

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки
Кафедра: комп'ютеризованого машинобудування

Николайчук Мирослав Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91
(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі Пуансон П934-04
(назва роботи)

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

М.М. Николайчук
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій З.М. доцент кафедри КМВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

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

Рецензент

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

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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Николайчуку Мирославу Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі Пуансон П934-04

керівник роботи Одосій З.М. доцент кафедри КМВ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом закладу вищої освіти від "26" березня 2022 року № 224/7

2. Строки подання студентом роботи 18 грудня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи: робоче креслення деталі «Пуансон» ;

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

1. Проектування технологічного процесу та основних технологічних систем. 2. Розробка та розрахунок пристроїв. 3. Аналіз та удосконалення конструкції пристрою для обробки.

4. Науково дослідна частина.

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

1. Креслення пристрою на обробку – 1 лист А1. 2. Креслення контрольного пристрою – 1 лист А1. 3. Аналіз точності – 1 лист А1. 4. Карта налагоджень – 1 лист А1. 5. Креслення заготовки та графотехнологія – 1 лист А1. 6. Науково-дослідна – 1 лист А1.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальна характеристика	01.04.2022	
2	Опис і конструкція навчального проєкту	01.06.2022	
3	Проектна частина	05.08.2022	
4	Конструкторська частина	01.10.2022	
5	Дослідницька частина	24.11.2022	
6	Захист магістерської роботи	29.12.2022	

Студент _____ Николайчук М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Одосій З.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ ___ ” _____ 2022_p.

Реферат

Кваліфікаційної магістерської роботи: «Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі Пуансон П934-04 » ».

Розрахунково-пояснювальна записка: ... сторінки, 36 рисунків, 9 таблиць, 27 посилань, 20 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 6 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь ” Пуансон П934-04 ”

Мета роботи – вдосконалити технологічний процес виготовлення деталі Пуансон П934-04, який дозволить отримати деталь згідно технічних вимог.

Відповідно до поставленого завдання у бакалаврській роботі проведено аналіз конструкції та типовий технологічний процес її виготовлення; метод отримання заготовки. За результатами аналізу, та враховуючи рекомендації літературних джерел було запропоновано проектний технічний процес її виготовлення для заданого типу виробництва, відповідно якому: обґрунтовано спосіб отримання заготовки; розраховано припуски та режими різання, а також норми часу на механообробні операції. Для підвищення продуктивності праці та забезпечення техніки безпеки при обробці деталі на фрезерно-координатному верстаті, спроектовано верстатний пристрій, працездатність якого підтверджено розрахунками наведеними в пояснювальній записці. Запропоновано контрольний пристрій зі спареними датчиками, який відстежує правильність виготовлення деталі. У науково-дослідній частині роботи проведено дослідження залежності теплоти від швидкості та глибини різання під час фрезерування. В додатках наведена технологічна документація та специфікація пристроїв.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, технологічна операція, режими різання, швидкість різання, оснастка, пристрій, сила затиску, інструмент.*

Студент: Николайчук М.М.

SUMMARY

Of Qualification bachelor's work: «Improvement of the technological process of mechanical processing of parts Punch P934-04"».

Calculation and explanatory note: ___ pages, 36 figures, 9 tables, 27 references, 20 sheets of A4 format of annexes.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of mechanical processing.

The subject of research is a component " Punch P934-04"

The purpose of the work is to Improvement of the technological process of mechanical processing of parts Punch P934-04, which will allow to obtain the component in accordance with technical requirements.

In accordance with the task in the bachelor's work, the analysis of structure and the typical technological process of its manufacturing were carried out; the method of obtaining the workpiece. According to the results of the analysis, and taking into account the recommendations of literary sources, a draft technological process of its manufacturing for a given type of production was proposed, according to which: the method of obtaining the workpiece was substantiated; allowances and modes of cutting, as well as the norms of time for machining operations, were calculated.

To increase productivity and ensure safety when processing parts on a milling coordinste machine with automatic tool change, a machine tool is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the explanatory note. A control device with paired sensors is proposed, which monitors the correctness of the production of the part.

In the research part of the work, a study of the dependence of heat on the speed and depth of cutting during milling was carried out. The annexes provide technological documentation and devices' specifications.

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

Keywords: *component, workpiece, technological operation, modes of cutting, speed of cutting, rigging, device, clamping force, tool.*

Student: Nykolaichuk M.M.

Зміст

стор.

	Вступ.	
1	КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ	
1.1	Аналіз призначення і конструкції деталі	
1.2	Аналіз технологічності деталі	
2	ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	
2.1	Вибір заготовки	
2.2	Вибір маршруту і операцій обробки деталі	
2.3	Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки	
2.4	Визначення режимів різання	
2.5	Нормування технологічної операції	
3	ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ.	
3.1	Пристрій для механічної обробки	
3.2	Контрольного пристрою.	
4	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА «Дослідження фрезерування методом скінченних елементів у програмі Deform 3D»	
5	ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.	
6	ДОДАТКИ.	
	Комплект технологічної документації.	
	Специфікації загальних видів складальних креслень пристроїв. ...	
7	ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	
	Креслення в кількості 6 листів формату А1	

<i>Змни</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Николайчук М.М</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Одосій З.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук В. Г.</i>						
						ІФНТУНГ		

Вступ

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні не стоїть на місці і завжди розвивається, що в свою чергу впливає на інші галузі такі як: сільське господарство, автомобілебудування, медицина, металургія, видобування корисних копалин та інші.

Використання новітніх технологій в машинобудуванні, таких як, верстати ЧПУ, значно покращили якість обробки деталей та швидкість обробки, також збільшили номенклатуру виробів. Використання нових металорізальних інструментів також дало змогу покращити продукцію. А використання роботів-маніпуляторів дало змогу значно зекономити людський ресурс. Впровадження роботизованих та автоматизованих комплексів і ліній значно покращує виробництво по всіх показниках і здешевлює продукцію.

Всі ці чинники стимулюють науково-технічний прогрес, перехід до випуску нових більш досконаліх зразків продукції.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Аналіз, призначення та конструкції деталі

Пуансон П934-04 (рис. 1.1) є одним з основних вузлів пресформи для виготовлення форма окулярів. Пуансон призначена для виливання форми окулярів із пластмаси.

Загалом поверхні пуансона є точні та мають велику шорсткість. Формотвірні мають досить малу шорсткість Ra 1,0 мкм. Це забезпечує добре розтікання пластмаси по формі.

Поставлені досить високі вимоги до точності і якості обробки поверхонь. Габарити пуансона 300×280×36,5 мм. Товщина пуансона 36,5 мм. В отвір заходить ливникова втулка $\varnothing 11H7^{(+0,018)}$ мм. Отвори $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$ мм з шорсткістю Ra1,25 мкм. В ці отвори заходять чотири центруючі колонки. Отвори $\varnothing 13,5H14^{(+0,43)}$ мм. На торцях матриці є дві конічних дюймових різьби G 3/8". В пуансоні є два отвори $\varnothing 14H14^{(+0,43)}$ мм і шорсткістю Ra1,25 мм.

Чотири наскрізні отвори $\varnothing 8H7$ призначені для проходження крізь форму охолоджуючої рідини.

По ливникових каналах подається пластмаса в рідкому стані. Пластмаса заповнює порожнини (формотвірні) окуляр. Після застигання пластмаси, матриці з пуансоном розходяться, штовхачі виштовхують форми окуляр.

Матеріал з якого виготовляють матрицю праву, є інструментальна легована сталь марки ХВГ. Її хімічний склад і механічні властивості подані в таблицях 1.1.1 і 1.1.2 згідно літератури [1], с.381-382.

Замінники – сталі: 9ХС, ХГ, 9ХВГ, ХВСП.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1.1 – Хімічний склад матеріалу, в %.

C	Si	Mn	Cr	W	S	P	Ni	Cu	Mo
					не більше				
0,90- 1,05	0,10- 0,40	0,80- 1,10	0,90- 1,20	1,20- 1,60	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30

Таблиця 1.1.2 – Механічні і технологічні властивості

Температура критичних точок, [°C]	Ac ₁ = 750; Ac ₃ (Ac _m) = 940; Ar ₁ = 710; Mn = 210
Ударна в'язкість при січенні 100 мм, [Дж/см ²]	15
Границя міцності, [МПа]	760
Схильність до відпускнуї крихкості	малосхильна
Зварюваність	не використовується
Густина, [кг/м ³]	7850
Твердість, [МПа]	255

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1.3 – Характеристика поверхонь деталі.

№ поверхні	Конфігурація та службове призначення поверхні	Розміри	Квалітет точності, допуск	Степінь точності форми: розміщення їх допуск	Шорсткість
1, 2	Площина; вільна	280	h14	-	5
3	Площина робоча		h14	-	0,63
4,5	Внутрішня циліндрична; робоча, для подачі рідкої пластмаси	R1,7	H14	-	0,1
6, 7	Внутрішня циліндрична; робоча, для подачі рідкої пластмаси	R1,4	H14	-	0,1
8,9	Зовнішня фасонна; формотвірна	-	h14	0,1	0,1
10,11,12, 13	Внутрішня фасонна; формотвірна	-	H14	0,1	0,1
14,15,16, 17	Фаска; вільна	1x45°	H14	-	5
18,19,20, 21	Площина; допоміжна конструкторська	10x10 5°	h14	-	5
22, 23	Площина; вільна	300	h14	-	5
24,25,26, 27	Внутрішня циліндрична, конструкторська основна; для монтажу матриці на напрямних колонках	30	H7	-	1,25
28,29,30, 31	Торець; конструкторська допоміжна, оперується ливникова втулка	6	H14	-	5
32,33,34, 35	Внутрішня циліндрична; вільна	36	H14	-	5
36,37,38, 39	Внутрішня циліндрична; вільна	8,5	H14	-	5
40,41,42, 43	Внутрішня циліндрична, конструкторська основна;	8	H7	-	1,25
44	Площина; конструкторська допоміжна	36	h14	-	0,63
45	Внутрішня циліндрична, конструкторська допоміжна; для розміщення ливникової втулки	17	H14	-	5

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

46	Фаска; для полегшення центрування ливникової втулки	1×45°	H14	-	5
47	Торець; конструкторська допоміжна, опереться ливникова втулка	6	js10	-	5
48	Внутрішня циліндрична, конструкторська допоміжна; для монтажу ливникової втулки	11	H7	-	1,25
49,50,51,52	Внутрішня циліндрична; вільна	20	H14	-	5
53,54,55,56	Торець; конструкторська допоміжна	12,5	H14	-	5
57,58,59,60	Внутрішня циліндрична; вільна	13,5	H14	-	5
61,62	Різьбова; для монтажу системи охолодження	G3/8``	H14	-	5
63,64,65,66,67,68,69,70	Різьбова; для монтажу системи охолодження	G3/8``	H14	-	5
71,72,73,74,75,76,77,78	Внутрішня циліндрична; вільна	7	H14	-	5
79,80	Внутрішня циліндрична; вільна	14	H14	-	5
81,82,83,84	Внутрішня циліндрична; вільна	2	H14	-	5
85,88	Внутрішня циліндрична основна по яких рухаються виштовхувачі	1,5	H7	-	1,25
89,90,91,92,93,94,95,96	Внутрішня циліндрична; вільна	3,5	H14	-	5
97,98,99,100,101,102,103,104	Внутрішня циліндрична основна по яких рухаються виштовхувачі	1,5	H7	-	1,25
105,106,107,108	Внутрішня циліндрична; вільна	2	H14	-	5
109,110,111,112	Внутрішня циліндрична основна по яких рухаються виштовхувачі	1,5	H7	-	1,25

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1.3 – Вимоги до точності та якості поверхонь.

№ поверхні	Конфігурація та службове призначення поверхні	Розмір и	Кваліте т точнос ті, допуск	Степінь точності форми: розміщення їх допуск	Шорсткіст ь
113,114	Внутрішня основна по яких рухаються знак	12,5	H7	-	1,0
115,116	Внутрішня основна по яких рухаються знак	2,3	H7	-	1,0
117,118	Внутрішня допоміжна	2,5	H14	-	5
119,120	Внутрішній торець конструкторський	5	H14	-	5
121,122	Внутрішній торець конструкторський	15,5	H14	-	5
123,124,1 25,126, 127,128	Внутрішня циліндрична; робоча, для подачі рідкої пластмаси	0,75	H14	-	5
129,130, 131,132	Площина; вільна	47,32	H14	-	5

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Пуансон правий П934-00 відноситься до нетипових деталей і виготовляється із легованої інструментальної сталі ХВГ. Заготовка, яка запропонована заводським технологічним процесом являє собою листовий прокат. Тому всі елементи деталі отримуються шляхом механічної обробки. Більшість поверхонь є точні, і мають високий клас шорсткості. Також важливим є виготовлення формотвірних поверхонь та ливникових каналів, які повинні бути виготовлені з шорсткістю Ra 1,0 мкм. В отвір Ø17 заходить втулка і при виготовленні потрібно витримати глибину отвору $6js10\pm 0,024$ мм. Форма і розміри заготовки не є максимально наближені до розмірів деталі, що ускладнює механічну обробку. Це зумовлене великими припусками на механічну обробку. Деталь має прямокутну форму. Для витримування вказаних допустимих відхилень розмірів, шорсткості та просторового розташування поверхонь потрібні верстати нормальної точності. Недоліком є наявність двох наскрізних отворів Ø7 та 14, що проходять через матрицю. Їх випалюють на електроіскровому верстаті. Усі робочі і формотвірні поверхні виконані з шорсткістю Ra 1,0 мкм. У зв'язку з цим вводимо в технологічний процес виготовлення матриці слюсарну операцію.

Більшість поверхонь має плоску форму. Формотвірні пуансона мають складну фасонну поверхню. При виготовленні цих фасонних поверхонь використовують дорогі прогресивні інструменти. Решта поверхонь обробляються за допомогою стандартного інструменту. Переважну більшість поверхонь можна контролювати стандартизованим інструментом.

Проставлено всі розміри та шорсткості. Вказані технологічні параметри, радіуси заокруглень, канавки.

На кресленні проставлена загальна шорсткість по Ra=5 мкм, та вказані граничні відхилення H14, h14 IT14/2.

Згідно ГОСТ 14.202-73 проводимо кількісний аналіз технологічності по трьох коефіцієнтах:

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- коефіцієнту уніфікації K_y
- коефіцієнту точності K_T
- коефіцієнту шорсткості $K_{ш}$.

Загальна кількість поверхонь – 132

з них механічну обробку проходять – 132

уніфікованих поверхонь – 124

Поверхонь по 14-му квалітету точності – 104

Поверхонь по 10-му квалітету точності – 1

Поверхонь по 7-му квалітету точності – 27

Поверхонь по 5 класу шорсткості – 93

Поверхонь по 7 класу шорсткості – 27

Поверхонь по 8 класу шорсткості – 2

Поверхонь по 10 класу шорсткості – 10

Визначаємо коефіцієнт уніфікації за формулою

$$K_{y_{\Sigma}} = \frac{Q_{y_{\Sigma}}}{Q_{\Sigma}}$$

де Q_{Σ} - загальна кількість оброблюваних поверхонь

$Q_{y_{\Sigma}}$ - кількість уніфікованих поверхонь

$$K_{y_{\Sigma}} = \frac{124}{132} = 0,93$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічна, оскільки, K_y більший від допустимого 0,6.

Визначаємо коефіцієнт точності за формулою

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_c}$$

де A_c – середній клас точності

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Ac = \frac{1 \cdot n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}}$$

$$Ac = \frac{14 \cdot 104 + 10 \cdot 1 + 8 \cdot 2 + 7 \cdot 27}{132} = 12,65$$

$$k_m = 12,65 - \frac{1}{13} = 12,57$$

Так як $k_m > 0,8$, то по цьому параметру деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості за формулою $K_u = \frac{1}{B_{cp}}$

де B_c – середній клас шорсткості

$$B_c = \frac{1 \cdot n_1 + 2n_2 + \dots + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}}$$

$$B_c = \frac{5 \cdot 93 + 7 \cdot 27 + 8 \cdot 2 + 10 \cdot 10}{132} = 5,83$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,83} = 0,171$$

Так як $K_{ш} > 0,16$, то по цьому параметру деталь технологічна.

Дана деталь технологічна за трьома показниками, а саме по показнику уніфікації K_y , точності K_T та шорсткості $K_{ш}$, це значить, що вона не складна у виготовленні.

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1. Вибір заготовки

Згідно базового технологічного процесу заготовка для виготовлення матриці правої є смуга гарячекатаної сталі ХВГ $\frac{294 \times 314 \text{ГОСТ 4405-75}}{\text{ХВГ 5950-73}}$.

1. Вибираємо заготовку із листового прокату по ГОСТ 19903-74 (вирізаємо газорізкою по контуру)

Товщина листа 42мм.

Таблиця № 2.1 Розміри заготовки та їх відхилення

№ поверхні	Розмір и поверхні, мм	Припуск, мм	Допуск , мм		Прийнятий розмір, мм
			+	-	
1	2	3	4	5	6
	36,5	2,7x2	0,6	1,2	42 _{-1,2} ^{+0,6}
	300	(5+2)x2		2,5	314 _{-2,5}
	280	(5+2)x2		2,5	294 _{-2,5}

Примітка.

При газорізці до припуску потрібно додати 2мм у зв'язку із впливом газорізки на структуру металу.

Таблиця 2 Ст.4 [14]

2. Визначаємо відхилення від площинності:

після правки – 1,5мм/м

3. Визначаємо масу заготовки з прокату по формулі:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \text{ де } V_3 - \text{об'єм заготовки, } \rho - \text{густина сталі г/см}^3$$

$$V_1 = A \cdot B \cdot h = 314 \cdot 294 \cdot 42 = 3877272 \text{мм}^2 = 3877 \text{см}^3$$

$$M_3 = 3877 \cdot 7,8 = 30,2 \text{ кг}$$

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

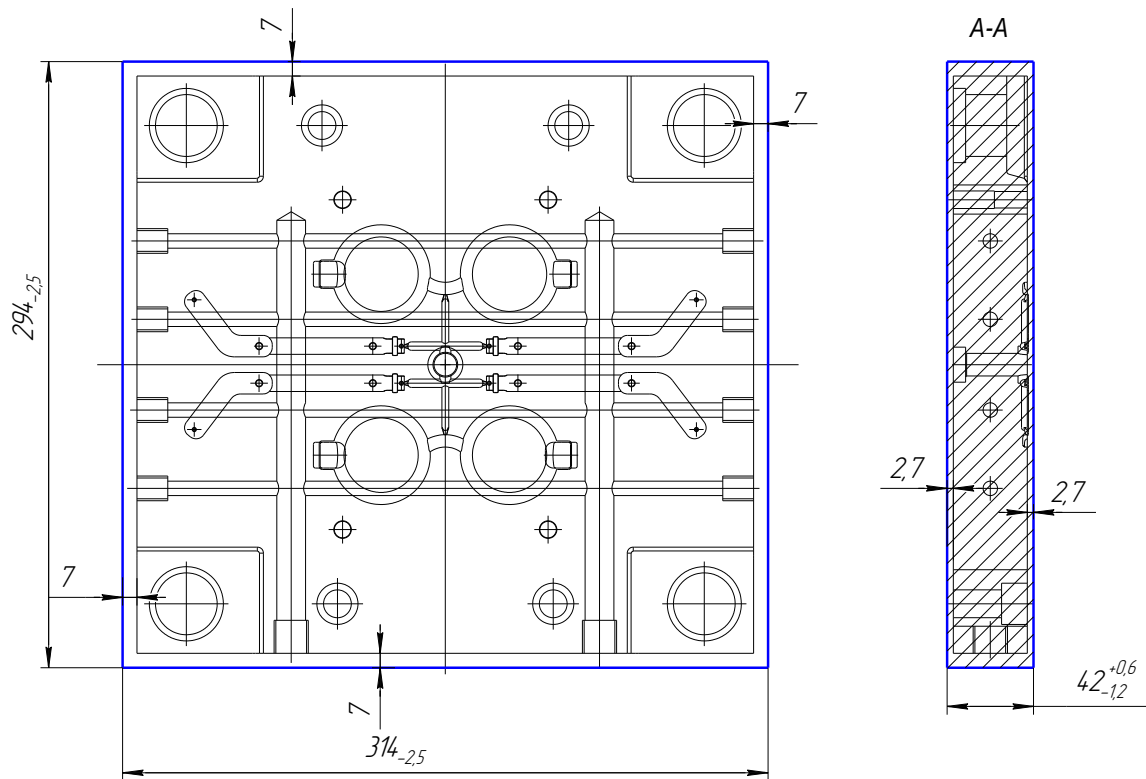


Рис. 2.1 –Ескіз заготовки.

Коефіцієнт використання матеріалу

$$KBM = \frac{m_{\partial}}{m_{з}} = \frac{24,6}{30,2} = 0,81.$$

Визначаємо вартість заготовки із прокатної смуги

$$S_{заг} = M + C_{o.з},$$

де M - витрати на матеріал заготовки, грн.;

$C_{o.з}$ - технологічна вартість операції різки, грн.;

$$M = m_{з} \cdot S - (m_{з} - m_{\partial}) \cdot \frac{S_{в}}{1000},$$

де $m_{з} = 30,2$ кг – маса заготовки;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн ; $S = 32,5$ грн/кг для сталі ХВГ;

$m_{\partial} = 24,6$ кг – маса готової деталі;

$S_{в} = 6500$ грн/т – ціна одної тони відходів;

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$M = m_3 \cdot S - (m_3 - m_0) \cdot \frac{S_e}{1000} = 30,2 \cdot 32,5 - (30,2 - 26,4) \cdot \frac{6500}{1000} = 956,8 \text{ грн.}$$

Технологічна вартість операції різки

$$C_{o.з} = \frac{C_{n.з} \cdot T_{ш.к}}{60 \cdot 100},$$

де $C_{п.з} = 2500$ коп/год – приведені затрати на робочому місці;

$$T_{шт.-к} = 3,5 \text{ хв.} - \text{штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції};$$

$$C_{n.з} = \frac{3,5 \cdot 2500}{60 \cdot 100} = 1,46 \text{ грн.}$$

$$S_{заг} = M + C_{o.з} \cdot 956,8 + 1,46 = 958,26 \text{ грн.}$$

При даному виді заготовки значна кількість металу в процесі виготовлення матриці правої відійде в стружку. Тому при виборі заготовки завжди намагаються прийняти заготовку, яка б по своїй формі і розмірах була найбільш наближена до форми і розмірів готової деталі. Але, враховуючи те, що матрицю праву П858.02 виготовляють в умовах одиничного виробництва, то раціональніше взяти заготовку з листового прокату.

Якщо б деталь виготовлялась, скажімо, в умовах середньо серійного виробництва, то в якості заготовки для матриці правої П858.02 доцільніше було б взяти поковку. В такому випадку заготівельну операцію слід проводити за такою технологією: замінити сталь інструментальну леговану ХВГ на сталь інструментальну штампову 5ХНМ, розрізати заготовку на стрічковій пилі, а далі завершити виготовлення заготовки гарячим штампуванням на молотах. Такий спосіб є доцільнішим, в умовах середньо серійного виробництва, через низьку вартість обладнання.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

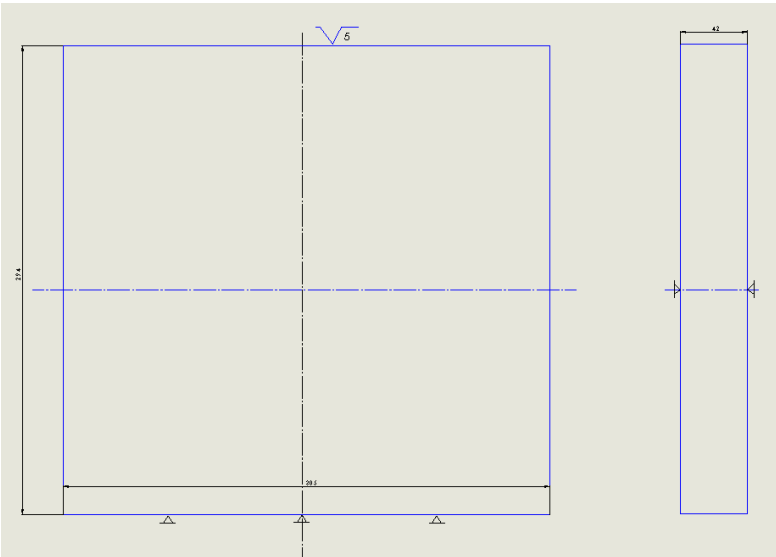

2.2. Вибір маршруту і операційної технології виготовлення деталі

Розробка проектного варіанту механічної обробки матриці верхньої проводимо на базі заводського технологічного процесу. Проектний варіант розробляємо з урахуванням зауважень і вносимо наступні зміни.

В 030-035 операції спочатку проводяться усі свердлильна операції, а потім усі розточувальні, це зменшить час, що витрачається на заміну інструменту. В операції 035 замість вертикально свердлильного верстату 2Д450 ввести вертикально-свердлильний верстат мод. 2Д450Ф10. В подальшому маршрут обробки міняти не бачу потреби. Технологію виготовлення наведено в таблиці 2.2.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Маршрут механічної обробки деталі і зміст операцій

№ операції	Назва операції, переходи механічної обробки деталі	Обладнання	Характеристика пристрою	Схема базування
005	Заготівельна 1 Вирізати заготовку з листа. 2 Зачистити окалини.	Газова різка	-	
010	Вертикально-фрезерна 1 Фрезерувати поверхню (1). 2 Фрезерувати поверхню (2). 3 Фрезерувати поверхню (22). 4 Фрезерувати поверхню (23).	Вертикально-фрезерний верстат 6P13	Лещата 7200-0012 ГОСТ 14904-80	
015	Вертикально-фрезерна 1 Фрезерувати поверхню (3) з припуском під шліф. 2 Фрезерувати поверхню (44) з припуском під чорнове шліфування.	Вертикально-фрезерний верстат 6P13	Лещата 7200-0012 ГОСТ 14904-80	

Змін.

Арк.

№ док.м.


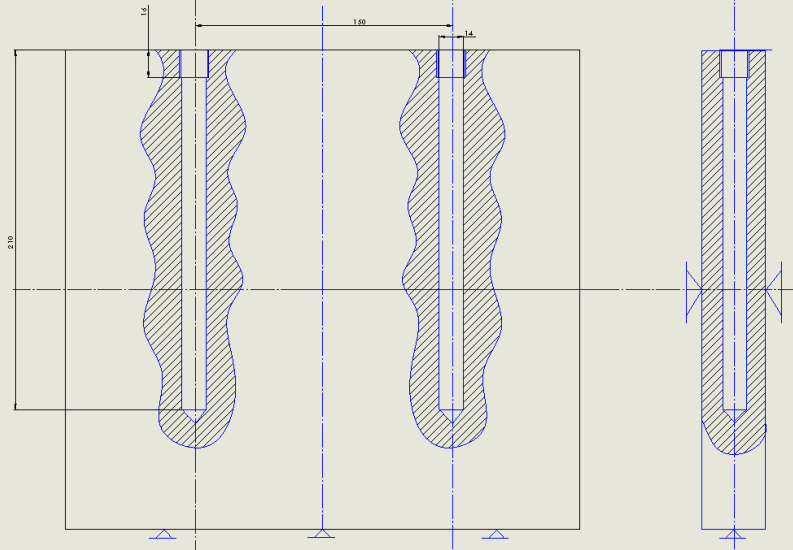
Підпис

Дата

ПЗ.ПМЖМ-0139.00.000.ПЗ

Арк.

Змн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	
Арк.	

020	Плоскошліфувальна 1 Шліфувати поверхню (3) з припуском під чистове шліфування. 2 Шліфувати поверхню (44) з припуском під чистове шліфування.	Плоскошліфувальний верстат 3Л722А	Магнітний стіл	
025	Слюсарна 1 Зняти заусениці. 2 Виконати розмітку під отвори Ø14. та Ø7	Стіл ВТК	-	
030	Радіально-свердлильна 1 Свердлити отвір під різьбу G3/8'' (61). 2 Свердлити отвір під різьбу G3/8'' (62).	Радіально-свердлильний верстат 2А554	Лещата 7200-0012 ГОСТ 14904-80	

Змн.	
Арк.	
№ док.ум.	
Підпис	
Дата	
ПЗ.ПМЖм-0139.00.000.ПЗ	
Арк.	

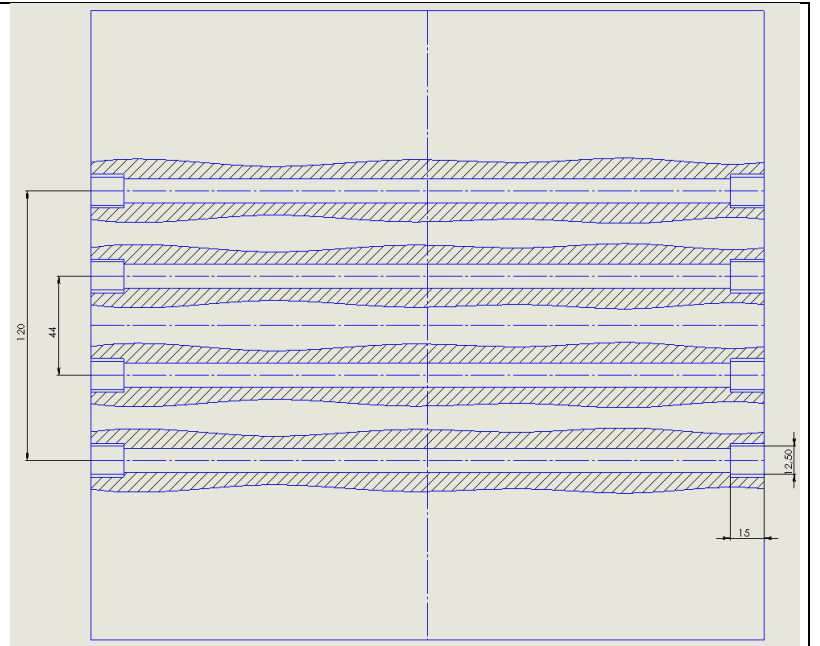
035

Радіально- свердлильна

- 1 Свердлити отвір під різьбу M12'' (63).
- 2 Свердлити отвір під різьбу M12'' (64).
- 3 Свердлити отвір під різьбу M12'' (65).
- 4 Свердлити отвір під різьбу M12'' (66).
- 5 Свердлити отвір під різьбу M12'' (67).
- 6 Свердлити отвір під різьбу M12'' (68).
- 7 Свердлити отвір під різьбу M12'' (69).
- 8 Свердлити отвір під різьбу M12'' (70).

Радіально- свердлильний верстат 2А554

Лещата 7200-0012
ГОСТ 14904-80



Змн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	
Арк.	

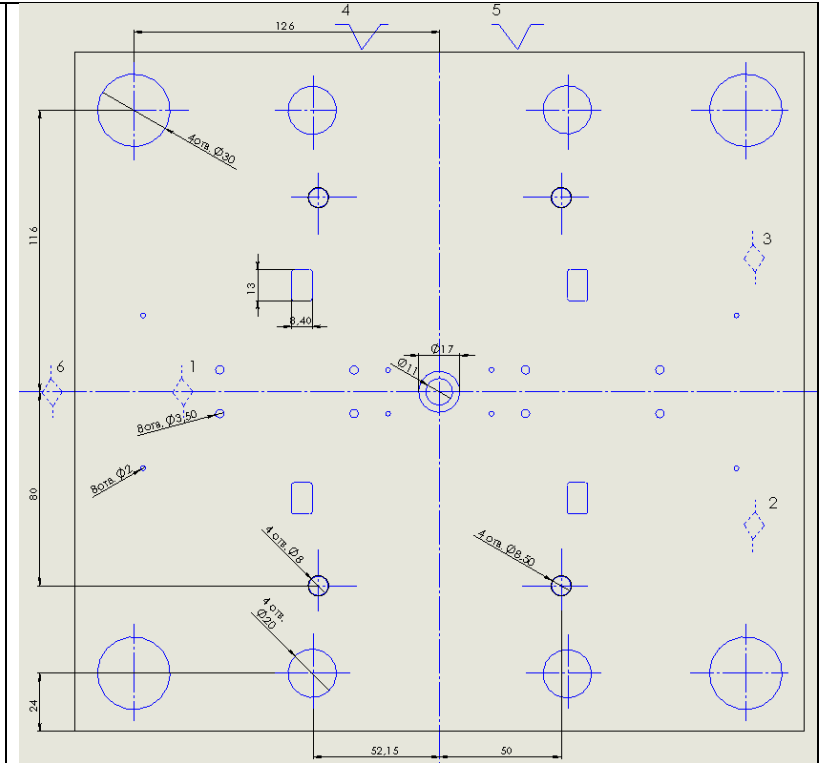
040

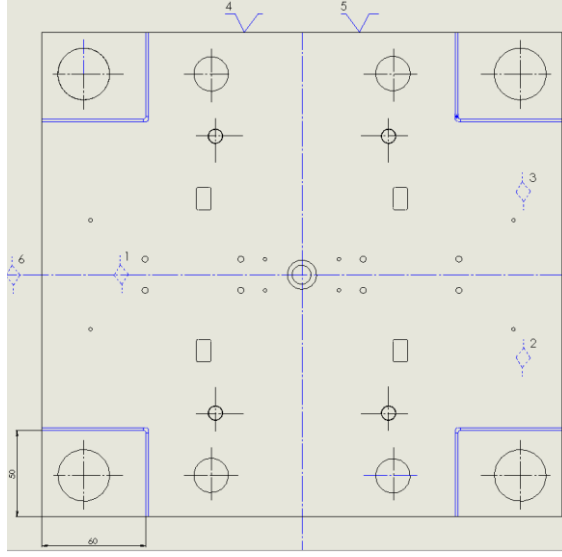
Координатно-розточувальна

- 1 Свердлити отвір пов. (24).
- 2 Свердлити отвір пов. (25).
- 3 Свердлити отвір пов. (26).
- 4 Свердлити отвір пов. (27).
- 5 Свердлити отвір пов. (57).
- 6 Свердлити отвір пов. (58).
- 7 Свердлити отвір пов. (59).
- 8 Свердлити отвір пов. (60).
- 9 Свердлити отвір пов. (36).
- 10 Свердлити отвір пов. (37).
- 11 Свердлити отвір пов. (38).
- 12 Свердлити отвір пов. (39).
- 13 Свердлити отвір пов. (40).
- 14 Свердлити отвір пов. (41).
- 15 Свердлити отвір пов. (42).
- 16 Свердлити отвір пов. (43).
- 17 Свердлити отвір пов. (48).
- 18 Свердлити отвір пов. (113).
- 19 Свердлити отвір пов. (114).
- 20.Свердлити пов. (81)(82)(83)(84)
- 21 Свердлити пов. (105)(106)(107)(108)
- 22.Свердлити пов. (89)(90)(91)(92)(93)(94)(95)(96) звільнення під отвори виштовхувачів
- 23 Розточити отвір пов. (40) з припуском під чистове розточування.
- 24 Розточити отвір пов. (41) з припуском під чистове розточування.

Координатно-розточувальний верстат 2Д450АФ10

Прихвати

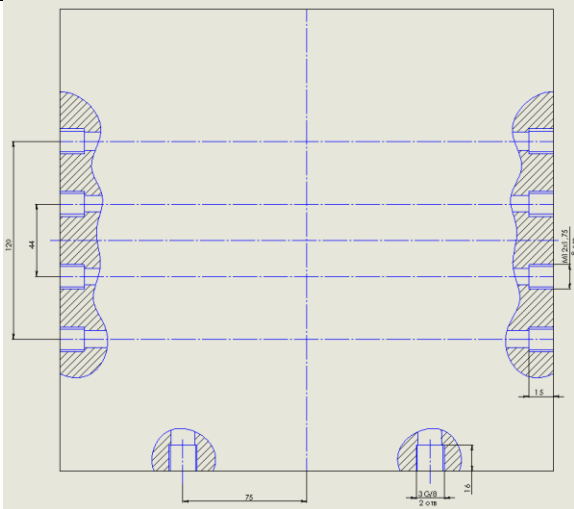
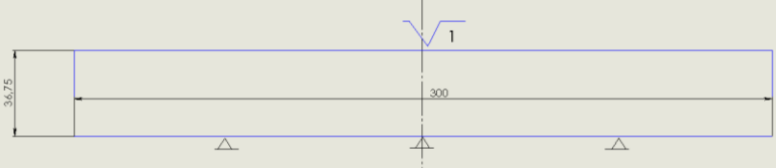


Змін.						
Арк.			<p>25 Розточити отвір пов. (42) з припуском під чистове розточування.</p> <p>26 Розточити отвір пов. (43) з припуском під чистове розточування.</p> <p>27 Розточити отвір пов. (48) з припуском під чис. роз.</p> <p>28 Розточити отвір пов. (46) з припуском під чистове розточування та витримати розмір 6</p>			
№ док.м.						
Підпис						
Дата						
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ			<p>045 Вертикально-фрезерна з ЧПК</p> <p>1 Фрезерувати пов. (129).</p> <p>2 Фрезерувати пов. (130).</p> <p>3 Фрезерувати пов. (131).</p> <p>4 Фрезерувати пов. (132).</p> <p>5 Фрезерувати пов. (18).</p> <p>6 Фрезерувати пов. (19).</p> <p>7 Фрезерувати пов. (20).</p> <p>8 Фрезерувати пов. (21).</p> <p>9 Фрезерувати пов. (14).</p> <p>10 Фрезерувати пов. (15).</p> <p>11 Фрезерувати пов. (16).</p> <p>12 Фрезерувати пов. (17).</p>	<p>Верстат фрезерно-координатний з ЧПУ HAAS VM-3</p>	<p>Прихвати</p>	 <p>The drawing shows a 60x60 mm part with a central hole and four corner holes. Features 1-6 are marked with blue diamonds and circles. Features 4 and 5 are marked with blue checkmarks. Dimensions 60 and 60 are shown at the bottom left.</p>
Арк.						

Змн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ

Арк.

050	<p>Слюсарна 1 Зняти заусениці. 2 Нарізати різьбу G3/8' пов. (61). 3 Нарізати різьбу G3/8' пов. (62). 4 Нарізати різьбу M12 пов. (63). 5 Нарізати різьбу M12 пов. (64). 6 Нарізати різьбу M12 пов. (65). 7 Нарізати різьбу M12 пов. (66). 8 Нарізати різьбу M12 пов. (67). 9 Нарізати різьбу M12 пов. (68). 10 Нарізати різьбу M12 пов. (69). 11 Нарізати різьбу M12 пов. (70).</p>	Стіл ВТК	-	
055	<p>Термічна Гартування t=800 °С. Відпуск середній.</p>	Установка	-	
060	<p>Плоскошліфувальна 1 Шліфувати пов. (3) начисто. 2 Шліфувати пов. (44) начисто в розмір 36,5</p>	Плоскошліфувальний верстат 3Л722А	Магнітний стіл	

Змн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	
Арк.	

065

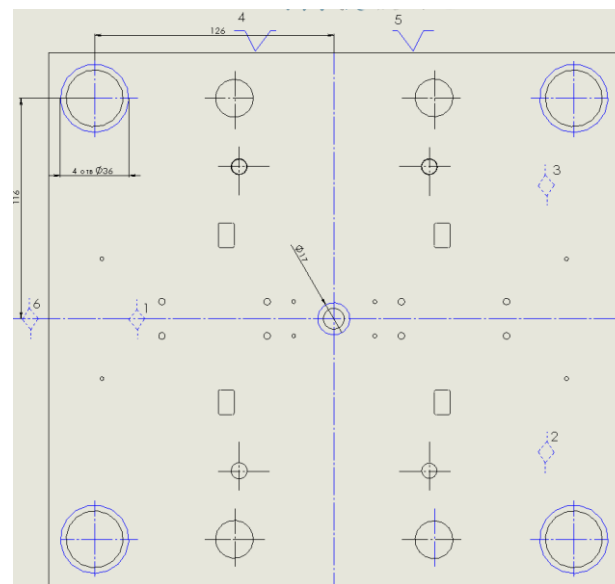
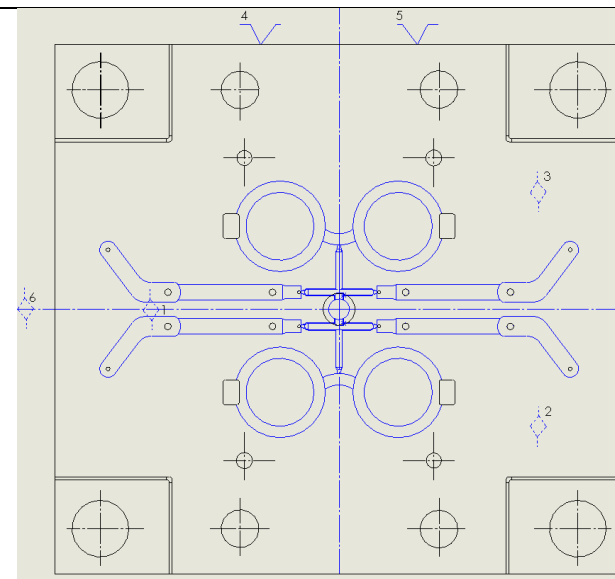
Фрезерно-координатна з ЧПК

Установити, закріпити заготовку.

- 1) Фрезерувати пов. (3) з припуском на шліфування
- 2) Фрезерувати пов. (3) площина між ніжками окуляр начисто.
- 3) Фрезерувати пов. (8)–(9) (10)(11)(12)(13)(113)(114) форму окуляр з припуском на чистову обробку
- 4) Фрезерувати пов. (8)(9) доробка формуючої поверхні 2,3Н7 з припуском , та радіусів заокруглень.
- 5) Фрезерувати пов. (8)–(9) (10)(11)(12)(13)(113)(114) форму окуляр на чисто
- 6) Фрезерувати пов.(4)-(5) ливник R1,4
- 7) Фрезерувати пов.(6)-(7) ливник R1,7
- 8) Фрезерувати пов.(4)-(5) ливник R1,7
- 9) Фрезерувати пов. (123)(124)(125)(126)(127)(128) доробка уклонів ливника
- Переустановити і закріпити деталь
10. Фрезерувати пов.(28)(29)(30)(31)(32)(33)(34)(35)
11. Фрезерувати пов. (45)(46)

Верстат
фрезерно-координатний з ЧПУ
HAAS VM-3

Прихвати



Змін.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ				
				Арк.

070

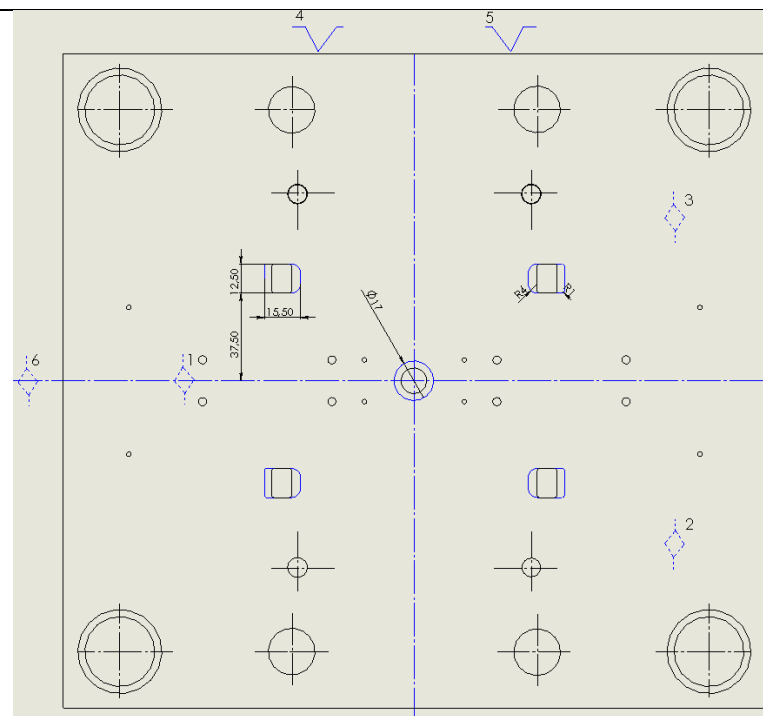
Електроерозійна

1 Випалити отвір пов.
(113)(114)(115).(116)2,7H7 ,9H7
2 Випалити отвір пов.
(119)(120)(121)(122).

AGIE COMPACT

3

Прихвати



Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	
Арк.	

075	<p>Координатно розточна з ЧПК 1.Розточити пов.48 діаметр 11H7 під левник на чисто 2.Розточити пов. (24)(25)(26)(27) 3. Розточити пов. (81)(82)(83)(84) 4. Розточити пов. (105)(106)(107)(108) 5..Розточитипов. (89)(90)(91)(92)(93)(94)(95)(96) під отвори виштовхувачів на чисто</p>	<p>Координатно-розточувальний верстат 2Д450АФ10</p>	<p>Прихвати</p>	
080	<p>Слюсарна 1 Полірувати робочі поверхні пуансона</p>	<p>Стіл</p>	<p>-</p>	

2.3. Визначення між операційних припусків і розмірів обробки

Розраховуємо припуск та визначаємо розміри для поверхні (48), $\text{Ø}11\text{H}7(+0,018)$.

Спосіб отримання заготовки: вирізка з листа металу.

Габаритні розміри заготовки: 314×294×42 мм.

Маса заготовки: 30,2 кг.

Послідовність обробки:

- свердління;
- чорнове розточування
- напів чистове розточування;
- тонке розточування

Мінімальний припуск на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом. Розрахунок припусків для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання проводять за формулою (с.62, табл.4.2, [2])

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей на попередньому переході, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

ρ_{i-1} – сумарне значення просторових похибок на попередньому переході, мкм;

ε – сумарна похибка встановлення заготовки на робочому місці, мкм.

Вибираємо по висоті мікронерівностей і глибини дефектного шару:

- різка прокату листового $Rz = 300\text{ мкм}, T = 400\text{ мкм}$ (с.63, табл.4.3, [2]);
- після свердління $Rz = 50\text{ мкм}, T = 60\text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]);
- після чорнова розточування $Rz = 50\text{ мкм}, T = 50\text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]);
- після чистового розточування $Rz = 20\text{ мкм}, T = 25\text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]).
- після тонкого розточування $Rz = 5\text{ мкм}, T = 10\text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]).

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ε_6 – похибка базування, мкм;

$\varepsilon_6 = 40$ мкм; [1] с.82, табл.4.13;

ε_3 – похибка закріплення, мкм;

$\varepsilon_3 = 75$ мкм (с.79, табл.4.12 [2]);

$\varepsilon_{пр}$ – похибка пристрою, в якому закріплюють заготовку, мкм;

$\varepsilon_{пр} = 0$ мкм;

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{40^2 + 75^2} = \sqrt{1600 + 5625} = 85 \text{ мкм.}$$

3) Чистове розточування $R_z = 20 \text{ мкм}, T = 25 \text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]).

$k_y = 0,05$ (с.73, [2])

$\rho = 0,05 \cdot 74,72 = 3,7$ мкм;

$\varepsilon_6 = 0$ мкм; [1] с.82, табл.4.13;

$\varepsilon_3 = 9$ мкм (с.79, табл.4.12 [2]);

$\varepsilon_{пр} = 0$ мкм;

$\varepsilon_y = 9 \text{ мкм.}$

4) Тонке розточування $R_z = 5 \text{ мкм}, T = 10 \text{ мкм}$ (с.65, табл.4.6, [2]).

$k_y = 0,002$ (с.73, [2])

$\rho = 0,002 \cdot 74,72 = 0,14$ мкм;

$\varepsilon_6 = 0$ мкм; [1] с.82, табл.4.13;

$\varepsilon_3 = 0$ мкм (с.79, табл.4.12 [2]);

$\varepsilon_{пр} = 0$ мкм;

$\varepsilon_y = 5 \text{ мкм.}$

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо мінімальний припуск на кожному переході:

- для тонкого розточування

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (Rz_2 + h_2 + \sqrt{\Delta E_2^2 + \varepsilon_3^2}) = 2 \cdot (20 + 25 + \sqrt{3,7^2 + 5^2}) = 167 \text{ мкм} ;$$

- для чистового розточування

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (Rz_2 + h_2 + \sqrt{\Delta E_2^2 + \varepsilon_3^2}) = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{4,4^2 + 9^2}) = 220 \text{ мкм} ;$$

- для чорнового розточування

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\Delta E_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (50 + 60 + \sqrt{74,72^2 + 85^2}) = 447 \text{ мкм};$$

Визначаємо максимальні (розрахункові) розміри:

- для тонкого розточування

$$D_{3\max} = D_{4\max} - 2Z_{3\min} = 11,018 - 0,167 = 10,851 \text{ мм} ;$$

- для чистового розточування

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2Z_{3\min} = 10,851 - 0,220 = 10,631 \text{ мм} ;$$

- для чорнового розточування

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2Z_{2\min} = 10,631 - 0,447 = 10,184 \text{ мм} .$$

Визначаємо максимальний припуск:

- для тонкого розточування

$$2Z_{3\max} = D_{4\min} - D_{3\min} = 11 - 10,808 = 192 \text{ мкм} ;$$

- для чистового розточування

$$2Z_{3\max} = D_{3\min} - D_{2\min} = 10,808 - 10,451 = 357 \text{ мкм} ;$$

- для чорнового розточування

$$2Z_{2\max} = D_{2\min} - D_{1\min} = 10,451 - 9,824 = 627 \text{ мкм} .$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.3.1. Схема розміщення полів допусків та припусків на обробку отвору $\varnothing 11H7^{(+0,018)}$ наведені на рисунку 2.3.2.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3.1 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку отвору пов. (48), Ø11Н7(+0,018)

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір $d_{\text{р}}$, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	300	400	480	-	-	-	-	-	-	-	-
Свердління	50	60	42,72	85	9,824	10,184	360	9,824	10,184	9824	9824
Чор. розточування	50	50	4,4	85	447	10,631	180	10,451	10,631	447	627
Чист. розточування	20	25	4,7	9	220	10,851	43	10,808	10,851	220	357
Тонке розточування	5	10	0,14	5	167	11,018	18	11	11,018	167	192

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

$$\sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min} = TD_{\text{св}} - TD_{\text{чист.роз.}}$$

$$(9824 + 447 + 220 + 167) - (9824 + 627 + 357 + 192) = 360 - 18$$

$$11000 - 10658 = 342$$

$$342 = 342$$

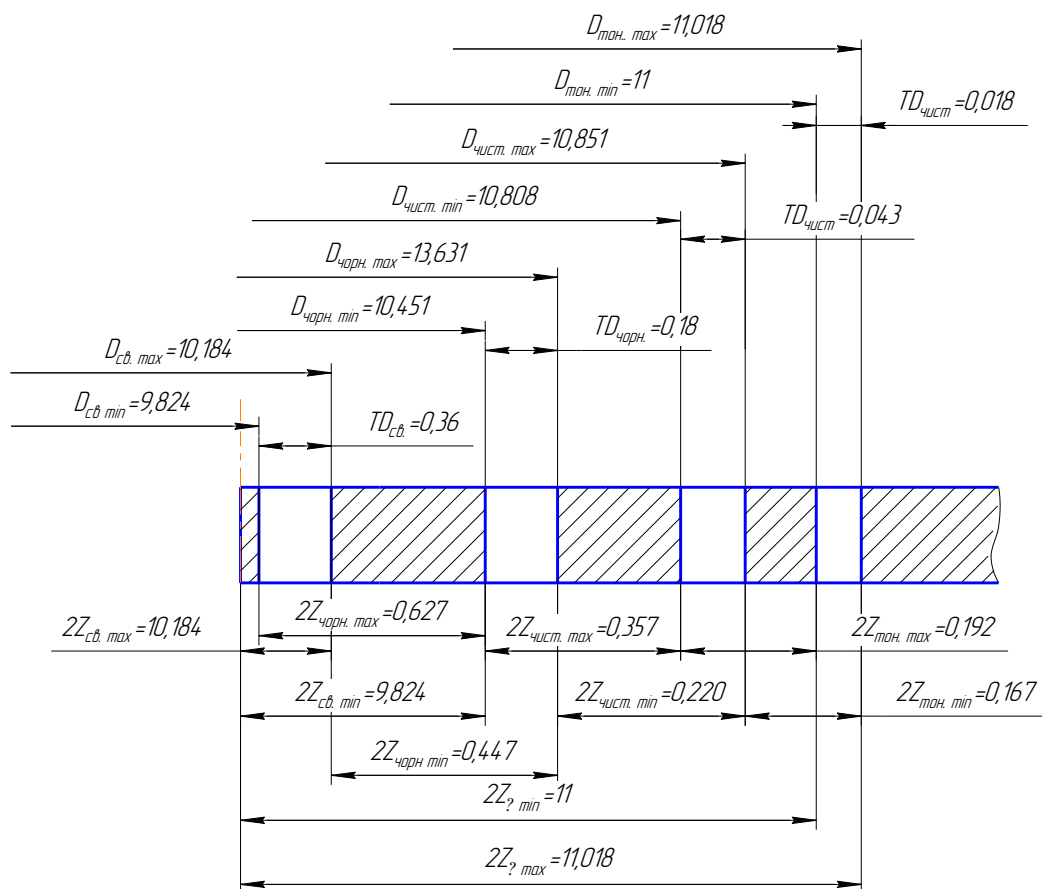


Рисунок 2.3.2 – Схема розміщення симетричних припусків і допусків для отвору Ø11Н7(+0,018).

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Визначаємо припуски для обробки отвору $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$ табличним методом.
 Назначаємо припуски на обробку отвору згідно літ. [3] с.585, табл.5.

Розрахунки заносимо безпосередньо в таблицю 2.3.2. Схема розміщення полів допусків та припусків на обробку отвору $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$ наведені на рисунку 2.3.3.

Таблиця 2.3.2 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку отвору пов. (24), $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$

Технологічні переходи обробки поверхні	Шорсткість Ra, мкм	Квалітет точності	Розрахунковий припуск $2Z$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Практичні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
						D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Свердління	12,5	14	-	28	520	28	28,52	2748	2748
Чорн. розточування	6,3	12	1600	29,6	210	29,6	29,810	1290	1600
Чист. розточування	3,2	9	300	29,9	52	29,9	29,952	142	300
Тонке розточування	1	7	100	30,021	21	30	30,021	69	100

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

$$\sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{чист.}} ;$$

$$(2748 + 1600 + 300 + 100) - (2748 + 1290 + 142 + 100) = 520 - 21 ;$$

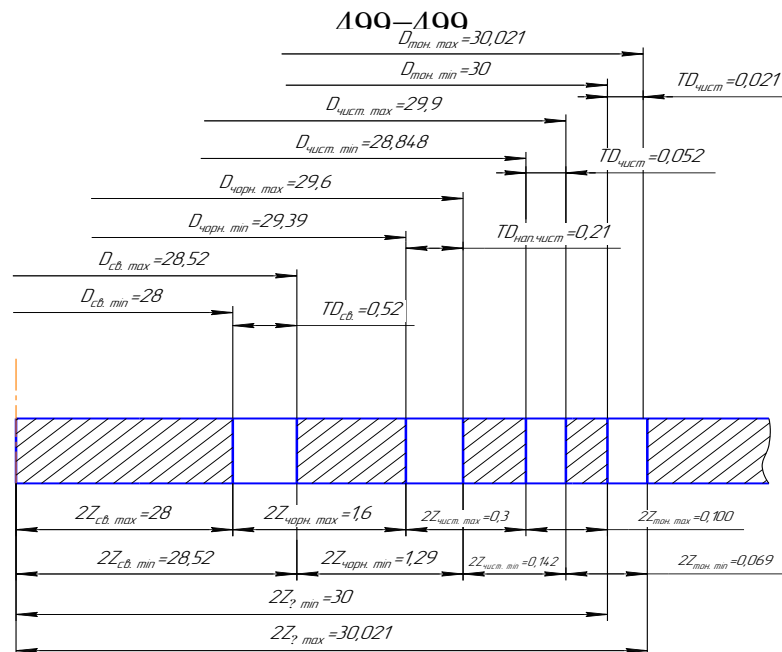


Рисунок 2.3.3 – Схема розміщення симетричних припусків і допусків для отвору $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$.

2.4. Визначення режимів різання

2.4.1 Проводимо розрахунок режимів різання для вертикально-фрезерної операції 010 нормативним методом.

Обладнання: вертикально-фрезерний верстат 6Р13.

Пристрій: лещата верстатні з ручним приводом 7200-0012 ГОСТ 14904-80 (с.213, табл.15, [3]).

Операція складається із наступних технологічних переходів:

- 1 - фрезерувати поверхню 1;
- 2 - фрезерувати поверхню 2;
- 3 - фрезерувати поверхню 22;
- 4 - фрезерувати поверхню 23.

Вибираємо різальний інструмент Різальний інструмент: торцева фреза 2214-0155 ГОСТ 9473-80 з вставними ножами з твердого сплаву. Матеріал вставних ножів - Т5К10. Діаметр фрези $D=125$ мм, посадочний діаметр $d=40$ мм, $h=4$, $L=42$, $\gamma=60^\circ$, $\lambda=65$, кількість зубів $Z=12$ (с.291, табл.41, [3]).

Допоміжний інструмент:

Оправка з конічним хвостовиком без лапки для насадних фрез 6220-0027 (ГОСТ 13788-68) (с. 397, табл.9, [4]).

Втулка перехідна з конусністю 7:24 і торцевим пазом для фрезерних оправок 6103-0024 ГОСТ 13791-68 (с.396, табл.9, [4]).

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ – II – 500-0,05 ГОСТ 166-63 (с.414, [4]).

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 1

1 Визначаємо глибину різання $t = 2,5$ мм.

2 Назначаємо подачу фрези $S_{z\text{табл}} = 0,12 \dots 0,14$ мм/зуб (с.209, карта 108, [5]).

Приймаємо $S_z = 0,12$ мм/зуб.

3 Знаходимо швидкість різання

$V_{\text{табл}} = 57$ м/хв. (с.216, Карта 112, [5]).

Вибираємо поправочні коефіцієнти:

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання для зміни умов роботи в залежності від марки сталі і механічних властивостей $K_{mv} = 1,0$ (с.217, карта 112, [5]);

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, ширини фрезерування і діаметру фрези $K_{Bv} = 1,13$ (с.217, Карта 112, [5]);

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який залежить від головного кута в плані $K_{\phi v} = 1,0$ (с.217, Карта 112, [5]);

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який залежить від стану поверхні заготовки $K_{Пv} = 0,7$ (с.217, Карта 112, [5]).

$V_{\text{розр.}} = V_{\text{табл.}} \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ov} = 57 \cdot 1,0 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 45$ м/хв.

4 Визначаємо частоту обертів шпинделя за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 125} = 115 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо отриманий результат по паспорту верстата і приймаю $n = 100$ хв⁻¹ (с.374, [6]).

5 Знаходимо дійсну швидкість головного руху різання

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 80}{1000} = 40,2 \text{ м/хв.}$$

6 Визначаємо хвилинну подачу $S_{\text{хв.}} = S_z \cdot Z \cdot n_{\phi} = 0,12 \cdot 12 \cdot 100 = 144$ мм/хв.

Коректую знайдене значення згідно паспорту верстата і приймаю $S_{\text{хв}} = 125$ мм/хв (с.374, [6]).

7 Перевіряємо достатність потужності головного приводу верстата.

Повинна дотримуватись умова $N_{\text{різ}} \geq N_{\text{табл.}}$.

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_{дв.}=10$ кВт, $\eta=0,8$ (с.374, [6])

В таблиці стоїть прочерк і це означає, що потужність різання дуже мала (при даній подачі і обертах) і нею можна знехтувати (с.218, Карта 113, [5]).

На даному верстаті обробку здійснити можна.

§ Визначаємо величину машинного часу за формулою

$$T_o = \frac{L}{S_{xg}} \cdot i,$$

$$L = l + l_1 + l_2;$$

$$l=314 \text{ мм};$$

$$l_1 + l_2=18 \text{ мм (с.208, приложение 1, лист 4, [7])}$$

$$L = 314+18=332 \text{ мм}$$
$$T_o = \frac{L}{S_{xg}} \cdot i = \frac{332}{125} \cdot 2 = 5,312 \text{ хв.}$$

Перехід 2

Режими різання для переходу 2 є аналогічні переходу 1 $T_o = 5,315$ хв.

Перехід 3

1 Визначаємо глибину різання $t=2,5$ мм.

2 Назначаємо подачу фрези $S_{z \text{ табл}}=0,12\dots 0,14$ мм/зуб (с.209, карта 108, [5]).

Приймаємо $S_z=0,12$ мм/зуб.

3 Знаходимо швидкість різання

$V_{\text{табл}}=57$ м/хв. (с.216, Карта 112, [5]).

Вибираємо поправочні коефіцієнти:

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання для зміни умов роботи в залежності від марки сталі і механічних властивостей $K_{mv}=1,0$ (с.217, карта 112, [5]);

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, ширини фрезерування і діаметру фрези $K_{Bv}=1,13$ (с.217, Карта 112, [5]);

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який залежить від головного кута в плані $K_{\phi v}=1,0$ (с.217, Карта 112, [5]);

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який залежить від стану поверхні заготовки $K_{ПВ} = 0,7$ (с.217, Карта 112, [5]).

$$V_{розр.} = V_{табл.} \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ov} = 57 \cdot 1,0 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 45 \text{ м/хв.}$$

4 Визначаємо частоту обертів шпинделя за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 125} = 115 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо отриманий результат по паспорту верстата і приймаю $n=100 \text{ хв}^{-1}$ (с.374, [6]).

5 Знаходимо дійсну швидкість головного руху різання

$$v_{\partial} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 80}{1000} = 40,2 \text{ м/хв.}$$

6 Визначаємо хвилину подачу $S_{хв.} = S_z \cdot Z \cdot n_{\partial} = 0,12 \cdot 12 \cdot 100 = 144 \text{ мм/хв.}$

Коректую знайдене значення згідно паспорту верстата і приймаю $S_{хв.}=125 \text{ мм/хв}$ (с.374, [6]).

7 Перевіряємо достатність потужності головного приводу верстата.

Повинна дотримуватись умова $N_{різ} \geq N_{табл.}$

$$N_{дв.} = 10 \text{ кВт, } \eta = 0,8 \text{ (с.374, [6])}$$

В таблиці стоїть прочерк і це означає, що потужність різання дуже мала (при даній подачі і обертах) і нею можна знехтувати (с.218, Карта 113, [5]).

На даному верстаті обробку здійснити можна.

8 Визначаємо величину машинного часу за формулою

$$T_o = \frac{L}{S_{хв}} \cdot i,$$

$$L = l + l_1 + l_2;$$

$$l = 294 \text{ мм;}$$

$$l_1 + l_2 = 18 \text{ мм (с.208, приложение 1, лист 4, [7])}$$

$$L = 294 + 18 = 312 \text{ мм}$$
$$T_o = \frac{L}{S_{хв}} \cdot i = \frac{312}{125} \cdot 2 = 4,992 \text{ хв.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ				

Перехід 4

Режими різання для переходу 4 є аналогічні переходу 3 $T_o = 4,992$ хв.

Визначаємо сумарний основний час на операцію
 $T_o = 5,312 + 5,312 + 4,992 + 4,992 = 20,608$ хв.

2.5.2 Проводимо розрахунок режимів різання для радіально-свердлильної операції 030 аналітичним методом.

Обладнання: радіально-свердлильний верстат 2А554.

Пристрій: спеціальний пристрій.

Операція складається із наступних технологічних переходів:

1 - свердлити отвір під різьбу G3/8'' поверхня (61);

2 - свердлити отвір під різьбу G3/8'' поверхня (62);

Вибираємо свердло для свердління – свердло спіральне із швидкорізальної сталі з конічним хвостовиком, VHM-НРС для глибокого свердління с циліндрическим хвостовиком DIN 6535 HA 30×D COX 2 мм GARANT

d=14 мм, Матеріал різальної частини свердла Т15К6. Довжина робочої частини l=260 мм, загальна довжина свердла L=300 мм, φ=118° (с.147, табл.42, [8]).

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ - II - 125-0,1 ГОСТ 166-63 (с.414, [4]).

Допоміжний інструмент: патрон свердлильний 10-В18 ГОСТ 8522-79 (с.4-5, [9]).

Оправка для свердлильних патронів 6039-0015 ГОСТ 2682-86 (с.3, [10]).

Перехід 1

$$t_{\text{свер.}} = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{14}{2} = 7 \text{ мм.}$$

1 Визначаємо глибину різання

$K_{LS} = 1,0$ (с.277, табл.25, примечание 1, [8]); $S_{\text{табл.}} = 0,14 \div 0,17$ мм / об (с.277, табл.25, [8])

2 Визначаємо величину подачі
 $K_{OS} = 1,0$ (с.277, табл.25, примечание 2, [8]);

$K_{JS} = 1,0$ (с.277, табл.25, примечание 3, [8]);

$K_{IS} = 1,0$ (с.277, табл.25, примечание 4, [8]).

$$S_{\text{розр.}} = S_{\text{табл.}} \cdot K_{LS} \cdot K_{OS} \cdot K_{JS} \cdot K_{IS} = (0,14 \div 0,17) \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = (0,14 \div 0,17) \text{ мм / об.}$$

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коректуємо знайдену подачу згідно паспорту верстата і приймаємо $S_d=0,15$ мм/об (с.21, табл.12, [8]).

3 Визначаємо швидкість різання за емпіричною формулою
$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{Lv} \quad (\text{с.276, [8]});$$

$$K_{mv} = K_{kr} \left(\frac{750}{\sigma_\epsilon} \right)^{n_v} \quad (\text{с.261, [8]});$$

$$K_r = 1,0 \quad (\text{с.262, табл.2, [8]});$$

$$n_v = 0,9 \quad (\text{с.262, табл.2, [8]});$$

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{760} \right)^{0,9} = 0,988;$$

$$K_{iv} = 1,0 \quad (\text{с.263, табл.6, [8]});$$

$$K_{Lv} = 1,0 \quad (\text{с.280, табл.24, [8]}).$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{Lv} = 0,988 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,988;$$

$$C_v = 3,5; q = 0,5; y = 0,45; m = 0,12 \quad (\text{с.278, табл.29, [8]}).$$

Період стійкості інструменту $T=25$ хв. (с.279, табл.30, [8]).

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{3,5 \cdot 14^{0,5}}{25^{0,12} \cdot 0,15^{0,45}} \cdot 0,988 = 17,25 \text{ м/хв.}$$

4 Визначаємо частоту обертання шпинделя
$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17,25}{3,14 \cdot 14} = 578 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо знайдені оберти шпинделя згідно паспорту верстата і приймаю, що $n=500$ хв⁻¹ (с.374, [8]).

5 Визначаємо дійсну швидкість різання
$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 500}{1000} = 14,9 \text{ м/хв.}$$

6 Визначаємо крутний момент за емпіричною формулою

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (\text{с.277, [8]}).$$

$$C_m = 0,041; q = 2,0; y = 0,7; \quad (\text{с.281, табл.32, [8]});$$

$$K_p = 1,3; \quad (\text{с.281, табл.32, приложения 1, [8]});$$

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,041 \cdot 14^{2,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1,33 = 19,4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ				

7 Визначаємо потужність різання за формулою

$$N_{\text{різ.}} = \frac{M_{\text{кр.}} \cdot n}{9750} = \frac{19,4 \cdot 500}{9750} = 1,0 \text{ кВт.}$$

8 Перевіряємо достатність потужності головного приводу верстата.

Повинна дотримуватись умова $N_{\text{дв.}} \geq N_{\text{різ.}}$;

$$N_{\text{дв.}} = 5,5 \text{ кВт (с.374, [8])}$$

$$5,5 \text{ кВт} \geq 1,0 \text{ кВт.}$$

Умова виконується, обробка можлива.

9 Обчислюємо основний час для даного переходу

Врізання і перебіг для свердла з нормальною заточкою та підточеною перемичкою при свердлінні в упор становить $l_1 + l_2 = 6$ мм (с.206, приложение 1, лист 1, [7]);

$$L = l + l_1 + l_2 = 210 + 6 = 216 \text{ мм;}$$

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{216}{500 \cdot 0,15} \cdot 1 = 2,88 \text{ хв.}$$

Режими різання для переходу 2, 1.

Знаходжу машинний час на операцію з урахуванням усіх переходів

$$T_0 = 2,88 \cdot 2 = 5,76 \text{ хв.}$$

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо для електроерозійної операції 070

Обробка поверхні 113 114

Визначення необхідних характеристик із довідкової літератури

Коефіцієнт, що враховує теплофізичні властивості оброблюваного матеріалу K_m .

$$K_m = 0,036$$

Коефіцієнти, що визначають закони зміни режимів в процесі електроерозійної обробки x, y, z .

$$x = 0,45 \quad y = 1,05 \quad z = 0,5$$

Технічні характеристики генераторів імпульсів

2.3.1 Номінальний струм $I = 10 \text{ A}$;

2.3.2 Потужність $P = 2500 \text{ Вт}$;

2.3.3 Ємність конденсатора $C = 825 \text{ мкф}$

2.3.4 Напруга між електродами

$$U = \frac{P}{I};$$

$$U = \frac{2500}{10} = 250 \text{ В};$$

Розрахунок технологічних характеристик процесу ЕЕО

Розрахунок продуктивності ЕЕО Q . Розрахункова формула:

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z$$

Величина продуктивності ЕЕО Q .

					ПЗ.ПМК _м -0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z = 0,036 \cdot 10^{0,45} \cdot 250^{1,05} \cdot 0,00825^{0,5} = 36,423 \frac{mm^2}{c};$$

Розрахунок швидкості лінійної подачі електроду-інструмента V_e .

Визначення площі проекції оброблюваної поверхні на площину перпендикулярну напрямку подачі.

$$S = \frac{a \cdot b}{c} = \frac{8,5 \cdot 12,5}{c} = 106,25 mm^2;$$

Розрахункова формула:

$$V = \frac{Q}{S};$$

Величина швидкості лінійної подачі електроду-інструменту V_e .

$$V = \frac{36,423}{106,25} = 0,34 \frac{mm}{c};$$

Розрахунок основного часу обробки. Розрахункова формула:

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot L_d}{V_e}; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot L_d}{V_e};$$

Величина основного часу обробки $t_{0\min}$ і $t_{0\min}$.

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot 34}{0,34} = 180; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot 34}{0,34}; = 201 \quad \text{ХВ}$$

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка поверхні 115 116

Визначення необхідних характеристик із довідкової літератури

Коефіцієнт, що враховує теплофізичні властивості оброблюваного матеріалу K_m .

$$K_m = 0,036$$

Коефіцієнти, що визначають закони зміни режимів в процесі електроерозійної обробки x, y, z .

$$x = 0,45 \quad y = 1,05 \quad z = 0,5$$

Технічні характеристики генераторів імпульсів

2.3.1 Номінальний струм $I = 10 \text{ A}$;

2.3.2 Потужність $P = 2500 \text{ Вт}$;

2.3.3 Ємність конденсатора $C = 825 \text{ мкф}$

2.3.4 Напруга між електродами

$$U = \frac{P}{I};$$

$$U = \frac{2500}{10} = 250 \text{ В};$$

Розрахунок технологічних характеристик процесу ЕЕО

Розрахунок продуктивності ЕЕО Q . Розрахункова формула:

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z$$

Величина продуктивності ЕЕО Q .

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z = 0,036 \cdot 10^{0,45} \cdot 250^{1,05} \cdot 0,00825^{0,5} = 36,423 \frac{mm^2}{c};$$

Розрахунок швидкості лінійної подачі електроду-інструмента V_e .

Визначення площі проекції оброблюваної поверхні на площину перпендикулярну напрямку подачі.

$$S = \frac{a \cdot b}{c} = \frac{2,3 \cdot 9}{c} = 20,7 mm^2;$$

Розрахункова формула:

$$V = \frac{Q}{S};$$

Величина швидкості лінійної подачі електроду-інструменту V_e .

$$V = \frac{36,423}{20,7} = 1,75 \frac{mm}{c};$$

Розрахунок основного часу обробки. Розрахункова формула:

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot L_d}{V_e}; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot L_d}{V_e};$$

Величина основного часу обробки $t_{0\min}$ і $t_{0\min}$.

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot 34}{1,75} = 38,85; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot 34}{1,75} = 48,5$$

ХВ

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка поверхні (115)(116)(117)(118)(119)

Визначення необхідних характеристик із довідкової літератури

Коефіцієнт, що враховує теплофізичні властивості оброблюваного матеріалу K_m .

$$K_m = 0,036$$

Коефіцієнти, що визначають закони зміни режимів в процесі електроерозійної обробки x, y, z .

$$x = 0,45 \quad y = 1,05 \quad z = 0,5$$

Технічні характеристики генераторів імпульсів

2.3.1 Номінальний струм $I = 10 \text{ A}$;

2.3.2 Потужність $P = 2500 \text{ Вт}$;

2.3.3 Ємність конденсатора $C = 825 \text{ мкф}$

2.3.4 Напруга між електродами

$$U = \frac{P}{I};$$

$$U = \frac{2500}{10} = 250 \text{ В};$$

Розрахунок технологічних характеристик процесу ЕЕО

Розрахунок продуктивності ЕЕО Q . Розрахункова формула:

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z$$

Величина продуктивності ЕЕО Q .

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = k_m \cdot I^x \cdot U^y \cdot C^z = 0,036 \cdot 10^{0,45} \cdot 250^{1,05} \cdot 0,00825^{0,5} = 36,423 \frac{mm^2}{c};$$

Розрахунок швидкості лінійної подачі електроду-інструмента V_e .

Визначення площі проекції оброблюваної поверхні на площину перпендикулярну напрямку подачі.

$$S = \frac{a \cdot b}{c} = \frac{15,5 \cdot 12,5}{c} = 193,75 mm^2;$$

Розрахункова формула:

$$V = \frac{Q}{S};$$

Величина швидкості лінійної подачі електроду-інструменту V_e .

$$V = \frac{36,423}{193,75} = 0,18 \frac{mm}{c};$$

Розрахунок основного часу обробки. Розрахункова формула:

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot L_d}{V_e}; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot L_d}{V_e};$$

Величина основного часу обробки $t_{0\min}$ і $t_{0\min}$.

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot 5}{0,18} = 55; t_{\min} = \frac{2,5 \cdot 5}{1,75} = 69 \quad \text{ХВ}$$

					ПЗ.ПМКМ-0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо сумарний основний час на операцію

$$T_o = (200 \cdot 2) + (48 \cdot 2) + (69 \cdot 2) = 634 \text{ хв.}$$

Решту значень режимів різання знаходимо нормативним методом і заносимо в таблицю 2.4.1 згідно літ. [5].

					ПЗ.ПМК _м -0139.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4.1 – Зведена таблиця режимів різання.

№	Зміст переходу	Розміри		Режими різання					
		D, B	L	t	i	S _{хв.} , S _o	v	n	N
		мм				мм/об, мм/хв.	м/хв	хв ⁻¹	кВт
010	Вертикально-фрезерна								
	1 Фрезерувати поверхню (1)	42	314	2,5	2	125	40,2	100	5,312
	2 Фрезерувати поверхню (2)	42	314	2,5	2	125	40,2	100	5,312
	3 Фрезерувати поверхню (22)	42	294	2,5	2	125	40,2	100	4,992
	4 Фрезерувати поверхню (23)	42	294	2,5	2	125	40,2	100	4,992
015	Горизонтально-фрезерна								
	1 Фрезерувати поверхню (3)	300	280	2,5	2	100	89	355	5,88
	2 Фрезерувати поверхню (44)	300	280	2,5	2	100	89	355	5,88
020	Плоскошліфувальна								
	1 Шліфувати поверхню (3)	300	280	0,020	2	0,05	25,1	400	2,85
	2 Шліфувати поверхню (59)	300	280	0,020	2	0,05	25,1	400	2,85
030	Радіально-свердлильна								
	1 Свердлити отвір пов. (61)	14	210	7	1	0,15	14,9	500	2,88
	2 Свердлити отвір пов. (62)	14	210	7	1	0,15	14,9	500	2,88
035	Радіально-свердлильна								
	1 Сверд отв. пов. (63).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	2 Сверд отв. пов. (64).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	3 Сверд отв. пов. (65).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	4 Сверд отв. пов. (66).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	5 Сверд отв. пов. (67).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	6 Сверд отв. пов. (68).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
	7 Сверд отв. пов. (69).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25
8 Сверд отв. пов. (70).	10,5	160	5,25	1	0,1	36,2	710	2,25	
040	Координатно-розточувальна								
	1 Свердлити отвір пов. (24)	28	37	14	1	0,2	43,98	500	0,42

ПЗ.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ

Змн.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата	ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ																		
											2 Свердлими отвір пов. (25)	28	37	14	1	0,2	43,98	500	0,42
											3 Свердлими отвір пов. (26)	28	37	14	1	0,2	43,98	500	0,42
											4 Свердлими отвір пов. (27)	28	37	14	1	0,2	43,98	500	0,42
											5 Свердлими отвір пов. (57)	13,5	37	6,75	1	0,14	46,6	1000	0,3
											6 Свердлими отвір пов. (58)	13,5	37	6,75	1	0,14	46,6	1000	0,3
											7 Свердлими отвір пов. (59)	13,5	37	6,75	1	0,14	46,6	1000	0,3
											8 Свердлими отвір пов. (60)	13,5	37	6,75	1	0,14	46,6	1000	0,3
											9 Свердлими отвір пов. (40)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27
											10 Свердлими отвір пов. (41)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27
											11 Свердлими отвір пов. (42)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27
											12 Свердлими отвір пов. (43)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27
											13 Свердлими отвір пов. (36)	8,5	20	4,25	1	0,08	50,7	1900	0,027
											14 Свердлими отвір пов (37)	8,5	20	4,25	1	0,08	50,7	1900	0,027
											15 Свердлими отвір пов (38)	8,5	20	4,25	1	0,08	50,7	1900	0,027
											16 Свердлими отвір пов (39)	8,5	20	4,25	1	0,08	50,7	1900	0,027
											17 Свердлими отвір пов (48)	9	37	4,5	1	0,08	46,2	1900	0,09
18 Свердлими отвір пов. (113)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27											
19 Свердлими отвір пов. (114)	6	37	3	1	0,05	56,5	2800	0,27											
20 Свердлими отвір пов. (81) (82) (83) (84)	2	28	1	4	0,02	18,8	3000	2,13											
21 Свердлими отвір пов. (105) (106) (107) (108)	2	32,5	1	4	0,02	18,8	3000	2,85											
22 Свердлими отвір пов. (89) (90) (91) (92)(93)(94)(95)(96)	3,5	32,5	1,75	8	0,02	20,1	3000	4,73											
23 Розточити поверхню (40) з припуском під чистове	29,6	37	0,8	1	0,15	45	800	0,33											
24 Розточити поверхню (41) з припуском під чистове	29,6	37	0,8	1	0,15	45	800	0,33											
25 Розточити поверхню (42) з припуском під чистове	29,6	37	0,8	1	0,15	45	800	0,33											
Арк.																			

Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	ПЗ.ІПКМ-0139.00.000.ПЗ	26 Розточити поверхню (43) з припуском під чистове	29,6	37	0,8	1	0,15	45	800	0,33		
						27 Розточити поверхню (48) з припуском під чистове	10,7	37	0,6	1	0,3	31,22	850	0,156		
						28 Розточити поверхню (66)	17	5	2,9	1	0,15	45	800	0,06		
						045	Фрезерно-координатна ЧПК									
						1 Фрезерувати поверхню (129)	21	296	2	5	300	12,6	1000	0,98		
						2 Фрезерувати поверхню (130)	21	296	2	5	300	12,6	1000	0,98		
						3 Фрезерувати поверхню (131)	21	296	2	5	300	12,6	1000	0,98		
						4 Фрезерувати поверхню (132)	21	296	2	5	300	12,6	1000	0,98		
						5 Фрезерувати поверхню (18)	3	853	1,5	1	300	14,1	1500	1,69		
						6 Фрезерувати поверхню (19)	3	853	1,5	1	300	14,1	1500	1,69		
						7 Фрезерувати поверхню (20)	3	853	1,5	1	300	14,1	1500	1,69		
						8 Фрезерувати поверхню (21)	3	853	1,5	1	300	14,1	1500	1,69		
						9 Фрезерувати поверхню (14)	3	123	0,3	1	300	14,1	1500	0,76		
						10 Фрезерувати поверхню (15)	3	123	0,3	1	300	14,1	1500	0,76		
						11 Фрезерувати поверхню (16)	3	123	0,3	1	300	14,1	1500	0,76		
12 Фрезерувати поверхню (17)	3	123	0,3	1	300	14,1	1500	0,76								
060	Плоскошліфувальна															
1 Шліфувати поверхню (3)	280	300	0,010	1	0,025	25,1	400	0,87								
2 Шліфувати поверхню (44)	280	300	0,010	1	0,025	25,1	400	0,87								
065	Фрезерно-координатна ЧПК															
1 Фрезерувати поверхню (3)	18	8475	0,5	1	300	50,2	1500	28,25								
2 Фрезерувати поверхню (3)	4	550	0,5	1	300	25,12	1500	1,83								
3 Фрезерувати пов. (8)(9)(10)(11)(12)(13)(113)(114)) форму окуляр з припуском на чистову обробку	4	11475	0,4	1	300	30,24	1500	38,25								
4 Фрезерувати поверхню (8)(9) доробка формуючої поверхні 2,3Н7 з припуском	1	24580	0,14	1	200	4,56	1500	81,93								
Арк.																

Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ						Арк.				
					5.Фрезерувати пов. (8)(9)(10)(11)(12)(13)(113)(114) форму окуляр на чисто	3	24813	0,15	1	300		29,75	1500	82,71	
					6.Фрезерувати пов.(4)(5) ливник R1,7	1	2932	0,1	1	200		3,04	1500	9,77	
					7.Фрезерувати пов.(6)(7) ливник R1,4	1	1387	0,1	1	200		3,04	1500	4,62	
					8.Фрезерувати пов.(4)(5) ливник R2,25	1	233,4	0,1	1	200		3,04	1500	0,78	
					9.Фрезерувати пов. (123)(124)(125)(126)(127)(128)	1	136	0,1	1	200		3,04	1500	0,45	
					10.Фрезерувати пов. (28)(29)(30)(31)(32)(33)(34)(35)	12	1808	1	1	400		50,24	1500	4,52	
					11. Фрезерувати пов.(45)(46)	12	207,2	1	1	400		60,3	1500	0,51	
					075	Координатно-розточувальна									
					1 Розточити поверхню (24)(25) (26) (27) як чисто	30	27	0,05	4	0,04		3,7	40	75	
					2 Розточити поверхню (48) як чисто 11H7	11	30	0,05	1	0,06		2,07	60	8,87	
3 Розточити поверхню (85)(86)(87)(88)	1,5	6	0,05	4	0,06	0,37	80	6,66							
4 Розточити поверхню (105)(106)(107)(108)	1,5	6	0,05	4	0,06	0,37	80	6,66							
4 Розточити поверхню (89)(90) (91)(92)(93)(94)(95)(96)	3	6	0,05	8	0,06	0,75	80	13,32							

2.5 Нормування технологічних операцій

Розрахунок штучно-калькуляційного часу на операцію 030 радіально-свердлильну.

Обладнання: радіально-свердлильний верстат 2А554.

Свердлити отвори, поверхні 61, 62,

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ - II - 120-0,05 ГОСТ 166-63 (с.414, [4]).

Кількість деталей $n=1$ шт.

З попередніх розрахунків беремо основний час на дану операцію, він становить $T_0=5,76$ хв.

Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{уст} = 1,5 \text{ хв} \quad (\text{с.56, Карта 16, лист 2, п.23 [7]}).$$

Допоміжний час пов'язаний з переходом:

$$t_{пер} = 0,12 \text{ хв} \quad (\text{с.102, Карта 29, лист 1, п.1, [7]}).$$

Знаходимо час який не ввійшов в комплекс, хв

0,02 (с.104-107, Карта 29, п.9, [7])

0,11 (с.104-107, Карта 29, п.14, [7])

0,15 (с.104-107, Карта 29, п.22, [7])

0,03 (с.104-107, Карта 29, п.35, [7])

0,03 (с.104-107, Карта 29, п.36, [7])

$$t'_{нев.к} = 0,34 \text{ хв}$$

Знаходимо час на вимірювання і коефіцієнт періодичності промірів:

$$t_{вим} = 0,10 \text{ хв} \quad (\text{с.191, Карта 86, лист 7, п. 158 [7]})$$

$K=0,3$ (с.200, Карта 87, лист 1, [7])

$$t_{вим} = 0,10 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта

$$t_{дон} = t_{уст} + t_{пер} + t_{нев.к} + t_{вим} = 1,5 + 0,13 + 0,34 + 0,03 = 2 \text{ хв}$$

Визначення оперативного часу

					ДР.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{опер} = t_{осн} + t_{дон} = 5,76 + 2 = 7,76 \text{ хв}$$

Знаходимо час на обслуговування

де a - процент від оперативного часу $a = 4$ (с.100, Карта 28, [7])

$$t_{обс} = \frac{a \cdot t_{опер}}{100} = \frac{4 \cdot 7,76}{100} = 0,31 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби:

b – процент від оперативного часу

$b=4$ (с.203, Карта 88, [7])

$$t_{відп} = \frac{b \cdot t_{опер}}{100} = \frac{7,76 \cdot 4}{100} = 0,31 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину штучного часу

$$t_{ум} = t_{опер} + t_{обс} + t_{відп} = 7,76 + 0,31 + 0,31 = 8,38 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{нз} = 0,12 \text{ хв} \text{ (с.111, карта.32, [7]);}$$

$$t''_{нз} = 0,08 \text{ хв} \text{ (с.111, карта.32, [7]);}$$

$$t_{нз} = t'_{нз} + t''_{нз} = 12 + 8 = 20 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу за формулою

$$t_{ум.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{ум}$$

де n – кількість деталей в партії;

$$t_{ум.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{ум} = \frac{0,2}{1} + 8,38 = 8,58 \text{ хв.}$$

На решту операцій розрахунки проводимо аналогічно. Результати обчислень заносимо в таблицю 2.5.

					ДР.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця норм часу

№ операції	Назва операції	Модель верстата	T _{осн} , хв.	T _{уст} , хв.	T _{пер} , хв.	t _{н.к.} , хв.	T _{вим} , хв.	T _{доп} , хв.	T _{опер} , хв.	T _{обс} , хв.	T _{відп} , хв.	T _{шт} , хв.	T _{пз/п} , хв.	T _{шт.к} , хв.
010	Вертикально-фрезерна	6P13	20,60 8	2,15	0,48	0,43	0,17	3,23	23,838	0,953	0,953	25,74	0,2	25,93
015	Горизонтально-фрезерна	6P13	11,76	2	0,48	0,45	0,17	3,10	14,86	0,59	0,59	16,04	0,2	16,24
020	Плоско-шліфувальна	3Л722А	5,7	1,0	0,3	0,38	0,20	1,88	7,58	0,3	0,3	8,18	0,31	8,49
030	Радіально-свердлильна	2А554	5,76	1,5	0,12	0,34	0,03	2	7,76	0,31	0,31	8,38	0,20	8,58
035	Радіально-свердлильна	2А554	18	1,5	0,48	0,34	0,4	2,72	20,72	0,82	0,82	22,37	0,2	22,57
040	Координатно-розточна	2Д450АФ10	15,94	1,2	0,6	3,5	1,3	6,6	22,54	0,90	0,90	17,74	0,48	18,22
045	Фрезерно-координатна з ЧПК	НААСVM3	13,72	5,3	0,48	0,43	0,17	6,38	20,1	0,81	0,81	21,71	18	39,71
060	Плоско-шліфувальна	3Л722А	1,74	1,0	0,3	0,38	0,20	1,88	3,62	0,145	0,145	3,9	0,31	4,21
065	Фрезерно-координатна з ЧПК	НААСVM3	253,7	5,3	1,9	0,43	0,24	7,87	261,6	10,46	10,46	282,5	18	300,5 2
070	Координатно-розточна	2Д450АФ1 0	110,4	1,2	0,38	2,4	1,5	5,48	115,88	4,63	4,63	125,15	0,48	125,6 3
075	Електроерозійна	AGIE COMPACT 3	634	4,7	0,32	0,50	0,17	5,69	639,69	25,58	25,58	690,86	1,5	692,36

ДР.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ

Арк.

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

Розрахунок верстатного пристрою на операцію

065 Фрезерно-координатна з ЧПК

3.1 Загальний опис пристрою

Пристрій призначається для базування і закріплення заготовки. Пристрій використовується на столі верстату фрезерно-координатний з ЧПУ

HAAS VM-3

Виходячи з програми випуску обрано тип приводу – механічний.

Установчою базою при фрезерування є чорнові поверхні заготовки . Сила затиску протидіє зміщенню деталей при фрезеруванні.

Пристрій складається з шпильки - 1, прихвату - 2, підставка - 3, Т-подібної опори - 4, шпилька – 5,плита – 6, шайби – 7 -гвинт

При закріпленні заготовка встановлюється на стіл верстата. Шпильки встановлені в пазах столу, на яких встановлені прихвати, які опираються з одного боку на деталь, а з іншого на набір підставок. Прихват затискається гайкою та шайбою. Гайка закручується за допомогою гайкового ключа.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

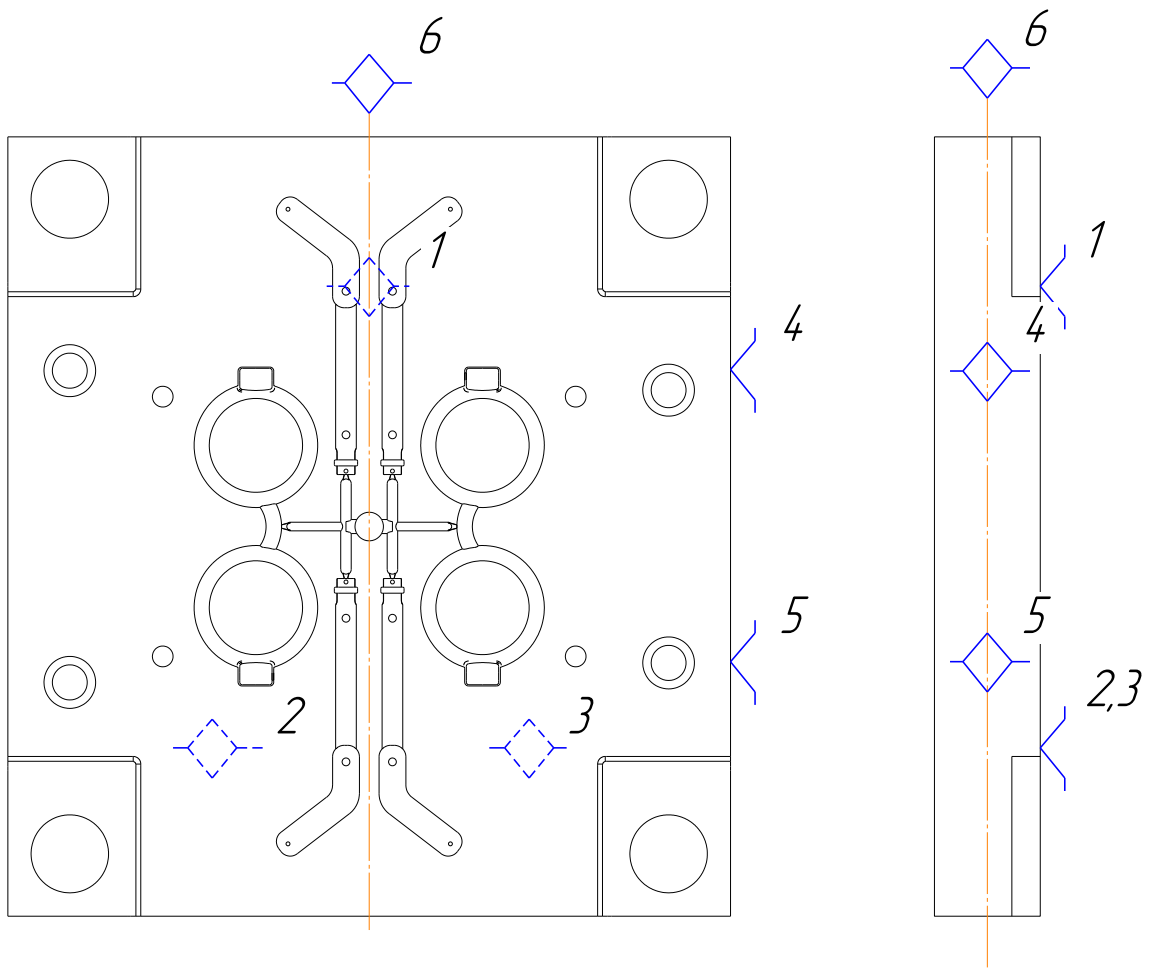
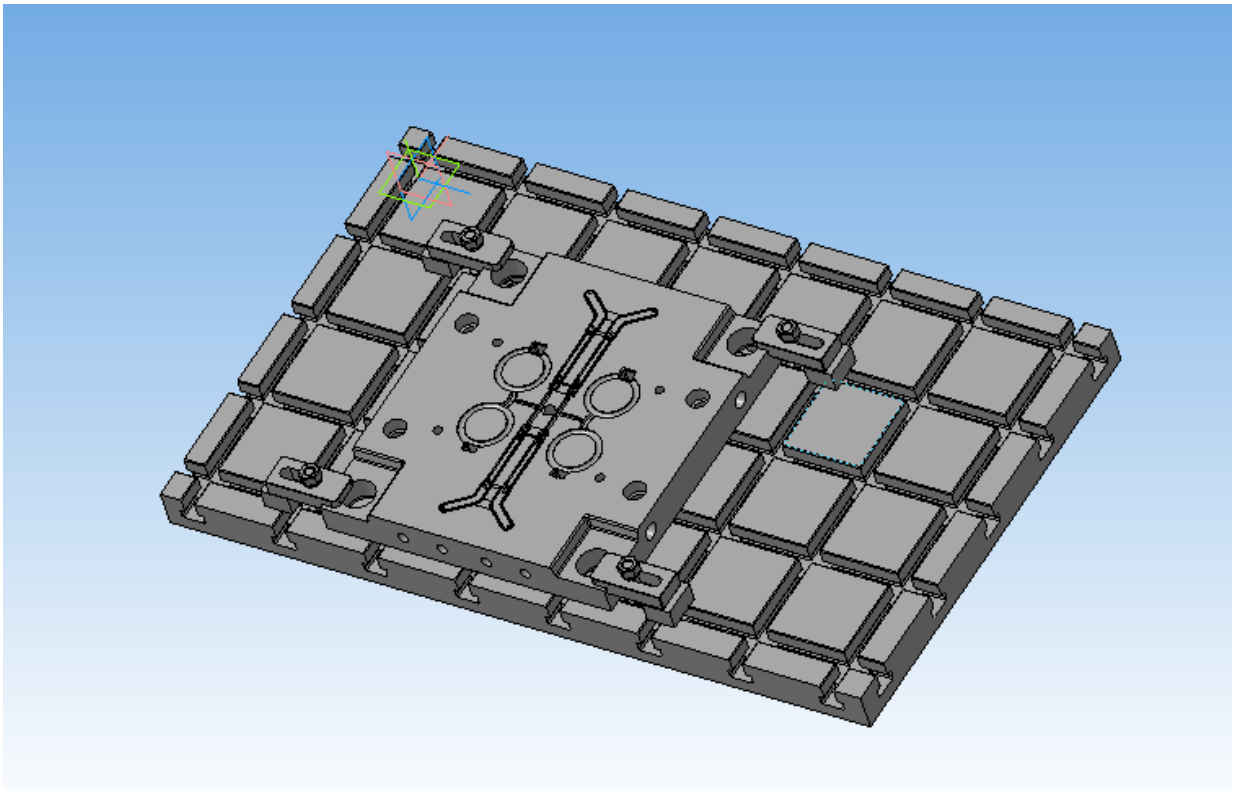


Рисунок 3.2.2 – Операційний ескіз операції при фрезерування формуючих поверхонь

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.2 Вибір технологічного обладнання на дану операцію, основні паспортні дані обладнання і характеристики робочих поверхонь, на які встановлюють пристрій, основні розміри

Макс. переміщення по осі X, мм.....	1016
Макс. по осі переміщення Y, мм.....	660
Макс. по ОСІ переміщення Z, мм.....	635
Максимальна відстань від столу до торця шпинделя, мм.....	737
Мінімальна відстань від столу до торця шпинделя, мм.....	102
Довжина столу, мм.....	1372
Ширина столу, мм.....	635
Макс. навантаження на стіл (рівному. розподілена), кг.....	1814
T-ширина образних пазів, мм.....	16
Відстань T-Між образними пазами, мм.....	100
Розмір конуса шпинделя.....	40
Максимальна частота обертання шпинделя, об / мін.....	12000
Макс. потужність шпинделя, кВт.....	22,4
Макс. крутний момент, кН.....	122
Макс. осьове зусилля, кН.....	18,2
Макс. швидкість неодружених подач, м / мін.....	18
Макс. робочі подачі по осях XYZ, м / мін.....	12,7
Кількість позицій в автоматичному змінника інструменту, шт	24 + 1
Макс. діаметр інструмента (при зайнятих сусідніх позиціях), мм	76
Макс. маса інструменту, кг.....	5,4
Час зміни інструменту (середнє), сек.....	2,8
Точність позиціонування, мм ±	0,0050
Повторюваність, мм ±	0,0025
Обсяг бака MOP, л.....	208

Пристрій буде встановлюватися на столі верстата. На рисунку 3.2.1 показані посадочні і приєднувальні бази стола верстата.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

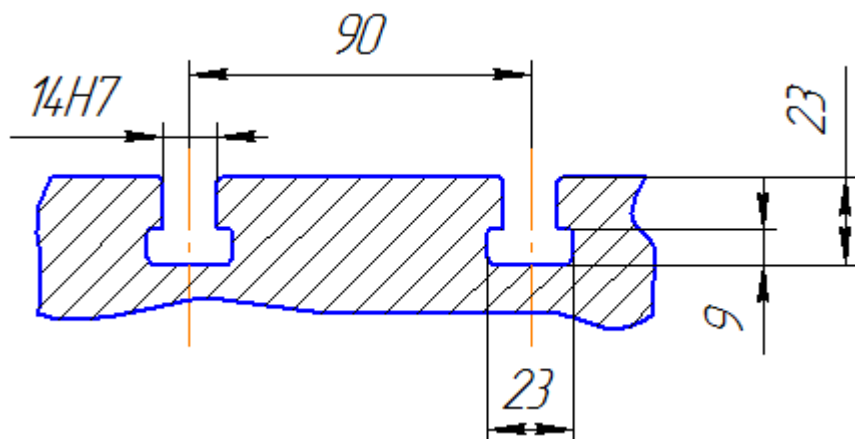


Рисунок 3.2.1 – Посадочні і приєднувальні бази стола фрезерно- координатного верстата HAAS VM-3

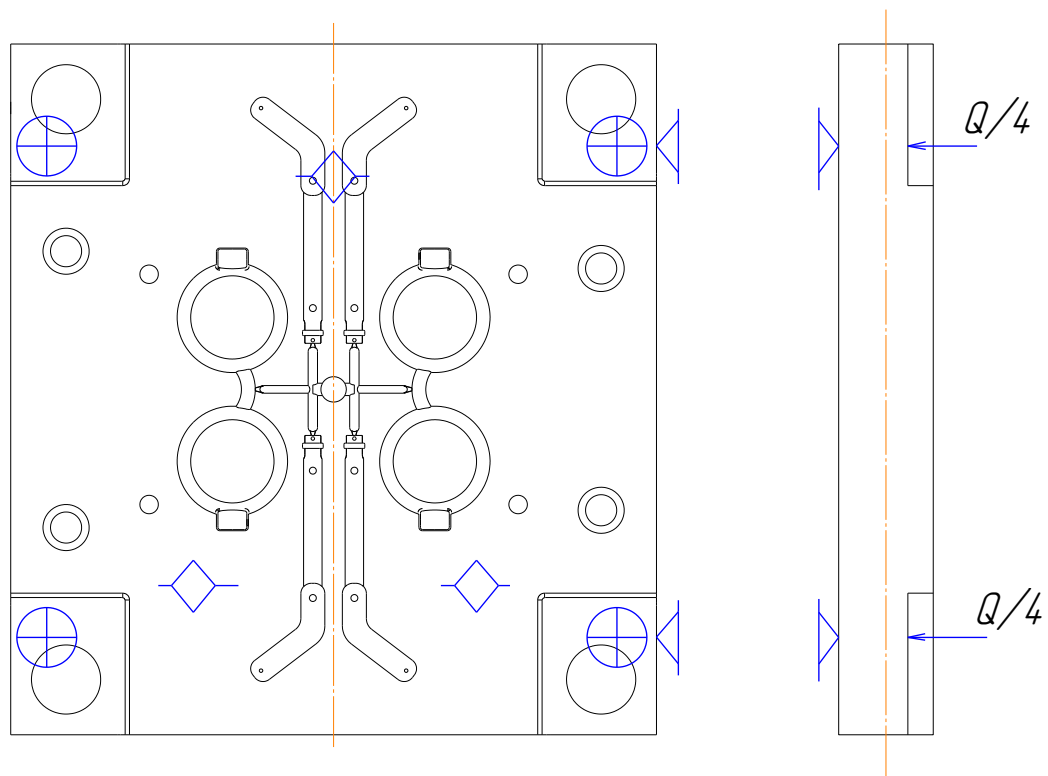


Рисунок 3.2.2 – Схема закріплення.

						ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Перевірку ведемо чи буде зсуватись деталь при розточуванні.

$$Q = \frac{K \cdot P_z}{4 \cdot f} = \frac{2,5 \cdot 657}{4 \cdot 0,2} = 2053H$$

Із розрахунків видно що сила зсуву заготовки при розточування більша ніж сила прокручування, тому всі подальші розрахунки ведемо по силі зсуву щоб забезпечити надійний затиск заготовки.

3.3 Вибір типу затискача, його конструктивних розмірів

Так як потрібне зусилля затиску незначне, точність обробки визначається точністю налагодження верстата і інструмента, а також виходячи з умов економії матеріалу та одиничного типу виробництва приймаємо механічний тип затискача.

Їх широко застосовують завдяки їх швидкодії, простоти конструкції, надійності і довговічності роботи, відсутності шкідливих для здоров'я викидів.

Отримане значення сили затиску повинне бути збільшене на коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \text{ ([3], ст. 83 – 85),}$$

де: $K_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу міцності;

$K_1 = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує стан інструменту;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, який враховує стан заготовки;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, який враховує постійність сили затиску;

$K_4 = 1$ – коефіцієнт, який враховує геометричні розміри деталі;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, який враховує положення ручок;

$K_6 = 1,5$ – коефіцієнт, який враховує наявність моментів, що намагаються повернути заготовку встановлену на площину.

$$K = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,5$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ				

3.4 Розрахунок початкової сили затискача та його конструктивно-розмірні параметри

Початкова сила рушія з врахуванням коефіцієнту запасу становить: $Q = 2053H$.

Так як виробництво одиничне і зусилля затиску незначне, то для затиску вибираємо механічний привід.

Розраховуємо найбільш навантажені деталі пристрою.

Для розрахунку прихвату та болта на міцність потрібно знайти силу, яка діє безпосередньо в місці встановлення болта. На рисунку 3.4 показано сили та відстані, які потрібні для розрахунку.

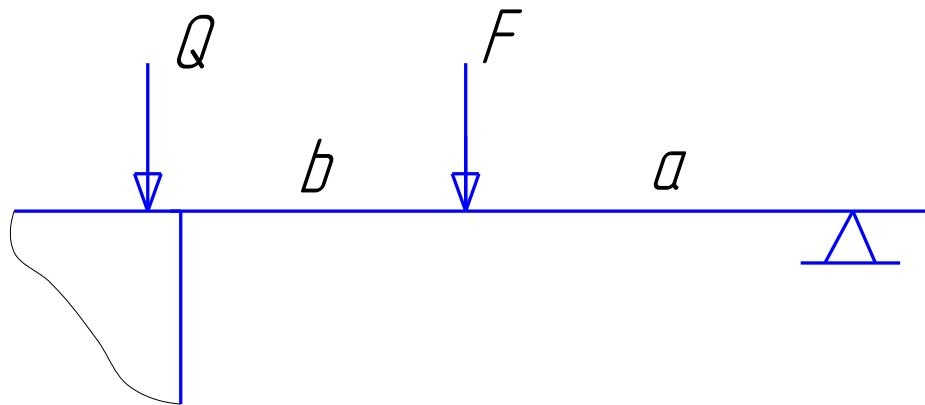


Рисунок 3.4 – Сили які діють при затиску

Складаємо рівняння для знаходження потрібного зусилля на болті:

$$P = \frac{Q \cdot (a + b)}{2 \cdot a} = \frac{2053 \cdot (0,041 + 0,080)}{0,080} = 3105H$$

Розраховуємо болт на міцність, для цього порівнюємо допустимі і діючі напруження на болті. Знаходимо діючі напруження за допомогою формули

$$\sigma_T = \frac{P}{A} = \frac{4P}{\pi \cdot d^2} ;$$

де P – сила затиску;

A – площа поперечного перерізу болта;

d – діаметр болта.

$$\sigma_o = \frac{3105}{3,14 \cdot 10^2} = 9,8846MPa$$

Отже

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma_T] = \frac{\sigma_T}{5}$$

Допустиме напруження для даного діаметру болта та матеріалу

$$[\sigma_T] = \frac{830}{5} = 166 \text{ МПа}$$

підставивши значення отримаємо .

Даний болт витримає навантаження, так як діюче навантаження менше за допустиме $[\sigma_T] \sigma_a$, $166 > 9,8846$ МПа.

3.5 Вимоги з техніки безпеки

Загальні вимоги:

- 1) Зовнішні елементи конструкції пристрою повинні бути без гострих кромки, задирок. Радіуси заокруглень і фаски повинні бути не менше 1 мм.
- 2) Конструктивні елементи пристрою, які виходять за габарити стола верстата, не повинні створювати перешкоду для роботи верстата і доступу до органів керування.
- 3) Параметри зовнішніх поверхонь обертання не повинні перевищувати Ra1,25.
- 4) Пристрої, які обертаються, повинні бути збалансовані.
- 5) Конструкція пристрою повинна забезпечувати вільне або примусове видалення стружки.
- 6) Повинна забезпечуватись безпека встановлення і зняття заготовок.
- 7) В конструкції пристрою повинна передбачатись можливість змащування поверхонь, які труться.
- 8) Не допускається ущільнення фарбою і лаками поверхонь, які труться.

Вимоги до механізмів затиску:

- 1) Сила затиску заготовок береться з коефіцієнтом запасу не менше 2,5.

Вимоги до органів керування:

- 1) Висота від підлоги до органів керування повинна бути 1000-1600мм.
- 2) До органів керування, використання яких недопустиме при роботі верстата, прикріплюються таблички з попереджувальним написом, який добре читається на відстані не менше 500мм.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Пристрій для контролю і вимірювання на фрезерному верстаті з ЧПК

Опис конструкції та принцип роботи пристрою

Сучасні обробні центри оснащені функціями штучного інтелекту, за допомогою яких можна впливати на якість виготовлення деталей - як через керуючі програми обробки, так і через розвинені засоби зворотного зв'язку з об'єктом обробки.

Контрольно вимірювальна система зі спареними датчиками, що використовує оптичний спосіб передачі сигналу, включає в себе єдиний оптичний приймач і призначена для роботи на верстатах, де необхідні як датчики для налагодження інструменту, так і контактні датчики, що встановлюються в шпинделі. Ця система легко вбудовується і займає менше місця на верстаті завдяки відсутності кабелів. Пристрій передбачає зручну установку на фрезерному верстаті з ЧПК, і забезпечує автоматизоване виконання безпосередньо на верстаті ряду операцій:

- Налагодження інструменту,
- Виявлення несправного інструменту,
- Прив'язки деталі до системи координат верстата,
- Контролю деталей.

Система зі спареними датчиками включає в себе датчик OTS для налагодження інструменту (рис.3.6.1), вимірювальний датчик OMP40-2 (рис.3.6.2), та оптичний приймач OMI-2T (рис.3.6.3), що підтримує режим передачі модульованого оптичного сигналу. Це нове рішення компанії Renishaw дозволяє забезпечити достатній рівень захисту від впливу світлових перешкод. Приймач OMI-2T використовується також для включення контактного датчика, встановленого в шпиндель, або датчика для налагодження інструменту; про включення датчика сигналізує відповідний світловий індикатор.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6.1- Зображення датчика для налагодження інструменту.



Рисунок 3.6.2- Вимірювальний датчик OMP40.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6.3- Оптичний приймач ОМІ - 2Т.

Отримані переваги від використання системи :

- Скорочення трудомісткості допоміжних операцій (зменшено час виставлення заготовки, прив'язки інструменту, прив'язки заготовки) ;
- Скорочення появи не відповідає продукції пов'язане з так званим людським фактором, різного виду помилок операторів, через передачу ряду функцій вимірювальної системі ;
- Виняток технологічних операцій, раніше необхідних для підготовки заготовки для обробки на верстаті з ЧПК;
- Зниження вимог до точності позиціювання при використанні універсально складальних пристосувань (виняток функції базування) ;
- Зниження рівня браку .
-

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Розрахунок пристрою на точність

Під час виготовлення деталей неможливо досягнути абсолютної їх геометричної точності. Це змушує проставляти на робочих кресленнях граничні відхилення, які регламентують різницю між однаковими елементами виробу та відхилення від ідеального взірця. При цьому допуски на кресленнях виробу призначають виходячи як з його службового призначення, так і з урахуванням технологічних можливостей виробництва. Для проміжних етапів процесу виготовлення виробу операційні допуски призначають винятково з технологічних міркувань.

Геометричну точність виробів, їх елементів — деталей машин, та заготовок-деталей на проміжних етапах їх виготовлення, на верстаті HAAS VM 3 проводять за допомогою шупа з оптичною передачею даних.

Розсіювання розмірів при вимірюванні деталі на верстаті HAAS VM 3:

$$\varepsilon_{н.м} = \sqrt{\varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{ЧПК}^2} = \sqrt{0,0223^2 + 0,005^2} = 0,0228\text{мм} ;$$

де $\varepsilon_{уст}$ — похибка установки;

$\varepsilon_{ЧПК}$ — похибка системи ЧПК;

Похибку устанавки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

де ε_6 - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = \frac{1}{5}T_p = \frac{1}{5} \cdot 0,05 = 0,01$ мм [2] стр. 51

Отже, похибка установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,02^2 + 0,01^2} = 0,0223\text{мм} .$$

Похибка системи з ЧПК:

$$\varepsilon_{ЧПК} = \sqrt{\varepsilon_{н.пр}^2 + \varepsilon_{н.інт}^2 + \varepsilon_{в.пр}^2 + \varepsilon_{в.п}^2 + \varepsilon_{в.поз}^2} ;$$

де $\varepsilon_{н.пр} = 0$ — похибка програмування;

$\varepsilon_{н.інт} = 0,002$ — похибка інтерполяції;

$\varepsilon_{в.пр} = 0,001$ — похибка приводу верстата;

$\varepsilon_{в.п} = 0$ — похибка механізму подачі;

$\varepsilon_{в.поз} = 0,005$ — похибка позиціонування.

$$\varepsilon_{ЧПК} = \sqrt{0^2 + 0,002^2 + 0,001^2 + 0^2 + 0,005^2} = 0,005\text{мм} = 5\text{мкм}.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ				

Методи і основний матеріал дослідження

Дослідження температурних показників проводимо за допомогою програми Deform 3D. Було створено 3d модель кінцевої фрези ГОСТ 32831— 2014.

Щоб перевірити зміну температурних показників дослідимо вплив швидкості різання та глибини різання на температуру в зоні стружкоутворення із застосуванням охолодження та без.

Етапи дослідження

Вибираєм ріжучий інструмент і створюєм 3D модель фрези у програмі Solidworks (рисунок 4.1).

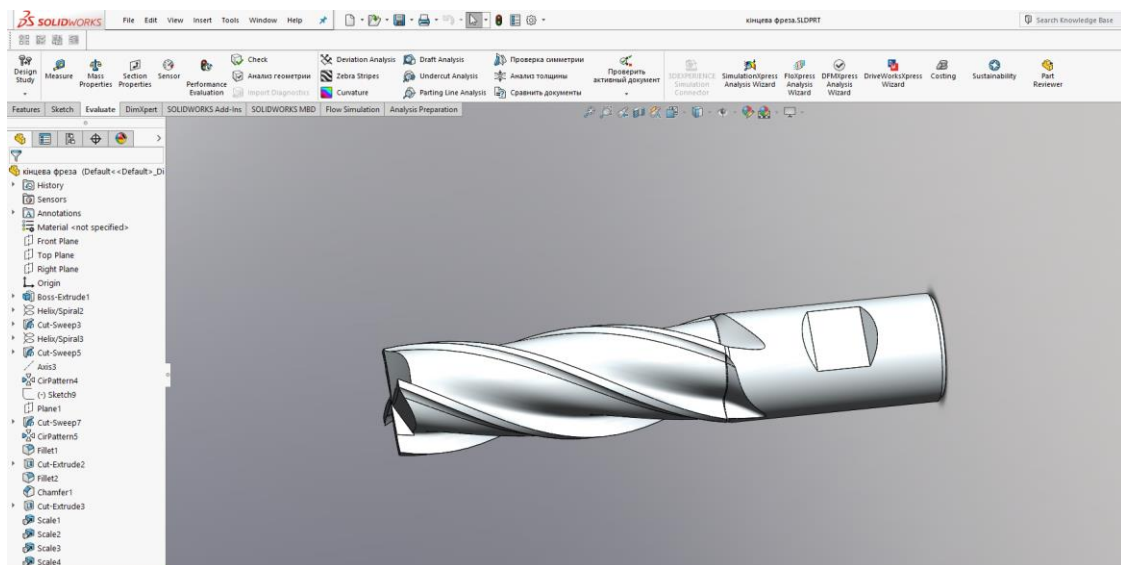


Рисунок 4.1 Кінцева фреза ГОСТ 32831— 2014

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ПЗ.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ

Зберігаємо модель у форматі STL (рисунок 4.2).

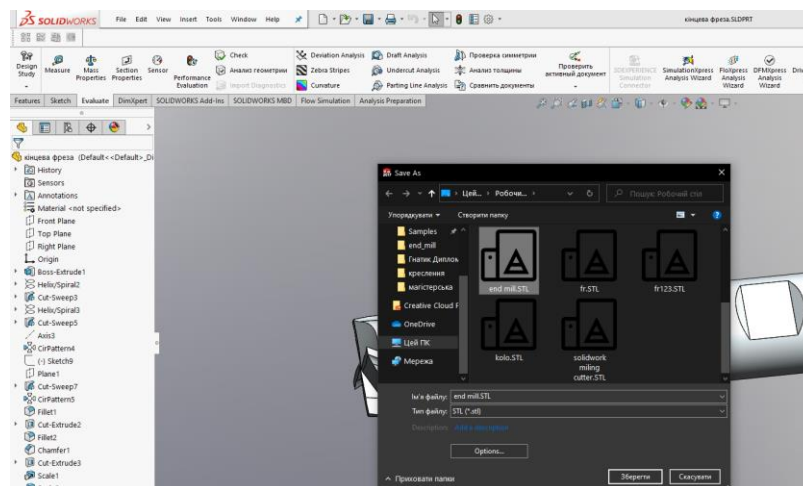


Рисунок 4.2 Збереження моделі фрези

Відкриваємо програму Deform 3D і створюємо нову задачу. Вибираємо одиниці вимірювання SI (рисунок 4.3).

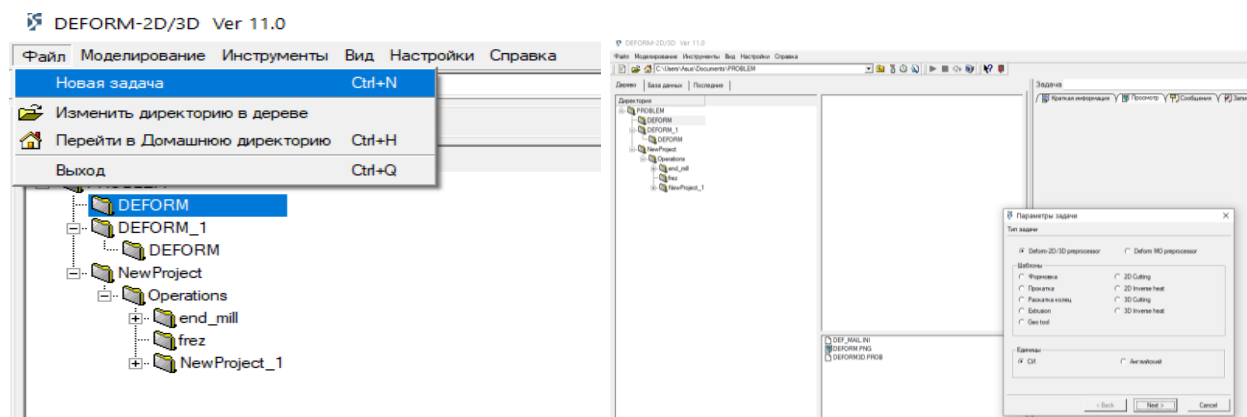


Рисунок 4.3 Створення нового файлу та вибір одиниць вимірювань

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Виставляємо інструмент у початкове положення (рисунок 4.6).

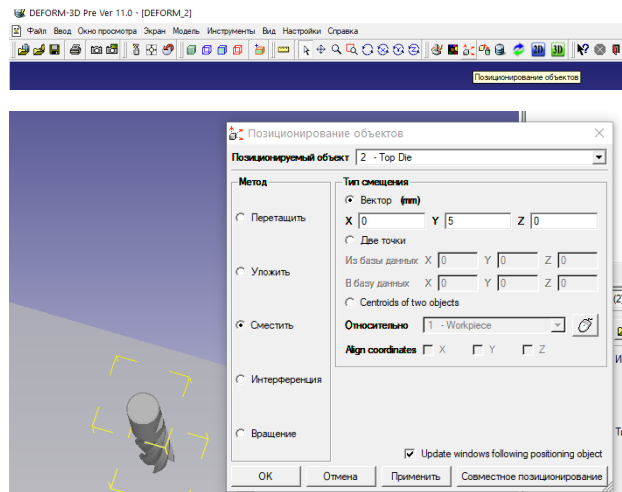


Рисунок 4.6 Початкове положення

Задаємо матеріал заготовки та інструмента (рисунок 4.7).

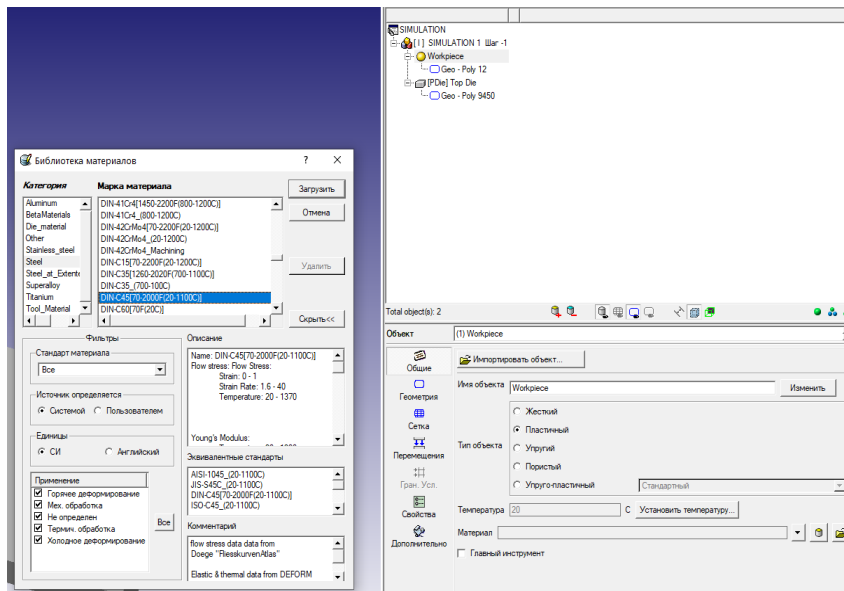


Рисунок 4.7 Задавання матеріалів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ

Задаем перемещения та швидкість руху інструмента (рисунок 4.11).

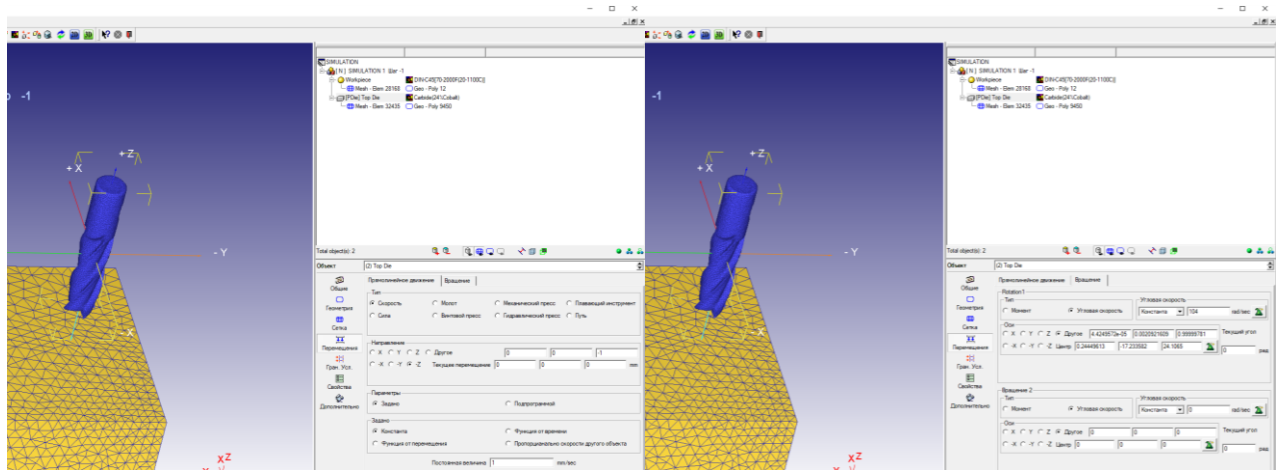


Рисунок 4.11 Задаем рух інструмента

Задаем параметри процесу (рисунок 4.12).

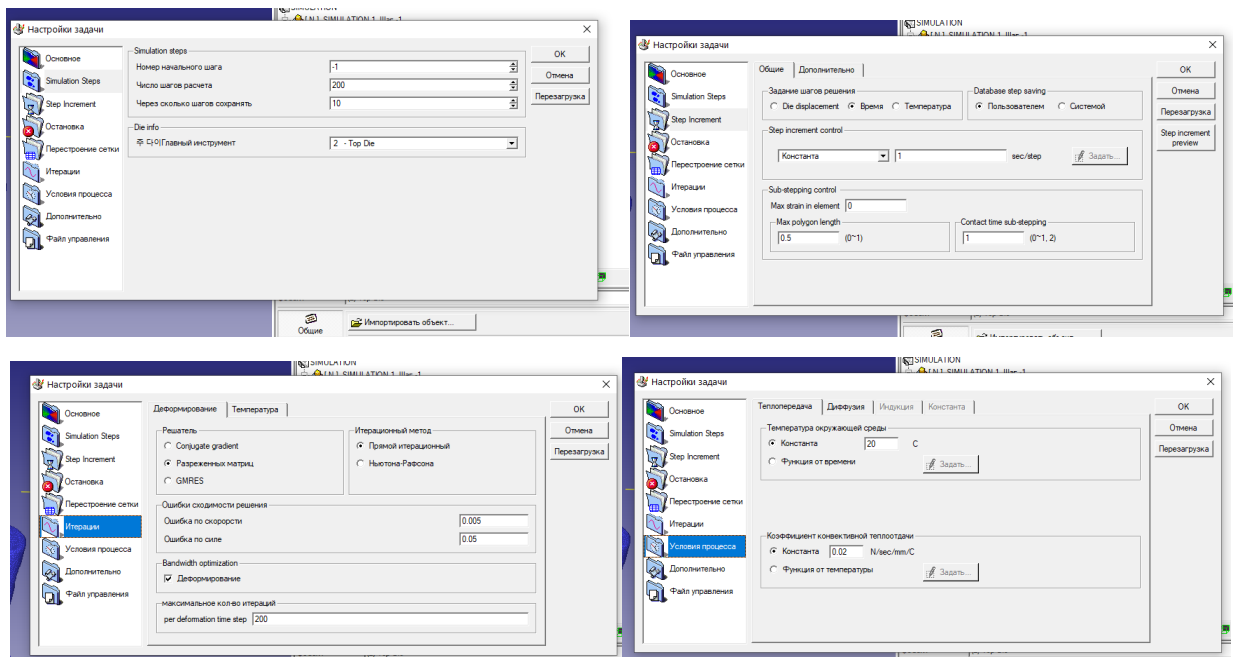


Рисунок 4.12 Параметры процессу

Задаємо параметри взаємодії між інструментом та заготовкою (рисунок 4.13).

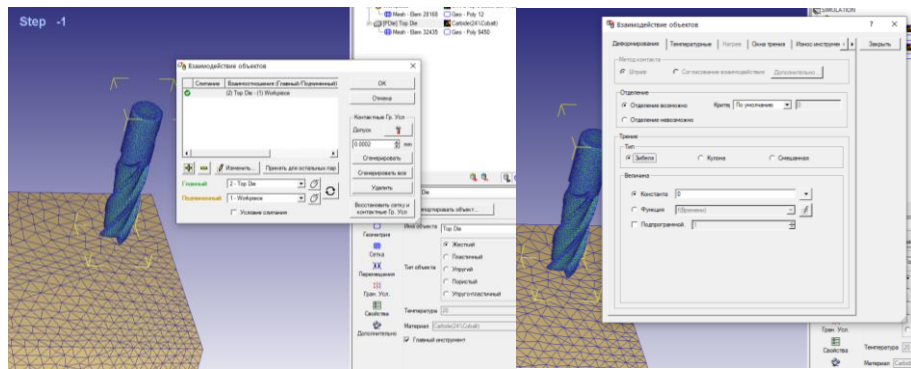


Рисунок 4.13 Параметри взаємодії між об'єктами

Перевіряємо переміщення інструмента (рисунок 4.14).

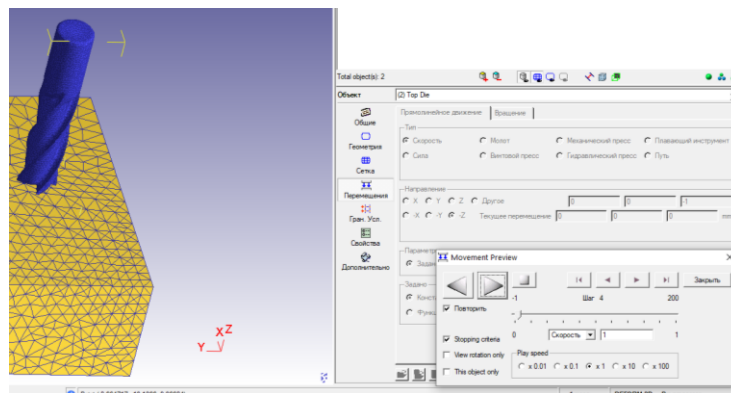


Рисунок 4.14 Перевірка руху інструмента

Робимо перевірку програми та зберігаємо базу даних (рисунок 4.15).

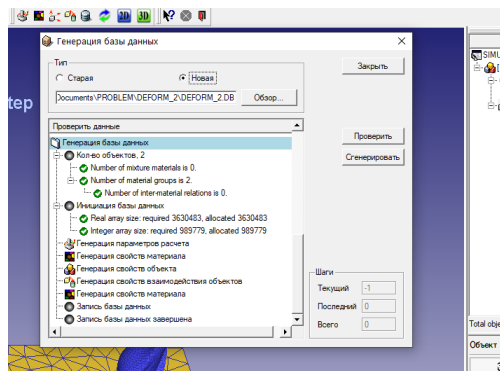


Рисунок 4.15 Збереження симуляції

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЗ.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ					

Заходимо у програму Deform 3D та запускаємо обрахунок симуляції процесу (рисунок 4.16).

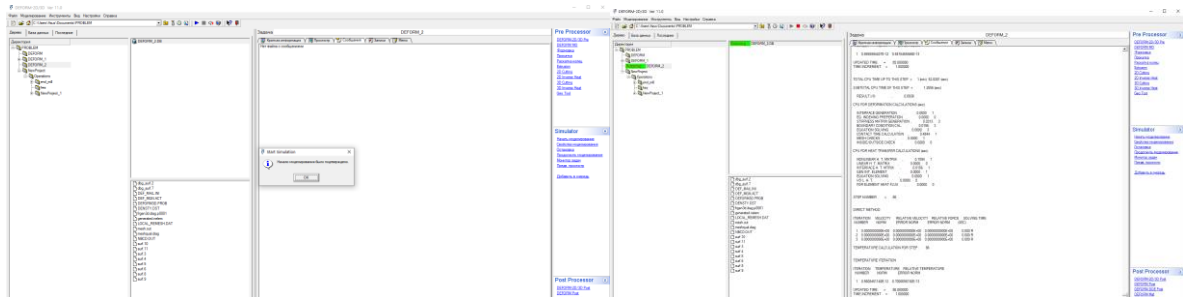


Рисунок 4.16 Запуск обрахунку

Після того як програма завершить всі обрахунки, відкриваємо постпроцесор та запускаємо симуляцію (рисунок 4.17).

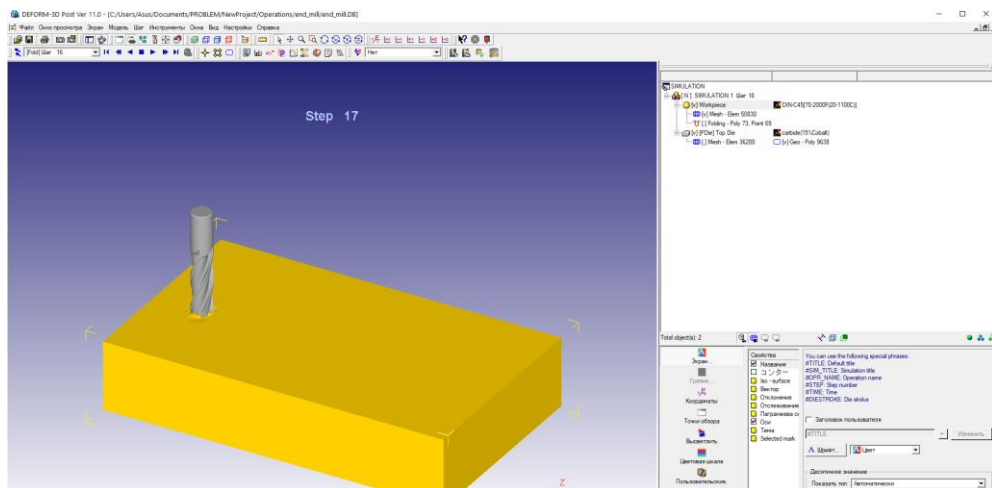


Рисунок 4.17 Запуск симуляції

За таким планом проводимо 8 досліджень зі зміною швидкості різання: 1 м/хв, 2 м/хв, 3 м/хв, 4 м/хв, із застосуванням охолодження та без.

Та 8 досліджень зі зміною глибини різання: 0,5 мм, 1 мм, 1,5мм, 2 мм, із застосуванням охолодження та без.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПЗ.ПМКМ-0139.00.000.ПЗ

Арк.

Результати дослідження

Розподіл температури у зоні стружкоутворення (рис.4.18).

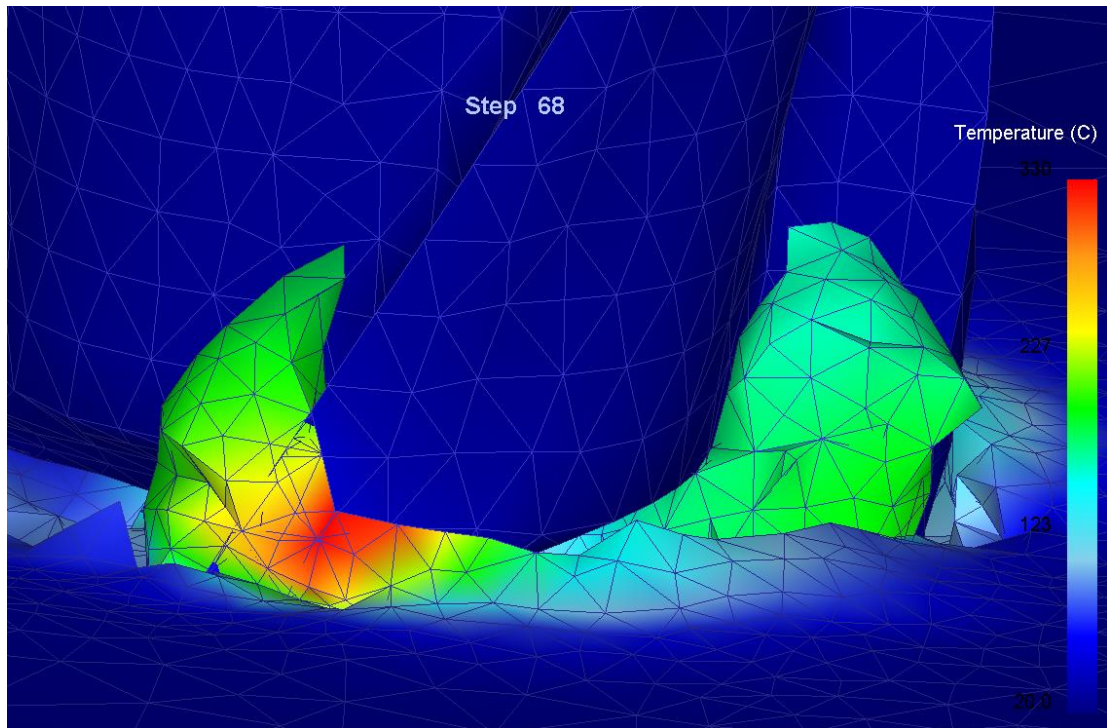


Рисунок 4.18 Розподіл температури

Створено графіки залежності температурних показників від глибини різання (рис. 4.19 а,б).

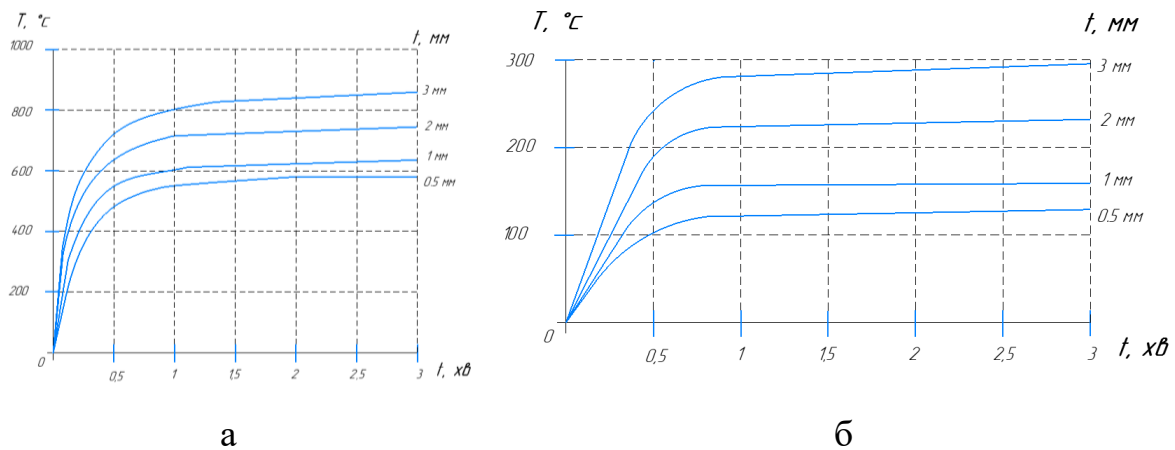


Рисунок 4.19 Графіки температурних показників відносно глибини різання

а) без охолодження б) з охолодженням

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік залежності температурних показників від швидкості різання (рис. 4.20 а,б)

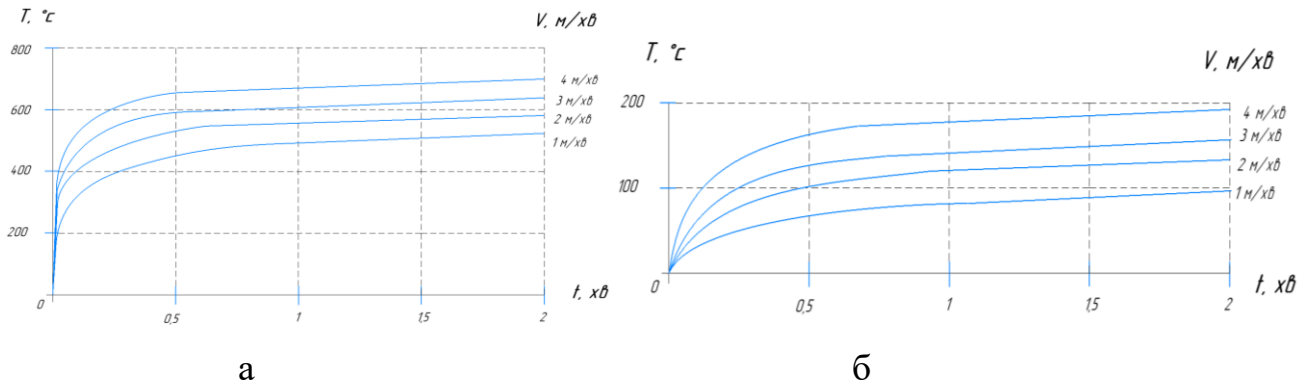


Рисунок 4.20 19 Графіки температурних показників відносно швидкості різання
а) без охолодження б) з охолодженням

Висновок

Проведені дослідження за допомогою програми Deform 3D показали як змінюється температура в зоні стружкоутворення від зміни швидкості різання та глибини різання. Встановлено, що зі збільшенням швидкості різання збільшується температура, але зміна температури відбувається повільніше відносно зміни швидкості різання (рис. 4.20). А при збільшенні глибини різання температура не значно збільшується (рис. 4.19).

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В роботі було вдосконалено технологічний процес механічної обробки деталі Пуансон П934-04 для умов одиничного виробництва.

Робота містить конструкторсько-технологічний аналіз, проектування технології виготовлення деталі, проектування технологічної оснастки, проведення дослідження фрезерування а також прийнятих рішень:

- використані продуктивніші методи обробки і сучасні засоби технологічного оснащення з врахуванням конструкції деталі та типу виробництва;
- запропоновано і спроектовано пристрій для фрезерування;
- визначено припуски, режими різання, норми часу на операції механічної обробки на основі чинних нормативів;
- розроблено конструкцію верстатного пристрою та підтверджено його працездатність необхідними розрахунками;
- описано призначення та конструкцію різального та контрольного інструментів;
- проведено дослідження зміни температурних показників.

В графічній частині зображено креслення деталі, заготовки, різального та контрольного інструменту, карти налагодження, складальне креслення верстатного пристрою. У додатках розміщено маршрутну карту, операційну карту, карту ескізів та специфікацію фрезерного пристрою.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. ГОСТ 12.003-74. «Опасные и вредные производственные факторы».
16. ГОСТ 12.2.107-85. «Допустимые шумовые характеристики».
17. Сафонов В. В. – Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей / Навчальний посібник - К.: Основа, 2011 р. – 480 с.
18. ГОСТ 12.1.012-90. «Вибрационная безопасность».
19. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
20. ГОСТ 12.4.026-76. «Цвета сигнальные и знаки безопасности».
21. ГОСТ 12.4.003-80. «Очки защитные. Типы».
22. ГОСТ 2.4.010-75. «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные».
23. Методические указания по разработке раздела «Охрана труда в окружающей среде» - 1990.
24. Справочная книга по охране труда в машиностроении. Под ред. О. Н. Рудкара – Л.: Машиностроение, 1989 – 541 с.
25. Далин П. А. Основа техники безопасности в электроустановках – М.: Машиностроение, 1976.
26. Резников А. Н. Тепловые процессы в технологических системах / А. Н. Резников, Л. А. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
27. Малкин А. Я. Обработка резанием высокопрочных и жаропрочных материалов / А. Я. Малкин, С. В. Егоров. – М.: НТОмашпром, 1961. – 240 с.

					ПЗ.ПМКм-0139.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

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

				І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.0139					
Пуансон										

«Затверджую»

Зав.кафедрою

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

*Розробив: ст. групи ПМКм-21-1
Николайчук М.М.*

Перевірів: Одосій З. М.

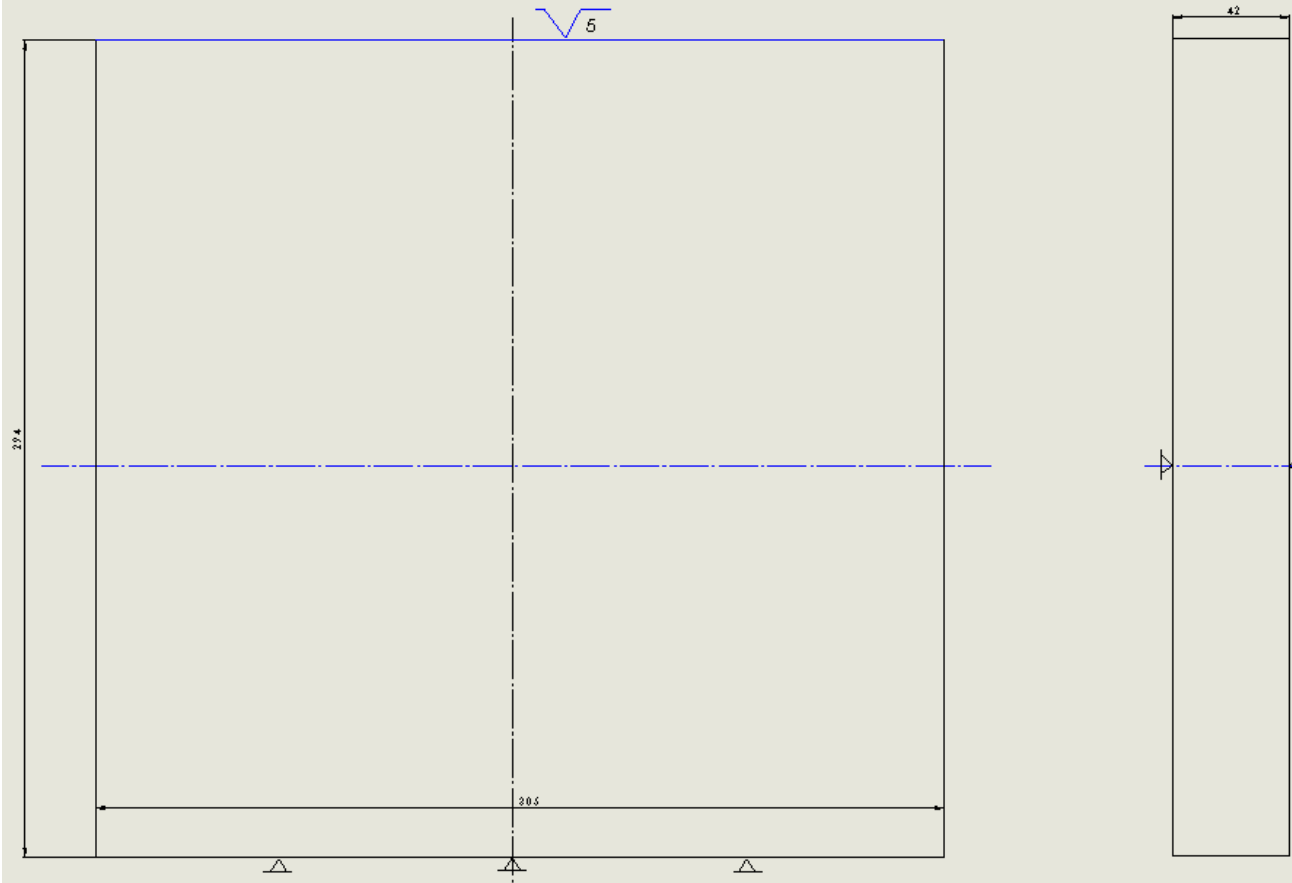
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

1-4

Розроб.	Николайчук М.М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00001	284000.20140.00001		
Перев.	Одосій З.М.								
				Пуансон		ДП		010	
Н. контр.									

УСТАНОВКА А



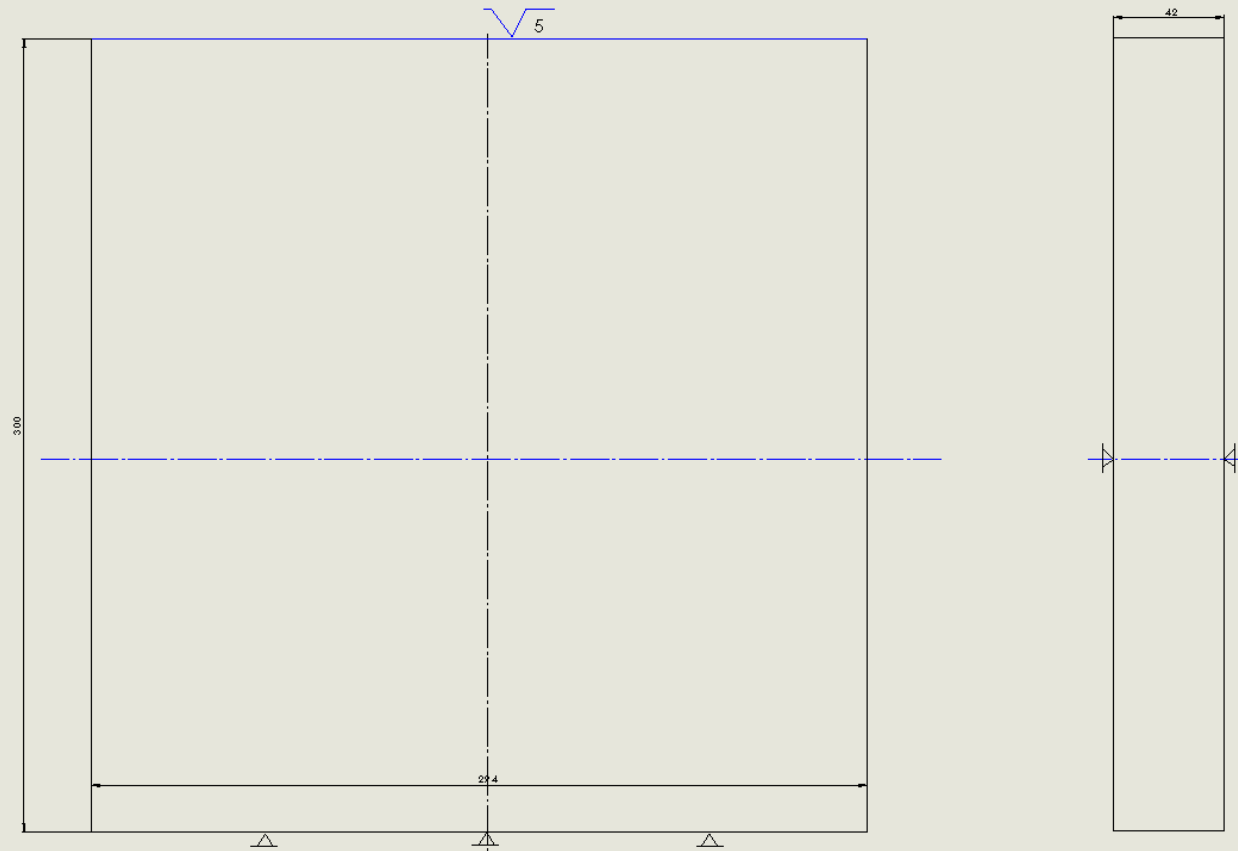
КЕ

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

2-4

Розроб.	Николайчук М.М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00001	284000.20140.00001		
Перев.	Одосій З. М.								
Н. контр.				Пуансон				ДП	010

Установка Б



KE

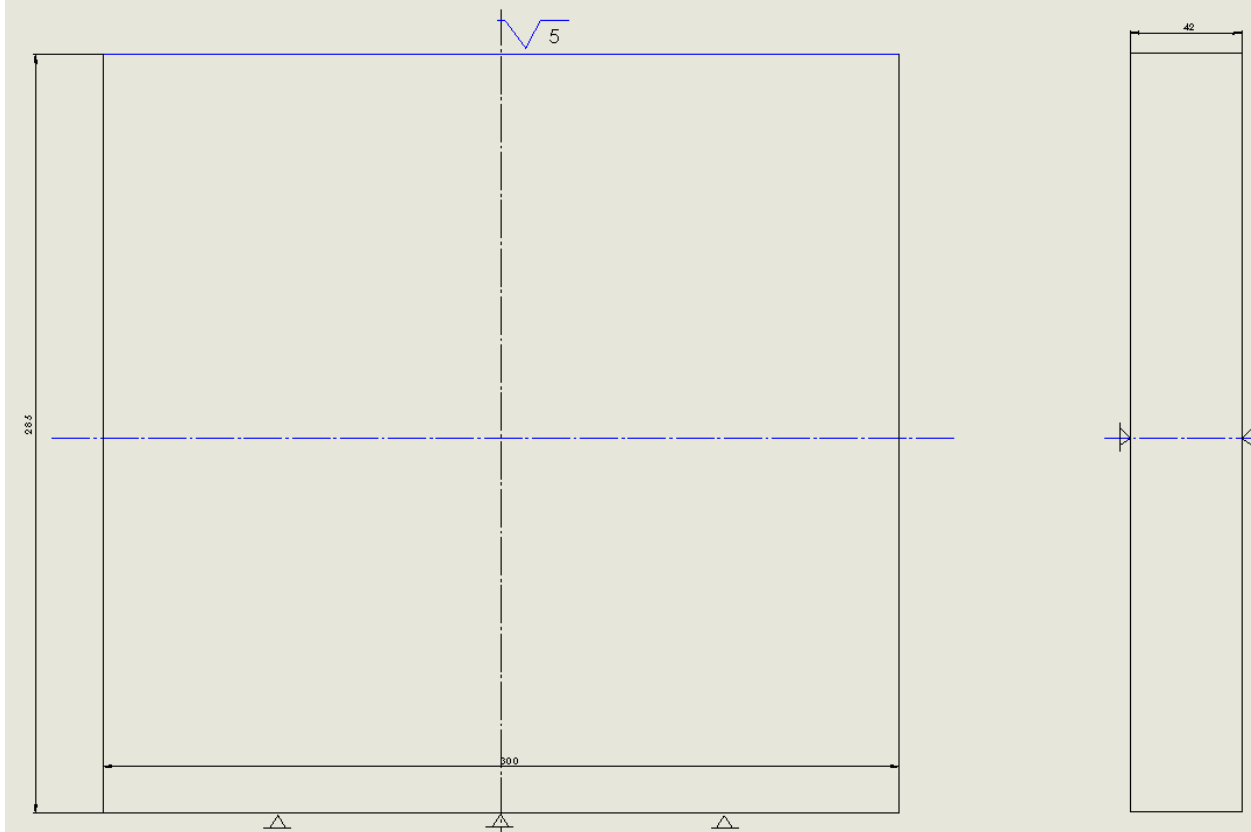
Дубл.			
Взам.			
Підп.			

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

3-4

Розроб.	Николайчук М. М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00001	284000.20140.00001	
Перев.	Одосій З. М.							
Н. контр.				Пуансон			ДП	010

Установка В



КЕ

ГОСТ 3.1105-84

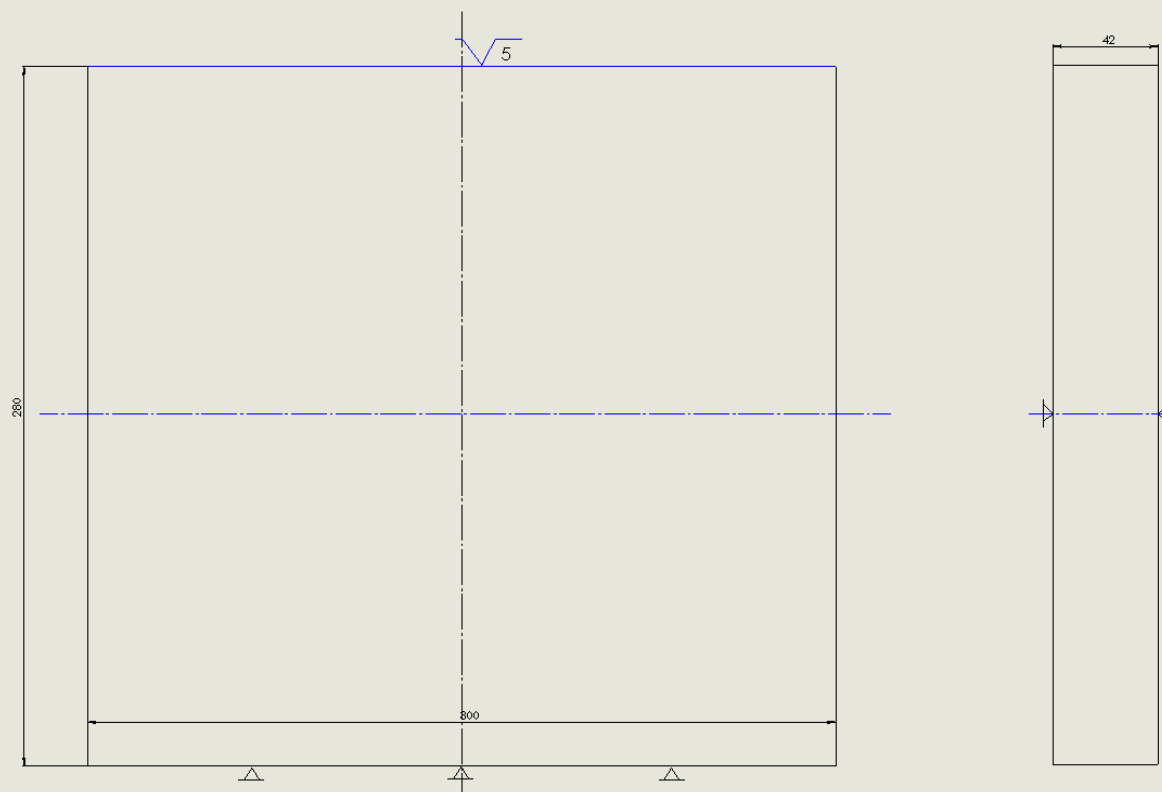
Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

4-4

Розроб.	Николайчук М.М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00001	284000.20140.00001	ДП	010
Перев.	Одосій З. М.								
Н. контр.				Пуансон					

Установка Г



КЕ

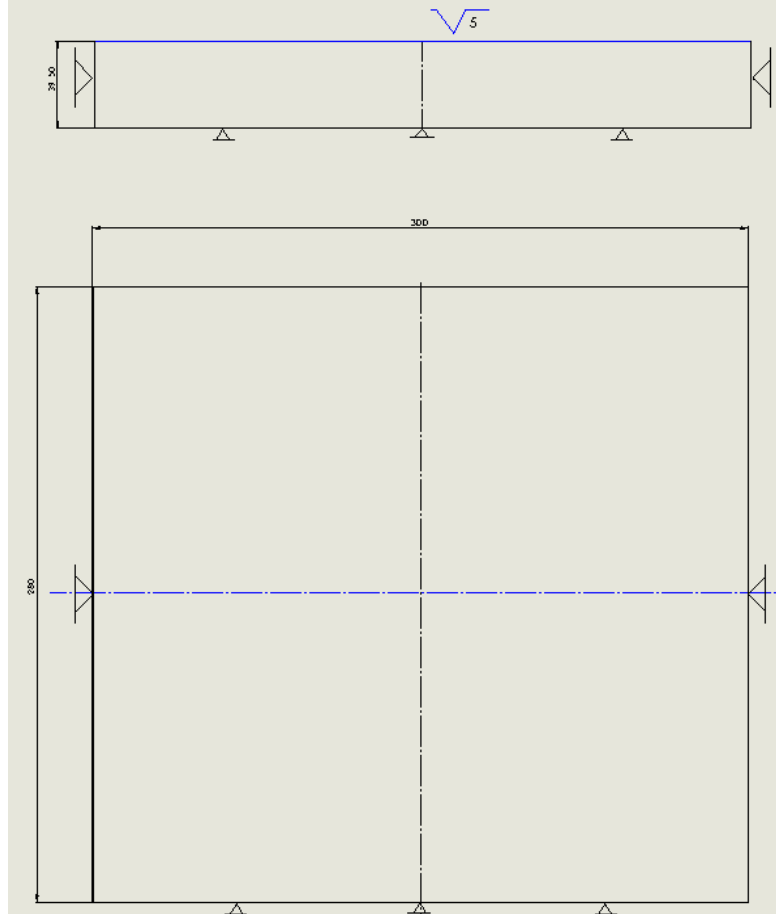
Дубл.			
Взам.			
Підп.			

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

1-2

Розроб.	Николайчук М.М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00002	284000.20140.00002	
Перев.	Одосій З. М.							
Н. контр.				Пуансон			ДП	015

Установка А



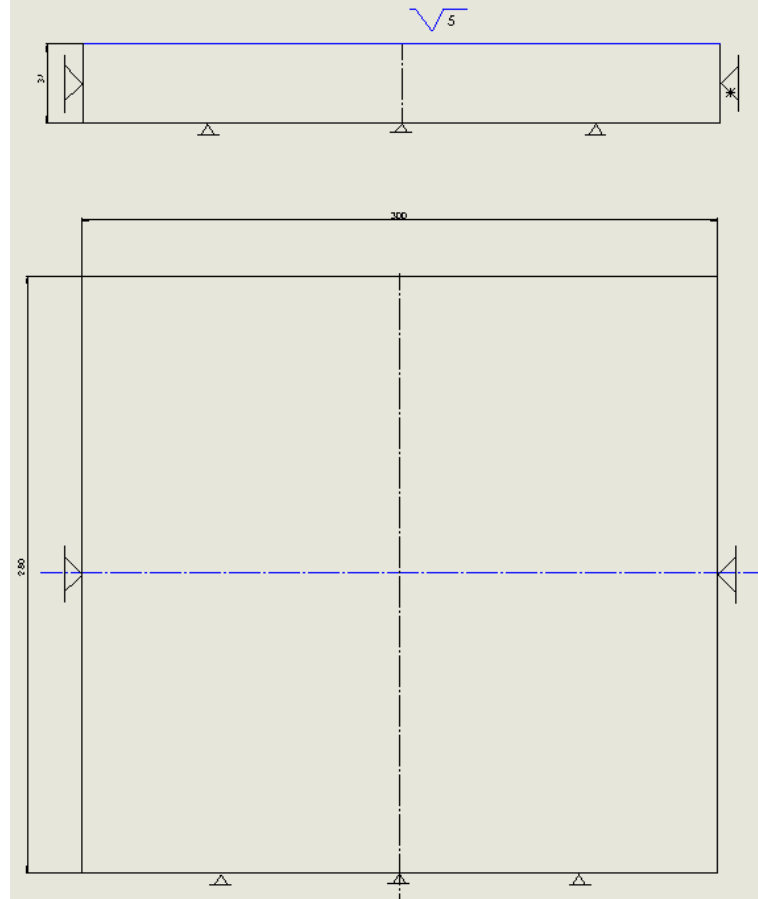
KE

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

2-2

Розроб.	Николайчук М.М.			ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00002	284000.20140.00002	
Перев.	Одосій З. М.							
Н. контр.				Пуансон			ДП	015

Установка Б



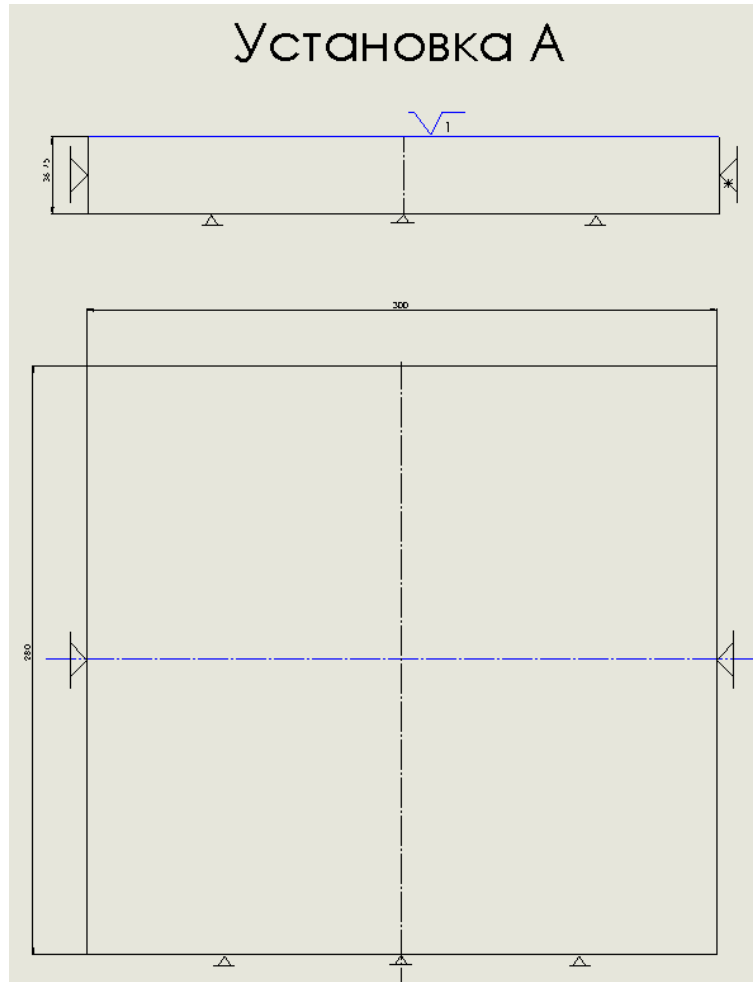
KE

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

1-2

Розроб.				ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00003	284000.20140.00003	ДП	020
Перев.	Врюкало								
Н. контр.				Пуансон					

Установка А



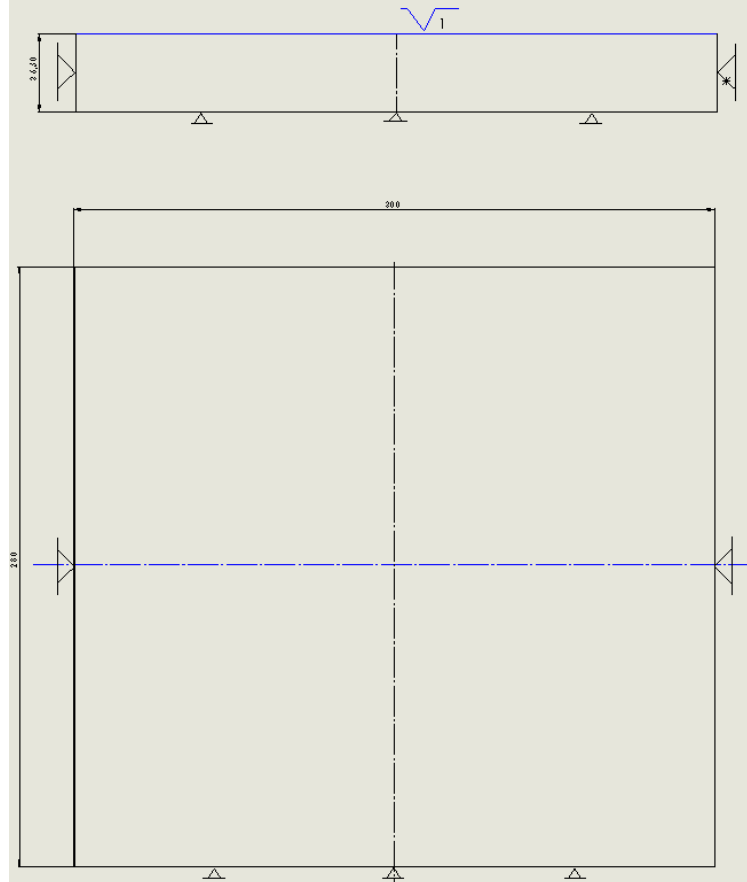
KE

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

2-2

Розроб.				ІФНТУНГ	П934-04	284000.01101.00003	284000.20140.00003		
Перев.	Врюкало								
Н. контр.				Пуансон				ДП	020

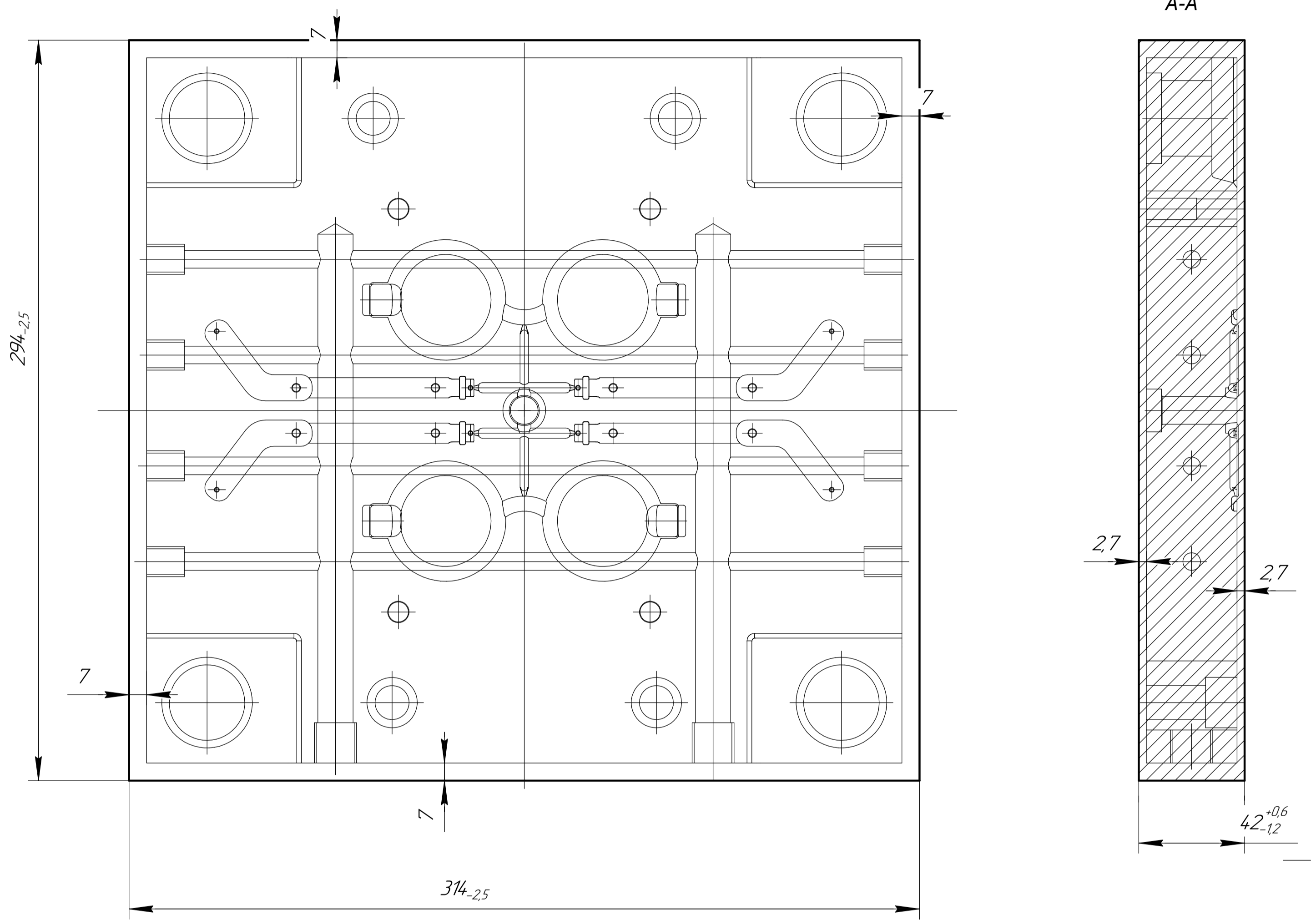
Установка Б



KE

50 (✓)

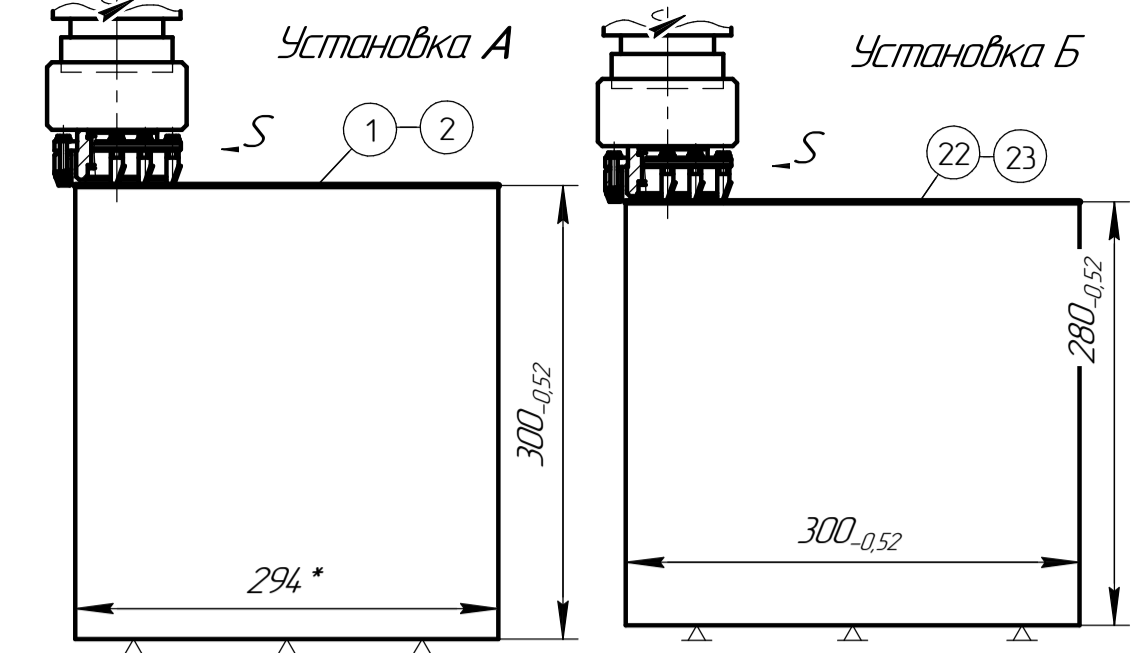
ДП.ПМКМ-0139.000.02.00



- 1. *Розмір для довідок
- 2. Н14, h14, ± $\frac{t2}{2}$
- 3. Допустиме відхилення від площинності 1,5 мм
- 4. Не вказані радіуси заокруглень 7 мм

				ДП.ПМКМ-0139.000.02.00		
Взам. лист	№ докум.	Лист	Листа	Лист	Масса	Максимум
Розроб	Николайчук М.				30.2	12
Проб	Овідасі ЗМ			Лист	Листов	1
Т.контр.				Сталь ХВГ ГОСТ 5959-73		
Н.контр.				ІФНТУНГ		
Ч.г.				Копіювати Формат А2		

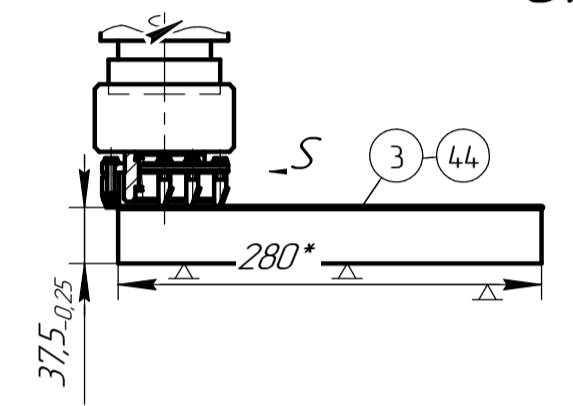
Операція 010



* Розмір для довідок

4	Фрезерувати 23	4,2	294	2,5	2	125	40,2	100	5,312	20,608
3	Фрезерувати пов 22	4,2	294	2,5	2	125	40,2	100	5,312	
2	Фрезерувати пов 2	4,2	314	2,5	2	125	40,2	100	4,992	
1	Фрезерувати пов 1	4,2	314	2,5	2	125	40,2	100	4,992	
№/п	Зміст операції	Д, мм	І, мм	І, мм	і	S, мм/хв	V, м/хв	п, хв ⁻¹	Ta, хв	Ta, хв

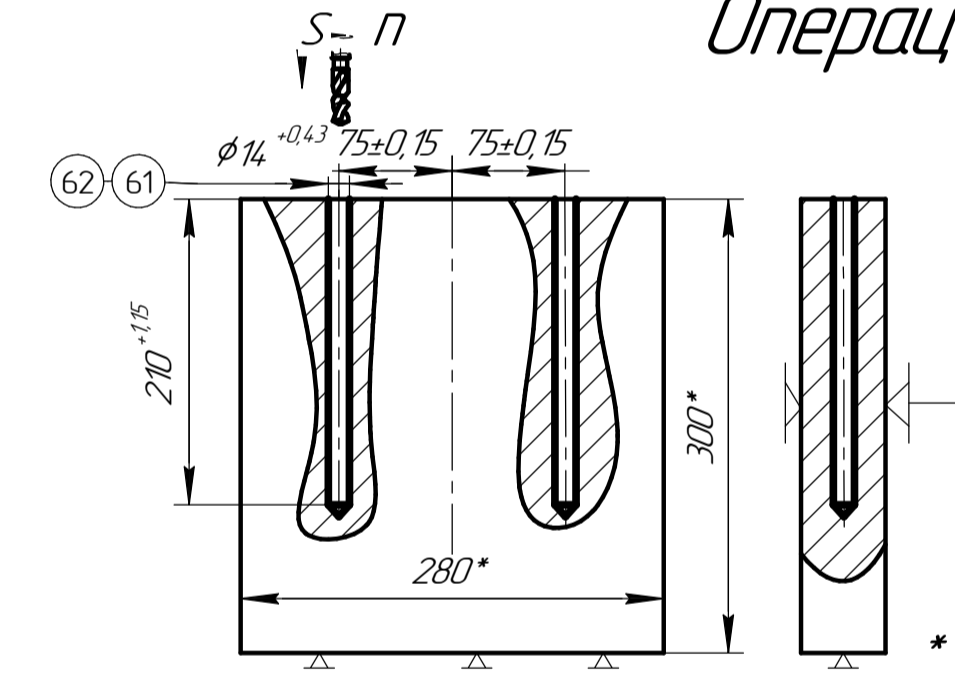
Операція 015



* Розмір для довідок

2	Фрезерувати пов 44	300	280	2,5	1	100	89	355	5,88	11,76
1	Фрезерувати пов 3	300	280	2,5	1	100	89	355	5,88	
№/п	Зміст операції	Д, мм	І, мм	І, мм	і	S, мм/хв	V, м/хв	п, хв ⁻¹	Ta, хв	Ta, хв

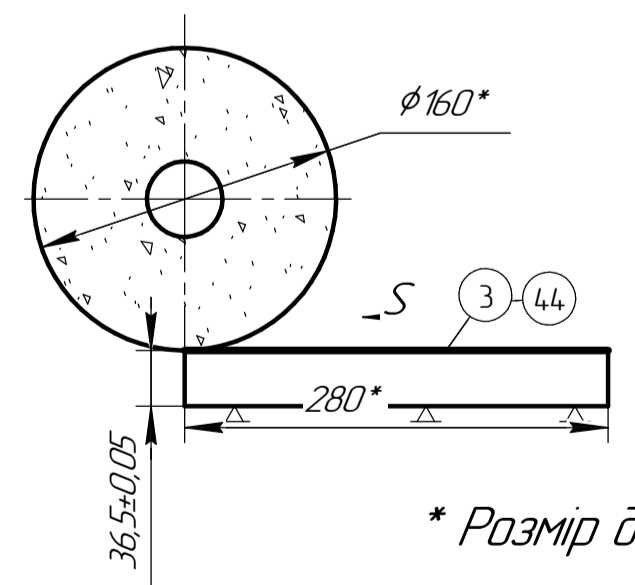
Операція 030



* Розмір для довідок

2	Свердлити пов 62	14	210	7	1	0,15	14,9	500	2,88	5,76
1	Свердлити пов 61	14	210	7	1	0,15	14,9	500	2,88	
№/п	Зміст операції	Д, мм	І, мм	І, мм	і	S, мм/хв	V, м/хв	п, хв ⁻¹	Ta, хв	Ta, хв

Операція 060

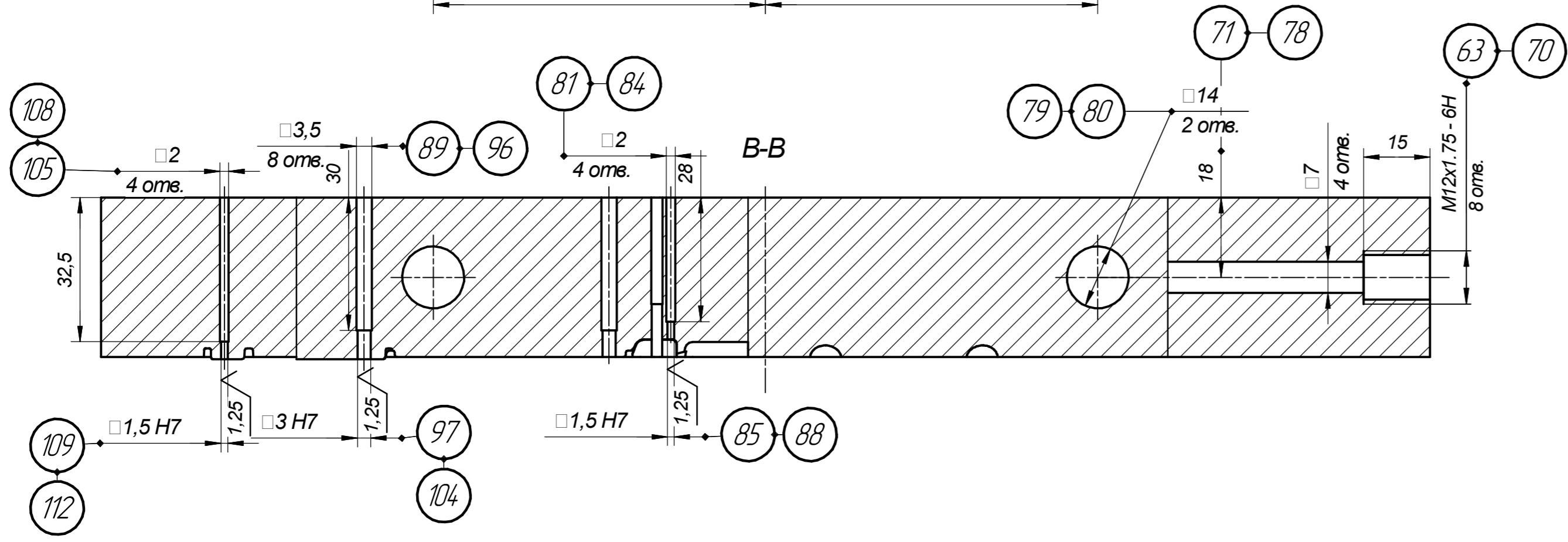
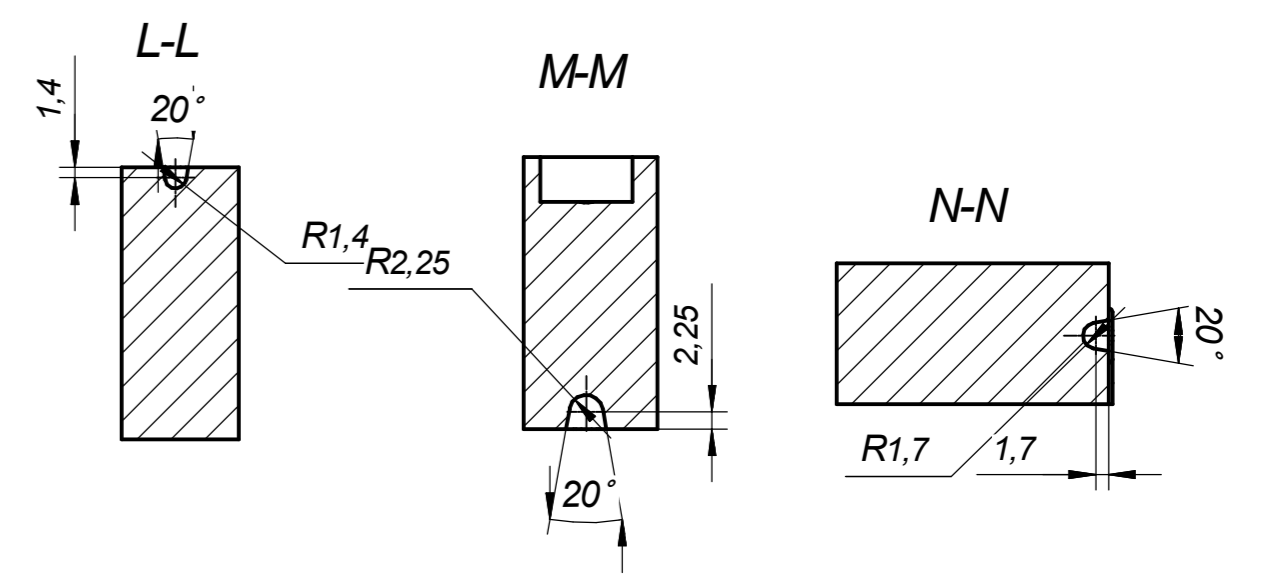
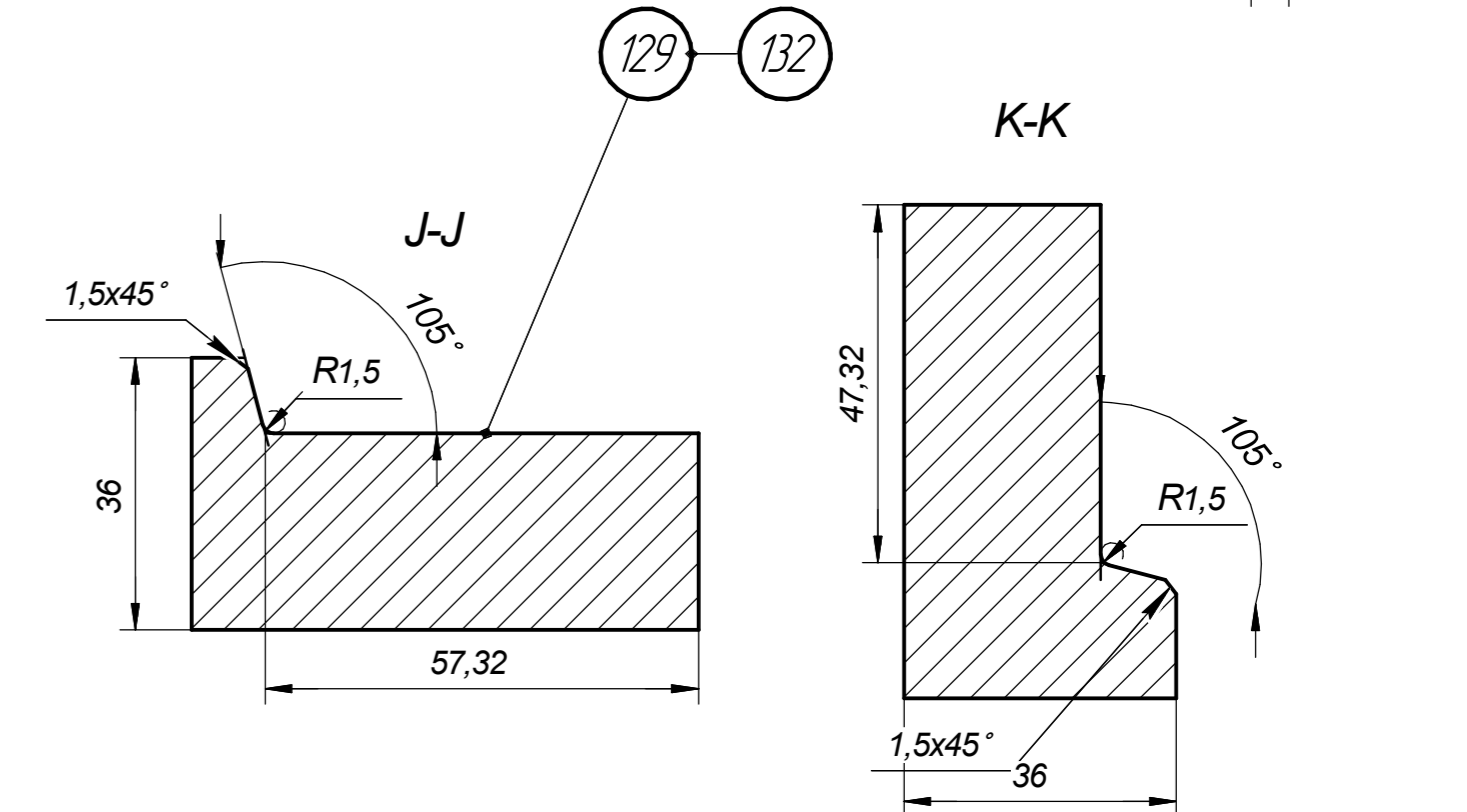
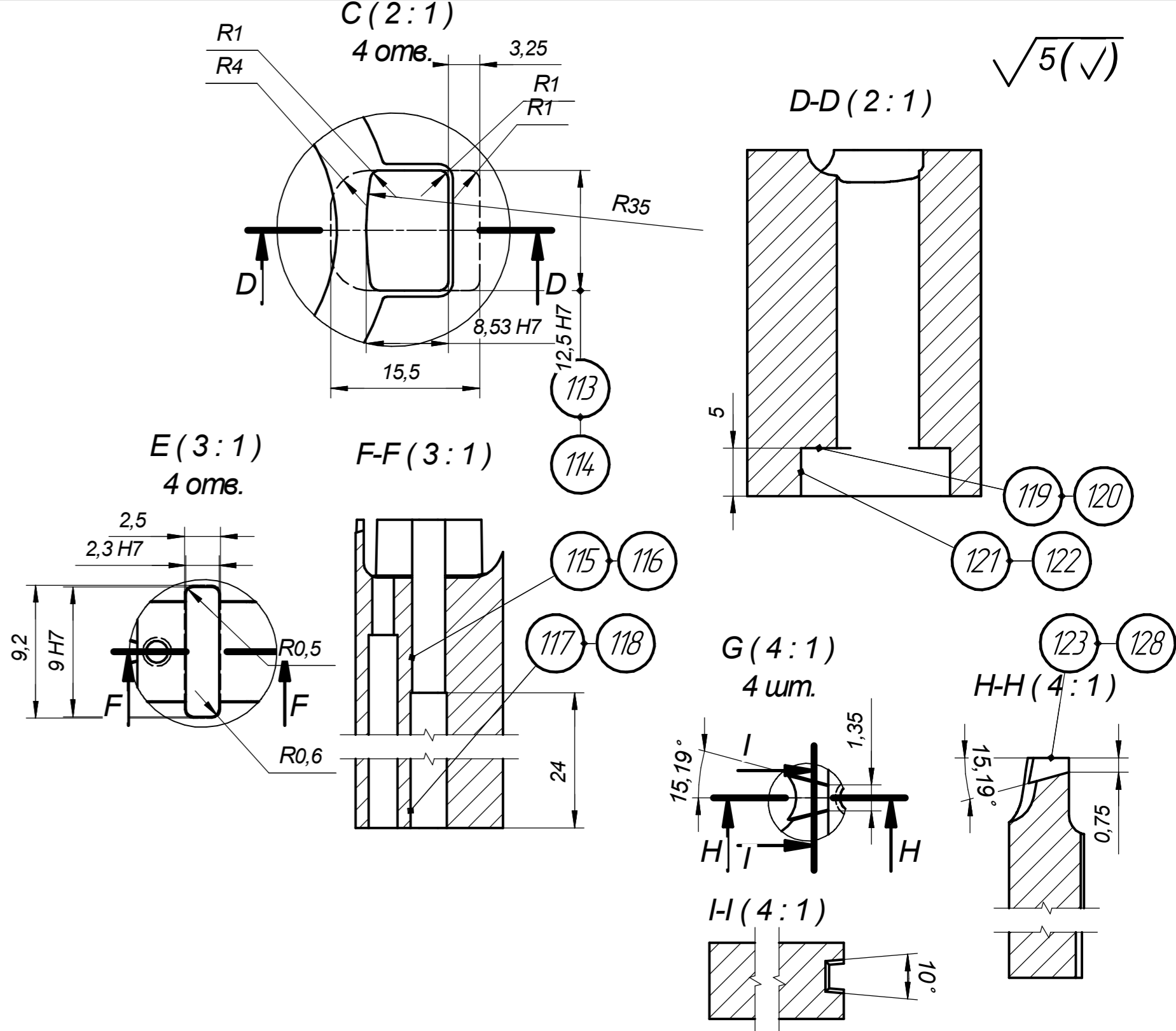
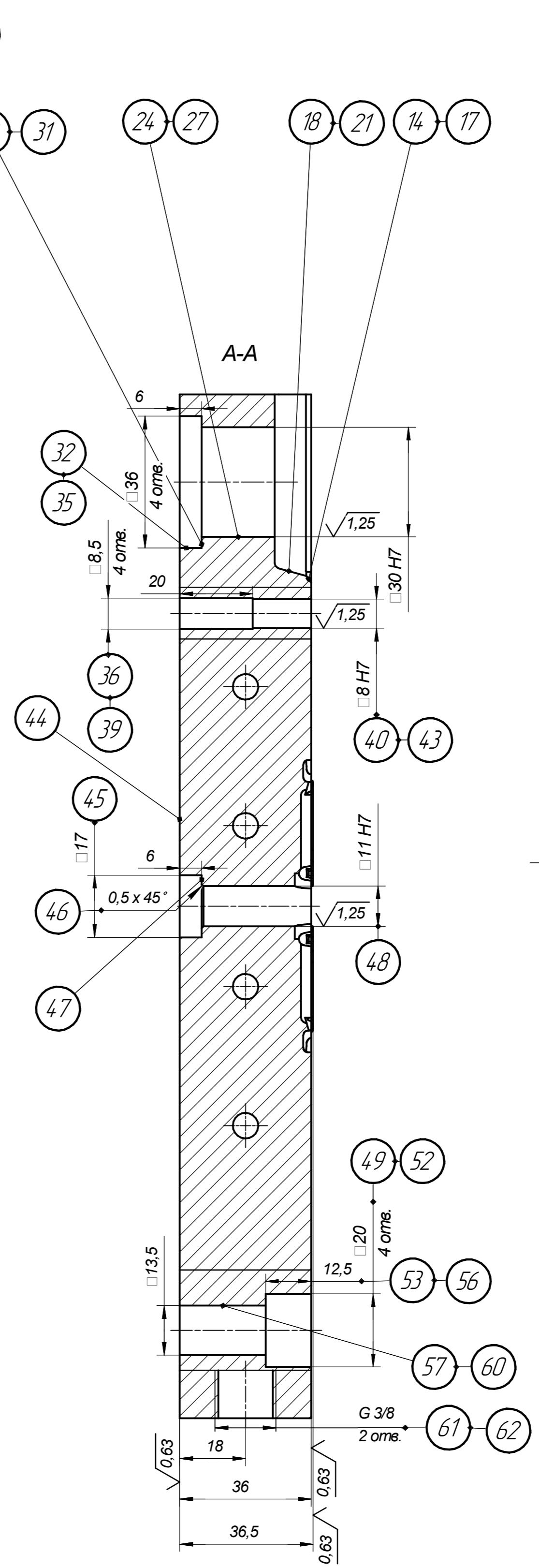
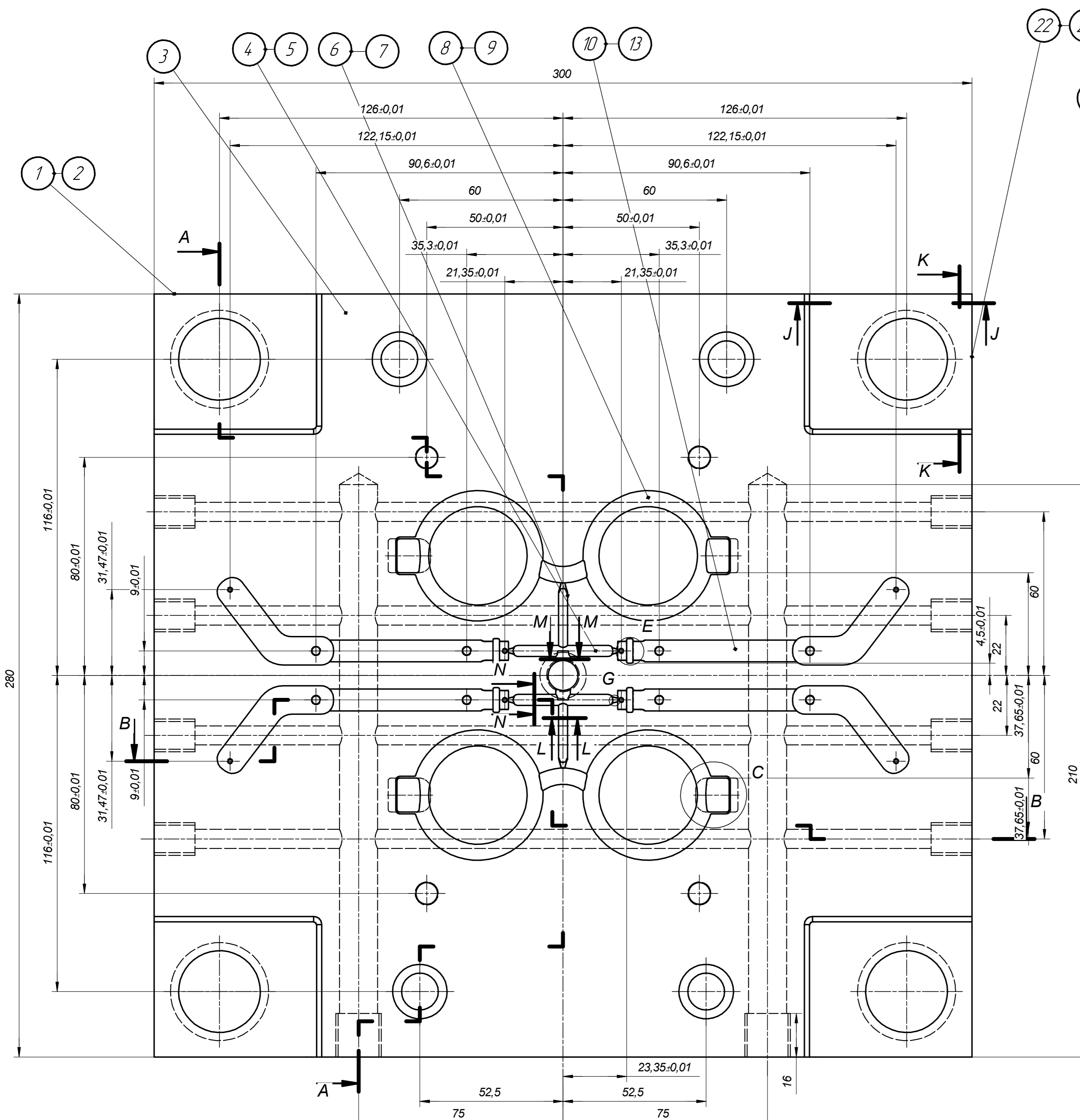


* Розмір для довідок

2	Шліфувати пов 44	300	280	2,5	1	100	89	355	5,88	11,76
1	Шліфувати пов 3	300	280	2,5	1	100	89	355	5,88	
№/п	Зміст операції	Д, мм	І, мм	І, мм	і	S, мм/хв	V, м/хв	п, хв ⁻¹	Ta, хв	Ta, хв

ДП.ПМКМ-0139.00.00.000 СК

				ДП.ПМКМ-0139.00.00.000 СК		
Взам. лист	№ докум.	Лист	Листа	Лист	Масса	Максимум
Розроб	Николайчук М.					12
Проб	Овідасі ЗМ			Лист	Листов	1
Т.контр.				Ескизи операційних налагод Графотехнології		
Н.контр.				ІФНТУНГ		
Ч.г.				Копіювати Формат А2		



1. 40±2 HRC
2. Формуючі поверхні виконані згідно 3D моделі
3. Шорсткість формуючих поверхонь $\sqrt{0.1}$
4. Відхилення формуючих поверхонь ± 0.05
5. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$
6. Гострі кромки притупити 1x45°

ДІП.ПМКМ-0139.000.01.00				Лист	Масштаб
Відк. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Лист	Масштаб
Разраб.	Андрійчук М.			1	1:1
Проб.	Оддєсі З.М.			Лист	Листов 1
Т.контр.				ІФНТУНГ	
Н.контр.	Оддєсі З.М.			Формат А1	
Узд.	Ланчук В.Г.			Копірада	

Ескіз обробки поверхні $\phi 30H7(+0,021)$

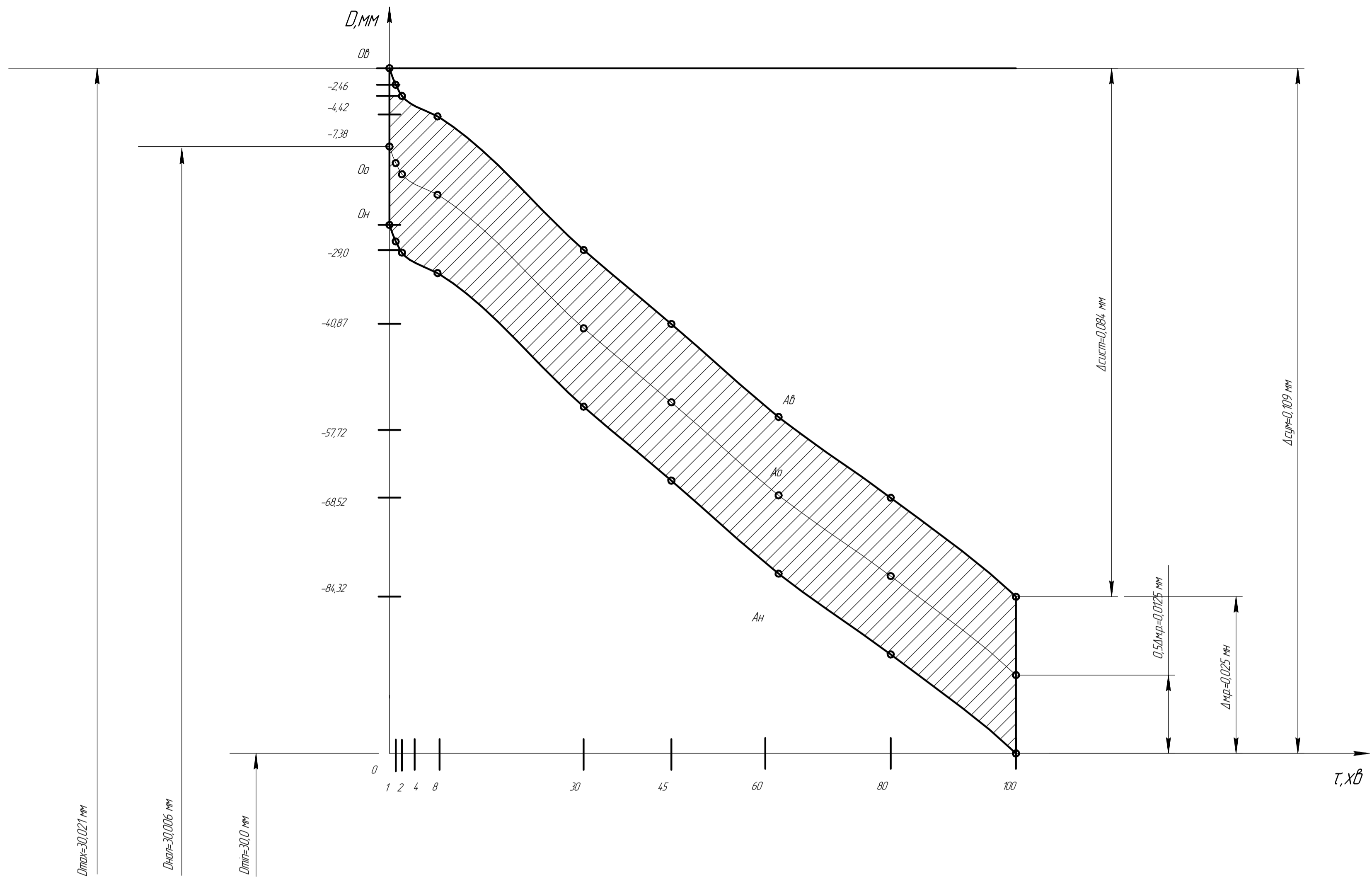
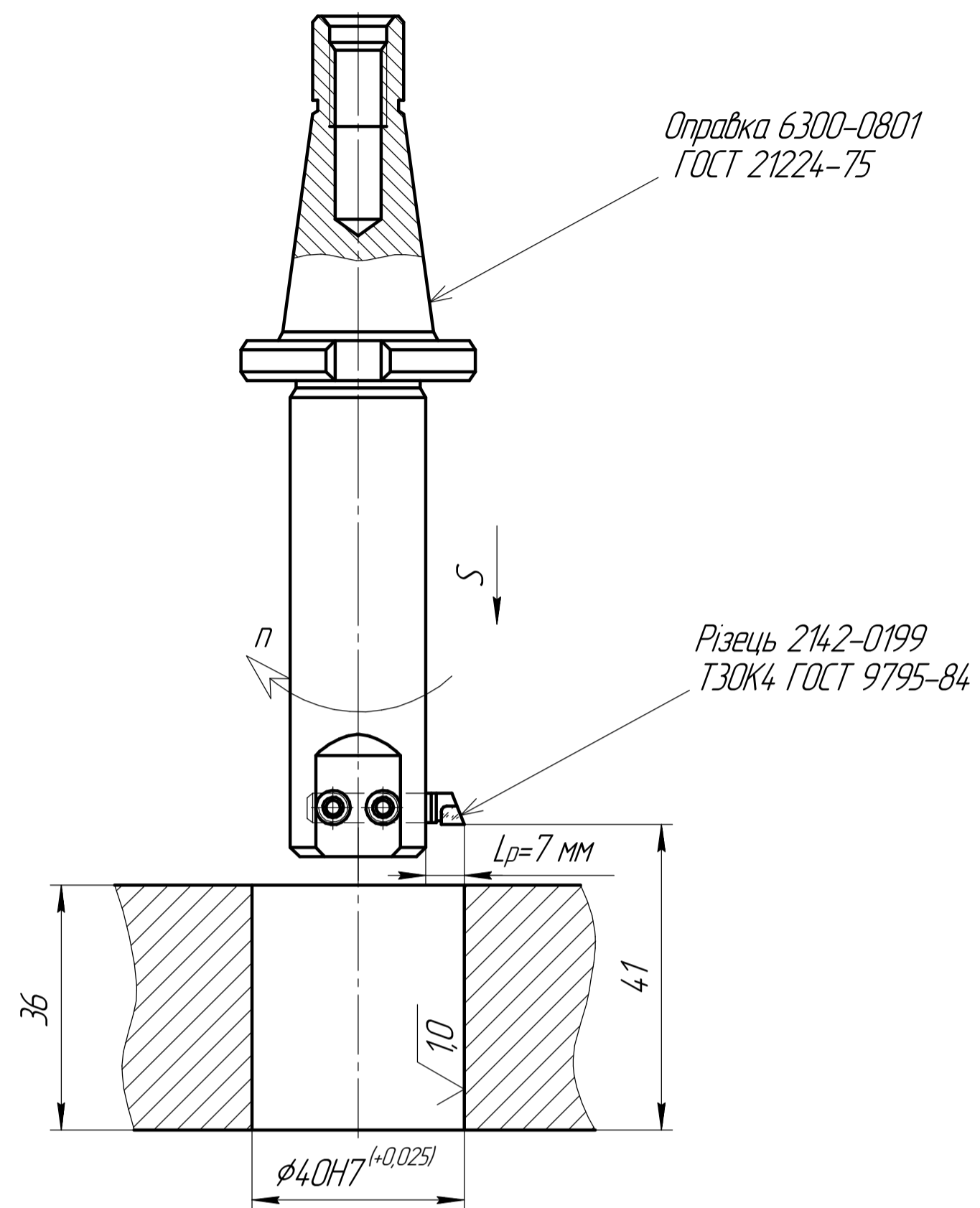
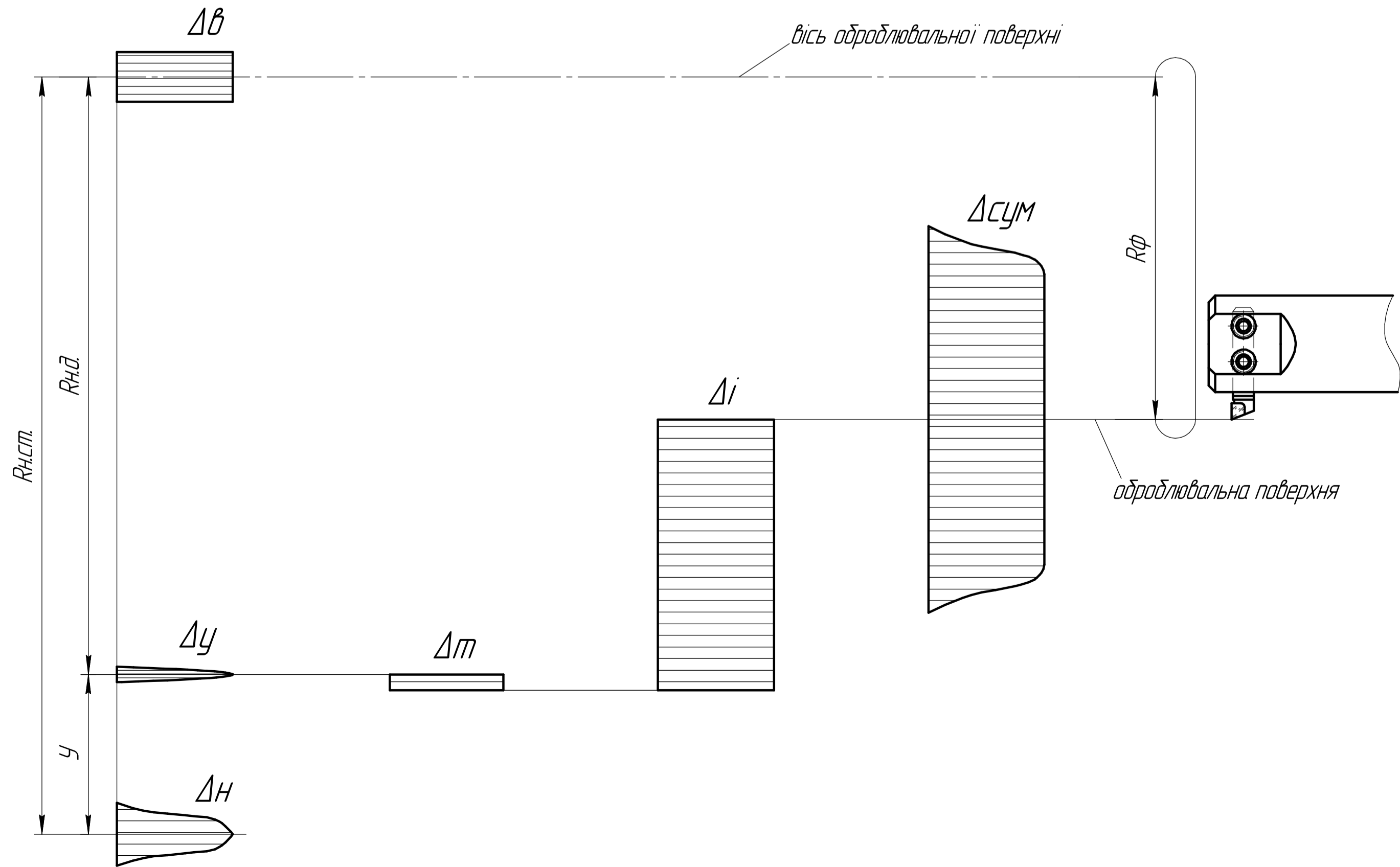
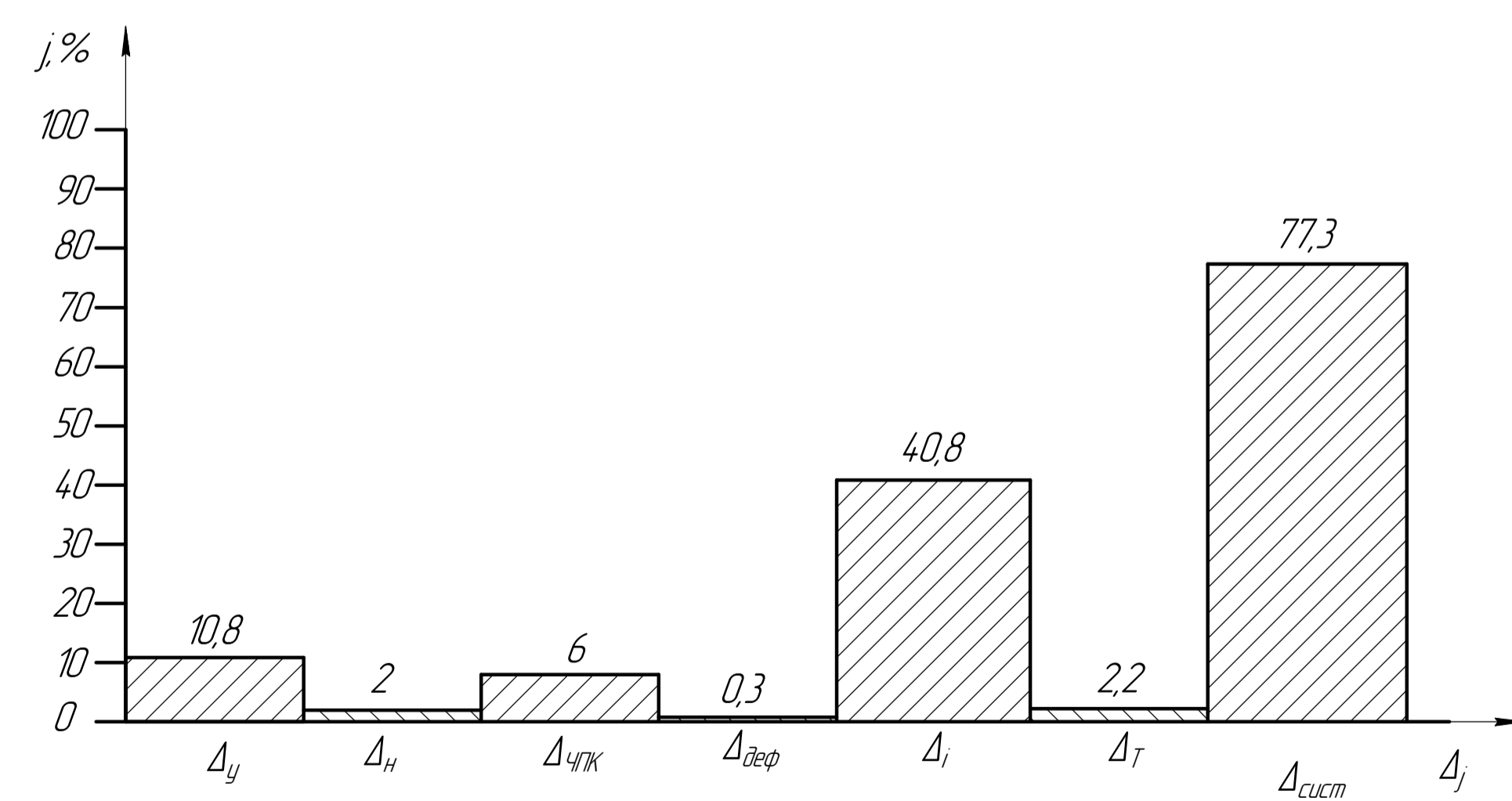


Схема технологічного розмірного ланцюга обробки поверхні $\phi 30H7(+0,021)$



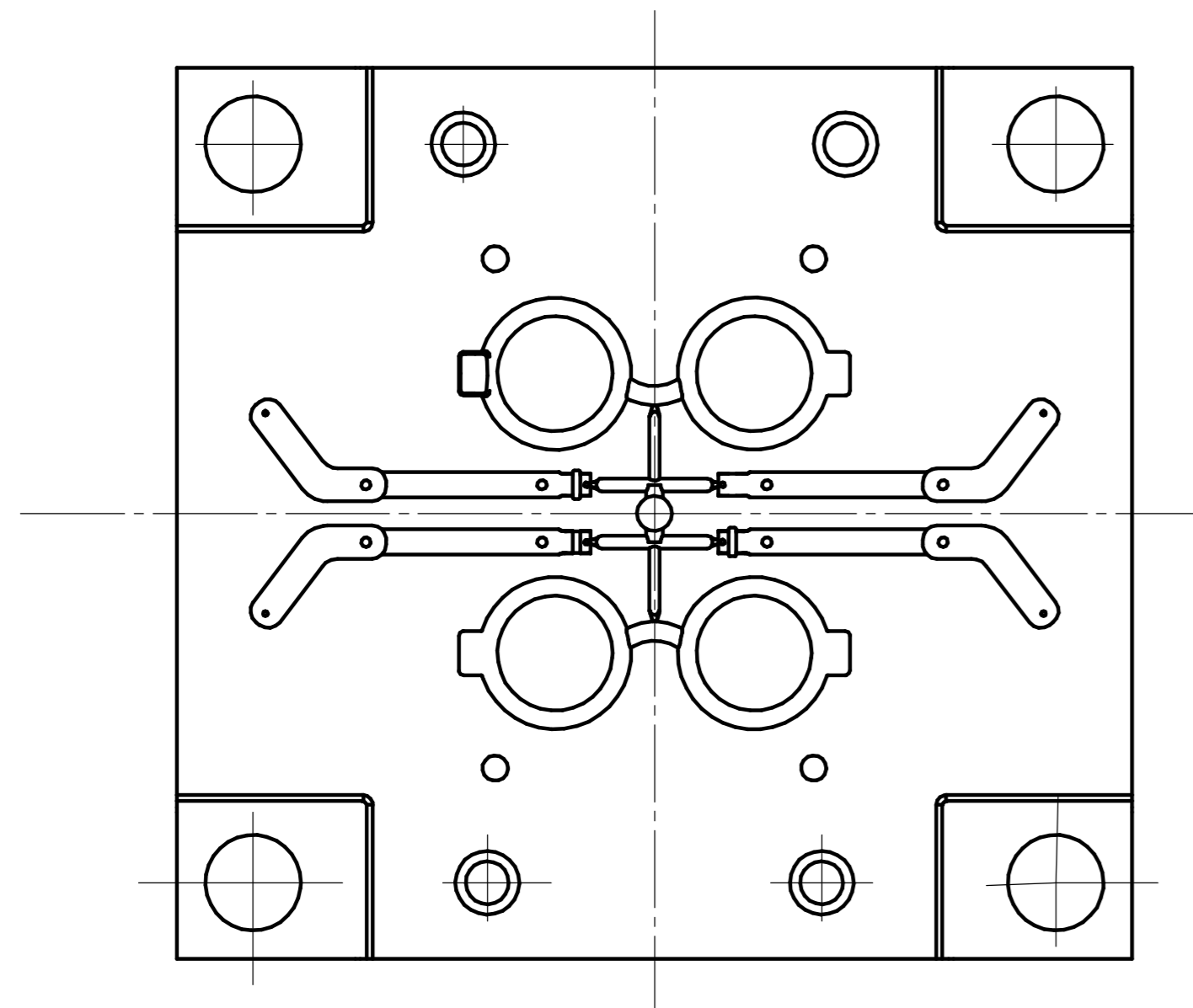
Гістограма похибок обробки поверхні $\phi 30H7(+0,021)$



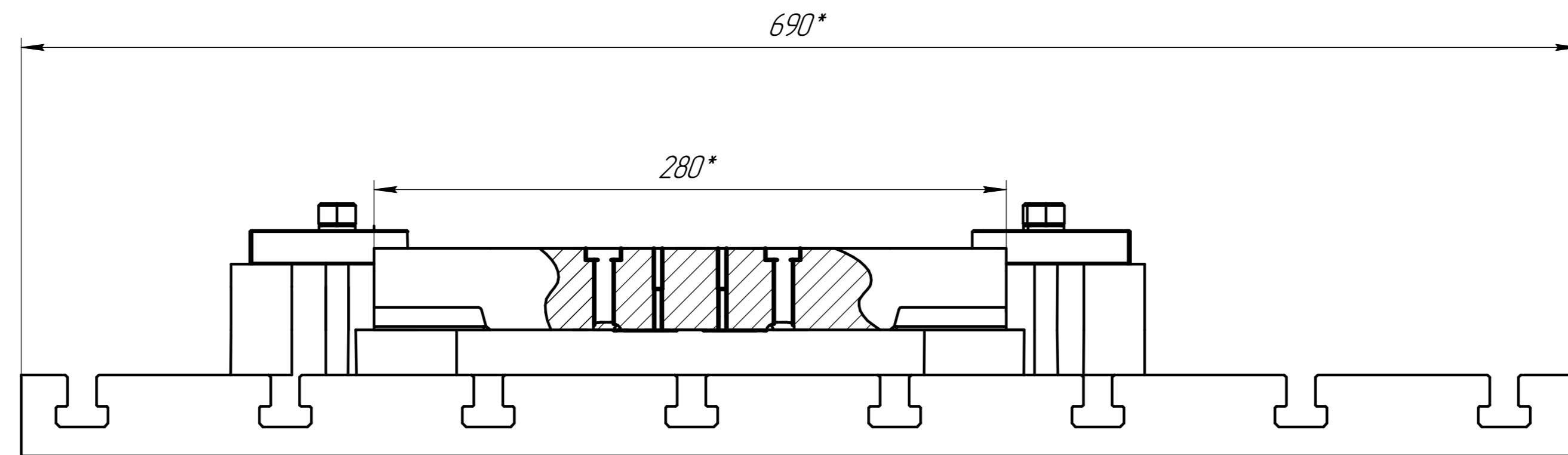
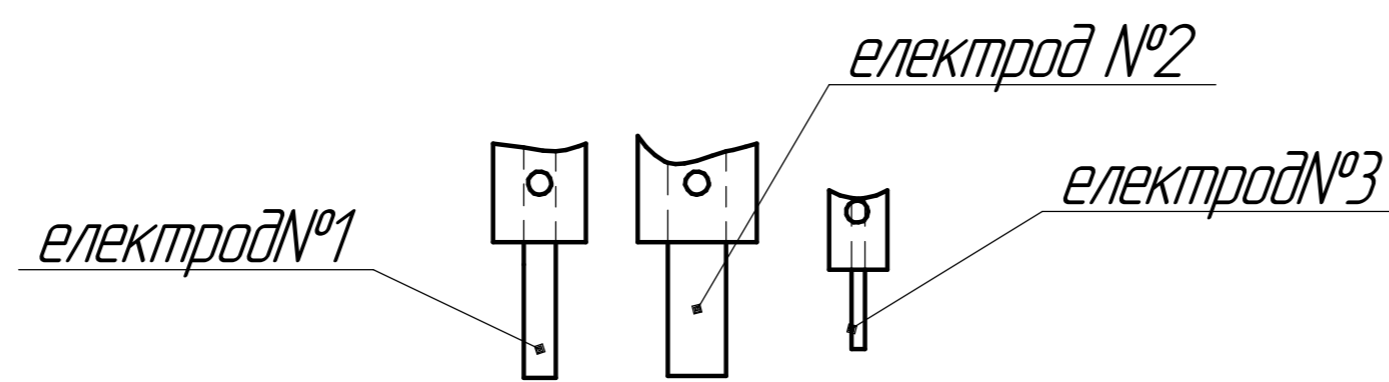
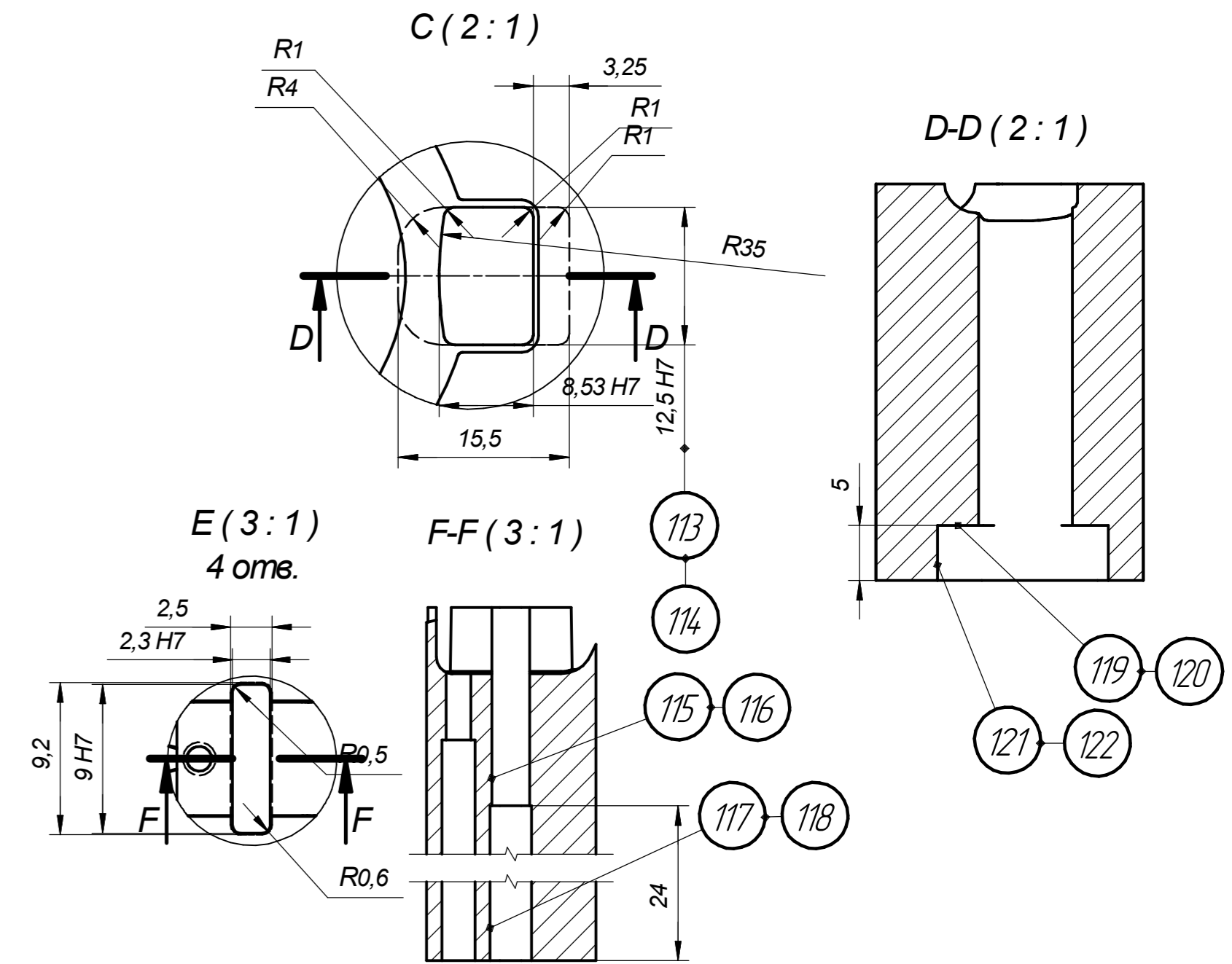
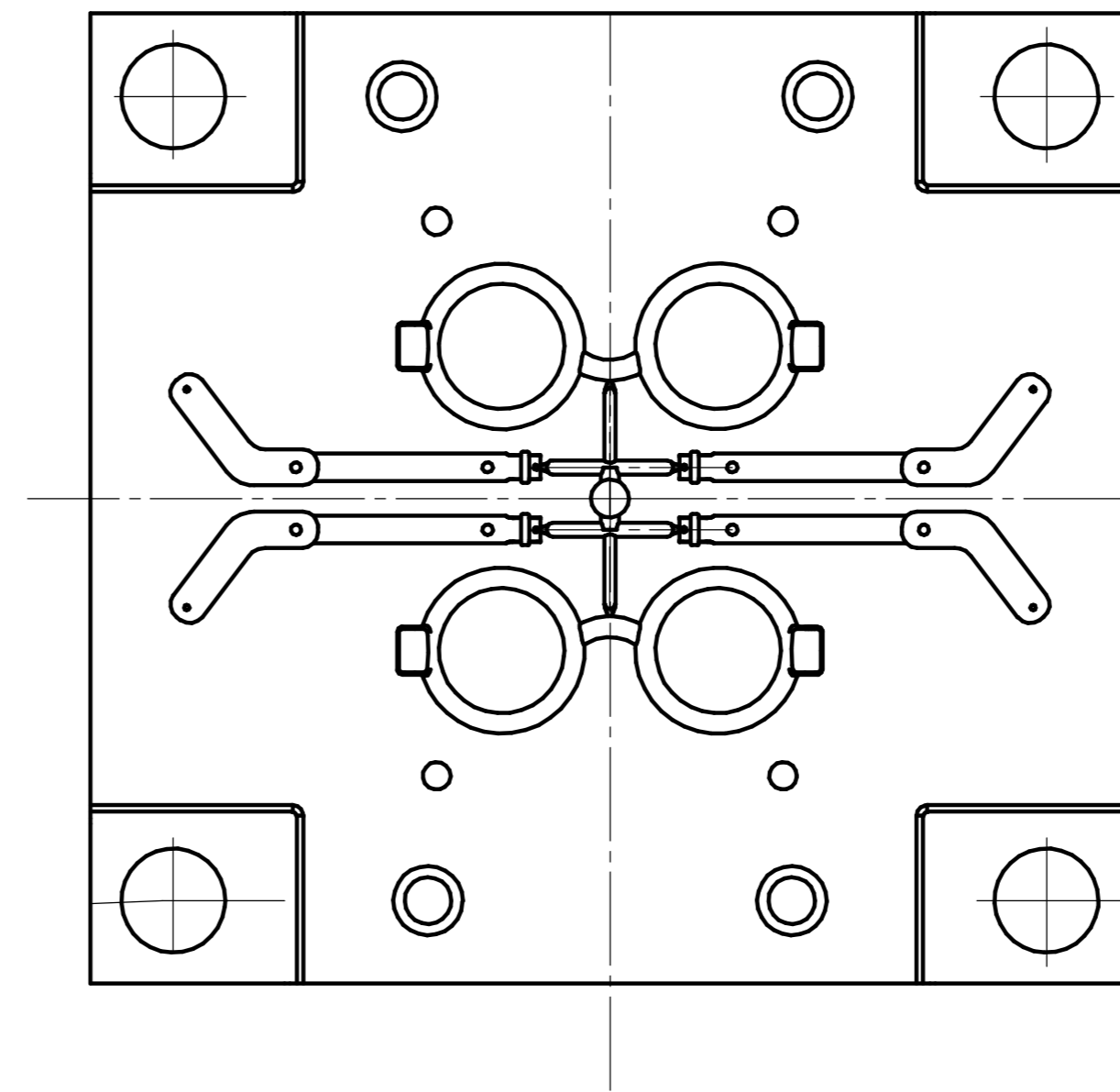
ДП.ПМЖМ-0139.00.00.000 СК				Лист	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Н	Масштаб
Разрад	Николачук М			Лист	Листов 1
Пробв	Овідасі З. М.			ІФНТЧНГ	
Т.контр.					
Н.контр.					
З.тв.					

Карта наладки в конструктивному виконанні для обробки на верстаті AGIE COMPACT 3

Деталь до обробки



Деталь після обробки

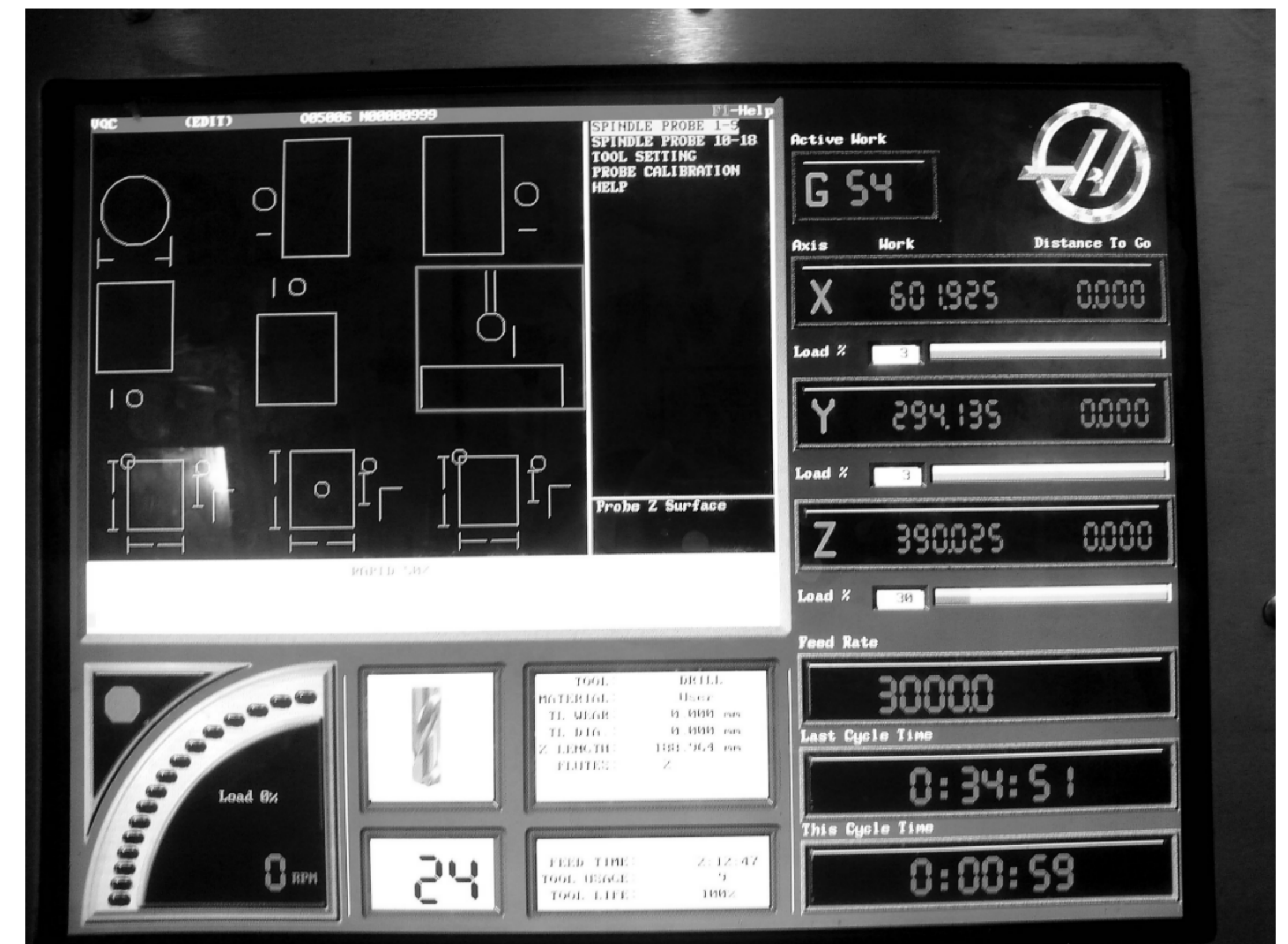
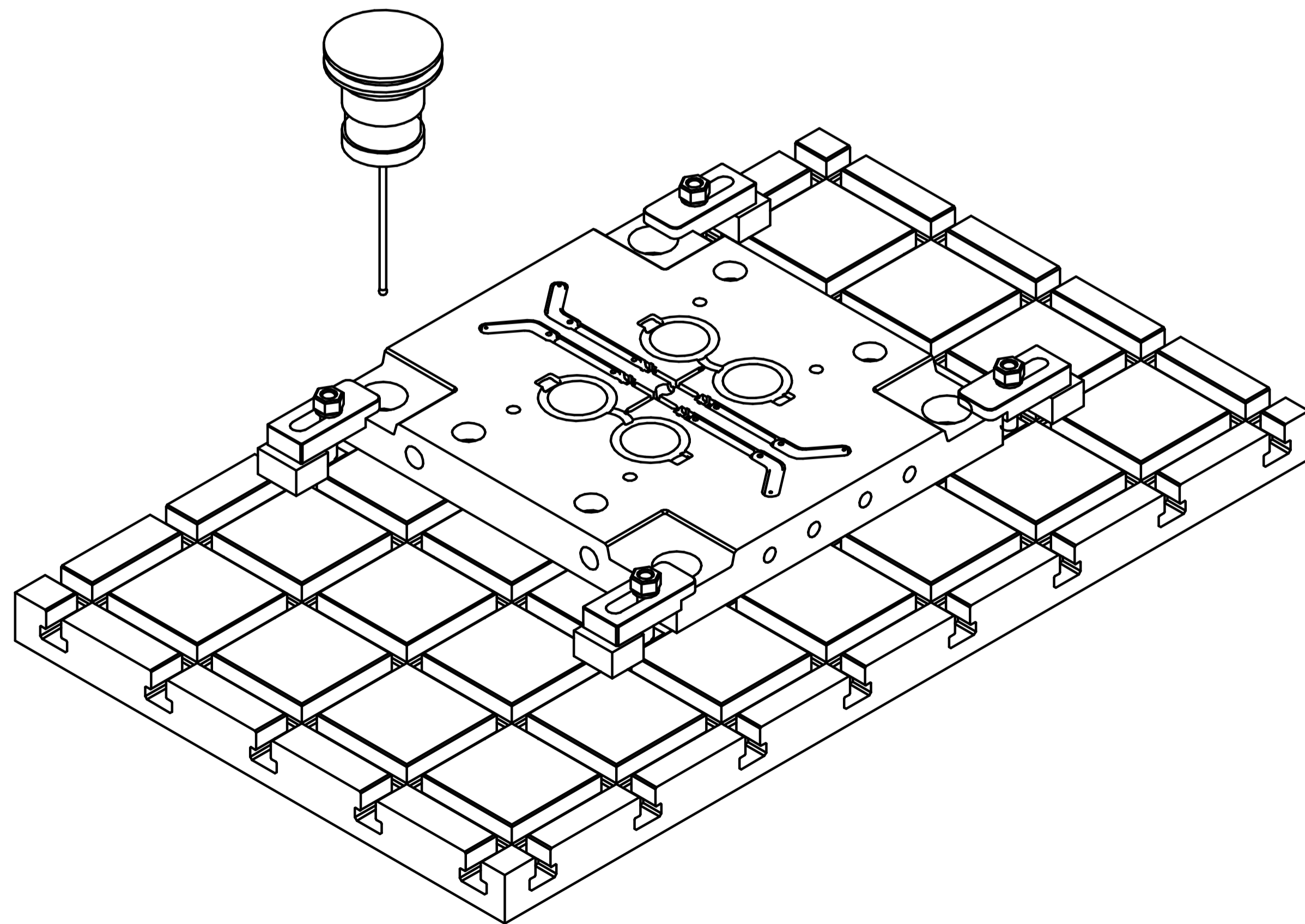
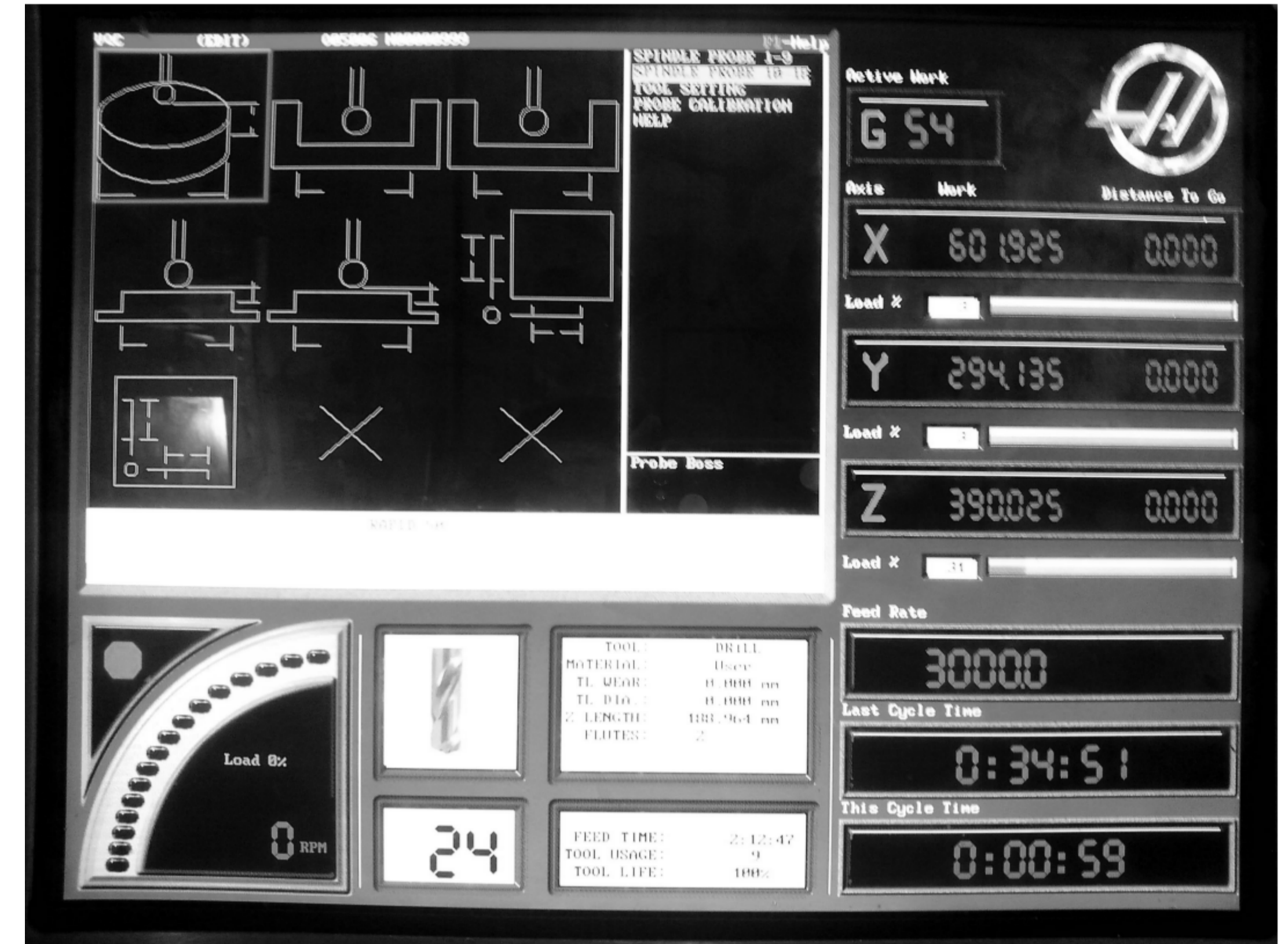


1*Розміри для довідок

Електроерозійна	Електроерозійний верстат	Пристрій спеціальний	393311 Штангенциркуль шц.-1-125 01 ГОСТ 166-73 xxxx Шаблон спеціальний ДПВП.000	3	Електрод спеціальн	36	193,75	0,17	250	634	692,36
Вилалка поверхонь 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122.	AGIE COMPACT 3			2	Електрод спеціальн	12	20,7	1,75	250		
				1	Електрод спеціальний	36	106,25	0,34	250		
Найменування і короткий зміст	Обладнання (тип і модель)	Пристрій або допоміжний інструмент	Вимірний інструмент	№ п/п на карті	Найменування і короткий зміст	L (мм)	S (мм2)	V (м/хв)	U(B)	To (хв)	Tg (хв)
					Ріжущий інструмент						

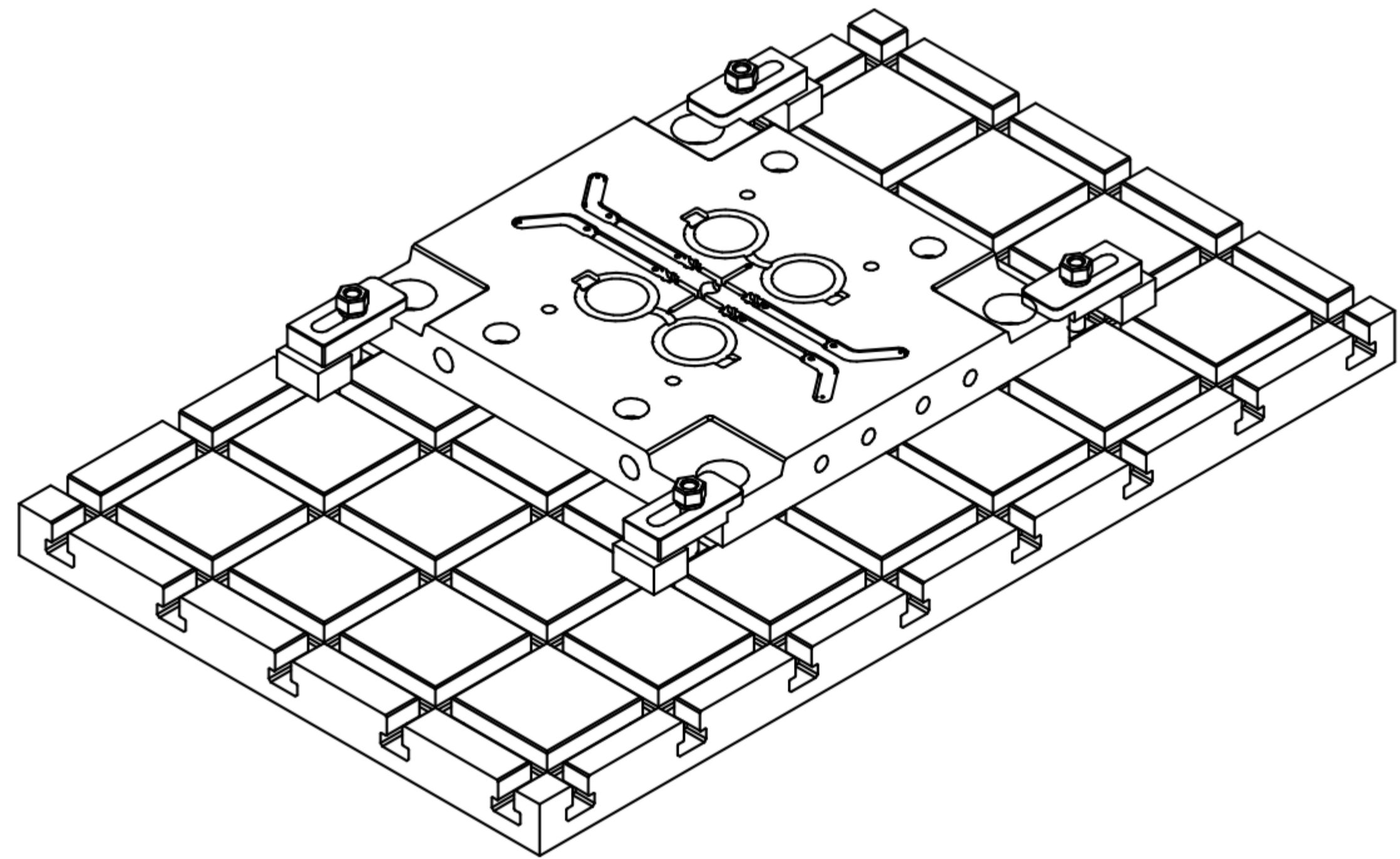
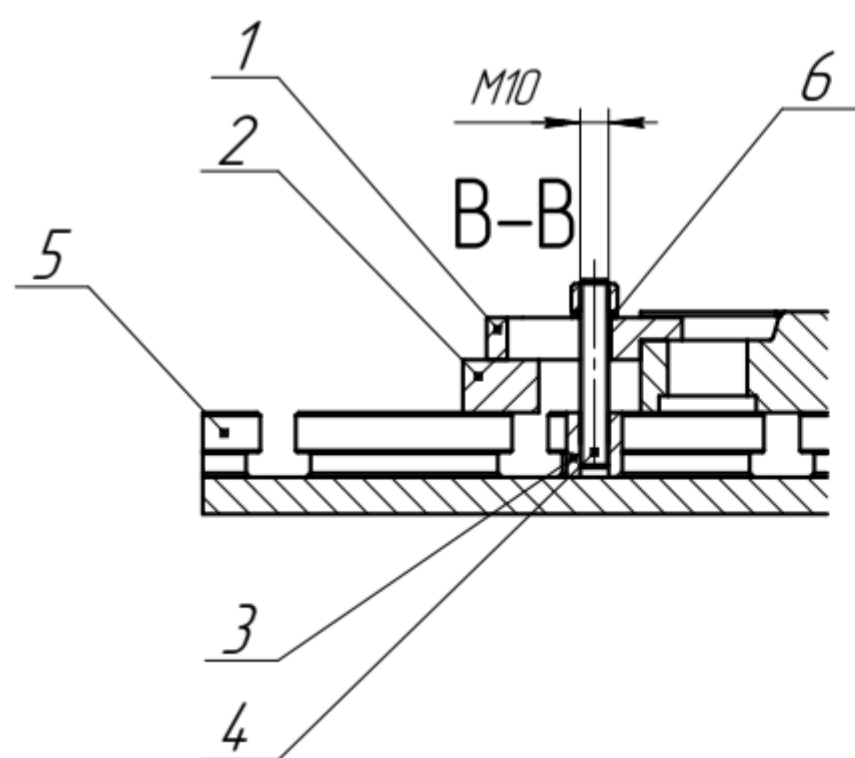
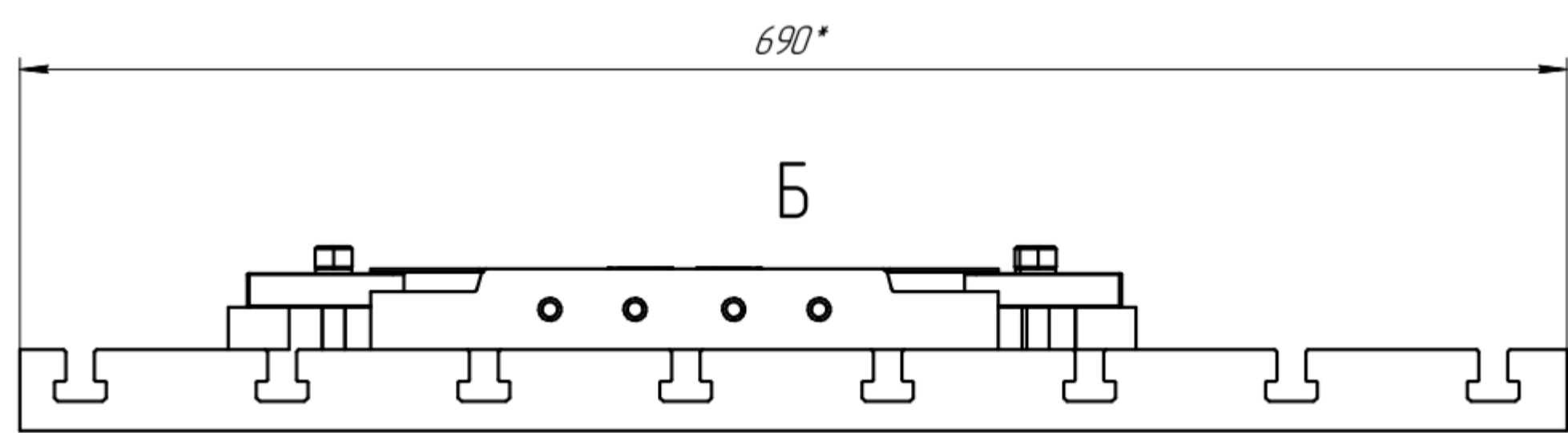
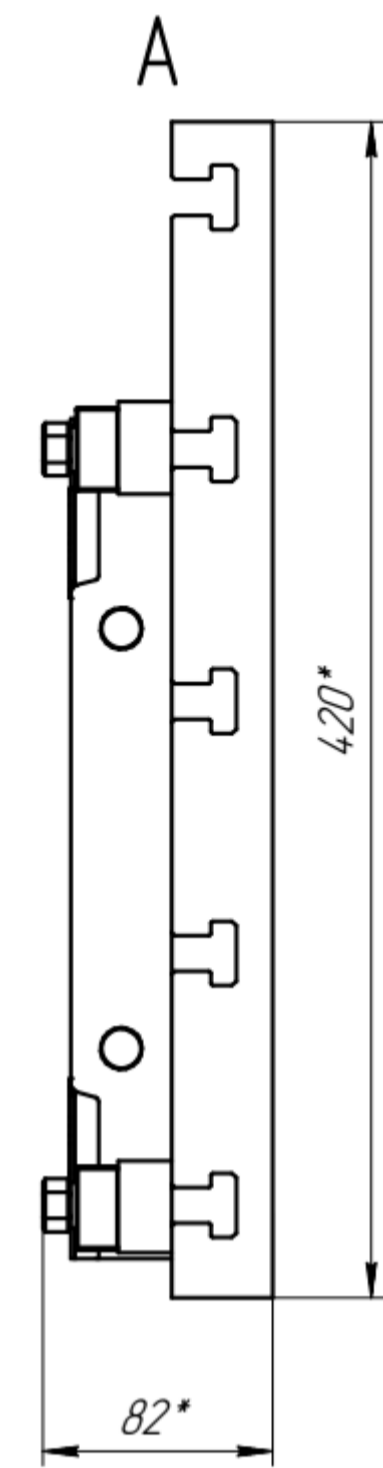
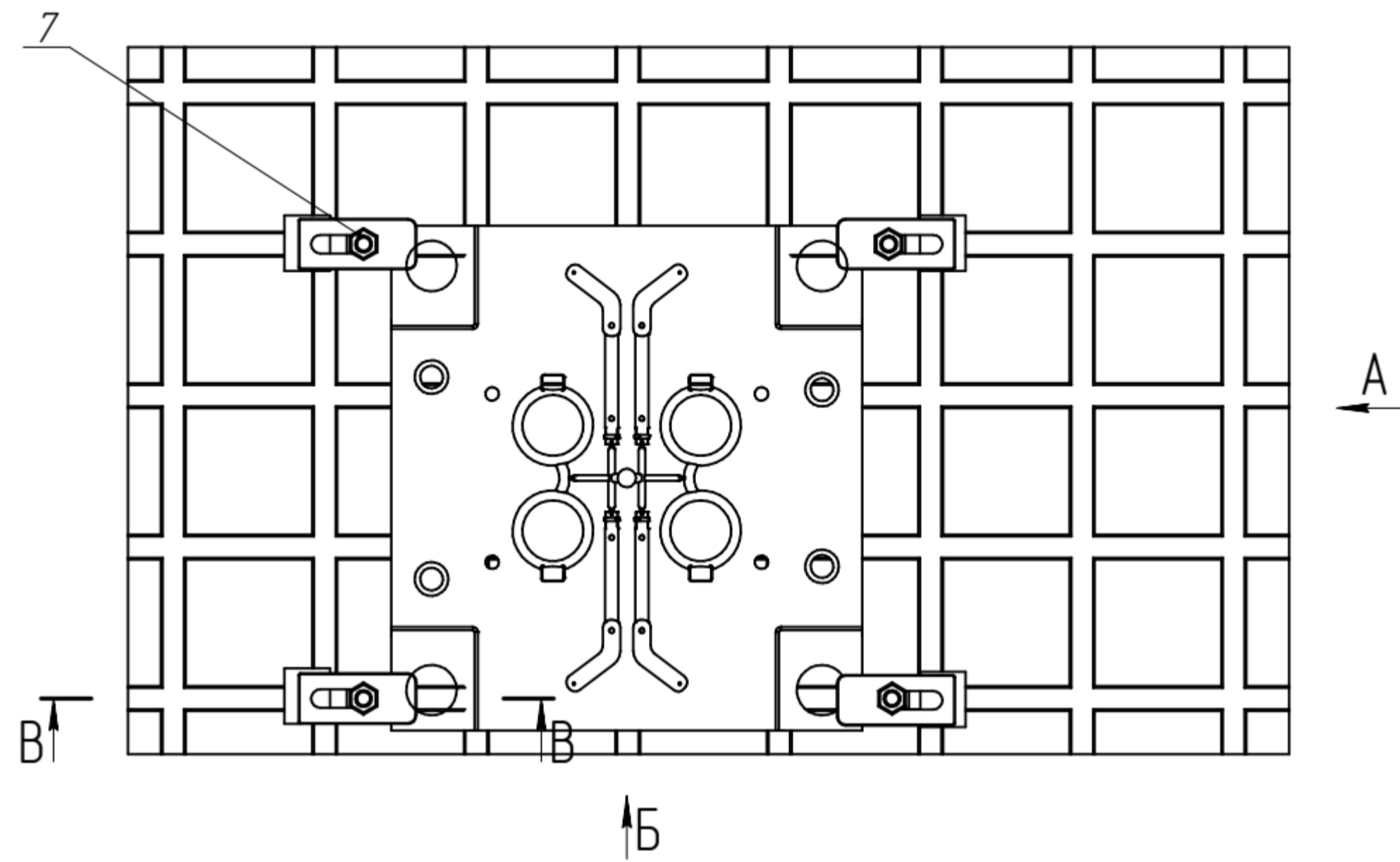
ДП.ПМЖМ-0139.000.04.00 СК				Лист	Масштаб
Відк. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Карта наладки	1:2
Разрад	Николачук М			Лист	Листов 1
Проб.	Одосі З.М			AGIE COMPACT 3	ІФНТУНГ
Т.контр.				Ланчук В.Г.	
Н.контр.	Одосі З.М				
Утв.	Ланчук В.Г.				

Стандартні шаблони для обміру деталі



				ДП.ПМЖМ-0139.000.06.00 СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.		Николачук М.				
Проб.		Одасю З.М.				
Т.контр.						
Исполн.		Одасю З.М.			Листов	
Утв.		Ланчук В.Г.			1	
						Формат А1

Лист 1 из 1
Лист 1 из 1
Лист 1 из 1
Лист 1 из 1
Лист 1 из 1



				ДП.ПМЖМ-0139.000.05.00 СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
		Разработ	Николачук М.			1,25
		Проб.	Одасю З.М.		Листов	1
		Т.контр.			1ФНТУНГ	
		И.контр.	Одасю З.М.			
		Утв.	Ланчук В.Г.			

Лист № 001
Лист № 002
Лист № 003
Лист № 004
Лист № 005
Лист № 006
Лист № 007
Лист № 008
Лист № 009
Лист № 010
Лист № 011
Лист № 012
Лист № 013
Лист № 014
Лист № 015
Лист № 016
Лист № 017
Лист № 018
Лист № 019
Лист № 020
Лист № 021
Лист № 022
Лист № 023
Лист № 024
Лист № 025
Лист № 026
Лист № 027
Лист № 028
Лист № 029
Лист № 030
Лист № 031
Лист № 032
Лист № 033
Лист № 034
Лист № 035
Лист № 036
Лист № 037
Лист № 038
Лист № 039
Лист № 040
Лист № 041
Лист № 042
Лист № 043
Лист № 044
Лист № 045
Лист № 046
Лист № 047
Лист № 048
Лист № 049
Лист № 050