділянці

Перелік графічного матеріалу:

1. Креслення деталі - 1 лист А2;
2. Карта наладки - 1 лист А2;
3. Креслення пристосування - 1,5 листа А1;
4. РТК - 1 лист А1;

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК, викладач	<hr/> (підпис) <hr/> (дата)	<hr/> (підпис) <hr/> (дата)
Охорона праці	Ігор ОКІПНИЙ	<hr/> (підпис) <hr/> (дата)	<hr/> (підпис) <hr/> (дата)

Дата

видачі

завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	20.05.2026	
2	Технологічна частина	27.05.2026	
3	Економічна частина	05.06.2026	
4	Охорона праці	10.06.2026	
5	Графічна частина	15.06.2026	

Студент

(підпис)

Артем ОЛІЙНИК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Назар КАШУБА

АНОТАЦІЯ

Олійник А.І. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 80 с.

У кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача». Проведено аналіз службового призначення, конструкції та технологічності деталі, обґрунтовано вибір заготовки. Розроблено операційну технологію з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP. Здійснено вибір технологічного обладнання, різального та контрольованого інструменту, спроектовано спеціальне пристосування для закріплення деталі. Проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих технологічних рішень. Розглянуто питання охорони праці.

Ключові слова: кваліфікаційна робота, машинобудування, технологічний процес, заготовка, САПР ТП, пристосування, економічна ефективність, охорона праці.

ANNOTATION

Oliynyk A. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part «Current collector housing» 26.KVR.400.08.00.000: qualification work for obtaining the educational and qualification degree of a professional junior bachelor in the specialty 133 Industrial mechanical engineering. Ternopil: VSP «TFK TNTU», 2026. 80 p.

In the qualification work, a technological process for machining the part «Current collector housing» was developed. An analysis of the service purpose, design and manufacturability of the part was carried out, the choice of the workpiece was justified. An operational technology was developed using CAD TP in the ADEM CAPP module. The selection of technological equipment, cutting and control and measuring tools was carried out, a special device for fixing the part was designed. A feasibility study of the proposed technological solutions was carried out. The issue of labor protection was considered.

Keywords: qualification work, mechanical engineering, technological process, blank, CAD TP, adaptation, economic efficiency, labor protection.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 Загальна частина.....	9
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.....	9
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.....	12
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей.....	15
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки.....	17
2 Технологічна частина.....	19
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу.....	19
2.1.1 Вибір технологічних операцій.....	19
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання.....	20
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів.....	21
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП.....	23
2.2.1 Вибір технологічних переходів.....	23
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольного-вимірювального інструменту.....	26
2.2.3 Розрахунок режимів різання.....	31
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу.....	36
3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію.....	40
3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування.....	40
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування.....	41
3.3 Розрахунок зусиль затиску.....	44
4 Економічна частина.....	48
4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу.....	48
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі.....	52

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Олійник</i>				<i>Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000</i>	<i>Лім.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кашуба</i>						5	80
<i>Реценз.</i>						<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. МГ-400 м. Тернопіль</i>		
<i>Н. контр.</i>	<i>Волошин</i>							
<i>Затв.</i>								

4.3	Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	56
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	61
5.1	Характеристика виробничої ділянки з точки охорони праці.....	61
5.2	Заходи з покращення умов праці на виробничій ділянки.....	65
	ВИСНОВОК	66
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
	ДОДАТКИ	69
	Комплект технологічної документації маршрутно-операційного опису.....	70
	Специфікація на пристосування.....	78

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні дедалі ширшого застосування набувають полімерні композиційні та конструкційні матеріали, які завдяки поєднанню високих експлуатаційних характеристик, малої маси, корозійної стійкості та технологічності дозволяють підвищити ефективність роботи машин і механізмів. Одним із таких матеріалів є поліетилентерефталат (PET), який характеризується достатньою міцністю, зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя та стійкістю до впливу агресивних середовищ. Застосування деталей із PET дає можливість зменшити масу конструкцій, знизити витрати на експлуатацію та підвищити надійність виробів.

Водночас механічна обробка деталей із полімерних матеріалів має ряд особливостей, пов'язаних із низькою теплопровідністю, схильністю до температурних деформацій та необхідністю забезпечення високої якості обробленої поверхні. Тому розроблення раціонального технологічного процесу виготовлення таких деталей є важливим завданням сучасного виробництва.

Деталь «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 є складовою частиною вузла струмоприймача та призначена для розміщення, фіксації та забезпечення взаємного розташування його елементів. Надійність роботи виробу значною мірою залежить від точності виготовлення корпусу, дотримання вимог щодо взаємного розташування поверхонь, точності отворів та якості обробки.

Актуальність теми полягає у необхідності розроблення економічно обґрунтованого технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача», який забезпечить отримання необхідної точності та якості поверхонь при мінімальних виробничих витратах. Особливого значення набуває використання сучасного обладнання з числовим програмним керуванням, що дозволяє підвищити продуктивність праці та стабільність технологічного процесу.

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз службового призначення та конструкції деталі;
- провести аналіз технологічності конструкції деталі;
- визначити тип виробництва та форму організації технологічного процесу;
- розробити маршрут механічної обробки деталі;
- вибрати технологічні бази та схеми базування;
- виконати розрахунок припусків, режимів різання та норм часу;
- вибрати обладнання, різальний та контрольно-вимірювальний інструмент;
- розробити спеціальне технологічне оснащення для виконання операцій механічної обробки;
- провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих технологічних рішень.

Об'єктом дослідження є процес механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000.

Предметом дослідження є технологічні методи, засоби та режими механічної обробки, що забезпечують отримання заданих параметрів точності та якості деталі з поліетилентерефталату.

Практичне значення роботи полягає у розробленні технологічного процесу виготовлення деталі, який забезпечує виконання вимог конструкторської документації, підвищення продуктивності виробництва та зниження собівартості виготовлення виробу.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Деталь «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 у відповідності із класифікатором ЄСКД відноситься до класу 73 – не тіла обертання: корпусні, опорні, ємкісні.

«Корпус струмоприймача» – це захисна конструкція, яка охоплює струмоприймач (наприклад, струмознімач, що збирає струм з контактної мережі). Він захищає струмоприймач від механічних пошкоджень, бруду та атмосферних впливів, забезпечуючи безпеку роботи електричного обладнання, такого як електропотяги чи крани.

Основні функції корпусу струмоприймача: захист – Корпус захищає чутливі струмоприймальні елементи від зовнішніх впливів, таких як удари, пил і волога; безпека – Корпус запобігає випадковому контакту персоналу з високовольтними компонентами, тим самим підвищуючи рівень безпеки на виробництві; монтаж – Корпус забезпечує стабільне кріплення струмоприймача до основного механізму, наприклад, до даху електровагона чи крана; ізоляція – Корпус може виконувати ізоляційну функцію, запобігаючи коротким замиканням та витоку струму.

Основними поверхнями деталі, які мають основне значення для службового призначення деталі, є: чотири зовнішні прямокутні поверхні $60\pm 0,37$; $70\pm 0,37$; $160\pm 0,5$; R3; Ra 6,3; внутрішнє прямокутне вікно $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; R3; Ra 6,3; три внутрішні пази $B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3; Ra 6,3; три внутрішні пази $B=20,5\pm 0,26$; $20\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3; Ra 6,3 забезпечують точне взаємне розміщення деталей; чотири різеві отвори M5-7H, $\varnothing 7\times 90^\circ$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; Ra 6,3 забезпечують кріплення кришки; два отвори $\varnothing 6,5H7^{(+0,015)}$; $138\pm 0,5$; $30\pm 0,26$; Ra 2,5 призначені для фіксації елементів вузла у корпусі; три різеві отвори M8-

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7Н, $\varnothing 10 \times 90^\circ$; $30 \pm 0,26$; $80 \pm 0,37$; $117,5 \pm 0,435$; Ra 6,3 забезпечують кріплення елементів вузла до Корпуса гвинтами М8; наскрізний боковий різевий отвір М20-7Н, $\varnothing 22 \times 90^\circ$; $35 \pm 0,31$; $30 \pm 0,26$; Ra 12,5; наскрізний отвір $\varnothing 11,8^{+0,43}$; $\varnothing 15 \times 90^\circ$; $28,5 \pm 0,26$; $140 \pm 0,5$; Ra 12,5 призначені для кріплення конструктивного елемента вузла до Корпуса.

Деталь «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 згідно креслення деталі виготовляється з матеріалу – поліетилентерефталату РЕТ (ПЕТ) плита $65 \times 610 \times 1000$ GENR [1].

Поліетилентерефталат – це відносно новий напівкристалічний полімер, розроблений для технічного застосування. Він підходить для виготовлення з нього механічних деталей, які вимагають стабільності розмірів (формостійкості) і низького коефіцієнта тертя.

Використання в механіці поліетилентерефталату РЕТ: завдяки низькому коефіцієнту тертя даний матеріал особливо підходить для повзунів, направляючих, підшипників і т.д. Завдяки стабільності розмірів він являє собою чудовий вибір для високоточних деталей, в яких параметри щільності повинні дотримуватися в умовах підвищеної вологості і температури; використання в контакті з харчовими продуктами: даний матеріал є фізіологічно інертним і широко використовуваним в харчовій промисловості; використання в електротехніці: чудові електричні властивості (стабільність при тривалому періоді роботи) роблять РЕТ відповідним для виробництва ізоляторів та інших електричних деталей; використання в хімії: хороша стійкість до кислот і хлорвмісних розчинів.

Таблиця 1.1 – Властивості поліетилентерафталата РЕТ GENR [1]

Густина, (г/см ³)	Абсорбція води в повітрі 50% в.в. (%)	Абсорбція 23°C в насиченому водному розчині (%)
1,39	0,2	0,5

Таблиця 1.2 – Механічні властивості поліетилентерафталата PET GENR [1]

Показники властивостей	Одиниця виміру	Числове значення
Розтягуюче напруження на виході при розриві	Н/мм ²	85
Подовження при розриві	%	50
Коефіцієнт розтягування еластичності	Н/мм ²	3100
Випробування на стиск 1% напруженню 1000 год.	Н/мм ²	20
Мінімальне значення граничного числа в'язкості	мл/г	80
Випробування на удар зразка з надрізом (Шарпі)	КДж/м ²	5
Визначення твердості вдавненням кульки,	Н/мм ²	170
Твердість по Роквеллу (сухий)		M95
Коефіцієнт тертя зі сталлю		0,25

Таблиця 1.3 – Термовластивості поліетилентерафталата PET GENR[1]

Показники властивостей	Одиниця виміру	Числове значення
Температура	°С	255
Теплопровідність	Вт/км	0,28
Деформація при температурі теплової деформації	°С	95
Коефіцієнт лінійного розширення при (23-60)°С	10 ⁻⁶ . К-1	70
Постійна робоча температура	°С	115
Робоча температура короткого періоду – без навантаження	°С	170
Мінімальна робоча температура	°С	-20
Кисневий індекс		22

Таблиця 1.4 – Електричні властивості поліетилентерафталата PET GENR [1]

Показники властивостей	Одиниця виміру	Числове значення
Діелектрична константа при 1МГц	кВ/мм	3,2
Електрична міцність діелектрика	Ом/см	60
Об'ємний питомий опір		1016
Коефіцієнт розсіювання тангенс втрат при 1 МГц		0,01

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

Аналіз технічних вимог на оброблювану деталі проводимо заповнюючи таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз технічних вимог

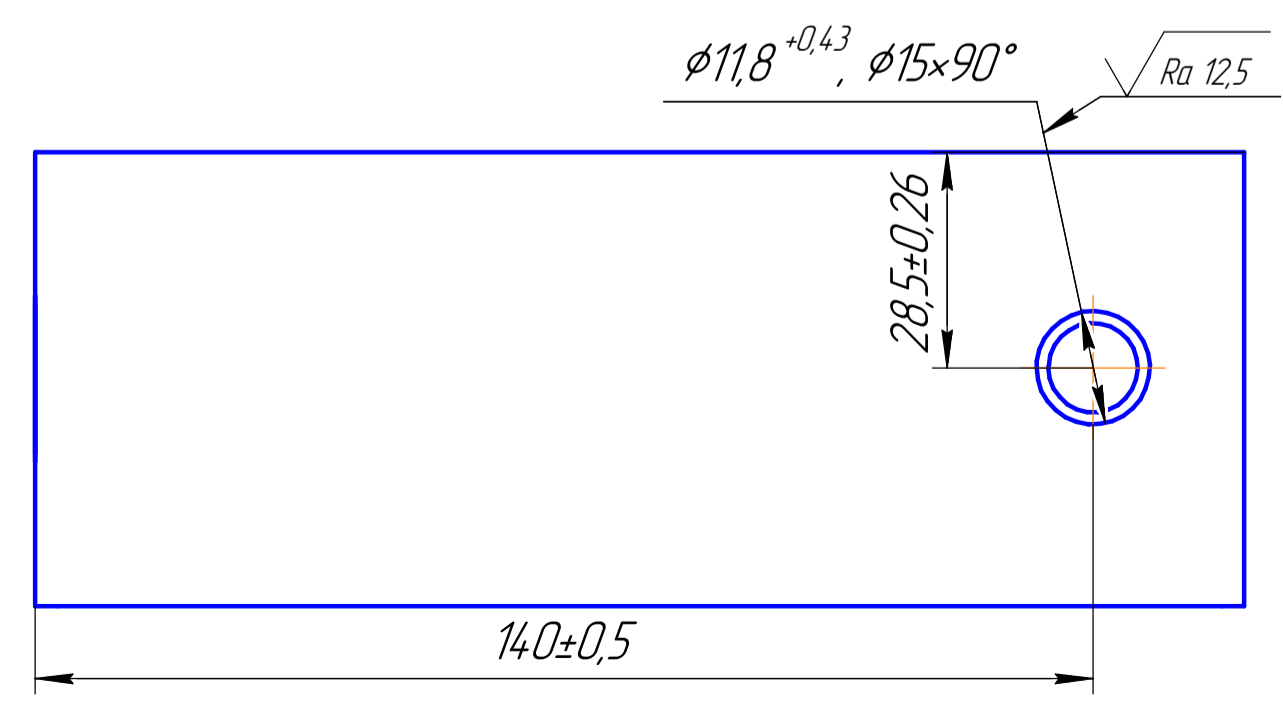
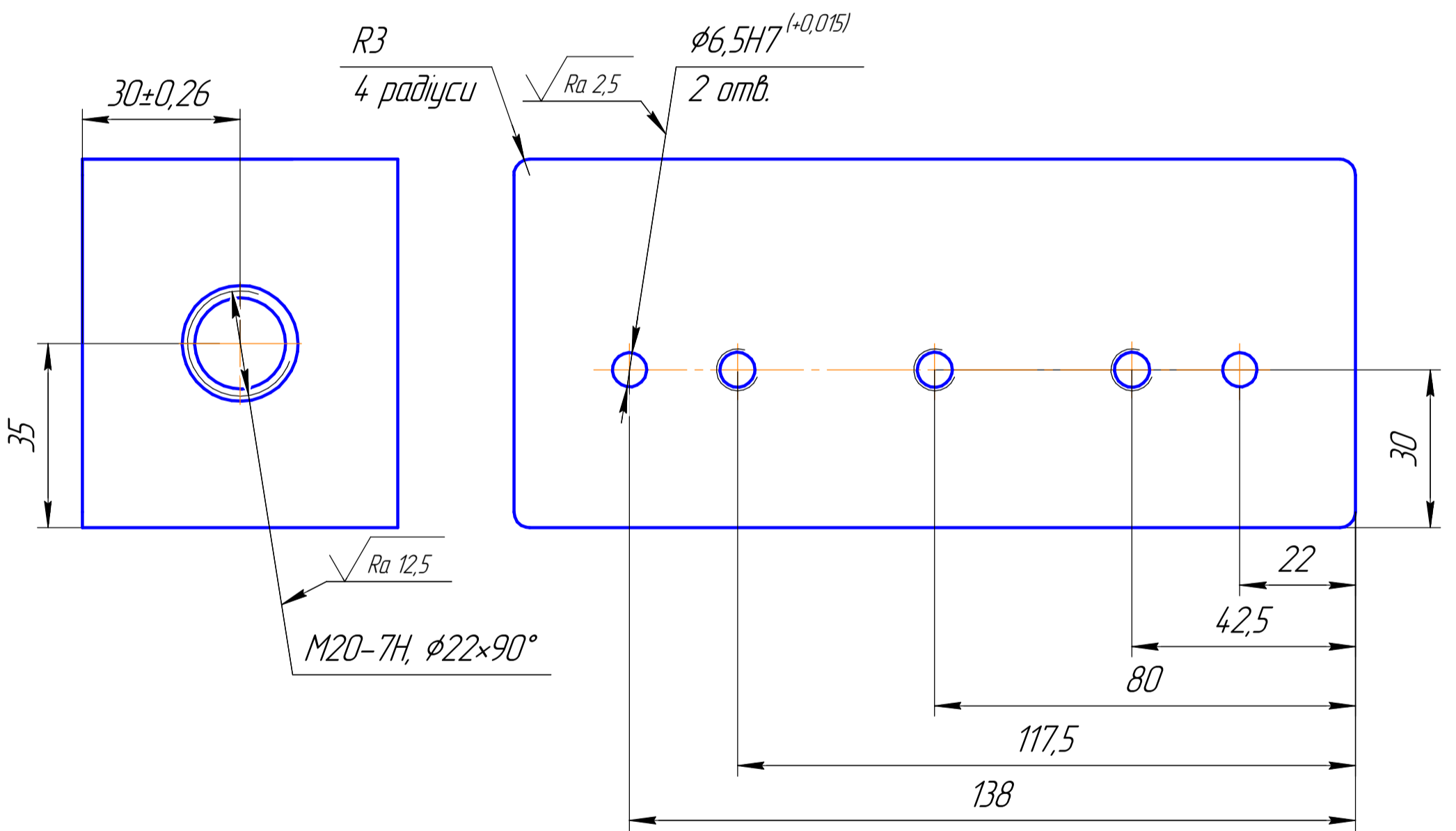
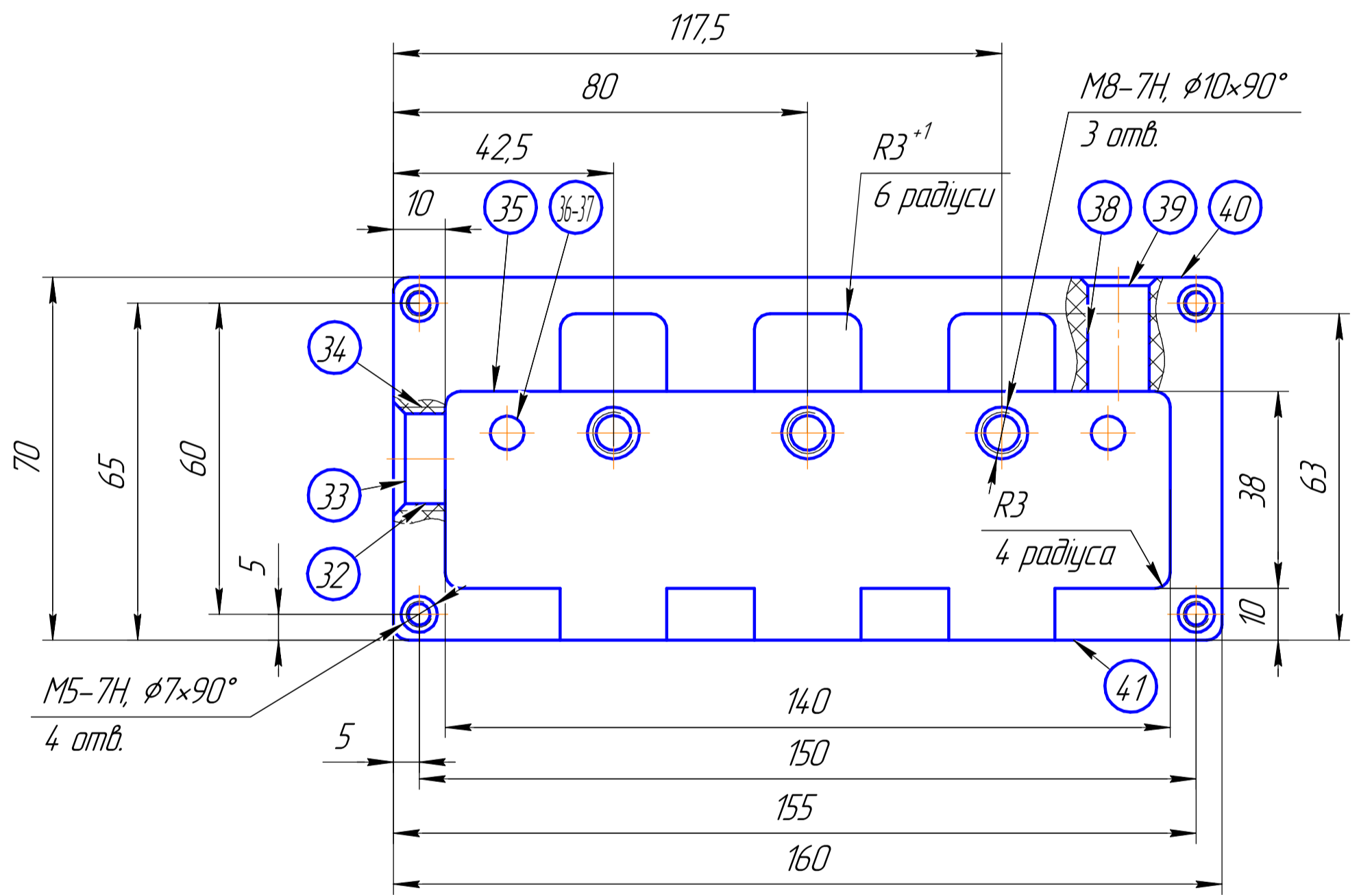
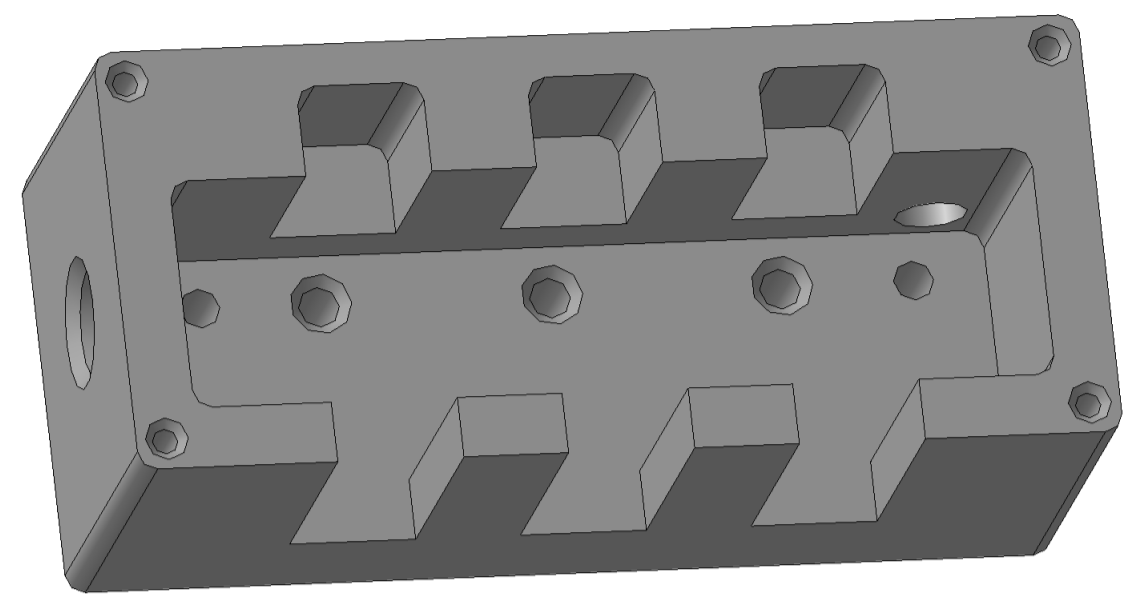
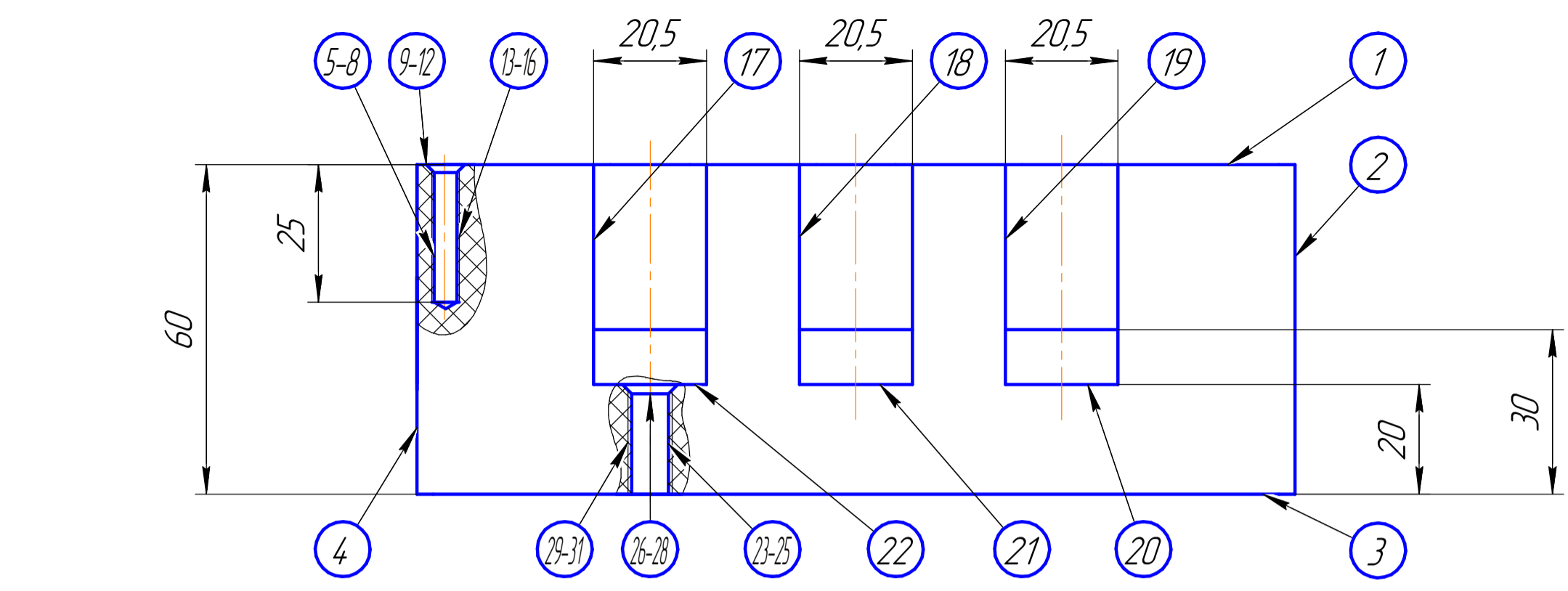
Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1,3	Дві зовнішні плоскі поверхні $60\pm 0,37$	14	Ra 6,3
2,4	Дві зовнішні торцеві поверхні $160\pm 0,5$	14	Ra 6,3
5-8	Чотири отвори $\varnothing 4,2^{+0,18}$ під різь М5-7Н, $l=25$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$	12	Ra 6,3
9-12	Чотири внутрішні фаски $\varnothing 7\times 90^\circ$	12	Ra 6,3
13-16	Чотири різеві отвори М5-7Н; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $l=25$	7 клас точності різі	Ra 6,3
17-19	Три внутрішні пази $B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3	14	Ra 6,3
20-22	Три внутрішні пази $B=20,5\pm 0,26$; $20\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3	14	Ra 6,3
23-25	Три отвори $\varnothing 6,8^{+0,26}$ під різь М8-7Н, $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	12	Ra 6,3
26-28	Три внутрішні фаски $\varnothing 10\times 90^\circ$	14	Ra 6,3
29-31	Три різеві отвори М8-7Н; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	7 клас точності різі	Ra 6,3
32	Наскрізний боковий різевий отвір $\varnothing 17,5^{+0,53}$ під різь М20-7Н; $35\pm 0,31$; $30\pm 0,26$	14	Ra 12,5
33	Внутрішня фаска $\varnothing 22\times 90^\circ$ в отворі $35\pm 0,31$; $30\pm 0,26$	14	Ra 12,5
34	Наскрізний боковий різевий отвір М20-7Н; $35\pm 0,31$; $30\pm 0,26$	7 клас точності різі	Ra 12,5
35	Внутрішній прямокутний паз (вікно) $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; $20\pm 0,26$; R3	14	Ra 6,3

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
36, 37	Два наскрізні отвори $\varnothing 6,5H7^{(+0,015)}$; 138 \pm 0,5; 22 \pm 0,26	7	Ra 2,5
38	Наскрізний отвір $\varnothing 11,8^{+0,43}$; 28,5 \pm 0,26; 140 \pm 0,5	12	Ra 12,5
39	Внутрішня фаска $\varnothing 15 \times 90^\circ$; 28,5 \pm 0,26; 140 \pm 0,5	12	Ra 12,5
40, 41	Дві зовнішні бокові поверхні 70 \pm 0,37; R3	14	Ra 6,3

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

√ Ra 6,3 (√)



Невказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших $\pm \frac{IT14}{2}$.

Рисунок 1.1 – Ескіз деталі "Корпус струмоприймача" 26.KBP.400.08.00.000 з номерами поверхонь

Лит.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

26.KBP.400.08.00.000 ПЗ

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Вибір типу виробництва виконуємо виходячи із річної програми випуску, передбаченої завданням, $N_{\text{річн}} = 20000$ шт. і маси деталі $m = 0,55$ згідно таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Залежність типу виробництва від річного об'єму і випуску (шт.) і маси деталей

Маса деталі в кг	Тип виробництва				
	Одиничний	Дрібносерійний	Середньoserійний	Великосерійний	Масовий
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Середньoserійний тип виробництва характеризується:

- обмеженою номенклатурою виробів, що випускаються періодично повторюваними серіями;
- за кожним робочим місцем закріплюється кілька періодично повторюваних операцій;
- застосуванням як універсального, так і спеціального обладнання, верстатів з ЧПК;
- застосуванням універсально-налагоджувальних спеціалізованих налагоджувальних і збірно-розбірних пристроїв;
- застосуванням універсальних та спеціальних різальних інструментів;
- застосуванням універсальних та спеціальних контрольно-вимірювальних інструментів;
- використанням праці робітників середньої кваліфікації.

Визначаємо величину партії деталей за формулою:

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де $N = 20000$ шт. – річна програма випуску деталей згідно завдання;

$a = 5$ днів – необхідний запас деталей на складі для безперебійної роботи складального цеху;

F – число робочих днів в 2026 році при двох днях відпочинку $F=261$ днів.

$$n = \frac{20000 \cdot 5}{261} = 383 \text{ шт.}$$

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

1. 4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Заготовкою деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 є плита $75 \times 610 \times 1000$ з матеріалу поліетилентерефталату PET GENR [1].

Різання прокату здійснюється лазерним різанням на CO₂-лазері (газовому лазері). За інформацією згідно джерел [1], [3] С. 140, [9] назначаємо граничні відхилення товщини прокату та точність порізки.

Встановлені загальні табличні припуски заносимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Загальні припуски і розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
Дві зовнішні плоскі поверхні $60 \pm 0,37$	Ra6,3	1,0	$2,5 \times 2 = 5,0$	$65^{+0,2}_{-0,8}$
Дві зовнішні бокові поверхні $70 \pm 0,37$	Ra6,3	0,3	$1 \times 2 = 2,0$	$72 \pm 0,15$
Дві зовнішні торцеві поверхні $160 \pm 0,5$	Ra6,3	0,3	$1 \times 2 = 2,0$	$162 \pm 0,15$

Викреслюємо ескізи заготовки (рис. 1.2).

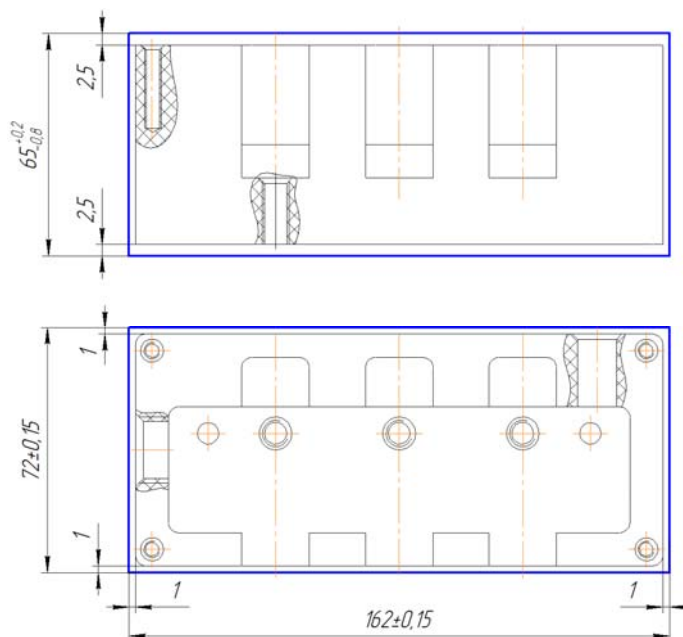


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки з плити

Визначаємо масу заготовок:

$$Q = V_3 \cdot \rho, \quad (1.2)$$

де Q – маса заготовки, кг;

V_3 – об'єми заготовки;

ρ – густина матеріалу, згідно [п.1.1] $\rho = 1,39$ г/см³.

Об'єм заготовки прямокутного перерізу визначається за формулою:

$$V_3 = L \cdot B \cdot H, \quad (1.3)$$

$$V_3 = 162 \cdot 72 \cdot 65 = 732490,85 \text{ мм}^3 = 732,5 \text{ см}^3,$$

$$Q = 732,5 \cdot 1,39 = 1018,2 \text{ г} = 1,02 \text{ кг}.$$

Визначаємо собівартість заготовок з прокату за формулою:

$$C_{\text{заг}} = Q \cdot S - (Q_{\text{т.в.}} - q) \cdot S, \quad (1.4)$$

де $S = 908$ грн/кг – ціна 1 кг. поліетилентерефталату PET (ПЕТ) плита 65×610×1000 GENR згідно [1];

$S_{\text{відх.}} = 100$ – базова ціна 1 кг відходів згідно [1];

$Q = 1,02$ кг – маса заготовки;

$q = 0,55$ кг – маса деталі згідно креслення деталі.

$$C_{\text{заг}} = 1,02 \cdot 908 - (1,02 - 0,55) \cdot 100 = 926,16 - 47 = 879,16 \text{ грн}.$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу для двох заготовок за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (1.7)$$

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{0,55}{1,02} = 0,54.$$

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
010	Фрезерна з ЧПК	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-1	Пристосування спеціальне 26.КВР.400.08.04.000 з базуванням деталі по плоскій поверхні 3, боковій поверхні 40 та боковій поверхні 4 на тимчасову відкидну базу, з пневмозатиском по боковій поверхні 41
015	Свердлильна з ЧПК	Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2	Пристосування спеціальне самоцентрівне з базуванням деталі по плоскій поверхні 1 та двом боковим поверхням 2, 4 з пневмозатиском
020	Свердлильна з ЧПК	Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2	Пристосування спеціальне самоцентрівне з базуванням деталі по плоскій поверхні 3 та двом боковим поверхням 40, 41 з пневмозатиском
025	Контроль		Стіл контролера

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом виконуємо згідно літератури [6] С. 304, дод.58; С. 306, дод. 59; С.90. Результати визначення припусків зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Два наскрізні отвори $\varnothing 6,5H7^{(+0,015)}$					
Розвертання чистове	7	Ra 2,5	0,015	$0,1 \times 2 = 0,2$	$\varnothing 6,5^{+0,015}$
Свердління	12	Ra 6,3	0,15	$3,15 \times 2 = 6,3$	$\varnothing 6,3^{+0,15}$
Заготовка	–	Rz160	–	$3,25 \times 2 = 6,5$	суцільний матеріалі

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Дві зовнішні плоскі поверхні $60 \pm 0,37$					
Фрезерування чорнове торцевою фрезею	14	Ra6,3	0,74	$2,5 \times 2 = 5,0$	$60 \pm 0,37$
Заготовка	15	Rz160	1,0	5,0	$65^{+0,2}_{-0,8}$
Дві зовнішні бокові поверхні $70 \pm 0,37$					
Фрезерування чорнове кінцевою фрезею	14	Ra 6,3	0,74	$1 \times 2 = 2,0$	$70 \pm 0,37$
Заготовка (порізка на CO ₂ -лазері)	7	Ra 12	0,3	2,0	$72 \pm 0,15$
Дві зовнішні торцеві поверхні $160 \pm 0,5$					
Фрезерування чорнове кінцевою фрезею	14	Ra 6,3	1,0	$1 \times 2 = 2,0$	$160 \pm 0,5$
Заготовка (порізка на CO ₂ -лазері)	7	Ra 12	0,3	2,0	$162 \pm 0,15$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.08.00.000 ПЗ

Арк.

22

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

Розроблення операційної технології з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP проведемо для 010 операції Фрезерної з ЧПК і сформуємо у вигляді комплексу технологічної документації маршрутно-операційного опису.

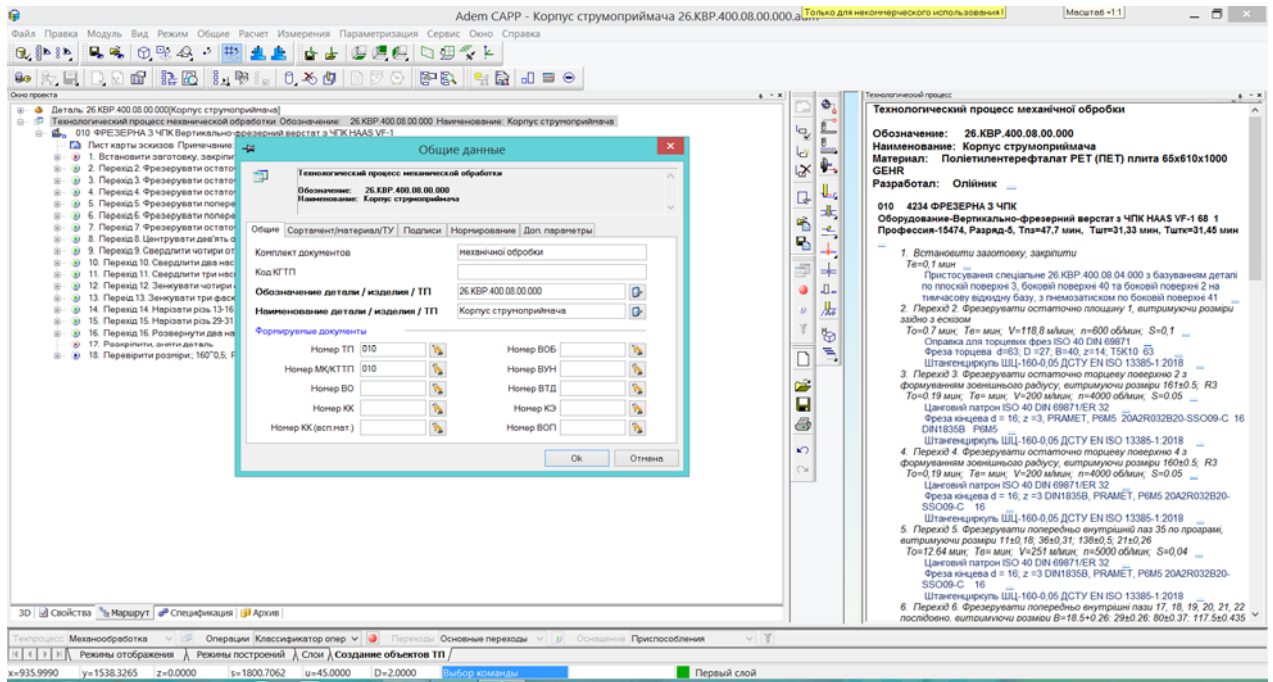


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд вікна технологічного процесу в САПР ТП в модулі ADEM CAPP

2.2.1 Вибір технологічних переходів

Розробку операційної технології з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP проведемо для 010 операції.

Операція 010. Фрезерна з ЧПК

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Фрезерувати остаточно площину 1, витримуючи розміри 60±0,37.
3. Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 2 з формуванням зовнішнього радіусу, витримуючи розміри 161±0,5; R3.

										Арк.
										23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.KBP.400.08.00.000 ПЗ					

4. Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 4 з формуванням зовнішнього радіусу, витримуючи розміри $160\pm 0,5$; R3.

5. Фрезерувати попередньо внутрішній паз 35 по програмі, витримуючи розміри $11\pm 0,18$; $36\pm 0,31$; $138\pm 0,5$; $21\pm 0,26$.

6. Фрезерувати попередньо внутрішні пази 17, 18, 19, 20, 21, 22 послідовно, витримуючи розміри $B=18,5\pm 0,26$; $29\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$.

7. Фрезерувати остаточно внутрішній паз 35 та внутрішні пази 17, 18, 19 з формуванням внутрішніх радіусів, витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; $20\pm 0,26$; $B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3.

8. Центрувати дев'ять отворів 5-8, 23-25, 36, 37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,6^{+0,25}$; $\varnothing 3,35^{+0,3}$; $3,52^{+0,12}$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$.

9. Свердлити чотири отвори 5-8 під різь M5-7H послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 4,2^{+0,18}$; $l=25$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$.

10. Свердлити два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 6,3H12^{(+0,15)}$; $22\pm 0,26$; $138\pm 0,5$.

11. Свердлити три наскрізні отвори 23-25 під різь M8-7H послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 6,8^{+0,26}$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$.

12. Зенкувати чотири фаски 9-12 в отворах 5-8 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 7\times 90^\circ$.

13. Зенкувати три фаски 26-28 в отворах 23-25 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 10\times 90^\circ$.

14. Нарізати різь 13-16 в чотирьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри M5-7H; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $l=25$.

15. Нарізати різь 29-31 в трьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри M8-7H; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$.

16. Розвернути два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 6,5H7^{(+0,015)}$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$.

17. Розкріпити, зняти деталь.

18. Перевірити розміри: $160\pm 0,5$; R3; $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; $20\pm 0,26$;

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3; M5-7H; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; M8-7H; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; $\varnothing 6,5H7(^{+0,015})$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$. Контроль 30%.

Створення операції відбувається при виборі відповідної операції з бази даних програми САПР ТП (рис. 2.2).

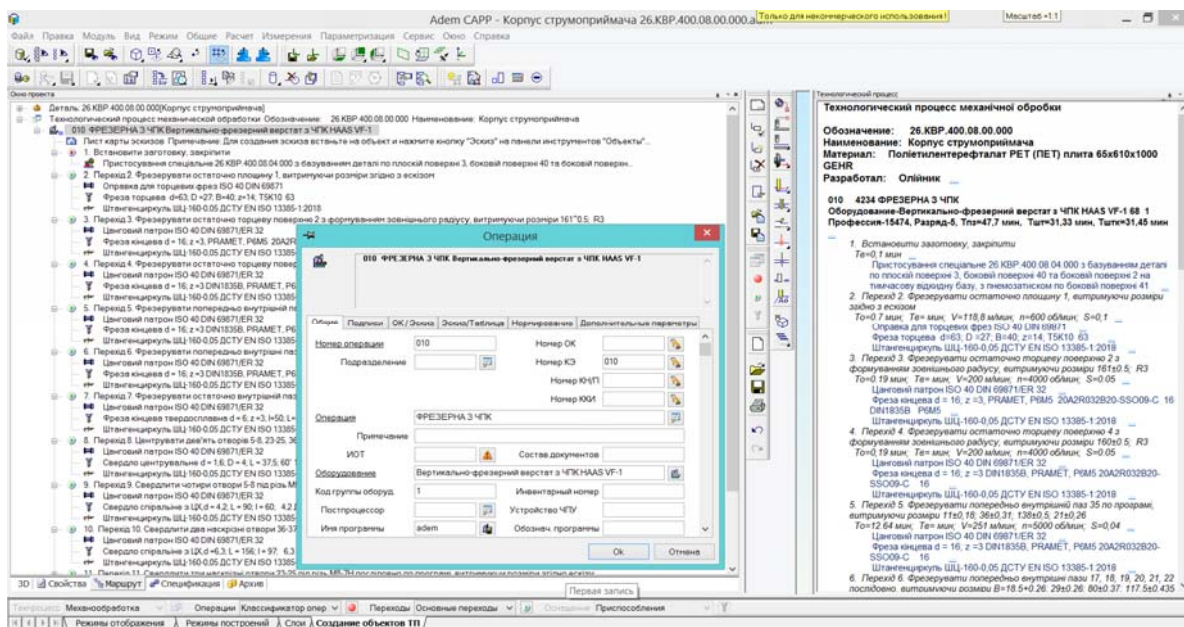


Рисунок 2.2 – Диалогове вікно «Вибір операцій»

Технологічні переходи створюються на базі шаблонів переходів, які включають наступні групи: установочні, основні, загальні, всі переходи (рис. 2.3).

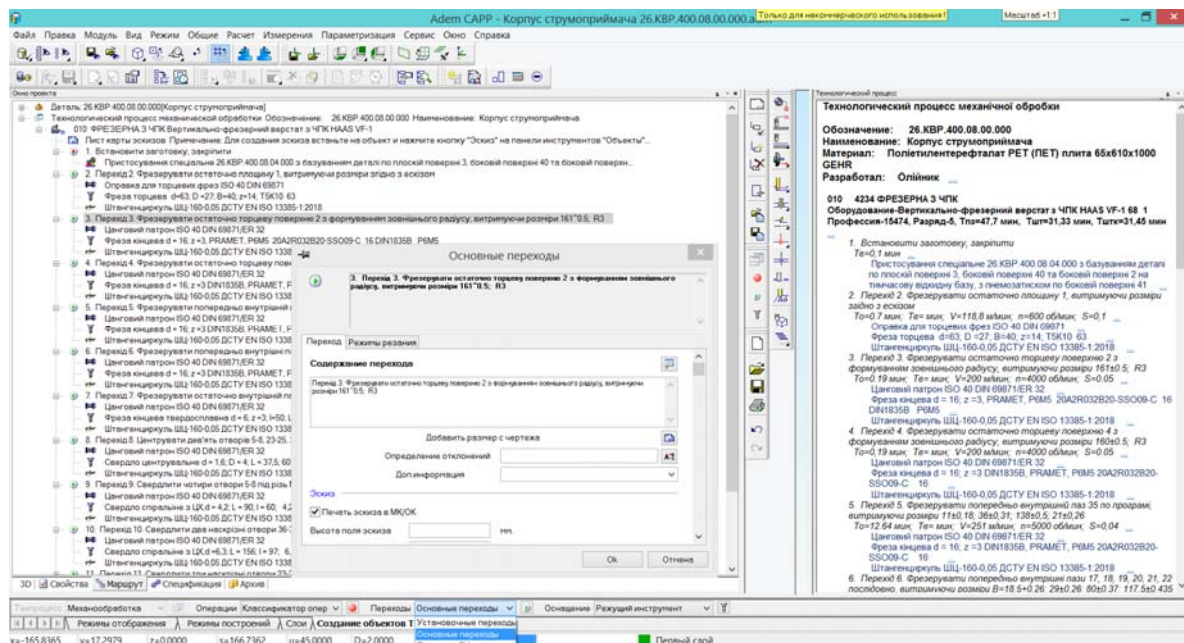


Рисунок 2.3 – Диалогове вікно «Вибір переходів»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.KBP.400.08.00.000 ПЗ

Арк.
25

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструментів на кожен перехід здійснюється вибором з бази даних програми з відповідного меню груп інструментів. Представимо зображення вибору різального інструменту для третього переходу 010 операції – фрезерної з ЧПК (рис. 2.4).

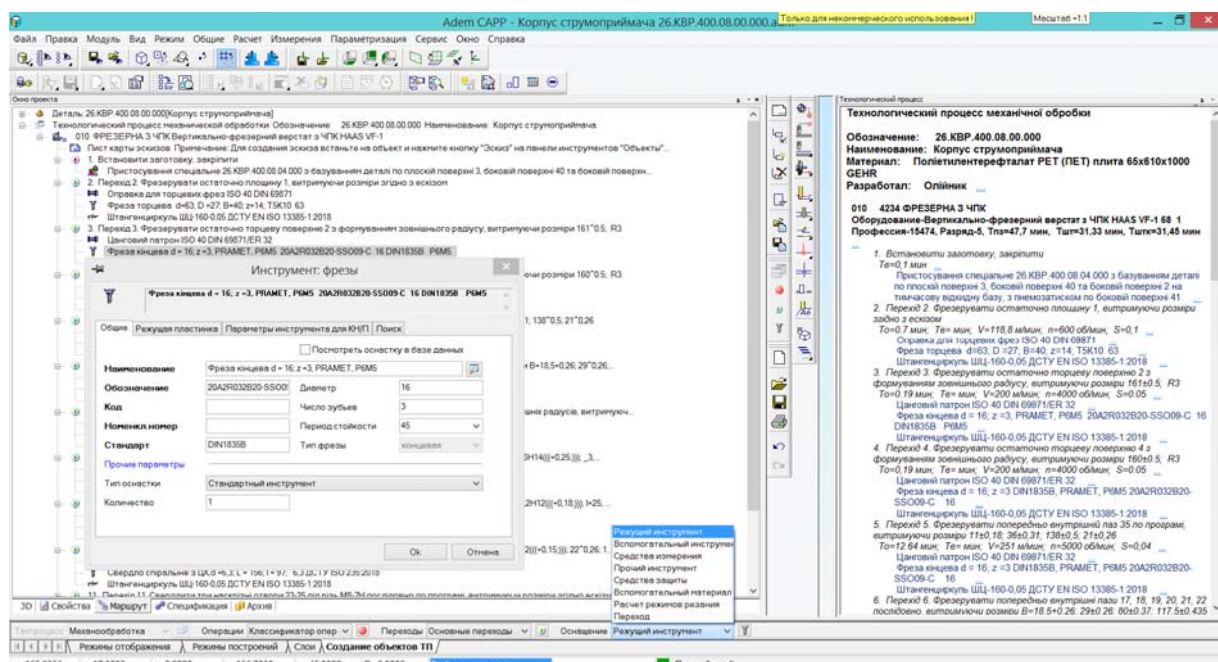


Рисунок 2.4 – Діалогове вікно «Вибір різального інструменту»

Аналогічно відбувається вибір допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту на відповідний перехід, оформляємо таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

Номер, назва операції, переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
Операція 005 Фрезерна з ЧПК			
Перехід 2			
Фрезерувати остаточно площину 3, витримуючи розмір 62,5±0,37	Фреза торцева d=63; D=27; B=40; z=14; T5K10	Оправка для торцевих фрез ISO 40 DIN 69871	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 3			
Фрезерувати остаточно бокову сторону 40, витримуючи розмір $71 \pm 0,37$	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SSO09-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Фрезерувати остаточно бокову сторону 41, витримуючи розмір $70 \pm 0,37$	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SSO09-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Операція 010 Фрезерна з ЧПК			
Перехід 2			
Фрезерувати остаточно площину 1, в розмірі $60 \pm 0,37$	Фреза торцева $d=63$; $D=27$; $B=40$; $z=14$; T5K10	Оправка для торцевих фрез ISO 40 DIN 69871	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 3			
Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 2 з формуванням зовнішнього радіуса, в розмірі $161 \pm 0,5$; R3	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SSO09-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 4 з формуванням зовнішнього радіуса, в розмірі $160 \pm 0,5$; R3	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SSO09-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Фрезерувати попередньо внутрішній паз 35 по програмі, в розмірі $11 \pm 0,18$; $36 \pm 0,31$; $138 \pm 0,5$; $21 \pm 0,26$	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SSO09-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

26.КВР.400.08.00.000 ПЗ

Арк.

27

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 6			
Фрезерувати по-передньо внутрішні пази 17, 18, 19, 20, 21, 22 послідовно, в розміри $B=18,5\pm 0,26$; $29\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SS009-C	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 7			
Фрезерувати остаточно внутрішній паз 35 та внутрішні пази 17, 18, 19 з формуванням внутрішніх радіусів, в розміри $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; $20\pm 0,26$; $B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3	Фреза кінцева твердосплавна $d = 6$; $z = 3$; $l = 50$ $L = 100$ ALTiN – 2541340040 K40UF	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 8			
Центрувати дев'ять отворів 5-8, 23-25, 36, 37 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 1,6^{+0,25}$; $\varnothing 3,35^{+0,3}$; $3,52^{+0,12}$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$	Свердло центрувальне $d = 1,6$; $D = 4$; $L = 37,5$; 60° 100250V000S CSN 221110 - DIN 333A HSS (P6M5)	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 9			
Свердлити чотири отвори 5-8 під різь М5-7Н послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 4,2^{+0,18}$; $l = 25$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$	Свердло спіральне з ЦХ, $d = 4,2$; $L = 90$; $l = 60$; ДСТУ ISO 235:2018	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

26.КВР.400.08.00.000 ПЗ

Арк.

28

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 10			
Свердлити два отвори 36-37 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 6,3H12^{+0,15}$; $22\pm 0,26$; $138\pm 0,5$	Свердло спіральне з ЦХ, $d = 6,3$; $L = 156$; $l = 97$; ДСТУ ISO 235:2018	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 11			
Свердлити три наскрізні отвори 23-25 під різь М8-7Н послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 6,8^{+0,26}$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	Свердло $d = 6,8$; $l = 69$; $L = 142$ A231100V000S PN 2911 - DIN 338 RH HSS (P6M5)	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Калібр розташування спеціальний
Перехід 12			
Зенкувати чотири фаски 9-12 в отворах 5-8 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 7 \times 90^\circ$	Зенківка конічна $2,5 \times 90^\circ$; $\varnothing 12,5$; $L = 52$ ДСТУ ISO 15065:2009	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 13			
Зенкувати три фаски 26-28 в отворах 23-25 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 10 \times 90^\circ$	Зенківка конічна $2,5 \times 90^\circ$; $\varnothing 12,5$; $L = 52$ ДСТУ ISO 15065:2009	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 14			
Нарізати різь 13-16 в чотирьох отворах послідовно, в розміри М5-7Н; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $l = 25$	Мітчик М5-7Н $P = 0,8$; $L = 50$; $l = 10$ DIN 371	Різенарізна головка М5-М12; Перехідна оправка КМ 4-ER32 DIN 228 - B16	Калібр-пробка 8221-3037 7Н DIN2230
Перехід 15			
Нарізати різь 29-31 в трьох отворах послідовно по програмі, в розміри М8-7Н; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	Мітчик М8-7Н $P = 1,25$; $L = 72$; $l = 22$ DIN 371	Патрон різенарізний компенсуючий КМ4 ER32 М5-М12	Калібр-пробка 8221-3040 7Н DIN2230

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 16			
Розвернути два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 6,5H7^{+0,015}$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$	Розвертка чистова $\varnothing 6,5H7$; $L=125$ арт. B45090XF000S CSN 221445 - DIN 212 Form A, C (ISO 521)	Патрон спеціальний качний для розверток з комплекту верстата	Калібр-пробка двосторонній двограничний $\varnothing 6,5H7$ DIN 2245-1
Операція 015 Свердлильна з ЧПК			
Перехід 2			
Центрувати отвір 32, витримуючи розміри, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; $5\pm 0,1$; $3,9^{+0,12}$	Свердло центрувальне $d = 4$; $D = 10$; 60° $l=6,2$; $L=59$ ДСТУ ISO 866:2018	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 3			
Свердлити отвір 32, витримуючи розміри $\varnothing 10^{+0,36}$; $35\pm 0,31$; $30\pm 0,26$	Свердло $d = 10$; $l=87$; $L=133$ DIN 338 HSS-G Kreuz	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Розсвердлити отвір 32, витримуючи розміри $\varnothing 17,5^{+0,53}$ під різь M20-7H; $35\pm 0,31$; $30\pm 0,26$	Свердло $d = 17,5$; $l=130$; $L=191$ DIN 338 HSS-G Kreuz	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Зенкувати внутрішню фаску 33, витримуючи розмір $\varnothing 22 \times 90^\circ$	Зенківка конічна ЦХ $7 \times 90^\circ$, $\varnothing 25$; $L=121$ DIN 335-C HSS	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 6			
Нарізати різь 34 в наскрізному отворі 32, витримуючи розмір M20-7H	Мітчик M20-7H $P=2,5$; $L=140$; $l=30$ форма B Dormer DIN 376 E001	Патрон різьонарізний компенсуючий KM4 ER32 M12-M24	Калібр-пробка (M20 \times 2,5-7H) DIN 2230 Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

26.КВР.400.08.00.000 ПЗ

Арк.

30

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	
Операція 020 Свердлильна з ЧПК				
Перехід 2				
Центрувати отвір 38, в розмірі $\varnothing 2,0^{+0,1}$; $\varnothing 4,25^{+0,12}$; $2,5 \pm 0,1$; $1,95^{+0,1}$	Свердло центрувальне $d = 2,0$; $D = 4$; $L = 37,5$; 60° ДСТУ ISO 866:2018	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018	
Перехід 3				
Свердлити отвір 38, в розмірі $\varnothing 8^{+0,36}$; $28,5 \pm 0,26$; $140 \pm 0,5$	Свердло $d = 8$; $l = 75$; $L = 117$ DIN 338 HSS-G Kreuz	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228		
Перехід 4				
Розсвердлити отвір 38, в розмірі $\varnothing 11,8^{+0,43}$; $28,5 \pm 0,26$; $140 \pm 0,5$	Свердло $d = 11,8$; $l = 94$; $L = 142$ DIN 338 HSS-G Kreuz	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228		
Перехід 4				
Зенкувати фаску 39, в розмірі $\varnothing 15 \times 90^\circ$; $28,5 \pm 0,26$; $140 \pm 0,5$	Зенківка конічна $3,2 \times 90^\circ$; $\varnothing 16$; $L = 96$ DIN 335-C HSS	Патрон цанговий KM 4 ER32 DIN 228	Кутомір універсальний тип 4-10	

2.2.3 Вибір режимів різання

Представимо вибір режимів різання для третього переходу 010 операції в програмі ADEM CAPP (рисунок 2.5).

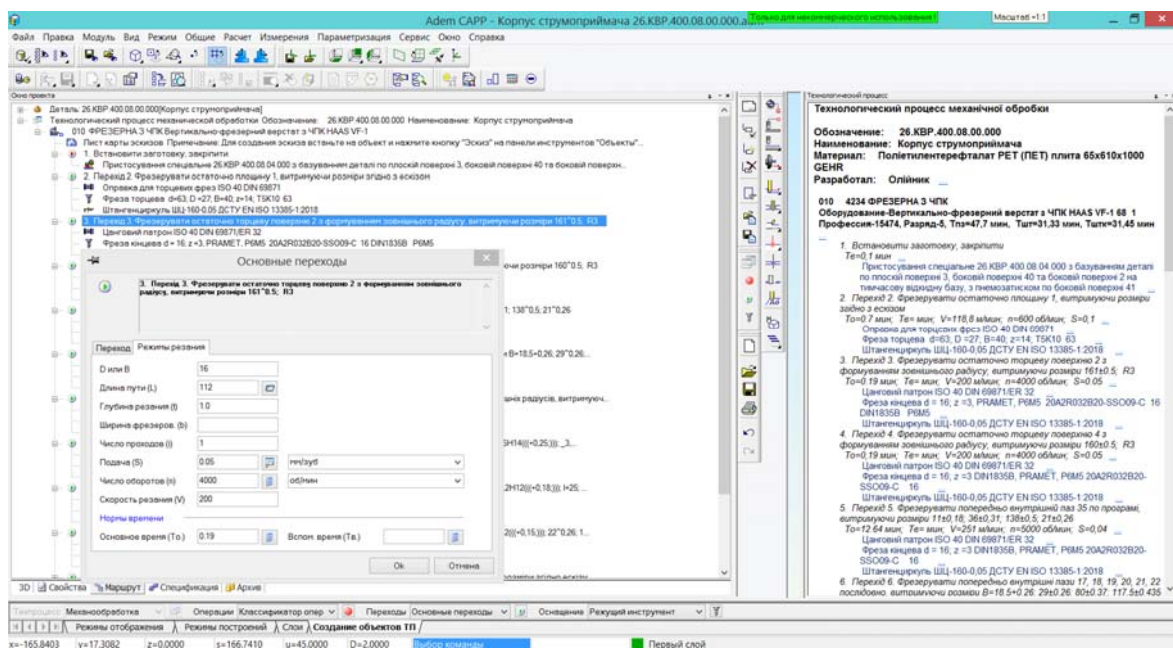


Рисунок 2.5 – Діалогове вікно «Вибір режимів різання»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Результати розрахунків режимів різання для всіх операцій зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	S _z , мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005 Фрезерна з ЧПК										
Перехід 2										
Фрезерувати остаточно площину 3, в розмір 62,5±0,37	2,5	295	2	60	S _z 0,1	600	118,8	840	0,7	0,26
Перехід 3										
Фрезерувати остаточно бокову сторону 40, в розмір 71±0,37	1,0	167,9	1	45	S _z 0,05	4000	200	600	0,28	0,38
Перехід 4										
Фрезерувати остаточно бокову сторону 41, в розмір 70±0,37	1,0	167,9	1	45	S _z 0,05	4000	200	600	0,28	0,38
Операція 010 Фрезерна з ЧПК										
Перехід 2										
Фрезерувати остаточно площину 1, в розміри 62,5±0,37	2,5	295	2	60	S _z 0,1	600	118,8	840	0,7	0,26
Перехід 3										
Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 2 з формуванням зовнішнього радіусу, в розміри 161±0,5; R3	1,0	112	1	45	S _z 0,05	4000	200	600	0,19	0,38
Перехід 4										
Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 4 з формуванням зовнішнього радіусу, в розміри 160±0,5; R3	1,0	112	1	45	S _z 0,05	4000	200	600	0,19	0,38

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 5										
Фрезерувати попередньо внутрішній паз 35 по програмі, в розміри 11±0,18; 36±0,31; 138±0,5; 21±0,26	2,5	474	16	45	Sz 0,04	5000	251	600	12,64	0,23
Перехід 6										
Фрезерувати попередньо внутрішні пази 17, 18, 19, 20, 21, 22 послідовно, в розміри B=18,5±0,26; 29±0,26; 80±0,37; 117,5±0,435	2,5	182	16	45	Sz 0,04	5000	251	600	4,85	0,23
Перехід 7										
Фрезерувати остаточно внутрішній паз 35 та внутрішні пази 17, 18, 19 з формуванням внутрішніх радіусів, в розміри R3; 10±0,18; 38±0,31; 140±0,5; 20±0,26; B=20,5±0,26; 30±0,26; 80±0,37; 117,5±0,435;	1,0	164	1	20	Sz 0,01	2400	45,2	72	2,28	0,03
Перехід 8										
Центрувати дев'ять отворів 5-8, 23-25, 36, 37 послідовно по програмі, в розміри Ø1,6 ^{+0,25} ; Ø3,35 ^{+0,3} ; 3,52 ^{+0,12} ; 5±0,15; 65±0,37; 150±0,5; 42,5±0,31; 80±0,37; 117,5±0,435; 138±0,5; 22±0,26	0,8	7	9	15	0,1	1000	12,56	100	0,63	0,18

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

26.КВР.400.08.00.000 ПЗ

Арк.

33

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 9										
Свердлити чотири отвори 5-8 під різь М5-7Н послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 4,2^{+0,18}$; $l=25$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$	2,1	29	4	20	0,12	3500	46,2	420	0,3	0,07
Перехід 10										
Свердлити два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, в розміри $\varnothing 6,3H12^{(+0,15)}$; $22\pm 0,26$; $138\pm 0,5$	3,15	27	2	40	0,13	2300	45,5	299	0,18	0,1
Перехід 11										
Свердлити три наскрізні отвори 23-25 під різь М8-7Н послідовно, в розміри $\varnothing 6,8^{+0,26}$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$	3,4	26	3	45	0,18	2200	47	396	0,2	0,4
Перехід 12										
Зенкувати чотири фаски 9-12 в отворах 5-8 послідовно, в розміри $\varnothing 7\times 90^\circ$	1,43	1,43	4	45	0,1	600	22,6	60	0,1	0,15
Перехід 13										
Зенкувати три фаски 26-28 в отворах 23-25 послідовно, в розміри $\varnothing 10\times 90^\circ$	1,68	1,68	3	50	0,12	470	23,6	56,4	0,09	0,22
Перехід 14										
Нарізати різь 13-16 в чотирьох отворах послідовно, в розміри М5-7Н; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $l=25$	0,8	54,4	4	15	0,8	350	5,9	280	0,78	0,05

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 15										
Нарізати різь 29-31 в трьох отворах послідовно, в розміри М8-7Н; 42,5±0,31; 80±0,37; 117,5±0,435	1,08	44	3	15	1,25	300	7,5	375	0,12	0,05
Перехід 16										
Розвернути два наскрізні отвори 36-37 послідовно, витримуючи розміри $\varnothing 6,5H7^{+0,015}$; 138±0,5; 22±0,26	0,1	28	2	20	0,2	320	9	64	1,97	-
Операція 015 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2										
Центрувати отвір 32, витримуючи розміри, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; 3,9 ^{+0,12}	1	10,9	1	15	0,05	355	11,15	19	0,57	0,18
Перехід 3										
Свердлити отвір 32, витримуючи розміри $\varnothing 10^{+0,36}$; 35±0,31; 30±0,26	5	15,3	1		0,15	500	15,7	75	0,20	0,16
Перехід 4										
Розсвердлити отвір 32, витримуючи розміри $\varnothing 17,5^{+0,53}$ під різь М20-7Н; 35±0,31; 30±0,26	3,75	20,4	1		0,18	250	13,7	45	0,45	0,35
Перехід 5										
Зенкувати внутрішню фаску 33, витримуючи розмір $\varnothing 22 \times 90^\circ$	2,25	6,25	1		0,05	180	14,13	9	0,7	0,2

2. Штучно-калькуляційний час визначаємо за наближеною формулою:

$$T_{шт.к} = \Psi_k \cdot (T_o + T_{доп.уст.}), \quad (2.1)$$

де Ψ_k – коефіцієнт штучного часу.

3. Час на установку і зняття деталі [6] С.396, дод. 122: $T_{доп.уст.} = 0,1$ хв.

Для фрезерних верстатів з ЧПК: $\Psi_k = 1,84$ [6] С. 274, дод. 12.

$$T_{шт.к005} = 1,84 \cdot (1,26 + 0,1) = 2,5 \text{ хв.}$$

Операція 015 Свердлильна з ЧПК.

1. Основний час сумарний згідно [табл. 2.4]: $T_o = 2,14$ хв.

2. Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (2.1).

Для свердлильних верстатів з ЧПК: $\Psi_k = 1,75$ [6] С. 274, дод. 12.

3. Час на установку і зняття деталі [6] С.396, дод. 122: $T_{доп.уст.} = 0,1$ хв.

$$T_{шт.к.015} = 1,75 \cdot (2,14 + 0,1) = 3,92 \text{ хв.}$$

Операція 020 Свердлильна з ЧПК.

1. Основний час сумарний згідно [табл. 2.4]: $T_o = 1,65$ хв.

2. Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (2.1).

Для свердлильних верстатів з ЧПК: $\Psi_k = 1,75$ [6] С. 274, дод. 12.

3. Час на установку і зняття деталі [6] С.396, дод. 122: $T_{доп.уст.} = 0,1$ хв.

$$T_{шт.к.020} = 1,75 \cdot (1,65 + 0,1) = 3,06 \text{ хв.}$$

Оформляємо зведену таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	T_o , хв	Допоміжний час, T_d хв			$T_{оп.}$, хв	$T_{ца.}$, хв	Час обслуговування, $T_{об.}$ хв			$T_{шт.}$, хв.	$T_{пз.}$, хв.	п, шт	$T_{шт.к.}$, хв
		T_v	$T_{пер.}$	$T_{вим.}$			$T_{тех.об.}$	$T_{орг.об.}$	$T_{відп.}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14
005 Фрезер-на з ЧПК	1,26	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	383	2,5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

3 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Пристосування 26.КВР.400.08.04.000 спроектоване для закріплення деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 під час обробки на 010 операції – фрезерній з ЧПК на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК НААС VF-1 з максимальним доступом до оброблюваних поверхонь з верхньої сторони.

Деталь базується в пристосуванні по площині 3 на опорні пластини поз. 28, боковою поверхнею 40 в упор поз. 27 та по боковій поверхні 4 на тимчасову відкидну базу – упор тимчасовий клиновий поз. 3, затиск здійснюється за допомогою рухомого штовхача поз. 14 від пневмоциліндра по боковій поверхні 41.

Пристосування складається з наступних елементів: зварного корпуса поз. 1, в нижньому торці якого виконано два пази для закріплення пристосування до стола верстата та прикріплені двома гвинтами поз. 32 дві напрямні шпонки поз. 49. З лівої сторони корпуса поз. 1 встановлено горизонтальний пневмоциліндр із гільзою поз. 7, поршнем поз. 2 та штоком поз. 11. На вільній стороні останнього встановлено центруючий клин поз. 22, більший кут якого використовується для швидкого підводу, а менший для затиску. Клин є у взаємодії із плунжером поз. 24 та втулкою поз. 18. До плунжера поз. 24 із торцевої сторони дотикається під дією пружини розтягу поз. 16 гвинт установочний поз. 40, що загвинчений у важіль поз. 12, який має можливість повертання навколо вісі поз. 19. На верхній стороні важеля поз. 12 виконано сферичну поверхню, яка є у взаємодії із внутрішнім пазом штовхача поз. 14, що має можливість зворотно-поступального руху в пазах двох напрямних поз. 13. З протилежної сторони штовхача поз. 14 встановлено упор поз. 27. По центру верхньої плити корпуса поз. 1 прикріплено гвинтами поз. 36 та штифтами поз. 51

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дві опорні пластини поз. 28, а також праворуч прикріплено гвинтами поз. 34 упор тимчасовий клиновий поз. 3.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: деталь встановлюють плоскою поверхнею 3 на опорні пластини поз. 28 з упором боковою поверхнею 40 в упор поз. 27 та орієнтують по боковій поверхні 4 на упор тимчасовий клиновий поз. 3, який після встановлення та закріплення заготовки в пристосуванні опускається при повертанні рукоятки за годинниковою стрілкою за допомогою клинового механізму та дозволяє проводити оброблення поверхні. Після цього через систему управління вмикають подачу повітря у ліву частину гільзи поз. 7 пневмоциліндра, за рахунок чого відбувається переміщення поршня поз. 2 із штоком поз. 11 вправо. Останній через клин поз. 22 переміщує плунжер поз. 24, який через установочний гвинт поз. 40 повертає важіль поз. 12 навколо вісі поз. 19, при цьому важіль поз. 12 переміщує штовхач поз. 14 до деталі, тим самим закріплюючи її в пристрої. Після завершення циклу обробки за допомогою системи управління повітря подається в праву частину гільзи поз. 7 пневмоциліндра. Поршень поз. 2 із штоком поз. 11 та клином поз. 22 переміщується вліво. За допомогою пружини поз. 16 плунжер поз. 24 переміщується до центру пристрою, а важіль поз. 12 повертається, відводячи штовхач поз. 14 від центра пристрою, звільняючи деталь. Перед встановленням наступної деталі оператор повертає рукоятку тимчасового упора поз. 3 проти годинникової стрілки і під дією пружини упор підіймається. Обробку наступної деталі здійснюють аналогічно до попередньої.

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

Деталь “Корпус струмоприймача” 26.КВР.400.08.00.000 базується в пристосуванні по площині 3 на опорні пластини поз. 28, боковою поверхнею 40 в упор поз. 27 та по боковій поверхні 4 на тимчасову відкидну базу – упор тимчасовий клиновий поз. 3, затиск здійснюється за допомогою рухомого штовхача поз. 14 від пневмоциліндра по боковій поверхні 41.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

Схема базування має такий вигляд:

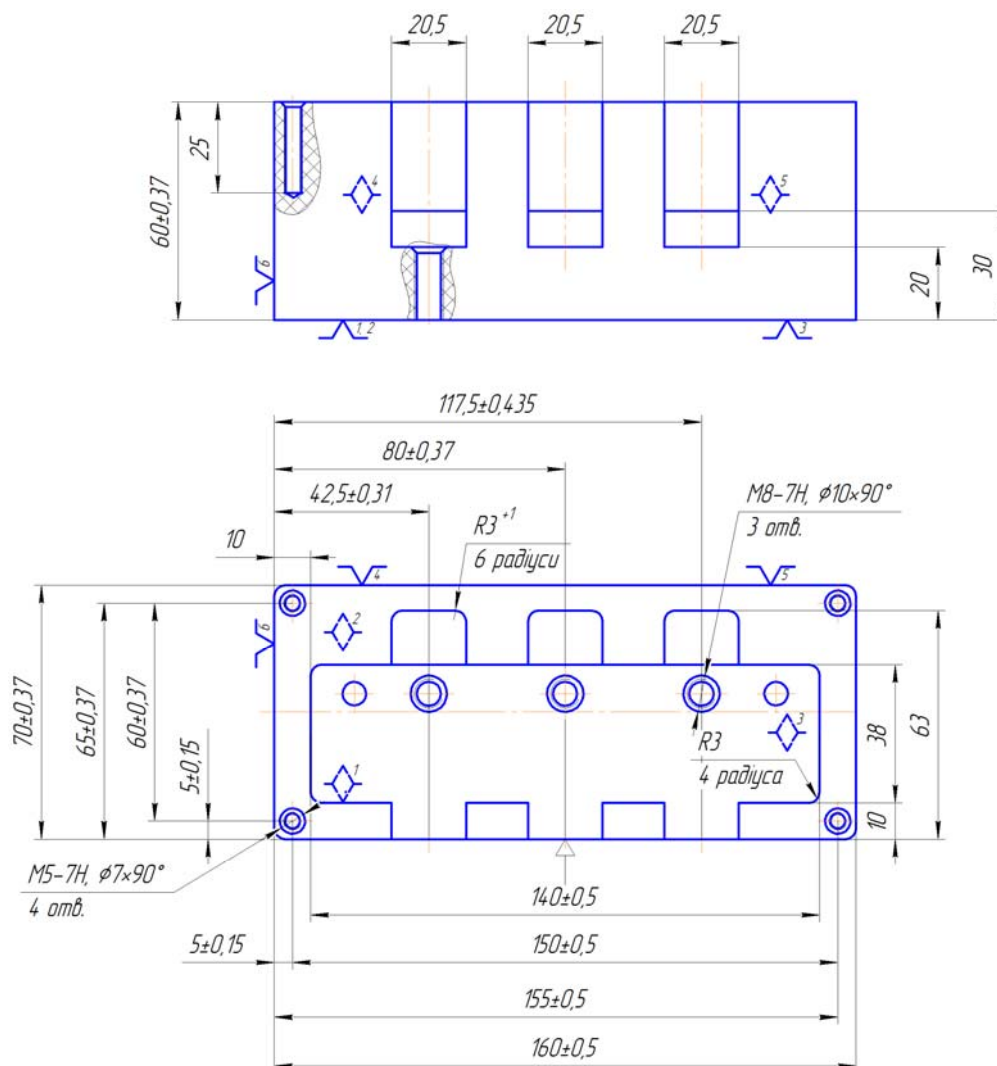


Рисунок 3.1 – Схема базування деталі “Корпус струмоприймача” 26.КВР.400.08.00.000 в пристосуванні 26.КВР.400.08.04.000

Дві бази позбавляють заготовку трьох ступенів вільності (точки 1, 2, 3) – опорна база; упор позбавляє двох ступенів вільності (точки 4, 5) – напрямна база. Упор тимчасовий клиновий в торець позбавляє одного ступеня вільності (точка 6) – опорна база.

Похибка установки заготовки в пристосуванні обчислюється за формулою:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_6^2 + \Delta \varepsilon_3^2 + \Delta \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (3.1)$$

де $\Delta \varepsilon_6$ – похибка базування;

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$\Delta\epsilon_3$ – похибка закріплення, яка виникає при затиску;

$\Delta\epsilon_{пр}$ – похибка пристосування, пов'язана з виготовленням пристосування.

Для виконання точності розмірів в даному пристосуванні і на даній операції необхідно, щоб виконувалась наступна умова:

$$\Delta\epsilon_y \leq \Delta\epsilon_{у.доп.} \quad (3.2)$$

де $\Delta\epsilon_{у.доп.}$ – допустима похибка установки при виконанні даного розміру на даному обладнанні.

Тобто, похибка установки розраховується для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

Похибки базування на розміри, які отримуються фрезеруванням та свердлінням отворів $60\pm 0,37$; $42,5\pm 0,31$; $160\pm 0,5$; $70\pm 0,37$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; $5\pm 0,15$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$ становлять нуль $\epsilon_6 = 0$ внаслідок того, що в пристосуванні реалізовано принцип суміщення конструкторських і технологічних баз.

Точність діаметральних розмірів $\varnothing 6,5H7^{+0,015}$ витримуються за рахунок інструментів на верстаті з ЧПК – свердла та розвертки, відповідно похибка базування на цей розмір буде дорівнювати нулю, тобто $\Delta\epsilon_6 = 0$.

Похибка закріплення, що виникатиме через зміщення технологічної бази при прикладанні сили Q вибираємо по [6] С.299, дод. 53. При установці заготовки в затискне пристосування із пневмозатиском чисто обробленими поверхнями із найбільшим поперечним розміром до 180 мм похибка закріплення складе $\Delta\epsilon_3 = 70$ мкм.

Похибка пристосування $\epsilon_{пр}$ виникає за рахунок похибок виготовлення та похибок зношення опорних елементів пристосування. Для середньої точності пристосувань приймаємо: $\Delta\epsilon_{пр} = 10$ мкм згідно літератури [6] С.51.

Підставивши отримані дані у формулу (3.1), отримаємо:

$$\Delta\epsilon_y = \sqrt{0^2 + 70^2 + 10^2} = 70,7 \text{ мкм.}$$

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Допустима похибка установки $\Delta\varepsilon_{у.доп.}$ при виконанні розмірів М5-7Н розміщення отворів $5\pm 0,15$ буде дорівнювати допуску на їх розміщення:

$$\Delta\varepsilon_{у.доп.} = 300 \text{ мкм.}$$

Отже, $\Delta\varepsilon_y = 70,7 \text{ мкм} < \Delta\varepsilon_{у.доп.} = 300 \text{ мкм.}$, відповідно обробка можлива із заданою точністю.

3.3 Розрахунок зусиль затиску

Згідно раніше отриманих даних [п. 2.2.3] табл. 2.4 в зведеній таблиці режимів різання для 010 операції зазначено, що найбільша потужність різання витрачається при фрезеруванні площини торцевою фрезою, а саме: $N = 0,61 \text{ кВт}$; $V = 118,8 \text{ м/хв.}$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{V}, \quad (3.3)$$

$$P_z = \frac{0,61 \cdot 1020 \cdot 60}{118,8} = 314,24 \text{ Н.}$$

Представимо схему взаємодії сил різання та сил затиску на оброблювану деталь згідно [11] С.37:

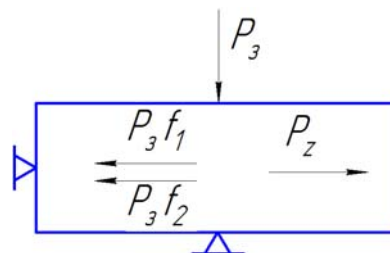


Рисунок 3.2 – Схема взаємодії сили різання та сили затиску на оброблювану деталь

Розглянемо дію сили різання та сили затиску на оброблювану деталь (рис. 3.2): заготовка базується на установочні елементи пристосування і

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

притискається до них силою затиску Q , а сила різання P_z діє в перпендикулярному напрямку. Силі різання P_z протидіють сили тертя T між опорною поверхнею пристосування і нижньою базовою поверхнею деталі, а також між поверхнею деталі та поверхнею затиску. Величина сили затиску визначається з рівняння:

$$P_3 f_1 + P_3 f_2 = k \cdot P_z, \quad (3.4)$$

Звідки:

$$P_3 = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2}, \quad (3.5)$$

де f_1, f_2 – коефіцієнти тертя заготовок в місцях затиску і на опорах відповідно. Приймаємо для $f_1 = 0,15; f_2 = 0,15$ згідно [11] С.35;

k – коефіцієнт запасу [6] С.131:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.6)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1,5$ згідно [6] С.131;

k_1 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, при встановленні по чистових базах $k_1 = 1,6$ згідно [6] С.131;

k_2 – коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту $k_2 = 1,7$ згідно [6] С.132, табл. 3.2;

k_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили різання при приривчастому фрезеруванні $k_3 = 1,0$ згідно [6] С.132;

k_4 – коефіцієнт запасу, який враховує тип приводу. Для превмоприводу $k_4 = 1,0$ згідно [6] С.132;

k_5 – коефіцієнт запасу, який враховує зручність керування приводом. Для пневмоприводу $k_5 = 1,0$ згідно [6] С.132;

k_6 – коефіцієнт запасу, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку. При установці на площину $k_6 = 1,2$ згідно [6] С.133.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$k=1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 4,9$$

$$P_3 = \frac{4,9 \cdot 314,24}{0,15 + 0,15} = 5133 \text{ Н.}$$

Затиск деталі здійснюється важільно-клиновим механізмом.

Розрахункова схема важільного механізму має такий вигляд:

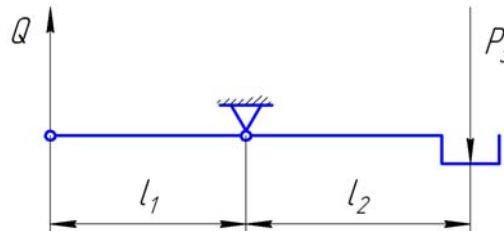


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема важільного механізму

Звідки сила на клині визначається за формулою:

$$Q = \frac{P_3 \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta}, \quad (3.7)$$

де $\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії, який враховує втрати на тертя в опорі [6] С.133.

Конструктивно приймаємо: $l_1 = 47$ мм, $l_2 = 68$ мм.

$$Q = \frac{5133 \cdot 68}{47 \cdot 0,85} = 8737 \text{ Н.}$$

Важіль приводиться в рух від пневмоциліндра через клиновий підсилювач.

Визначаємо зусилля на штоці пневмоциліндра за формулою:

$$P_{ш} = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)] \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (3.8)$$

де α – кут клина. Конструктивно $2\alpha = 15^\circ$; $\alpha = 7,5^\circ$;

$\operatorname{tg}\varphi_1$ – кут тертя між клином і корпусом $\operatorname{tg}\varphi_1 = f_1 = 0,1 \dots 0,15$; Приймаємо

$\operatorname{tg}\varphi_1 = 0,1$.

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт, який враховує втрати тертя в клиновому механізмі.

$$P_{\text{ц}} = 8738 \cdot [0,14 + 0,1] \cdot \frac{1}{0,85} = 2467 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{ц}}}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.9)$$

де $p = 0,4$ МПа – тиск повітря в магістралі [6] С.143, табл. 3.3;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії приводу [6] С.143, табл. 3.3.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2467}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 96 \text{ мм.}$$

По стандарту приймаємо діаметр циліндра $D_{\text{ц}} = 100$ мм.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \cdot S_{\text{буд}}, \quad (4.1)$$

де $V_{\text{буд}}$ – вартість будівлі, грн;

$C_{\text{буд}} = 1800$ грн/м² на рік – орендна плата за 1м² будівлі. Згідно додатку [12], дод. А;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м².

Розрахунок виробничої площі будівлі $S_{\text{буд}}$ проводиться за формулою:

$$S_{\text{буд.}} = S_{\text{верст.}} \cdot M_{\text{пр.}} \cdot \gamma, \quad (4.2)$$

де $S_{\text{верст.}}$ – площа верстата, в м² по габаритах;

$M_{\text{пр.}}$ – прийнята кількість обладнання;

$\gamma = 2,5$ – коефіцієнт, що враховує додаткову площу.

Розрахунок необхідної кількості обладнання визначаємо по видах обладнання:

$$M_{\text{р.}} = \frac{T_{\text{шт.}} \cdot N_{\text{річн.}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60 \cdot K_{\text{в}}}, \quad (4.3)$$

де $T_{\text{шт.}}$ – норма штучного часу на операції, хв;

$\Phi_{\text{д}} = 4000$ год. – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$N_{\text{річн.}} = 20000$ шт. – річний випуск виробів (згідно завдання);

$K_{\text{в}} = 1,0$ – коефіцієнт виконання норм.

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

На ділянці встановлено наступне технологічне обладнання з габаритними розмірами (l×b), мм:

- Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-1 – 2,25 × 2,0;
- Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2 – 1,8×2,17.

$$M_{p005} = \frac{2,5 \cdot 20000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,21. \text{ Приймаємо } P_{005} = 1 \text{ верст.};$$

$$M_{p010} = \frac{31,45 \cdot 20000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 2,62. \text{ Приймаємо } P_{010} = 3 \text{ верст.};$$

$$M_{p015} = \frac{3,92 \cdot 20000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,33. \text{ Приймаємо } P_{015} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{p020} = \frac{3,06 \cdot 20000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,26. \text{ Приймаємо } P_{020} = 1 \text{ верст.}$$

$$S_{\text{буд.}} = (4,5 \cdot 4 \cdot 2,5) + (3,91 \cdot 2 \cdot 2,5) = 45 + 19,55 = 64,55 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{\text{буд.}} = 65 \text{ м}^2$.

Тоді річна вартість будівель буде складати:

$$V_{\text{буд.}} = 1800 \cdot 65 = 117000 \text{ грн.}$$

2) Обладнання, необхідне для виробництва запроєктованого виробу, може бути придбане (на первинному чи вторинному ринку) або взяте в оренду. В нашому випадку обладнання придбане на вторинному ринку.

Вартість придбаного обладнання із врахуванням витрат на його доставку (15% від його вартості) та монтаж (20% від його вартості) розраховується за формулою:

$$V_{\text{обл.}} = \sum_{i=1}^m (C_{\text{обл.}i} \cdot N_i) \cdot 1,35, \quad (4.4)$$

де $C_{\text{обл.}i}$ – вартість одиниці і-того виду обладнання, грн.;

N – кількість одиниць і-того виду обладнання.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Результати розрахунку витрат на придбання та монтаж технологічного обладнання заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

№ з/п	Найменування обладнання та устаткування	Кількість одиниць, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
1	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-1	4	300000	1200000	1620000
2	Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2	2	132000	264000	356400
	Всього:	6	432000	1464000	1976400

Отже, на виробництві з виготовлення деталі Корпус струмоприймача потрібно 6 шт. обладнання загальною вартістю 1976400 грн.

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому втрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \cdot 0,02 \cdot 1,1, \quad (4.5)$$

$$V_{\text{інстр}} = 1976400 \cdot 0,02 \cdot 1,1 = 43480,8 \text{ грн.}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому втрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \cdot 0,03 \cdot 1,1, \quad (4.6)$$

$$V_{\text{інв}} = 1976400 \cdot 0,03 \cdot 1,1 = 65221,2 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ПІ = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} , \quad (4.7)$$

$$ПІ = 117000 + 1976400 + 43480,8 + 65221,2 = 2202102 \text{ грн.}$$

4) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \cdot H_a}{100} , \quad (4.8)$$

де $S_{\text{бал}}$ – балансова вартість основних фондів, грн. (приймається величина вартості основних фондів, що розрахована за формулами (4.4) – (4.6). Амортизація будівель не розраховується, оскільки її сплачує орендодавець); H_a – норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів, згідно з Законом України «Про оподаткування прибутку підприємства» на момент проведення розрахунку. Станом на 2026 р. норма амортизації для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладдя – 25%, інвентарю – 25%).
Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
1	Будівлі	117000	–
2	Обладнання	1976400	395280
3	Інструменти та приладдя	43480,8	10870,2
4	Інвентар	65221,2	16305,3
	Всього:	2202102	422455,5

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

Проведемо розрахунок статей калькуляції собівартості продукції:

1) Витрати матеріалу на одиницю продукції визначаємо за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \cdot C_{mi}) \cdot K_{тр} , \quad (4.9)$$

де m – кількість видів матеріалів, які використовуються для виробництва одиниці продукції;

H_{mi} – норма витрат i -того виду матеріалу, натур. од.;

C_{mi} – ціна придбання i -того виду матеріалу, грн. од. Згідно проведених раніше розрахунків [п. 1.4] вартість заготовки становить 879,16 грн.

$K_{тр} = 1,04$ – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймаємо в розмірі 4% від вартості матеріалів).

$$B_M = 879,16 \cdot 1,04 = 914,33 \text{ грн.}$$

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства.

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.z.pl}$): для розрахунку заробітної плати працівників підприємства найчастіше застосовують дві основні форми оплати праці – відрядну і погодинну.

При відрядній формі визначаємо відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{t_{шт.} \cdot C_r}{60} , \quad (4.10)$$

де $t_{шт}$ – час виконання однієї операції, хв.;

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. [12] дод. А);

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт., хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка (C_r), грн.	Відрядна розцінка ($P_{відр}$), грн.
1	005 Фрезерна з ЧПК	2,5	V	220	9,17
2	010 Фрезерна з ЧПК	31,45	V	220	115,32
3	015 Свердлильна з ЧПК	3,92	IV	180	11,76
4	020 Свердлильна з ЧПК	3,06	IV	180	9,18
	Разом:	40,93			145,43

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{дод.з.пл.}$): приймаємо в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховуються за формулою:

$$V_{дод.з.пл.} = \sum_{i=1}^n P_{від} \cdot 0,11, \quad (4.11)$$

де $P_{відр.}$ – відрядна розцінка по i -тій операції, грн.;
 n – кількість операцій.

$$V_{дод.з.пл.} = 145,43 \cdot 0,11 = 16 \text{ грн.}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{в.с.з.}$):

$$C_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{від.і} + V_{дод.з.пл.} \right), \quad (4.12)$$

де α – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймається 22% станом на 2026 р.).

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \cdot (145,43 + 16) = 35,51 \text{ грн.}$$

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховують за формулою:

$$B_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.13)$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання, % (приймаємо 210%).

$$B_{\text{уео}} = \frac{210}{100} \cdot (145,43 + 16) = 339 \text{ грн.}$$

7) Витрати за статтею «Загальновиробничі витрати» розраховуються за формулою:

$$B_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.14)$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ – відсоток загальновиробничих витрат (приймаємо 180%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{180}{100} \cdot (145,43 + 16) = 290,6 \text{ грн.}$$

8) Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6:

$$S_{\text{вир}} = B_{\text{м}} + \sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}} + B_{\text{уео}} + B_{\text{зв}}, \quad (4.15)$$

$$S_{\text{вир}} = 897,16 + 145,43 + 16 + 35,51 + 339 + 290,6 = 1705,7 \text{ грн.}$$

Визначаємо повну собівартість одиниці продукції за формулою:

$$S_{\text{пов}} = S_{\text{вир}} + \frac{\alpha_{\text{ав}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.16)$$

де $\alpha_{\text{ав}}$ – відсоток позавиробничих витрат (приймаємо 12% за даними базового підприємства).

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$S_{\text{пов}} = 1705,7 + \frac{12}{100} \cdot (145,43 + 16) = 1725,07 \text{ грн.}$$

Розрахунки оформляємо у вигляді таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Калькуляція собівартості виробу

№ з/п	Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1	Витрати матеріалів	879,16
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	145,43
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	16
4	Відрахування на соціальні заходи	35,51
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	339
6	Загальновиробничі витрати	290,6
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>		1705,7
7	Позавиробничі витрати	19,37
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>		1725,07
8	– змінні (сума 1-4) $V_{\text{зм.од}}$	1076,1
9	– умовно-постійні (сума 5-7) $V_{\text{уп.од}}$	648,97

9) Ціна одиниці продукції розраховується за формулою:

$$Ц_{\text{од.пр.}} = S_{\text{пов}} \cdot \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100}, \quad (4.17)$$

де $\alpha_{\text{пр}}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

$$Ц_{\text{од.пр.}} = 1725,07 \cdot \frac{100 + 25}{100} = 2156,34 \text{ грн.}$$

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\Pi_p = (\Pi_{\text{од.пр.}} - S_{\text{пов}}) \cdot Q, \quad (4.18)$$

де Π_p – річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{\text{од.пр.}}$ = 2156,34 грн. – ціна одиниці продукції;

$S_{\text{пов}}$ = 1725,07 грн. – собівартість одиниці продукції;

Q = 20000 шт. – річний випуск виробів.

$$\Pi_p = (2156,34 - 1725,07) \cdot 20000 = 8625400 \text{ грн.}$$

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП}_t = \Pi_p - \Pi_p \cdot \frac{\Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (4.19)$$

де ЧП – чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{\text{п}}$ – ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства на момент розрахунку, станом на 2026 р. – 18%).

$$\text{ЧП}_t = 8625400 - 8625400 \cdot \frac{18}{100} = 7072828 \text{ грн.}$$

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{\text{пов.в}} = S_{\text{пов}} \cdot Q, \quad (4.20)$$

$$S_{\text{пов.в}} = 1725,07 \cdot 20000 = 34501400 \text{ грн.}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$P_{\pi} = \frac{ЧП_t}{S_{\text{пов.қ}}} \cdot 100\%, \quad (4.21)$$

де P_{π} – рентабельність продукції, %;

$S_{\text{пов.қ}}$ – собівартість всього виробництва.

$$P_{\pi} = \frac{7072828}{34501400} \cdot 100\% = 20,5 \%$$

Визначаємо критичний обсяг реалізації (точку беззбитковості) за формулою:

$$Q_{\text{кр}} = \frac{B_{\text{уп.од}} \cdot Q}{\Pi_{\text{од.пр.}} - B_{\text{зм.од}}}, \quad (4.22)$$

де $B_{\text{уп.од}} = 648,97$ грн. – умовно-постійні витрати [табл. 4.4];

$B_{\text{зм.од}} = 1076,1$ грн. – змінні витрати [табл. 4.4];

$\Pi_{\text{од.пр.}} = 2156,34$ грн. – ціна одиниці продукції;

$$Q_{\text{кр}} = \frac{648,97 \cdot 20000}{2156,34 - 1076,1} = \frac{12979400}{1080,24} = 12015.$$

$$Q_{\text{кр.в}} = \Pi_{\text{од.пр.}} \cdot Q_{\text{кр}}, \quad (4.23)$$

$$Q_{\text{кр.в.}} = 2156,34 \cdot 12015 = 25908425,1 \text{ грн.}$$

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій. Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$ГП_t = ЧП_t + A_t, \quad (4.24)$$

де $ЧП_t$ – сума чистих грошових надходжень у t-тому році, грн..;

A_t – величина амортизаційних відрахувань у t-тому році, грн. [табл. 4.2].

$$ГП_t = 7072828 + 422455,5 = 7495283,5 \text{ грн.}$$

Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{П}, \quad (4.25)$$

де ЧТВ – чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ – теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$\text{ТВ} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ГП}_t}{(1+r)^t}, \quad (4.26)$$

де ГП_t – грошовий потік, який очікується у t -му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ – коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків

(дисконтний множник);

r – норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ($r = 0,1-0,2$);

t – кількість років інвестування, $t = 1, 2, \dots, n$.

$$\text{ТВ} = \frac{7495283,5}{(1+0,1)^1} = 6813894,1 \text{ грн.}$$

$$\text{ЧТВ} = 6813894,1 - 2202102 = 4611792,1 \text{ грн.}$$

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$\text{ІП} = \frac{\text{ТВ}}{\text{П}}, \quad (4.27)$$

де ІП – індекс прибутковості інвестицій.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$\Pi = \frac{6813894,1}{2202102} = 3,1.$$

Дисконтований термін окупності інвестицій ($T_{\text{ок.диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{\text{ок.диск}} = \frac{\Pi}{\text{ГП}_{\text{диск}}}, \quad (4.28)$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ – середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{\text{ТВ}}{t}, \quad (4.29)$$

де t – кількість років інвестування.

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{6813894,1}{1} = 6813894,1 \text{ грн.};$$

$$T_{\text{ок.диск}} = \frac{2202102}{6813894,1} = 0,32 \text{ роки.}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	2	3	4
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	20000
2	Собівартість виробу	грн./од.	1725,07
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	2156,34
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	2202102
5	Чистий прибуток	грн.	7072828
6	Рентабельність виробу	%	20,5

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
7	Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	12015
		грн.	25908425,1
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	4611792,1
9	Індекс прибутковості	–	3,1
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	роки	0,32

Для виробництва деталі «Корпус струмоприймача» з річною програмою випуску 20000 шт. прийнято 6 верстатів, загальна сума основних фондів становить 2202102 грн. Для розміщення обладнання потрібно 65 м² виробничої площі.

Також про економічну ефективність випуску деталі «Корпус струмоприймача» свідчать наступні показники:

- чистий прибуток від реалізації проекту становить 7072828 грн., враховуючи податок на прибуток;
- собівартість всього виробництва дорівнює 34501400 грн.;
- розрахована рентабельність продукції – 20,5%;
- беззбитковий обсяг виробництва становить 12015 деталі сумою 25908425,1 грн.;
- дисконтований термін окупності інвестицій дорівнює 0,32 роки.

Отже, виходячи з наведених показників, можна стверджувати, що виробництво з виготовлення деталі «Корпус струмоприймача» з річною програмою випуску 20000 шт. є доцільним та прибутковим проектом.

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці

Виготовлення деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 здійснюється на механічній дільниці, площею 65 м², машинобудівного підприємства, оснащеної металорізальними верстатами з числовим програмним керуванням, а саме: вертикально-фрезерними верстатами з ЧПК НААС VF-1 (4 шт.), свердлильними верстатами з ЧПК мод. 2P135Ф2 (2 шт.), контрольно-вимірювальними засобами та допоміжним оснащенням. Основними технологічними операціями є фрезерування площин, внутрішніх поверхонь, пазів, свердління, розсвердлювання, нарізання різі та контроль геометричних параметрів деталі.

Матеріалом заготовки є поліетилентерефталат (ПЕТ), механічна обробка якого супроводжується утворенням стружки та дрібнодисперсного пилу. У процесі роботи працівник може зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

До основних небезпечних виробничих факторів належать:

- рухомі частини верстатів і механізмів;
- обертовий різальний інструмент;
- можливість травмування стружкою та частинами інструменту при його руйнуванні;
- електричний струм при пошкодженні електрообладнання;
- можливість падіння заготовок, пристроїв та інструменту.

До шкідливих виробничих факторів належать:

- підвищений рівень шуму під час роботи обладнання;
- локальна вібрація;
- утворення полімерного пилу та дрібної стружки при обробці ПЕТ;

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

– напруження зорового аналізатора під час виконання контрольних операцій;

– статичне навантаження на працівника при тривалому перебуванні в робочій позі.

Для забезпечення безпечних умов праці виробнича дільниця обладнана загальнообмінною та місцевою витяжною вентиляцією, системою штучного освітлення, захисними огороженнями рухомих частин обладнання та засобами пожежогасіння. Робочі місця відповідають вимогам ергономіки та забезпечують безпечне виконання технологічних операцій.

Умови праці на дільниці відповідають нормативним та відносяться до категорії допустимих. На кожному робочому місці є інструкція з техніки безпеки та вся нормативна документація.

Всі робочі місця на дільниці атестовані.

Кліматичні умови на ділянці згідно до ДСН 3.3.6.042-99 [13]:

- температура повітря $t = (20..25)^\circ \text{C}$;
- відносна вологість повітря $\Theta = (45..60) \%$;
- швидкість руху повітря $V = 0,2 \text{ м/с}$ в холодний період року;
- швидкість руху повітря $V = 0,3 \text{ м/с}$ в теплий період року;
- інтенсивність теплового опромінення від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлених установок 70 Вт/м^2 .

На дільниці з метою запобігання травматизму застосовується попереджувальне фарбування будівельних конструкцій та знаки безпеки (ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки).

На спроектованій дільниці передбачене природне (двостороннє бокове освітлення при ширині вікон 4,5 м, висоті підвіконника 1,5 м) та штучне комбіноване освітлення. Штучне освітлення передбачається як на даній ділянці так і у побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень у темний період доби. Загальне освітлення відповідає

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

вимогам (ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і становить $E_p = 300$ лк; евакуаційне освітлення $E_{св} = 0,5$ лк, аварійне освітлення $E_{ав.} = 2$ лк в середині приміщення, та $E_{ав.} = 1$ лк на території, охоронне освітлення $E = 0,5$ лк на рівні землі. Місцеве освітлення забезпечується світлодіодними лампами. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Працівники дільниці проходять вступний та первинний інструктажі з охорони праці, забезпечуються спеціальним одягом, захисними окулярами та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Виробнича дільниця механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» належить до приміщень, у яких використовуються електромеханічне обладнання, полімерні матеріали та допоміжні горючі речовини. Тому забезпечення пожежної безпеки є важливою складовою організації виробничого процесу.

Основним конструкційним матеріалом деталі є поліетилентерефталат (ПЕТ), який належить до горючих полімерних матеріалів. Під час механічної обробки утворюються стружка та пил, які за певних умов можуть сприяти поширенню горіння. Потенційними джерелами займання на виробничій дільниці можуть бути несправне електрообладнання, короткі замикання в електромережі, перегрів електродвигунів, порушення правил експлуатації верстатів та необережне поводження з відкритим вогнем.

Для забезпечення пожежної безпеки на виробничій дільниці виконуються такі вимоги:

- підтримується справний стан електрообладнання та електропроводки;
- своєчасно проводяться профілактичні огляди та ремонти електричних мереж;
- регулярно видаляється полімерна стружка та пил з робочих місць і обладнання;
- не допускається захарашення евакуаційних проходів та виходів;
- забезпечується вільний доступ до первинних засобів пожежогасіння;

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

– проводяться інструктажі працівників з питань пожежної безпеки.

На ділянці на випадок пожежі передбачена евакуація людей через евакуаційні виходи, які розташовані розосереджено. Згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» спроектовано два евакуаційні виходи безпосередньо через коридор назовні.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта, на ділянці передбачені первинні засоби пожежогасіння. Згідно «Правил пожежної безпеки в Україні» на ділянці встановлений щит, до комплекту якого входять: ящик з піском місткістю 0,5 м³, який укомплектований совковою лопатою; протипожежні покривала, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, розміром 2 × 2 м – 2 шт.; вогнегасники: вуглекислотні типу ВВ-5 – 2 шт., порошкові типу ВПУ-2 – 1 шт., які ефективно застосовуються для гасіння електрообладнання, що перебуває під напругою; гаки – 3 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2 шт.

Для своєчасного виявлення ознак займання на ділянці передбачена пожежна сигналізація – електрична типу ЕПС променева. На даній ділянці встановлено неадресований пожежний сповіщувач [13].

Виконання вимог пожежної безпеки, належне утримання обладнання та своєчасне проведення профілактичних заходів забезпечують зниження ризику виникнення пожежі та створюють безпечні умови праці на виробничій ділянці.

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій дільниці

З метою підвищення рівня безпеки праці та зниження впливу шкідливих виробничих факторів на дільниці механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 пропонується впровадити комплекс організаційних та технічних заходів.

Для зменшення концентрації полімерного пилу та дрібної стружки в повітрі робочої зони доцільно застосовувати місцеві витяжні пристрої безпосередньо в зоні різання та регулярно проводити очищення робочих місць за допомогою промислових пилососів.

Зниження рівня шуму забезпечується використанням сучасного обладнання з покращеними шумовими характеристиками, своєчасним технічним обслуговуванням верстатів та застосуванням шумопоглинальних матеріалів у виробничих приміщеннях.

Для запобігання травмуванню працівників необхідно: використовувати справні захисні огороження верстатів; здійснювати блокування відкривання захисних кожухів під час роботи обладнання; проводити регулярний контроль технічного стану різального інструменту та пристроїв; забезпечити надійне закріплення заготовок перед початком обробки.

Для підвищення рівня електробезпеки обладнання повинно бути заземлене відповідно до вимог нормативної документації, а працівники повинні проходити періодичні інструктажі з безпечної експлуатації електрообладнання.

З метою профілактики професійних захворювань та зниження втомлюваності працівників рекомендується дотримуватися раціонального режиму праці та відпочинку, проводити періодичні медичні огляди персоналу та забезпечувати працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

Реалізація запропонованих заходів дозволить покращити умови праці, знизити рівень виробничого травматизму та підвищити ефективність роботи виробничої дільниці [14].

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус струмоприймача» 26.КВР.400.08.00.000 та виконано його техніко-економічне обґрунтування.

У ході роботи досліджено конструкцію та функціональне призначення деталі, виконано аналіз її технологічності та обґрунтовано вибір заготовки. Враховуючи особливості матеріалу деталі — поліетилентерефталату (PET), визначено найбільш раціональні методи механічної обробки та режими різання, що забезпечують отримання необхідної точності та якості поверхонь.

Розроблено маршрутний і операційний технологічні процеси, виконано вибір обладнання, різального інструменту та засобів контролю. Проведені розрахунки припусків, режимів різання та норм часу дозволили оцінити ефективність запропонованих технологічних рішень і забезпечити раціональне використання виробничих ресурсів.

Економічна оцінка показала доцільність застосування розробленого технологічного процесу та його відповідність вимогам сучасного виробництва. Запропоновані рішення сприяють зменшенню трудомісткості виготовлення деталі та забезпечують стабільну якість готової продукції.

У роботі також розглянуто питання охорони праці, пожежної безпеки та безпеки життєдіяльності. Запропоновано заходи щодо покращення умов праці та мінімізації впливу шкідливих виробничих факторів.

Результати виконаної роботи підтверджують можливість практичного використання розробленого технологічного процесу для виготовлення деталі «Корпус струмоприймача» в умовах машинобудівного підприємства.

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://santeks.com.ua/ua>
2. Добрянський С.С., Малафеев Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок: підручник. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 353 с.
3. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навчально-методичний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 148 с.
4. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б. , Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
5. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
6. Технологія машинобудування: Посібник-довідник для виконання кваліфікованих робіт: Навч. посібник І.І. Юрчишин. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 528с.
7. Ревнівцев М. П., Паршина Н. П. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навчальний посібник. К.: Видавництво А.С.К., 2006. 416 с.
8. <https://abplanalp.ua/verstat-frezernij-vertikalno-frezernij-haas-vf-1>
9. https://www.researchgate.net/publication/354925580_Surface_characteristics_investigation_of_3D-printed_PET-G_plates_during_CO2_laser_cutting
10. Приходько В.П., Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізацією «Комп'ютерне проектування верстатів, роботів і машин» / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові дані (1 файл: 22,0 Мбайт). – Київ :

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 211 с. – Назва з екрана. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22775>

11. Приходько В. П. Розроблення та розрахунок конструкцій верстатних пристроїв. Методичні матеріали до виконання курсового і дипломного проектів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Технології машинобудування» спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Приходько В.П.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,97 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 89 с. – Назва з екрана. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47783>

12. Кушак О.М. Методичні вказівки для виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 14 с.

13. Охорона праці та цивільний захист. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра освітніми програмами «Електронні мікро- і наносистеми та технології» та «Мікро- та наноелектроніка» спец. 153 «Мікро- та наносистемна техніка» ФЕЛ / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О.І. Полукаров, Н.Ф. Качинська. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 241 с. – Назва з екрана.

14. <https://pro-op.com.ua>

					<i>26.КВР.400.08.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ДОДАТКИ

					26.КВР.400.08.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.1.010

2

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
Б	Код, наименование оборудования					П	Д или В	Л	†	і	S	п	v	
Р						П	Д или В	Л	†	і	S	п	v	
T 01	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32													
02	РИ. Фреза кінцева d = 16; z =3 DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R0 32B20-SS009-C ø16													
03	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018													
P 04							16	112	1.0	1	0.05	4000	200	
05														
D 06	4. Перехід 4. Фрезерувати остаточно торцеву поверхню 4 з формуванням зовнішнього радіусу, витримуючи розміри 160±0.5;													
07	R3											0.19		
T 08	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32													
09	РИ. Фреза кінцева d = 16; z =3 DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R0 32B20-SS009-C ø16													
10	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018													
P 11							16	112	1.5	1	0.05	4000	200	
12														
D 13	5. Перехід 5. Фрезерувати попередньо внутрішній паз 35 по програмі, витримуючи розміри 11±0,18; 36±0,31; 138±0,5; 21±0,2 6													
14												12.64		
T 15	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32													
16	РИ. Фреза кінцева d = 16; z =3 DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R0 32B20-SS009-C ø16													
17	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018													

Только для неkomмерческого использования !

Документ розроблений з використанням САД/САМ/САРР системи АДЕМ.

Только для неkomмерческого использования !

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.1.010

3

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						П	Д или В	Л	†	і	S		п	у		
P 01							16		474		2,5	16		0,04	5000	251
02																
O 03					6. Перехід 6. Фрезерувати попередньо внутрішні пази 17, 18, 19, 20, 21, 22 послідовно, витримуючи розміри $B=18,5\pm0,26$;											
04					$29\pm0,26$; $80\pm0,37$; $117,5\pm0,435$											
T 05					ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32											
06					РИ. Фреза кінцева $d = 16$; $z = 3$ DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R0 32B20-SS009-C $\phi 16$											
07					СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018											
P 08							16		182		2,5	16		0,04	5000	251
09																
O 10					7. Перехід 7. Фрезерувати остаточно внутрішній паз 35 та внутрішні пази 17, 18, 19 з формуванням внутрішніх радіусів,											
11					витримуючи розміри $10\pm0,18$; $38\pm0,31$; $140\pm0,5$; $20\pm0,26$; $B=20,5\pm0,26$; $30\pm0,26$; $80\pm0,37$; $117,5\pm0,435$; R3											
T 12					ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32											
13					РИ. Фреза кінцева твердосплавна $d = 6$; $z = 3$; $l=50$; $L=100$ ALTiN - 2541340040 K40UF $\phi 6$											
14					СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018											
P 15							6		164		1	1		0,01	2400	45,2
16																
O 17					8. Перехід 8. Центрувати дев'ять отворів 5-8, 23-25, 36, 37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\phi 1,6H14(+0,25$											

Только для неkomмерческого использования !

Документ розроблений з використанням САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.1.010

4

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
						П	Д или В	L	†	i	S	п	v								
01	I; $\phi 3,35H14^{+0,3}$; $3,52 \pm 0,12$; $5 \pm 0,15$; $65 \pm 0,37$; $150 \pm 0,5$; $42,5 \pm 0,31$; $80 \pm 0,37$; $117,5 \pm 0,435$; $138 \pm 0,5$; $22 \pm 0,26$											0.63									
T 02	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32																				
03	РИ. Свердло центрувальне $d = 1,6$; $D = 4$; $L = 37,5$; 60° 10025 0V000S CSN 221110 - DIN 333A HSS (P6M5) $\phi 1,6$																				
04	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018																				
P 05							1.6		7	0,075	9	0,1	1000	12,56							
06																					
D 07	9. Перехід 9. Свердлити чотири отвори 5-8 під різь M5-7H послідовно по програмі, витримуючи розміри $\phi 4,2H12^{+0,18}$;																				
08	$l=25$; $5 \pm 0,15$; $65 \pm 0,37$; $150 \pm 0,5$;											0.3									
T 09	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32																				
10	РИ. Свердло спіральне з ЦХ, $d = 4,2$; $L = 90$; $l = 60$; $\phi 4,2$ ДСТУ ISO 235:2018																				
11	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018																				
P 12							4.2		29	2,1	4	0,12	3500	46,2							
13																					
D 14	10. Перехід 10. Свердлити два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\phi 6,3H12^{+0,15}$;																				
15	$22 \pm 0,26$; $138 \pm 0,5$;											0.18									
T 16	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32																				
17	РИ. Свердло спіральне з ЦХ, $d = 6,3$; $L = 156$; $l = 97$; $\phi 6,3$ ДСТУ ISO 235:2018																				

Тільки для некомерційного використання!

Документ розроблений з використанням САП/САМ/САРР системи АДЕМ.

Тільки для некомерційного використання!

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.1.010

5

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р					ПМ	D или Ø				i	S	п	v		
T 01	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018														
P 02						6.3		27		3,15	2		0,13	2300	45,5
03															
D 04	11. Перехід 11. Свердлити три наскрізні отвори 23-25 під різь М8-7Н послідовно по програмі, витримуючи розміри згідно														
05	ескізу													0,2	
T 06	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32														
07	РИ. PN 2911 - DIN 338 Свердло спіральне з d = 6,8; l=69; L = 142; A231100V000S RH HSS (P6M5) ø6,8														
08	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018; Калібр розташування спеціальний														
P 09						6.8		26		3,4	3		0,18	2200	47
10															
D 11	12. Перехід 12. Зенкувати чотири фаски 9-12 в отворах 5-8 послідовно по програмі, витримуючи розміри ø7x90°														
T 12	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32														
13	РИ. PN 2911 - DIN 338 Зенківка конічна 2,5x90°; ø12,5; L = 52 ø12,5 ДСТУ ISO 15065:2009														
14	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018														
P 15						12.5		1.43		1,43	4		0,1	600	22,6
16															
D 17	13. Переїд 13. Зенкувати три фаски 26-28 в отворах 23-25 послідовно по програмі, витримуючи розміри ø10x90°														

Только для неkomмерческого использования !

Документ розроблений з використанням САД/САМ/САРР системи АДЕМ.

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.010

6

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
Б	Код, наименование оборудования					П	Д или В	Л	†	і	S	п	v	
Р						П	Д или В	Л	†	і	S	п	v	
T 01	ВИ. Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32													
02	РИ. РN 2911 - DIN 338 Зенківка конічна 2,5x90°; $\phi 12,5$; L = 52 $\phi 12,5$ ДСТУ ISO 15065:2009													
03	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018													
P 04							12.5	1.68	1.68	3	0,12	470	23,6	
05														
D 06	14. Перехід 14. Нарізати різь 13-16 в чотирьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри M5-7H; $5 \pm 0,15$; $65 \pm 0,37$;													
07	150 $\pm 0,5$; l=25											0.78		
T 08	ВИ. Різенарізна головка M5-M12; DIN 228 - В16 Перехідна оправка KM 4-ER32													
09	РИ. DIN 371 Мітчик M5-7H P=0,8; L=50; l=10 $\phi 5$													
10	СИ. Калібр-пробка 8221-3037 7H DIN2230													
P 11							5	54.4	0,8	4	0,8	350	5,9	
12														
D 13	15. Перехід 15. Нарізати різь 29-31 в трьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри M8-7H; $42,5 \pm 0,31$;													
14	80 $\pm 0,37$; 117,5 $\pm 0,435$											0.12		
T 15	ВИ. Різенарізна головка M5-M12; DIN 228 - В16 Перехідна оправка KM 4-ER32													
16	РИ. DIN 371 Мітчик M8-7H P=1,25; L=72; l=22 $\phi 8$													
17	СИ. Калібр-пробка 8221-3040 7H DIN2230													

Тільки для некомерційного використання!

Документ розроблений з використанням САД/САМ/САРР системи АДЕМ.

Тільки для некомерційного використання!

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ВСП "ТФК ТНТУ"

АД.0214.010

7

26.KBP.400.08.00.000

АД.5014.1.010

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						П	Д или В	Л	†	і	S		п	у		
Р 01							В		44		1,08	3		1,25	300	7,5
02																
03	16. Перехід 16. Розвернути два наскрізні отвори 36-37 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\phi 6,5H7(+0,015)$; $138+0,5$;															
04	22+0,26															1,97
05	ВИ. Патрон спеціальний качний для розверток з комплекту верстата															
06	РИ. DIN 371 Розвертка чистова $\phi 6,5H7$; L=125 арт. B45090XF00 0S CSN 221445 - DIN 212 Form A, C (ISO 521) $\phi 8$															
07	СИ. Калібр-пробка двосторонній двограничний $\phi 6,5H7$ DIN 2245-1															
Р 08							6.5		28		0,1	2		0,2	320	9
09																
010	17. Розкріпити, зняти деталь															
11																
012	18. Перевірити розміри:; $160\pm 0,5$; R3; $10\pm 0,18$; $38\pm 0,31$; $140\pm 0,5$; $20\pm 0,26$; $B=20,5\pm 0,26$; $30\pm 0,26$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; R3;															
13	$M5-7H$; $5\pm 0,15$; $65\pm 0,37$; $150\pm 0,5$; $M8-7H$; $42,5\pm 0,31$; $80\pm 0,37$; $117,5\pm 0,435$; $\phi 6,5H7(+0,015)$; $138\pm 0,5$; $22\pm 0,26$. Процент контролю															
14	30%.															
Т 15	СИ. Штангенциркуль ШЦ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018; Калібр-пробка B221-3037 7H DIN2230;															
16	Калібр-пробка B221-3040 7H DIN2230; Калібр-пробка двосторонній двограничний $\phi 6,5H7$ DIN 2245-1															
17																

Тільки для некомерческого использования!

Документ розроблений з використанням САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

Тільки для некомерческого использования!

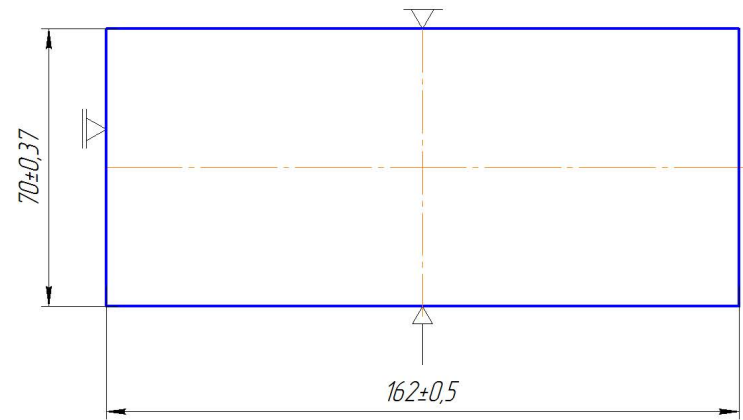
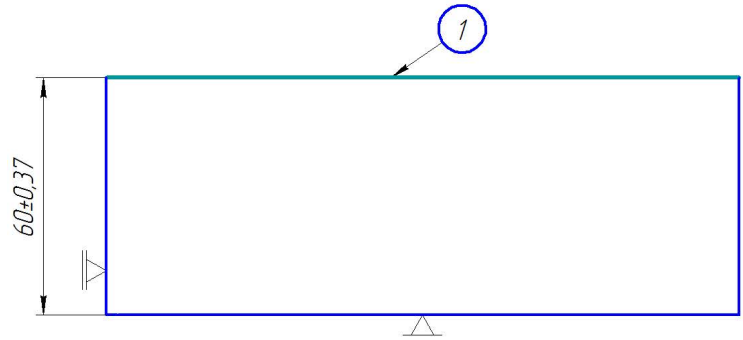
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

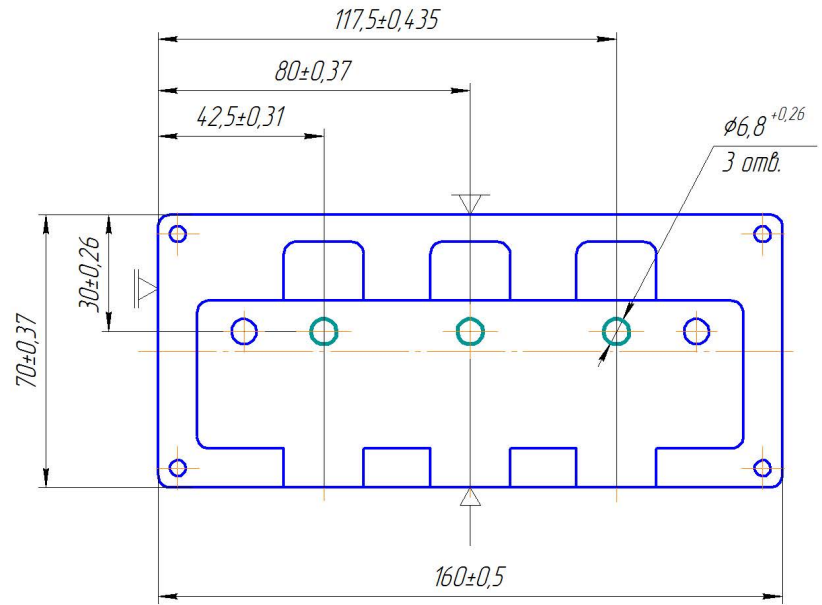
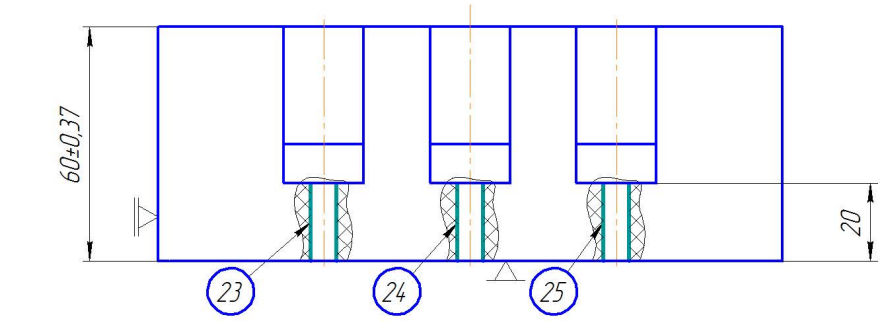
				ВСП "ТФК ТНТУ"		АД.0214.1.010		1 1	
Разраб.	Олійник			МГ-400	26.КВР.400.08.00.000		АД.2014.1.010		
Перевірив	Кашуба								
Затв.									
Т.контр.				Корпус струмоприймача					
Н.контр.	Волошин								

010

Перехід 2



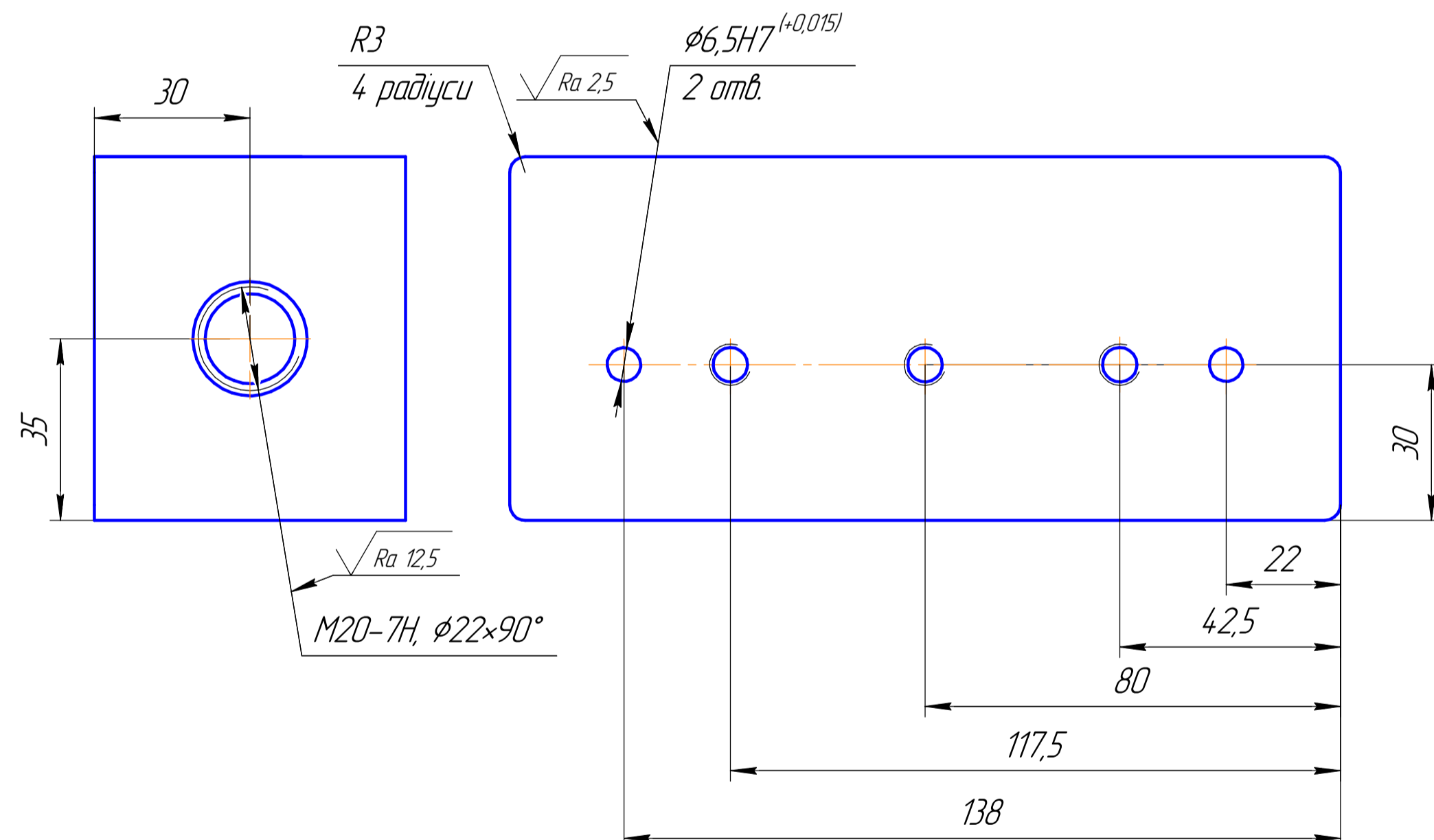
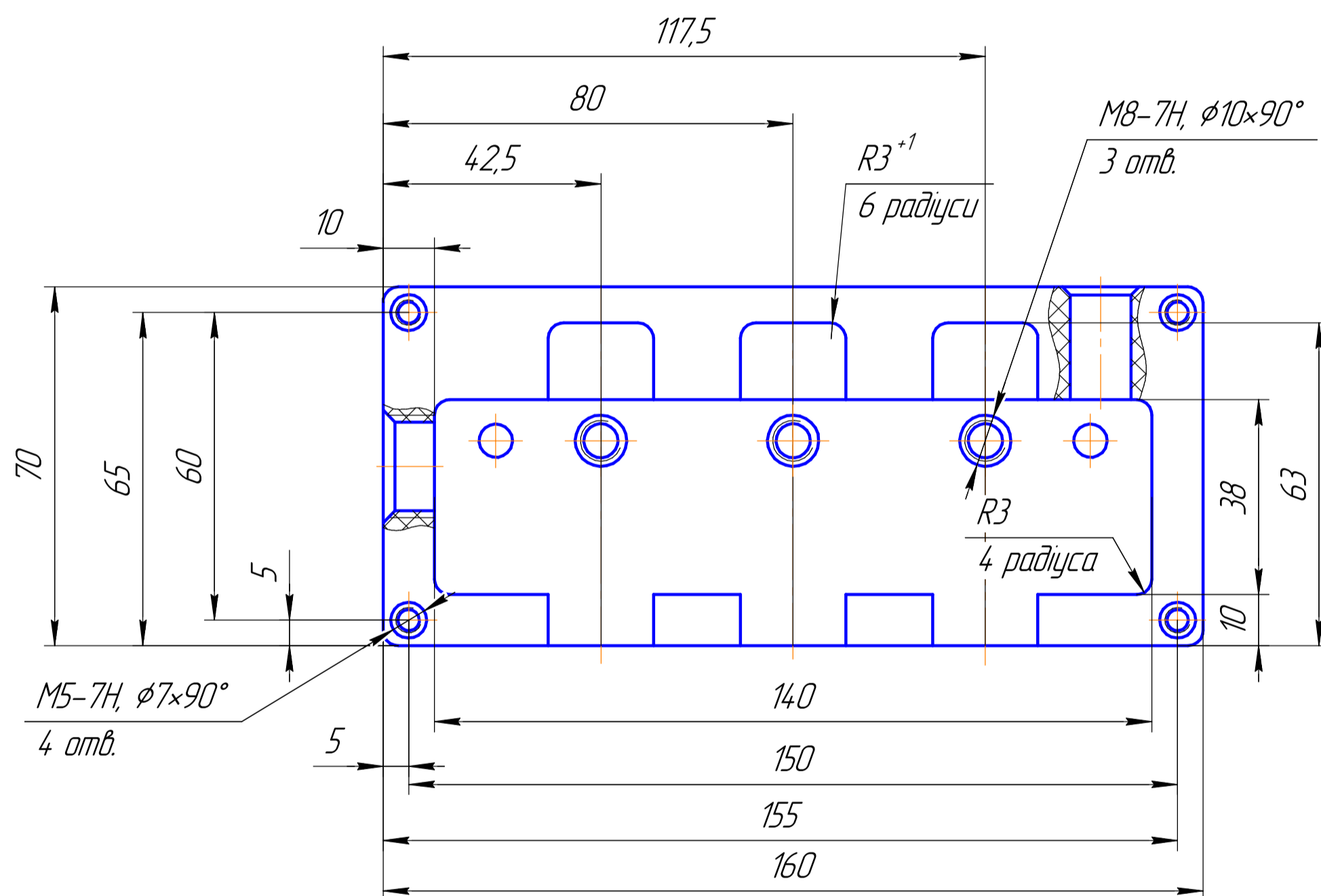
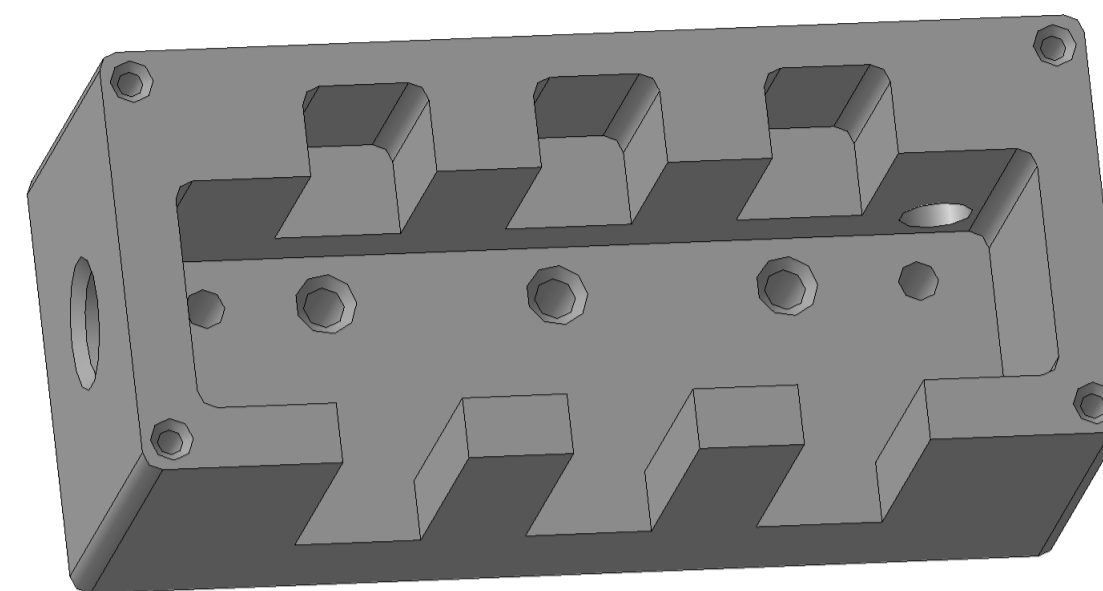
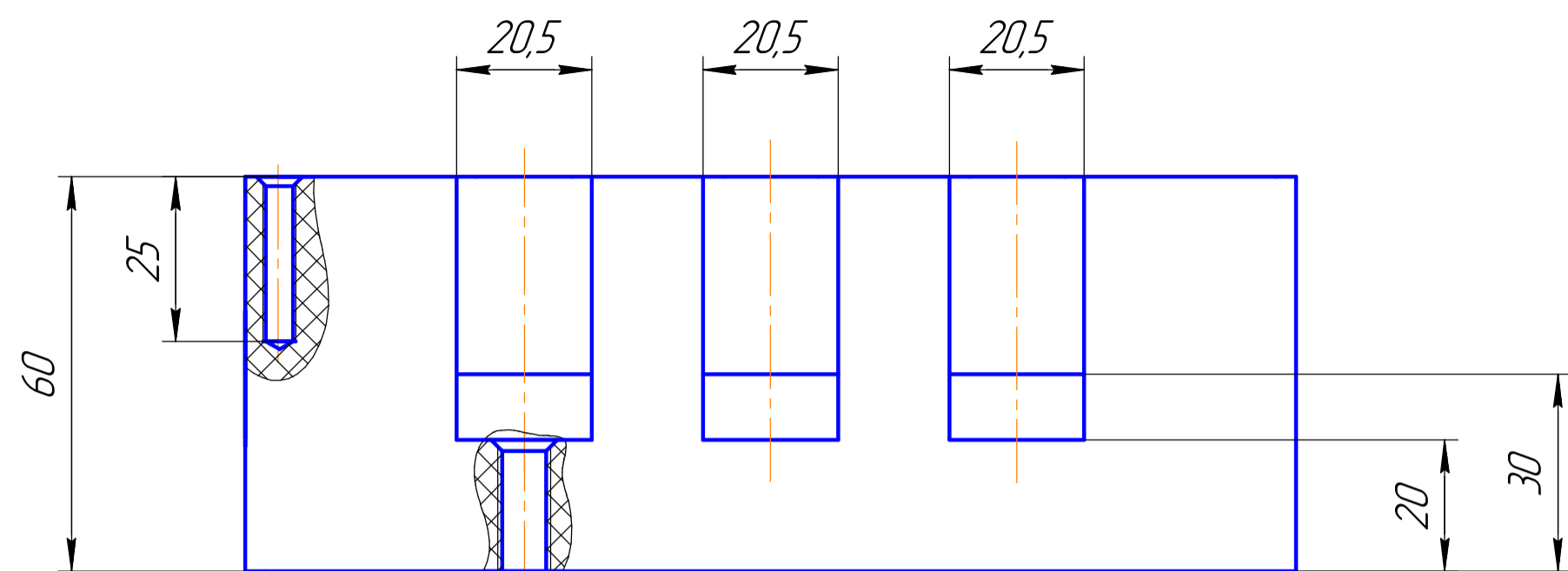
Перехід 11



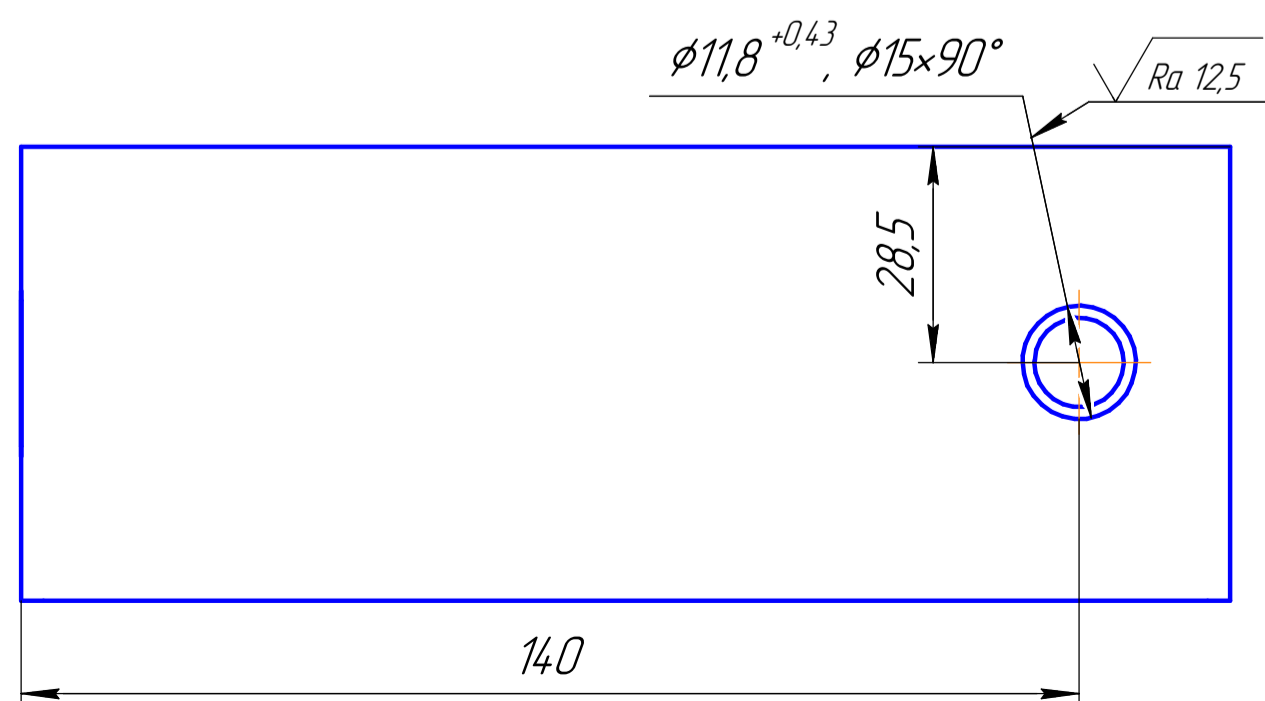
Тільки для некомерческого використання !

Документ розробтан с использованием САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-сть	Примітка
<i>Документація</i>						
A1			26.КВР.400.08.04.000 СК	Складальне креслення		
<i>Складальні одиниці</i>						
A4	1		26.КВР.400.08.04.100	Корпус	1	
A4	2		26.КВР.400.08.04.200	Поршень	1	
A4	3		26.КВР.400.08.04.300	Упор тимчасовий відкидний	1	
<i>Деталі</i>						
A2	5		26.КВР.400.08.04.001	Повзун	1	
A3	6		26.КВР.400.08.04.002	Кришка	1	
A3	7		26.КВР.400.08.04.003	Гільза	1	
A4	8		26.КВР.400.08.04.004	Кришка	1	
A4	9		26.КВР.400.08.04.005	Кришка	1	
A4	10		26.КВР.400.08.04.006	Втулка	1	
A4	11		26.КВР.400.08.04.007	Шток	1	
A4	12		26.КВР.400.08.04.008	Важіль	1	
A4	13		26.КВР.400.08.04.009	Напрямна	2	
A4	14		26.КВР.400.08.04.010	Штовхач	1	
A4	15		26.КВР.400.08.04.011	Палець	1	
A4	16		26.КВР.400.08.04.012	Пружина	1	
A3	17		26.КВР.400.08.04.013	Кришка	1	
A3	18		26.КВР.400.08.04.014	Втулка	1	
A2	19		26.КВР.400.08.04.015	Вісь	1	
A3	20		26.КВР.400.08.04.016	Шайба	2	
26.КВР.400.08.04.000						
Зм. Арк.		№ докум.		Підп.		Дата
Розроб.		Олійник				
Перев.		Кашуца				
Реценз.						
Н.контр.		Волошин				
Затв.						
Пристосування спеціальне для обробки деталі "Корпус струмоприймача" на 010 операції Фрезерній з ЧПК				Літ.	Аркуш	Аркушів
				н	1	3
				ВСП "ТФК ТНТУ", зр. МГ-400 м. Тернопіль		



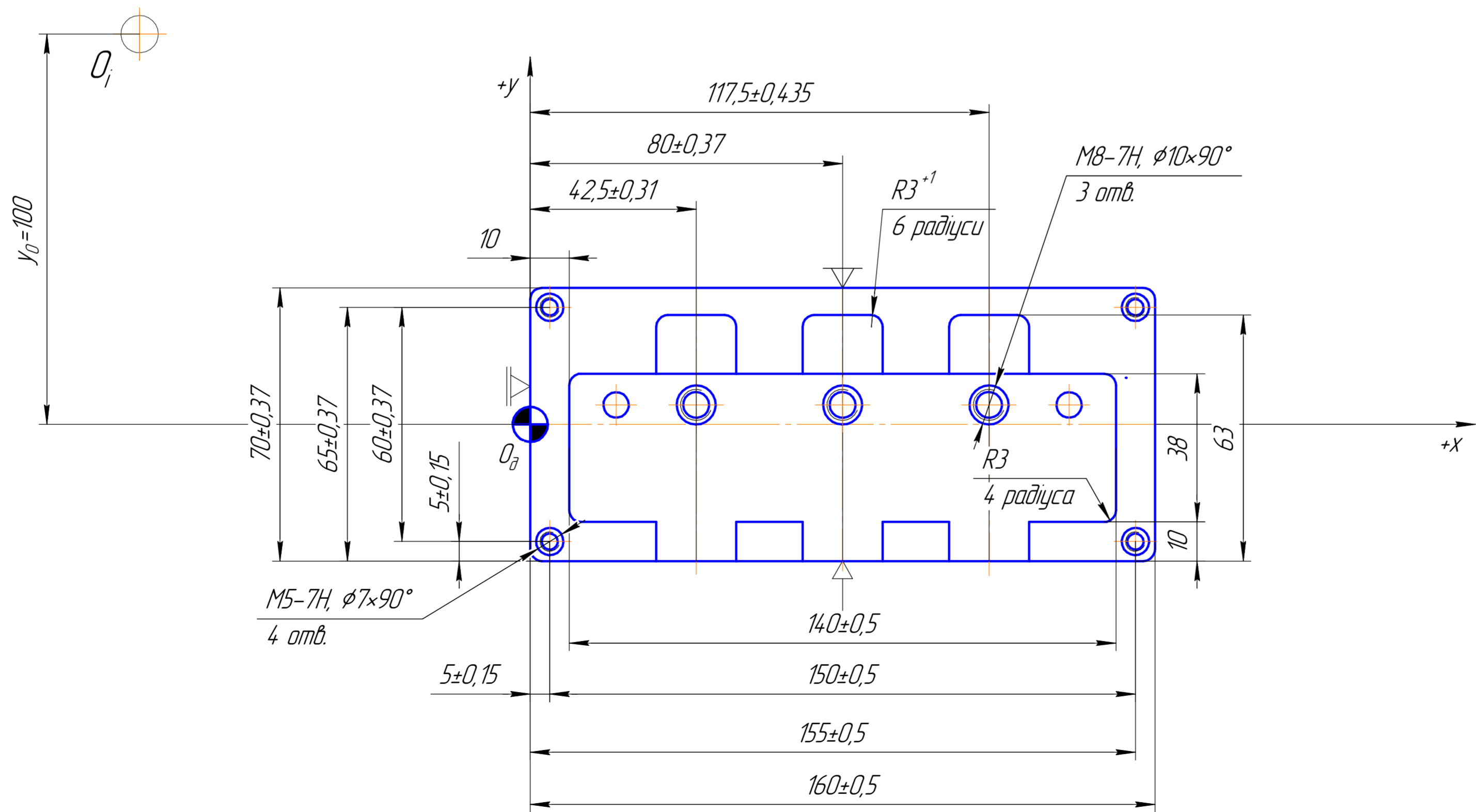
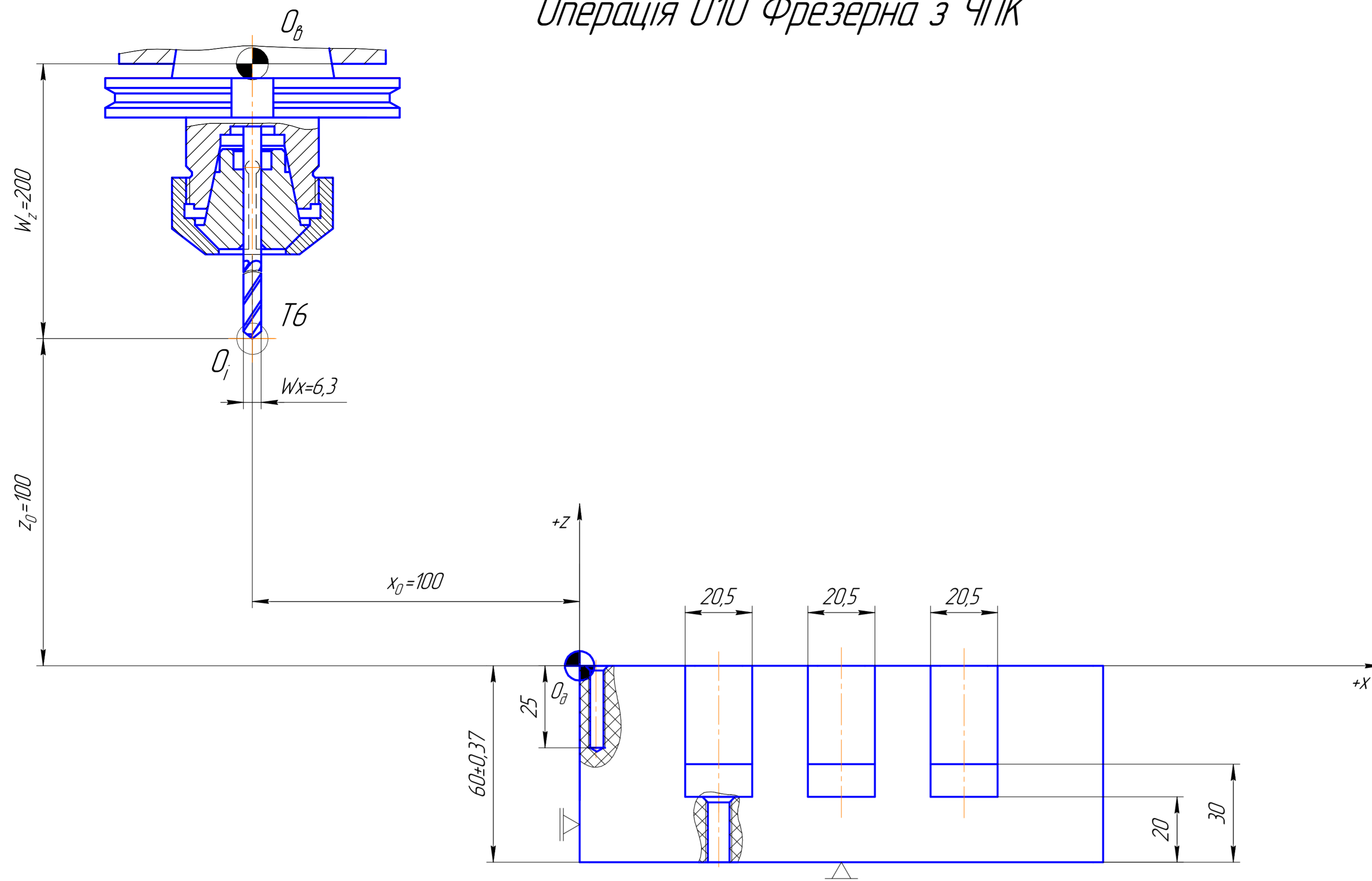
Невказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших $\pm \frac{IT14}{2}$.



Перв. застосує	
Добірч. №	
Підп. і дата	
Інв. №	
Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориє.	

				26.KBP.400.08.01.000		
				Корпус струмоприймача		
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Олійник				0,55	1:1
Перев.	Кашуба			Аркциш	Аркциш. 1	
Т.контр.				ВСП "ТФК ТНТУ", зр. МГ-400		
Реценз.				м. Тернопіль		
Н.контр.	Волошин			Поліетилентерефталат PET плита 65×610×1000 СЕНН		
Затв.						

Операція 010 Фрезерна з ЧПК



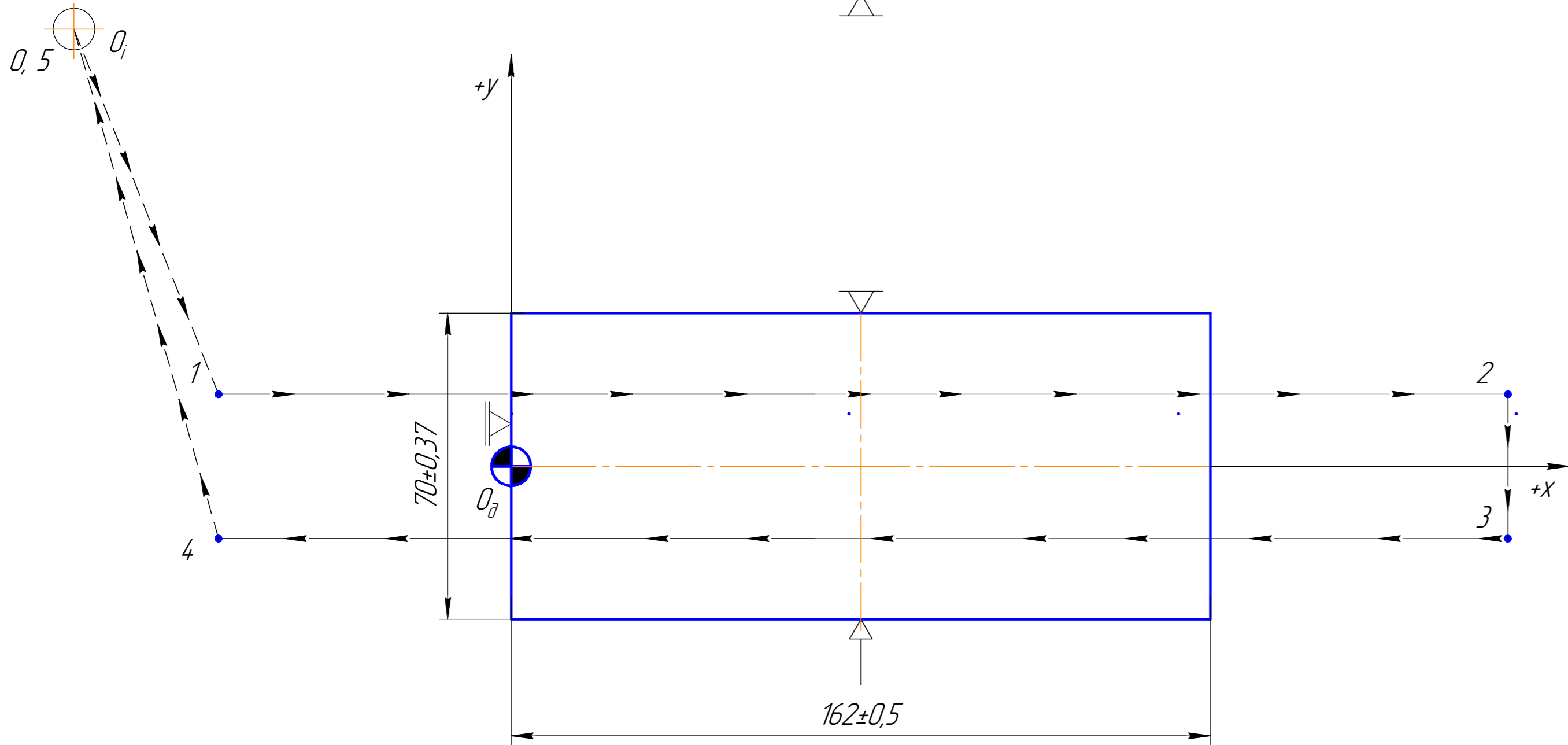
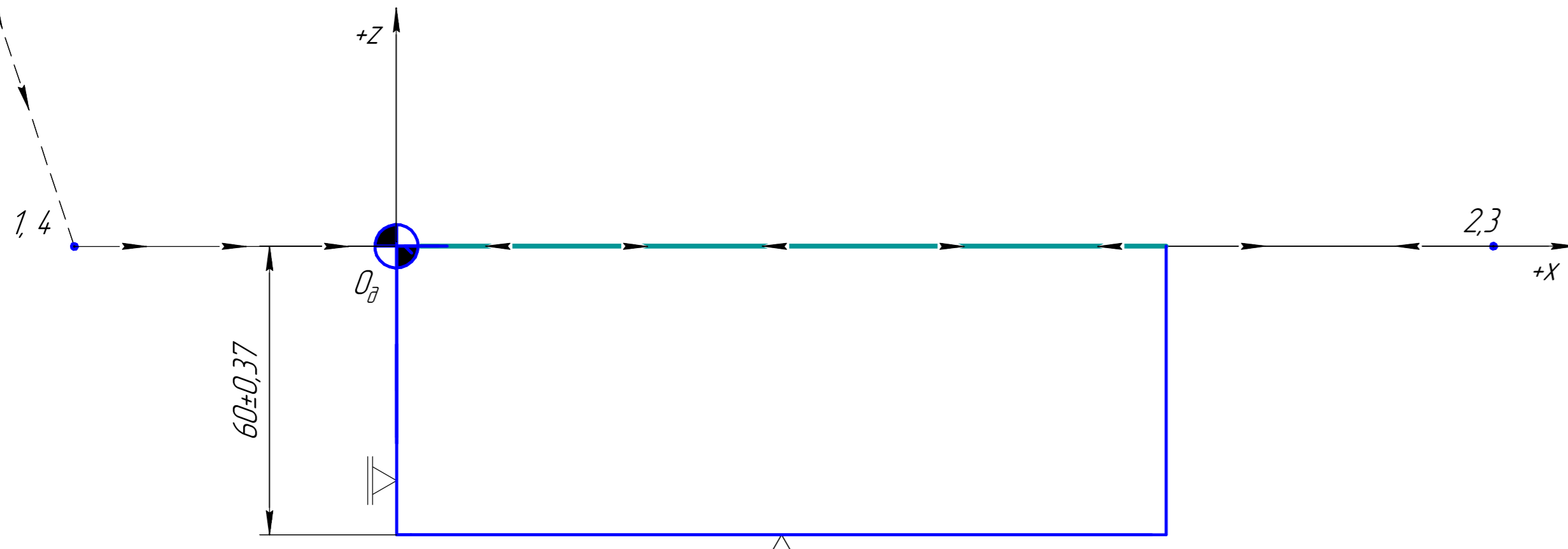
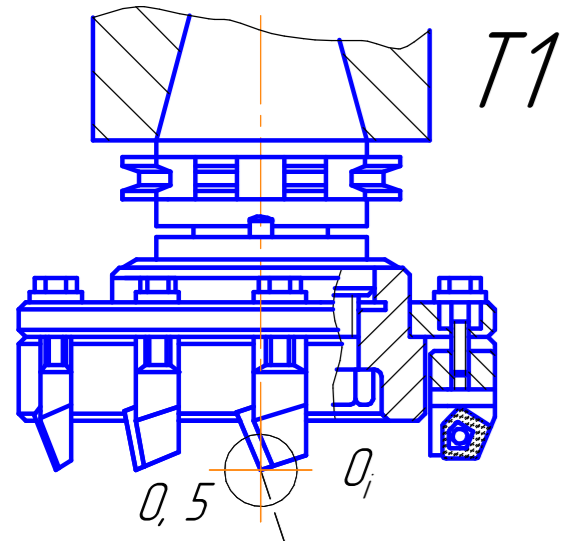
№ позиції	T1	T2	T3	T4
Ріжучий інструмент	Фреза торцева d=6,3; D=27; B=40; z=14; TSK10	Фреза кінцева d=16; z=3 DIN1835B, PRAMET, P6M5 20A2R032B20-SS009-C	Фреза кінцева твердосплавна d=6; z=3; l=36; l=15 AL-TIN-2541340040 TSK10	Свердло центральне d=16; D=4; 60°; l=37,5 100250V000S CSN 22110 - DIN 333A HSS (P6M5)
Допоміжний інструмент	Оправа для торцевих фрез ISO 40 DIN 69871	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32
W _x , мм	63	16	6	4
W _z , мм	64	180	110	110
W _y , мм	63	16	6	4
№ позиції	T5	T6	T7	T8
Ріжучий інструмент	Свердло спіральне з ЦХ d=4,2; l=90; l=60 ДСТУ ISO 235:2018	Свердло спіральне з ЦХ d=6,3; l=156; l=97 DСТУ ISO 235:2018	Свердло d=6,8; l=69; l=142 A23110V000SPN 2911 - DIN 338 RH HSS (P6M5)	Зенкідка кінцева 2,5×90°; φ12,5; L=52 ДСТУ ISO 15065:2009
Допоміжний інструмент	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32	Цанговий патрон ISO 40 DIN 69871/ER 32
W _x , мм	4,2	6,3	6,8	12,5
W _z , мм	170	187	200	220
W _y , мм	4,2	6,3	6,8	12,5
№ позиції	T9	T10	T11	
Ріжучий інструмент	Мітчик M5-7H P=0,8; L=50; l=10 DIN 371	Мітчик M8-7H P=1,25; L=72; l=22 DIN 371	Развертка з прямими канавками чистова φ6,5H7; L=125 арт.Б45090XF000S CSN 22445 - DIN 792 Form A C13032X	
Допоміжний інструмент	Резервзна головка M5-M12; Перехідна оправа KM 4-ER32 DIN 228 - B16	Резервзна головка M5-M12; Перехідна оправа KM 4-ER32 DIN 228 - B16	Патрон спеціальний качний для разверток з комплекту верстата	
W _x , мм	5	8	6,5	
W _z , мм	166	176	170	
W _y , мм	5	8	6,5	

				26.KBP.4.00.08.02.000 ПЗ		
Зм.	Арх.	№ док.	Підс.	Дата	Карта налагодження верстату НААС VF-1 на обробку деталі «Корпус струмоприймача» 26.KBP.4.00.08.02.000	
Розроб.	Олинук				Лит.	Маса
Перев.	Кашуба					Масштаб
Т.контр.					Архив	Архив
Реценз.						1
Н.контр.	Волошин				ВП ТФХ ПНТУ, гр МГ-400	
Затв.					м. Тернопіль	
				Формат А1		

Лист заготовки
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20

Операція 010 Фрезерна з ЧПК

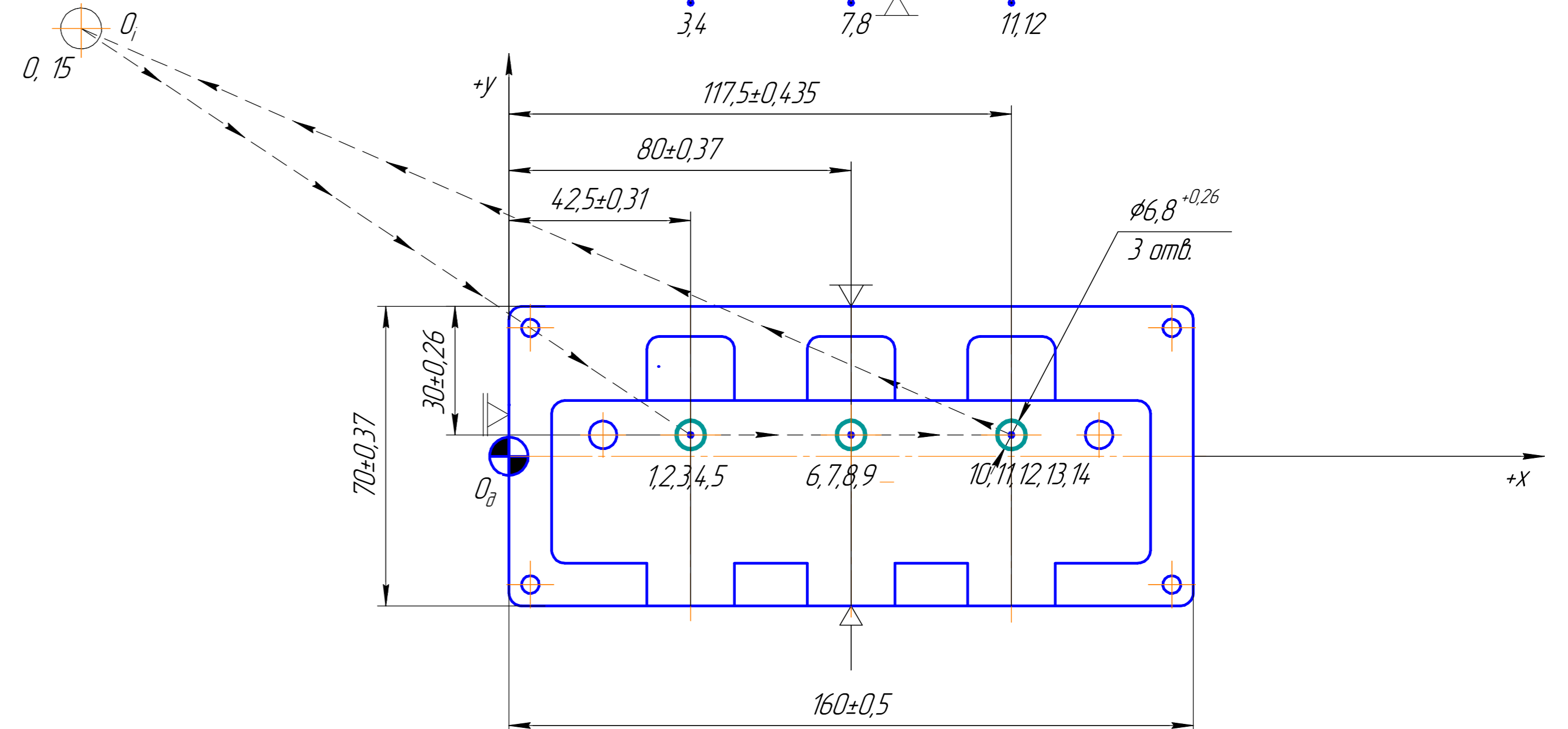
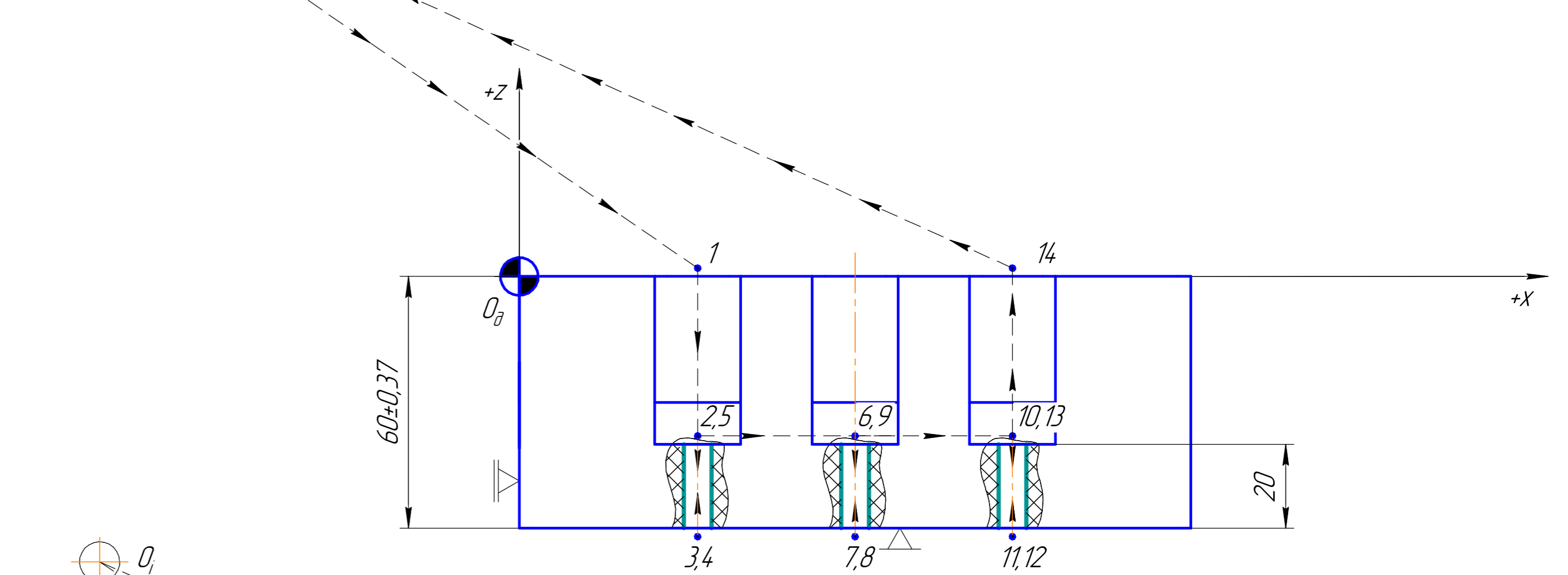
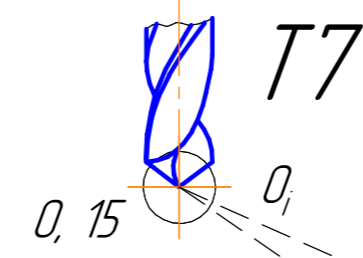
Перехід 2 Фрезерувати остаточно площину, витримуючи розмір $60 \pm 0,37$



T1 Фреза торцева d=63; D=27; B=40; z=14; T5K10

№ точки	0	1	2	3	4	5
X	100	-67	229	229	-67	100
Y	100	16,5	16,59	-16,5	-16,5	100
Z	100	0	0	0	0	100

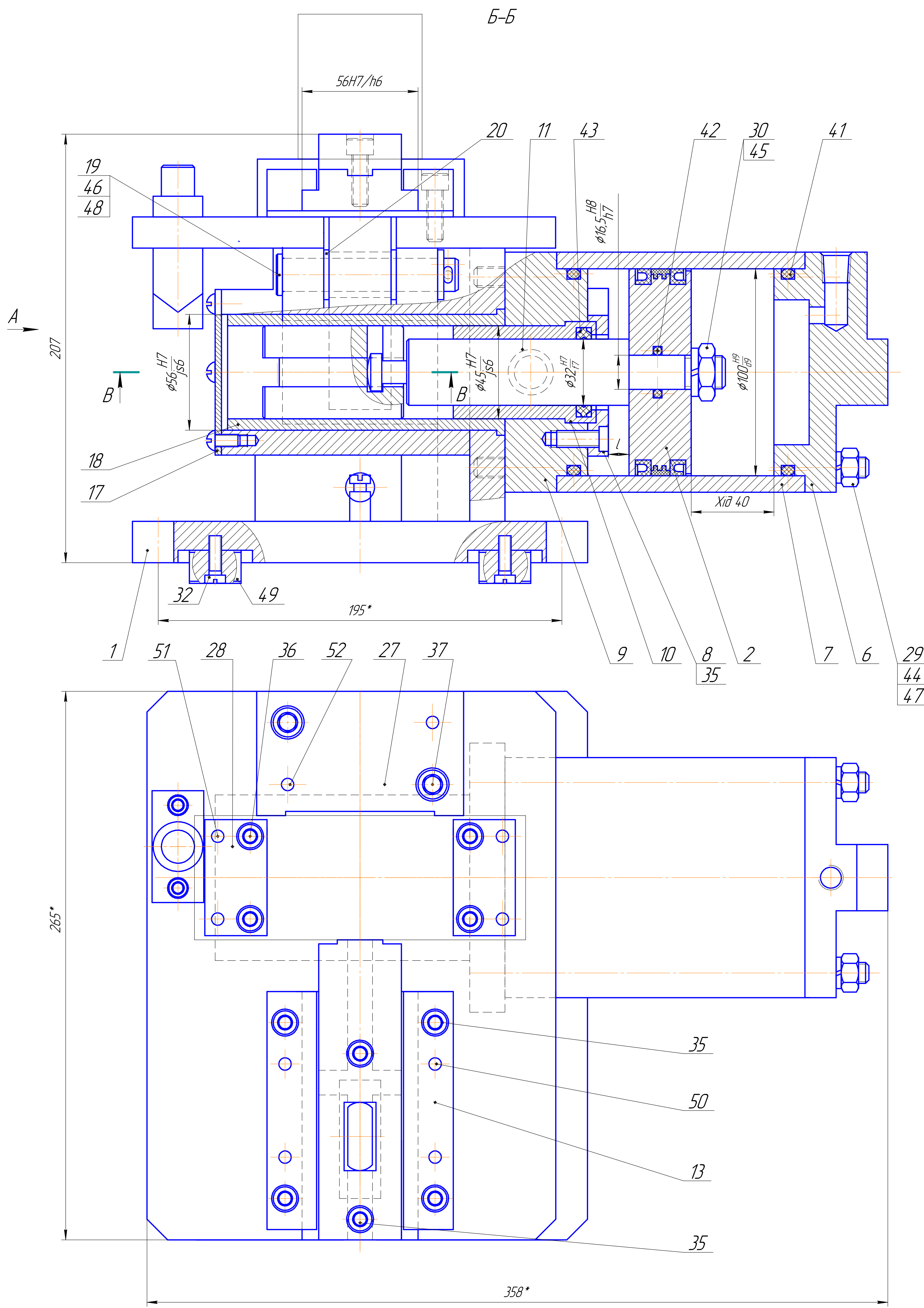
Перехід 11 Свердлити три наскрізні отвори під різь M8-7H, витримуючи розміри $\phi 6,8^{+0,26}$



T7 Свердло d=6,8; l=69; L=142 F231100V000SPN 2911-DIN 338 RH HSS (P6M5)

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	100	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	80	80	80	80	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	100
Y	100	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
Z	100	2	-38	-62	-62	-38	-38	-62	-62	-38	-38	-62	-62	-38	2	100

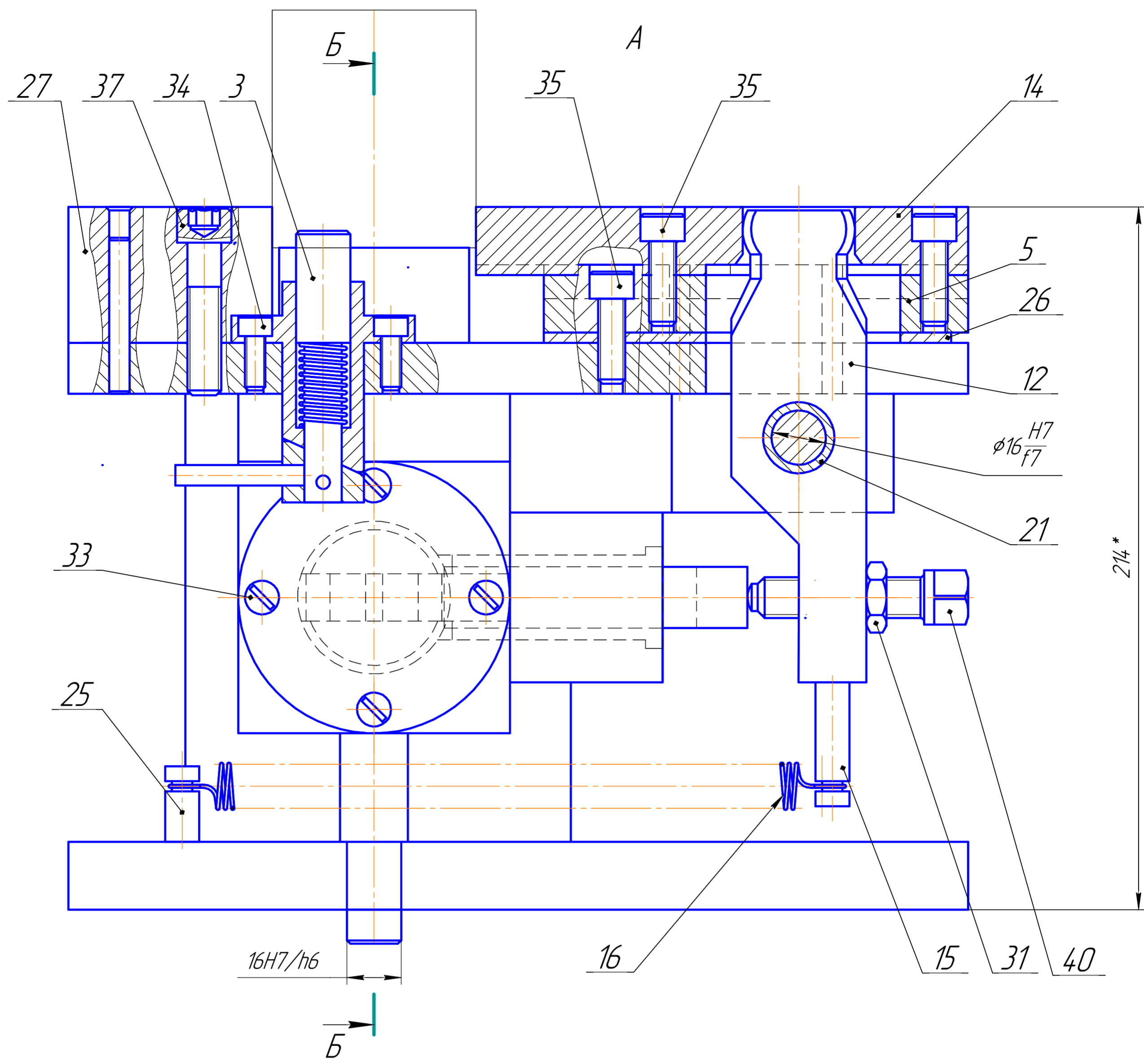
26.KBP.4.00.08.03.000 ПЗ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата		
Разроб.	Олинук					
Перев.	Кощида					
Т.контр.						
Реценз.						
Н.контр.	Волошин					
Затв.						
Разрахунково-технологічна карта				Лист	Маса	Масштаб
об'єкти деталі «Карусі стружарічного» 26.KBP.4.00.08.03.000						
на фрезерному верстаті з ЧПК HAAS VF-1				Архив	Архив	1
				ВП ТФК ТНТУ, зд. МГ-400 м. Тернопіль		



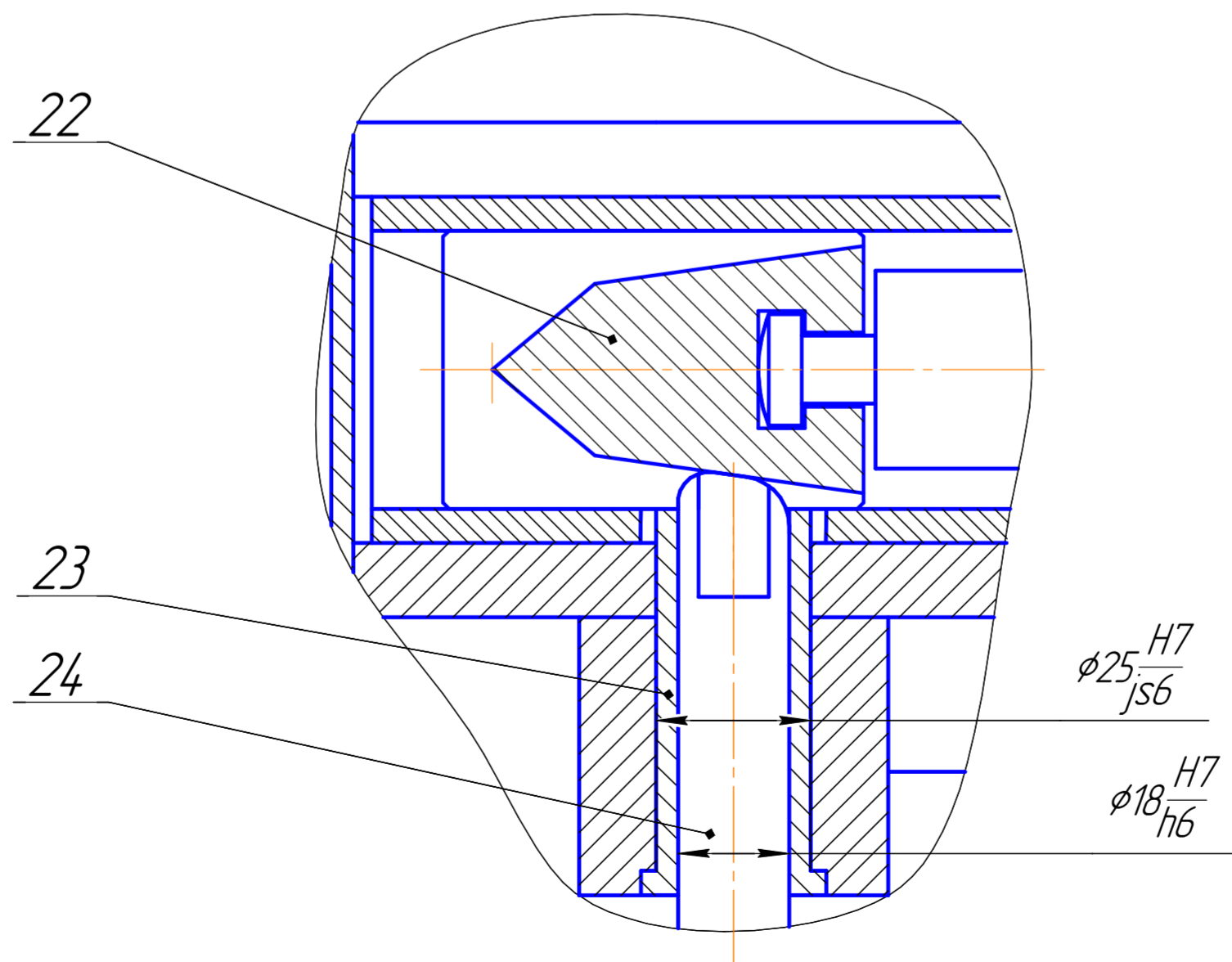
1. *Розміри для довідок.
2. При зазорі $l=10$ мм забезпечити затиск оброблених деталей регулюванням положення гвинта поз. 40.
3. Циліндр випробувати статичним пружним тиском 6×10^5 Па. Виткання повітря не допускається.
4. Поверхні що труться змастити мастилом ЦИАТИМ-201.
5. Переміщення рухомих частин повинно бути плавним без ривків і заїдань.

					26.KBP.400.08.04.000 СК		
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Пристосування спеціально для обробки деталей *Корпус старомаршевого 26.KBP.400.08.04.000 СК на 010 операції Фрезерні з ЧПК. Складальне креслення		
Розроб.	Олійник						
Перев.	Кашуба						
І.контр.							
Реценз.							
І.контр.	Волошин				Лист	Маса	Масштаб
Затв.						30	1:1
					Аркши	Аркши	2
					ВЛТ ТФХ ІНТУ, гр МГ-400		
					м. Тернопіль		
					Формат А1		

Лист № 01
Лист № 02
Лист № 03
Лист № 04
Лист № 05
Лист № 06
Лист № 07
Лист № 08
Лист № 09
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30



B - B



Інв. № ориг.	Підп. і дата	Зам. інв. №	Інв. № дідл.	Підп. і дата	Додатк. №	Перв. застосує.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.KBP.400.08.04.000 СК