

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
«Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Рудий Ростислав Михайлович

Керівник: _____ Ігор ГЕНИК

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

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Рудому Ростиславу Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.000

Керівник роботи _____ Геник Ігор Степанович _____ ,
(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 200 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 контрольно-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 заготовки - 1 лист А2;
2. Креслення деталі - 1 лист А2;
3. Карта наладки - 1 лист А1;
4. Креслення пристосування - 1 лист А1;
5. РТК - 1 лист А1;

Консультанти розділів роботи

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

Ростислав РУДИЙ

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Ігор ГЕНИК

АНОТАЦІЯ

Рудий Р.М. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У кваліфікаційній роботі на основі аналізу конструкції виробу визначено раціональну заготовку та розроблено послідовність технологічних операцій. Для обробки передбачено використання верстатів з програмним керуванням. У роботі наведено рекомендації щодо вибору обладнання, інструменту та режимів різання.

Ключові слова: кваліфікаційна робота, верстати з програмним керуванням, технологічний процес виготовлення деталі, заготовка, машинобудування.

ANNOTATION

Rudy R. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Top plate" 26.KVR.400.10.00.000: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 133 Industrial mechanical engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026, ___ p.

In the qualification work, based on the analysis of the product design, a rational workpiece is determined and a sequence of technological operations is developed. The use of machine tools with program control is provided for processing. The work provides recommendations for the selection of equipment, tools and cutting modes.

Keywords: qualification work, CNC machines, technological process of manufacturing parts, workpiece, mechanical engineering.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	8
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	9
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей	10
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	16
2.1.1 Вибір технологічних операцій	16
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання	17
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	19
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	21
2.2.1 Вибір технологічних переходів	21
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірною інструменту	23
2.2.3 Розрахунок режимів різання	32
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	43
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	51
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	51
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	52
3.3 Розрахунок зусиль затиску	54
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	58
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	58
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	62

					26.КВР.400.10.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Рудий</i>			Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.000 Пояснювальна записка		5	
<i>Перевір.</i>		<i>Геник</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						ВСП ТФК ТНТУ МГ-400 м. Тернопіль		

4.3	Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	65
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	70
5.1	Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці	70
5.2	Заходи покращення умов праці на виробничій ділянці	72
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	74
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
	Специфікація на пристосування	
	Додатки	

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Важливе місце у конструкціях машин та механізмів займають корпусні деталі, які виконують функції базових і опорних елементів для встановлення окремих вузлів, механізмів та агрегатів. Для таких деталей характерна складна конструкція, значна кількість взаємопов'язаних поверхонь і підвищені вимоги до точності взаємного розташування отворів, площин та посадкових поверхонь. Якість виготовлення корпусних деталей безпосередньо впливає на надійність, довговічність і працездатність виробу в цілому. Тому розроблення ефективного технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Обойма» є актуальним завданням сучасного машинобудування.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення раціонального технологічного процесу виготовлення деталі «Плита верхня», який забезпечить виконання вимог щодо точності та якості обробки при мінімальних витратах матеріальних і трудових ресурсів. Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі завдання: аналіз конструкції та службового призначення деталі, оцінка її технологічності, вибір оптимального способу отримання заготовки, розроблення маршруту механічної обробки, підбір технологічного обладнання, пристроїв, різального та вимірювального інструменту, визначення раціональних режимів різання, а також виконання необхідних технологічних та економічних розрахунків.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання розробленого технологічного процесу на машинобудівних підприємствах. Запропоновані технічні рішення сприятимуть підвищенню продуктивності праці, зменшенню собівартості виготовлення корпусних деталей, покращенню стабільності якості продукції та підвищенню ефективності виробництва. Крім того, результати роботи можуть бути використані для подальшого вдосконалення технологій механічної обробки та впровадження сучасних підходів у машинобудівному виробництві.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

У відповідності з класифікатором Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) [2], деталь «Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.00.000 належить до класу 74 – “не тіла обертання”, до якого входять площинні, важільні, вантажні, тягові, профільні та вигнуті елементи, виготовлені переважно із листових або сортових металевих матеріалів. До цього класу відносяться деталі, що мають переважно плоску або складну просторову форму без осі обертання, а їх геометрія визначається площинними або контурними поверхнями.

Таким чином, деталь «Плита верхня» належить до групи корпусних елементів, які мають складну форму, вимагають точного базування під час механічної обробки та забезпечення високої стабільності розмірів. Це обумовлює необхідність ретельного вибору технологічних баз, послідовності операцій і оснащення.

До основних поверхонь даної деталі відносяться наступні поверхні: плоскі та прямокутна зовнішні поверхні $580 \times 520 \times 48 h7_{(-0,025)}$; Ra0,8; Ra6,3; паз $84H14^{(+0,87)}$; $20 \pm 0,26$; Ra6,3 призначені для точного позиціонування деталі у вузлі; два отвори $\varnothing 60H7^{(+0,03)}$; $\varnothing 67H7^{(+0,03)}$; $225 \pm 0,01$; $195 \pm 0,01$; Ra0,8 – посадочні отвори під напрямні колонки штампа та втулки; два отвори $\varnothing 12H7^{(+0,018)}$; $195 \pm 0,01$; $320 \pm 0,7$;

Ra0,8 призначені для встановлення двох штифтів $12m6 \times 60$ ДСТУ EN ISO 8734:2022; вісім різевих отворів M30×2-7H; $135 \pm 0,5$; $240 \pm 0,575$; Ra6,3 призначені для встановлення восьми різевих пробок M30×2, на які встановлюються вісім пружин; вісім ступінчастих отворів $\varnothing 17$; $\varnothing 26$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$; Ra6,3; шість ступінчастих отворів $\varnothing 14$; $\varnothing 22$; $190 \pm 0,57$; $130 \pm 0,5$; $70 \pm 0,37$; Ra6,3 призначені для встановлення кріпильних деталей: восьми гвинтів спеціальних M12, шести гвинтів M12×55 ДСТУ ISO 1207:2009; шість різевих отворів M16-7H; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$; Ra6,3 призначені для кріплення паралелі до плити верхньої шістьома болтами M16×30 ДСТУ EN ISO 4014:2022 . Всі решта поверхонь є другорядними.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

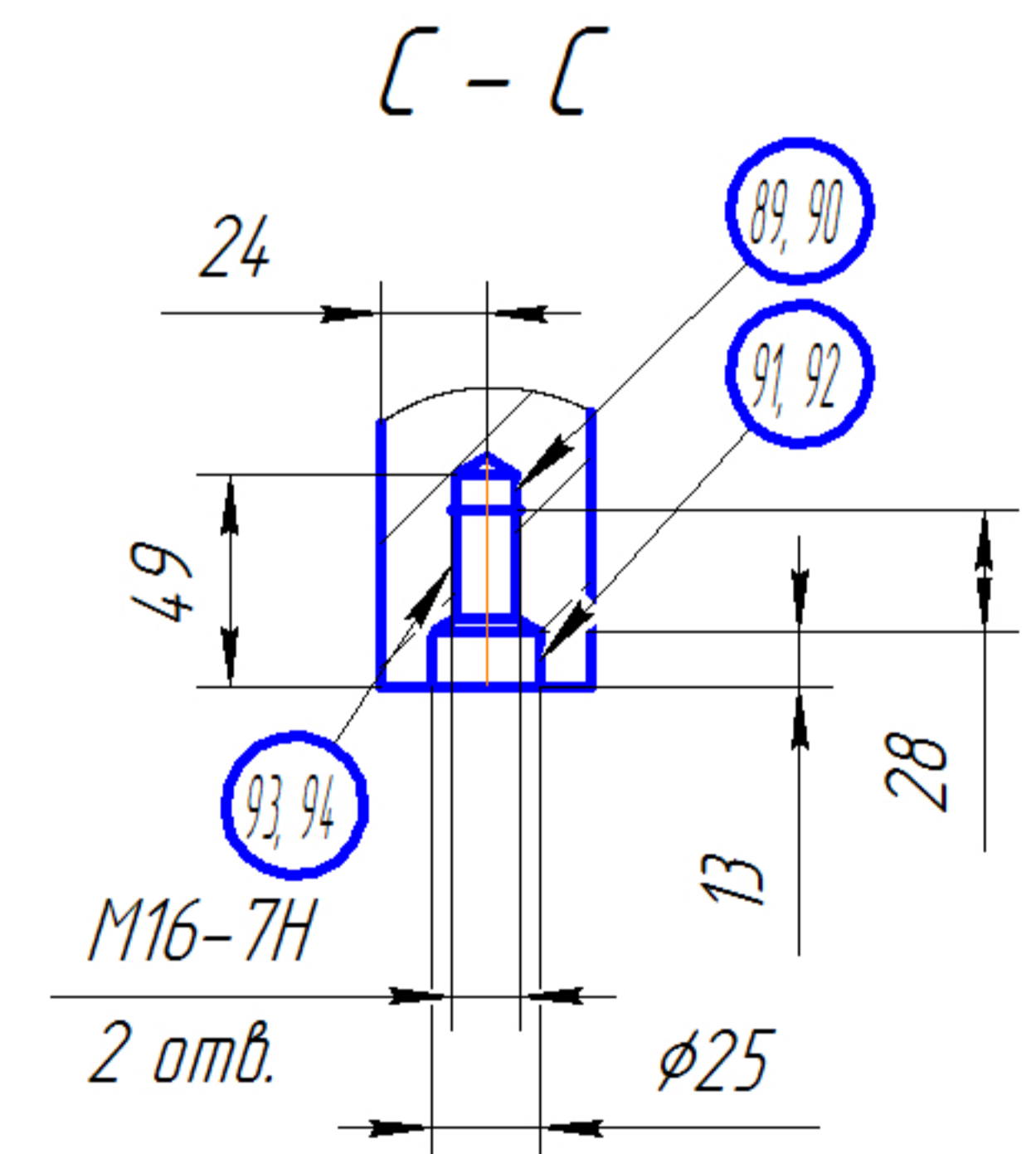
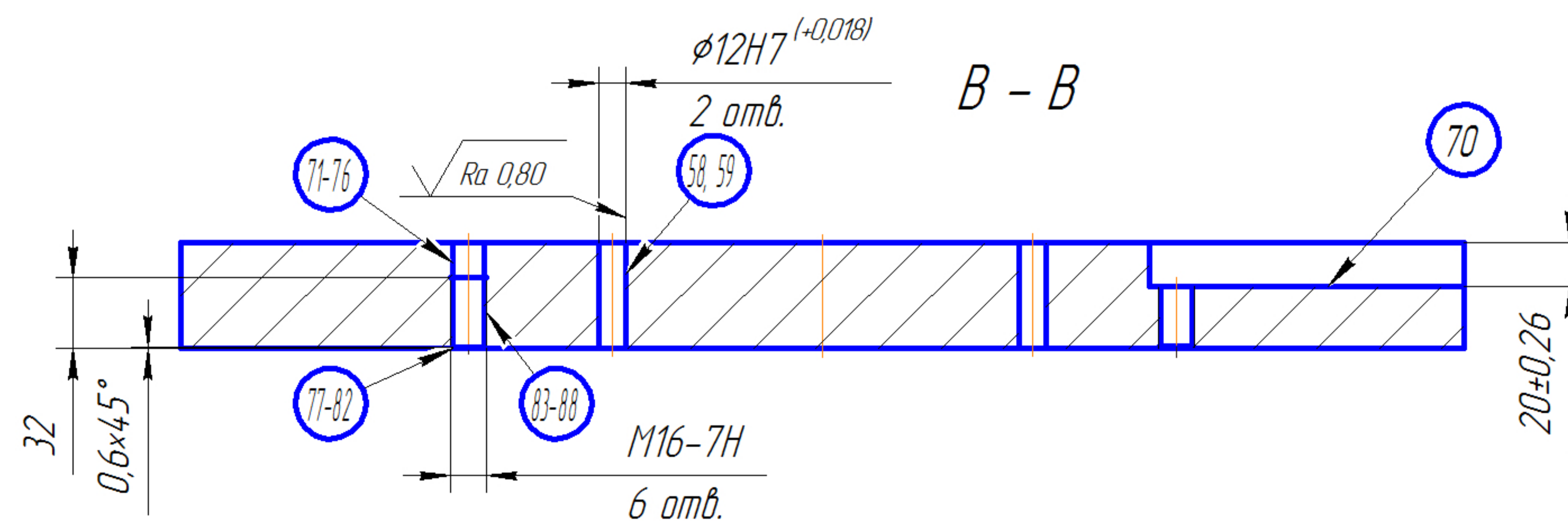
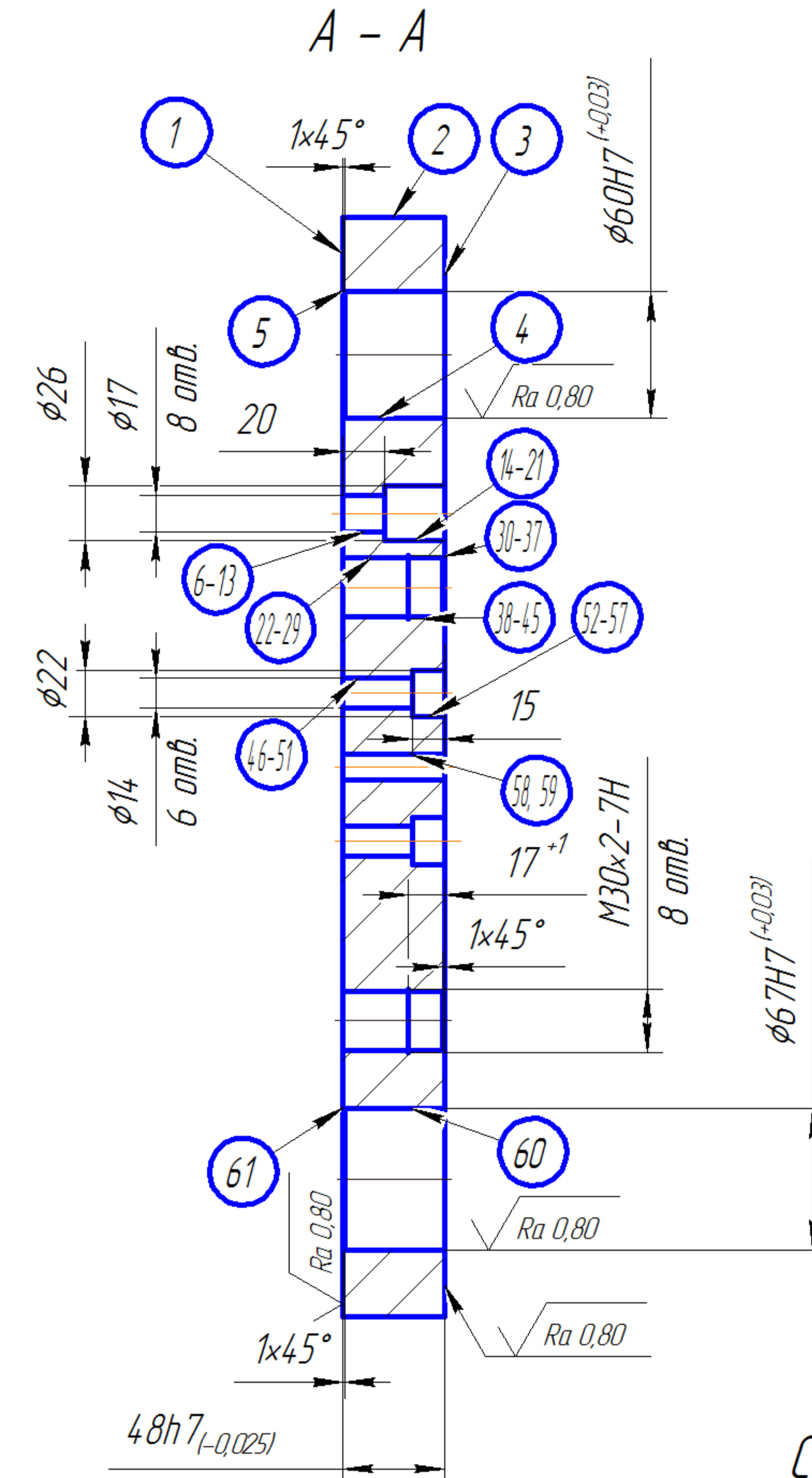
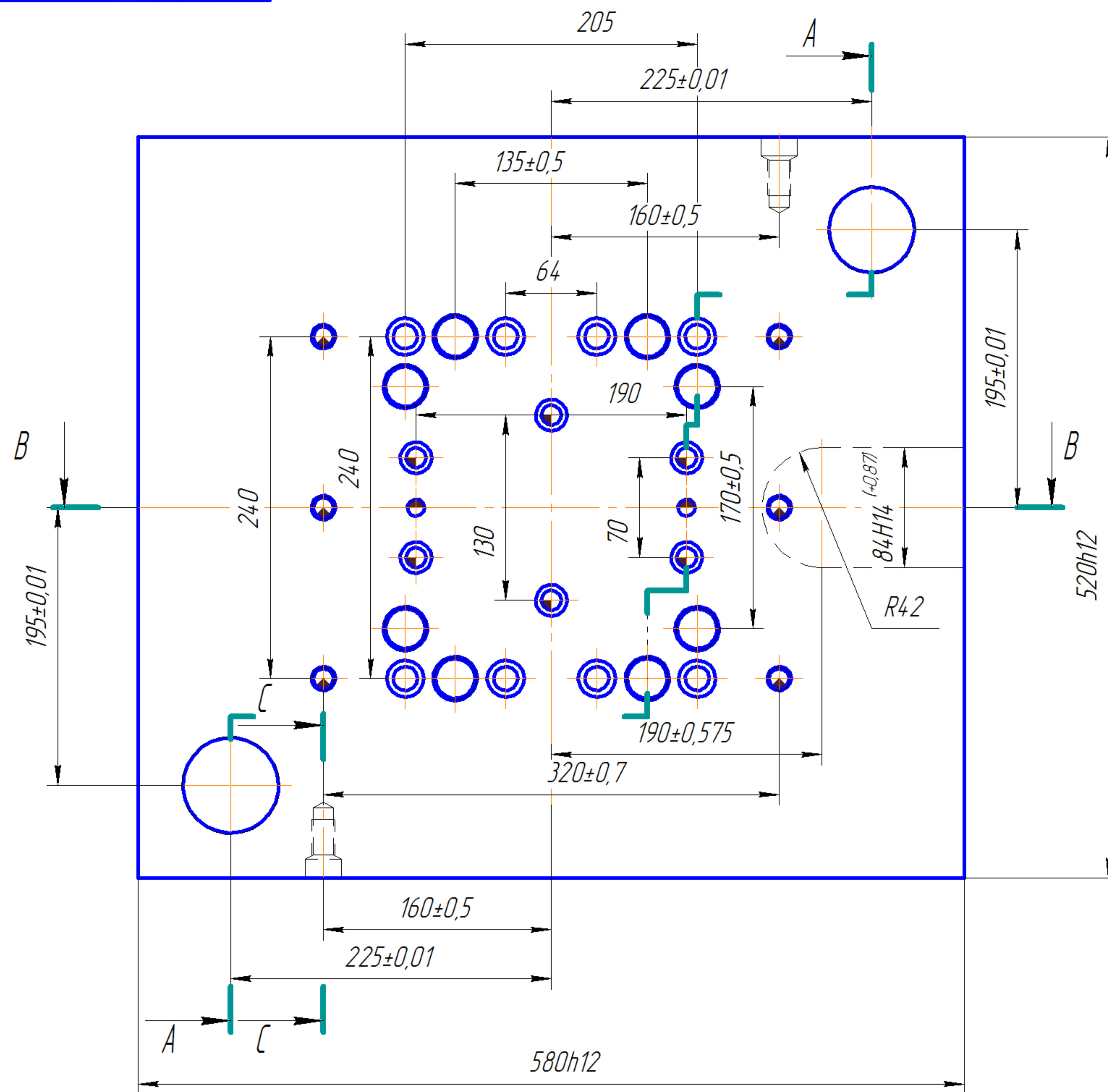
Провівши технологічний контроль креслення з точки зору точності і шорсткості поверхонь, точності форми та розташування поверхонь, присвоюємо поверхням деталі номера (рисунок 1.1) та виконуємо аналіз технічних вимог на її виготовлення. Результати аналізу зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1, 3	Плоскі зовнішні поверхні 48h7 _(-0,025)	7	Ra0,8
2	Прямокутна зовнішня поверхня 580 _{-0,7} ×520 _{-0,7}	12	Ra6,3
4	Наскрізний отвір Ø60H7 ^(+0,03) ; 225±0,01; 195±0,01	7	Ra0,8
5, 61	Дві внутрішні фаски 1×45°	14	Ra6,3
6-13	Вісім отворів Ø17; l=20; 205±0,5; 240±0,5	14	Ra6,3
14-21	Вісім отворів Ø26; l=28; 205±0,5; 240±0,5	14	Ra6,3
22-29	Вісім наскрізних отворів Ø27,9 ^{+0,4} під різь М30×2-7H; 135±0,5; 240±0,575	14	Ra6,3
30-37	Вісім внутрішніх фасок 1×45°	14	Ra6,3
38-45	Вісім різевих отворів М30×2-7H; l=17; 135±0,5; 240±0,575	(7)	Ra6,3
46-51	Шість отворів Ø14; l=33; 190±0,57; 130±0,5; 70±0,37	14	Ra6,3

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
52-57	Шість отворів $\varnothing 22$; $l=15$; $190\pm 0,57$; $130\pm 0,5$; $70\pm 0,37$	14	Ra6,3
58, 59	Два наскрізних отвори $\varnothing 12H7^{(+0,018)}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	7	Ra0,8
60	Наскрізний отвір $\varnothing 67H7^{(+0,03)}$; $225\pm 0,01$; $195\pm 0,01$	7	Ra0,8
62	Паз $84H14^{(+0,87)}$; $20\pm 0,26$; R42	14	Ra6,3
63-68	Шість наскрізних отворів $\varnothing 13,9^{+0,4}$ під різь M16-7H; $240\pm 0,57$; $320\pm 0,7$	14	Ra6,3
69-74	Шість внутрішніх фасок $0,6\times 45^\circ$	14	Ra6,3
75-80	Шість різевих отворів M16-7H; $l=32$; $240\pm 0,57$; $320\pm 0,7$	(7)	Ra6,3
81, 82	Два отвори $\varnothing 13,9^{+0,4}$; $l=49$ під різь M16-7H; $160\pm 0,5$	14	Ra12,5
83, 84	Два отвори $\varnothing 25H14^{(+0,52)}$; $l=13$; $160\pm 0,5$	14	Ra6,3
85, 86	Два різеві отвори M16-7H; $l=28$; $160\pm 0,5$	(7)	Ra6,3



Невказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших ±IT14/2.

Рисунок 1.1 - Ескіз деталі з номерами поверхонь

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-------	----------	-------	------

26.KBP.400.10.00.000 ПЗ

Аркуш

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Тип виробництва встановлюємо виходячи із річної програми випуску передбаченої завданням $N = 200$ шт. і маси деталі $m = 105$ кг

Отже, попередній тип виробництва – середньосерійний.

Організаційно-технологічні характеристики середньосерійного типу виробництва:

- форма організації виробничого процесу – предметно-потокова;
- повторюваність партій (серій) – по ходу технолонічних процесів;
- ступінь деталізації технологічних процесів – більш детальні технологічні розробки (маршрутно-операційні і операційні технологічні процеси).

Для верстатів з ЧПК – докладні;

- технологічне обладнання – універсальне, частково спеціалізоване, спеціальне, верстати з ЧПК;
- технологічне оснащення – універсально-налагоджувальні, спеціалізовані налагоджувальні і збірно-розбірні пристрої;
- різальний інструмент – універсальний і спеціальний;
- вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент;
- види заготовок – прокат, виливки за металевими моделями, штампування.

Величину оптимальної партії деталей визначаємо за формулою [1] С.16:

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

де $N = 200$ шт. – річна програма випуску деталей;

a – необхідний запас деталей на складі для безперебійної роботи складального цеху, днів; приймаємо 5 днів;

F – число робочих днів в 2026 році; при 2^x днях відпочинку $F=250$ днів.

$$n = \frac{200 \cdot 5}{250} = 4 \text{ шт}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Заготовкою деталі «Плита верхня» 26.КВР.400.10.00.00.000 приймаємо прокат сортовий, гарячекатаний, листовий, нормальної точності прокатки Б; нормальної площинності – ПН; по характеру кромки – с, обрізною кромкою – О. Сортамент за ДСТУ EN 10051:2014 зі сталі вуглецевої звичайної якості Ст3 категорії 3 по ДСТУ EN 10025-2:2019. Позначення в конструкторській документації:

Лист $\frac{\text{Б- ПН- О -52} \times 1250 \times 2800 \text{ ДСТУ EN 10051:2014}}{\text{Ст3 ДСТУ EN 10025-2:2019}}$ [3] С. 134.

Метод отримання заготовки – лазерне різання прокату. За даними таблиці [3] С. 86, табл. Ж3.1 назначаємо граничні відхилення товщини прокату, а за таблицею [3] С. 34, табл. Б1 точність порізки.

Встановлені загальні табличні припуски заносимо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – 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
1	2	3	4	5
Плоска поверхня $48_{-0,025}$	Ra0,8	1,9	$2,0 \times 2 = 4,0$	$52_{-1,3}^{+0,6}$
Плоскі торцеві прямокутні поверхні $580_{-0,7}$	Ra6,3	0,7	–	$580_{-0,7}$
Плоскі бокові прямокутні поверхні $520_{-0,7}$	Ra6,3	0,7	–	$520_{-0,7}$

Згідно отриманих даних, зазначених в таблиці 1.2, викреслюємо ескіз заготовки (рисунок 1.2).

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

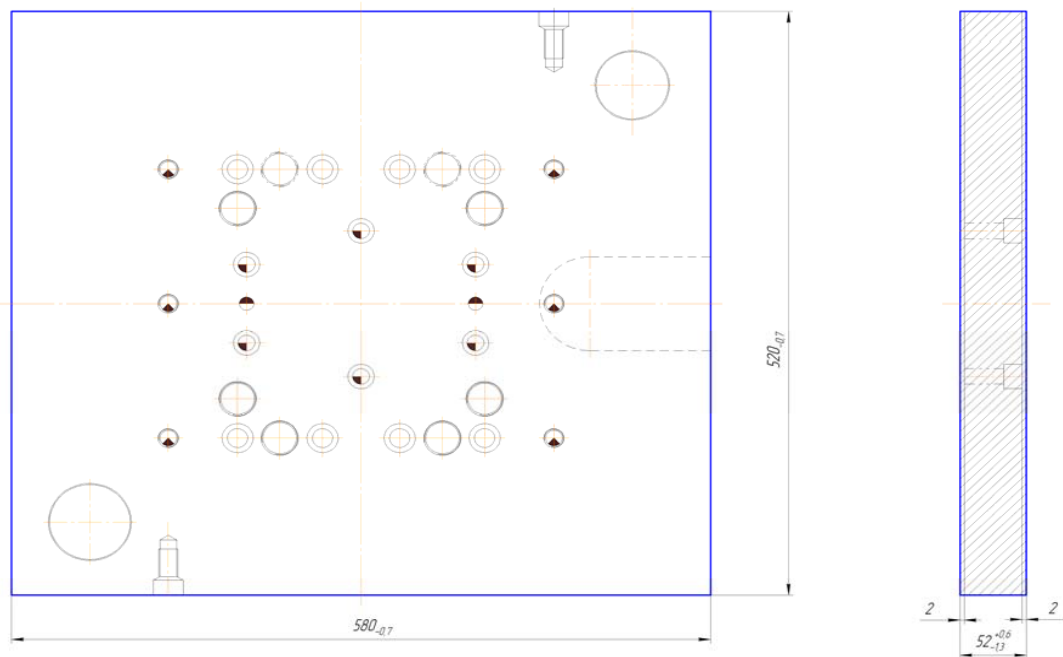


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки з листового прокату

Визначаємо масу заготовок:

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

де Q – маса заготовки, кг;

V_3 – об'єми заготовки;

ρ – густина матеріалу, $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Об'єм заготовки прямокутного перерізу визначається за формулою:

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

$$V_3 = 580 \cdot 520 \cdot 52 = 15683200 \text{ мм}^3 = 15683,2 \text{ см}^3,$$

$$Q = 15683,2 \cdot 7,8 = 122328,96 \text{ г} = 122,33 \text{ кг}.$$

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{т.в.}} \cdot S - (Q_{\text{т.в.}} - Q) \cdot S_{\text{відх}}}{1000} \quad (1.4)$$

де $S = 36000 \text{ грн/т}$ – ціна 1 т. металопродукції

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$S_{\text{відх.}} = 5800$ – базова ціна 1 т. відходів згідно [4] С. 357;

$Q_{\text{т.в.2}} = 122,33$ кг – маса заготовки по другому варіанту;

$q = 105$ кг – маса деталі згідно креслення деталі.

$$C_{\text{заг}} = \frac{122,33 \cdot 36000 - (122,33 - 105) \cdot 2900}{1000} = 2095 \text{ грн}$$

Визначаємо технологічну собівартість деталі як суму технологічної собівартості заготовки $C_{\text{заг}}$. і технологічної собівартості механічної обробки $C_{\text{м.о.}}$:

$$C_{\text{д}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{м.о.}}, \quad (1.5)$$

де $C_{\text{заг.}}$ – технологічна собівартість заготовки, грн;

$C_{\text{м.о}}$ – технологічна собівартість механічної обробки, грн.

$$C_{\text{м.о.}} = C_{\text{стр.}} (Q - q) \quad (1.6)$$

Враховуючи інфляційні процеси табличне значення затрат на механічну обробку $C_{\text{стр.}} = 495$ грн/т = 0,495 грн/кг для загального машинобудування згідно таблиці [1] С.19, табл. 3.3.1.1 необхідно помножити на коефіцієнт інфляції $k = 20$.

Тоді, затрати на механічну обробку для загального машинобудування будуть складати: $C_{\text{стр.}} = 0,495 \cdot 13 = 6,435$ грн/кг.

Визначаємо собівартість механічної обробки, підставляючи числові значення у формулу (1.6):

$$C_{\text{м.о.}} = 6,435 \cdot (122,33 - 105) = 112 \text{ грн.}$$

Визначаємо технологічну собівартість деталей згідно формули (1.5):

$$C_{\text{д}} = 2095 + 112 = 2207 \text{ грн.}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу для двох заготовок за формулою:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{q}{Q} \quad (1.7)$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{105}{122,33} = 0,85;$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

Враховуючи середньосерійний тип виробництва, технічні вимоги до деталі та дотримуючись принципів сталості технологічних баз, суміщення конструкторських і технологічних баз, а також раціональної послідовності виконання операцій, було розроблено маршрут механічної обробки деталі типу «Плита верхня». Формування технологічного процесу здійснювалося з урахуванням забезпечення необхідної точності обробки, шорсткості поверхонь, мінімізації похибок базування та підвищення продуктивності виготовлення.

Початковими операціями технологічного маршруту є плоскошліфувальні операції 005 та 010, під час яких здійснюється попередня обробка базових поверхонь деталі. Формування точних баз на ранніх етапах виготовлення забезпечує стабільність подальшої обробки, підвищує точність взаємного розташування поверхонь і сприяє зменшенню похибок установаження заготовки.

На операції 015 — координатно-розточувальній — виконують високоточну обробку отворів та поверхонь, до яких висуваються підвищені вимоги щодо точності розташування та геометричної форми. Застосування координатно-розточувального обладнання дозволяє забезпечити необхідні допуски та взаємне розташування отворів відповідно до конструкторської документації.

Операція 020 — свердлильна з ЧПК — призначена для виконання свердління, зенкерування та розгортання отворів із використанням сучасного обладнання з числовим програмним керуванням. Використання верстатів з ЧПК забезпечує високу точність обробки, стабільність технологічного процесу та скорочення часу виконання операцій.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

На фрезерній операції з ЧПК 025 виконують обробку площин, пазів, уступів та інших конструктивних елементів деталі. Використання програмного керування дозволяє автоматизувати процес обробки, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну якість виготовлення поверхонь.

Операції 030 та 035 — плоскошліфувальні — є завершальними операціями механічної обробки основних площин деталі. Під час цих операцій досягається необхідна точність розмірів, геометрична правильність поверхонь і задана шорсткість відповідно до технічних вимог креслення.

Заключною операцією маршруту є операція 040 — свердлильна з ЧПК, на якій виконуються остаточна обробка допоміжних та кріпильних отворів, а також інші завершальні переходи, необхідні для повного виготовлення деталі.

Таким чином, розроблений маршрут технологічного процесу забезпечує раціональну послідовність виконання операцій, дотримання вимог точності та якості обробки, а також ефективність виготовлення деталі «Плита верхня» в умовах середньосерійного виробництва.

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

Попередній вибір обладнання проводимо паралельно при розробці маршруту обробки деталі відповідно до типу виробництва – середньосерійного згідно таблиць [4] С.20, табл. 11; С.51, табл. 37. Вибір пристосувань здійснюємо керуючись літературою [5] С.66.

Результати роботи по даному пункту оформляємо у вигляді таблиці 2.1.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.1 – Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристаосування
005	Плоско-шліфувальна	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	Магнітна плита 7208-0116П
010	Плоско-шліфувальна	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	Магнітна плита 7208-0116П
015	Координатно-розточувальна	Координатно-розточувальний верстат з ЧПК мод.2Е450АМФ4	Пристаосування спеціальне з базуванням деталі по плоскій поверхні та двом торцям з пневмозатиском
020	Свердлильна з ЧПК	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК мод. 6560МФ3	Пристаосування спеціальне з базуванням деталі по плоскій поверхні та двом пальцям з пневмозатиском
025	Фрезерна з ЧПК	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК мод. 6560МФ3	Пристаосування спеціальне 26.КВР 400.10.05.00.000 СК з базуванням деталі по плоскій поверхні та двом торцям з пневмозатиском по торцю
030	Плоско-шліфувальна	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	Магнітна плита 7208-0116П
035	Плоско-шліфувальна	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	Магнітна плита 7208-0116П
040	Свердлильна з ЧПК	Верстат горизонтальний розточно-фрезерно-свердлильний з ЧПК мод. 2А622МФ2	Пристаосування універсально-збірне (УЗП) поворотне з базуванням деталі по плоским поверхням та торцевим поверхням з пневмозатиском
025	Фрезерна з ЧПК	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК мод. 6560МФ3	Пристаосування спеціальне 26.КВР 400.10.05.00.000 СК з базуванням деталі по плоскій поверхні та двом торцям з пневмозатиском по торцю

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом

Проміжні припуски та розміри визначаємо починаючи від фінішного переходу до чорнового або заготовки в напрямленні зворотного ходу технологічного процесу обробки.

За даними таблиці [4] С. 130, табл. У3 назначаємо операційні припуски на обробку площин на сторону, згідно таблиць [4] С. 115, табл. У назначаємо операційні (проміжні) припуски на механічну обробку внутрішніх поверхонь. Даний пункт виконуємо заповнюючи таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск мм	Припуск, мм	Операційні розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Плоскі зовнішні поверхні 48h7 _(-0,025)					
Шліфування чистове	7	Ra0,8	0,025	0,05 × 2 = 0,1	48 _{-0,025}
Шліфування напівчистове	8	Ra2,5	0,039	0,1 × 2 = 0,2	48,1 _{-0,039}
Шліфування чорнове за два проходи	12	Ra12,5	0,25	0,85 × 2 = 1,7	48,3 _{-0,25}
	14	Ra25	0,62	1,0 × 2 = 2,0	50,0 _{-0,62}
Заготовка	прокат звичайної точності	Rz500	1,9	2,0 × 2 = 4,0	52 ^{+0,6} -1,3
Наскрізний отвір Ø60H7 ^(+0,03) ; 225±0,01; 195±0,01					
Розточування тонке	7	Ra 0,8	0,03	0,1 × 2 = 0,2	Ø60 ^{+0,03}

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Розточування чистове	8	Ra 2,5	0,046	$0,2 \times 2 = 0,4$	$\varnothing 59,8^{+0,046}$
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,19	$0,7 \times 2 = 1,4$	$\varnothing 59,4^{+0,19}$
Розсвердлювання	12	Ra 12,5	0,3	$14,0 \times 2 = 28,0$	$\varnothing 58^{+0,3}$
Свердління	14	Ra 25	0,52	$15,0 \times 2 = 30,0$	$\varnothing 30^{+0,52}$
Заготовка	прокат звичайної точності	Rz500	-	$30,0 \times 2 = 60,0$	суцільний матеріал
Наскрізний отвір $\varnothing 67H7^{(+0,03)}$; $225 \pm 0,01$; $195 \pm 0,01$					
Розточування тонке	7	Ra 0,8	0,03	$0,1 \times 2 = 0,2$	$\varnothing 67^{+0,03}$
Розточування чистове	8	Ra 2,5	0,046	$0,2 \times 2 = 0,4$	$\varnothing 66,8^{+0,046}$
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,19	$0,7 \times 2 = 1,4$	$\varnothing 66,4^{+0,19}$
Розсвердлювання	12	Ra 12,5	0,3	$17,5 \times 2 = 35,0$	$\varnothing 65^{+0,3}$
Свердління	14	Ra 25	0,52	$15,0 \times 2 = 30,0$	$\varnothing 30^{+0,52}$
Заготовка	прокат звичайної точності	Rz500	-	$33,5 \times 2 = 67,0$	суцільний матеріал
Два наскрізних отвори $\varnothing 12H7^{(+0,018)}$					
Розвертання тонке	7	Ra 0,8	0,018	$0,01 \times 2 = 0,02$	$\varnothing 12^{+0,018}$
Розвертання чистове	8	Ra 1,6	0,027	$0,02 \times 2 = 0,04$	$\varnothing 11,98^{+0,027}$
Розвертання чорнове	9	Ra 2,5	0,043	$0,07 \times 2 = 0,14$	$\varnothing 11,94^{+0,043}$
Зенкерування	11	Ra 6,3	0,11	$0,4 \times 2 = 0,8$	$\varnothing 11,8^{+0,11}$
Свердління	12	Ra 25	0,18	$5,5 \times 2 = 11,0$	$\varnothing 11^{+0,18}$
Заготовка	прокат звичайної точності	Rz500	-	$6,0 \times 2 = 12,0$	Суцільний матеріал

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

20

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

В даному розділі розроблено операційну технологію у програмі ADEM, для всіх операцій (рисунок 2.1).

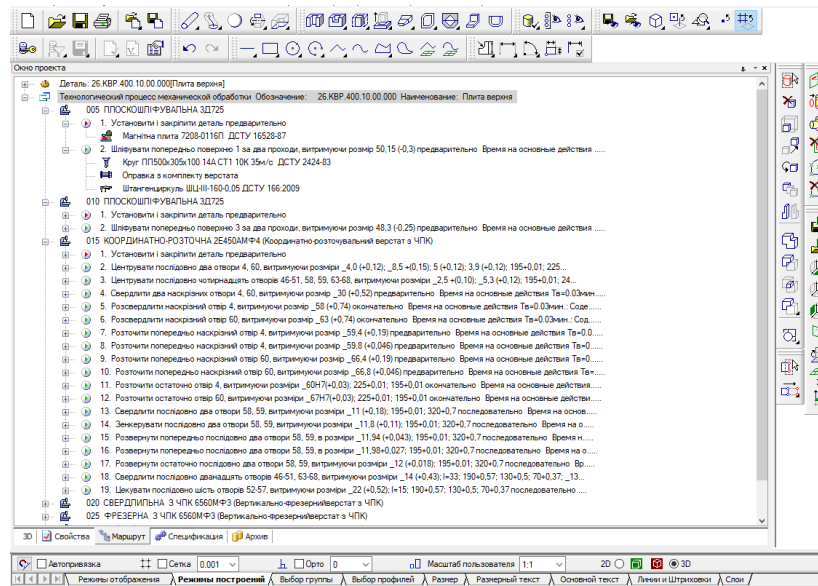


Рисунок 2.1 Загальний вигляд вікна технологічного процесу у САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

За завданням операційну технологію необхідно розробити на одну операцію, тобто встановити раціональну послідовність основних і допоміжних переходів обробки поверхонь деталі.

Операція 020 Свердлильна з ЧПК

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Центрувати послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07^{+0,12}; 135±0,5; 240±0,575.
3. Свердлити послідовно вісім отворів 6-13, витримуючи розміри $\varnothing 17^{+0,43}$; 205±0,5; 240±0,5.
4. Свердлити послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\varnothing 27,9^{+0,4}$ під різь М30×2-7Н; 135±0,5; 240±0,575.

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.KBP.400.10.00.00.000 ПЗ				

5. Цекувати послідовно вісім отворів 14-21, витримуючи розміри $\varnothing 26^{+0,52}$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$.

6. Зенкувати послідовно вісім внутрішніх фасок 30-37, витримуючи розміри $1,15 \times 45^\circ$.

7. Зенкувати послідовно шість внутрішніх фасок 69-74, витримуючи розміри $0,75 \times 45^\circ$.

8. Нарізати послідовно різь в шести отворах 75-80, витримуючи розміри M16-7H; $l=32$; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$.

9. Нарізати послідовно різь в восьми отворах 38-45, витримуючи розміри M30 \times 2-7H; $l=17$; $135 \pm 0,5$; $240 \pm 0,575$.

10. Зняти деталь.

11. Перевірити розміри: $\varnothing 17^{+0,43}$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$; $\varnothing 26^{+0,52}$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$; $1,15 \times 45^\circ$; $0,75 \times 45^\circ$; M16-7H; $l=32$; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$; M30 \times 2-7H; $l=17$; $135 \pm 0,5$; $240 \pm 0,575$.

12. Контроль 30 %.

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

У програмному середовищі ADEM вибір ріжучого інструменту здійснюється за допомогою вбудованих бібліотек, де інструменти згруповані за видами обробки. Це забезпечує швидкий підбір оснащення відповідно до типу операції та вимог обробки.

Програма також дозволяє створювати й зберігати користувацькі інструменти для подальшого використання в інших проектах. Використання бібліотек інструментів у ADEM підвищує ефективність технологічної підготовки виробництва (рисунок 2.3).

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

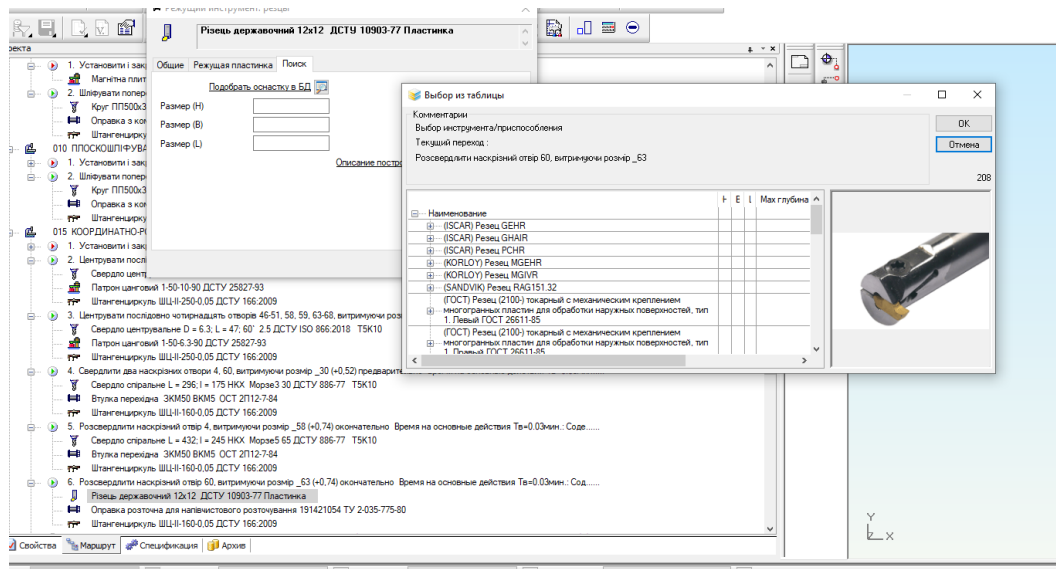


Рисунок 2.3 Видяг вікна вибору інструменту у середовищі САПР ТП

Проаналізувавши попередні пункти і виходячи із середньосерійного типу виробництва, проводимо вибір необхідних інструментів для виконання технологічного процесу виготовлення деталі “Плита верхня” результати зводимо в таблицю.

Таблиця 2.3 — Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер, назва операції, переходу	Інструмент		
	Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
Операція 005 Плоскошліфувальна			
Перехід 2			
Шліфувати поперечно поверхню 1 за два проходи, в розмір 50,15 _{-0,3}	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 21963-2003	Оправка з комплекту верстата	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Операція 010 Плоскошліфувальна			
Перехід 2			

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Шліфувати попередньо поверхню 3 за два проходи, витримуючи розмір $48,3_{-0,25}$	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 21963-2003	Оправка з комплекту верстата	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Операція 015 Координатно-розточувальна			
Перехід 2			
Центрувати послідовно два отвори 4, 60, витримуючи розміри $\varnothing 4,0^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; $5^{+0,12}$; $3,9^{+0,12}$; $195 \pm 0,01$; $225 \pm 0,01$	Свердло центрувальне $d = 4$; $D = 10$; $L = 59$; 60o ДСТУ ISO 235:2018	Патрон Цанговий 1-50-10-90 ДСТУ 7713:2015	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 3			
Центрувати послідовно чотирнадцять отворів 46-51,58,59, 63-68, витримуючи розміри $\varnothing 2,5^{+0,10}$; $\varnothing 5,3^{+0,12}$; $195 \pm 0,01$; $240 \pm 0,5$; $190 \pm 0,57$; $130 \pm 0,5$; $320 \pm 0,7$	Свердло центрувальне $d = 2,5$; $D = 6,3$; $L = 47$; 60o ДСТУ ISO 235:2018	Патрон цанговий 1-50-6,3-90 ДСТУ 7713:2015	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 4			
Свердлити два наскрізних отвори 4, 60, витримуючи розміри $\varnothing 30^{+0,52}$; $195 \pm 0,01$; $225 \pm 0,01$	Свердло спіральне $d = 30$; $L = 296$; $l = 175$; НКХ, Морзе3 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ3; $L = 231,8$; $l = 105$	Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 5			
Розсвердлити наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 58^{+0,74}$	Свердло спіральне $d = 58$; $L = 422$; $l = 235$; НКХ, Морзе5 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ5; $L = 231,8$; $l = 105$	Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 6			

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Розсвердли наскрізний отвір 60, витримуючи розмір $\varnothing 65^{+0,74}$	Свердло спіральне $d = 65$; $L = 432$; $l = 245$; НКХ, Морзе5 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ5; $L = 231,8$; $l = 105$	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 7			
Розточити попере- дньо наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 59,4^{+0,19}$	Різець державочний 12×12 ДСТУ ISO 5608:2007	Оправка розточ- на для напівчис- тового розточу- вання 191421054 $L = 287$; $l = 160$	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 8			
Розточити попередньо наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 59,8^{+0,046}$	Різець державочний 10×10 ДСТУ ISO 5608:2007	Оправка розточ- на з мікрорегу- люванням різця для чистового розточування 191421254 $d = 40$; $L = 286$; $l = 160$	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 9			
Розточити попередньо наскрізний отвір 60, витримуючи розмір $\varnothing 66,4^{+0,19}$	Різець державочний 12×12 ДСТУ ISO 5608:2007	Оправка розточ- на для напівчис- тового розточу- вання 191421054 $L = 287$; $l = 160$	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 10			
Розточити по- передньо наскрізний отвір 60, витримує- чи розмір $\varnothing 66,8^{+0,046}$	Різець державочний 12×12 ДСТУ ISO 5608:2007	Оправка розточ- на з мікрорегу- люванням різця для чистового розточування 191421255 $d = 50$; $L = 286$; $l = 160$	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 11			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

25

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Розточити остаточно отвір 4, витримуючи розміри $\varnothing 60H7^{(+0,03)}$; $225\pm 0,01$; $195\pm 0,01$	Різець розточний з механічним кріпленням чотирьохгранної пластини, Т30К4, $d=32\text{мм}$, тип 3, $\varphi=92^\circ$ ДСТУ ISO 5608:2007	Борштанга спеціальна 6339-4268	Калібр-пробка односторонній однограничний ($\varnothing 60$) НЕ 8136-0104 Н7 ДСТУ 2234-93 Калібр-пробка односторонній Однограничний ($\varnothing 60$) ПР 8136-0056 Н7 ДСТУ 2234-93
Перехід 12			
Розточити остаточно отвір 60, витримуючи розміри ДСТУ 2234-93 $\varnothing 67H7^{(+0,03)}$; $225\pm 0,01$; $195\pm 0,01$	Різець розточний з механічним кріпленням чотирьохгранної пластини, Т30К4, $d=32\text{мм}$, тип 3, $\varphi=92^\circ$ ДСТУ ISO 5608:2007	Борштанга спеціальна 6339-4268	Калібр-пробка односторонній однограничний ($\varnothing 67$) НЕ 8136-0124 Н7 ДСТУ 2234-93 Калібр-пробка односторонній однограничний ($\varnothing 67$) ПР 8136-0060 Н7 ДСТУ 2234-93
Перехід 13			
Свердлити послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 11^{+0,18}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	Свердло спіральне $d = 11$; $L = 175$; $l = 94$; НКХ, Морзе 1 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; $L = 171,8$; $l = 45$ Втулка перехідна ЗКМ2, ВКМ1 $D=18,6$; $L = 92$	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0928 ($\varnothing 14$) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05 ДСТУ 2234-93
Перехід 14			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

26

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Зенкерувати послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 11,8^{+0,11}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	Зенкер спеціальний Н $\varnothing 11,8$ -№1; $L = 180$; НКХ, Морзе2	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; $L = 171,8$; $l = 45$	Штангенциркуль ШЦ-ІІ-160-0,05 ДСТУ 2234-93
Перехід 15			
Розвернути попередньо послідовно два отвори 58,59, витримуючи розміри $\varnothing 11,94^{+0,043}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	Розвертка $\varnothing 12H9$; $L=175$; $l=41$; $z=8$ НКХ, Морзе2 DIN 206	Плаваючий патрон для розверток з комплекту верстата	Штангенциркуль ШЦ-ІІ-160-0,05 ДСТУ 2234-93
Перехід 16			
Розвернути попередньо послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 11,98^{+0,027}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	Розвертка $\varnothing 12 U8$; $L=175$; $l=41$; $z=8$ НКХ, Морзе2 DIN 206	Плаваючий	Штангенциркуль ШЦ-ІІ-160-0,05 ДСТУ 2234-93
Перехід 17			
Розвернути остаточно послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 12^{+0,018}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	Розвертка $\varnothing 12H7$; $L=175$; $l=41$; $z=8$ НКХ, Морзе2 DIN 206	Плаваючий патрон для розверток з комплекту верстата	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0926 H7 ДСТУ 2234-93
Перехід 18			
Свердлити послід дванадцять отворів 46-51, 63-68, витримуючи розміри $14^{+0,43}$; $l=33$; $190\pm 0,57$; $130\pm 0,5$; $70\pm 0,37$; $\varnothing 13,9^{+0,4}$ під різь М16-7H; $240\pm 0,57$; $320\pm 0,7$	Свердло спіральне $d = 14$; $L = 189$; $l = 108$; НКХ, Морзе1 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; $L = 171,8$; $l = 45$ Втулка перехідна ЗКМ2, ВКМ1 D=18,6; $L = 92$	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0928 ($\varnothing 14$) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ДСТУ 2234-93

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

27

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 19			
Цекувати послідовно шість отворів 52-57, витримуючи розміри $\varnothing 22^{+0,52}$; $l=15$; $190\pm 0,57$; $130\pm 0,5$; $70\pm 0,37$	Цеківка циліндрична $d=22$; $d_{ц}=14$; $L=158$; $l=30$; НКХ, Морзе2 спеціальна	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; $L = 171,8$; $l = 45$	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0936 ($\varnothing 22$) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДСТУ 2234-93
Операція 020 Свердлильна з ЧПК			
Перехід 2			
Центрувати послідовно вісім отворів 22-29, в розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; $3,07^{+0,12}$; $135\pm 0,5$; $240\pm 0,575$	Свердло центровальне $d = 3,15$; $D = 6,3$; $L = 47$; 60 ДСТУ ISO 235:2018	Патрон цанговий 1-50-6,3-90 ДСТУ 7713:2015	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 3			
Свердлити послідовно вісім отворів 6-13, витримуючи розміри $\varnothing 17^{+0,43}$; $205\pm 0,5$; $240\pm 0,5$	Свердло спіральне $d = 17$; $L = 223$; $l = 125$; НКХ, Морзе2 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; $L = 171,8$; $l = 45$	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0931 ($\varnothing 17$) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 4			
Свердлити послідовно вісім отворів 22-29, в розміри $\varnothing 27,9+0,4$ під різь М30×2-7H; $135\pm 0,5$; $240\pm 0,575$	Свердло спіральне $d = 28$; $L = 291$; $l = 170$; НКХ, Морзе3 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ3; $L = 186,8$; $l = 60$	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 5			

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Цекувати послідовно вісім отворів 14-21, витримуючи розміри $\varnothing 26 \pm 0,52$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$	Цеківка циліндрична $d=26$; $d_{ц}=17$; $L=100$; $l=35$; НКХ, Морзе3 спеціальна	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ3; $L = 186,8$; $l = 60$	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0940 ($\varnothing 26$) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 6			
Зенкувати послідовно вісім внутрішніх фасок 30-37, витримуючи розміри $1,15 \times 45^\circ$	Зенківка конічна $3,2 \times 90^\circ$; $\varnothing 16$; $L = 48$ ДСТУ 2233-93	Патрон цанговий 1-50-12,5-100 DIN 69871	Кутомір універсальний тип 4-10 ДСТУ 21339:2009
Перехід 7			
Зенкувати послідовно шість внутрішніх фасок 69-74, витримуючи розміри $0,75 \times 45^\circ$	Зенківка конічна $3,2 \times 90^\circ$; $\varnothing 16$; $L = 48$ ДСТУ 2233-93	Патрон цанговий 1-50-12,5-100 DIN 69871	Кутомір універсальний тип 4-10 ДСТУ 21339:2009
Перехід 8			
Нарізати послідовно різь в шести отворах 75-80, витримуючи розміри М16-7Н; $l=32$; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$	Мітчик М16; Р=2, $L=102$; $l=32$ ДСТУ 6111-52.	Патрон регульований різьнарізний 191221030А DIN 69871	Калібр-пробка різцевий 8221-3030 7Н ДСТУ 2234-93
Нарізати послідовно різь в шести отворах 75-80, витримуючи розміри М16-7Н; $l=32$; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$	Мітчик М16; Р=2, $L=102$; $l=32$ ДСТУ 6111-52.	Патрон регульований різьнарізний 191221030А DIN 69871 Мітчикотримач 191221030А/060 (М16) $D = 34$; $L = 66$; ДСТУ EN ISO 11148-3:2014	Калібр-пробка різцевий 8221-3030 7Н ДСТУ 2234-93

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 9			
Нарізати послідовно різь в восьми отворах 38-45, витримуючи розміри M30×2-7H; l=17; 135±0,5; 240±0,575	Мітчик M30×2-7H; L=113; l=23 ДСТУ 6111-52.	Патрон регульований різьнарізний 191221141A DIN 69871 Мітчикотримач 191221141A/010 (M30) D = 38; L = 125; ДСТУ EN ISO 11148-3:2014	Калібр-пробка різцевий 8221-3111 7H ДСТУ 2234-93 (M30-7H)
Операція 025 Фрезерна з ЧПК			
Перехід 2			
Фрезерувати остаточно паз 62 по програмі, витримуючи розміри 84 ^{+0,87} ; 20±0,26; R42±0,31	Фреза кінцева d=32; L=188; l=63; z=6 T5K10 НКХ Морзе4 ДСТУ ISO 51	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ4; L = 231,8	Штангенциркуль ШЦ-Ш-1000-0,02 ДСТУ 166:2009
Перехід 3			
Розточити послідовно дві внутрішні фаски 5, 61, витримуючи розмір 1,15×45°	Різець державочний 12×12 ДСТУ ISO 5608:2007	Оправка розточна для напівцисткового розточування 191421054 L= 287; l= 160	Кутомір універсальний тип 4-10 ДСТУ21339:2009
Операція 030 Плоскошліфувальна			
Перехід 2			
Шліфувати попередньо поверхню 1, витримуючи розмір 48,14 _{-0,039}	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 2424:2014	Оправка з комплекту верстата	Мікрометр МК-75 ДСТУ ISO 3611 Взірці шорсткості ДСТУ ISO 2632-1
Перехід 3			
Шліфувати остаточно поверхню 1, витримуючи розмір 48,11 _{-0,025}	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 2424:2014	Оправка з комплекту верстата	Мікрометр МК-75 ДСТУ ISO 3611 Взірці шорсткості ДСТУ ISO 2632-1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

30

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Операція 035 Плоскошліфувальна			
Перехід 2			
Шліфувати попередньо поверхню 3, витримуючи розмір 48,03 _{-0,039}	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 2424:2014	Оправка з комплекту верстата	Мікрометр МК-75 ДСТУ ISO 3611 Взірці шорсткості ДСТУ ISO 2632-1
Перехід 3			
Шліфувати остаточно поверхню 3, витримуючи розмір 48 _{-0,025}	Круг ПП500×305×100 14А СТ1 10К 35м/с ДСТУ 2424:2014	Оправка з комплекту верстата	Мікрометр МК-75 ДСТУ ISO 3611 Взірці шорсткості ДСТУ ISO 2632-1
Операція 040 Свердлильна з ЧПК			
Перехід 2			
Центрувати отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07 ^{+0,12}	Центрувати отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07 ^{+0,12}	Центрувати отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07 ^{+0,12}	Центрувати отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07 ^{+0,12}
Перехід 3			
Свердлити отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 25H14^{(+0,52)}$; l=13; 160±0,5	Свердло спіральне d = 25; L = 281; l = 160; НКХ, Морзе3 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ3; L = 186,8; l = 60	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 4			
Свердлити отвір 81 під різь М16-7Н, витримуючи розміри $\varnothing 13,9^{+0,4}$; l=49; 160±0,5	Свердло спіральне d = 14; L = 189; l = 108; НКХ, Морзе1 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; L = 171,8; l = 45 Втулка перехідна ЗКМ2, ВКМ1 D=18,6; L = 92	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0928 (Ø14) Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 5			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

31

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Нарізати різь 85, витримуючи розміри М16-7Н; l=28; 160±0,5	Мітчик М16; Р=2, L=102; l=32 ДСТУ 6111-52.	Патрон регульований різьнарізний 191221030А Мітчикотримач 191221030А/060 (М16) D = 34; L = 66;	Калібр-пробка різцевий 8221-3030 7Н ДСТУ 2234-93 (М16-7Н)
Перехід 6			
Поворот поворотного стола на 180°			
Перехід 7			
Центрувати отвір 84, витримуючи розміри Ø3,15 ^{+0,12} ; Ø6,7 ^{+0,15} ; 3,9; 3,07 ^{+0,12}	Свердло центрувальне d = 3,15; D = 6,3; L = 47; 60° ДСТУ ISO 235:2018	Патрон цанговий 1-50-6,3-90	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 8			
Свердлити отвір 84, Витримуючи розміри Ø25Н14 ^(+0,52) ; l=13; 160±0,5	Свердло спіральне d = 25; L = 281; l = 160; НКХ, Морзе3 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ3; L = 186,8; l = 60	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 9			
Свердлити отвір 82 під різь М16-7Н, витримуючи розміри Ø13,9 ^{+0,4} ; l=49; 160±0,5	Свердло спіральне d = 14; L = 189; l = 108; НКХ, Морзе1 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна ЗКМ50; ВКМ2; L = 171,8; l = 45 Втулка перехідна ЗКМ2, ВКМ1 D=18,6; L = 92	Калібр-пробка двосторонній двограничний 8133-0928 (Ø14) ДСТУ 2234-93 Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ДСТУ 166:2009
Перехід 10			
Нарізати різь 86, витримуючи розміри М16-7Н; l=28; 160±0,5	Мітчик М16; Р=2, L=102; l=32 ДСТУ 6111-52.	Патрон регульований різьнарізний 191221030А Мітчикотримач 191221030А/060 (М16) D = 34; L = 66;	Калібр-пробка різцевий 8221-3030 7Н ДСТУ 2234-93 (М16-7Н)

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

У програмі ADEM реалізовано автоматизований розрахунок режимів різання, який є важливим елементом технологічного проектування. Обчислення здійснюється на підставі вхідних параметрів, заданих користувачем: матеріалу заготовки, типу та характеристик ріжучого інструменту, виду механічної обробки, глибини різання, подачі та умов виконання операції.

Використання цієї функції забезпечує більш точне визначення параметрів обробки, зменшує тривалість технологічної підготовки виробництва та сприяє ефективному використанню виробничих ресурсів. Приклад вікна розрахунку режимів різання в програмі наведено на рисунку 2.4.

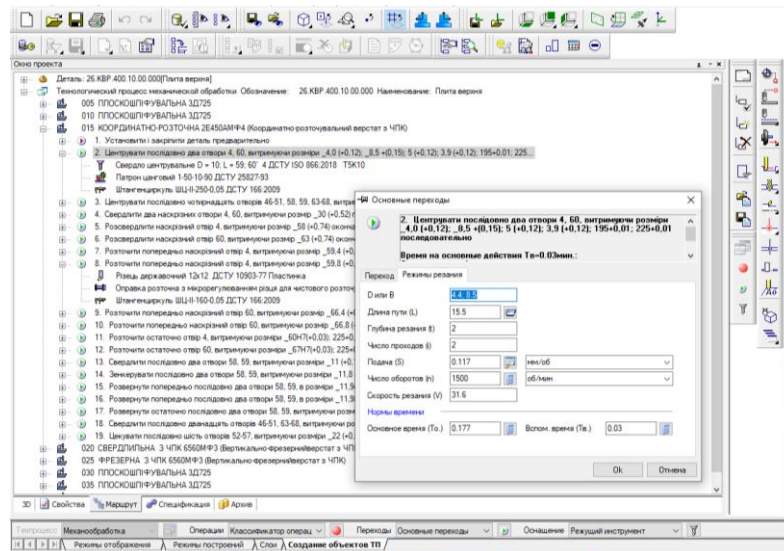


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

Розрахунок режимів різання виконуємо табличним методом для всіх операцій. Представимо розрахунок режимів різання для другого переходу 020 операції.

Операція 020 Свердлильна з ЧПК.

Перехід 2

Центрувати послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; $3,07^{+0,12}$; $135 \pm 0,5$; $240 \pm 0,575$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Інструмент – Свердло центрувальне $d = 3,15$; $D = 6,3$; $L = 47$; 60° ДСТУ ISO 235:2018

1. Визначаємо глибину різання: $t = 1,575$ мм.

2. Визначаємо довжину робочого ходу інструменту за формулою:

$$L_{p.x.} = l_{різ} + l_2 + l_{дод.} = 7,12 + 3 + 0 = 10,12 \text{ мм.}$$

де $l_{різ.}$ – довжина різання, $l_{різ.1} = 7,12$ мм;

l_2 – величина підводу, врізання та перебігу інструменту, $l_2 = 3$ мм;

$l_{дод.}$ – додаткова довжина ходу, яка викликана особливостями наладки та конфігурацією заготовки, $l_{дод.} = 0$ мм.

Визначаємо подачу інструмента на оберт шпинделя за формулою [4] С. 142, карта 52:

$$S = S_{от} \cdot K_{SM}, \quad (2.1)$$

де $S_{от}$ – табличне значення подачі; $S_{от} = 0,09$ мм/об [4] С. 128, карта 46.

K_{SM} – поправочний коефіцієнт на подачу, який враховує вплив матеріалу заготовки;

$$K_{SM} = 1,3 \text{ [4] С. 143, карта 53.}$$

$$S = 0,09 \cdot 1,3 = 0,117 \text{ мм/об.}$$

3. Визначаємо період стійкості інструменту: $T_M = 15$ хв. [4] С. 279, табл. 30.

4. Визначаємо швидкість різання [4] С. 142, карта 52:

$$V = V_T \cdot K_{MV} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VЗ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VН} \cdot K_{VІ} \cdot K_{VW} \cdot K_{VП}, \quad (2.2)$$

де V_T – табличне значення швидкості різання, хв;

K_{MV} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки;

$K_{VЖ}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує застосування МОР;

K_{VW} – поправочний коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

$K_{VН}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента;

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$K_{vз}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує форму заточки інструменту;
 $K_{vл}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує довжину робочої частини свердла;
 $K_{vт}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує стійкість інструменту;
 $K_{vп}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує покриття інструментального матеріалу.

Визначаємо складові формули (2.2): $K_{mv} = 1,3$ [4] С. 143, карта 53;

$K_{vж} = 1,0$ [4] С. 145, карта 53;

$K_{vw} = 1,0$ [4] С. 145, карта 53;

$K_{vi} = 1,0$ [4] С. 145, карта 53;

$K_{vз} = 1,0$ [4] С. 146, карта 53;

$K_{vl} = 1,0$ [4] С. 146, карта 53;

$K_{vt} = 1,0$ [4] С. 148, карта 53;

$K_{vp} = 1,0$ [4] С. 149, карта 53.

$V_T = 24,6$ [4] С. 127, карта 46.

Підставляючи отримані значення у формулу (2.2) отримаємо:

$$V = 24,6 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 32 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (2.3)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 32}{\pi \cdot 8} = 1274 \text{ хв}^{-1}$$

7. Так як регулювання частоти обертання шпинделя на даному верстаті є безступінчастим, приймаємо $n_d = 1300 \text{ хв}^{-1}$.

8. Коректуємо швидкість різання за формулою:

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.4)$$

$$V_D = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 1300}{1000} = 32,7 \text{ м/хв}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

9. Визначаємо силу різання за формулою [4] С. 142, карта 52:

$$P = \frac{P_T}{K_{PM}} \quad (2.5)$$

де P_T – табличне значення сили різання; $P_T = 580$ Н [4] С. 128, карта 46.

K_{PM} – поправочний коефіцієнт на силу різання, який враховує вплив матеріалу заготовки;

$$K_{PM} = 1,3 \text{ [4] С. 128, карта 46.}$$

$$P = \frac{580}{1,3} = 446 \text{ Н}$$

10. Визначаємо потужність різання за формулою [4] С. 142, карта 52:

$$N = \frac{N_T}{K_{NM}} \quad (2.6)$$

N_T – табличне значення потужності різання; $N_T = 0,19$ кВт [4] С. 128, карта 46.

K_{NM} – поправочний коефіцієнт на потужність різання, який враховує вплив матеріалу заготовки;

$$K_{PM} = 1,3 \text{ [4] С. 128, карта 46.}$$

$$N = \frac{0,19}{1,3} = 0,15 \text{ кВт}$$

11. Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстата для обробки деталі на даній позиції. Необхідно, щоб:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \quad (2.7)$$

де $N_{\text{шп}}$ – потужність шпинделя верстата, кВт; Потужність шпинделя верстата визначаємо за формулою:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta, \quad (2.8)$$

де N_d – потужність приводу головного руху верстата мод. 6560МФ3 – 15 кВт;

η – к.к.д. верстата, $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ кВт};$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{різ}} = 0,15 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 12 \text{ кВт}.$$

Отже, режими різання назначені правильно, обробка можлива.

12. Визначаємо основний час за формулою:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_{0 \cdot n}} \cdot i \quad (2.6)$$

де $i = 8$ – число проходів.

$$T_0 = \frac{10,12}{0,117 \cdot 1300} \cdot 8 = 0,53 \text{ хв}$$

Результати розрахунків режимів різання оформляємо у вигляді таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/хв	T ₀ , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005 Плоскошліфувальна										
Перехід 2										
Шліфувати попередньо поверхню 1 за два проходи, витримуючи розмір 50,15 _{-0,3}	0,08	590	2	–	32 мм/ход	1470	16	–	10,76	2,2
Операція 010 Плоскошліфувальна										
Перехід 2										
Шліфувати попередньо поверхню 3 за два проходи, витримуючи розмір 48,3 _{-0,25}	0,08	590	2	–	32 мм/ход	1470	16	–	10,76	2,2
Операція 015 Координатно-розточувальна										
Перехід 2										
Центрувати послідовно два отвори 4, 60, витримуючи розміри Ø4,0 ^{+0,12} ; Ø8,5 ^{+0,15} ; 5 ^{+0,12} ; 3,9 ^{+0,12} ; 195±0,01; 225±0,01	2,0	15,5	2	20	0,117	1500	31,6	265,5	0,12	0,7
Перехід 3										

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Центрувати послідовно чотирнадцять отворів 46-51, 58, 59, 63-68, витримуючи розміри $\varnothing 2,5^{+0,10}$; $\varnothing 5,3^{+0,12}$; $195\pm 0,01$; $240\pm 0,5$; $190\pm 0,57$; $130\pm 0,5$; $320\pm 0,7$	1,25	8,52	14	15	0,117	1900	31,6	222,3	0,54	0,15
Перехід 4										
Свердлити два наскрізних отвори 4, 60, витримуючи розмір $\varnothing 30^{+0,52}$	15,0	54	1	50	0,38	335	30	127,3	0,42	1,2
Перехід 5										
Розсвердлити наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 58^{+0,74}$	14,0	73	1	60	0,35	200	36,4	70	1,04	4,2
Перехід 6										
Розсвердлити наскрізний отвір 60, витримуючи розмір $\varnothing 65^{+0,74}$	17,5	73	1	60	0,35	200	40,8	70	1,04	4,2
Перехід 7										
Розточити попередньо наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 59,4^{+0,19}$	0,7	54	1	60	0,5	240	46	120	0,45	3,2
Перехід 8										
Розточити попередньо наскрізний отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 59,8^{+0,046}$	0,2	54	1	60	0,3	300	56	90	0,6	0,8
Перехід 9										
Розточити попередньо наскрізний отвір 60, витримуючи розмір $\varnothing 66,4^{+0,19}$	0,7	54	1	60	0,5	240	50	120	0,45	3,2
Перехід 10										

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

38

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розточити попередньо наскрізний отвір 60, витримуючи розмір $\varnothing 66,8^{+0,046}$	0,2	54	1	60	0,3	300	63	90	0,6	0,8
Перехід 11										
Розточити остаточно отвір 4, витримуючи розміри $\varnothing 60H7^{(+0,03)}$; $225\pm 0,01$; $195\pm 0,01$	0,1	56	1	50	0,05	1600	301	80	0,7	0,1
Перехід 12										
Розточити остаточно отвір 60, витримуючи розміри $\varnothing 67H7^{(+0,03)}$; $225\pm 0,01$; $195\pm 0,01$	0,1	56	1	50	0,05	1600	337	80	0,7	0,1
Перехід 13										
Свердлити послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 11^{+0,18}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	5,5	55	2	25	0,3	800	28,4	240	0,46	0,6
Перехід 14										
Зенкерувати послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 11,8^{+0,11}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	0,4	53	2	25	0,3	700	26	210	0,5	0,58
Перехід 15										
Розвернути попередньо послідовно два отвори 58, 59, в розміри $\varnothing 11,94^{+0,043}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	0,07	62	2	25	0,7	185	7	129,5	0,96	0,1
Перехід 16										
Розвернути попередньо послідовно два отвори 58, 59, в розміри $\varnothing 11,98^{+0,027}$; $195\pm 0,01$; $320\pm 0,7$	0,02	62	2	25	0,5	100	3,8	40	3,1	0,1
Перехід 17										

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

39

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розвернути остаточно послідовно два отвори 58, 59, витримуючи розміри $\varnothing 12^{+0,018}$; $195 \pm 0,01$; $320 \pm 0,7$	10,0	62	2	25	0,5	100	3,8	40	3,1	0,1
Перехід 18										
Свердлити послідовно дванадцять отворів 46-51, 63-68, витримуючи розміри $\varnothing 14^{+0,43}$; $l=33$; $190 \pm 0,57$; $130 \pm 0,5$; $70 \pm 0,37$; $\varnothing 13,9^{+0,4}$ під різь М16-7Н; $240 \pm 0,57$; $320 \pm 0,7$	7,0	56	12	25	0,33	640	28	211,2	3,18	0,6
Перехід 19										
Цекувати послідовно шість отворів 52-57, витримуючи розміри $\varnothing 22^{+0,52}$; $l=15$; $190 \pm 0,57$; $130 \pm 0,5$; $70 \pm 0,37$	4,0	21	6	20	0,26	300	21	78	1,62	0,1
Операція 020 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2										
Центрувати послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; $3,9$; $3,07^{+0,12}$; $135 \pm 0,5$; $240 \pm 0,575$	1,575	10,12	8	20	0,117	1300	32,7	152,1	0,53	0,15
Перехід 3										
Свердлити послідовно вісім отворів 6-13, витримуючи розміри $\varnothing 17^{+0,43}$; $205 \pm 0,5$; $240 \pm 0,5$	8,5	56	8	30	0,33	340	18,1	112,2	4,0	1,0
Перехід 4										

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свердлити послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\varnothing 27,9^{+0,4}$ під різь М30×2-7Н; 135±0,5; 240±0,575	14,0	54	8	50	0,38	335	30	127,3	3,4	1,2
Перехід 5										
Цекувати послідовно вісім отворів 14-21, витримуючи розміри $\varnothing 26^{+0,52}$; 205±0,5; 240±0,5	4,5	34	8	25	0,26	270	22	70,2	3,9	0,1
Перехід 6										
Зенкувати послідовно вісім внутрішніх фасок 30-37, витримуючи розміри 1,15×45°	1,15	6,5	8	15	0,06	500	25	30	1,77	0,8
Перехід 7										
Зенкувати послідовно шість внутрішніх фасок 69-74, витримуючи розміри 0,75×45°	0,75	6,0	6	15	0,06	500	25	30	1,2	0,8
Перехід 8										
Нарізати послідовно різь в шести отворах 75-80, витримуючи розміри М16-7Н; l=32; 240±0,57; 320±0,7	0,243	72	6	30	2,0	220	11	440	0,98	0,15
Перехід 9										
Нарізати послідовно різь в восьми отворах 38-45, витримуючи розміри М30×2-7Н; l=17; 135±0,5; 240±0,575	1,73	42	8	40	2,0	110	11	220	1,53	0,17
Операція 025 Фрезерна з ЧПК										
Перехід 2										

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

41

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фрезерувати остаточно паз 62 по програмі, витримуючи розміри $84^{+0,87}$; $20 \pm 0,26$; $R42 \pm 0,31$	32	217	2	100	S_z , мм/зуб 0,03	250	25,4	45	9,6	1,18
Перехід 3										
Розточити послідовно дві внутрішні фаски 5, 61, витримуючи розмір $1,15 \times 45^\circ$	1,15	8	2	60	0,1	200	42	20	0,8	0,8
Операція 030 Плоскошліфувальна										
Перехід 2										
Шліфувати попередньо поверхню 1, витримуючи розмір $48,14_{-0,039}$	0,1	590	1	–	32 мм/хід	1470	16	–	3,19	2,2
Перехід 3										
Шліфувати остаточно поверхню 1, витримуючи розмір $48,11_{-0,025}$	0,05	590	1	–	32 мм/ход д	1470	16	–	1,91	–
Операція 035 Плоскошліфувальна										
Перехід 2										
Шліфувати попередньо поверхню 3, витримуючи розмір $48,03_{-0,039}$	0,1	590	1	–	32 мм/ход д	1470	16	–	3,19	2,2
Перехід 3										
Шліфувати остаточно поверхню 3, витримуючи розмір $48_{-0,025}$	0,05	590	1	–	32 мм/ход д	1470	16	–	1,91	–
Операція 040 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2										
Центрувати отвір 83, в розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; 3,9; $3,07^{+0,12}$	1,575	10,88	1	20	0,117	1250	26,3	146,25	0,1	0,7
Перехід 3										
Свердлити отвір 83, витримуючи розміри $\varnothing 25H14(^{+0,52})$; $l=13$; $160 \pm 0,5$	12,5	24	1	50	0,35	300	23,6	105	0,23	1,1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ

Арк.

42

Продовження таблиці 2.4

Перехід 4										
Свердлити отвір 81 під різь М16-7Н, витримуючи розміри $\varnothing 13,9^{+0,4}$; $l=49$; $160\pm 0,5$	7,0	55	1	25	0,33	640	28	211,2	0,26	0,6
Перехід 5										
Нарізати різь 85, витримуючи розміри М16-7Н; $l=28$; $160\pm 0,5$	0,243	62	1	30	2,0	220	11	440	0,14	0,15
Перехід 6										
Поворот поворотного стола на 180°										
Перехід 7										
Центрувати отвір 84, витримуючи розміри $\varnothing 3,15^{+0,12}$; $\varnothing 6,7^{+0,15}$; $3,9$; $3,07^{+0,12}$	1,575	10,88	1	20	0,117	1250	26,3	146,25	0,1	0,7
Перехід 8										
Свердлити отвір 84, витримуючи розміри $\varnothing 25H14^{(+0,52)}$; $l=13$; $160\pm 0,5$	12,5	24	1	50	0,35	300	23,6	105	0,23	1,1
Перехід 9										
Свердлити отвір 82 під різь М16-7Н, витримуючи розміри $\varnothing 13,9^{+0,4}$; $l=49$; $160\pm 0,5$	7,0	55	1	25	0,33	640	28	211,2	0,26	0,6
Перехід 10										
Нарізати різь 86, витримуючи розміри М16-7Н; $l=28$; $160\pm 0,5$	0,243	62	1	30	2,0	220	11	440	0,14	0,15

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

У системі ADEM норми часу для технологічних операцій розраховуються автоматично з урахуванням основного та допоміжного часу. Це забезпечує точніше планування виробництва, скорочує час технологічної підготовки та підвищує ефективність проектування. Вікно параметрів операції наведено на рисунку 2.5.

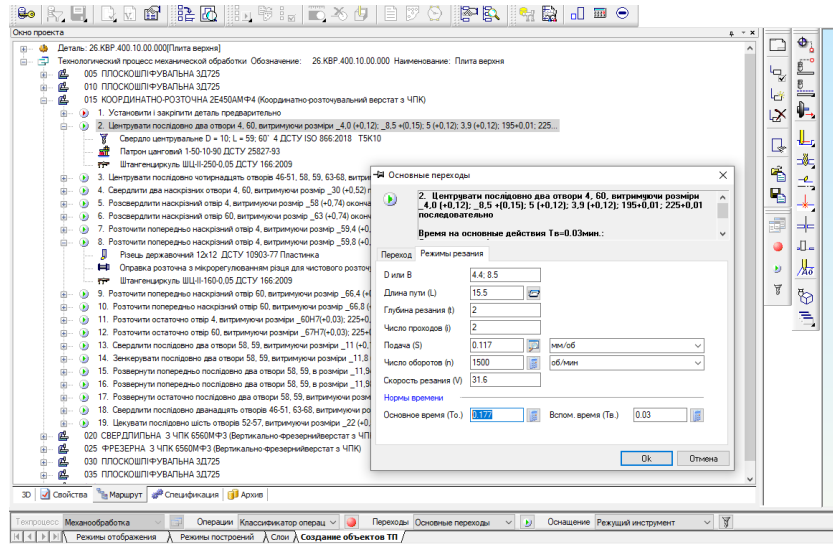


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

Технічні норми часу визначаємо для трьох технологічних операцій. Наведемо розрахунок норм часу для 020 операції. На дві інші операції розраховуємо штучний час по наближеним формулам.

Норма штучного часу для верстатів з ЧПК визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_{ц.а.} + T_{доп} + T_{тех.,орг.обсл.,відп}, \quad (2.7)$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу;

$T_{ц.а.}$ – час циклу автоматичної роботи верстата по програмі;

$$T_{ц.а.} = T_{о.а.} + T_{доп.а.}, \quad (2.8)$$

$T_{о.а.}$ – основний час автоматичної роботи верстата, розраховується в п. 2.5.5;

$$T_{о.а.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i \cdot i}{S_{хв.i}} \quad (2.9)$$

де L_i – довжина обробки i -тої технологічної ділянки з розрахунком врізання i перебігу, мм;

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ				

$S_{хв.і}$ – хвилинна подача на даній ділянці, мм/хв;

$T_{доп.а.}$ – допоміжний автоматичний час (підвід, відвід прискорений інструменту, переміщення механізмів верстата);

$$T_{доп.а.} = T_{доп.а.х.х.}, \quad (2.10)$$

де $T_{доп.а.х.х.}$ – час на виконання автоматичних допоміжних ходів (підвід деталі або інструмента від “нуля програми”, технологічні паузи), хв;

$$T_{доп.а.х.х.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{х.х.і.}}{S_{хв.приск.}} \quad (2.11)$$

де $L_{х.х.і.}$ – довжина автоматичного допоміжного ходу, мм, яка визначається по РТК (траєкторії);

$S_{хв.прискор.}$ – хвилинна подача прискореного ходу, мм/хв;

Згідно паспорту верстата мод. 6560МФЗ $S_{хв.прискор.}$ по координатах x, y, z складає 9800 мм/хв.

$T_{доп.}$ – допоміжний час ручної роботи, що не перекривається автоматичною;

$$T_{доп.} = T_{доп.уст.} + T_{доп.пер.} + T_{доп.вим.}, \quad (2.12)$$

де $T_{доп.уст.}$ – час на установку і зняття деталі, хв;

$T_{доп.пер.}$ – час, пов’язаний з операцією (переключення, регулювання тощо), хв;

$T_{доп.вим.}$ – час на контрольні виміри, хв;

$$k = \alpha_{тех.обсл.} + \beta_{орг.обсл.} + \gamma_{відп.}, \quad (2.13)$$

де $\alpha_{тех.обсл.}$ – час технічного обслуговування робочого місця в %;

$\beta_{орг.обсл.}$ – час організаційного обслуговування робочого місця в %;

$\gamma_{відп.}$ – час на відпочинок в %.

Операція 020. Свердлильна з ЧПК

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Визначаємо основний час автоматичної роботи верстата згідно проведених раніше розрахунків: $T_{o.a.} = 17,31$ хв.

2. Визначаємо час на виконання автоматичних допоміжних ходів (2.11):

$$T_{\text{доп.а.х.х.}} = \frac{16488,7}{9800} = 1,68$$

де $L_{x.x.i}$ – довжина автоматичного допоміжного ходу інструмента по переходам згідно РТК;

$S_{\text{хв.прискор.}} = 9800$ мм/хв – хвилинна подача прискореного ходу;

3. Тоді час циклу автоматичної роботи верстата по програмі складатиме згідно формули (2.8):

$$T_{\text{ц.а.}} = 37,5 + 1,68 = 39,18 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час ручної роботи, що не перекривається автоматичною за формулою (2.12):

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{доп.уст.}} + T_{\text{доп.пер.}} + T_{\text{доп.вим.}}$$

4.1. Час на установку і зняття деталі $T_{\text{доп.уст.}} = 1,2$ хв. [4] С.77, карта 13.

4.2. Час, пов'язаний з операцією визначаємо згідно таблиці [4] С.79, карта 14.:

– встановлення заданого взаємного положення деталі та інструмента по координатах x, y, z і при необхідності проведення підналагодження: $t_1 = 0,6$ хв;

– перевірити прихід інструменту в задану точку після обробки: $t_2 = 0,2$ хв;

встановити і зняти щиток від забризкування емульсією: $t_3 = 0,04$ хв.

$$T_{\text{доп.пер.}} = 0,6 + 0,2 + 0,04 = 0,84 \text{ хв.}$$

4.3. Час на контрольні виміри $T_{\text{доп.вим.}}$ згідно таблиць [4] С.84, карта 15 становитиме:

$$T_{\text{доп.вим.}} = 1,56 \text{ хв.}$$

Дійсний час вимірювання при контролі 30% складе:

$$T_{\text{доп.вим.дійсн.}} = T_{\text{доп.вим.}} \cdot 0,3 = 1,56 \cdot 0,3 = 0,47 \text{ хв.}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Враховуючи те, що час на вимірювання є значно меншим за час циклу автоматичної роботи верстата по програмі, то час на вимірювання перекривається останнім та, відповідно, в розрахунок допоміжного часу ручної роботи не включається.

Тоді, допоміжний час складе:

$$T_{\text{доп.}} = 1,2 + 0,84 = 2,04 \text{ хв.}$$

5 Оперативний час визначаємо за формулою:

$$T_{\text{оп.}} = T_{\text{ц.а.}} + T_{\text{доп.}} \quad (2.14)$$

$$T_{\text{оп.}} = 17,31 + 2,04 = 19,35 \text{ хв.}$$

6. Визначаємо час на технічне, організаційне обслуговування та відпочинок і особисті потреби:

$k = 7\%$ – час на технічне, організаційне обслуговування та відпочинок і особисті потреби в % від $T_{\text{оп.}}$ [5] С.90, карта 16;

$$T_{\text{тех.,орг.обсл.,відп}} = 2,9 \text{ хв.}$$

7. Визначаємо норму штучного часу за формулою (2.7):

$$T_{\text{шт}} = 19,35 + 2,04 + 2,9 = 24,29 \text{ хв.}$$

8. Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}$$

де $T_{\text{шт.к.}}$ – штучно-калькуляційний час, хв.;

$T_{\text{п.з.}}$ – підготовчо-заклучний час, хв.;

$n = 4$ шт. – величина оптимальної партії деталей.

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою згідно [4] С.8:

$$T_{\text{п.з.}} = T_{\text{п.з.1}} + T_{\text{п.з.2}} + T_{\text{пробн.}} \quad (2.16)$$

де $T_{\text{п.з.}}$ – норма часу на наладку і настройку верстата, хв.;

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$T_{п.з.1}$ – норма часу на організаційну підготовку, хв.;

$T_{п.з.2}$ – норма часу на наладку верстата, пристосування, інструменту, програмних пристроїв, хв.;

$T_{пробн.}$ – норма часу на пробну обробку, хв. Для верстатів типу «оброблюваний центр» та інших, на яких після обробки першої деталі проводять корекцію інструмента на задані розміри, цей час включений в нормативи на технічне обслуговування верстата.

Норму часу на організаційну підготовку визначаємо за формулою згідно [4] С.102, карта 26:

$$T_{п.з.1} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (2.17)$$

де $t_1 = 8$ хв. – отримати наряд, креслення, технологічну документацію, програмоносій, допоміжний інструмент, заготовки [4] С.102, карта 26;

$t_2 = 2$ хв. – ознайомитися з роботою, кресленням, технологічною документацією, оглянути заготовку [4] С.102, карта 26;

$t_3 = 2$ хв. – інструктаж майстра [4] С.102, карта 26.

$$T_{п.з.1} = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ хв.}$$

Норму часу на наладку верстата, пристосування, інструменту, програмних пристроїв визначаємо за формулою згідно [4] С.102, карта 26:

$$T_{п.з.2} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}, \quad (2.18)$$

де $t_1 = 10$ хв. – встановити і зняти пристосування [4] С.102, карта 26;

$t_2 = 2,2$ хв. – зорієнтувати пристосування на столі верстата [4] С.102, карта 26;

$t_3 = 0,6$ хв. – перемістити стіл верстата в зону, зручну для наладки [4] С.102, карта 26;

$t_4 = 0,3$ хв. – встановити вихідні режими роботи верстата [4] С.102, карта 26;

$t_5 = 2,1$ хв. – встановити і зняти інструменти [4] С.102, карта 26;

$t_6 = 1,0$ хв. – встановити і зняти програмоносій в зчитуючий пристрій [4] С.102, карта 26;

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$t_7 = 0,7$ хв. – перевірити роботоздатність зчитуючого пристрою і перфострічки [4] С.102, карта 26;

$t_8 = 0,5$ хв. – ввести програму в пам'ять системи ЧПК з програмоносія [4] С.102, карта 26;

$t_9 = 3,5$ хв – встановити вихідні координати x, y (нульове положення) [4] С.102, карта 26;

$t_{10} = 1,3 \times 2 = 2,6$ хв – встановити інструмент на довжину обробки (по вісі z) [4] С.102, карта 26;

$t_{10} = 3,5$ хв – встановити вихідні координати x, y (нульове положення) [4] С.102, карта 26;

$t_{11} = 0,4$ хв. – налаштувати пристрій для подачі МОР [4] С.102, карта 26.

$T_{п.з.2} = 10,0 + 2,2 + 0,6 + 0,3 + 2,1 + 1,0 + 0,7 + 0,5 + 3,5 + 2,6 + 3,5 + 0,4 = 27,4$ хв.

Отже, підготовчо-заключний час буде становити:

$$T_{п.з.} = 12 + 27,4 = 29,4 \text{ хв.}$$

Підставляючи отримані дані у формулу (2.15) отримаємо значення штучно-калькуляційного часу на 020 операцію:

$$T_{шт.к.} = 24,29 + \frac{29,4}{4} = 31,64 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час для наступних технологічних операцій визначаємо за наближеною формулою згідно [1] С. 86, табл. Д2:

$$T_{шт.к} = \Psi_k \cdot T_o, \quad (2.19)$$

де Ψ_k – коефіцієнт штучного часу згідно [1] С. 86 табл. Д. 2.

Операція 005. Плоскошліфувальна.

Основний час згідно [п. 2.5.4]: $T_{005} = 10,76$ хв.

Для плоскошліфувальних верстатів: $\Psi_k = 2,0$ [1] С. 86 табл. Д. 2.

$$T_{шт.к005} = 2,0 \cdot 10,76 = 21,52 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку даного пункту зводимо в таблицю таблиця 2.5.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 2.5 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			T _{оп} , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт.} , хв.	T _{п.з.} , хв.	n	T _{шт.к.} , хв
		T _{у.}	T _{пер}	T _{вим}		T _{тех.об}	T _{орг.об}	T _{відп.}				
005 Плоскошліфувальна	10,76	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	21,52
010 Плоскошліфувальна	10,76	–	–	–	–	–	–	–	–	–		21,52
015 Координатно-розточувальна	19,58	–	–	–	–	–	–	–	–	–		63,64
020 Свердлильна з ЧПК	17,31	1,2	0,84	0,47	19,35	2,9			24,29	29,4		31,64
025 Фрезерна з ЧПК	10,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–		19,14
030 Плоскошліфувальна	5,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		10,2
035 Плоскошліфувальна	5,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		10,2
040 Свердлильна з ЧПК	1,46	–	–	–	–	–	–	–	–	–		2,84

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Спроектоване пристосування призначене для обробки деталі «Плита верхня» на 025 операції – Фрезерній з ЧПК на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК мод. 6560МФ3.

Деталь в пристосуванні базується плоскою поверхнею на базу 27, торцевою поверхнею 2 на кронштейн 26 та упором по іншій торцевій поверхні в два пальці 23. Затиск здійснюється від двох пневмоциліндрів двохсторонньої дії через штовхачі 12, важелі 15, двохплечі важелі 18, штовхачі 20 по торцевій поверхні заготовки.

Конструкція пристосування складається з наступних елементів: зварного корпусу 1, до якого знизу прикріплено за допомогою шпильок два пневмоциліндра двохсторонньої дії із гільзами 9, поршнями 2 та штоками 5. На верхній частині корпусу 1 прикріплено кронштейни 22 та 26. На верхній плиті корпусу 1 встановлено плоску базу 27.

На вільних кінцях штоків 5 загвинчено штовхачі 12, з другої сторони яких на вісях 14 встановлені важелі 15, на інших кінцях яких на вісях 16 закріплені двохплечі важелі 18, з можливістю повертання навколо вісей 17. Важелі 18 через вісі 19 передають зусилля на штовхачі 20, які мають можливість осьового руху вздовж втулок 21. Для переміщення штовхачів в горизонтальному напрямку без вертикальних деформацій служить опора 28, що пригвинчена до стійки 10, яка закріплена на корпусі 1.

Принцип роботи даного пристосування полягає в наступному: заготовка плоскою поверхнею базується на базу 27 та кронштейн 26 і пальці 23.

Затиск заготовки в пристосуванні здійснюється наступним чином: стиснуте повітря зі системи подається в ліву частину гільз 9, що забезпечує

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

переміщення поршней 2 із штоками 5 вправо. Через штовхачі 12, вісі 14, важелі 15, вісі 16, двохплечі важелі 18, вісі 19 штоки 5 передають зусилля на штовхачі 20. Останні переміщуються вліво до моменту затиску заготовки. Після обробки поверхонь повітря подається у праву частину пневмоциліндрів, штоки 5 із поршнями 2 переміщуються вліво, штовхачі 20 через штовхачі 12, вісі 14, важелі 15, вісі 16, двохплечі важелі 18, вісі 19, штоки 5 переміщуються вправо, розтискаючи заготовку.

Обробка наступних деталей здійснюється аналогічно.

3.2 Розрахунок похибки базування

Деталь «Плита верхня» установлюється в пристосуванні по площині та двох бокових поверхнях (по принципу базування в координатний кут – по трьох взаємно перпендикулярних площинах).

Схема базування має такий вигляд:

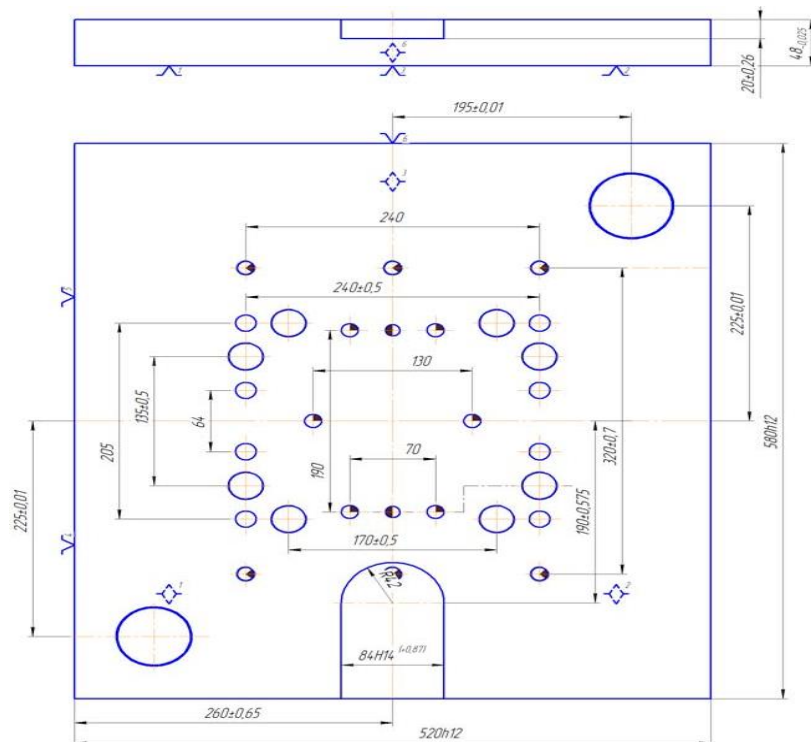


Рисунок 3.1 – Схема базування деталі

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Похибка установки деталі в «координатний кут» визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

де ε_6 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення, яка виникає при затиску;

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

Похибки базування на розміри:

– на висоту паза дорівнює допуску на розмір $48h7_{(-0,025)}$, отже $\delta = 0,025$, який є меншим за допуск розміри висоти паза $20 \pm 0,26$ $Td = 0,52$. $\varepsilon_{6h} = \delta = 0,025 < Th = 0,52$, відповідно обробка можлива.

$-260 \pm 0,65$ дорівнює нулю $\varepsilon_{6l} = 0$ – установочні та вимірювальні бази суміщаються;

– на довжину паза (розміру $\frac{l}{2}$ відхилення центру плити) $\frac{l}{2} = \frac{580}{2} = 260$ мм IT12 = 520; $\varepsilon_{6l} = 0,52$ мм. Допуск розміру довжини паза $l = 190 \pm 0,575$; $Tl = 1,15$ мм.

Максимальною буде похибка базування на довжину паза.

Похибка закріплення визначається з таблиці [8] С.81, табл. 40 і становить $\varepsilon_3 = 130$ мкм.

Похибка пристосування $\varepsilon_{пр} = 100$ мкм згідно літератури [8] С.82, табл. 40. Підставивши отримані дані у формулу отримаємо:

$$\varepsilon_y = \sqrt{520^2 + 130^2 + 100^2} = 545 \text{ мкм} = 0,55 \text{ мм}.$$

Допуск на витримуваний розмір згідно креслення становить 1,15 мм.

$$\varepsilon_y = 0,55 \text{ мм} < Tl = 1,15 \text{ мм}.$$

Умова виконується, відповідно обробка можлива.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3.3 Розрахунок сили затиску

Визначаємо силу різання при фрезеруванні паза кінцевою фрезою за формулою згідно [6] С. 282. Обробка проводиться фрезою кінцевою $d=32$; $L=188$; $l=63$; $z=6$ Т5К10 НКХ, режими різання визначені в [п. 2.2.3]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (3.2)$$

де $t = 32$ мм – глибина різання;

$S_z = 0,03$ мм/зуб – подача різання;

$D = 32$ мм – діаметр фрези;

$z = 6$ – число зубів фрези;

$B = 10$ мм – ширина фрезерування;

$V = 25,4$ м/хв – швидкість різання;

$n = 250$ об/хв – частота обертання шпинделя;

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки [6] С. 264, табл.9;

$C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u = 1,0$; $q = 0,73$; $w = -0,13$ [6] С. 291, табл.41.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (3.3)$$

де $\sigma_B = 480$ МПа [п 2.2] $n = 0,75$ [6] С. 264, табл.9.

$$K_{MP} = \left(\frac{480}{750} \right)^{0,75} = 0,72$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 32^{0,85} \cdot 0,03^{0,75} \cdot 10^{1,0} \cdot 6}{32^{0,73} \cdot 250^{-0,13}} \cdot 0,72 = 1169,7\text{Н}$$

Представимо схему взаємодії сил різання та сил затиску на оброблювану деталь згідно [8] С.153:

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

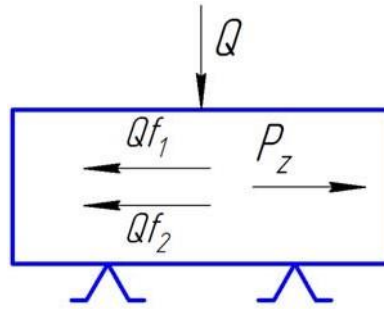


Рисунок 3.2 – Схема взаємодії сили різання та сили затиску на оброблювану деталь

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

$$Qf_1 + Qf_2 = k \cdot P_z, \quad (3.4)$$

Звідки:
$$Q = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2} \quad (3.5)$$

де f_1, f_2 – коефіцієнти тертя заготовок в місцях затиску і на опорах. Приймаємо для $f_1 = f_2 = 0,1$ згідно [8] С.71, табл. 3.1; k – коефіцієнт запасу [8] С.73.

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

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1,5$ згідно [8] С.152;
 k_1 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили різання під час затуплення різального інструменту $k_1 = 1,6$ згідно [8] С.152, табл. 64;
 k_2 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили при зміні припуску

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$k_2 = 1,0$ згідно [8] С.152, табл. 65;

k_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили різання при приривчастому фрезеруванні $k_3 = 1,0$ згідно [8] С.153, табл. 65;

k_4 – коефіцієнт запасу, який враховує тип приводу. Для пневмоприводу $k_4 = 1,0$ згідно [8] С.153, табл. 65;

k_5 – коефіцієнт запасу, який враховує зручність керування приводом. Для пневмоприводу $k_5 = 1,0$ згідно [8] С.153, табл. 65;

k_6 – коефіцієнт запасу, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку. При установці на площину $k_6 = 1,5$ згідно [8] С.153, табл. 65;

$$k=1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,6$$

$$Q = \frac{3,6 \cdot 1169,7}{0,1 + 0,1} = 21054,6 \text{ Н.}$$

Силу тяги на штоці пневмоциліндра визначаємо згідно даних таблиці [8] С.86, табл. 3.5:

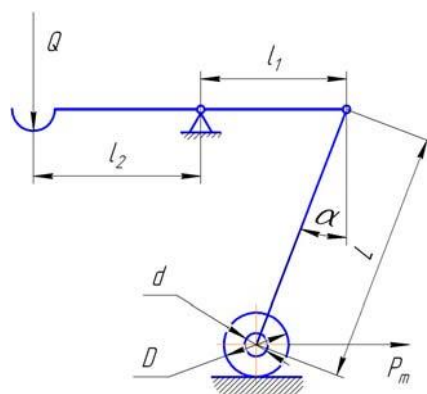


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема дії сил в пристосуванні

З кінематичної схеми пристосування маємо:

$$P_m = \frac{Q}{i}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

де Q – сила затиску, Н;

i – коефіцієнт підсилення важільного механізму.

$$i = \frac{\eta}{\tan(\alpha + \beta) + \tan \varphi_{\text{пр}}} \cdot \frac{l_1}{l_2} \quad (3.7)$$

де η – КПД, $\eta = 0,9 \div 0,95$ [8] С.82. Приймаємо $\eta = 0,9$;

α – кут між плечами важеля і напрямку дії сили (конструктивно $\alpha = 5^\circ$);

β – додатковий кут, який враховує втрати на тертя ковзання.

$$\beta = \arcsin f \frac{d}{l} = 1^\circ \text{ при } \frac{d}{l} = 0,2 \text{ тоді } \beta = 1^\circ 10';$$

$$\varphi - \text{приведений кут тертя } \tan \varphi_{\text{пр}} = f_1 \cdot \frac{d}{l} = 0,1 \cdot \frac{20}{40} = 0,05$$

$$\varphi_1 - \text{коефіцієнт тертя } \varphi_1 = 0,1 \div 0,15. \text{ Приймаємо } \varphi_1 = 0,1$$

Отже:

$$i = \frac{0,9}{\tan(5 + 1) + 0,05} \cdot \frac{50}{42} = 1,77$$

Визначаємо силу на штоці циліндра за формулою:

$$P_m = \frac{21054,6}{1,77} = 11895,3 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою:

$$D = \frac{P_m}{0,785 \cdot p \cdot \eta_{\text{пр}}} \quad (3.8)$$

де $p = 0,4$ МПа – тиск повітря в магістралі [8] С.94, табл. 3.8;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії приводу [8] С.94, табл. 3.8.

$$D = \frac{11895,3}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 0,85} = 201 \text{ мм}$$

По стандарту приймаємо діаметр циліндра $D_{\text{ц}} = 200$ мм.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу

Визначення вартості будівлі (таблиця 4.1).

а) верстатну площу ділянки визначають за формулою [9]:

$$S_{верст} = S_{кор} K_{пл} \quad (4.1)$$

де $S_{кор}$ – корисна площа ділянки, тобто сума площ, які займають верстати згідно їх габаритних розмірів;

$K_{пл}$ – коефіцієнт, що враховує додаткову площу.

Таблиця 4.1 – Опис обладнання

Назва обладнання	Тип обладнання	К-сть обладнання	Габаритні розміри, м ²	Корисна площа, м ²	Загальна площа, м ²
Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	верстат	1	5,8×2,8	16,24	49
Координатно-розточувальний верстат з ЧПК мод. 2E450AMФ4	верстат	1	3,6×3	10,8	38
Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК мод. 6560MФ3	верстат	1	3,4×3,5	11,9	42
Верстат горизонтальний розточно-фрезерно-свердлильний з ЧПК мод. 2A622MФ2	верстат	1	5,5×4,9	27	67
Всього:					$S_{кор}$ 196

$$S_{зб} = S_{верст} \cdot 0,5 \quad (4.2)$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$S_{зб} = 196 \cdot 0,5 = 98 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

$$S_{вир} = S_{верст} + S_{зб} \quad (4.3)$$

$$S_{вир} = 196 + 98 = 294 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

$$S_{дод} = S_{вир} \cdot 0,4 \quad (4.4)$$

$$S_{дод} = 294 \cdot 0,4 = 118 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

$$S_{б\gammaд} = S_{вир} + S_{дод} \quad (4.5)$$

$$S_{б\gammaд} = 294 + 118 = 412 \text{ м}^2$$

е) визначення вартості будівлі

$$B_{б\gammaд} = C_{б\gammaд} S_{б\gammaд} \quad (4.6)$$

де $C_{б\gammaд}$ – вартість 1м^2 будівлі, грн./ м^2 ;

$$B_{б\gammaд} = 1200 \times 412 = 494400 \text{ грн.}$$

Визначення вартості обладнання

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

$$B_{обл} = \sum_{i=1}^m (C_{обл\ i} \cdot N_i) \cdot 1,35 \quad (4.7)$$

де $C_{обл\ i}$ - вартість одиниці і-того виду обладнання, грн. (приймати за ринковими цінами на момент розрахунку);

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

N_i – кількість одиниць i -го виду обладнання;

m - кількість видів придбаного обладнання, $i = 1 \dots m$.

Результати розрахунку витрат на придбання та монтаж технологічного обладнання слід занести до таблиця 4.2.

Таблиця 4.2 - Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

Найменування обладнання та устаткування	К-сть один, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д725	1	250000	250000	337500
Координатно-розточувальний верстат з ЧПК мод. 2E450AMФ4	1	400000	400000	540000
Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК мод. 6560МФ3	1	1200000	1200000	1620000
Верстат горизонтальний розточно-фрезерно- свердлильний з ЧПК мод. 2A622МФ2	1	12000000	12000000	1620000
Всього:	4		3050000	4117500

Визначення вартості інструменту.

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

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1$$

$$V_{\text{інстр}} = 4117500 \times 0,02 \times 1,1 = 90585 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

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

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \cdot 0,03 \cdot 1,1 \quad (4.8)$$

$$V_{\text{інв}} = 4117500 \times 0,03 \times 1,1 = 135877 \text{ грн.}$$

Загальна вартість основних фондів (обсяг виробничих інвестицій) розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (4.9)$$

$$\Pi = 494400 + 4117500 + 90585 + 135877 = 4638632 \text{ грн.}$$

Визначення величини амортизаційних відрахувань

Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [9]:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} H_a}{100} \quad (4.10)$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн.;

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%). Якщо виробничі приміщення орендуються, то сума амортизації не нараховується, оскільки вона включена до орендної плати.

$$A_{\text{інстр}1} = \frac{90585 \times 25}{100} = 32646 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв}2} = \frac{135877 \times 25}{100} = 43969 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{обл}3} = \frac{4117500 \times 20}{100} = 843500 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в таблицю 4.3.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі	–	–
Обладнання	4117500	843500
Інструменти та прилади	90585	32646
Виробничий та господарський інвентар	135877	43969
Всього:	4343962	920115

4.2 Розрахунок собівартості продукції

1) Витрати матеріалу на одиницю продукції визначаємо за формулою [9]:

$$V_M = V_3 \times K_{TP} \quad (4.11)$$

$$V_M = 2207 \times 1,04 = 2295 \text{ грн}$$

де V_3 – вартість заготовки, (визначена з формули 1.5);

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

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів.

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($V_{o.z.pl}$) визначаємо розраховуючи відрядну розцінку за кожну операцію, виконану робітником, за формулою [9]:

$$P_{від} = \frac{t_{шт} C_r}{60} \quad (4.12)$$

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

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (додаток 3), грн./год

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

На операцію 005: $P_{\text{від1}} = \frac{21,52 \cdot 180}{60} = 66 \text{ грн}$

На операцію 010: $P_{\text{від2}} = \frac{21,52 \cdot 180}{60} = 66 \text{ грн}$

На операцію 015: $P_{\text{від3}} = \frac{63,64 \cdot 220}{60} = 233 \text{ грн}$

На операцію 020: $P_{\text{від4}} = \frac{31,64 \cdot 220}{60} = 116 \text{ грн}$

На операцію 025: $P_{\text{від5}} = \frac{19,14 \cdot 220}{60} = 70 \text{ грн}$

На операцію 030: $P_{\text{від6}} = \frac{10,2 \cdot 180}{60} = 31 \text{ грн}$

На операцію 035: $P_{\text{від7}} = \frac{10,2 \cdot 180}{60} = 31 \text{ грн}$

На операцію 040: $P_{\text{від8}} = \frac{2,84 \cdot 220}{60} = 10 \text{ грн}$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	T _{шт.} , хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
005 Плоскошліфувальна	21,52	4	180	66
010 Плоскошліфувальна	21,52	4	180	66
015 Координатно-розточувальна	63,64	5	220	233
020 Свердлильна з ЧПК	31,64	5	220	116
025 Фрезерна з ЧПК	19,14	5	220	70
030 Плоскошліфувальна	10,2	4	180	31
035 Плоскошліфувальна	10,2	4	180	31
040 Свердлильна з ЧПК	2,84	5	220	10
Всього:	180,7			623

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників (Вдод.з.пл): приймають в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою [3]:

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{від}} \cdot 0,11 \quad (4.13)$$

де $P_{\text{від}}$ – відрядна розцінка по i -тій операції, грн.;

n – кількість операцій.

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 623 \times 0,11 = 67 \text{ грн.}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи (Св.с.з.):

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \cdot (\sum_{i=1}^n P_{\text{від},i} + B_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (4.14)$$

де α – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%).

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (623 + 67) = 152 \text{ грн.}$$

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховують за формулою [9]:

$$B_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^n P_{\text{від},i} + B_{\text{дод.з.пл.}}), \quad (4.15)$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (225%).

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (623 + 67) = 1553 \text{ грн.}$$

7) Витрати за статтею «Загальновиробничі витрати» розраховуються за формулою [9]:

$$B_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^n P_{\text{від},i} + B_{\text{дод.з.пл.}}), \quad (4.16)$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ – відсоток загальновиробничих витрат (320%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (623 + 67) = 2208 \text{ грн.}$$

8) Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-7 за формулою [9]:

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

$$S_{\text{вир}} = 2295 + 623 + 67 + 1553 + 175 + 2208 = 6921 \text{ грн.}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

9) Повна собівартість одиниці продукції визначається за формулою [9]:

$$S_{пов} = S_{вир} + \frac{\alpha_{ав}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^n P_{від.i} + B_{дод.з.пл.}), \quad (4.17)$$

де $\alpha_{ав}$ – відсоток у позавиробничих витрат (12%).

$$S_{пов} = 6921 + \frac{12}{100} \times (623 + 67) = 7004 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	2295
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	623
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	67
4. Відрахування на соціальні заходи	152
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1553
6. Загальновиробничі витрати	2208
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	6921
7. Позавиробничі витрати	15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	7004
– змінні (сума 1-4), $V_{зм.од}$	3137
– умовно-постійні (сума 5-7), $V_{уп.од}$	3775

10) Ціна одиниці продукції розраховується за формулою [9]:

$$Ц_{од.пр.} = S_{пов} \alpha_{пр} \quad (4.18)$$

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

$$Ц_{од.пр.} = 7004 \times 1,2 = 8405 \text{ грн.}$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

4.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності випуску виробу проводиться за наступними показниками.

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [9]:

$$\Pi_p = (\Pi_{\text{од.пр.}} - S_{\text{пов.}}) N_p, \quad (4.19)$$

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

$\Pi_{\text{од.пр.}}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{\text{пов}}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма, од.

$$\Pi_p = (8405 - 7004) \times 200 = 280200 \text{ грн}$$

1) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [9]:

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \frac{\Pi_n}{100} \quad (4.20)$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації виробу, грн.;

Π_n - ставка податку на прибуток, % (приймається 18%).

$$\text{ЧП} = 280200 - 280200 \times \frac{18}{100} = 229764 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

$$S_{\text{повв}} = S_{\text{пов.вир.}} N_p \quad (4.21)$$

$$S_{\text{повв}} = 7004 \times 200 = 1400800 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$Pn = \frac{Чn}{S_{новг}} 100\% \quad (4.22)$$

де Pn - рентабельність продукції, %;

$S_{новг}$ - собівартість всього виробництва, грн.

$$P_{п} = \frac{229764}{1400800} \times 100\% = 16\%$$

3) Беззбитковий обсяг виробництва визначається за формулою [9]:

$$Q_{кр} = \frac{В_{уп}}{Ц_{од.пр.} - В_{зм.од.}} \quad (4.23)$$

де $Q_{кр}$ - беззбитковий обсяг виробництва продукції, од.;

$В_{уп}$ - умовно-постійні витрати на весь обсяг виробництва, грн. ($В_{уп} = В_{уп.од} Q_{пр}$);

$В_{зм.од}$ - змінні витрати, що припадають на одиницю продукції, грн.

$$Q_{кр} = \frac{755000}{8405 - 3137} = 143 \text{ од.}$$

5) Беззбитковий обсяг виробництва у вартісному виразі розраховується за формулою [9]:

$$Q_{кр.в} = Ц_{од.пр} Q_{кр}, \quad (4.24)$$

$$Q_{кр.в} = 8405 \times 200 = 1681000 \text{ грн.}$$

Чим менша величина беззбиткового обсягу виробництва продукції по відношенню до максимально - можливого, тим менш ризикованим є його інвестування, тим привабливішим є цей проект.

4) Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій. Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою [9]:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (4.25)$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

$$ГП = 229764 + 920115 = 1249879 \text{ грн.}$$

5) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою [9]:

$$ЧТВ = ТВ - ПП \quad (4.26)$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

7) Теперішню вартість майбутніх грошових потоків обчислюємо за формулою [9]:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (4.27)$$

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 ($r = 0,1 \dots 0,2$);

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

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

$$ТВ = \frac{1249879}{(1+0,1)^1} + \frac{1249879}{(1+0,1)^2} + \frac{1249879}{(1+0,1)^3} + \frac{1249879}{(1+0,1)^4} + \frac{1249879}{(1+0,1)^5} = 5089147 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 5089147 - 4638632 = 450515 \text{ грн.}$$

8) Індекс прибутковості інвестицій порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями [9]:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПП} \quad (4.28)$$

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де III - індекс прибутковості інвестицій.

$$III = \frac{5089147}{4638632} = 1,1$$

9) Дисконтований термін окупності інвестицій характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою [9]:

$$T_{окдиск} = \frac{III}{ГП_{диск}} \quad (4.29)$$

де $ГП_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків [9]:

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t} \quad (4.30)$$

де t - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{5089147}{5} = 1017829 \text{ грн.}$$

$$T_{окдиск} = \frac{4638632}{1017829} = 4,5 \text{ роки}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків слід звести в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 — Показники оцінки економічної ефективності виробництва

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річний обсяг виробництва виробу	од.	200
Собівартість виробу	грн./од.	7004
Ціна одиниці виробу	грн./од.	8405
Величина початкових інвестицій	грн.	4638632
Чистий прибуток	грн.	229764
Рентабельність виробу	%	16
Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	143
	грн.	1681000
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	450515
Індекс прибутковості	-	1,1
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	4,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці

Підприємство, до складу якого входить механічна дільниця з виготовлення деталі «Плита верхня», розташоване відповідно до генерального плану міста. Виробнича дільниця спроектована згідно з вимогами чинних будівельних та санітарних норм для виробничих приміщень. За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення належить до категорії Д.

Для запобігання виробничому травматизму на дільниці застосовано сигнальні кольори та знаки безпеки відповідно до вимог ДП «УкрНДНЦ» ДСТУ ISO 3864 та ДСТУ EN ISO 7010. Планування робочих місць і розташування обладнання виконано з урахуванням вимог безпеки праці, зручності обслуговування та забезпечення безперервності технологічного процесу.

Технологічне обладнання розміщене таким чином, щоб забезпечувались безпечні проходи та проїзди, зручність монтажу, ремонту і транспортування заготовок та інструменту. Ширина проходів біля обладнання відповідає вимогам нормативних документів і забезпечує безпечне пересування працівників. На дільниці передбачені місця для міжопераційного зберігання заготовок.

На підприємстві функціонує система управління охороною праці відповідно до вимог ДСТУ ISO 45001:2019. Розроблено та впроваджено нормативні документи з охорони праці, зокрема:

- положення про систему управління охороною праці;
- положення про службу охорони праці;
- порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці;
- інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт;
- порядок проведення інструктажів та розслідування нещасних випадків.

Працівники дільниці проходять вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі, а також періодичне навчання з охорони праці та пожежної безпеки.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Умови праці на дільниці відповідають допустимим санітарно-гігієнічним нормам. Усі робочі місця атестовані відповідно до чинного законодавства. Для підвищення продуктивності та безпеки праці замість дев'яти одиниць застарілого обладнання встановлено шість сучасних верстатів із ЧПК.

Під час проектування дільниці забезпечено потоковість виробничого процесу та мінімізацію транспортних переміщень. Обладнання, проходи та робочі місця забезпечують безпечне виконання технологічних операцій і зручність обслуговування устаткування.

На дільниці забезпечено нормативні параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99:

- температура повітря — 22–25 °С;
- відносна вологість — 40–60 %;
- швидкість руху повітря — 0,1–0,3 м/с;
- інтенсивність теплового опромінення — до 70 Вт/м².

Підтримання необхідних параметрів мікроклімату забезпечується системами водяного опалення та загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції.

Технологічне обладнання відповідає вимогам безпеки згідно з ДСТУ EN ISO 12100. Небезпечні рухомі елементи обладнання мають захисні огороження, органи керування розташовані у зручних і безпечних місцях, а всі електроустановки та верстати заземлені. Контрольно-вимірювальні прилади проходять періодичну перевірку, а несправне обладнання виводиться з експлуатації.

Рівні шуму та вібрації не перевищують допустимих значень відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 та ДСН 3.3.6.039-99.

Пожежна безпека дільниці забезпечується відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України та ДБН В.1.1-7:2016. На дільниці передбачено евакуаційні виходи, пожежні щити, вогнегасники та первинні засоби пожежогасіння. Для гасіння можливих загорянь електрообладнання використовуються порошкові вогнегасники.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці

Для забезпечення безпечних та комфортних умов праці на виробничій дільниці передбачено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, підвищення продуктивності праці та покращення умов роботи персоналу.

Одним із основних заходів є удосконалення технологічного процесу механічної обробки. Застосування сучасних технологічних методів дозволило скоротити кількість допоміжних переходів, зменшити тривалість виконання операцій та підвищити точність обробки деталей. Використання верстатів з числовим програмним керуванням забезпечує автоматизацію технологічного процесу, знижує фізичне навантаження на працівників та мінімізує ймовірність виникнення виробничого травматизму через зменшення ручних операцій.

На дільниці встановлено сучасне високопродуктивне обладнання, яке відповідає вимогам чинних стандартів безпеки праці. Нові верстати оснащені захисними огороженнями рухомих частин, аварійними вимикачами, блокувальними пристроями та системами автоматичного контролю роботи обладнання. Завдяки цьому підвищується рівень безпеки праці, зменшується рівень шуму та вібрацій, а також покращуються ергономічні умови роботи операторів. Крім того, використання сучасного обладнання дозволило скоротити кількість верстатів на дільниці, що дало змогу раціональніше організувати виробничий простір та збільшити ширину проходів і проїздів.

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату впроваджено загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію. Система вентиляції забезпечує своєчасне видалення забрудненого повітря, пилу, аерозолів мастильно-охолоджувальних рідин та надлишкового тепла, що утворюються під час механічної обробки. Одночасно у виробничі приміщення подається очищене свіже повітря, завдяки чому підтримуються оптимальні значення температури, вологості та швидкості руху повітря відповідно до санітарних норм. Це позитивно впливає на самопочуття працівників, знижує втому та сприяє підвищенню працездатності.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Важливим заходом є проведення атестації робочих місць за умовами праці. Атестація дозволяє оцінити рівень небезпечних та шкідливих виробничих факторів, перевірити відповідність робочих місць вимогам нормативних документів та визначити необхідні заходи щодо покращення умов праці. За результатами атестації працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту, а також визначаються пільги та компенсації у разі роботи в несприятливих умовах.

Значна увага приділена раціональній організації робочих місць. Робочі зони обладнані необхідними пристроями та інструментами, що забезпечують зручність виконання технологічних операцій і зменшують фізичне навантаження на працівників. Розташування обладнання виконано з урахуванням вимог ергономіки, безпеки та потоковості виробничого процесу. Для підвищення безпеки пересування проходи та проїзди підтримуються у вільному стані, а небезпечні зони позначені сигнальними кольорами та знаками безпеки.

Також на ділянці здійснюється постійний контроль за станом охорони праці, справністю обладнання та дотриманням працівниками вимог техніки безпеки. Працівники регулярно проходять інструктажі та навчання з охорони праці, пожежної безпеки та правил експлуатації обладнання.

Упровадження зазначених заходів дозволяє створити безпечні та комфортні умови праці, підвищити ефективність виробництва, знизити ризик виникнення нещасних випадків і професійних захворювань, а також забезпечити відповідність виробничої ділянки сучасним вимогам охорони праці.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було спроектовано технологічний процес механічної обробки деталі типу «Плита верхня» для умов середньосерійного виробництва з урахуванням сучасних вимог до точності, якості продукції, технологічності та економічної ефективності.

У роботі розроблено маршрут технологічного процесу виготовлення деталі із встановленням послідовності всіх операцій механічної обробки. Для кожної операції виконано обґрунтування вибору способів обробки, технологічного обладнання, різального інструменту, контрольних-вимірювальних засобів та технологічного оснащення. Проведено розрахунок припусків, режимів різання, міжопераційних розмірів і норм часу, що дозволило забезпечити необхідну точність обробки та раціональні виробничі витрати.

Окрему увагу приділено проектуванню технологічного пристосування для виконання механічної обробки деталі. Розроблено конструкцію пристосування, обґрунтовано схему базування заготовки, визначено сили затиску та виконано аналіз похибок базування. Проведені розрахунки підтвердили достатню жорсткість, точність і надійність конструкції, що забезпечує стабільне закріплення деталі та дотримання встановлених технічних вимог у процесі обробки.

На основі проведеного аналізу запропоновано комплекс заходів, спрямованих на покращення умов праці, забезпечення нормативних параметрів мікроклімату та освітлення, зниження рівнів шуму і вібрації, а також підвищення пожежної та електричної безпеки.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були поглиблені теоретичні знання та набуті практичні навички у сфері технології машинобудування, зокрема щодо проектування технологічних процесів, вибору обладнання, технологічного оснащення, різального інструменту та оцінювання економічної ефективності виробництва.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 7809:2015.
2. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок / підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. 353 с.
3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни Технологія обробки спеціальних деталей для студентів спеціальності 131 розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок». Проектування та виробництво литих заготовок. К.:НТУУ «КПІ», 2011. 42 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. Основи технології машинобудування. Частина 1. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 116 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 90 с.
8. Технологія машинобудування: Посібник-довідник для виконання кваліфікованих робіт: Навч. посібник І.І. Юрчишин. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 528с.
9. Методичні вказівки для виконання економічної частини дипломного проекту. Укладач Кушак О.М. – Тернопіль. ТК ТНТУ 2018.
10. І.П. Пістун, Р.Є.Стець, І.О. Трунова. Охорона праці в галузі машинобудування. Суми : Університетська книга, 2023. 556 с.

					26.КВР.400.10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ДОДАТКИ

Перв. застосув.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-сть	Примітка
						<u>Документація</u>		
		A1			<u>26.КВР.400.10.00.000 СК</u>	<u>Складальне креслення</u>		
						<u>Складальні одиниці</u>		
		A1	1		26.КВР.400.10.01.000	Корпус	1	
		A3	2		26.КВР.400.10.02.000	Поршень	1	
						<u>Деталі</u>		
		A4	4		26.КВР.400.10.00.001	Шток	2	
		A4	6		26.КВР.400.10.00.002	Кришка	2	
		A3	7		26.КВР.400.10.00.003	Кришка	2	
		A3	8		26.КВР.400.10.00.004	Втулка	2	
		A3	9		26.КВР.400.10.00.005	Гільза	2	
		A3	10		26.КВР.400.10.00.006	Стійка	1	
		A4	11		26.КВР.400.10.00.007	Шпонка	2	
		A3	12		26.КВР.400.10.00.008	Штовхач	2	
		A4	14		26.КВР.400.10.00.009	Вісь	2	
		A4	15		26.КВР.400.10.00.010	Важіль	2	
		A4	16		26.КВР.400.10.00.011	Вісь	2	
		A4	17		26.КВР.400.10.00.012	Вісь	2	
						26.КВР.400.10.00.000		
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		
		Розроб.	Рудий				Літ.	Аркцш
		Перев.	Геник				н	1
		Реценз.					Аркцшів	
		Н.контр.	Волошин				3	
		Затв.					ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м.Тернопіль	
Довідк.№		Пристосування спеціальне для обробки деталі "Плита верхня" на 025 операції Фрезерній з ЧПК						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-сть	Примітка
A3		18	26.КВР.400.10.00.013	Двохплечий важіль	2	
A4		19	26.КВР.400.10.00.014	Вісь	2	
A4		20	26.КВР.400.10.00.015	Штовхач	2	
A4		21	26.КВР.400.10.00.016	Втулка	2	
A4		22	26.КВР.400.10.00.017	Кронштейн	1	
A4		23	26.КВР.400.10.00.018	Палець	2	
A4		26	26.КВР.400.10.00.019	Кронштейн	1	
A3		27	26.КВР.400.10.00.020	База	1	
A4		28	26.КВР.400.10.00.021	Опора	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		7		Гайка М32.5.019 ДСТУ 5915:2008	2	
		33		Гайка М20.5.019 ДСТУ 5915:2008	8	
		34		Гайка М32.5.019 ДСТУ 5915:2008	2	
				Гвинти ДСТУ 1207:2009		
		36		М16-6d×40.56.019	8	
		37		М20-6d×140.56.019	4	
		38		М20-6d×70.56.019	4	
				Гвинти ДСТУ 1207:2009		
		40		М16-6d×50.56.019	4	
		41		М12-6d×40.56.019	2	

інв. № ориг.	Підп. і дата	Зам. інв. №	інв. № додл.	Підп. і дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	26.КВР.400.10.00.000	Арк. 2
-----	------	----------	-------	------	----------------------	-----------

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-сть	Примітка
		42		Гвинт В1М20-6d×80.58 ДСТУ 1207:2009	4	
		46		Кільця ДСТУ 18829:2019 014-018-50-2-2	2	
		47		094-100-72-2-2	4	
		49		Манжети ДСТУ 8752-79 2-045-1	2	
		50		1-200-1	4	
		51		Шайби ДСТУ 7089:2022 32.65Г.019	2	
		52		20.65Г.019	8	
		53		Шпилька М20-8d×400.58.019 ДСТУ 22042:2008	8	
		54		Шплінт 8×72.0.05 ISO 1234	2	

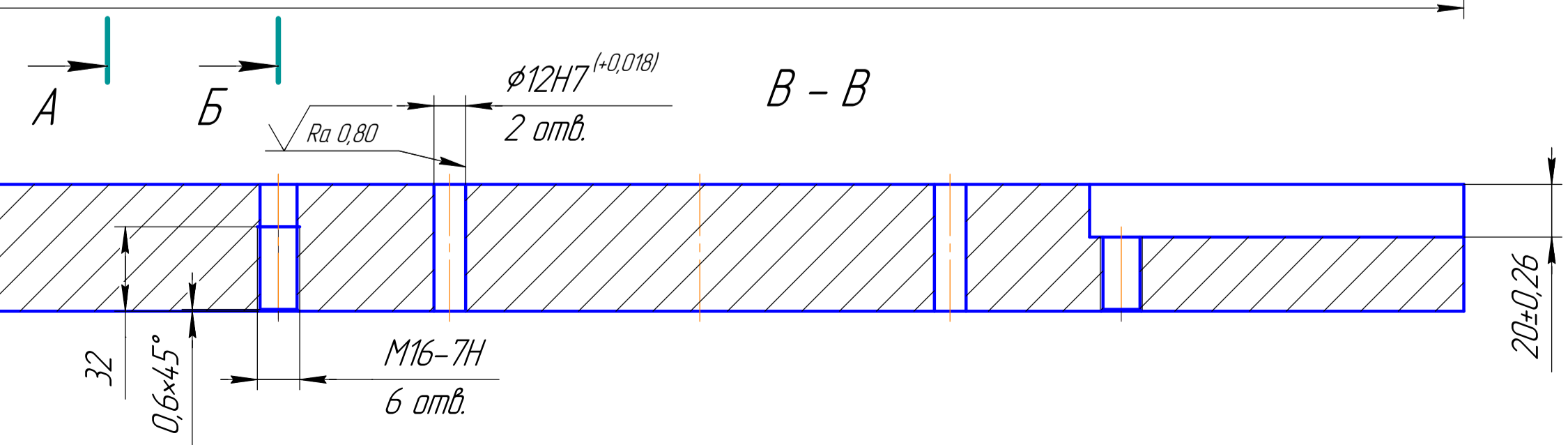
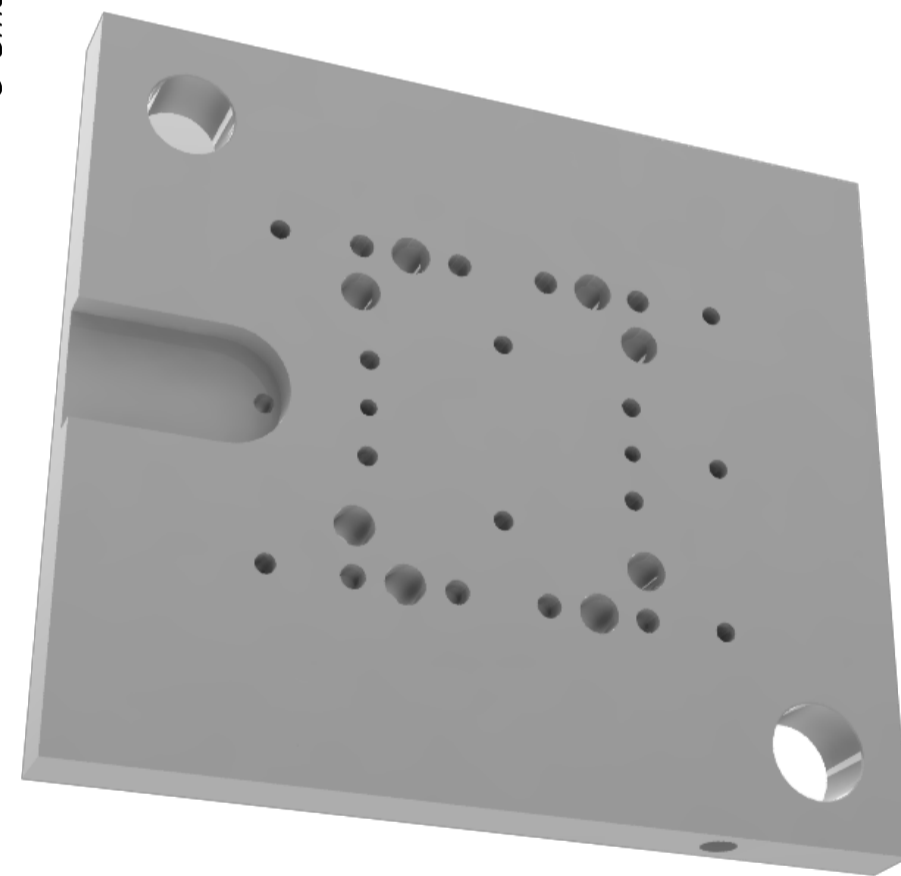
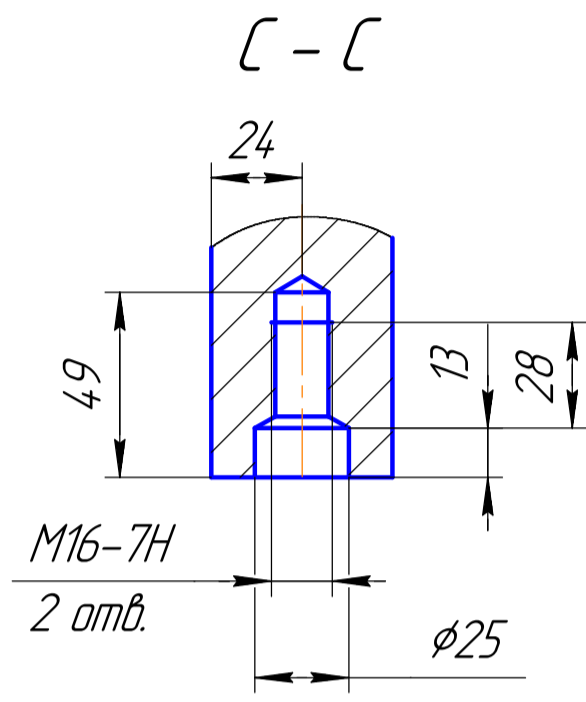
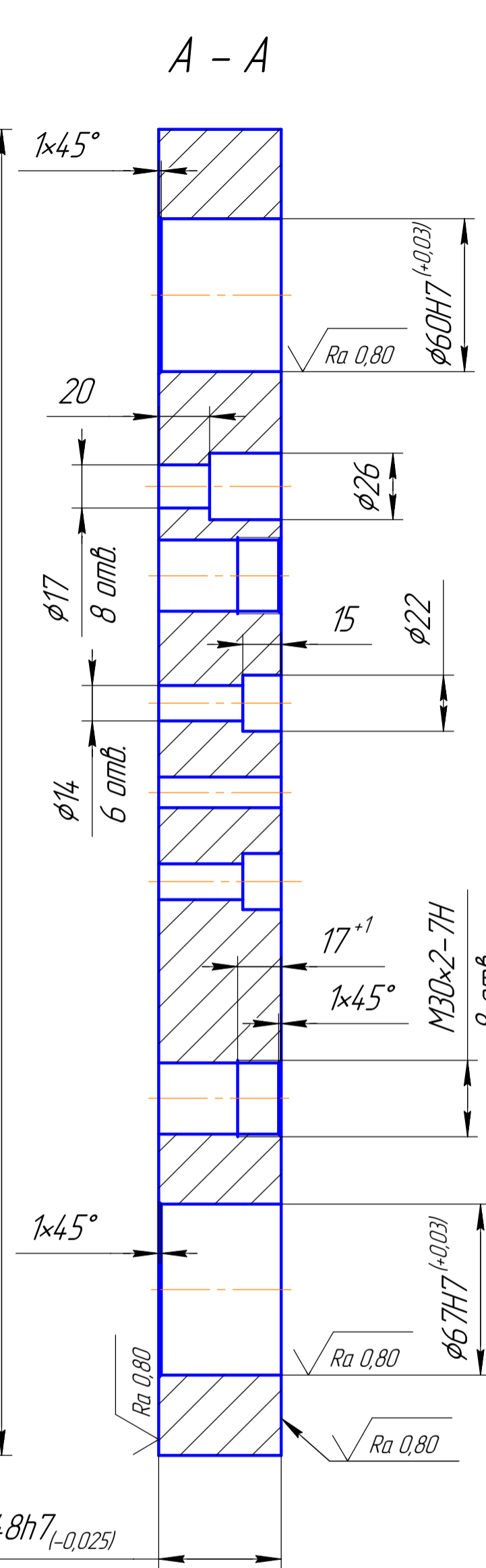
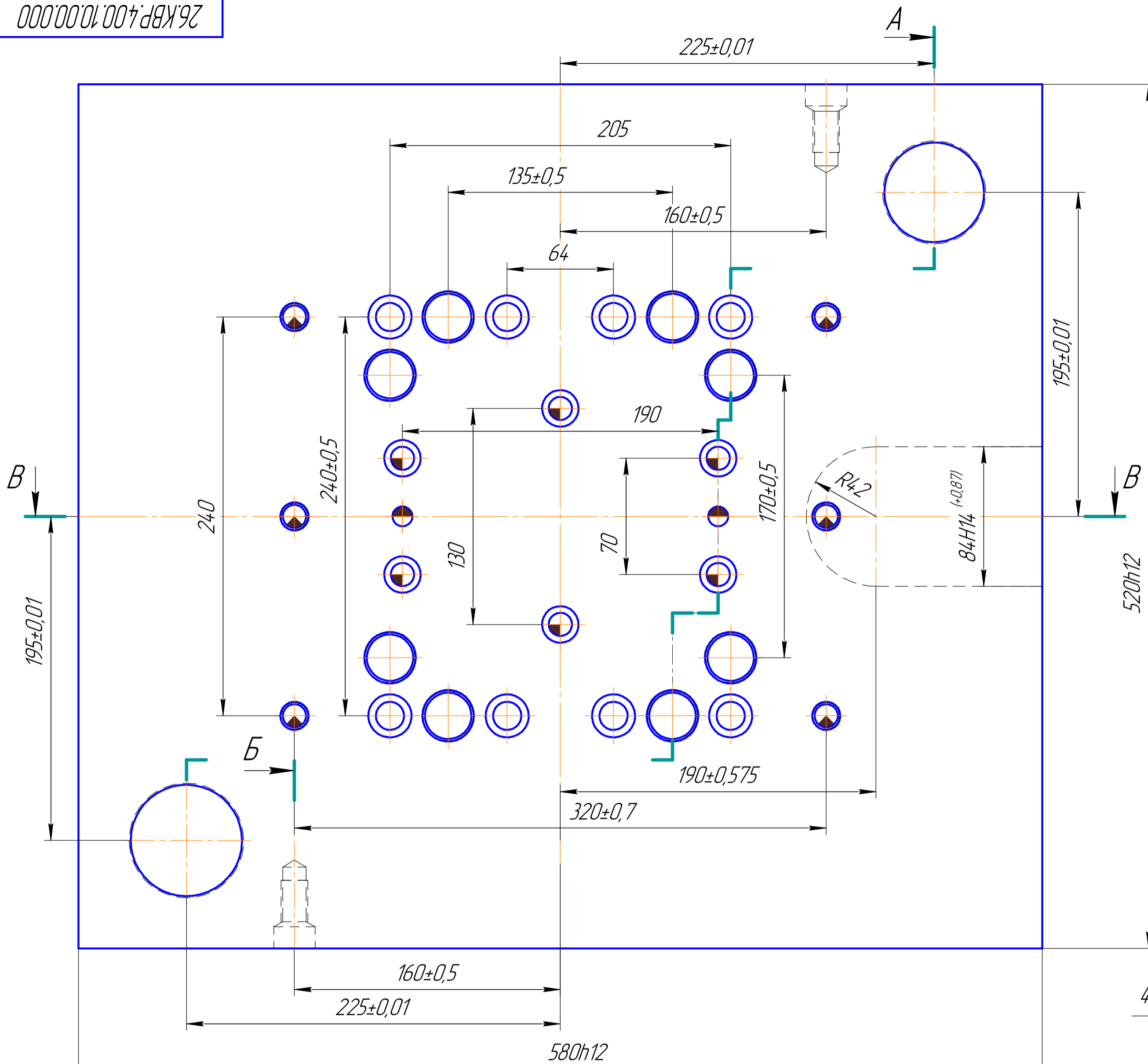
інв. № ориг.	Підп. і дата	Зам. інв. №	інв. № додл.	Підп. і дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

26.КВР.400.10.00.000

26.KBP.400.10.00.000

✓ Ra 6,3 (✓)



Невказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, інших ±IT14/2.

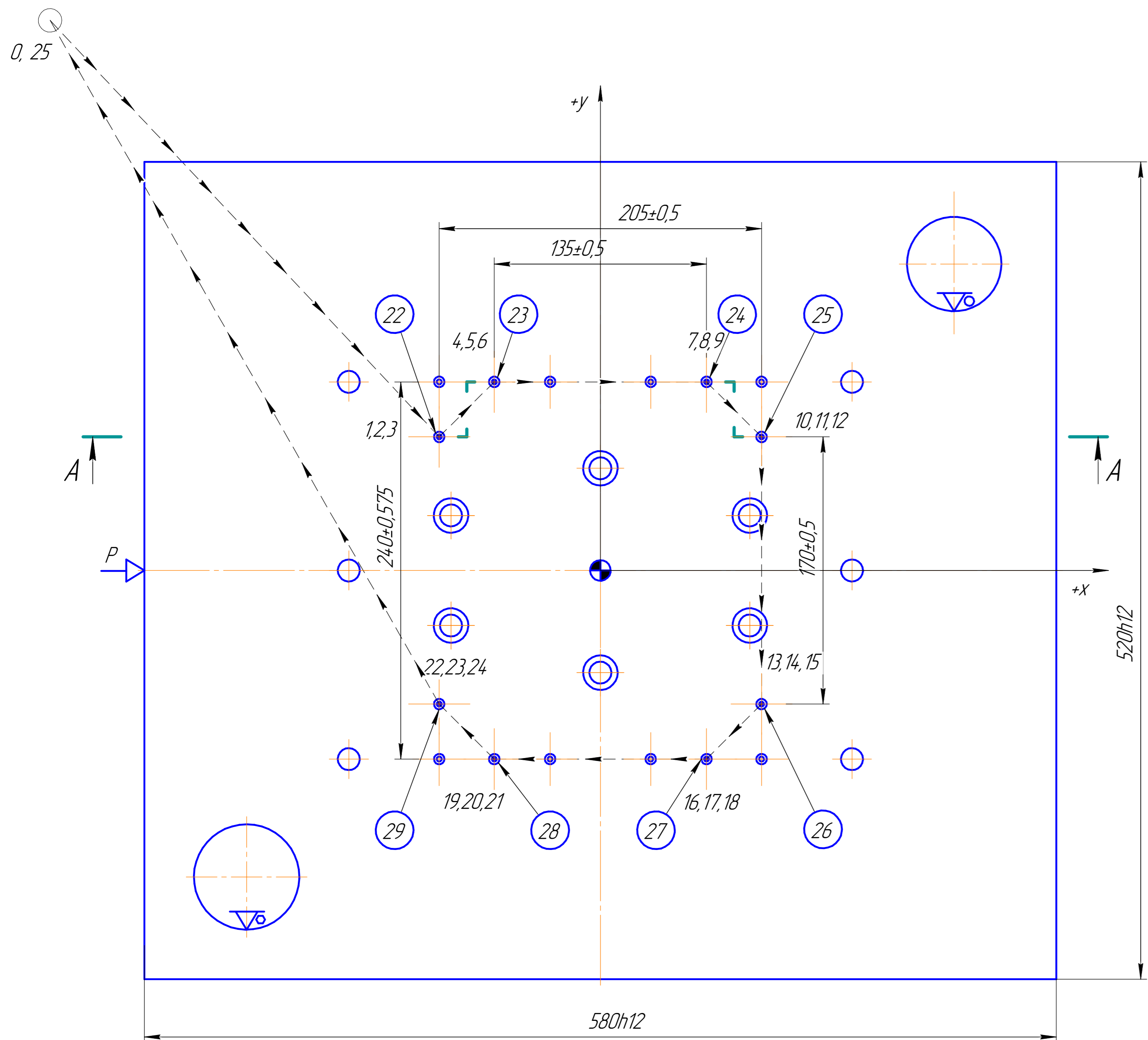
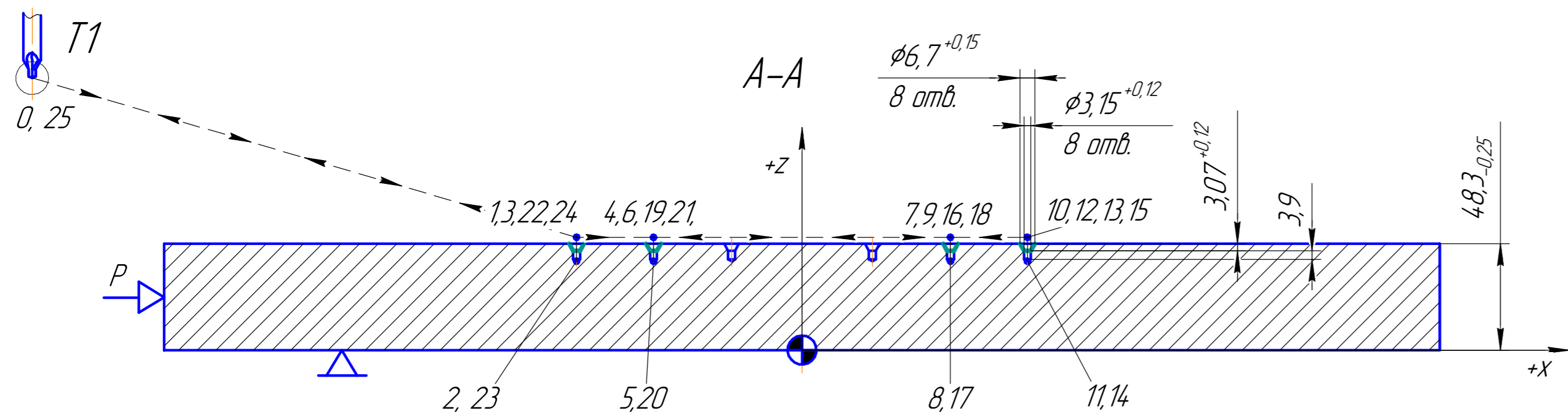
Перв. застосує
Добірч. №
Підп. і дата
Зам. інв. №
Інв. № відп.
Підп. і дата
Інв. № орц.

26.KBP.400.10.00.000				Лит	Маса	Масштаб
Плита верхня				н	105	1:1
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Аркцш	Аркцш	1
Разроб.	Рудий			Ст. 3 ДСТУ 7809:2015		
Перев.	Генік	ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400				
Т.контр.		м. Тернопіль				
Реценз.						
Н.контр.	Волошин					
Затв.						

Операція 020 Свердлильна з ЧПК

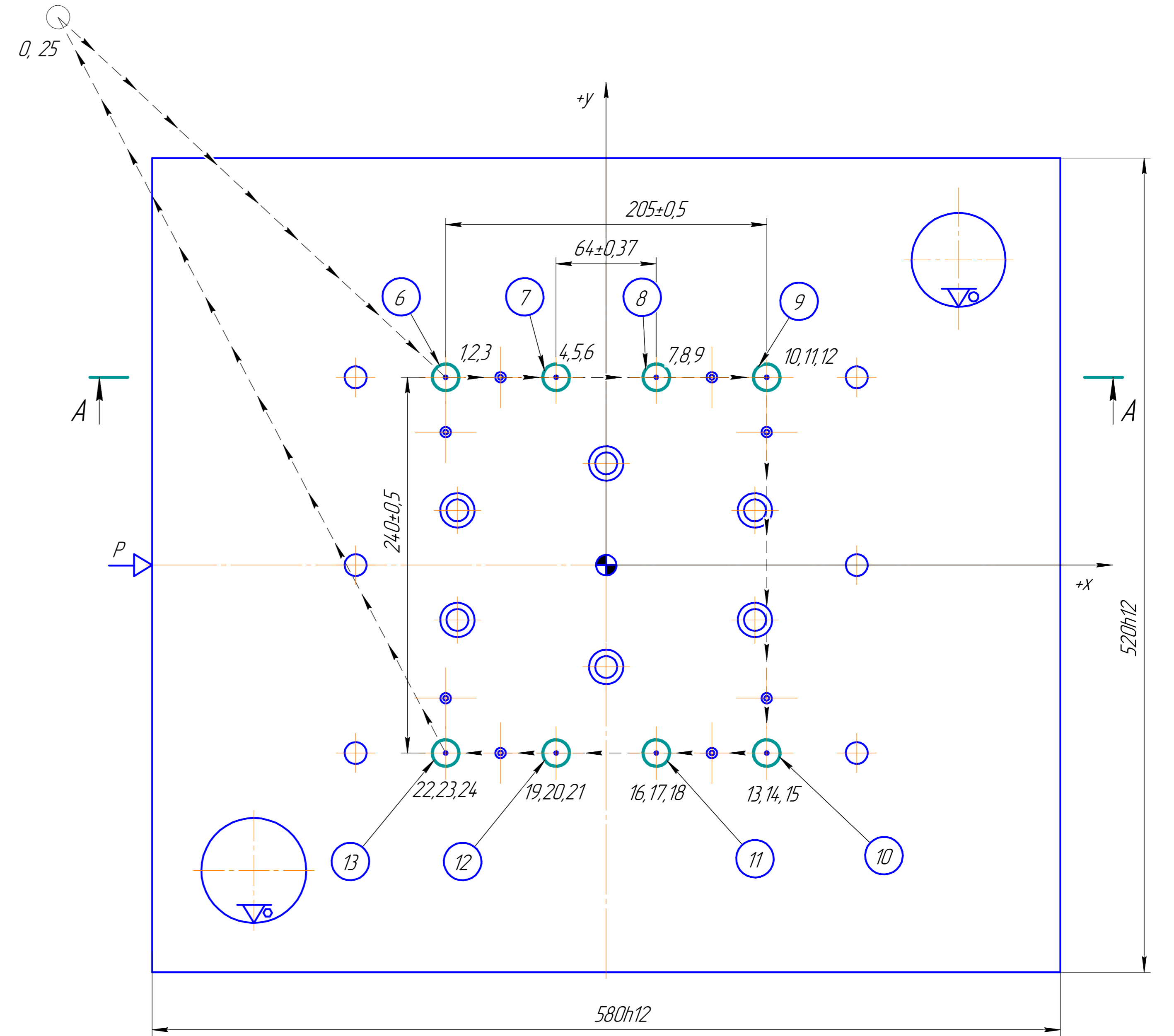
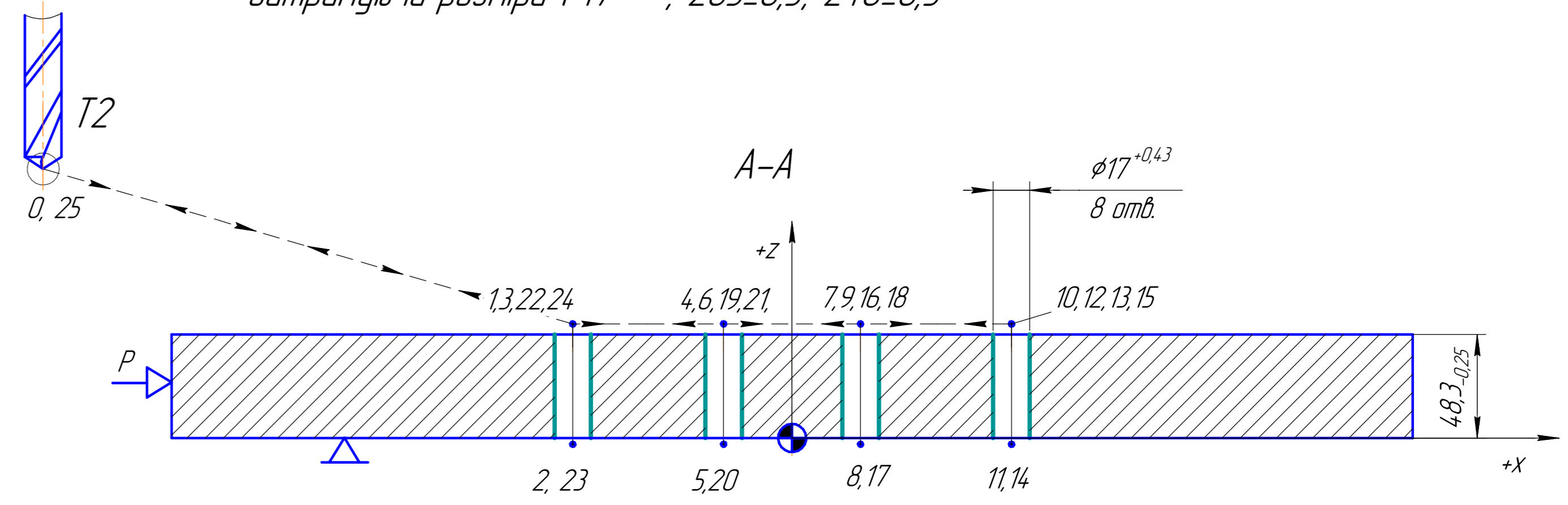
Перехід 2 Центрувати послідовно вісім отворів 22-29, витримуючи розміри $\phi 3,15^{+0,12}$; $\phi 6,7^{+0,15}$; 3,9; 3,07^{+0,12}; 135±0,5; 240±0,575

$\sqrt{Ra12,5}$



Перехід 3 Свердлити послідовно вісім отворів 6-13, витримуючи розміри $\phi 17^{+0,43}$; 205±0,5; 240±0,5

$\sqrt{Ra 6,3}$



T1 Свердло центрувальне d=3,15; D=8; L=52; 60° ДСТУ 3266:2008

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X	-350	-102,5	-102,5	-102,5	-67,5	-67,5	-67,5	67,5	67,5	67,5	102,5	102,5	102,5	102,5	102,5	67,5	67,5	67,5	-67,5	-67,5	-67,5	-102,5	-102,5	-102,5	-350	
Y	350	85	85	85	120	120	120	120	120	120	85	85	85	-85	-85	-85	-120	-120	-120	-120	-120	-85	-85	-85	350	
Z	130	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	50,3	50,3	4,133	130	

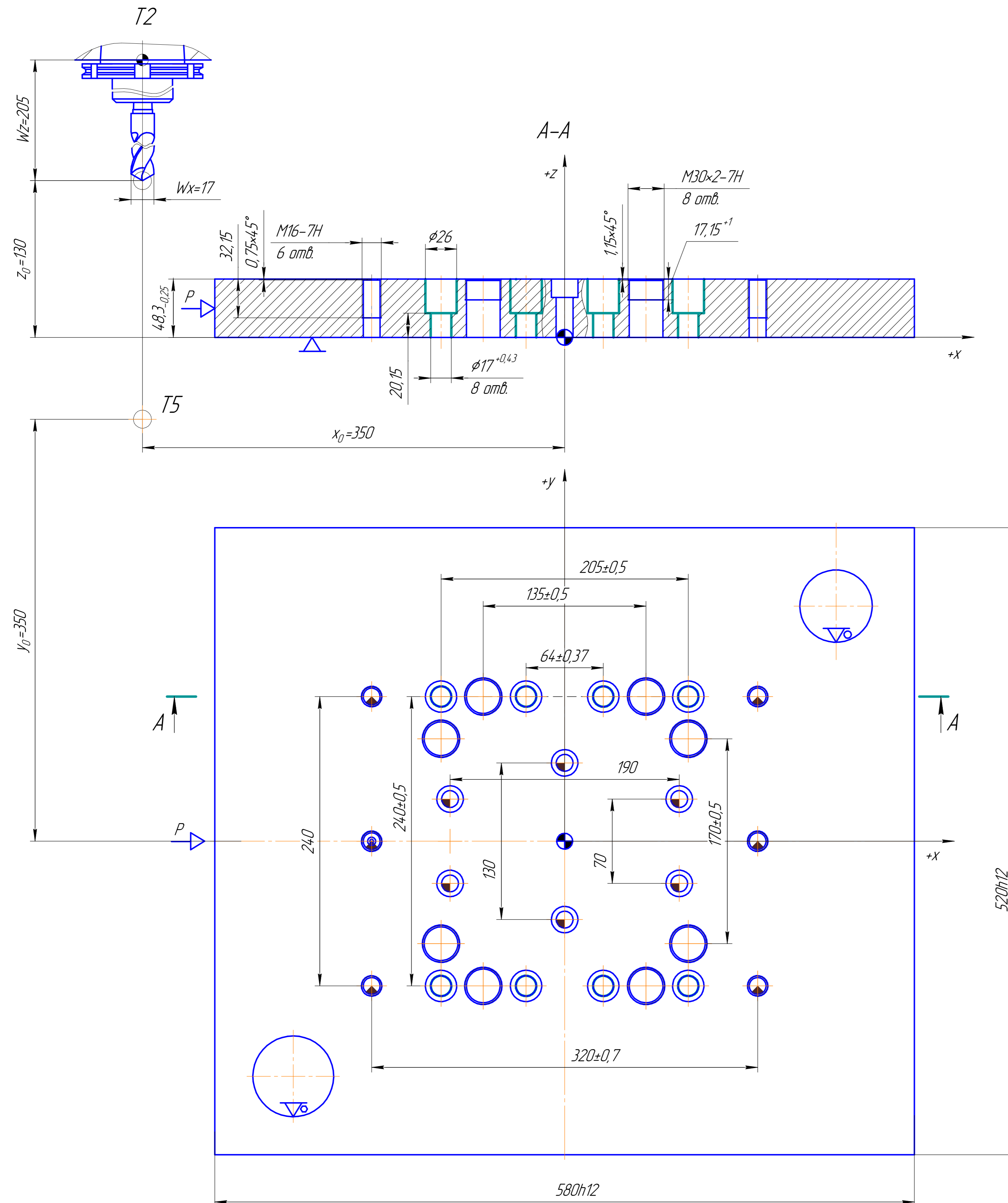
T2 Свердло спіральне d = 17; L=223; l=125; НКХ, Морзе2 ДСТУ 3266:2008

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X	-350	-102,5	-102,5	-102,5	-32	-32	-32	32	32	32	102,5	102,5	102,5	102,5	102,5	32	32	32	-32	-32	-32	-102,5	-102,5	-102,5	-350	
Y	350	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	350	
Z	130	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	50,3	50,3	-2	130	

				26.КВР.4.00.10.00.000 РТК				Лит	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докм.	Підп.	Дата	Разраховка-технологічна карта для обробки деталі Плита верхня на верстаті мод. 6560МФ3				Н	-	1:1
Розроб.	Рисув.	Перев.	Генік						Аркцих	Аркцих	1
Т.контр.	Реценз.	Н.контр.	Затв.	Волошин					ВП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-4.00 м.Тернопіль		

Лінійні записи: Підп. і дата, Лист № аркуша, Зам. №, № аркуша, Підп. і дата, Лист № аркуша

Операція 020 Свердлильна з ЧПК

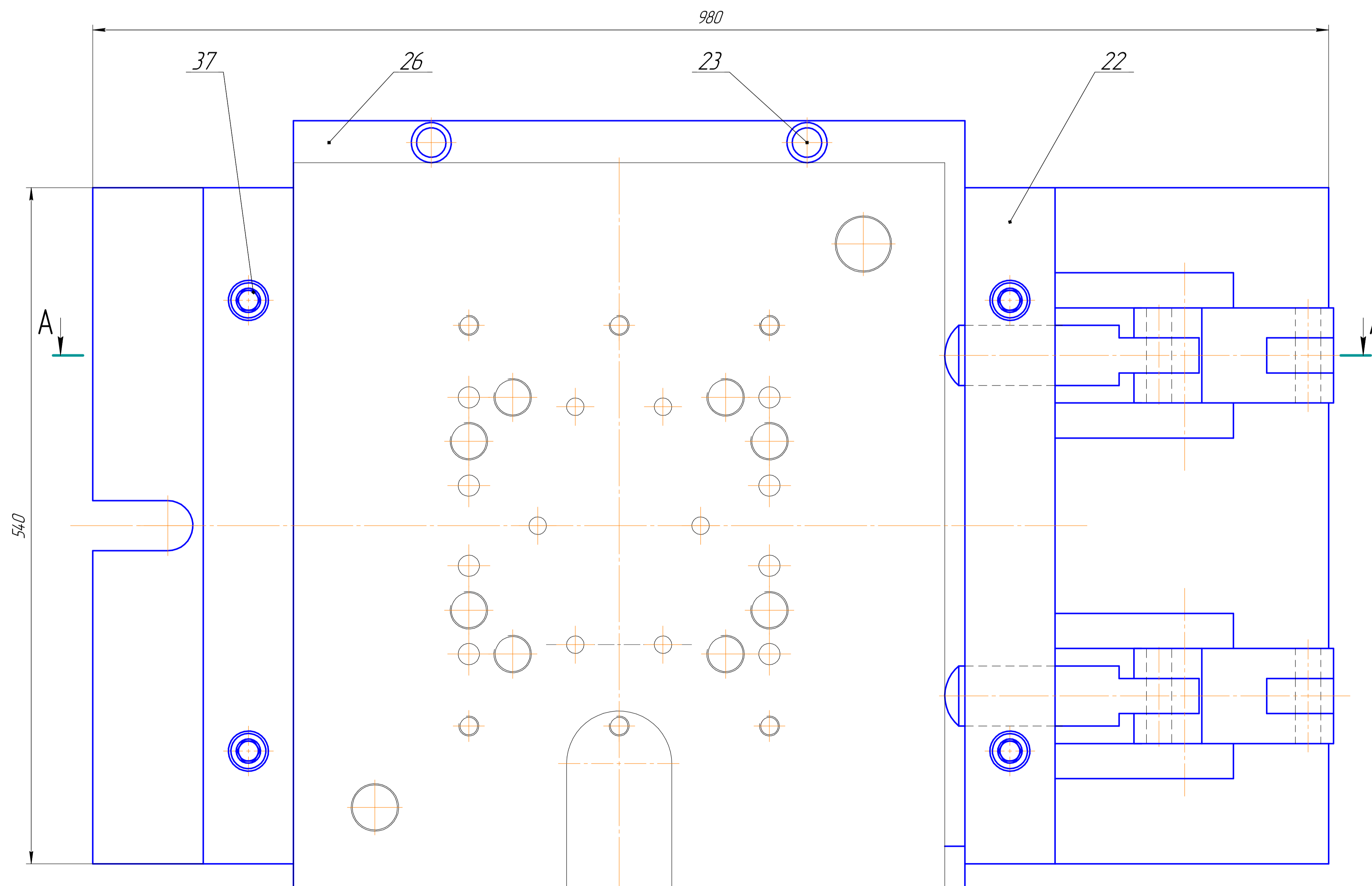
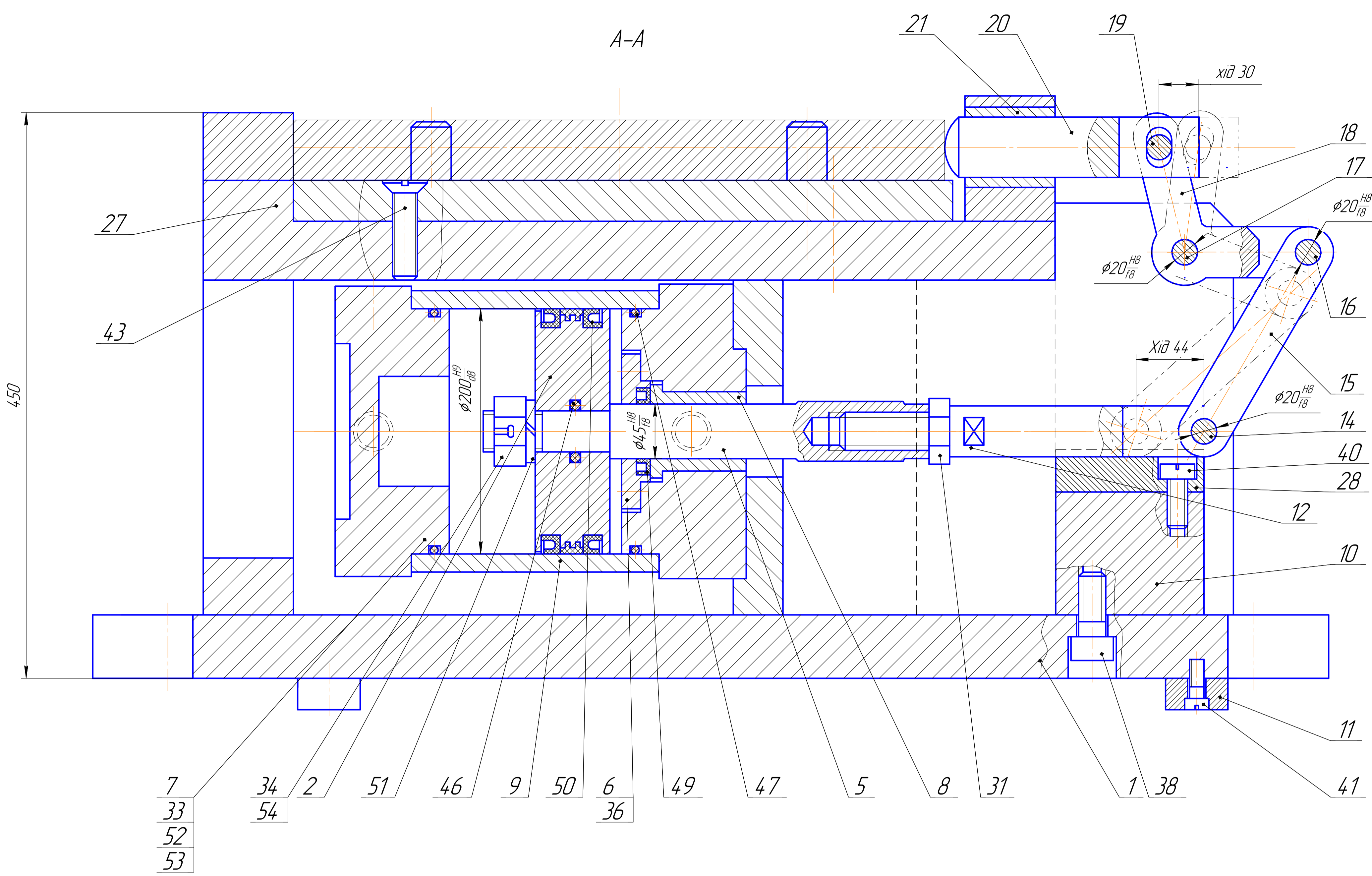


№ позиції	T1	T2	T3	T4
Ріжучий інструмент	Свердло центральне d = 3,15, D = 6,3, L = 47, 60° ДСТУ ISO 235:2018	Свердло спіральне d = 17, L = 223, l = 125, НКХ, Марзез2 ДСТУ ISO 235:2018	Свердло спіральне d = 28, L = 291, l = 170, НКХ, Марзез3 ДСТУ ISO 235:2018	Цейка циліндрична d=26, φc=17, L=100, l=35, НКХ, Марзез спеціальна
Допоміжний інструмент	Патрон цанговий 1-50-6,3-90 ISO 50-ER32	Втулка перехідна ЗКМ50, ВКМ2, L = 171,8, l = 45 ДСТУ ISO 4:202:2019	Втулка перехідна ЗКМ50, ВКМ3, L = 186,8, l = 60 ДСТУ ISO 4:202:2019	Втулка перехідна ЗКМ50, ВКМ3, L = 186,8, l = 60 ДСТУ ISO 4:202:2019
W _x , мм	3,15	17	28	26
W _z , мм	116	205	235	221
№ позиції	T5	T6	T7	
Ріжучий інструмент	Зенкавка кінчна 3,2x90°, φ16, L = 48 ДСТУ 2233-93	Мітчик М16, Р=2, L=102, l=32 ДСТУ 3266:2008	Мітчик М30x2-7H, L=113, l=23 ДСТУ 3266:2008	
Допоміжний інструмент	Патрон цанговий 1-50-12,5-100 ISO 50-ER32	Патрон регульований різьблений 191221030А Т9 2-035-975-85 Мітчикотримач 191221030А/060 (М16) D = 34, L = 66 Т9 2-035-975-85	Патрон регульований різьблений 19122114 Т9 2-035-975-85 Мітчикотримач 19122114 А/010 (М30) D = 38, L = 125 Т9 2-035-975-85	
W _x , мм	16	16	30	
W _z , мм	112	222	245	

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12

				26.KBP.4.00.10.00.000 KH		
Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Карта налагодження верстату		
Розроб.	Ридий			мод. 6560МФ3 для обробки деталі «Плита верхня»		
Перев.	Генчик			Лит	Маса	Масштаб
Т.контр.				Н	-	1:1
Реценз.				Аркциш	Аркциш	1
Н.контр.	Волошин			ВСП "ТФХ ТНТУ", зр.ОМР-400 м.Тернопіль		
Затв.						

A-A



1. Розміри для довідок.
2. Поверхні тертя змастити мастилом ЦИАТИМ-201.
3. Переміщення рухомих частин повинно бути плавним без ривків і заїдань.
4. Пристосування встановлюється на столі вертикально-фрезерного верстату з ЧПК мод. 6560МФЗ.

Лист № докум. 26.KBP.400.10.00.000 СК
 Підп. і дата
 Інв. № довід. 1
 Зам. № довід. 1
 Підп. і дата
 Лист № докум. 26.KBP.400.10.00.000 СК

				26.KBP.400.10.00.000 СК			
Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Приспособування спеціальне для обробки деталі Плита верхня на ОЗС операції Фрезерній з ЧПК	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Рудий			Складальне креслення	Н	-	1:1
Перев.	Геник				Аркцив.	Аркцив.	1
І.контр.					ВСП "ТФК ІНТУ", гр. МГ-400 м. Тернопіль		
Реценз.							
Н.контр.	Волошин						
Затв.							