

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

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

БЕВЗЮК Михайло Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК621.91
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі
Планка ПЛ 22.05.19.001 для умов середньо серійного типу виробництва»

(назва роботи)

бакалавр

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

М. Р. БЕВЗЮК

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Керівник: Зіновій Михайлович ОДОСІЙ к.т.н. професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри:

професор
(посада) (підпис) (дата)

В.Г. ПАНЧУК
(ініціали та прізвище)

Рецензент:

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

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

м.Івано-Франківськ
2024 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Освітній рівень - бакалавр
Спеціальність 131-Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. ПАНЧУК В.Г. _____

«___» _____ 20__ року

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

БЕВЗЮК Михайло Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі Планка ПЛ 22.05.19.001 для умов середньо серійного типу виробництва»

Керівник: Зіновій Михайлович ОДОСІЙ к.т.н. професор кафедри КМВ

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

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

2. Строк подання студентом роботи 20 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі,тех.процесмех.обробки деталі, тип виробництва середньосерійний

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

1.Конструкторсько-технологічний аналіз 2.Проектування технології виготовлення деталі 3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

4.Конструювання та розробка пристрою 5.Конструювання та розрахунок ріжучого інструменту

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)1.Креслення деталі і заготовки-1арк.фор.А1.

2.Карта технологічних налагоджень-1арк. фор.А1

3.Складальне креслення пристроїв-1арк.фор.А1

4. Керуюча програма для верстата з ЧПК1арк.фор.А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	З.М.ОДОСІЙ к.т.н. проф.кафедри КМВ	25. 01.2024	25. 01.2024
2			
3			

7. Дата видачі завдання 25.01.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Конструкторсько-технологічний аналіз	20.03.2024	
	Проектування технології виготовлення деталі	01.04.2024	
	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	21.04.2024	
	Проектування технологічної оснастки	19.05.2024	
	Оформлення графічного матеріалу	30.05.2024	
	Оформлення технічної документації	18.06.2024	

Студент БЕВЗЮК М.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи ОДОСІЙ З.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Перелік основних позначень і скорочень, символів і одиниць

Скорочення:

с. – сторінка;

р. – рік;

рр. – роки;

мін. – мінімум;

мах. – максимум;

абс. – абсолютне;

відн. – відносне;

т. т. – тобто;

і т. д. – і так далі;

і т. ін. – і таке інше;

див. – дивись;

номін. – номінальне;

гран. відх. - граничне відхилення.

РЕФЕРАТ

Тема бакалаврської дипломної роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі **Планка ПЛ 22.05.19.001** для умов середньо серійного типу виробництва»

Склад бакалаврської роботи: пояснювальна записка виконана на 60 сторінках, включає 30.рисуноків, 11таблиць, 5.додаток і графічна частина (5 арк. ф. А1)

Мета бакалаврської дипломної роботи - полягає в тому щоб для деталі **Планка ПЛ 22.05.19.001**, на основі типового технологічного процесу розробити свій технологічний процес. При цьому користуватись нормативною технічною літературою

В технологічній частині проекту описано технологічний процес виготовлення **Планка ПЛ 22.05.19.001**, зокрема;

- описані призначення і конструкція планки дано аналіз технологічності його конструкції;
- проведено аналіз типового варіанту технологічного процесу виготовлення планки і запропоновані напрями його поліпшення;
- вибрано спосіб отримання заготовки;
- вибрані засоби технологічного оснащення, описані їхні технологічні можливості;
- вибір ріжучих, вимірювальних і допоміжних інструментів, верстатних пристосувань, а так само розрахунок операційних припусків та режимів різання все це обґрунтовано в даній бакалаврській роботі.;
- оформлено комплекс технологічних документів виготовлення планки з картами налагодження технологічних операцій.
- досягнення поставленої мети здійснюється за рахунок більш економічної заготовки, високопродуктивних верстатів з ЧПК та зменшення кількості операцій; Застосовано модернізовані засоби технологічного оснащення та різальних інструментів. Це дало змогу підвищити якість процесу механічної обробки планки.

Для розробки керуючої програми була використана комп'ютерна САМ-система SprutCAM 2007. Для реалізації завдань графічної частини бакалаврської роботи використовувалось програмне середовище КОМПАС – 3D.

Ключові слова: *технологічність конструкції, технологічний процес, планка, пристрій, заготовка, механічна обробка, припуски, граничне відхилення, абсолютне , мінімум, максимум, точність, параметри шорсткості , операція, інструмент*

ABSTRACT

Topic of the bachelor's thesis: "Technological process of manufacturing the **Plank PL 22.05.19.001** part for conditions of medium series production"

The composition of the bachelor's work: the explanatory note is made on 60 pages, includes 30 figures, 11 tables, 5. appendix and a graphic part (5 sheets of A1 format)

The purpose of the bachelor's thesis is to develop your own technological process for a certain part of Plank PL 22.05.19.001, based on a typical technological process. At the same time, use normative technical literature

In the technological part of the project, the technological process of manufacturing **Plank PL 22.05.19.001**, in particular;

- the purposes and design of the bar are described, an analysis of the manufacturability of its design is given;

- the analysis of a typical version of the technological process of the production of the bar was carried out and directions for its improvement were proposed;

- the method of receiving the workpiece is selected;

- selected means of technological equipment, their technological possibilities are described;

- the choice of cutting, measuring and auxiliary tools, machine tools, as well as the calculation of operating allowances and cutting modes, all this is substantiated in this bachelor's work.;

- a complex of technological documents for the production of the bar with maps of the adjustment of technological operations was drawn up.

- the achievement of the set goal is carried out at the expense of more economical procurement, high-performance machines with CNC and reducing the number of operations; Modernized technological equipment and cutting tools are used. This made it possible to improve the quality of the process of mechanical processing of the bar.

The computer CAM system SprutCAM 2007 was used to develop the control program. The KOMPAS - 3D software environment was used to implement the tasks of the graphic part of the bachelor's thesis.

Key words: *technological design, technological process, bar, device, workpiece, mechanical processing, allowances, limit deviation, absolute, minimum, maximum, accuracy, roughness parameters, operation, tool*

Зміст

Вступ.....	4.
1. Технологічна частина	
1.1 Аналіз, конструкція та призначення деталі.....	5
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	6
1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії.....	9
1.3.1 Обґрунтування заданого типу виробництва.....	9
1.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	10
1.4.1 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовок.....	10
1.5 Розробка проектно-технологічного процесу.....	13
1.5.1 Технічні вимоги на виготовлення деталі і методи їх забезпечення.....	13
1.5.2 Обґрунтування вибору баз.....	14
1.5.3. Вибір технологічного обладнання та технологічної оснастки.....	16
1.5.4 Засоби технологічного оснащення.....	20
1.5.5 Вибір маршруту і операції обробки деталі.....	22
2. Розробка операційного технологічного процесу.....	23
2.1 Визначення міжопераційних припусків та міжопераційних розмірів.....	23
2.2 Визначення режимів різання.....	28
2.3 Визначення норм часу	32
3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.....	35
4. Конструкторська частина	46
4.1 Конструювання та розробка одного пристрою.....	46
4.1.1 Опис роботи пристрою на операцію 010.....	46
4.1.2 Розрахунок сил затиску.....	47
4.1.3 Розрахунок пристрою на точність.....	53
4.1.4 Вимоги з техніки безпеки	54
4.2 Розрахунок та конструювання різального інструменту.....	55
Висновок	59
Перелік використаної літератури.....	60
Додатки:	

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бевзюк М.Р.			Технологічний процес виготовлення деталі Планка ПЛ 22.05.19.001 для умов середньо серійного типу виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Одосій З.М.						
Реценз.						ІФНТУНГ ПМ-20-1		
Н. Контр.		Одосій З.М.						
Затв		Панчук В.Г.						

Вступ

Серед галузей промисловості провідне місце займає машинобудування. Це визначається тим, що всі процеси в матеріальному виробництві, транспорті, будівництві та сільському господарстві пов'язані з використанням машин різного призначення. Конструкції машин безперервно вдосконалюються згідно з вимогами виробництва та експлуатації, а також на основі впровадження ефективних результатів науково-технічних досліджень, появи нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм і властивостей.

Створення нових машин, які відповідали б сучасним вимогам, пов'язане з потребою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів машинобудівного профілю, здатних розв'язувати питання розрахунків, конструювання, виробництва та експлуатації виробів високого технічного рівня. Підготовка молодих фахівців у цьому напрямку здійснюється на базі вивчення фундаментальних загальноосвітніх, загально інженерних і спеціальних дисциплін, серед яких окреме місце займає курс технології машинобудування.

Основним завданням цієї наукової дисципліни є розвиток знань, що забезпечують безперервне удосконалення технологічних методів виробництва та підвищення продуктивності праці в машинобудуванні. Напрямок технології машинобудування визначається завданням отримання машин високої якості, які виготовляються при найменшій собівартості, мінімальній витраті матеріалів, організації праці безпечної та полегшеної в максимально можливій мірі. Розробка таких технологічних процесів пов'язана з доцільним вибором і створенням більш досконалого технологічного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробництва, приведенням техніко-економічних обґрунтувань та виконанням проектно-конструкторських розробок. Разом з цим ставиться завдання максимального скорочення термінів побудови та впровадження технологічних процесів, у результаті чого прискорюється застосування нової техніки на стадії виготовлення виробів.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1. Технологічна частина

1.1 Аналіз, конструкція та призначення деталі

Деталь Планка ПЛ-22.05.19.001 виготовляється із сталі 45 ГОСТ 1050-88, яка повністю відповідає призначенню деталі. У деталі виконаний отвір Ø70Н9 для посадки підшипника та паз закритий для базування іншої деталі у вузлі, отвір Ø22 та Ø40 призначений для базування іншої деталі вузла до деталі. Виступи висотою 2 мм призначені для базування самої «Планки». На торці деталі є отвір Ø12 він призначений для подачі масла. Усі поверхні мають твердість, яка забезпечує сталь 45 без додаткових ХТО та ТО. Деталь Планка ПЛ-22.05.19.001 виготовляється із сталі 45ГОСТ 1050-88, при відсутності, її можна замінити сталями: сталь 40Х, сталь 45Г. сталь 45ХН. Даний матеріал переважно служить для виготовлення: шестерень, зубчастих коліс, циліндрів, валів, шатунів, зірочок і.т.д.

Хімічний склад сталі 45ГОСТ 1050-88 наведений у таблиці 1. Механічні властивості у таблиці 2.

Таблиця 1 Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88

С %	Si %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не більше, %					
0.42-0.50	0.17-0.37	0.50-0.80	0.25	0.04	0.034	0.25	0.25	0.08

таблиця 2 Механічні властивості сталі 45

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю НВ, не більше	Границя міцності при розтягу, σв МПа	Межа текучості, σт МПа	Відносне видовження, δ, %
Сталь 45	229	590	350	16

с. 142 [11]

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь Планка ПЛ-22.05.19.001 відноситься до призматичних деталей. Креслення виконано правильно і технологічно про це свідчить ряд факторів. Правило розмірного ланцюга витримано та показані всі необхідні розрізи, перерізи та вигляди для повного розуміння конструкції деталі. Проставлені всі розміри та загальна шорсткість. Вказані технологічні параметри, радіуси заокруглення під вихід інструменту. На кресленні проставлена загальна шорсткість та по Ra = 12,5 мкм та не вказані граничні відхилення H14, h14, ±IT14/2. Твердість деталі забезпечується механічними властивостями матеріалу з якого вона виготовляється і додаткових ТО чи ХТО проводити не потрібно. Визначаємо технологічність деталі по трьох показниках – коефіцієнту уніфікації, точності і шорсткості, для цього зводимо таблицю 3.

таблиця 3-Розрахунок технологічності деталі

№ поверхні	Точність, квалітет	Шорсткість, клас	Уніфіковані поверхні
1	2	3	4
1 – 2	14	12,5(3)	2
3	14	12,5(3)	-
4	14	12,5(3)	-
5	14	12,5(3)	-
6	14	12,5(3)	-
7	14	12,5(3)	-
8	9	0,8(7)	-
9	14	12,5(3)	-
10	14	12,5(3)	-
11 – 12	14	1,6(6)	2
13	14	12,5(3)	-

продовження табл. 3

1	2	3	4
14 – 15	14	12,5(3)	2
16 – 17	14	12,5(3)	2
18 – 19	14	12,5(3)	2
20	14	50(2)	-
21	14	12,5(3)	-

1. Визначаємо коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_y \Sigma}{Q_\Sigma}; \text{ де } Q_y \Sigma -$$

Сума уніфікованих поверхонь, Q_Σ - загальна кількість поверхонь.

$$K_y = \frac{10}{21} = 0.48 \text{ р } 0.6,$$

де 0,6 – мінімальний показник уніфікації.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

2. Визначаємо коефіцієнт точності:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}; \text{ де } A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum n};$$

де $\sum Ani$ - сума добутку кількості поверхонь одного квалітету на даний квалітет,

$\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$A_{cp} = \frac{20 \cdot 14 + 1 \cdot 9}{21} = 13,76,$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{13,76} = 0.93 \text{ ф } 0.8$$

де 0,8 – мінімальний показник точності.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

3. Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}; \text{ де } B_{cp} = \frac{\sum Bni}{\sum n};$$

де $\sum Bni$ - сума добутку кількості поверхонь одного класу шорсткості на даний клас,

$\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$B_{cp} = \frac{1 \cdot 7 + 2 \cdot 6 + 17 \cdot 3 + 1 \cdot 2}{21} = 3,43,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,43} = 0,29 \text{ f } 0,16;$$

де 0,16 – мінімальний показник шорсткості.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

Дана деталь технологічна за двома показниками, а саме по показнику точності і шорсткості, це значить, що вона не складна у виготовленні.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії.

13.1 Обґрунтування заданого типу виробництва.

Середньосерійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою виробів, які виготовляються великими партіями, а також порівняно великими об'ємами випуску. При середньосерійному виробництві використовують як і універсальне, спеціальне, а інколи і спеціалізоване обладнання. Середньосерійне виробництво характеризує:

- Оснастка використовується спеціальна, часто УЗД. В нашому випадку оснастка спеціальна на фрезерних та свердлильних операціях
- Ріжучий та вимірний інструмент переважно стандартизований, але частково і використовують і спеціалізований. Для нашої деталі різальний інструмент стандартний, а вимірний інструмент спеціальний для контролю проміжних розмірів деталі, а також спеціальні шаблони для контролю фасок.
- Не потрібно високої кваліфікації робітників оскільки робітник закріплений за однією операцією довший час. Для обробки даної деталі розряд робітника переважно третій.

Визначаємо партію деталей.

В залежності від маси деталі типу виробництва задаємо програму випуску та приймаємо для середньо-серійного типу виробництва та масою деталі більше 2 кг, програма випуску становить $N = 10000$ штук. Ст. 24 табл. 3 [1].

Визначаємо партію за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_y},$$

де n – операційна партія, t – необхідний запас заготовок, для середньосерійного типу виробництва $t = 5$.

Φ_y – число робочих днів у році, приймаємо $\Phi_y = 251$ дні.

$$n = \frac{10000 \cdot 5}{251} = 199 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію рівною 200 штук.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

1.4.1 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовок.

Для розрахунку заготовки для призматичних деталей найкраще використовувати прокат та штамповку в закритих плоских штампах. Оскільки деталь не велика то використовуємо КГШП. Для нашого випадку враховуючи конфігурацію деталі та її габаритні розміри вибираємо заготовку штамповка.

Розраховуємо заготовку

Вибираємо КГШП. Форма штампа плоска.

- Вибираємо точність штамповки – Т3, с.28 [4].
- Визначаємо теоретичну масу штамповки,

$$C_p = C_d \cdot K_p,$$

- де C_d - маса деталі, K_p - коефіцієнт – 1.5, тоді

$$C_p = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ кг}$$

- Визначаємо групу сталі – М2, для сталі з вмістом вуглецю 0,35-0,65% с.8 [4].
- Визначаємо степінь складності штамповки для цього знаходимо об'єм квадрату і його масу за формулою

$$M_k = a \cdot v \cdot l \cdot \rho,$$

де a - ширина описаного паралелепіпеда

$$a = 82 \cdot 1.05 = 86,1 \text{ мм},$$

v - висота описаного паралелепіпеда

$$v = 24 \cdot 1.05 = 25,2 \text{ мм},$$

l - довжина описаного паралелепіпеда

$$l = 176 \cdot 1.05 = 184,8 \text{ мм},$$

ρ - густина матеріалу -7,8 т/м³

$$M_u = 86,1 \cdot 25,2 \cdot 184,8 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 3,13 \text{ кг}.$$

Визначаємо степінь складності за формулою

$$C = \frac{C_d}{M_u} = \frac{2}{3,13} = 0,64.$$

Степінь складності – С1 с.30 [4].

Знаходимо вихідний індекс – 9 с.10 [4].

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Конфігурація штампа плоска .

Припуски на розміри штамповки с.13 т.3[4].

на діаметральні розміри:

$$65 - 1,3 \cdot 2 = 62,4 \text{ мм}$$

на довжини штамповки:

$$176 + 1,5 + 1,5 = 179 \text{ мм}$$

$$82 + 1,3 + 1,3 = 84,6 \text{ мм}$$

$$24 + 1,3 + 1,0 = 26,3 \text{ мм}$$

$$134 + 1,5 = 135,5 \text{ мм}$$

$$41 + 1,3 = 42,3 \text{ мм}$$

- Мінімальні радіуси заокруглення с.15 т.7 [2]. $R=2,0 \text{ мм}$.
- Визначаємо допуски с.17-19 т.8 [2].

на діаметри: $62,4^{+0,5}_{-1,1}$,

на лінійні розміри:

$$179^{+1,4}_{-0,8}, \quad 84,6^{+1,1}_{-0,5}, \quad 26,3^{+0,8}_{-0,4}, \quad 135,5^{+1,3}_{-0,7}, \quad 42,3^{+0,9}_{-0,5},$$

- Визначаємо масу штамповки. Згідно програми «Компас V16- 3D» теоретична маса штамповки становить 2,47 кг
- Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K = \frac{M_o}{M_s} = \frac{2}{2,47} = 0,81.$$

- Розрахунки заносимо в таблицю таблиця 4
таблиця 4 – розміри штамповки деталі

№	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
6	Ø65	1,3x2	0,5	1,1	Ø62,4 ^{+0,5} _{-1,1}
1 – 2	176	1,5+1,5	1,4	0,8	179 ^{+1,4} _{-0,8}
18 – 19	82	1,3+1,3	1,1	0,5	84,6 ^{+1,1} _{-0,5}
11 – 3	24	1,3+1,0	0,8	0,4	26,3 ^{+0,8} _{-0,4}
1 – 6	134	1,5	1,3	0,7	135,5 ^{+1,3} _{-0,7}
18 – 6	41	1,3	0,9	0,5	42,3 ^{+0,9} _{-0,5}

Визначаємо собівартість заготовки і виконуємо креслення штамповки
 рисунок 1 :

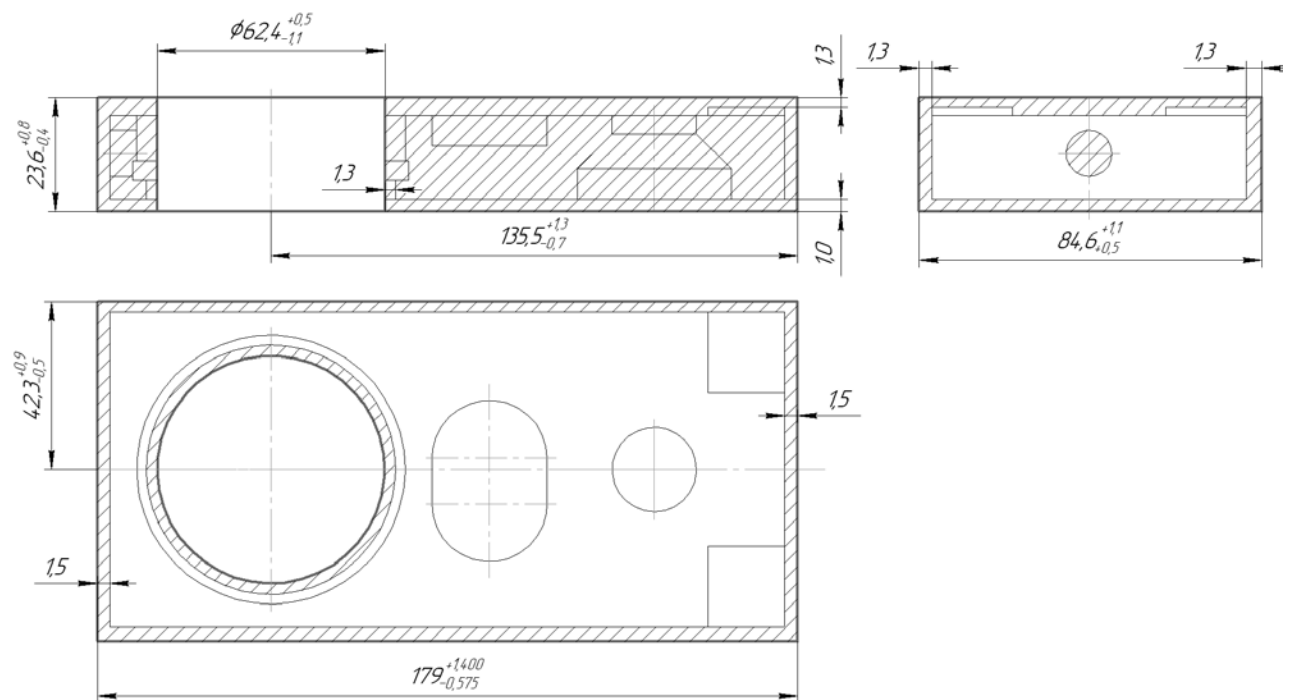


Рисунок 1 – Штамповка деталі

$$S_z = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_z \right) - (M_z - M_d) \cdot \frac{S_g}{1000},$$

де С – вартість 1т заготовки (4200 грн),

S_g - вартість 1т стружки (160грн).

$$S_z = \left(\frac{4200}{1000} \cdot 2,47 \right) - (2,47 - 2) \cdot \frac{160}{1000} = 576,1 \text{ грн.}$$

- Технічні умови на виготовлення заготовки штамповки:

- 1 Радіуси закруглень $R=2$
- 2 Гранична величина зміщення по верхній роз'єму до 0,2
- 3 Допустима величина заусенця по контуру пуансона 1,0
- 4 Граничні , відхилення від прямолінійності 0,5
- 5 Допуск радіусів закруглень 0,5
- 6 Штампувальні нахили 5^0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1.5 Розробка проектно-технологічного процесу

1.5.1 Технічні вимоги на виготовлення деталі і методи їх забезпечення

Технічні вимоги та методи їх забезпечення заносимо в таблицю 5

таблиця 5 Технічні вимоги та методи їх забезпечення

№ п/п	Технічні вимоги	Методи забезпечення	Засоби контролю
1	2	3	4
1	H14; h14; $\pm IT14/2$	Механічна обробка	Вимірний інструмент контактного вимірювання
2	Загальна шорсткість Rz 12,5	Механічна обробка	Вимірний інструмент контактного вимірювання

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1.5.2 Обґрунтування вибору баз

При виборі технологічних баз слід дотримуватись наступних правил:

1. Деталь повинна зручно встановлюватись на верстаті та зніматись з нього.
2. Базові поверхні повинні мати достатні розміри для забезпечення стійкості деталі в процесі обробки.
3. Деталь повинна як найменше деформуватись під дією сил різання, затиску та власної ваги.
4. Необроблені поверхні, як бази повинні використовуватись тільки на перших операціях з метою оброблення чистових баз.
5. За чорнову базу рекомендується приймати поверхню з найменшими припусками.
6. Час на установку та зняття деталі повинні бути як найменшими.
7. Повинен зберігатись принцип суміщення баз по всіх операціях якщо це можливо.

Деталь Планка ПЛ-22.05.19.001 являє собою призматичне тіло.

Технологічними чорновими базами будуть зовнішня поверхні 18 - 19 та торець деталі 1, з цієї бази ми обробляємо поверхні 18 та 19 . При фрезеруванні поверхні 1 – 2 базами будуть поверхні 1 – 2 та торець 18 . При фрезеруванні поверхні 3 та обробці отвору $\varnothing 40$ та $\varnothing 20$ базою буде поверхня 11 – 12 та торець 18 та 1. При фрезеруванні поверхні 7 та обробці отворів $\varnothing 65$ $\varnothing 70$ та пазу 20 базами будуть поверхня 3 , торці 18 – 19 та торець 1. При обробці отвору $\varnothing 12$ базою буде поверхня 7 , торець 1 та поверхні 18 – 19 .

При шліфуванні поверхонь 11 - 12 базою буде поверхня 3 та торці 1 та 18.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

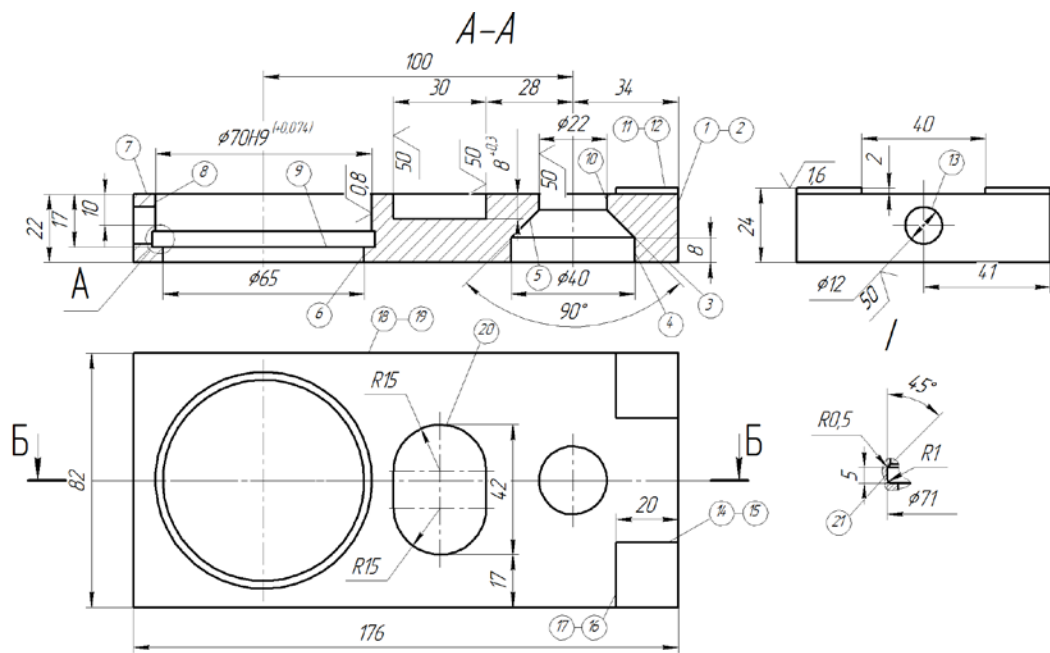


Рисунок 2– Нумерація деталі

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Лист

15

1.5.3. Вибір технологічного обладнання та технологічної оснастки.

Для обробки площин для даної деталі, судячи з розмірів та габаритів деталі вибираємо вертикально-фрезерний верстат 6P13

Основні характеристики:

Розміри робочої поверхні стола мм:	250x1000
Найбільше переміщення стола мм:	
Повздожне	630
Поперечне	300
Вертикальне	350
Число швидкостей шпинделя	16
Частота обертання шпинделя xv^{-1}	80-2500
Повздожня, поперечна подача стола мм/хв	0,1-4800
Вертикальна подача стола мм/хв.	0,1-4800
Потужність електродвигуна кВт	5,5
Габаритні розміри мм	4000x2000x2220
Маса кг	2760

Для обробки отворів використовуємо вертикально-свердлильний верстат з ЧПК моделі 2P135Ф2

Найбільший умовний діаметр свердління мм:	35
Робоча поверхня стола мм	400x710
Найбільша відстань від торця шпинделя до стола мм	600
Виліт шпинделя мм	450
Найбільший хід шпинделя мм	560
Конус Морзе шпинделя	4
Число швидкостей шпинделя	9
Частота обертів шпинделя xv^{-1}	45-2000
Потужність електродвигуна кВт	3,7
Габаритні розміри мм	1800x2170x2700

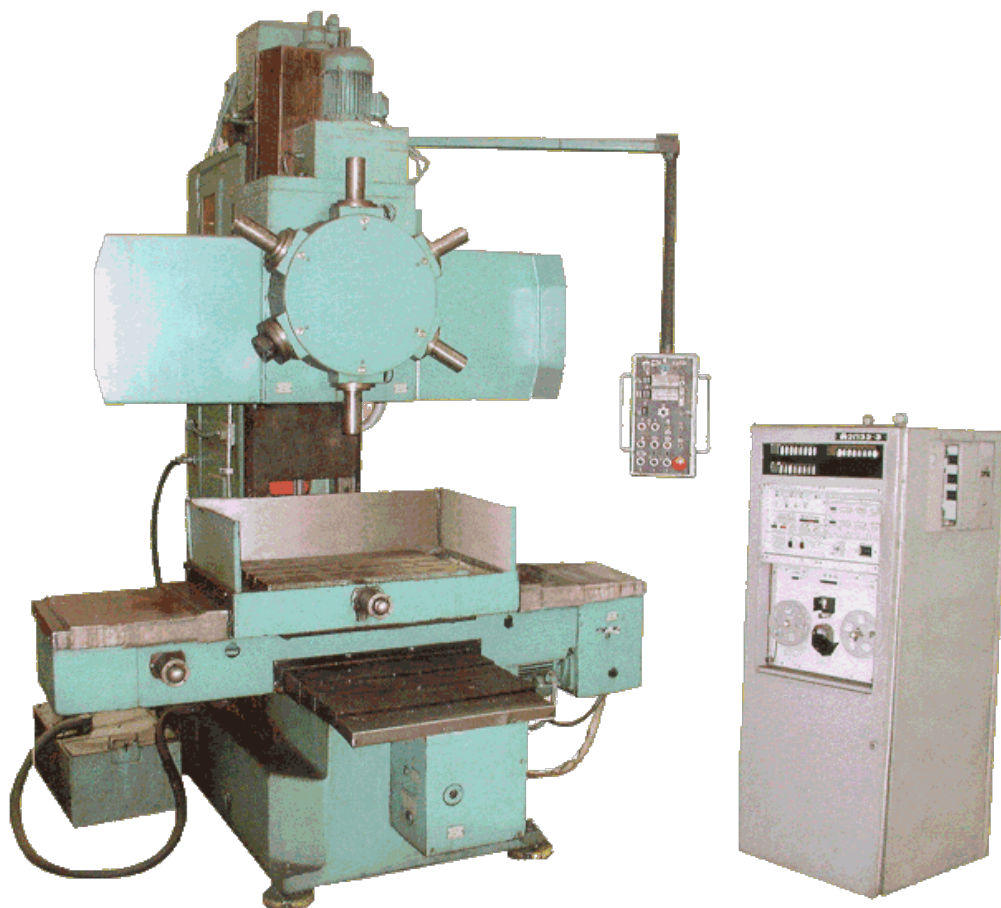


Рисунок 3 Вертикально-свердильний верстат з ЧПК моделі 2P135Ф2

Для шліфування площин використовуємо плоскошліфувальний верстат моделі JPSG-0618H

Основні характеристики:

Станина верстата виготовлена з високоякісного чавуну з товстими стінками і посиленими ребрами жорсткості, що забезпечують високу жорсткість конструкції верстата і зниження вібрації. Шпиндель спирається на радіально-упорний кульковий підшипник і однорядний роликовий підшипник, встановлені з попереднім натягом, і приводиться в дію за допомогою V-подібного ремня від двигуна 1,5 кВт, що дозволяє виконувати точні операції шліфування. Супорт і стіл верстата встановлені на точних подвійних V-подібних направляючих і плоских направляючих з покриттям антифрикційним матеріалом «TURCITE-B».

Ці направляючі мають канали автоматичної системи змащення направляючих призначених для запобігання їх зносу, збереження точності на більш тривалий термін і зниження вібрації. Збільшена колона і станина

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

створюють високу стабільність і жорсткість. Автоматична система мастила встановлена в стандартному виконанні, забезпечує достатнє змащення ходового гвинта і направляючих для більш тривалого терміну служби. Поперечне переміщення столу здійснюється двигуном для більш точного кроку подачі.

Модель	JPSG-0618H
Артикул 380 В	ІТА2А618
Розмір стола	152 x 460 мм
Макс. довжина поздовжнього шліфування	480 мм
Макс. довжина поперечного шліфування	168 мм
Макс. відстань вісь шпинделя-стіл	460 мм
Розмір електромагнітного стола	150 x 450 мм
Максимальне навантаження на стіл	45 кг
ПОЗДОВЖНЄ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТОЛА	
- гідроциліндр	480 мм
- вручну	510 мм
Швидкість переміщення стола, плавно	5 - 23 м/хв
ПОПЕРЕЧНЕ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТОЛА	
Автоматичне поперечне переміщення	1 - 10 мм
Макс. автоматичне поперечне переміщення	200 мм
Макс. ручне поперечне переміщення	215 мм
Поперечний хід стола за оберт маховика	5 мм
Ціна ділення ноніуса поперечного переміщення	0,02 мм
Переміщення шпинделя за оберт маховика	1 мм
Ціна ділення ноніуса вертикального переміщення	0,005 мм
ШПИНДЕЛЬ	
Частота обертання шпинделя	2850 об/хв
Діаметр шліфувального круга	203 мм
Ширина шліфувального круга	12,7 мм, макс.19
Отвір шліфувального круга	31,75 мм
ПОТУЖНІСТЬ	
Шпиндель	1,5 кВт S1100%
Гідростанція	0,75 кВт
Двигун поперечної подачі	0,04 кВт
Потужність двигуна переміщення супорта	0,04 кВт
Потужність загальна	2,25 кВт
Габаритні розміри (ДхШхВ) мм	1810 x 1135 x 1660
Маса	820 кг



Рисунок 4. Плоскошліфувальний верстат моделі JPSG-0618H

Для обробки пазів, розточки отворів та фрезерування використовуємо свердлильно-фрезерно-розточний верстат моделі 2254ВМФ4

Основні характеристики:

Розміри робочої поверхні стола, мм	630x400
Найбільша вага заготовки, кг	250
Найбільше переміщення стола: мм	
Поздовжнє	500
Поперечне	500
Переміщення шпиндельної бабки, вертикальне	500
Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола, мм	40-590
Місткість магазину інструментів, шт.	30
Число обертів шпинделя	б/с
Частота обертів шпинделя, об/хв	32-2000
Число робочих подач	б/с
Робоча подача, мм/хв	1-4000
Потужність двигуна, кВт	6,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Лист

19

1.5.4 Засоби технологічного оснащення

Для зручності подання інформації усі дані заносимо в таблицю 6

таблиця 6 - Засоби технологічного оснащення

№ оп.	Назва операції та зміст переходу	Технологічне оснащення
005	Заготівельна	
010	Вертикально-фрезерна	6P11
	А Встановити та закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Фрезерувати пов. 18 в розмір 83,3 (пакет із чотирьох деталей)	Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-00
	Б. Переустановити деталь	
	2. Фрезерувати пов. 19 в розмір 82 (пакет із чотирьох деталей)	Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-00
015	Вертикально-фрезерна	6P11
	А Встановити та закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Фрезерувати пов. 1 в розмір 177,5 (пакет із чотирьох деталей)	Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-00
	Б. Переустановити деталь	
	2. Фрезерувати пов. 2 в розмір 176 (пакет із чотирьох деталей)	Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-00
020	Свердлильно-фрезерно-розточна	2254ВМФ4
	А Встановити та закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Фрезерувати пов. 3 в розмір 25,3	Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-00
	2. Свердлити отвір 10 Ø22 на прохід	Свердло 2301-0076 ГОСТ 10903-87
	3. Розсвердлити отвір 4 та 5 з утворенням фаски	Свердло-зенківка спеціальне

продовження таблиці 6

025	Свердлильно-фрезерно-розточна	2254ВМФ4
	А Встановити та закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Фрезерувати пов. 7, 14-15, 16-17 в розмір 22, 20 та 40	Фреза 2223-0019 ГОСТ 17026-01
	2. Фрезерувати паз 20 Ø30 глибиною 8 мм	Фреза 2235-0073 ГОСТ 9140-88
	3. Розточити отвір 6 до Ø 65 на прохід	Різець 1120-0042 Т5К10 ГОСТ 18871-93
	4. Розточити отвір 8 до Ø68 на довжину 17 мм	Різець 1120-0042 Т5К10 ГОСТ 18871-93
	5. Розточити отвір 8 до Ø69,5 на довжину 17 мм	Різець 1120-0042 Т15К6 ГОСТ 18871-93
	6. Розточити канавку 21 до Ø71 шириною 5 мм	Різець спеціальний
	7. Розвернути отвір 8 до Ø70Н9 на глибину 17 мм	Розвертка 2364-0711 Н9 ГОСТ 883-99
030	Вертикально-свердлильна з ЧПК	2Н135Ф2
	А Встановити та закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Свердлити отвір 13 Ø12 на прохід	Свердло 2301-0046 Ø11 Р18 ГОСТ 10903-87
035	Плоскошліфувальна	JP5G-0618Н
	А встановити і закріпити деталь	Пристрій спеціальний
	1. Шліфувати пов. 11 – 12 в розмір 24 шириною 42 мм	ПП 600Х100Х207 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1 кл А ГОСТ 2424-83
040	Контрольна	

1.5.5 Вибір маршруту і операції обробки деталі

таблиця 7 Технологічний процес механічної обробки деталі

№ операції	Назва та зміст операції	Модель верстату	Пристрій
1	2	3	4
005	Заготівельна	-	-
010	Вертикально-фрезерна (обробка розміру 82)	6P11	Пристрій спеціальний
015	Вертикально-фрезерна (обробка розміру 176)	6P11	Пристрій спеціальний
020	Свердлильно-фрезерно-розточний з ЧПК (обробка поверхні 3 та отвору Ø40 та Ø22)	2254BMФ 4	Пристрій спеціальний
025	Свердлильно-фрезерно-розточний з ЧПК (обробка поверхні 7 та отвору Ø65 та Ø70H9 та пазу 20)	2254BMФ 4	Пристрій спеціальний
030	Вертикально-свердлильна з ЧПК (обробка отвору Ø12)	2H135Ф2	Пристрій спеціальний
035	Плоско-шліфувальна (шліфування поверхонь 11 та 12)	JPSG-0618H	Пристрій спеціальний
040	Контрольна		

2. Розробка операційного технологічного процесу.

2.1 Визначення міжопераційних припусків та міжопераційних розмірів.

Досягнення необхідної точності та якості оброблюваних деталей передбачає реалізацію технологічного процесу механічної обробки, при якій з поверхні деталі знімається шар металу, що називається припуском.

Завищені припуски викликають перевитрату матеріалу на виготовлення деталей машин і потребують введення додаткових технологічних переходів, збільшують трудомісткість процесу обробки, витрату різального інструмента й електроенергії, підвищують собівартість обробки, ускладнюють досягнення необхідної точності обробки на налагоджених верстатах. При цьому може бути повністю знятий найбільш зносостійкий поверхневий шар заготовки.

Завищені припуски не забезпечують повного видалення дефектних поверхневих шарів, отримання необхідної точності оброблених поверхонь, збільшують кількість бракованих деталей. При цьому підвищується собівартість продукції. Тому призначення оптимальних припусків на обробку і технологічних допусків на розміри заготовок на всіх переходах має велике техніко-економічне значення.

Розрахунок припусків на механічну обробку внутрішньої циліндричної поверхні 8 – $\text{Ø}70\text{H}9^{(+0.074)}$

Спосіб отримання заготовки – штамповка.

Точність оброблюваної поверхні 9 квалітет.

Габарити оброблюваної поверхні $\text{Ø}70 \times 22$ мм.

Схема установки при обробці:

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

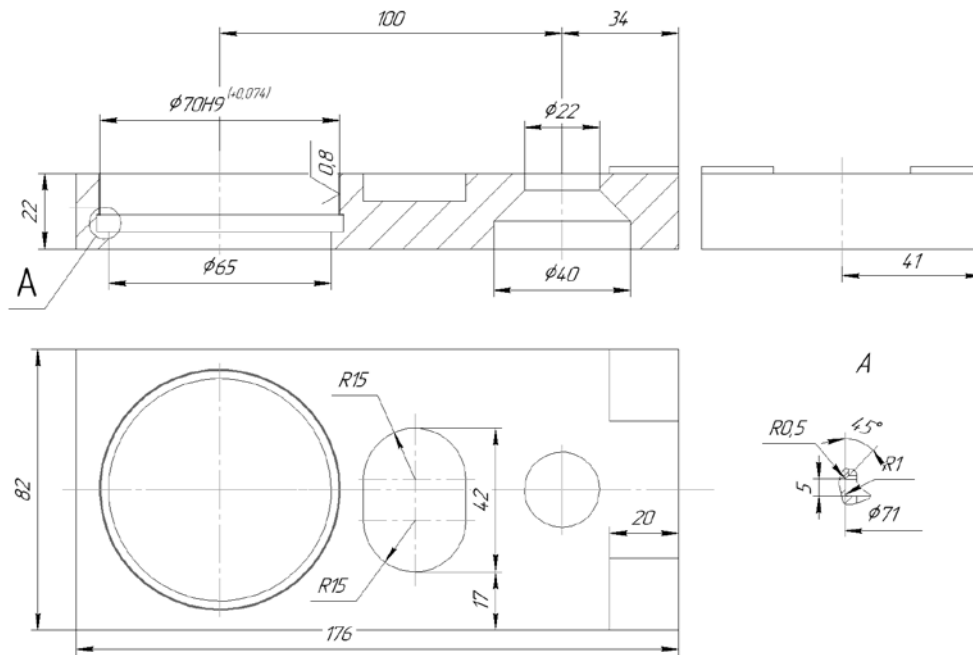


Рисунок 5. Схема установки при обробці:

- Чорнове розточування (Н14);
- Чистове точіння (Н12).
- Розвертання (Н9)

Двосторонній мінімальний припуск при обробці:

$$2 \cdot z_{\min i} = 2 \cdot (R_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1});$$

де R_{i-1} - висота мікро нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} - глибина дефектного шару на попередньому переході;

ρ_{i-1} - сумарне відхилення розміщення поверхні;

Заготовка $(R + h) = 160 + 250 = 410$ мкм. ([3], ст.63)

Сумарне відхилення:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{\zeta}^2 + \rho_{см}^2};$$

де короблення поверхні $\rho_k = \Delta_k \cdot l = 1 \cdot 22 = 22$ мкм = 0,022 мм ([3], ст.71)

Δ_{ζ} - удільна кривизна заготовки;

$$\rho_{\zeta} = \sqrt{\left(\frac{\delta_{\zeta}}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{1,6}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,838 \text{ мм};$$

δ_{ζ} - допуск на поверхні базові;

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$\rho_{cm} = 1\text{мм}; ([3], \text{ст.89})$$

$$\rho = \sqrt{0.022^2 + 0.838^2 + 1^2} = 1,40\text{мм};$$

Остаточне просторове відхилення:

$$\text{після чорнового розточування } \rho_1 = 0,06 \times 1400 = 84\text{мкм};$$

$$\text{після чистового розточування } \rho_2 = 0.04 \cdot 1400 = 56\text{мкм};$$

Розрахунок мінімальних значень припусків проводимо, користуючись основною формулою

$$2 \cdot z_{\min i} = 2 \cdot (R_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1});$$

Мінімальний припуск

під чорнове розточування

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (160 + 250 + 1400) = 2 \cdot 1810\text{мкм};$$

під чистове розточування

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (20 + 50 + 84) = 2 \cdot 154\text{мкм};$$

під розвертання

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (10 + 0 + 56) = 2 \cdot 66\text{мкм};$$

Розрахунковий розмір d_δ

$$d_{p2} = 70,074 - 0.232 = 69,842\text{мм};$$

$$d_{p2} = 69,842 - 0.308 = 69,534\text{мм};$$

$$d_{p3} = 69,534 - 3,620 = 65,914\text{мм};$$

Найбільші граничні розміри :

$$d_{\max 0} = 70,074 - 0.074 = 70\text{мм};$$

$$d_{\max 1} = 69,842 - 0.30 = 69,542\text{мм};$$

$$d_{\max 2} = 69,534 - 0.74 = 68,794\text{мм};$$

$$d_{\max 3} = 65,914 - 1,6 = 64,314\text{мм};$$

Граничні значення припусків z_{\max}^{np} визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів і z_{\min}^{np} - як різницю найменших граничних розмірів попереднього і теперішнього переходів:

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} = 70 - 69,542 = 0,458 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} = 69,542 - 68,794 = 0,748 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 1}^{np} = 68,794 - 64,314 = 4,48 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 70,074 - 69,842 = 0,232 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 69,842 - 69,534 = 0,308 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 1}^{np} = 69,534 - 65,914 = 3,62 \text{ мм};$$

Загальні припуски $z_{0\min}$ і $z_{0\max}$ розраховуємо, сумуючи проміжні припуски:

$$2 \cdot z_{0\min} = 0,232 + 0,308 + 3,62 = 4,160 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{0\max} = 0,458 + 0,748 + 4,48 = 5,686 \text{ мм};$$

На інші поверхні деталі припуски і допуски приймаємо по ГОСТ 7505-84 і записуємо їх значення в таблицю 8.

Таблиця 8 – Припуски на механічну обробку

Технологічні переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий розмір		Допуск ТД, мкм	Граничні розміри, мм		Граничне значення припуску, мкм	
	Rz	h	ρ	2Zmin, мкм	dmin, мм		dmin	dmax	$2Z_{\min}^{\ddot{a}}$	$2Z_{\max}^{\ddot{a}}$
Заготовка	160	250			64,314	1600	64,314	65,914		
Розточування:										
чорнове	50	50	1400	3620	68,794	740	68,794	69,534	3620	4480
чистове	20	50	84	308	69,542	300	69,542	69,842	308	748
Розвертання	10	0	56	232	70	74	70	70,074	232	458

Розмір зовнішньої поверхні заготовки враховуючи ступінчастість отвору становить $\varnothing 62,4_{-1,1}^{+0,5}$

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

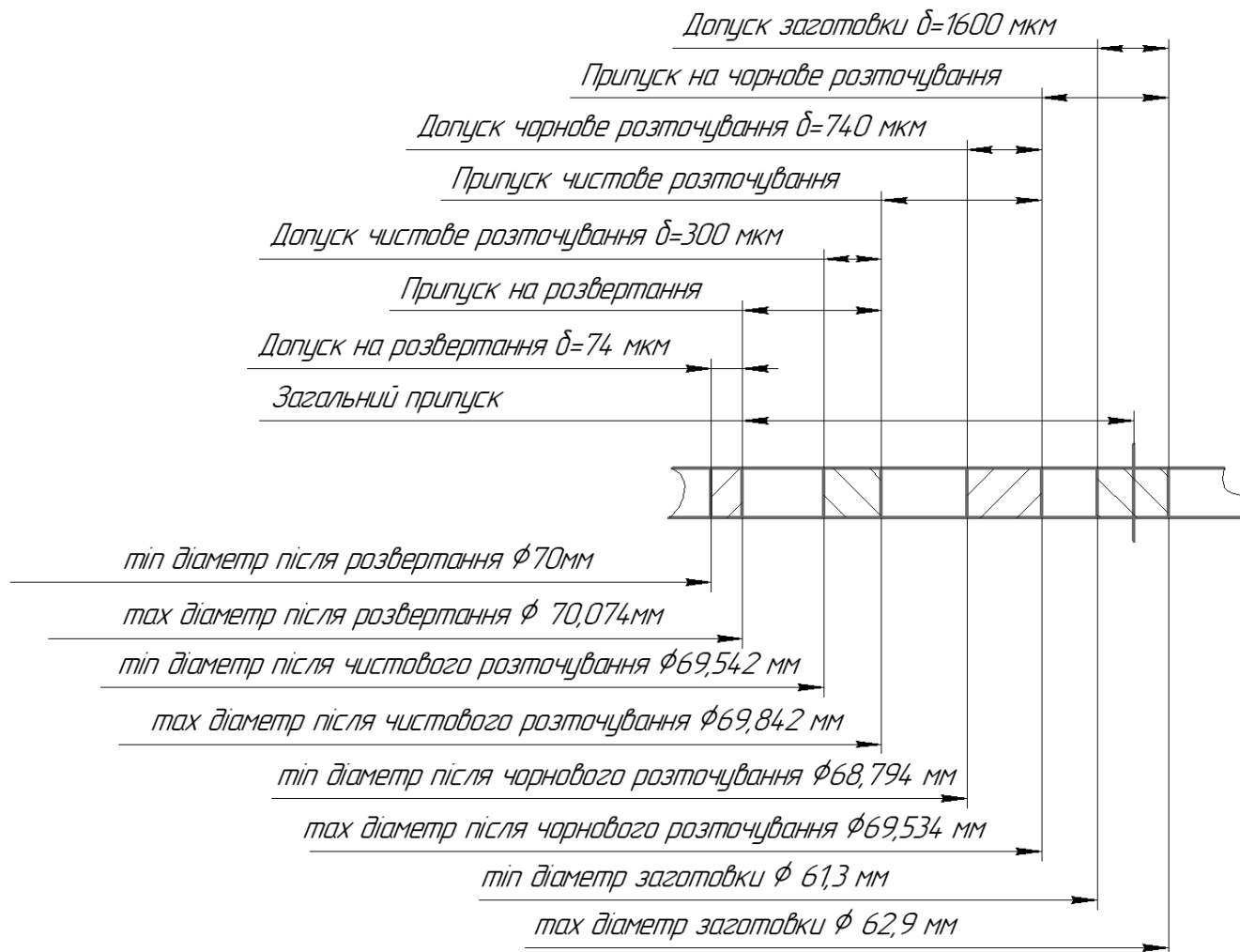


Рисунок 6 - Схема розміщення полів допусків для розміру $\text{Ø}70\text{H}9^{(+0.074)}$

2. 2 Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання на вертикально-свердлильну операцію з ЧПК 030 (для обробки отвору Ø12)

При обробці цієї поверхні на верстаті з ЧПК 2Н135Ф2 вибираємо свердло 2301-0046 Ø11 P18 ГОСТ 10903-77. Допоміжний інструмент Патрон 6150-0001 МН 1177-60:

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо величину подачі. $S_T = 0,14-0,16$ мм/об с103 К.41 [6].

Поправочні коефіцієнти $K_{I_s} = 1.0$.

3. Коректуємо по паспорту верстата та приймаємо $S = 0.14$ мм/об.

4. Знаходимо швидкість різання

$$V_{\text{різ}} = V_T K, V_T = 32 \text{ м/хв,}$$

5. поправочні коефіцієнти $K_{mv} = 1.0$, $K_{lv} = 1.0$, $K_{uv} = 1.0$.

Отже таблична швидкість рівна швидкості різання.

6. Знаходимо частоту обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32}{3.14 \cdot 12} = 849 \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректуємо знайдене значення по паспорту верстату і

Приймаємо $n_{\phi} = 800 \text{ хв}^{-1}$.

8. Знаходимо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_D = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 800}{1000} = 30.1 \text{ м / хв.}$$

9. Знаходимо потужність різання.

$$N_{\text{різ}} = 1,4 \text{ кВт. с106 К.43 [6].}$$

10. Провіряємо достатню потужність приводу верстату $N_{\text{дв.}} = 3,7$ кВт,

$\eta = 0,85$.

Повинна виконуватись рівність:

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{\text{де}} \cdot \eta \geq N_{\text{різ}}, \quad 3,7 \cdot 0,85 \text{ f } 1,4, \quad 3,14 \text{ f } 1,4.$$

Отже обробка можлива.

11. Визначаємо головну складову сили різання P_z , Н

$$P_0 = 10 C_p S D^q K_{MP}, \text{ де}$$

C_p – стала для оброблюваного матеріалу – 68,

S – подача – 0,14 мм/об,

D – діаметр свердла – 12 мм, і

показники степенів: $x = -$, $y = 0,9$, $q = 1,0$,

K_{MP} – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки (сталь 45)

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

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 0,14^{0,9} \cdot 12 \cdot 1 = 1835 \text{ Н}$$

12. Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 C_M S D^q K_{MP},$$

C_M – стала для оброблюваного матеріалу – 0,0345,

S – подача – 0,14 мм/об,

D – діаметр свердла – 12 мм, і

показники степенів: $x = -$, $y = 0,8$, $q = 1$,

K_{MP} – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки

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

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 12^1 \cdot 1 = 1,61 \text{ Н} / \text{м}$$

11. Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_{\text{маш}} = \frac{l + \Delta + Y}{S \cdot n} i,$$

де $l = 7 \text{ мм}$;

$\Delta + Y = 6 \text{ мм}$ – величина перебігу та врізання с376 [6].

i – кількість проходів, $i = 6$.

$$T_{\text{маш}} = \frac{7 + 6}{0,14 \cdot 800} \cdot 1 = 0,13 \text{ хв.}$$

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зведення таблиці режимів різання

таблиця №9

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Д (В) мм	t мм	L мм	i/a	табличне значення режимів різання			прийняті значення режимів різання				Література
							S мм/об	V м/хв	n ₁ хв.	S мм/об	V м/хв	n ₁ хв.	N кВ Т	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
010	1	Фрезерувати пов. 18	200	1,3	152	1/4	272	214	340	250	198	315	2,2	с.209 к 108 [6], с.212 к 109 [6], с.214-215 к.111 [6]
	2	Фрезерувати пов. 19	200	1,3	152	1/4	272	214	340	250	198	315	2,2	
015	1	Фрезерувати пов. 1	200	1,5	152	1/4	272	214	340	250	198	315	2,4	с.209 к 108 [6], с.212 к 109 [6], с.214-215 к.111 [6]
	2	Фрезерувати пов. 2	200	1,5	152	1/4	272	214	340	250	198	315	2,4	
020	1	Фрезерувати пов. 3	200	1,0	134	1	272	214	340	250	198	315	2,2	с. 103 к 41 [6], с. 106 к 43 [6], с. 105 к 42 [6], с. 147 К82 [6], с.209 к 108 [6], с.212 к 109 [6], с.214-215 к.111 [6]
	2	Свердлити отвір 10	22	11	29	1	82	22	318	80	22	315	2,4	
	3	Розсвердлити отвір 4 та 5	40	9	21	1	132	27	215	125	25	200	2,0	
025	1	Фрезерувати пов.7, 14–15, 16–17	40	3,3	192	3	128	108	860	125	100	800	2,9	с. 103 к 41 [6], с. 106 к 43 [6], с. 105 к 42 [6], с. 147 К82 [6], с.209 к 108 [6], с.212 к 109 [6], с.214-215 к.111 [6], 103 к 41 [6], с. 106 к 43 [6], с. 105 к 42 [6],
	2	Фрезерувати паз 20	30	8	48	1	58	63	668	50	59	630	3,6	
	3	Розточити отвір 6	65	1,3	26	1	150	104	509	125	102	500	1,6	
	4	Розточити отвір 8	68	2	21	1	135	104	487	125	96	450	2,0	
	5	Розточити отвір 8	69,5	0,75	21	1	126	144	659	125	137	630	1,0	
	6	Розточити канавку 21	71	5	6	1	40	88	394	40	89	400	1,8	
	7	Розвернути отвір 8	70	0,25	24	1	60	12	55	50	11	50	-	
030	1	Свердлити отвір 8	12	6	13	1	0,14	32	849	0,14	30	800	1,4	с103 К.41 [6], с106 К.43 [6], с376 [6].
035	1	Шліфувати пов. 11 – 12	42	1,3	50/1,3	1	0,01/30	40	300	0,01/30	40	300	2,2	с. 301 т 55 [8]

Розрахунок основного часу

таблиця №10

№ операції	№ переходу	Розрахункова формула	L (мм)	i/a	n (хв ⁻¹)	S мм/об	T _м (хв)	Література
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	1	$T_M = \frac{L}{S \cdot a} \cdot i$	152	1/4	315	250	0,15	С. 19 [6]
	2		152	1/4	315	250	0,15	
							0,30	
015	1	$T_M = \frac{L}{S \cdot a} \cdot i$	152	1/4	315	250	0,15	С. 19 [6]
	2		152	1/4	315	250	0,15	
							0,30	
020	1	$T_M = \frac{L}{S} \cdot i$	134	1	315	250	0,56	С. 19 [6]
	2		29	1	315	80	0,36	
	3		21	1	200	125	0,17	
							1,09	
025	1	$T_M = \frac{L}{S} \cdot i$	192	3	800	125	1,54	С. 19 [6]
	2		48	1	630	50	0,96	
	3		26	1	500	125	0,21	
	4		21	1	450	125	0,17	
	5		21	1	630	125	0,17	
	6		6	1	400	40	0,15	
	7		24	1	50	50	0,48	
						3,68		
030	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i$	13	1	800	0,14	0,13	С. 19 [6]
035	1	$T_M = \frac{Lh}{1000 \cdot V_o S_o q} \cdot K$	50/1, 3	1	300	0,01/ 30	0,30	с. 301 т 55 [5]

2.3 Визначення норм часу

Розраховуємо норми часу на вертикально-фрезерну операцію 010

1. З попередніх роз рахунків беремо основний час на дану операцію, він становить 0,30 хв.

2. Визначаємо допоміжний час.

2.1 Знаходимо час на установлення та зняття деталі:

$$t_{УСТ} = 0,22 \text{ хв. к16 л1 п1 с.54 [8].}$$

2.2 Знаходимо час зв'язаний з переходом і часи, які не ввійшли в комплекс:

$$t_{ПЕР} = 0,36 \text{ хв. к31 п2 с.108 [8].}$$

$$t_{НК2} = 0,06 \text{ хв. к31 п19 с.109 [8].}$$

$$t_{НК1} = 0,07 \text{ хв. к31 п16 с.109 [8].}$$

$$\sum t_{НК} = 0,07 + 0,06 = 0,13 \text{ хв.}$$

2.3 Знаходимо час на вимірювання:

$t_{ВИМ1} = 0,1 \text{ хв. к86 л7 п158 с.190 [8]$, знаходимо коефіцієнт періодичності вимірювання. $\kappa_{ВИМ1} = 0,3$ к86 л4 с.200,

Час на вимірювання буде становити:

$$t'_{вим} = t_{ВИМ1} \cdot \kappa_{ВИМ1} + t_{ВИМ2} \cdot \kappa_{ВИМ2} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ хв.}$$

2.4 Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей.

$$t'_{дон} = t_{УСТ} + t_{ПЕР} + t'_{вим} + \sum t_{НК} = 0,22 + 0,36 + 0,13 + 0,03 = 0,74 \text{ хв.}$$

2.5 Визначаємо величину коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей: $\kappa = 1,0$ к1 с.31 [8].

2.6 Допоміжний час на операцію буде становити:

$$t_{дон} = t'_{дон} \cdot \kappa = 1,01 \cdot 1,0 = 1,01 \text{ хв.}$$

3. Визначення оперативного часу:

$$t_{опер} = t_{осн} + t_{дон} = 0,30 + 0,74 = 1,04 \text{ хв.}$$

4. Визначення часу на обслуговування робочого місця:

$$t_{обсл} = \frac{a \cdot t_{опер}}{100} = \frac{3,5 \cdot 1,04}{100} = 0,04 \text{ хв. ,}$$

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де a - процент від оперативного часу. К32 с.110 [8].

5.Визначаємо час на відпочинок та особисті потреби:

$$t_{\text{відп}} = \frac{a \cdot t_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 1,04}{100} = 0,04 \text{ хв.}$$

де a - процент від оперативного часу К88 с.203[8].

6.Знаходимо величину штучного часу:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 1,04 + 0,04 + 0,04 = 1,12 \text{ хв.}$$

7.Визначаємо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{\text{нз}} = 16 \text{ хв к32 п7 с.111 [8];}$$

$$t''_{\text{нз}} = 7,0 \text{ хв к32 п24 с.111 [8];}$$

$$t_{\text{нз}} = t'_{\text{нз}} + t''_{\text{нз}} = 16,0 + 7,0 = 23 \text{ хв.}$$

8.Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу:

$$t_{\text{шт.к}} = \frac{t_{\text{нз}}}{n} + t_{\text{шт}} = \frac{23}{200} + 1,12 = 1,24 \text{ хв. ,}$$

де n – партія деталей.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Зведена таблиця рахунку норм часу

таблиця №11

№ операції	Назва операції	Модель верстата	з точн.; хв.	$\frac{T_{пз}}{n}$, хв.	Туст; хв.	Тпер; хв.	Твим; хв.	Тобс; хв.	Твідп; хв.	Тшиг; хв.	Тшт.к; хв.	Літе- ретура
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
010	Вертикально-фрезерна	6P11	0,30	24/200	0,22	0,36	0,03	0,04	0,04	1,12	1,24	к16 л1 п1 с.54 [8] к86 л7 п158 с.190 [8] к86 л4 с.200 с.31 [8] К32 с.110 [8] К88 с.203[8] к32 п7 с.111 [8] к32 п24 с.111 [8]
015	Вертикально-фрезерна	6P11	0,30	24/200	0,22	0,36	0,03	0,04	0,04	1,12	1,24	к31 п2 с.108 [8] к31 п16 с.109 [8] к31 п19 с.109 [8] к86 л7 п158 с.190 [8] к32 п24 с.111[8]
020	Свердлильно-фрезерно-розточна	2254ВМФ4	1,09	32/200	0,56			0,07	0,08	1,80	1,96	к31 п19 с.109 [8] к86 л7 п158 с.190 [8] к86 л4 с.200 с.31 [8]
025	Свердлильно-фрезерно-розточна	2254ВМФ4	3,68	36/200	0,64			0,17	0,19	4,68	4,86	К32 с.110 [8] К88 с.203[8] к32 п7 с.111 [8] к32 п24 с.111[8]
030	Вертикально-свердлильна з ЧПК	2Н135Ф2	0,13	22/200	0,24	0,12	0,08	0,02	0,02	0,61	0,72	к30п7с.106[8]; к30п24с.106[8]; к1с.31[8]. к86 л4 с.200 [8]. к29 п2с.102 [8]. к29п8 с.102 [8]. к31 п16 с.109 [8].
035	Плоскошліфувальна	JPSG-0618H	0,30	18/200	0,62			0,04	0,08	1,04	1,13	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8].

3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Деталь «Планка ПЛ-22.05.19.001» виготовляється з використанням свердлильно-фрезерно-розточного верстату з ЧПК моделі 2254ВМФ4. Для керування обробкою на фрезерній операції треба розробити керуючу програму. Використовуємо для цього САМ-систему SprutCAM. Вона призначена для створення керуючих програм для верстатів з ЧПК фрезерної і токарної груп.

Перед початком роботи в системі треба створити 3D моделі відповідно оброблюваної деталі та заготовки (рис. 7, 8). Отримані тривимірні моделі записуємо у універсальному форматі *.igs для того, щоб забезпечити можливість роботи в системі SprutCAM. Цей формат дозволяє використовувати моделі в різних системах проектування..

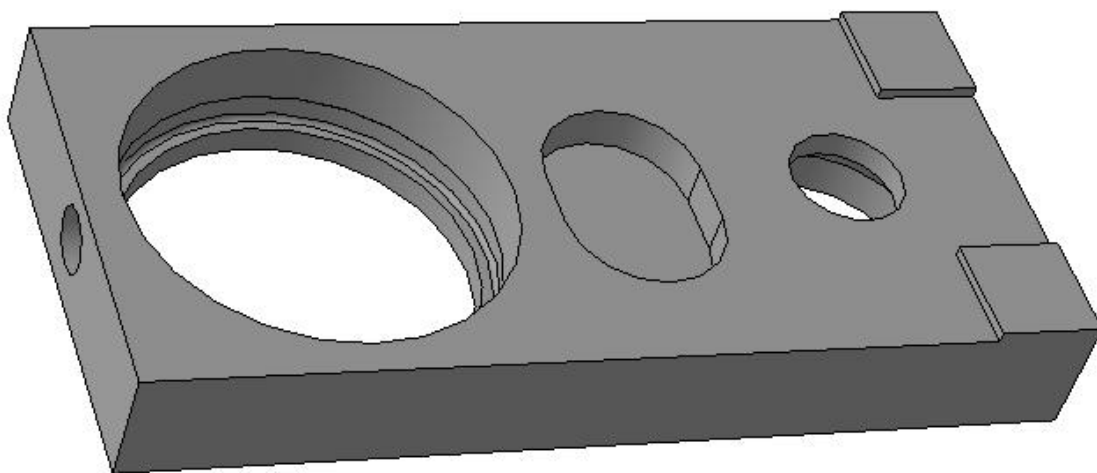


Рисунок 7– Тривимірна модель планки

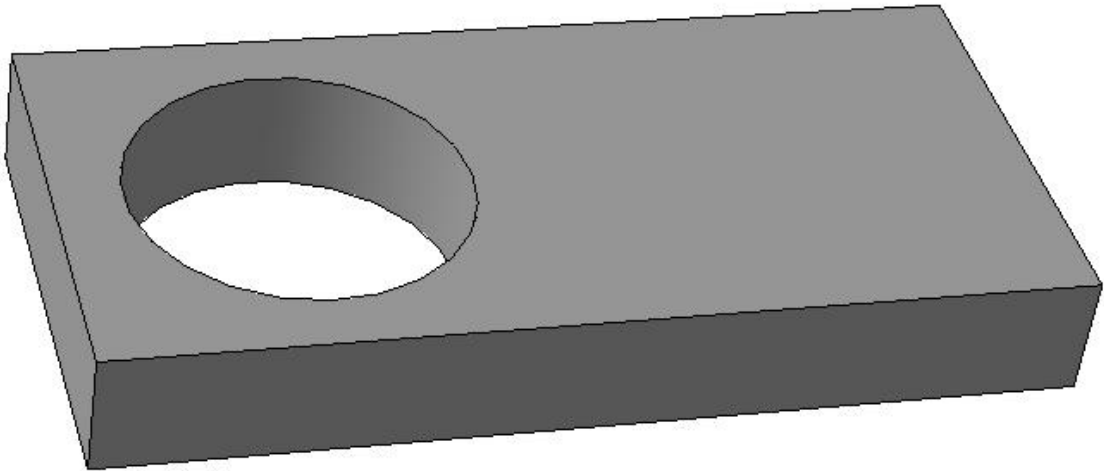


Рисунок 8 – Модель заготовки

Тип верстату для проектування керуючої програми – фрезерний верстат - задається на вкладці «Технологія» системи SprutCAM. Для врахування особливостей технологічного процесу обробки в ході проектування керуючої програми задаємо відповідні параметри в робочих завданнях для переходів (рис. 9-27).

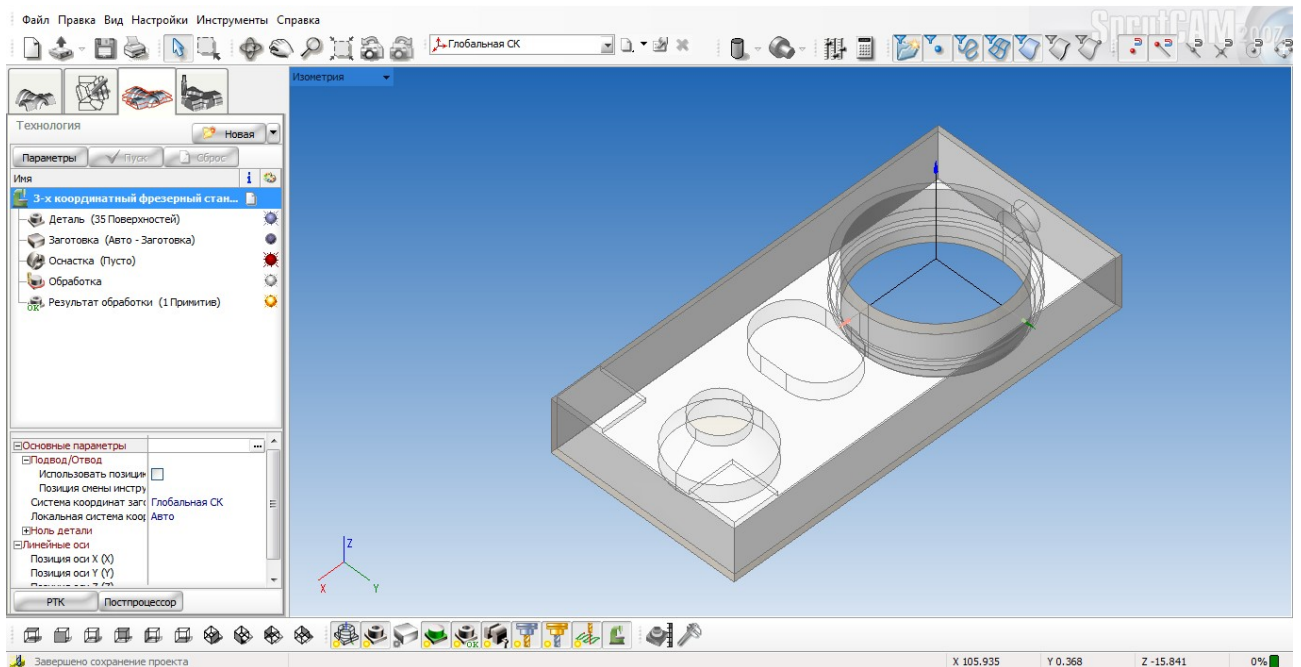


Рисунок 9 – Деталь і заготовка, завантажені в систему

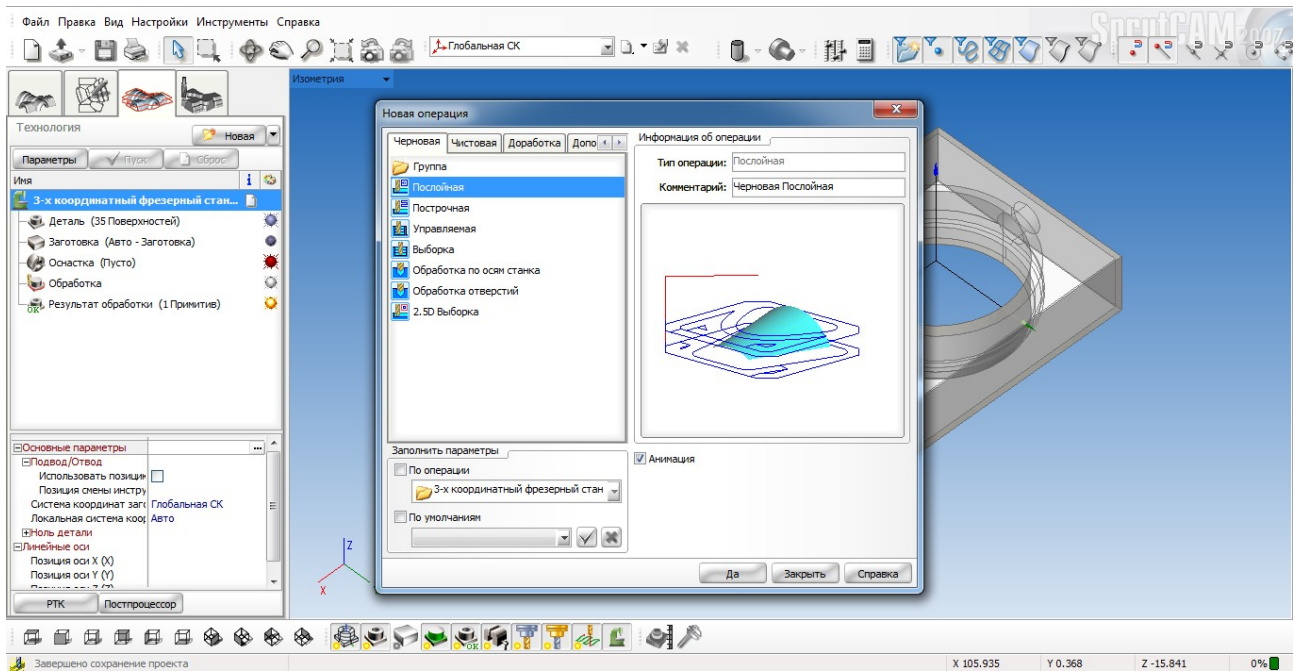


Рисунок 10 – Вибір чорнової операції

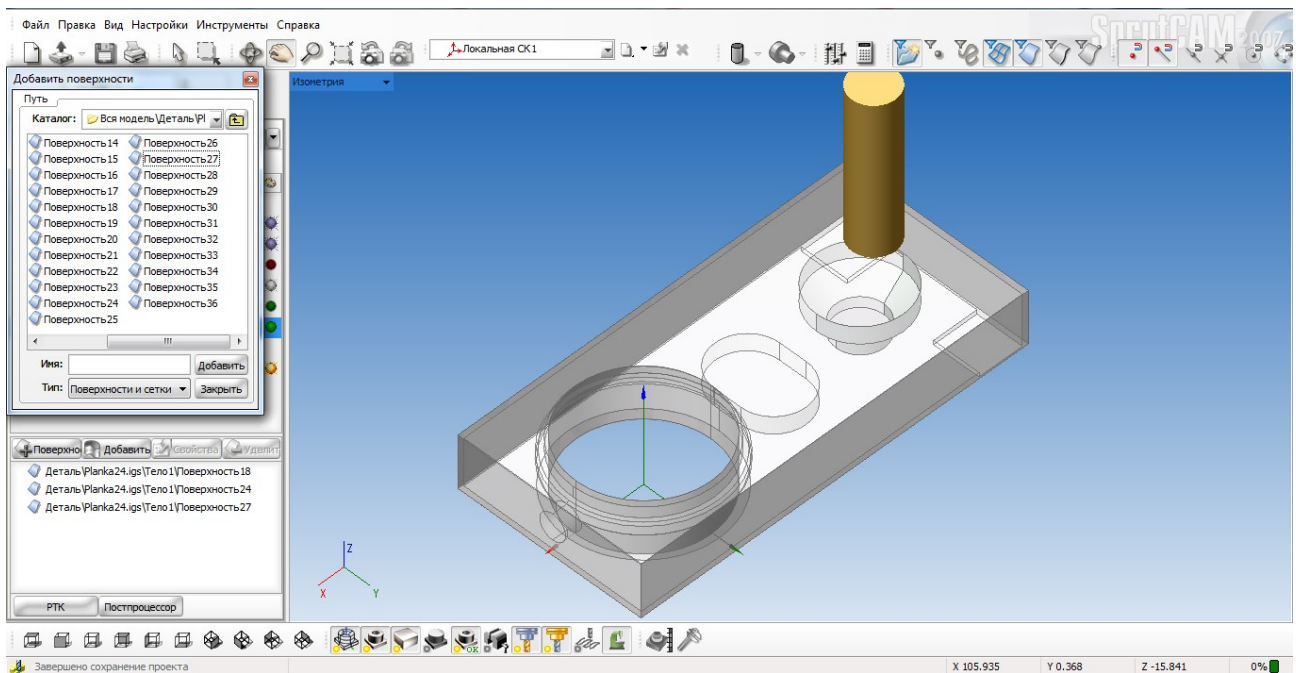


Рисунок 11 – Вибір поверхонь для обробки

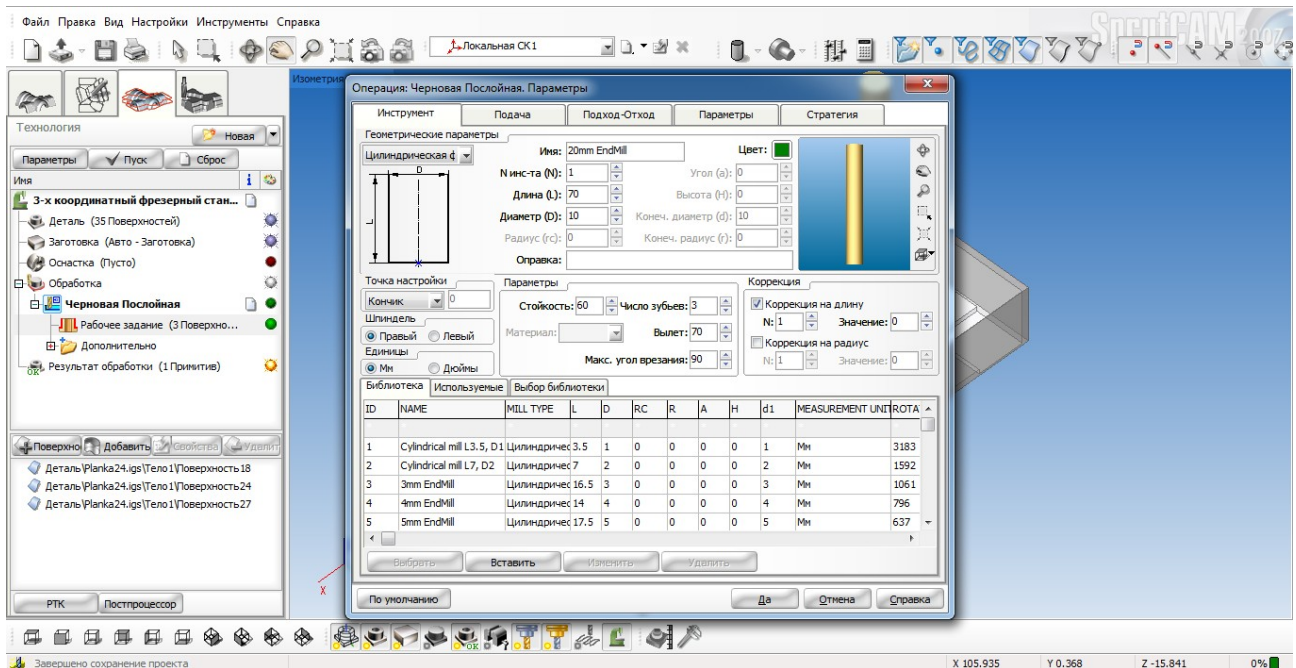


Рисунок 12 – Налаштування інструменту

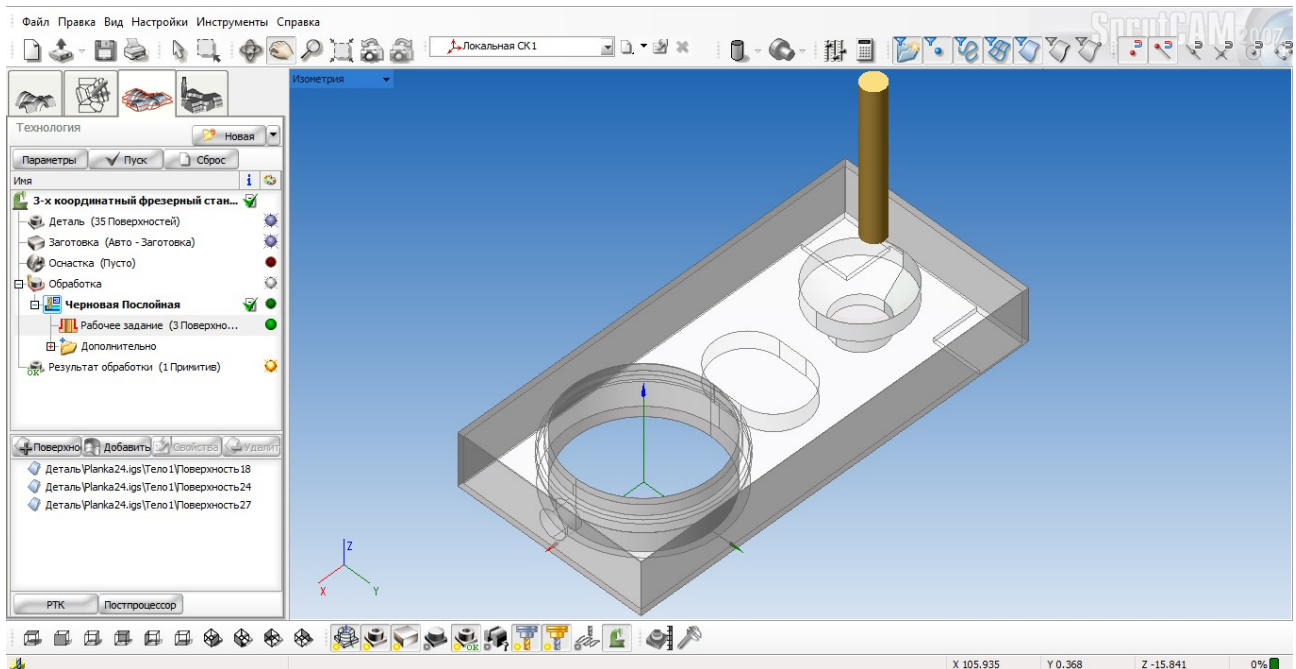


Рисунок 13 – Проектування чорнового фрезерування

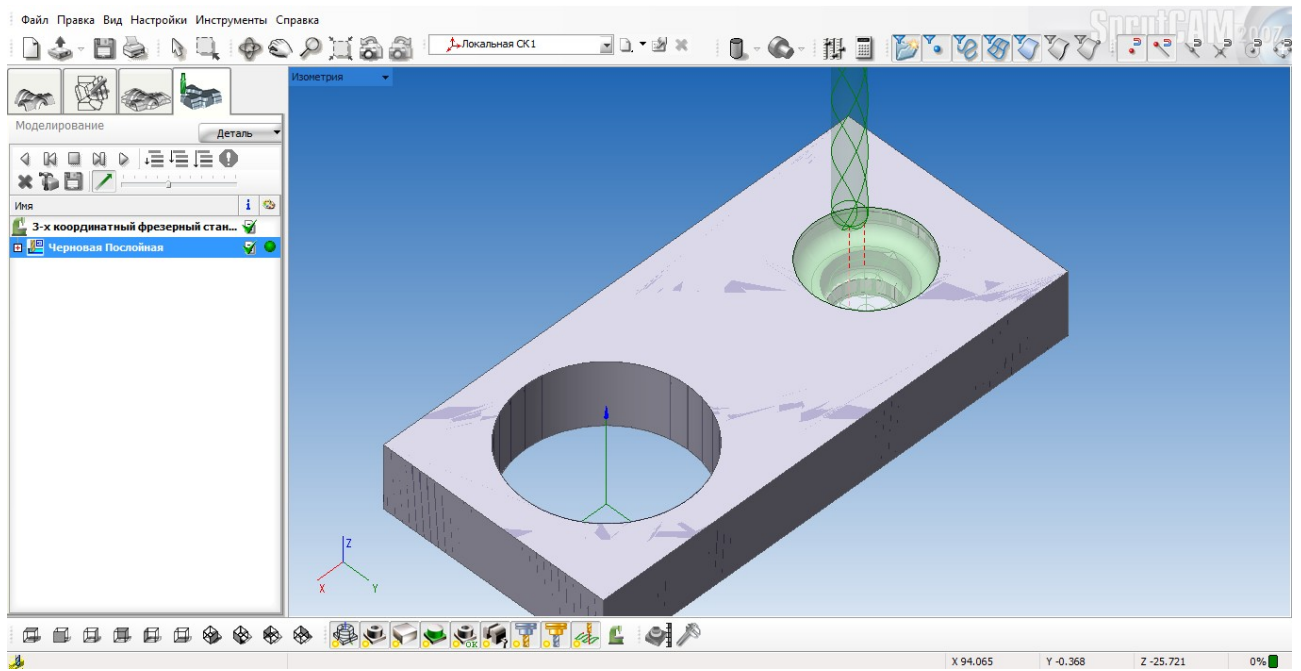


Рисунок 14 – Моделирования чорнового фрезерування

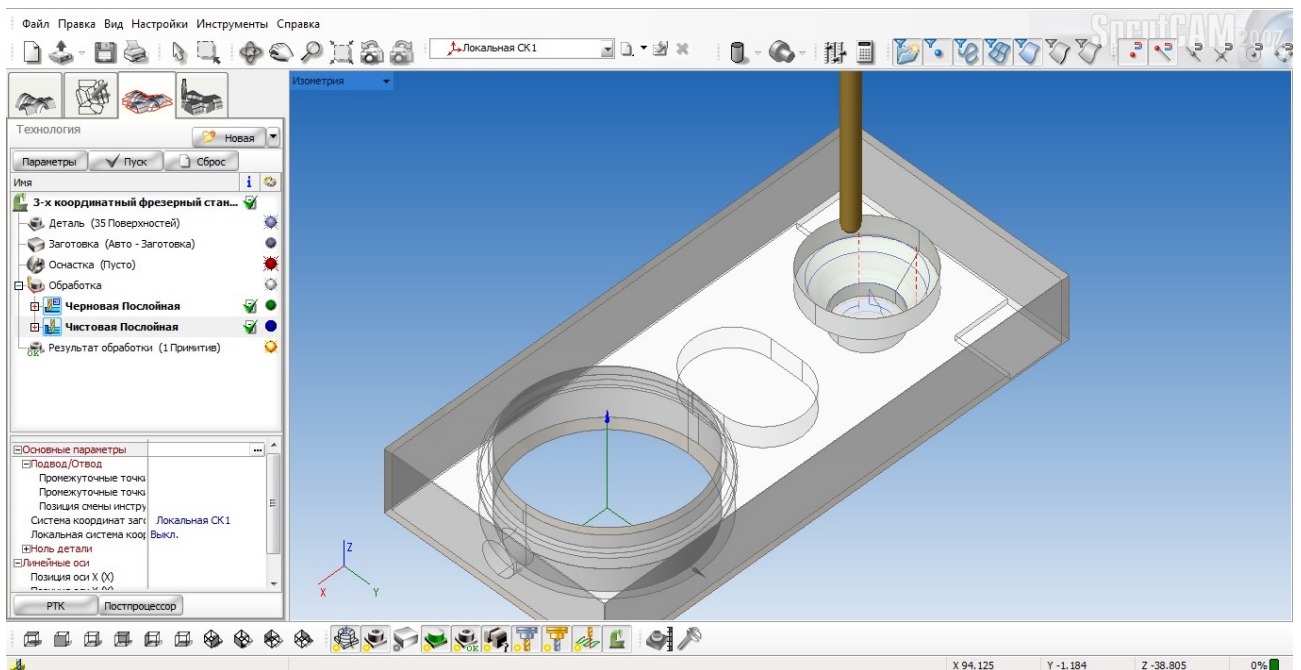


Рисунок 15 – Проектування чистового фрезерування

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

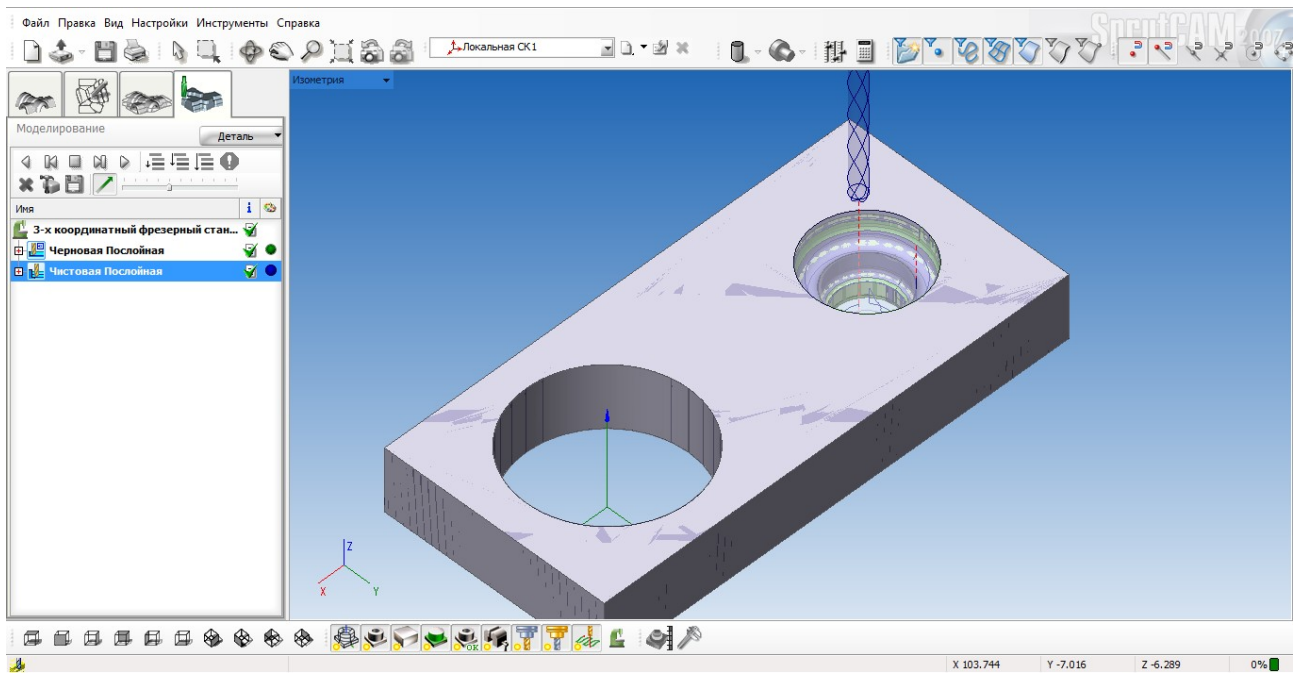


Рисунок 16 – Моделирования чистового фрезерования

Після переустановлення деталі:

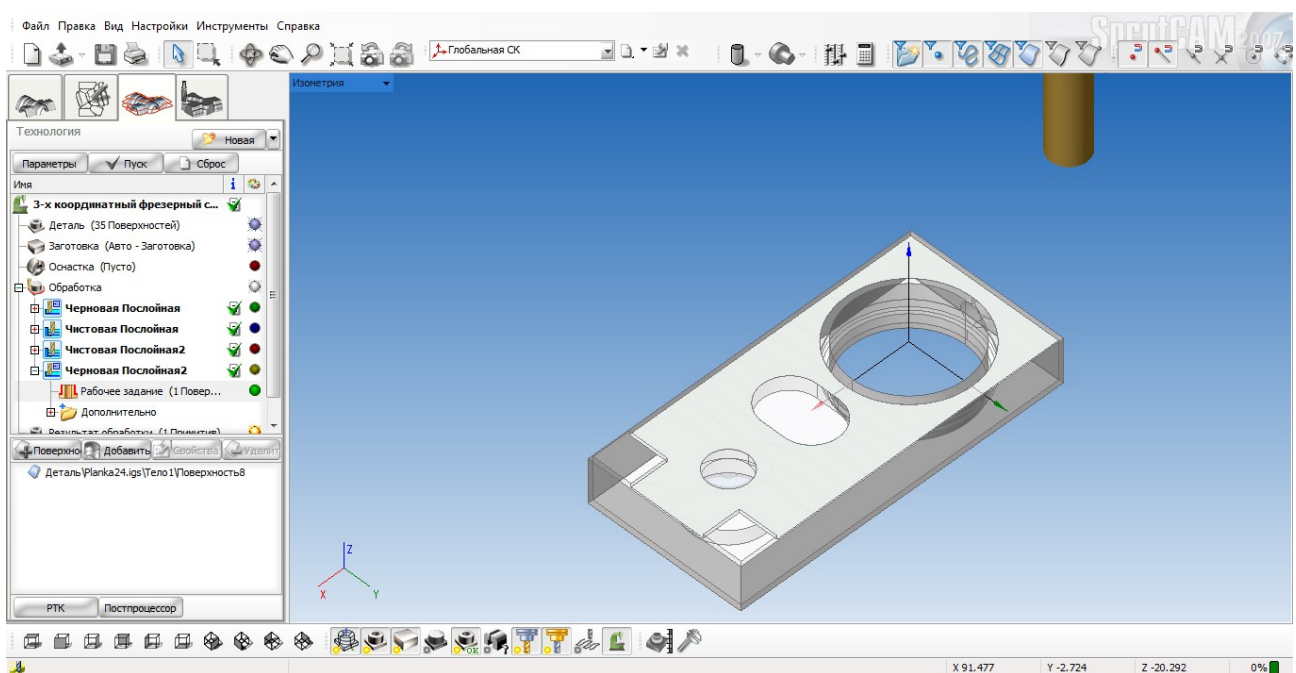


Рисунок 17 – Проектування чорного фрезерування

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

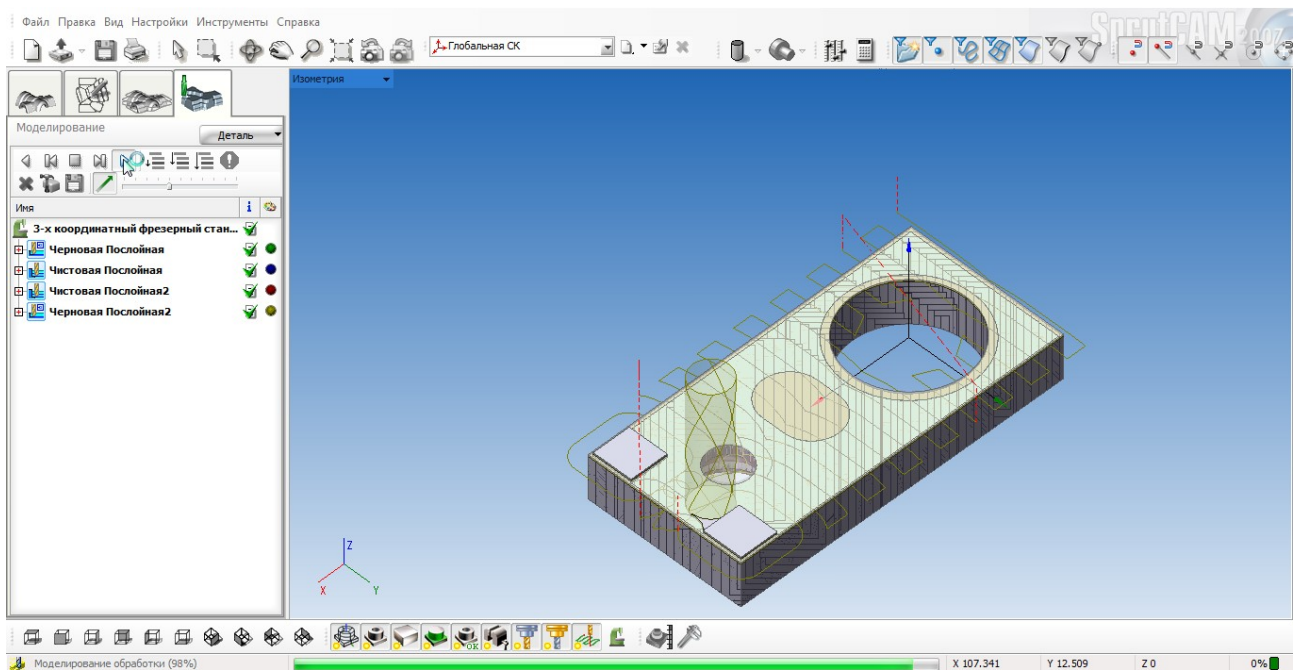


Рисунок 18 – Моделирования чорнового фрезерування

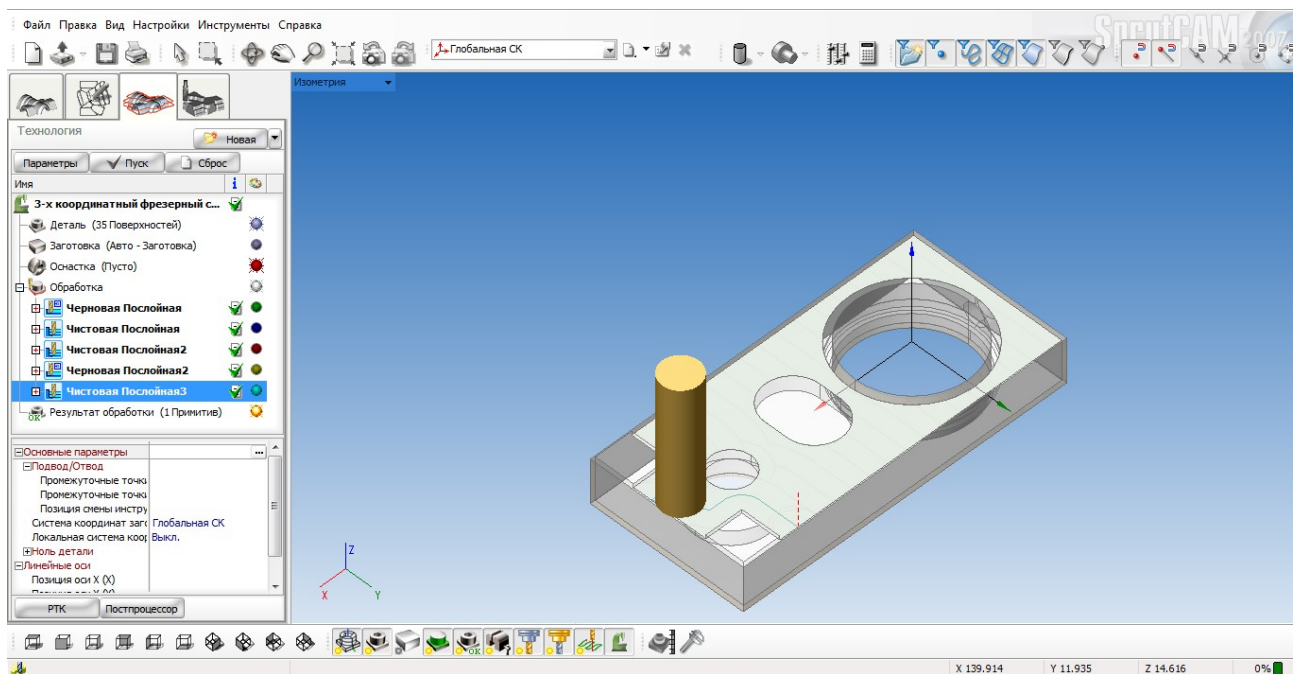


Рисунок 19 – Проектування чистового фрезерування

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

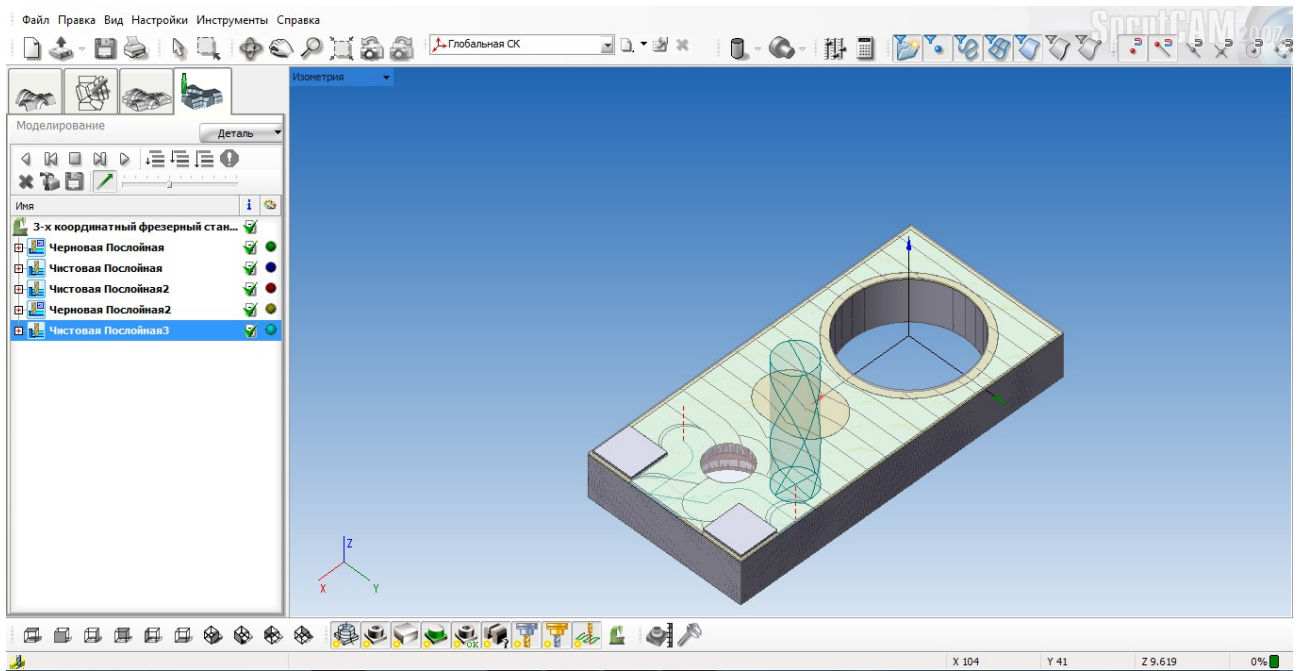


Рисунок 20 – Моделирования чистового фрезерования

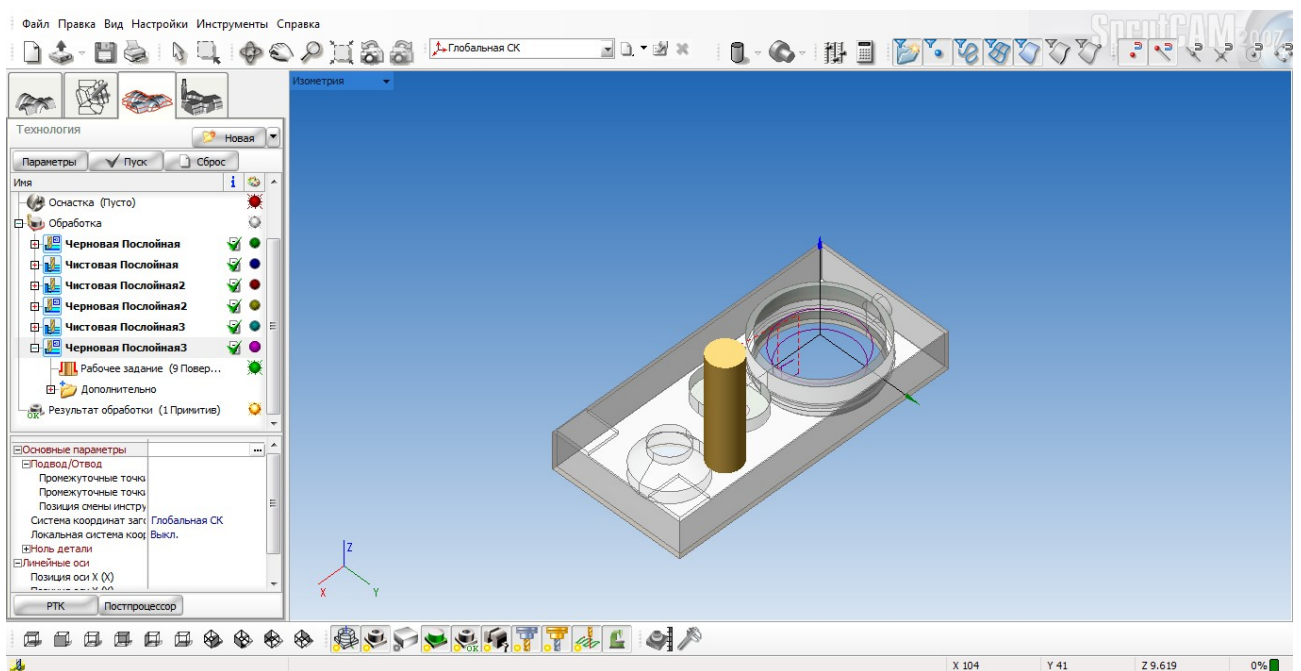


Рисунок 21 – Проектирования чорнового фрезерования отвору та пазу

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

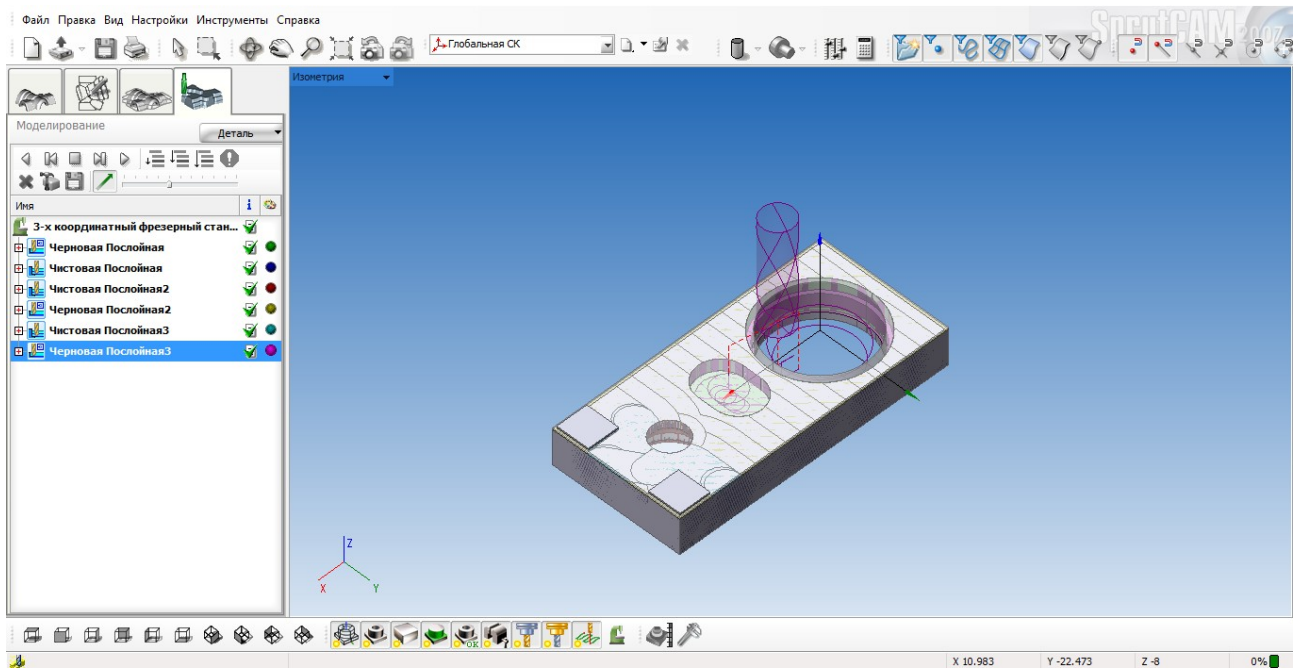


Рисунок 22 – Моделирования чорнового фрезерування отвору та пазу

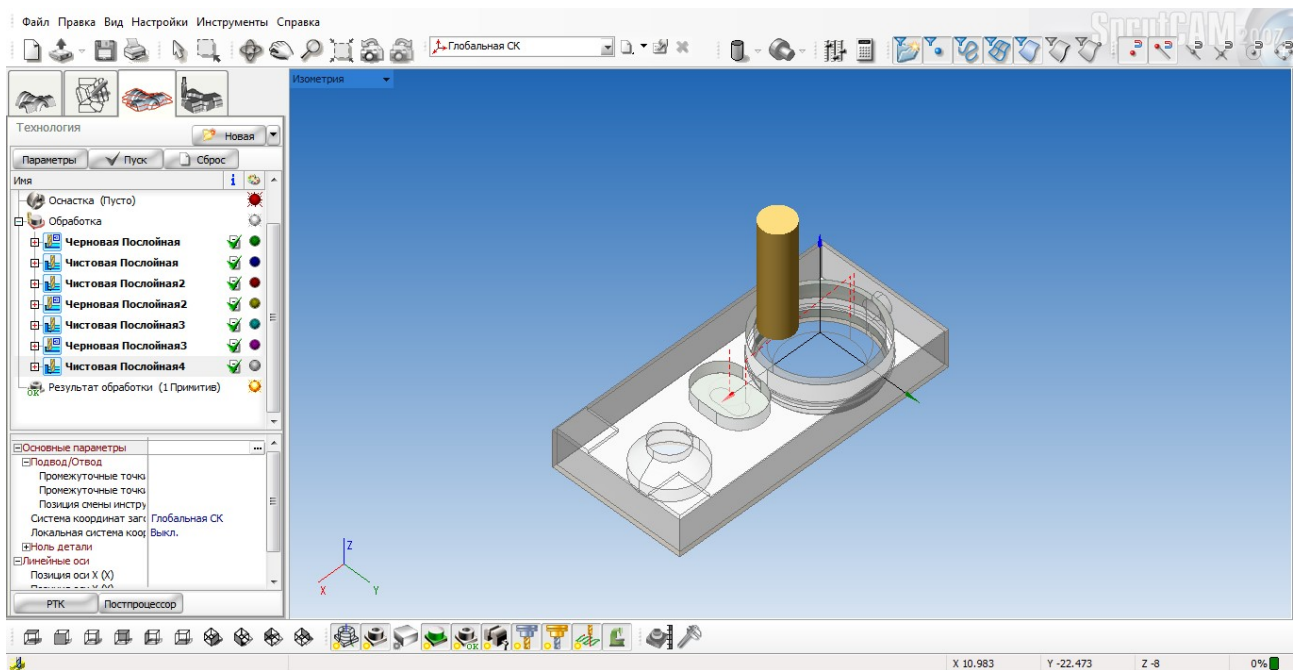


Рисунок 23 – Проектування чистового фрезерування отвору та пазу

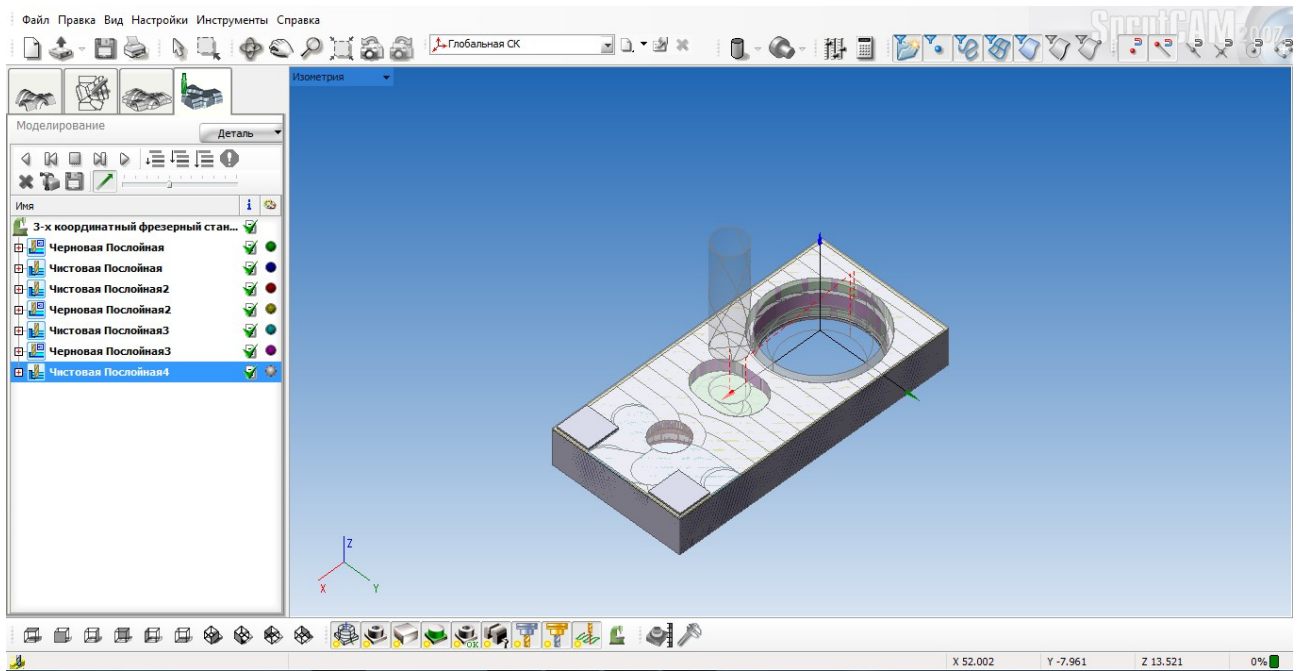


Рисунок 24 – Моделювання чистового фрезерування отвору та пазу

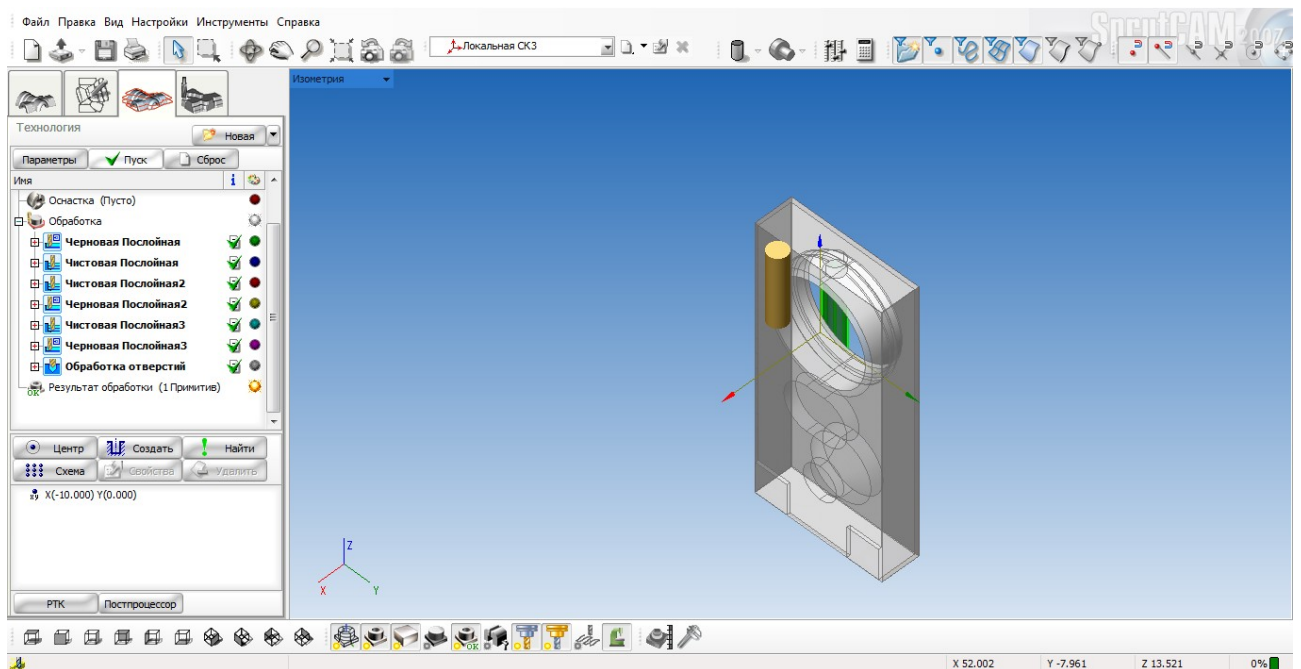


Рисунок 25 – Проектування свердління отвору

4. Конструкторська частина

4.1 Конструювання та розробка одного пристрою.

4.1.1 Опис роботи пристрою на операцію 010.

Деталь Планка ПЛ-22.05.19.001 встановлюється на плити 8 до упору. За допомогою ключа повертається вісь 2, яка в свою чергу заставляє рухатись плити 1 у зустрічному напрямку за допомогою лівої та правої різьб на вісі та плитах, які в свою чергу переміщують призми 8, які виконують закріплення деталі. Розтиск деталі відбувається аналогічно, тільки повертати вісь 2 потрібно у зворотному напрямку тоді призми 8 будуть рухатись в протилежних напрямках що спричинить розтискання деталі.

Спосіб налагодження пристрою.

Для того щоб здійснити налагодження пристрою необхідно спочатку встановити пристрій на робочому столі верстату за допомогою двох болтів, які кріпляться в пазах стола верстату. Деталь буде закріплюватись за допомогою губок. Торець деталі повинен бути встановлений паралельно до упору в губку. Інструмент налаштовується на розмір по глибині за межами верстату і кріпиться за допомогою оправки, самооправка кріпиться у шпинделі верстату, це дозволить витримати постійність налаштування інструменту на розмір.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

4.1.2 Розрахунок сил затиску

Визначаємо складові сили різання згідно даних таблиці 9 та ст. 301-303 т 55 [5]

$$P_z = \frac{10C_p t^X S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 1,3^{0,9} \cdot 0,08^{0,8} \cdot 179^{1,1} \cdot 10}{200^{1,1} \cdot 1,25^{-0,13}} \cdot 1,1 = 1214H$$

$$P_y = \frac{10C_p t^X S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 1,3^{0,7} \cdot 0,08^{0,4} \cdot 179^{1,1} \cdot 10}{200^{1,1} \cdot 1,25^{-0,13}} \cdot 1,1 = 854H$$

$$P_x = \frac{10C_p t^X S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 1,3^{0,5} \cdot 0,08^{0,25} \cdot 179^{1,1} \cdot 10}{200^{1,0} \cdot 1,25^{-0,13}} \cdot 1,1 = 622H$$

Де C_p – стала від виду обробки, t – глибина різання, S_z – подача на зуб, B – ширина фрезерування, Z – кількість зубів фрези, D – діаметр фрези, n – коефіцієнт, K_{MP} – коефіцієнт оброблюваності матеріалу визначається як,

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,84, \quad x, y, n, q, w - \text{показники степені вибираємо}$$

згідно ст. 301-303 т 55 [5]

Під час фрезерування розраховуємо горизонтальну та вертикальну складову при фрезеруванні: горизонтальна складова рівна $P_z = 1214 \text{ Н}$, сила $P_y = 854 \text{ Н}$ – вертикальна.

Складаємо рівняння рівноваги згідно рисунка 6.

$$\sum M_A; \quad \sum M_A = P_z \cdot 0,06 + P_y \cdot 0,07 - \frac{Q}{2} \cdot 0,07 = 0,$$

Складаємо рівняння рівноваги з врахуванням поправочного коефіцієнта.

$$f \frac{Q}{2} \cdot 0,07 = K(P_z \cdot 0,06 + P_y \cdot 0,07)$$

де f – коефіцієнти тертя в місцях контакту;

K – коефіцієнт запасу

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу рівний 1.5,

K_1 – коефіцієнт враховує випадкові нерівності деталі – 1.0,

K_2 – коефіцієнт враховує затуплення інструменту – 1.0,

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

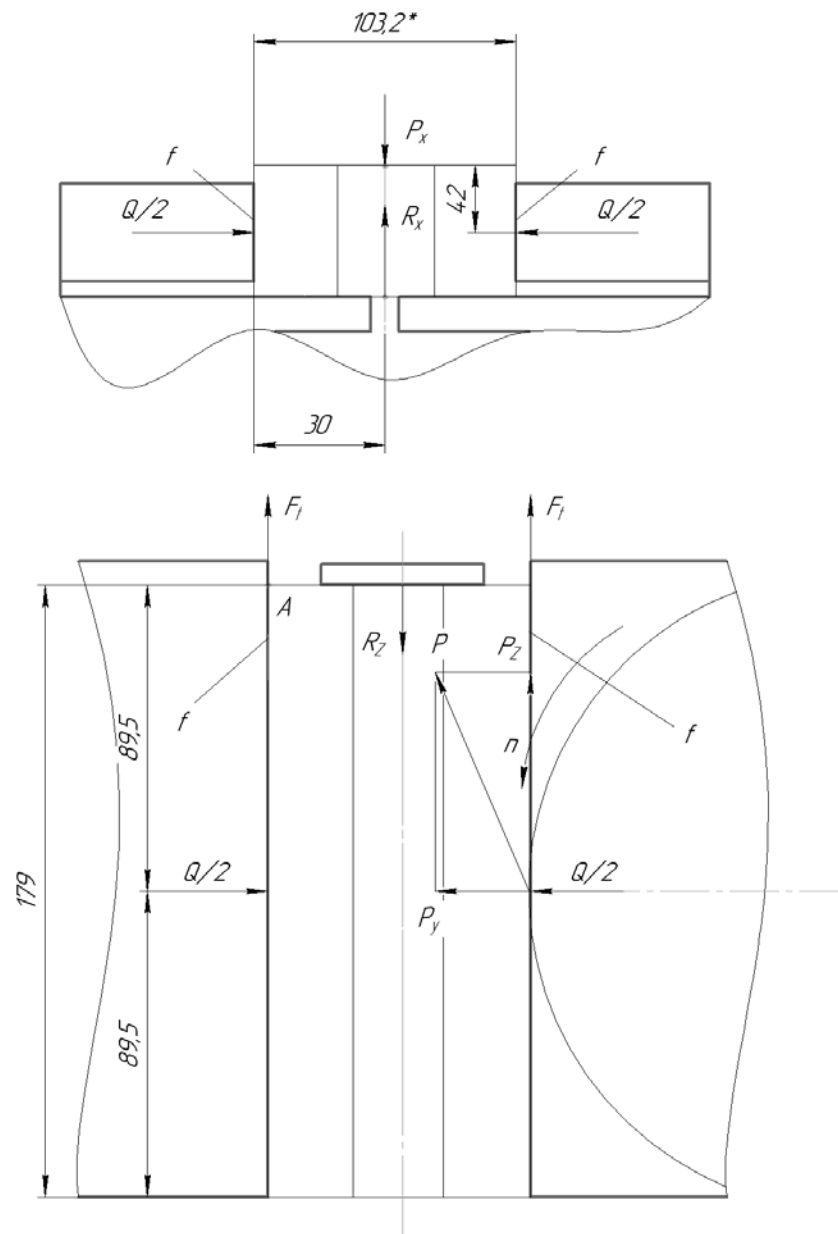


Рисунок 28 – Схема дії сил

K_3 – коефіцієнт враховує перервне різання – 1.25,

K_4 – коефіцієнт враховує стабільність затиску – 1.3,

K_5 – коефіцієнт враховує зручність затискного механізму – 1.0,

K_6 – коефіцієнт враховує повертаючи моменти – 1.0,

$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,43$;

$f = 0.16$, тоді

$$Q = \frac{2 \cdot K \cdot (P_z \cdot 0.1032 + P_y \cdot 0.0895)}{0,0895 \cdot f} = \frac{2 \cdot 2.43 \cdot (1214 \cdot 0.1032 + 854 \cdot 0.0895)}{0,0895 \cdot 0.16} = 6632H$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів

Для даного пристрою доцільно використовувати різьбове з'єднання.

Визначаємо мінімальний діаметр різьби з умова міцності на розтяг

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p];$$

де $F=6632$ Н – зусилля, яке працює на розтяг;

d - діаметр різьби, мм ;

$[\sigma_p]$ - допустимі напруження розтягу для сталі 45 ГОСТ 1050-88;

$[\sigma_p]=80$ МПа,

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6632}{3,14 \cdot 80}} = 10,27 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d=16$ мм.

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{зм}],$$

де $[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження зминання, МПа;

$$[\sigma_{зм}]=170 \text{ МПа.}$$

δ - довжина згвинчування.

Отже, за (3.6)

$$\delta = \frac{F}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{6632}{16 \cdot 170} = 2,43 \text{ мм.}$$

Мінімальне число витків

$$h = \frac{\delta}{P} = \frac{2,43}{1} = 2,43,$$

приймаємо $n_{\min}=12$,

де $P=1$ – крок різьби.

Приймаємо довжину різьбової втулки $l=12$ мм.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Розрахунок початкової сили рушія та його конструктивно-розмірні параметри.

Визначаємо силу на ручці затискача за формулою:

$$W = Q \frac{r_{cp}}{L} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_3), \text{ де } \varphi_3 = \operatorname{arctg} f_3 = \operatorname{arctg} 0.15 = 8.5^\circ$$

$$r_{cp} = 9,701 / 2 \approx 4,85 \text{ мм}, \text{ згідно ГОСТ 24705-81}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P_{HP}}{\pi d_{cp}} = \operatorname{arctg} \frac{1}{9,701 \cdot \pi} = 1.08^\circ$$

Визначаємо довжину ручки ключа:

$$L = Q \frac{r_{cp}}{W} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_3)$$

– мускульна сила затиску в умовах нашого типу виробництва приймаємо 20Н

$$L = 6632 \frac{4,85}{20} \operatorname{tg}(1,95^\circ + 8.5^\circ) = 296,6 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 2839-80 приймаємо ключ 7814-0418

при $L = 320$ мм – довжина ручки ключа.

$$W = 6632 \frac{4,85}{320} \operatorname{tg}(1,08^\circ + 8.5^\circ) = 18,5 \text{ Н}$$

Розрахунок на міцність та зносостійкість найбільш навантажених елементів пристрою.

Характеристикою стійкості проти спрацювання опор служить зносостійкість C , під якою розуміють кількість установок N заготовок у пристрій, яка викликає зміну розміру опори на 1 мкм, тобто:

$$C = \frac{N}{\Delta_{cn}}, \quad \text{ст. 46 [2]};$$

де Δ_{cn} – величина спрацювання опори;

$\Delta_{cn} = 55$ (рекомендований інтервал 30К – 70); табл. 1.15 ст. 51 [2];

$N = 10000$ установок;

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$$C = \frac{10000}{50} = 200$$

Гарантований ресурс роботи опори, виражений гарантованою кількістю установок N_g ;

$$N_g = C \cdot \Delta_{г.гн.} \quad \text{ст. 46 [2] ;}$$

$\Delta_{г.гн.}$ - гарантована величина спрацювання, мкм.

$$N_g = 200 \cdot 50 = 10000.$$

Величину C розраховують в такій послідовності:

1. Вибираємо величину твердості робочих поверхонь опорних елементів:

Твердість опор: HRc 46,5...56 HV 470...615 табл. 1.11 ст. 46 [2] ;

2. Визначаємо критерій зносостійкості n_1 з урахуванням матеріалу

заготовки та опори:

$$n_1 = 0,97. \quad \text{табл. 1.12 ст. 47 [2] ;}$$

3. Розраховуємо величину зусилля Q , яке діє по нормалі на опору, з урахуванням сил різання, закріплення, ваги заготовки і т. д. Значення величини Q визначають за нормативними матеріалами для конкретної схеми базування заготовки:

$$Q = 6632$$

4. Визначаємо номінальну площу контакту опори F з урахуванням розмірів і форми бази заготовки:

$$F = 6,27. \quad \text{табл. 1.13 ст. 48 [2] ;}$$

5. Розраховуємо критерій навантаження опори n_2 :

$$n_2 = \frac{Q}{F \cdot HV} ; \quad \text{ст. 47 [2] ;}$$

$$n_2 = \frac{6632}{6,27 \cdot 470} = 2,25.$$

6. Для знайдених значень n_1 і n_2 за графіками зносостійкості опори визначають величину зносостійкості C :

$$C = 40 - 50 \quad \text{рис.1,6(в) ст. 49 [2] ;}$$

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

7. Визначаємо поправочні коефіцієнти:

Загальний коефіцієнт K :

$$K = K_t \cdot K_L \cdot K_y ; \quad \text{ст. 47 [2]};$$

де K_t - коефіцієнт, що враховує нерухомість контакту заготовки з опорою;

$$K_t = 0,79 \cdot t_m ; \quad \text{ст. 47 [2]};$$

t_m - основний(машинний) час обробки;

$$K_t = 0,79 \cdot 0,3 = 0,24.$$

K_L - коефіцієнт, що враховує вплив довжини L шляху ковзання заготовки по опорах в момент її встановлення до упора;

$$K_L = 1,0 \quad \text{ст. 47 [2]};$$

K_y - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$$K_y = 0,94 \quad \text{табл. 1.14 ст. 50 [2]};$$

$$K = 0,24 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = 0,22.$$

8. Розраховуємо значення фактичної зносостійкості:

$$C_\phi = \frac{C}{K}; \quad \text{ст. 50 [2]};$$

$$C_\phi = \frac{40}{0,22} = 181.$$

Отже умова забезпечується.

4.1.3 Розрахунок пристрою на точність

При даній схемі обробки похибка на розмір $82_{-0,87}$ рівна нулю, оскільки конструкторська база співпадає з вимірною. Похибок по довжині та ширині фрезерування немає, оскільки фрезеруємо на прохід, дивись рисунок 7.

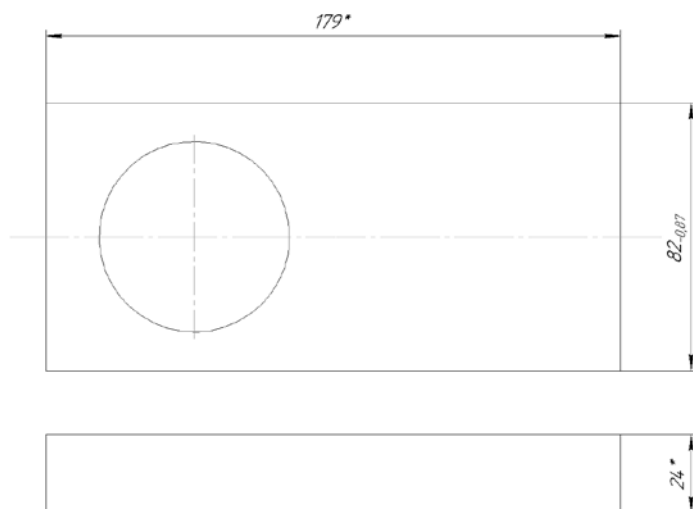


Рисунок 29– Схема пристрою для розрахунку на точність

Похибку визначаємо за формулою:

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

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

$$\omega = \varepsilon_{зм} + \varepsilon_t + \varepsilon_{ВПД} + \varepsilon_{знош.інстр.} = 0,02 + 0 + 0,01 + 0 = 0,03 \text{ мм}$$

$$T = 0,87 \text{ мм}$$

$\varepsilon_3 = 0$, – напрям сили затиску співпадає з напрямом проставленого розміру.

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

$\varepsilon_{\delta} = 0$ – похибки контролюючих розмірів

$\varepsilon_n = 0,05$ – похибка наладки;

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

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

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

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

Тоді похибка рівна:

$$\varepsilon_{np} = 0,52 - 1,2 \sqrt{(0,75 \cdot 0)^2 + 0 + (0,8 \cdot 0,03)^2 + 0 + 0,05^2} = 0,803 \text{ мм}$$

4.1.4 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.

Вимоги до пневмоприводів:

- 1) Пневмоприводи повинні забезпечувати надійне закріплення заготовки.
- 2) Пневмоприводи повинні бути обладнані засобами для захисту робочого середовища від забруднення, і від падіння тиску в робочій порожнині циліндра при припиненні подачі стиснутого повітря.

Пневмоприводи повинні бути обладнані засобами для контролю тиску в пневмережі.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

4.2 Розрахунок та конструювання різального інструменту.

Розраховуємо спіральне свердло з конічним хвостовиком Ø12 мм ГОСТ 10903-87

1. Вибираємо матеріал різальної частини свердла, прийнявши швидкорізальну сталь Р6М5

2. Вибираємо режими різання згідно попередніх розрахунків у таблиці .

2.1 Визначаємо подачу $S=0.14$ мм/об.

2.2 Визначаємо швидкість різання $V = 30$ м/хв.

3. Визначаємо осьову силу різання згідно формули:

$$P_x = C_p \cdot D^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_{M_p}.$$

Згідно таблиці 32 с.281 [6] знаходимо коефіцієнти

$$C_p = 68, \quad X_p = 1.0, \quad Y_p = 0.7 \quad K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0.75} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0.75} = 0,84,$$

Тоді $P_x = 68 \cdot 12^{1.0} \cdot 0.14^{0.7} \cdot 0,84 = 173H$

4. Момент сил опору різання (крутний момент)

$$M_{CP} = 9.81 C_M D^{Z_M} S^{Y_M} K_{M_M}.$$

Згідно таблиці 32 с.281 [6] знаходимо коефіцієнти для формули:

$$C_M = 0.0345, \quad Z_M = 2.0, \quad Y_M = 0.8, \quad K_{M_M} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0.75} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0.75} = 0,84$$

Тоді $M_{CP} = 9.81 \cdot 0.0345 \cdot 12^2 \cdot 0.14^{0.8} \cdot 0,84 = 8,49Hm$.

5. Визначаємо номер конуса хвостовика (рисунок 6). Момент тертя між хвостовиком та втулкою рівний:

$$M_{TP} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.4 \Delta \theta).$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різанню, тобто до моменту який створюється при роботі затупленим свердлом, який збільшиться в 3 рази в порівнянні з розрахованим моментом.

$$3M_{CP} = M_{TP} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.4 \Delta \theta).$$

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

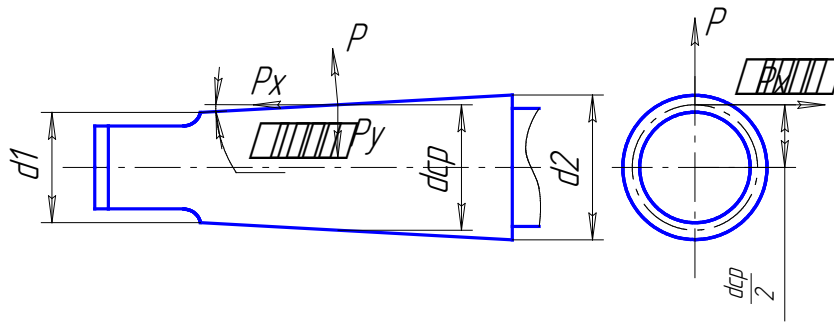


Рисунок 30 – Схема сил, діючих на конічний хвостовик свердла.

Середній діаметр конуса хвостовика

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2} \quad \text{або}$$

$$d_{cp} = \frac{6M_{cp} \sin \theta}{\mu P_x (1 - 0.04\Delta)},$$

де $M_{cp} - 8,49 \text{ Нм}$, $P_x - 173 \text{ Н}$,

μ – коефіцієнт тертя сталі по сталі рівний 0,096,

$\theta = 1^{\circ}26'16''$ – половина кута конуса,

$\Delta\theta = 5'$ – відхилення кута конуса.

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 8,49 \sin 1^{\circ}26'16''}{0.096 \cdot 173 \cdot (1 - 0.2)} = 0,01009 \text{ м} = 10,09 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 2847-87 вибираємо ближчий більший конус, тобто конус Морзе №1 з лапкою з наступними основними конструктивними розмірами: $D_1=12.2 \text{ мм}$, $d_2=9 \text{ мм}$. Інші розміри вказані на кресленні.

6. Визначаємо довжину свердла. Загальна довжина свердла може бути прийнята по ГОСТ 10903-64 і проставляємо на кресленні.

7. Визначаємо геометричні і конструктивні параметри ріжучої частини свердла. Згідно нормативів знаходимо форму загострення нормальну, кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^{\circ}$. Кут між ріжучими кромками $2\varphi = 118^{\circ}$. Задній кут $\alpha = 11^{\circ}$. Кут нахилу поперечної кромки $\psi = 55^{\circ}$. Знаходимо крок гвинтової канавки за формулою

$$H = \frac{\pi D}{\text{tg } \omega} = \frac{3.14 \cdot 12}{\text{tg } 30^{\circ}} = 65,26 \text{ мм}$$

8. Товщина серцевини свердла знаходимо в залежності від діаметра свердла $d_c = (0.19 - 0.15)D = 2,28...1,8\text{мм}$ і приймаємо 2,0 мм. Потовщення серцевини до хвостовика складає 1,4 – 1,8 мм, приймаємо потовщення 1,5 мм на 100 мм довжини.

9. Зворотна конусність свердла на 100 мм довжини робочої частини знаходиться в межах 0,04 – 0,1, ми приймаємо 0,08.

10. Вибираємо ширину стрічки і висоту затилування по спинці і вибираємо по таблиці 59 с. 124 [8], в залежності від діаметра свердла $f_0 = 0,5\text{мм}$ $K = 0.3\text{мм}$.

11. Ширина пера $B = 0,58D = 0.58 \cdot 12 = 6,96\text{мм}$

12. Геометричні елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла визначають графічним або аналітичним способом. Скористаємось спрощеним аналітичним способом.

Великий радіус профілю

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

де

$$C_R = \frac{0.026 \cdot 2\varphi^3 \sqrt{2\varphi}}{\omega} = \frac{0.026 \cdot 118 \cdot \sqrt[3]{118}}{30} = 0.493;$$

$$C_r = \left(\frac{0.14 \cdot D}{d_c} \right)^{0.044} = \left(\frac{0.14 \cdot 12}{2} \right)^{0.044} = 0,9924.$$

$$C_\phi = \left(\frac{13\sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9}.$$

При діаметрі фрези, рівному $D_\phi = 13\sqrt{D}$, величина $C_\phi = 1$.

А значить:

$$R_0 = 0.493 \cdot 0,9924 \cdot 1 \cdot 12 = 5,87\text{мм}$$

Менший радіус профілю $R_k = C_k D$, де $C_k = 0.015\omega^{0.75} = 0.015 \cdot 30^{0.75} = 0.191$.

Значить, $R_k = 0.191 \cdot 12 = 2,29\text{мм}$.

Ширина профілю $B = R_0 + R_k = 5,87 + 2,29 = 8,16\text{мм}$.

13. По знайденим розмірам будуємо профіль канавкової фрези рисунок 7.

Встановлюємо основні технічні вимоги і допуски на свердло по ГОСТ 2034-64.

Граничні відхилення діаметрів свердла по ГОСТ 885-64. $D = 12_{-0.043}$ мм.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

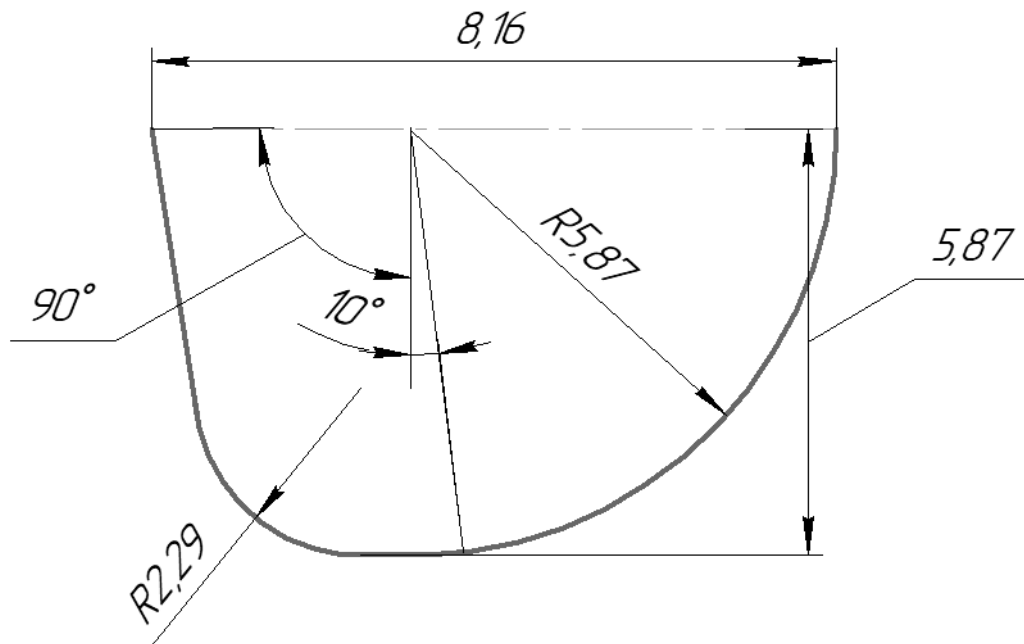


Рисунок 31 – Профіль канавкової фрези

Радіальне биття робочої частини свердла відносно вісі хвостовика не повинна перевищувати 0,15 мм.

Граничні відхилення кутів $2\varphi = 118 \pm 2^\circ$.

Граничні відхилення кута нахилу гвинтової канавки $\omega = 30_{-2}^\circ$.

Твердість робочої частини свердла HRC 62...65.

Твердість лапки хвостовика свердла HRC 30...45.

14. Виконуємо робоче креслення свердла.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Висновок

В даній бакалаврській дипломній роботі: Технологічний процес виготовлення деталі **Планка ПЛ 22.05.19.001** для умов середньо серійного типу виробництва проведено аналіз типового технологічного процесу та заготовки, в результаті чого обґрунтовано застосування більш економної заготовки, змінено маршрут обробки на більш раціональний; для технологічного процесу, пораховані припуски, режими різання та норми часу.

Розроблено карту налагодження на 010,015,030,035 операцію .

В конструкторській частині для ефективнішого закріплення нашої деталі при механічній обробці на верстатах підібрано верстатне обладнання з параметрами які можуть запобігти негативним явищам, що мають місце при реальному процесі даної обробки.

. Для керування обробкою на фрезерній операції розробили керуючу програму. Деталь «Планка ПЛ-22.05.19.001» виготовляється з використанням свердлильно-фрезерно-розточного верстату з ЧПК моделі 2254ВМФ4. у. Використовуємо для цього САМ-систему SprutCAM. Вона призначена для створення керуючих програм для верстатів з ЧПК фрезерної і токарної груп.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Перелік використаної літератури

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М.П - 14. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1 – 736 с., Т.2 – 559 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Руденко П.А. – Проектування технологічних процесів у машинобудуванні – Київ: Вища школа, 1993 – 414с.
5. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.
6. Офіційний сайт компанії SolidWorks Corporation www.solidworks.ru.
7. Офіційний сайт компанії САWWorks www.camworks.com.
8. Всесвітня енциклопедія Вікіпедія www.uk.wikipedia.org/wiki/SolidWorks.
9. Всесвітня енциклопедія Вікіпедія www.uk.wikipedia.org/wiki/SAWWorks.
10. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок верстатних пристроїв на точність. Навчальний посібник. Івано-Франківськ, “Факел”, 2010.

					БДР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Додатки

Текст розробленої керуючої програми для ЧПК подано у Додатку.

Додаток – Керуюча програма для верстату з ЧПК

%MPF 24

N10 (Черновая Послойная)

N30 T1 D1(20mm EndMill)

N40 G94 G54 M8

N50 G0 G90 G54 C0.

N60 Z-99.648 X4.948

N70 G3 Z-100. X4.998 B2.5 F100

N80 Z-102.5 X-0.002 B2.5

N90 Z-100. X-5.002 B2.5

N100 Z-97.5 X-0.002 B2.5

N110 Z-99.648 X4.948 B2.5

N120 Z-100.095 X5.37 B2.42

N130 Z-100.63 X5.626 B2.679

N140 Z-100.78 X5.634 B3.073

N150 Z-103.417 X2.646 B3.073

N160 Z-104.011 X-1.648 B4.179

N170 Z-103.348 X-6.166 B4.179

N180 Z-100. X-9.103 B4.551 F200

N190 Z-98.522 X-8.61 B4.551

N200 Z-96.652 X-6.166 B4.384

N210 G1 Z-96.19 X-4.98

N220 G3 Z-95.446 X-0.006 B4.524

N230 Z-95.832 X3.654 B4.524

N240 G1 Z-96.652 X6.162

N250 Z-97.205 X7.18

N260 G3 Z-100. X9.104 B4.545

N270 Z-103.347 X6.162 B4.545

N280 G1 Z-103.809 X4.976

N290 G3 Z-104.554 X0.004 B4.522

N300 Z-104.167 X-3.656 B4.522

N310 G1 Z-103.348 X-6.166

N320 Z-107.027 X-12.938

N330 G3 Z-100. X-19.103 B9.551

N340 Z-90.449 X-0.002 B9.551

N350 Z-100. X19.099 B9.551

N360 Z-109.551 X-0.002 B9.551

N370 Z-108.746 X-7.674 B9.551

N380 Z-107.027 X-12.938 B8.367

N390 G1 Z-110.705 X-19.71

N400 G3 Z-100.025 X-29.025 B14.576 F100

N410 Z-85.449 X0.126 B14.576

N420 Z-100.025 X29.277 B14.576

N430 Z-114.601 X0.126 B14.576
N440 Z-114.6 X0. B14.576
N450 Z-110.705 X-19.71 B14.499
N460 G1 Z-99.423 X-1.504
N470 G3 Z-99.051 X-0.012 B0.934 F200
N480 Z-99.06 X0.248 B0.934
N490 Z-100. X1.898 B0.947
N500 Z-100.578 X1.504 B0.947
N510 Z-100.949 X0.014 B0.933
N520 Z-100.941 X-0.248 B0.933
N530 G1 Z-100.578 X-1.504
N540 G3 Z-100. X-1.902 B0.938
N550 Z-99.423 X-1.504 B0.938
N560 G1 Z-96.379 X-9.438
N570 G3 Z-94.051 X0.006 B5.951 F100
N580 Z-100.002 X11.909 B5.951
N590 Z-105.953 X0.006 B5.951
N600 Z-102.161 X-11.086 B5.951
N610 G1 Z-101.553 X-11.59
N620 Z-100.901 X-11.762
N630 G3 Z-99.912 X-11.937 B5.617
N640 Z-96.379 X-9.438 B5.617
N650 G1 Z-100.754 X-0.198
N660 Z-100.463 X-1.206 F200
N670 Z-99.901 X-1.506
N680 G3 Z-99.247 X-0.198 B0.755
N690 G1 X0.198
N700 G3 Z-99.901 X1.506 B0.758
N710 G1 Z-100.1
N720 G3 Z-100.754 X0.198 B0.755
N730 G1 X-0.198
N740 Z-105.711 X-1.504
N750 G3 Z-99.986 X-11.417 B5.785 F100
N760 Z-94.201 X0.152 B5.785
N770 Z-99.986 X11.721 B5.785
N780 Z-105.031 X5.81 B5.785
N790 Z-105.778 X0.23 B5.584
N800 Z-105.711 X-1.504 B5.584
N810 G0(Чистовая Послойная)
N820 (20mm EndMill)
N830 Z-116.559 X7.248
N840 G1 Z-116.791 X5.318 F200
N850 Z-117. X0.
N860 G3 Z-100. X-34. B17.
N870 Z-83. X0. B17.
N880 Z-100. X34. B17.
N890 Z-116.168 X10.506 B17.

N900 G1 Z-116.559 X7.248
N910 Z-115.936 X6.948 F100
N920 Z-116.156 X5.118 F200
N930 Z-116.357 X0.
N940 G3 Z-100. X-32.716 B16.358
N950 Z-83.642 X0. B16.358
N960 Z-100. X32.716 B16.358
N970 Z-115.557 X10.11 B16.358
N980 G1 Z-115.936 X6.948
N990 Z-110.16 X4.042 F100
N1000 Z-110.357 X0. F200
N1010 G3 Z-99.997 X-20.707 B10.361
N1020 Z-89.636 X0.014 B10.361
N1030 Z-99.997 X20.735 B10.361
N1040 Z-110.16 X4.042 B10.361
N1050 G1 Z-107.802 X3.512 F100
N1060 Z-108. X0. F200
N1070 G3 Z-100.001 X-15.999 B7.999
N1080 Z-92.002 X0. B7.999
N1090 Z-100.001 X15.999 B7.999
N1100 Z-107.799 X3.56 B7.999
N1110 G1 Z-107.802 X3.512
N1120 Z-107.781 X3.498 F100
N1130 Z-107.849 X3.066 F200
N1140 G3 Z-107.997 X0. B7.997
N1150 Z-100. X-15.994 B7.997
N1160 Z-92.003 X0. B7.997
N1170 Z-100. X15.994 B7.997
N1180 Z-107.311 X6.482 B7.997
N1190 G1 Z-107.781 X3.498
N1200 G0 M9
N1210 (Чистовая Послойная2)
N1230 T3 D3(20mm EndMill)
N1240 Z-82.783 X10.466 M8
N1250 G1 Z-82.8 X10.612
N1260 Z-82.944 X11.342
N1270 Z-83.708 X15.24 F100
N1280 Z-83.783 X15.62 F200
N1290 Z-84.136 X16.842
N1300 Z-84.948 X19.658 F100
N1310 Z-85.128 X20.28 F200
N1320 Z-85.678 X21.66
N1330 Z-86.551 X23.85 F100
N1340 Z-86.805 X24.486 F200
N1350 Z-87.078 X24.992
N1360 Z-88.351 X27.356 F100
N1370 Z-88.777 X28.146 F200

N1380 Z-91. X31.176
N1390 Z-92.801 X32.912
N1400 Z-93.374 X33.462 F100
N1410 Z-93.424 X33.512 F200
N1420 Z-94.34 X34.076
N1430 Z-95.939 X35.062 F100
N1440 Z-95.995 X35.098 F200
N1450 Z-96.668 X35.3
N1460 Z-98.582 X35.878 F100
N1470 Z-98.655 X35.9 F200
N1480 Z-99.297
N1490 Z-101.243 F100
N1500 Z-101.345 F200
N1510 Z-102.047 X35.688
N1520 Z-103.86 X35.14 F100
N1530 Z-104.005 X35.098 F200
N1540 Z-104.801 X34.606
N1550 Z-106.381 X33.632 F100
N1560 Z-106.576 X33.512 F200
N1570 Z-107.393 X32.724
N1580 Z-108.675 X31.49 F100
N1590 Z-109. X31.176 F200
N1600 Z-109.916 X29.928
N1610 Z-110.773 X28.76 F100
N1620 Z-111.223 X28.146 F200
N1630 Z-112.124 X26.472
N1640 Z-112.635 X25.524 F100
N1650 Z-113.195 X24.486 F200
N1660 Z-114.01 X22.44
N1670 Z-114.234 X21.882 F100
N1680 Z-114.872 X20.28 F200
N1690 G3 Z-118. X0. B18.
N1700 Z-117.2 X-10.612 B18.
N1710 G1 Z-116.831 X-12.494
N1720 Z-116.808 X-12.608 F100
N1730 Z-116.217 X-15.62 F200
N1740 Z-115.747 X-17.248
N1750 Z-115.618 X-17.696 F100
N1760 Z-114.872 X-20.28 F200
N1770 Z-114.325 X-21.65
N1780 Z-114.059 X-22.32 F100
N1790 Z-113.195 X-24.486 F200
N1800 Z-112.591 X-25.608
N1810 Z-112.176 X-26.378 F100
N1820 Z-111.223 X-28.146 F200
N1830 Z-110.576 X-29.028
N1840 Z-110.023 X-29.782 F100

N1850 Z-109. X-31.176 F200
N1860 Z-108.321 X-31.83
N1870 Z-107.657 X-32.47 F100
N1880 Z-106.576 X-33.512 F200
N1890 Z-105.87 X-33.946
N1900 Z-105.137 X-34.4 F100
N1910 Z-104.005 X-35.098 F200
N1920 Z-103.276 X-35.318
N1930 Z-102.524 X-35.544 F100
N1940 Z-101.345 X-35.9 F200
N1950 Z-100.594
N1960 Z-99.89 F100
N1970 Z-98.655 F200
N1980 Z-97.839 X-35.654
N1990 Z-97.356 X-35.508 F100
N2000 Z-95.995 X-35.098 F200
N2010 Z-95.17 X-34.588
N2020 Z-94.813 X-34.368 F100
N2030 Z-93.424 X-33.512 F200
N2040 Z-92.655 X-32.77
N2050 Z-92.311 X-32.44 F100
N2060 Z-91. X-31.176 F200
N2070 Z-90.339 X-30.274
N2080 Z-89.912 X-29.694 F100
N2090 Z-88.777 X-28.146 F200
N2100 Z-88.259 X-27.184
N2110 Z-87.685 X-26.118 F100
N2120 Z-86.805 X-24.486 F200
N2130 Z-86.446 X-23.586
N2140 Z-85.678 X-21.66 F100
N2150 Z-85.128 X-20.28 F200
N2160 Z-84.944 X-19.642
N2170 Z-84.139 X-16.852 F100
N2180 Z-83.783 X-15.62 F200
N2190 Z-83.705 X-15.224
N2200 Z-82.952 X-11.384 F100
N2210 Z-82.8 X-10.612 F200
N2220 Z-82.782 X-10.452
N2230 Z-82.201 X-5.366
N2240 Z-82. X0.
N2250 G3 Z-100. X36. B18.
N2260 Z-118. X0. B18.
N2270 Z-100. X-36. B18.
N2280 Z-82.8 X-10.612 B18.
N2290 G1 Z-82.782 X-10.452
N2300 Z-83.988 X-9.872 F100
N2310 Z-83.433 X-5.24 F200

N2320 G3 Z-83.226 X0.004 B16.773
N2330 Z-99.999 X33.549 B16.773
N2340 Z-116.772 X0.004 B16.773
N2350 Z-99.999 X-33.541 B16.773
N2360 Z-84.047 X-10.36 B16.773
N2370 G1 Z-83.988 X-9.872
N2380 Z-87.873 X-7.79 F100
N2390 Z-87.424 X-4.438 F200
N2400 G3 Z-87.23 X-0.002 B12.771
N2410 Z-100.001 X25.54 B12.771
N2420 Z-112.772 X-0.002 B12.771
N2430 Z-100.001 X-25.544 B12.771
N2440 Z-88.001 X-8.738 B12.771
N2450 G1 Z-87.873 X-7.79
N2460 Z-91.388 X-5.506 F100
N2470 Z-91.108 X-3.78 F200
N2480 Z-90.909 X0.
N2490 G3 Z-100.001 X18.183 B9.091
N2500 Z-109.092 X0. B9.091
N2510 Z-100.001 X-18.183 B9.091
N2520 Z-91.695 X-7.396 B9.091
N2530 G1 Z-91.388 X-5.506
N2540 Z-91.475 X-5.45 F100
N2550 Z-91.415 X-5.08
N2560 Z-91.198 X-3.742 F200
N2570 Z-91.129 X-2.432
N2580 Z-91.079 X-1.474 F100
N2590 Z-91.001 X0. F200
N2600 Z-91.071 X1.32
N2610 Z-91.116 X2.19 F100
N2620 Z-91.198 X3.742 F200
N2630 Z-91.404 X5.012
N2640 Z-91.526 X5.76 F100
N2650 Z-91.779 X7.32 F200
N2660 Z-92.114 X8.482
N2670 Z-92.29 X9.092 F100
N2680 Z-92.72 X10.58 F200
N2690 Z-93.169 X11.576
N2700 Z-93.402 X12.094 F100
N2710 Z-93.979 X13.376 F200
N2720 G3 Z-99.06 X17.9 B8.999
N2730 G1 Z-99.503
N2740 Z-100.467 F100
N2750 Z-100.941 F200
N2760 G3 Z-107.281 X10.58 B8.999
N2770 G1 Z-107.685 X9.182
N2780 Z-107.71 X9.096 F100

N2790 Z-108.222 X7.32 F200
N2800 Z-108.471 X5.79
N2810 Z-108.524 X5.462 F100
N2820 Z-108.803 X3.742 F200
N2830 Z-108.887 X2.15
N2840 Z-108.916 X1.59 F100
N2850 Z-109. X0. F200
N2860 Z-108.917 X-1.58
N2870 Z-108.877 X-2.334 F100
N2880 Z-108.803 X-3.742 F200
N2890 Z-108.559 X-5.248
N2900 Z-108.417 X-6.122 F100
N2910 Z-108.222 X-7.32 F200
N2920 Z-107.825 X-8.694
N2930 Z-107.564 X-9.6 F100
N2940 Z-107.281 X-10.58 F200
N2950 Z-106.744 X-11.774
N2960 Z-106.361 X-12.622 F100
N2970 Z-106.022 X-13.376 F200
N2980 Z-105.416 X-14.258
N2990 Z-104.913 X-14.988 F100
N3000 Z-104.5 X-15.588 F200
N3010 Z-103.843 X-16.174
N3020 Z-103.253 X-16.698 F100
N3030 Z-102.782 X-17.118 F200
N3040 Z-102.101 X-17.408
N3050 Z-101.456 X-17.682 F100
N3060 Z-100.941 X-17.9 F200
N3070 Z-100.264
N3080 Z-99.599 F100
N3090 Z-99.06 F200
N3100 Z-98.411 X-17.624
N3110 Z-97.765 X-17.35 F100
N3120 Z-97.22 X-17.118 F200
N3130 Z-96.622 X-16.586
N3140 Z-96.03 X-16.058 F100
N3150 Z-95.501 X-15.588 F200
N3160 Z-94.975 X-14.824
N3170 Z-94.468 X-14.086 F100
N3180 Z-93.979 X-13.376 F200
N3190 Z-93.545 X-12.41
N3200 Z-93.145 X-11.522 F100
N3210 Z-92.72 X-10.58 F200
N3220 Z-92.395 X-9.452
N3230 Z-92.113 X-8.478 F100
N3240 Z-91.779 X-7.32 F200
N3250 Z-91.577 X-6.076

N3260 Z-91.475 X-5.45 F100
N3270 Z-91.477 X-5.448
N3280 Z-91.17 X-3.448 F200
N3290 Z-91.151 X-3.014
N3300 Z-91.146 X-2.902 F100
N3310 Z-91.005 X0.298 F200
N3320 G3 Z-100. X17.993 B8.997
N3330 Z-108.997 X0. B8.997
N3340 Z-104.369 X-15.73 B8.997
N3350 G1 Z-103.87 X-16.154
N3360 Z-103.845 X-16.176 F100
N3370 Z-102.638 X-17.202 F200
N3380 Z-102.157 X-17.39
N3390 Z-102.061 X-17.428 F100
N3400 Z-100.792 X-17.924 F200
N3410 Z-100.351 X-17.908
N3420 Z-100.185 X-17.904 F100
N3430 Z-98.911 X-17.862 F200
N3440 Z-98.526 X-17.684
N3450 Z-98.304 X-17.582 F100
N3460 Z-97.078 X-17.018 F200
N3470 Z-96.758 X-16.72
N3480 Z-96.507 X-16.486 F100
N3490 Z-95.373 X-15.432 F200
N3500 Z-95.121 X-15.052
N3510 Z-94.875 X-14.682 F100
N3520 Z-93.87 X-13.17 F200
N3530 Z-93.684 X-12.742
N3540 Z-93.478 X-12.27 F100
N3550 Z-92.635 X-10.334 F200
N3560 Z-92.511 X-9.886
N3570 Z-92.373 X-9.39 F100
N3580 Z-91.722 X-7.044 F200
N3590 Z-91.653 X-6.596
N3600 Z-91.593 X-6.208 F100
N3610 Z-91.477 X-5.448 F200
N3620 G0 M9
N3630 (Черновая Послойная2)
N3650 T2 D2(20mm EndMill)
N3660 Z-45.662 X-104.088 M8
N3670 G2 Z-46. X-83.97 B150.
N3680 G1 X-38.03
N3690 G2 Z-45.65 X-17.544 B150.
N3700 Z-44.79 X0. B80.382
N3710 Z-45.868 X25.436 B116.414
N3720 G1 Z-46. X31.73
N3730 X89.008

N3740 Z-45.662 X104.106
N3750 Z-44.682 X104.534 F600
N3760 Z-35.622 X104.536
N3770 Z-36. X89.116 F200
N3780 X33.246
N3790 G3 Z-34.871 X2.536 B129.984
N3800 G1 Z-34.703 X0.
N3810 G3 Z-36. X-33.246 B139.915
N3820 G1 X-89.128
N3830 Z-35.62 X-104.58
N3840 Z-25.591 F600
N3850 Z-26. X-89.128 F200
N3860 X-33.588
N3870 G2 Z-24.795 X-2.716 B129.921
N3880 G1 Z-24.602 X0.
N3890 G2 Z-26. X33.588 B128.782
N3900 G1 X89.118
N3910 Z-25.593 X104.538
N3920 Z-15.558 X104.542 F600
N3930 Z-16. X89.12 F200
N3940 Z-15.894 X27.954
N3950 Z-6. X40.588 F600
N3960 X89.122 F200
N3970 Z-5.518 X104.544
N3980 Z4.531 X104.546 F600
N3990 Z4. X89.124 F200
N4000 X41.598
N4010 Z14.057 X31.614 F600
N4020 Z14. X89.128 F200
N4030 Z14.59 X104.55
N4040 G0 Z-15.557 X-104.578
N4050 G1 Z-16. X-89.13
N4060 Z-15.895 X-28.
N4070 Z-6. X-40.63 F600
N4080 X-89.13 F200
N4090 Z-5.516 X-104.578
N4100 Z4.532 X-104.576 F600
N4110 Z4. X-89.132 F200
N4120 X-41.51
N4130 Z14.058 X-31.582 F600
N4140 Z14. X-89.134 F200
N4150 Z14.592 X-104.576
N4160 Z24.666 X-104.574 F600
N4170 G2 Z24. X-89.138 B66.884 F200
N4180 G1 X-32.56
N4190 G2 Z25.826 X-3.942 B78.474
N4200 G1 Z26.234 X0.

N4210 G2 Z24. X32.56 B84.771
N4220 G1 X89.132
N4230 G2 Z24.665 X104.552 B66.885
N4240 G1 Z34.761 X104.554 F600
N4250 G3 Z34. X89.138 B58.531 F200
N4260 G1 X33.244
N4270 G3 Z36.003 X4.272 B75.361
N4280 G1 Z36.505 X0.
N4290 G3 Z34. X-33.244 B80.78
N4300 G1 X-89.142
N4310 G3 Z34.762 X-104.574 B58.531
N4320 G1 Z44.891 X-104.572 F600
N4330 G2 Z44. X-89.15 B50.178 F200
N4340 G1 X-33.928
N4350 G2 Z46.203 X-4.882 B70.91
N4360 G1 Z46.872 X0.
N4370 G2 Z44. X33.928 B73.365
N4380 G1 X89.146
N4390 G2 Z44.89 X104.556 B50.18
N4400 G1 Z55.069 X104.56 F600
N4410 G3 Z54. X88.934 B43.366 F200
N4420 G1 X34.612
N4430 G3 Z56.458 X5.694 B63.323
N4440 G1 Z57.398 X0.
N4450 G3 Z54. X-34.612 B62.398
N4460 G1 X-88.934
N4470 G3 Z55.07 X-104.572 B43.935
N4480 G1 Z65.274 X-104.57 F600
N4490 G2 Z64. X-87.94 B47.571 F200
N4500 G1 Z64.093 X-32.568
N4510 G2 Z66.796 X-6.834 B53.046
N4520 G1 Z68.172 X0.
N4530 G2 Z64. X35.296 B49.252
N4540 G1 X87.94
N4550 G2 Z65.273 X104.562 B47.553
N4560 G1 Z75.579 X104.564 F600
N4570 G3 Z74. X86.948 B45.369 F200
N4580 G1 Z74.07 X33.932
N4590 G3 Z77.406 X7.678 B38.914
N4600 G1 Z79.319 X0.
N4610 G3 Z74. X-35.98 B40.764
N4620 G1 X-86.948
N4630 G3 Z75.579 X-104.57 B45.37
N4640 G1 Z86.208 X-104.568 F600
N4650 G2 Z84. X-85.956 B29.345 F200
N4660 G1 Z84.047 X-35.298
N4670 G2 Z87.927 X-10.178 B31.091

N4680 Z91.603 X0. B25.999
N4690 Z84. X36.662 B30.511
N4700 G1 X85.956
N4710 G2 Z86.208 X104.568 B29.345
N4720 G1 Z97.496 X104.57 F600
N4730 G3 Z94. X85.96 B19.532 F200
N4740 G1 Z94.068 X35.366
N4750 G3 Z98.921 X13.63 B20.19
N4760 G1 Z101.057 X9.406
N4770 G2 Z102.77 X1.87 B5.
N4780 Z97.77 X-8.13 B5.
N4790 Z92.77 X1.87 B5.
N4800 Z97.77 X11.87 B5.
N4810 Z101.057 X9.406 B5.
N4820 G3 Z108.999 X1.216 B20.208
N4830 G2 Z109.491 X0. B0.622
N4840 Z108.869 X-1.244 B0.622
N4850 Z108.247 X0. B0.622
N4860 Z108.869 X1.244 B0.622
N4870 Z108.999 X1.216 B0.622
N4880 G3 Z113.015 X0. B14.456
N4890 Z94. X-37.346 B20.081
N4900 G1 X-85.96
N4910 G3 Z97.495 X-104.568 B19.373
N4920 G0 Z145.478 X-7.25
N4930 G3 Z134.985 X0. B19.726
N4940 G1 X-20.
N4950 Z131.323 F100
N4960 G2 Z126.323 X-10. B5.
N4970 Z131.323 X0. B5.
N4980 Z136.323 X-10. B5.
N4990 Z131.323 X-20. B5.
N5000 G1 Z124.
N5010 G2 Z119. X-10. B5.
N5020 Z124. X0. B5.
N5030 Z129. X-10. B5.
N5040 Z124. X-20. B5.
N5050 G1 Z116.677
N5060 G2 Z111.677 X-10. B5.
N5070 Z116.677 X0. B5.
N5080 Z121.677 X-10. B5.
N5090 Z116.677 X-20. B5.
N5100 G1 Z113.015
N5110 G3 Z104. X-38.03 B10.107
N5120 G1 X-83.97
N5130 G3 Z113.015 X-102. B10.107
N5140 G1 Z134.985

N5150 G3 Z144. X-83.97 B10.107
N5160 G1 X-38.03
N5170 G3 Z134.985 X-20. B10.107
N5180 G1 X0. F200
N5190 G3 Z145.476 X7.248 B19.726
N5200 G1 Z139.914 X23.87
N5210 G3 Z144. X38.03 B10.084 F100
N5220 G1 X83.97
N5230 G3 Z134.985 X102. B10.107
N5240 G1 Z113.015
N5250 G3 Z104. X83.97 B10.107
N5260 G1 X38.03
N5270 G3 Z113.015 X20. B10.107
N5280 G1 Z134.985
N5290 G3 Z139.914 X23.87 B9.853
N5300 G0(Чистовая Послойная3)
N5310 (20mm EndMill)
N5320 Z104. X-41.532
N5330 G1 X-38.468 F200
N5340 X-38.03 F100
N5350 G2 Z113.015 X-20. B10.078
N5360 G1 Z131.752
N5370 Z133.93 F200
N5380 Z121.648 X20. F100
N5390 Z113.015
N5400 G2 Z104. X38.03 B10.078
N5410 G1 X77.474
N5420 X82. F200
N5430 G0(Черновая Послойная3)
N5440 (20mm EndMill)
N5450 Z52.001 X-17.298
N5460 G1 Z52. X-18. F100
N5470 G3 Z57. X-28. B5.
N5480 Z60.013 X-25.98 B5.
N5490 G1 Z60.502 X-25.002
N5500 G3 Z61.99 X-17.98 B4.885
N5510 Z61.979 X-17.316 B4.885
N5520 G1 X-11.498
N5530 G3 Z56.992 X-1.525 B4.987
N5540 Z52.005 X-11.498 B4.987
N5550 Z56.992 X-21.471 B4.987
N5560 Z61.979 X-11.498 B4.987
N5570 G1 X0.134
N5580 G3 Z56.997 X10.097 B4.982
N5590 Z52.015 X0.134 B4.982
N5600 Z56.997 X-9.829 B4.982
N5610 Z61.979 X0.134 B4.982

N5620 G1 X6.922
N5630 G3 Z60.113 X13.826 B5.
N5640 G1 Z59.537 X14.512
N5650 Z58.962 X15.198
N5660 G3 Z57. X16. B5.
N5670 Z52.021 X6.922 B5.
N5680 G1 Z52.02 X5.796
N5690 Z52.001 X-17.298
N5700 G0 Z12.273 X-4.486
N5710 G1 Z22.21 X-6.732
N5720 G3 Z22.455 X-0.116 B22.482
N5730 Z-0.027 X44.848 B22.482
N5740 Z-22.509 X-0.116 B22.482
N5750 Z-0.027 X-45.08 B22.482
N5760 Z16.809 X-29.914 B22.482
N5770 Z22.21 X-6.732 B22.615
N5780 G1 Z14.791 X-4.714
N5790 Z24.746 X-6.616
N5800 G3 Z24.958 X-0.112 B24.982
N5810 Z-0.024 X49.853 B24.982
N5820 Z-25.006 X-0.112 B24.982
N5830 Z-0.024 X-50.077 B24.982
N5840 Z19.737 X-30.682 B24.982
N5850 Z24.746 X-6.616 B25.168
N5860 G0 M9
N5870 (Обработка отверстий)
N5890 T4 D4(10mm Drill)
N5900 G92 Z0. X0.
N5910 Z-10. M8
N5920 M9
N5930 M30
!

Додаток

Керуюча програма для верстату з ЧПК

%MPF 24

N10 (Черновая Послойная)

N30 T1 D1(20mm EndMill)

N40 G94 G54 M8

N50 G0 G90 G54 C0.

N60 Z-99.648 X4.948

N70 G3 Z-100. X4.998 B2.5 F100

N80 Z-102.5 X-0.002 B2.5

N90 Z-100. X-5.002 B2.5

N100 Z-97.5 X-0.002 B2.5

N110 Z-99.648 X4.948 B2.5

N120 Z-100.095 X5.37 B2.42

N130 Z-100.63 X5.626 B2.679

N140 Z-100.78 X5.634 B3.073

N150 Z-103.417 X2.646 B3.073

N160 Z-104.011 X-1.648 B4.179

N170 Z-103.348 X-6.166 B4.179

N180 Z-100. X-9.103 B4.551 F200

N190 Z-98.522 X-8.61 B4.551

N200 Z-96.652 X-6.166 B4.384

N210 G1 Z-96.19 X-4.98

N220 G3 Z-95.446 X-0.006 B4.524

N230 Z-95.832 X3.654 B4.524

N240 G1 Z-96.652 X6.162

N250 Z-97.205 X7.18

N260 G3 Z-100. X9.104 B4.545

N270 Z-103.347 X6.162 B4.545

N280 G1 Z-103.809 X4.976

N290 G3 Z-104.554 X0.004 B4.522

N300 Z-104.167 X-3.656 B4.522

N310 G1 Z-103.348 X-6.166

N320 Z-107.027 X-12.938

N330 G3 Z-100. X-19.103 B9.551

N340 Z-90.449 X-0.002 B9.551

N350 Z-100. X19.099 B9.551

N360 Z-109.551 X-0.002 B9.551

N370 Z-108.746 X-7.674 B9.551

N380 Z-107.027 X-12.938 B8.367

N390 G1 Z-110.705 X-19.71

N400 G3 Z-100.025 X-29.025 B14.576 F100

N410 Z-85.449 X0.126 B14.576

N420 Z-100.025 X29.277 B14.576

N430 Z-114.601 X0.126 B14.576

N440 Z-114.6 X0. B14.576

N450 Z-110.705 X-19.71 B14.499
N460 G1 Z-99.423 X-1.504
N470 G3 Z-99.051 X-0.012 B0.934 F200
N480 Z-99.06 X0.248 B0.934
N490 Z-100. X1.898 B0.947
N500 Z-100.578 X1.504 B0.947
N510 Z-100.949 X0.014 B0.933
N520 Z-100.941 X-0.248 B0.933
N530 G1 Z-100.578 X-1.504
N540 G3 Z-100. X-1.902 B0.938
N550 Z-99.423 X-1.504 B0.938
N560 G1 Z-96.379 X-9.438
N570 G3 Z-94.051 X0.006 B5.951 F100
N580 Z-100.002 X11.909 B5.951
N590 Z-105.953 X0.006 B5.951
N600 Z-102.161 X-11.086 B5.951
N610 G1 Z-101.553 X-11.59
N620 Z-100.901 X-11.762
N630 G3 Z-99.912 X-11.937 B5.617
N640 Z-96.379 X-9.438 B5.617
N650 G1 Z-100.754 X-0.198
N660 Z-100.463 X-1.206 F200
N670 Z-99.901 X-1.506
N680 G3 Z-99.247 X-0.198 B0.755
N690 G1 X0.198
N700 G3 Z-99.901 X1.506 B0.758
N710 G1 Z-100.1
N720 G3 Z-100.754 X0.198 B0.755
N730 G1 X-0.198
N740 Z-105.711 X-1.504
N750 G3 Z-99.986 X-11.417 B5.785 F100
N760 Z-94.201 X0.152 B5.785
N770 Z-99.986 X11.721 B5.785
N780 Z-105.031 X5.81 B5.785
N790 Z-105.778 X0.23 B5.584
N800 Z-105.711 X-1.504 B5.584
N810 G0(Чистовая Послойная)
N820 (20mm EndMill)
N830 Z-116.559 X7.248
N840 G1 Z-116.791 X5.318 F200
N850 Z-117. X0.
N860 G3 Z-100. X-34. B17.
N870 Z-83. X0. B17.
N880 Z-100. X34. B17.
N890 Z-116.168 X10.506 B17.
N900 G1 Z-116.559 X7.248
N910 Z-115.936 X6.948 F100

N920 Z-116.156 X5.118 F200
N930 Z-116.357 X0.
N940 G3 Z-100. X-32.716 B16.358
N950 Z-83.642 X0. B16.358
N960 Z-100. X32.716 B16.358
N970 Z-115.557 X10.11 B16.358
N980 G1 Z-115.936 X6.948
N990 Z-110.16 X4.042 F100
N1000 Z-110.357 X0. F200
N1010 G3 Z-99.997 X-20.707 B10.361
N1020 Z-89.636 X0.014 B10.361
N1030 Z-99.997 X20.735 B10.361
N1040 Z-110.16 X4.042 B10.361
N1050 G1 Z-107.802 X3.512 F100
N1060 Z-108. X0. F200
N1070 G3 Z-100.001 X-15.999 B7.999
N1080 Z-92.002 X0. B7.999
N1090 Z-100.001 X15.999 B7.999
N1100 Z-107.799 X3.56 B7.999
N1110 G1 Z-107.802 X3.512
N1120 Z-107.781 X3.498 F100
N1130 Z-107.849 X3.066 F200
N1140 G3 Z-107.997 X0. B7.997
N1150 Z-100. X-15.994 B7.997
N1160 Z-92.003 X0. B7.997
N1170 Z-100. X15.994 B7.997
N1180 Z-107.311 X6.482 B7.997
N1190 G1 Z-107.781 X3.498
N1200 G0 M9
N1210 (Чистовая Послойная2)
N1230 T3 D3(20mm EndMill)
N1240 Z-82.783 X10.466 M8
N1250 G1 Z-82.8 X10.612
N1260 Z-82.944 X11.342
N1270 Z-83.708 X15.24 F100
N1280 Z-83.783 X15.62 F200
N1290 Z-84.136 X16.842
N1300 Z-84.948 X19.658 F100
N1310 Z-85.128 X20.28 F200
N1320 Z-85.678 X21.66
N1330 Z-86.551 X23.85 F100
N1340 Z-86.805 X24.486 F200
N1350 Z-87.078 X24.992
N1360 Z-88.351 X27.356 F100
N1370 Z-88.777 X28.146 F200
N1380 Z-91. X31.176
N1390 Z-92.801 X32.912

N1400 Z-93.374 X33.462 F100
N1410 Z-93.424 X33.512 F200
N1420 Z-94.34 X34.076
N1430 Z-95.939 X35.062 F100
N1440 Z-95.995 X35.098 F200
N1450 Z-96.668 X35.3
N1460 Z-98.582 X35.878 F100
N1470 Z-98.655 X35.9 F200
N1480 Z-99.297
N1490 Z-101.243 F100
N1500 Z-101.345 F200
N1510 Z-102.047 X35.688
N1520 Z-103.86 X35.14 F100
N1530 Z-104.005 X35.098 F200
N1540 Z-104.801 X34.606
N1550 Z-106.381 X33.632 F100
N1560 Z-106.576 X33.512 F200
N1570 Z-107.393 X32.724
N1580 Z-108.675 X31.49 F100
N1590 Z-109. X31.176 F200
N1600 Z-109.916 X29.928
N1610 Z-110.773 X28.76 F100
N1620 Z-111.223 X28.146 F200
N1630 Z-112.124 X26.472
N1640 Z-112.635 X25.524 F100
N1650 Z-113.195 X24.486 F200
N1660 Z-114.01 X22.44
N1670 Z-114.234 X21.882 F100
N1680 Z-114.872 X20.28 F200
N1690 G3 Z-118. X0. B18.
N1700 Z-117.2 X-10.612 B18.
N1710 G1 Z-116.831 X-12.494
N1720 Z-116.808 X-12.608 F100
N1730 Z-116.217 X-15.62 F200
N1740 Z-115.747 X-17.248
N1750 Z-115.618 X-17.696 F100
N1760 Z-114.872 X-20.28 F200
N1770 Z-114.325 X-21.65
N1780 Z-114.059 X-22.32 F100
N1790 Z-113.195 X-24.486 F200
N1800 Z-112.591 X-25.608
N1810 Z-112.176 X-26.378 F100
N1820 Z-111.223 X-28.146 F200
N1830 Z-110.576 X-29.028
N1840 Z-110.023 X-29.782 F100
N1850 Z-109. X-31.176 F200
N1860 Z-108.321 X-31.83

N1870 Z-107.657 X-32.47 F100
N1880 Z-106.576 X-33.512 F200
N1890 Z-105.87 X-33.946
N1900 Z-105.137 X-34.4 F100
N1910 Z-104.005 X-35.098 F200
N1920 Z-103.276 X-35.318
N1930 Z-102.524 X-35.544 F100
N1940 Z-101.345 X-35.9 F200
N1950 Z-100.594
N1960 Z-99.89 F100
N1970 Z-98.655 F200
N1980 Z-97.839 X-35.654
N1990 Z-97.356 X-35.508 F100
N2000 Z-95.995 X-35.098 F200
N2010 Z-95.17 X-34.588
N2020 Z-94.813 X-34.368 F100
N2030 Z-93.424 X-33.512 F200
N2040 Z-92.655 X-32.77
N2050 Z-92.311 X-32.44 F100
N2060 Z-91. X-31.176 F200
N2070 Z-90.339 X-30.274
N2080 Z-89.912 X-29.694 F100
N2090 Z-88.777 X-28.146 F200
N2100 Z-88.259 X-27.184
N2110 Z-87.685 X-26.118 F100
N2120 Z-86.805 X-24.486 F200
N2130 Z-86.446 X-23.586
N2140 Z-85.678 X-21.66 F100
N2150 Z-85.128 X-20.28 F200
N2160 Z-84.944 X-19.642
N2170 Z-84.139 X-16.852 F100
N2180 Z-83.783 X-15.62 F200
N2190 Z-83.705 X-15.224
N2200 Z-82.952 X-11.384 F100
N2210 Z-82.8 X-10.612 F200
N2220 Z-82.782 X-10.452
N2230 Z-82.201 X-5.366
N2240 Z-82. X0.
N2250 G3 Z-100. X36. B18.
N2260 Z-118. X0. B18.
N2270 Z-100. X-36. B18.
N2280 Z-82.8 X-10.612 B18.
N2290 G1 Z-82.782 X-10.452
N2300 Z-83.988 X-9.872 F100
N2310 Z-83.433 X-5.24 F200
N2320 G3 Z-83.226 X0.004 B16.773
N2330 Z-99.999 X33.549 B16.773

N2340 Z-116.772 X0.004 B16.773
N2350 Z-99.999 X-33.541 B16.773
N2360 Z-84.047 X-10.36 B16.773
N2370 G1 Z-83.988 X-9.872
N2380 Z-87.873 X-7.79 F100
N2390 Z-87.424 X-4.438 F200
N2400 G3 Z-87.23 X-0.002 B12.771
N2410 Z-100.001 X25.54 B12.771
N2420 Z-112.772 X-0.002 B12.771
N2430 Z-100.001 X-25.544 B12.771
N2440 Z-88.001 X-8.738 B12.771
N2450 G1 Z-87.873 X-7.79
N2460 Z-91.388 X-5.506 F100
N2470 Z-91.108 X-3.78 F200
N2480 Z-90.909 X0.
N2490 G3 Z-100.001 X18.183 B9.091
N2500 Z-109.092 X0. B9.091
N2510 Z-100.001 X-18.183 B9.091
N2520 Z-91.695 X-7.396 B9.091
N2530 G1 Z-91.388 X-5.506
N2540 Z-91.475 X-5.45 F100
N2550 Z-91.415 X-5.08
N2560 Z-91.198 X-3.742 F200
N2570 Z-91.129 X-2.432
N2580 Z-91.079 X-1.474 F100
N2590 Z-91.001 X0. F200
N2600 Z-91.071 X1.32
N2610 Z-91.116 X2.19 F100
N2620 Z-91.198 X3.742 F200
N2630 Z-91.404 X5.012
N2640 Z-91.526 X5.76 F100
N2650 Z-91.779 X7.32 F200
N2660 Z-92.114 X8.482
N2670 Z-92.29 X9.092 F100
N2680 Z-92.72 X10.58 F200
N2690 Z-93.169 X11.576
N2700 Z-93.402 X12.094 F100
N2710 Z-93.979 X13.376 F200
N2720 G3 Z-99.06 X17.9 B8.999
N2730 G1 Z-99.503
N2740 Z-100.467 F100
N2750 Z-100.941 F200
N2760 G3 Z-107.281 X10.58 B8.999
N2770 G1 Z-107.685 X9.182
N2780 Z-107.71 X9.096 F100
N2790 Z-108.222 X7.32 F200
N2800 Z-108.471 X5.79

N2810 Z-108.524 X5.462 F100
N2820 Z-108.803 X3.742 F200
N2830 Z-108.887 X2.15
N2840 Z-108.916 X1.59 F100
N2850 Z-109. X0. F200
N2860 Z-108.917 X-1.58
N2870 Z-108.877 X-2.334 F100
N2880 Z-108.803 X-3.742 F200
N2890 Z-108.559 X-5.248
N2900 Z-108.417 X-6.122 F100
N2910 Z-108.222 X-7.32 F200
N2920 Z-107.825 X-8.694
N2930 Z-107.564 X-9.6 F100
N2940 Z-107.281 X-10.58 F200
N2950 Z-106.744 X-11.774
N2960 Z-106.361 X-12.622 F100
N2970 Z-106.022 X-13.376 F200
N2980 Z-105.416 X-14.258
N2990 Z-104.913 X-14.988 F100
N3000 Z-104.5 X-15.588 F200
N3010 Z-103.843 X-16.174
N3020 Z-103.253 X-16.698 F100
N3030 Z-102.782 X-17.118 F200
N3040 Z-102.101 X-17.408
N3050 Z-101.456 X-17.682 F100
N3060 Z-100.941 X-17.9 F200
N3070 Z-100.264
N3080 Z-99.599 F100
N3090 Z-99.06 F200
N3100 Z-98.411 X-17.624
N3110 Z-97.765 X-17.35 F100
N3120 Z-97.22 X-17.118 F200
N3130 Z-96.622 X-16.586
N3140 Z-96.03 X-16.058 F100
N3150 Z-95.501 X-15.588 F200
N3160 Z-94.975 X-14.824
N3170 Z-94.468 X-14.086 F100
N3180 Z-93.979 X-13.376 F200
N3190 Z-93.545 X-12.41
N3200 Z-93.145 X-11.522 F100
N3210 Z-92.72 X-10.58 F200
N3220 Z-92.395 X-9.452
N3230 Z-92.113 X-8.478 F100
N3240 Z-91.779 X-7.32 F200
N3250 Z-91.577 X-6.076
N3260 Z-91.475 X-5.45 F100
N3270 Z-91.477 X-5.448

N3280 Z-91.17 X-3.448 F200
N3290 Z-91.151 X-3.014
N3300 Z-91.146 X-2.902 F100
N3310 Z-91.005 X0.298 F200
N3320 G3 Z-100. X17.993 B8.997
N3330 Z-108.997 X0. B8.997
N3340 Z-104.369 X-15.73 B8.997
N3350 G1 Z-103.87 X-16.154
N3360 Z-103.845 X-16.176 F100
N3370 Z-102.638 X-17.202 F200
N3380 Z-102.157 X-17.39
N3390 Z-102.061 X-17.428 F100
N3400 Z-100.792 X-17.924 F200
N3410 Z-100.351 X-17.908
N3420 Z-100.185 X-17.904 F100
N3430 Z-98.911 X-17.862 F200
N3440 Z-98.526 X-17.684
N3450 Z-98.304 X-17.582 F100
N3460 Z-97.078 X-17.018 F200
N3470 Z-96.758 X-16.72
N3480 Z-96.507 X-16.486 F100
N3490 Z-95.373 X-15.432 F200
N3500 Z-95.121 X-15.052
N3510 Z-94.875 X-14.682 F100
N3520 Z-93.87 X-13.17 F200
N3530 Z-93.684 X-12.742
N3540 Z-93.478 X-12.27 F100
N3550 Z-92.635 X-10.334 F200
N3560 Z-92.511 X-9.886
N3570 Z-92.373 X-9.39 F100
N3580 Z-91.722 X-7.044 F200
N3590 Z-91.653 X-6.596
N3600 Z-91.593 X-6.208 F100
N3610 Z-91.477 X-5.448 F200
N3620 G0 M9
N3630 (Черновая Послойная2)
N3650 T2 D2(20mm EndMill)
N3660 Z-45.662 X-104.088 M8
N3670 G2 Z-46. X-83.97 B150.
N3680 G1 X-38.03
N3690 G2 Z-45.65 X-17.544 B150.
N3700 Z-44.79 X0. B80.382
N3710 Z-45.868 X25.436 B116.414
N3720 G1 Z-46. X31.73
N3730 X89.008
N3740 Z-45.662 X104.106
N3750 Z-44.682 X104.534 F600

N3760 Z-35.622 X104.536
N3770 Z-36. X89.116 F200
N3780 X33.246
N3790 G3 Z-34.871 X2.536 B129.984
N3800 G1 Z-34.703 X0.
N3810 G3 Z-36. X-33.246 B139.915
N3820 G1 X-89.128
N3830 Z-35.62 X-104.58
N3840 Z-25.591 F600
N3850 Z-26. X-89.128 F200
N3860 X-33.588
N3870 G2 Z-24.795 X-2.716 B129.921
N3880 G1 Z-24.602 X0.
N3890 G2 Z-26. X33.588 B128.782
N3900 G1 X89.118
N3910 Z-25.593 X104.538
N3920 Z-15.558 X104.542 F600
N3930 Z-16. X89.12 F200
N3940 Z-15.894 X27.954
N3950 Z-6. X40.588 F600
N3960 X89.122 F200
N3970 Z-5.518 X104.544
N3980 Z4.531 X104.546 F600
N3990 Z4. X89.124 F200
N4000 X41.598
N4010 Z14.057 X31.614 F600
N4020 Z14. X89.128 F200
N4030 Z14.59 X104.55
N4040 G0 Z-15.557 X-104.578
N4050 G1 Z-16. X-89.13
N4060 Z-15.895 X-28.
N4070 Z-6. X-40.63 F600
N4080 X-89.13 F200
N4090 Z-5.516 X-104.578
N4100 Z4.532 X-104.576 F600
N4110 Z4. X-89.132 F200
N4120 X-41.51
N4130 Z14.058 X-31.582 F600
N4140 Z14. X-89.134 F200
N4150 Z14.592 X-104.576
N4160 Z24.666 X-104.574 F600
N4170 G2 Z24. X-89.138 B66.884 F200
N4180 G1 X-32.56
N4190 G2 Z25.826 X-3.942 B78.474
N4200 G1 Z26.234 X0.
N4210 G2 Z24. X32.56 B84.771
N4220 G1 X89.132

N4230 G2 Z24.665 X104.552 B66.885
N4240 G1 Z34.761 X104.554 F600
N4250 G3 Z34. X89.138 B58.531 F200
N4260 G1 X33.244
N4270 G3 Z36.003 X4.272 B75.361
N4280 G1 Z36.505 X0.
N4290 G3 Z34. X-33.244 B80.78
N4300 G1 X-89.142
N4310 G3 Z34.762 X-104.574 B58.531
N4320 G1 Z44.891 X-104.572 F600
N4330 G2 Z44. X-89.15 B50.178 F200
N4340 G1 X-33.928
N4350 G2 Z46.203 X-4.882 B70.91
N4360 G1 Z46.872 X0.
N4370 G2 Z44. X33.928 B73.365
N4380 G1 X89.146
N4390 G2 Z44.89 X104.556 B50.18
N4400 G1 Z55.069 X104.56 F600
N4410 G3 Z54. X88.934 B43.366 F200
N4420 G1 X34.612
N4430 G3 Z56.458 X5.694 B63.323
N4440 G1 Z57.398 X0.
N4450 G3 Z54. X-34.612 B62.398
N4460 G1 X-88.934
N4470 G3 Z55.07 X-104.572 B43.935
N4480 G1 Z65.274 X-104.57 F600
N4490 G2 Z64. X-87.94 B47.571 F200
N4500 G1 Z64.093 X-32.568
N4510 G2 Z66.796 X-6.834 B53.046
N4520 G1 Z68.172 X0.
N4530 G2 Z64. X35.296 B49.252
N4540 G1 X87.94
N4550 G2 Z65.273 X104.562 B47.553
N4560 G1 Z75.579 X104.564 F600
N4570 G3 Z74. X86.948 B45.369 F200
N4580 G1 Z74.07 X33.932
N4590 G3 Z77.406 X7.678 B38.914
N4600 G1 Z79.319 X0.
N4610 G3 Z74. X-35.98 B40.764
N4620 G1 X-86.948
N4630 G3 Z75.579 X-104.57 B45.37
N4640 G1 Z86.208 X-104.568 F600
N4650 G2 Z84. X-85.956 B29.345 F200
N4660 G1 Z84.047 X-35.298
N4670 G2 Z87.927 X-10.178 B31.091
N4680 Z91.603 X0. B25.999
N4690 Z84. X36.662 B30.511

N4700 G1 X85.956
N4710 G2 Z86.208 X104.568 B29.345
N4720 G1 Z97.496 X104.57 F600
N4730 G3 Z94. X85.96 B19.532 F200
N4740 G1 Z94.068 X35.366
N4750 G3 Z98.921 X13.63 B20.19
N4760 G1 Z101.057 X9.406
N4770 G2 Z102.77 X1.87 B5.
N4780 Z97.77 X-8.13 B5.
N4790 Z92.77 X1.87 B5.
N4800 Z97.77 X11.87 B5.
N4810 Z101.057 X9.406 B5.
N4820 G3 Z108.999 X1.216 B20.208
N4830 G2 Z109.491 X0. B0.622
N4840 Z108.869 X-1.244 B0.622
N4850 Z108.247 X0. B0.622
N4860 Z108.869 X1.244 B0.622
N4870 Z108.999 X1.216 B0.622
N4880 G3 Z113.015 X0. B14.456
N4890 Z94. X-37.346 B20.081
N4900 G1 X-85.96
N4910 G3 Z97.495 X-104.568 B19.373
N4920 G0 Z145.478 X-7.25
N4930 G3 Z134.985 X0. B19.726
N4940 G1 X-20.
N4950 Z131.323 F100
N4960 G2 Z126.323 X-10. B5.
N4970 Z131.323 X0. B5.
N4980 Z136.323 X-10. B5.
N4990 Z131.323 X-20. B5.
N5000 G1 Z124.
N5010 G2 Z119. X-10. B5.
N5020 Z124. X0. B5.
N5030 Z129. X-10. B5.
N5040 Z124. X-20. B5.
N5050 G1 Z116.677
N5060 G2 Z111.677 X-10. B5.
N5070 Z116.677 X0. B5.
N5080 Z121.677 X-10. B5.
N5090 Z116.677 X-20. B5.
N5100 G1 Z113.015
N5110 G3 Z104. X-38.03 B10.107
N5120 G1 X-83.97
N5130 G3 Z113.015 X-102. B10.107
N5140 G1 Z134.985
N5150 G3 Z144. X-83.97 B10.107
N5160 G1 X-38.03

N5170 G3 Z134.985 X-20. B10.107
N5180 G1 X0. F200
N5190 G3 Z145.476 X7.248 B19.726
N5200 G1 Z139.914 X23.87
N5210 G3 Z144. X38.03 B10.084 F100
N5220 G1 X83.97
N5230 G3 Z134.985 X102. B10.107
N5240 G1 Z113.015
N5250 G3 Z104. X83.97 B10.107
N5260 G1 X38.03
N5270 G3 Z113.015 X20. B10.107
N5280 G1 Z134.985
N5290 G3 Z139.914 X23.87 B9.853
N5300 G0(Чистовая Послойная3)
N5310 (20mm EndMill)
N5320 Z104. X-41.532
N5330 G1 X-38.468 F200
N5340 X-38.03 F100
N5350 G2 Z113.015 X-20. B10.078
N5360 G1 Z131.752
N5370 Z133.93 F200
N5380 Z121.648 X20. F100
N5390 Z113.015
N5400 G2 Z104. X38.03 B10.078
N5410 G1 X77.474
N5420 X82. F200
N5430 G0(Черновая Послойная3)
N5440 (20mm EndMill)
N5450 Z52.001 X-17.298
N5460 G1 Z52. X-18. F100
N5470 G3 Z57. X-28. B5.
N5480 Z60.013 X-25.98 B5.
N5490 G1 Z60.502 X-25.002
N5500 G3 Z61.99 X-17.98 B4.885
N5510 Z61.979 X-17.316 B4.885
N5520 G1 X-11.498
N5530 G3 Z56.992 X-1.525 B4.987
N5540 Z52.005 X-11.498 B4.987
N5550 Z56.992 X-21.471 B4.987
N5560 Z61.979 X-11.498 B4.987
N5570 G1 X0.134
N5580 G3 Z56.997 X10.097 B4.982
N5590 Z52.015 X0.134 B4.982
N5600 Z56.997 X-9.829 B4.982
N5610 Z61.979 X0.134 B4.982
N5620 G1 X6.922
N5630 G3 Z60.113 X13.826 B5.

N5640 G1 Z59.537 X14.512
N5650 Z58.962 X15.198
N5660 G3 Z57. X16. B5.
N5670 Z52.021 X6.922 B5.
N5680 G1 Z52.02 X5.796
N5690 Z52.001 X-17.298
N5700 G0 Z12.273 X-4.486
N5710 G1 Z22.21 X-6.732
N5720 G3 Z22.455 X-0.116 B22.482
N5730 Z-0.027 X44.848 B22.482
N5740 Z-22.509 X-0.116 B22.482
N5750 Z-0.027 X-45.08 B22.482
N5760 Z16.809 X-29.914 B22.482
N5770 Z22.21 X-6.732 B22.615
N5780 G1 Z14.791 X-4.714
N5790 Z24.746 X-6.616
N5800 G3 Z24.958 X-0.112 B24.982
N5810 Z-0.024 X49.853 B24.982
N5820 Z-25.006 X-0.112 B24.982
N5830 Z-0.024 X-50.077 B24.982
N5840 Z19.737 X-30.682 B24.982
N5850 Z24.746 X-6.616 B25.168
N5860 G0 M9
N5870 (Обработка отверстий)
N5890 T4 D4(10mm Drill)
N5900 G92 Z0. X0.
N5910 Z-10. M8
N5920 M9
N5930 M30
!

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

				<i>І Ф Н Т У Н Г</i>				<i>ПЛ 22.05.19.001</i>				<i>10101.00001</i>			
											<i>Планка</i>				

Кафедра КМВ

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

ПЛАНКА ПЛ 22.05.19.001

Розробив БЕВЗЮК М.Р.

Перевірів ОДОСІЙ З.М.

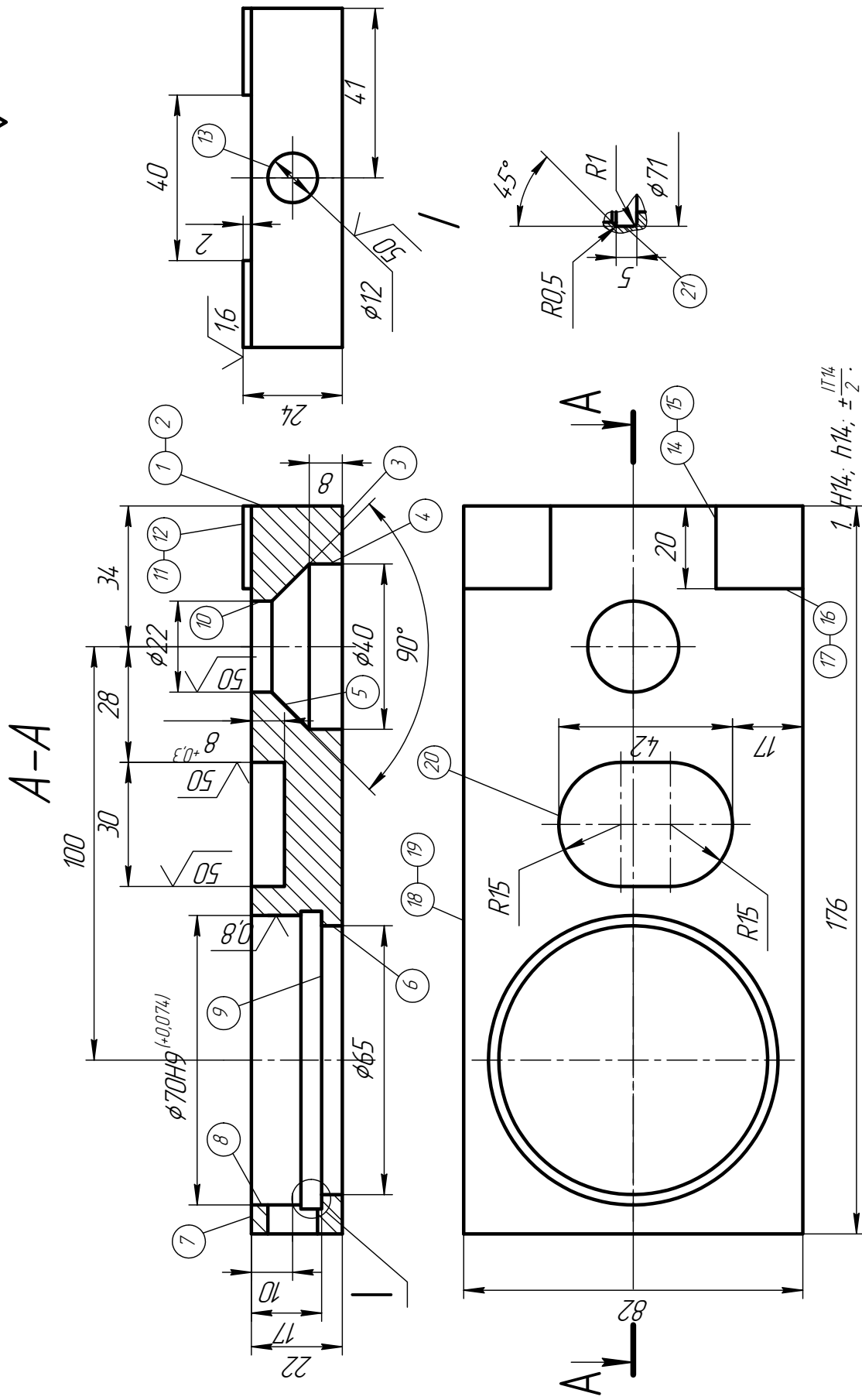
Акт № 158 від "28 " травня 2024р.

--	--

		Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дробл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание										
				<u>Документація</u>												
				<u>Розрахунково-пояснювальна записка</u>												
				<u>Комплект технологічної документації</u>												
A1				<u>Складальне креслення</u>												
				<u>Деталі</u>												
		1		Плита	2											
		2		Вісь	1											
		3		Гвинт	2											
		4		Штовхач	2											
		5		Гвинт	2											
		6		Регулятор	1											
		7		Шпонка	2											
		8		Плита	2											
				<u>Стандартні вироби</u>												
		9		Болт М16х60 ГОСТ 15589-01	2											
		10		Гайка М20 ГОСТ 15526-00	2											
		11		Гвинт М12х60 ГОСТ 1491-99	4											
		12		Шайба 18 ГОСТ 10450-98	4											
		13		Гвинт М18х60 ГОСТ 1491-90	4											
		14		Шайба 20 ГОСТ 10450-98	4											
													БРД.ПМ-050.00.000 СК			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій фрезерний					Лит.	Лист	Листов		
		Разраб.	Бевзюк М.Р.											1	1	
		Пров.	Одосій З.М.													
		Реценз.														
		Н.контр.	Одосій З.М.													
		Утв.	Панчук В.Г.				ІФНТУНГ ПМ-20-1									

ПМ-22.05.19.001

√12.5 (√)



ПМ-22.05.19.001		Лист	Масса	Масштаб
Планка			2	1:1
Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Лист	Листов	1
		ИФНТУНГ ПМ-20-1		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Беззак МР		
		Обаси ЗМ		
		Обаси ЗМ		
Исполн.	Обаси ЗМ			
Упр.	Панчик ВГ			

Лист № _____

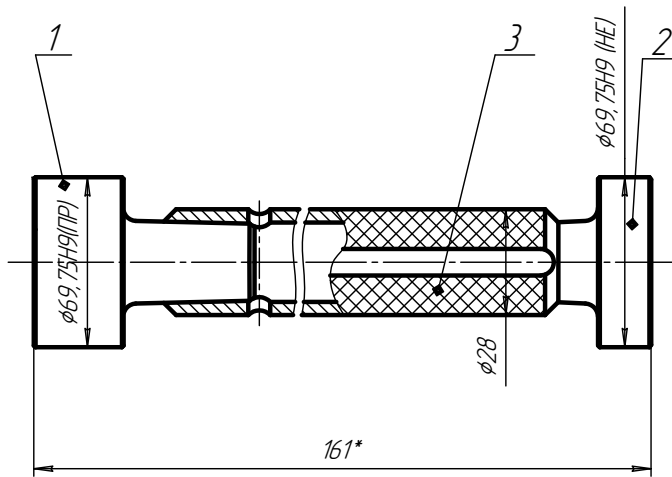
Спроб. № _____

Взам. у чина

ИФНТУНГ

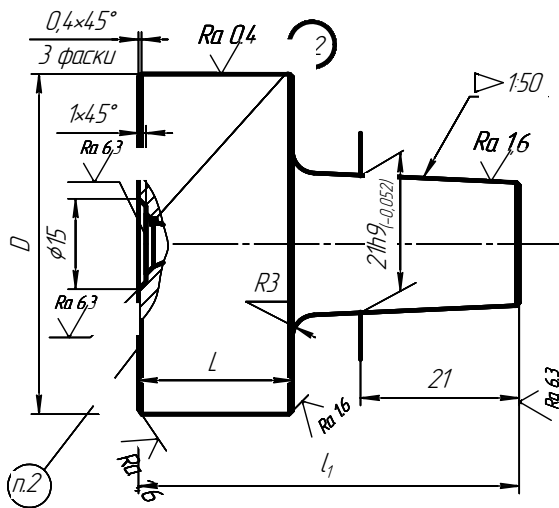
Лист № _____

Листов _____



1. Допускається використовувати ручки накладки по ГОСТ 14.748-99.
2. Технічні вимоги та маркування по ГОСТ 2015-84.

					БДР.ПМ-050.00.000 СК			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Калибр-пробка для контролю отвору $\phi 70H9$	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Бєдзак МР						0,91	1:60
Перев.	Одасій ЗМ					Архиви	Архивий	
Т.контр.	Одасій ЗМ					ІФНТУНГ		
Н.контр.	Одасій ЗМ					ПМ-20-1		
Затв.	Панчик ВГ							



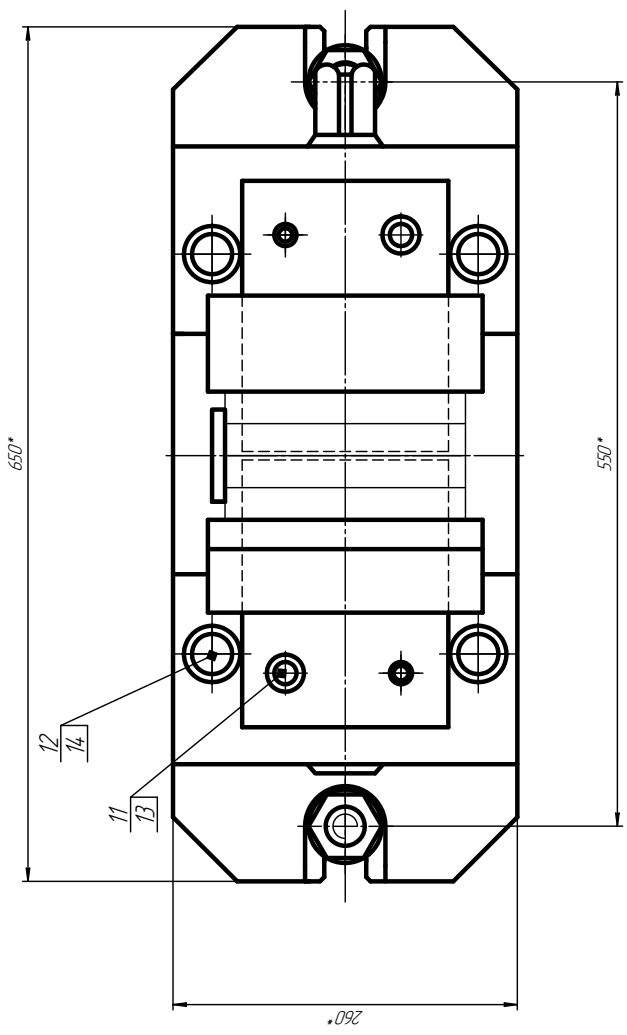
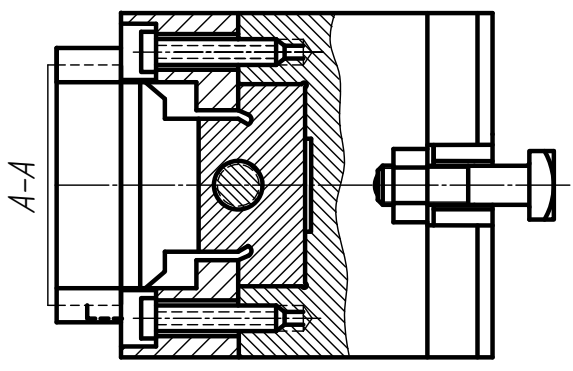
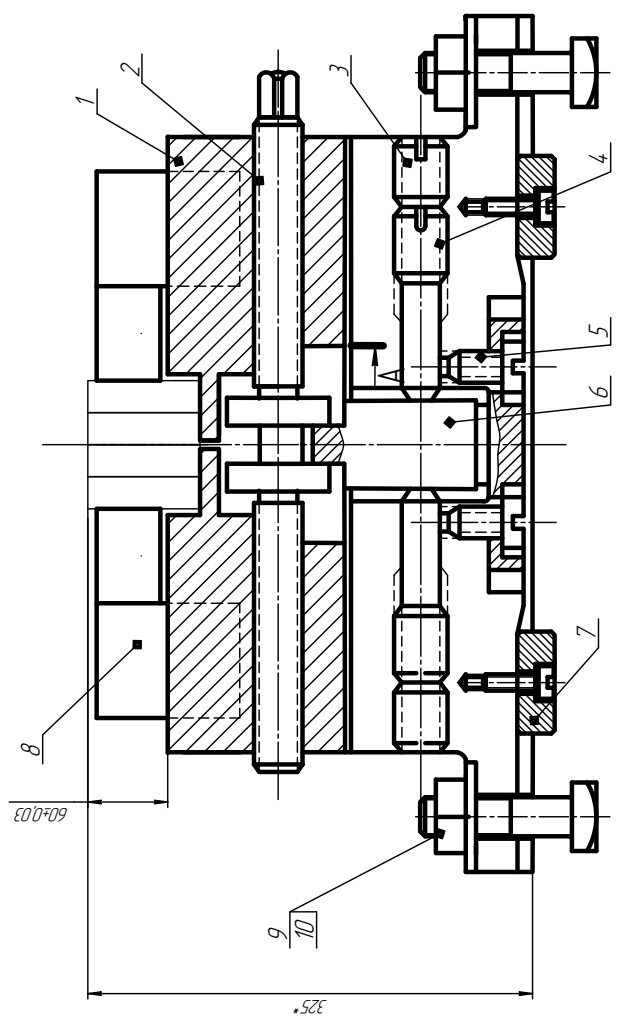
Позначення	D	L	L ₁	маса, кг
БДР.ПМ-050.00.001	$\phi 69.763_{-0.004}$	25	59	0,70
БДР.ПМ-050.00.002	$\phi 69.912_{-0.004}$	16	50	0,49

1. Цементувати h 0.8..1,2 56..64 HRCe
2. Центрові отвори по ГОСТ 14.034-84
3. Маркувати: Дном. позначення поля допуску контролюючого розміру, назначення вставки (ПР) і товарний знак підприємства-виробника

					БДР.ПМ-050.00.000		
Мат. лист	№ докум.	Підп.	Дата	Вставка	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Бєдзак МР						1:1
Проб.	Одасій ЗМ				Лист	Листов	1
Т.контр.	Одасій ЗМ				ІФНТУНГ		
Н.контр.	Одасій ЗМ				ПМ-20-1		
Затв.	Панчик ВГ			Сталь 20 ГОСТ 1450-88			

БДР.ПМ-050.00.000

A

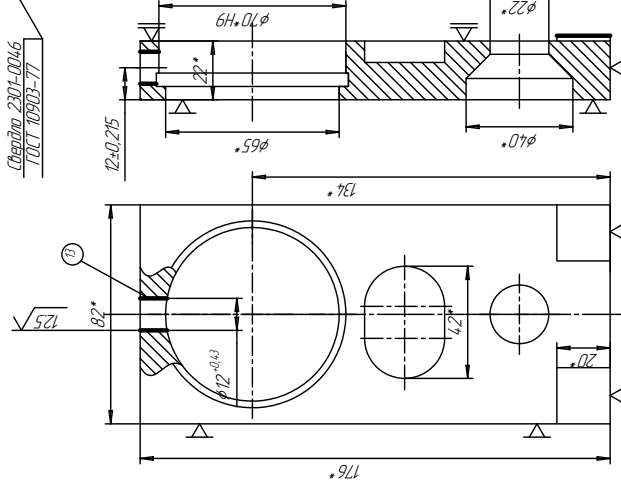
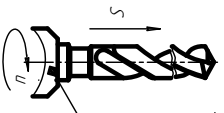


1. Пристрій призначений для вертикально-фрезерного верстата моделі БР11.
2. * Розмір для об'єднок

БДР.ПМ-050.00.000		Лист	Кількість	12
Пристрій фрезерний		Матеріал	Листів	12
		Масштаб	Масштаб	1:1
		Висота	Висота	100
		Ширина	Ширина	100
		Глибина	Глибина	100
		Товщина	Товщина	100
		Кількість	Кількість	12
		Матеріал	Матеріал	Листів
		Масштаб	Масштаб	1:1
		Висота	Висота	100
		Ширина	Ширина	100
		Глибина	Глибина	100
		Товщина	Товщина	100

Карта наладки

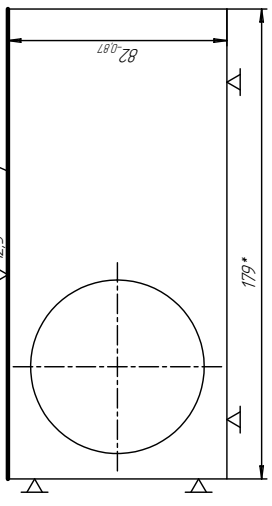
Операция 030



№ п/п	Экст. операции	D, мм	L, мм	f, мм	S, мм/об	V, м/об	n, об/мин	T, мин	T _{об} , об
1	Свердлами отобр. 13	12	13	6	1	0.14	800	0.13	0.144

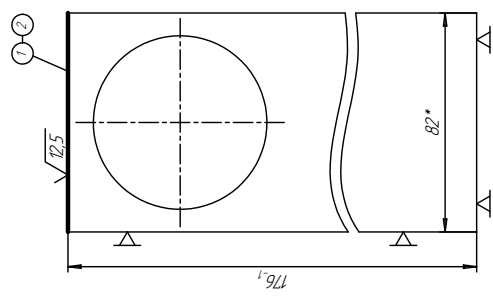
Фреза 2214-0159
ГОСТ 9473-80

Операция 010



Операция 015

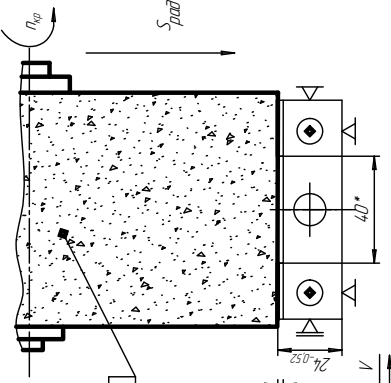
Фреза 2214-0159
ГОСТ 9473-80



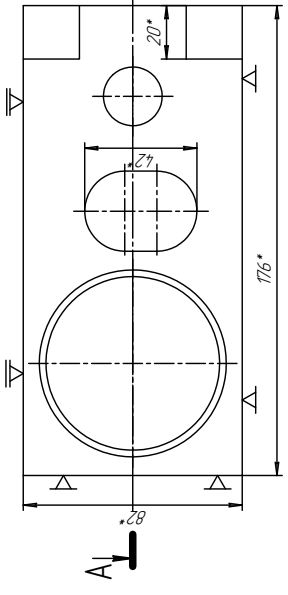
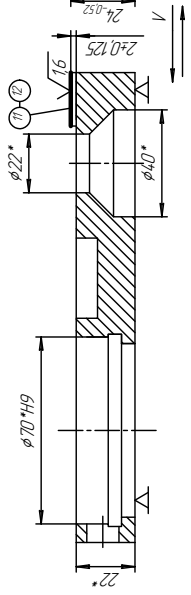
№ п/п	Экст. операции	D, мм	L, мм	f, мм	S, мм/об	V, м/об	n, об/мин	T, мин	T _{об} , об
2	Фрезеруемостью наб. 2	200	152	13	1	250	998	315	0.15
1	Фрезеруемостью наб. 1	200	152	13	1	250	998	315	0.15

Операция 035

Каче ПП 600x100x205 25A32H CM 16 K5
50M/C 1 кл. А ГОСТ 3266-91



A-A



№ п/п	Экст. операции	B, мм	L, мм	f, мм	S, мм/об	V, м/об	K, об/мин	T, мин	T _{об} , об
1	Шершветом наб. 11-12	42	150/13	0.01	-	0.01/30	40	300	0.30

* Резчик для обработки

БДР-ПМ-050000000 СХ

Карта наладки

Исполнитель	Проверен	Утвержден
М.П.	М.П.	М.П.
И.И. Иванов	И.И. Иванов	И.И. Иванов

ПМ-20-1

