

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-44.00.00.000.ПЗ

Група ПМ-19-1

Сміх Володимир

Володимирович

2023

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« ____ » _____ 20__ року

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

Сміху Володимиру Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу виготовлення багатоступінчастої деталі «Втулка БР»

керівник роботи Онисько О.Р., професор кафедри КМВ

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "13" червня 2023 року № 241/7

2. Терміни подання студентом роботи 20 червня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи: технічний кресленик деталі «Втулка»; середовище програм SolidWorks.

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

1. Проектування технологічного процесу та основних технологічних систем. 2.

Розробка та розрахунок пристроїв. 3. Аналіз та удосконалення конструкції пристрою для обробки.

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

1. Креслення деталі – 1 лист А1. 2. Креслення пристрою на обробку – 1 лист А1.

3 3D модель пристрою на обробку – 1 лист А1. 4. Креслення контрольного пристрою – 1 лист А1. 5. Візуалізація ЧПК обробки – 1 лист А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Онисько О.Р., професор кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальна характеристика	10.03.2022	
2	Опис і конструкція навчального проєкту	01.04.2022	
3	Проектна частина	01.05.2022	
4	Конструкторська частина	15.05.2022	
5	Дослідницька частина	15.05.2022	
6	Захист бакалаврської роботи	23.06.2022	

Студент _____ Сміх В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Онисько О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ ___ ” _____ 2023_р.

Реферат

Бакалаврська робота виконана на тему «Розробка технологічного процесу виготовлення багатоступінчатої деталі «Втулка БР »». Робота складається з 50 аркушів. До неї входять 23 рисунки, 13 таблиця, додатки. Для розрахунку роботи було використано 14 бібліографічних найменувань.

Об'єкт дослідження – механічна обробка деталі.

Предмет дослідження – технологічний процес виготовлення деталі «Втулка БР».

Мета роботи – розробка технології виготовлення «Втулка БР» для умов середньосерійного виробництва.

Основним завданням роботи є розроблення технологічного процесу для деталі «Втулка БР», вибір можливих верстатів для обробки даної деталі, створення пристроїв для обробки та контрольного пристрою для контролю певної поверхні деталі, а також створення керуючої програми для верстату з ЧПК.

Відповідно до поставленої задачі досягнуто;

1) розробка операцій та маршруту виготовлення втулки, вибір заготовки, опис матеріалу та призначення виготовленої деталі;

2) проектування допоміжних пристроїв. Пристрій базувальний для вдосконалення вертикально-свердлильного верстата з ЧПК. Пристрій контрольний;

3) розроблено новий технологічний процес механічної обробки деталі «Втулка БР» для умов середньо-серійного типу виробництва.

Ключові слова: Технологічний процес, заготовка, припуск, точність, обробка, деталь, норма часу, ріжучий інструмент, верстати, пристрої, технологічна документація.

Студент Сміх В. В.

Summary

Bachelor's qualification work was performed on the topic "Development of technological process of the part " Sleeve BR. The work consists of 50 sheets. It includes 23 figures, 13 tables, appendices. 14 bibliographic titles were used to calculate the work. Object of research - the process of machining. The subject of research - the technological process of manufacturing parts "Sleeve BR".

The purpose of the work is to develop the manufacturing technology of the "Sleeve BR" for conditions of medium series production.

The main task of the work is the development of a technological process for the "Sleeve BR" part, the selection of possible machines for processing this part, the creation of processing devices and a control device for monitoring a certain surface of the part, as well as the creation of a control program for a CNC machine tool.

According to the set task, it was achieved:

- 1) development of operations and the route of bushing production, selection of the workpiece, description of the material and purpose of the manufactured part;
- 2) design of auxiliary devices. The basic device for improving the vertical drilling machine with CNC. Control device;
- 3) a new technological process of mechanical processing of the "Sleeve BR" part has been developed for medium-series production conditions.

Keywords: Technological process, workpiece, allowance, precision, processing, detail, time standard, cutting tool, machines, devices, technological.

Student Smikh V. V.

Зміст

ВСТУП.....	5
1 Технологічна частина	7
1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі	7
1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення.....	9
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	11
1.2.1 Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості.....	11
1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки	13
1.3 Визначення програми випуску деталей.....	13
1.4 Вибір способу отримання заготовки.....	14
1.5 Розробка маршруту обробки деталі	15
1.6 Розробка проектного варіанту технологічного процесу	17
1.7 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь.....	21
1.8 Розрахунок режимів різання і основного часу.....	22
1.9 Технічне нормування операцій.....	24
2 Конструкторська частина	26
2.1 Пристрій свердлильний	26
2.1.2 Розрахунок сил затиску гаки	26
2.1.3 Розрахунок похибки базування на глибину	27
2.1.4 Рівень уніфікації.....	29
2.2 Пристрій контрольний.....	29
2.2.1 Розрахунок на точність контрольного пристрою	30
2.3. Створення керуючої програми для верстата зЧПК CL-1640ZX	30
3 Вибір засобів технологічного оснащення.....	40
3.1 Опис верстатів	40
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>						
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	<i>Сміх В.</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	<i>Онисько О.Р.</i>									4	
Затверд.	Панчук В.Г							<i>ІФНТУНГ ПМ-19-1</i>			

ВСТУП

Однією з провідних галузей є машинобудування. Це пояснюється тим, що всі процеси в матеріальному виробництві, транспортуванні, будівництві та сільському господарстві пов'язані з використанням машин різного призначення. Конструкція машини безперервно вдосконалюється на основі впровадження ефективних результатів науково-технічних досліджень, появи нових матеріалів і способів надання їй правильної форми та експлуатаційних характеристик відповідно до потреб виробництва та експлуатації. .

Створення нових верстатів, що відповідають сучасним вимогам, пов'язане з необхідністю підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів для машинобудівних профілів, здатних вирішувати завдання розрахунку, проектування, виробництва та експлуатації високотехнологічної продукції. Підготовка молодих спеціалістів за цим напрямом здійснюється на базі базової загальноосвітньої, загальнотехнічної та спеціальної предметних досліджень, з яких особливе місце займає курс технології машинобудування.

Основним завданням цієї наукової дисципліни є вироблення знань для постійного вдосконалення методів технології виробництва та підвищення продуктивності машинобудування. Напрямок інженерії залежить від завдання отримати якісну машину, виготовлену з найменшими витратами, з найменшими витратами матеріалів, а організацію роботи максимально безпечною і легкою.

Розвиток таких технологічних процесів пов'язаний з відповідним підбором і створенням більш досконалого технологічного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробництва, техніко-економічними обґрунтуваннями та впровадженням проектно-конструкторських розробок. При цьому стоїть завдання мінімізувати кількість технологічних процесів. Побудувати та впровадити час для прискорення використання нових технологій на етапі виробництва продукції.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

В бакалаврській роботі передбачається Розробка технологічного процесу виготовлення багатоступінчатої деталі втулка шляхом:

- вибір заготівельного матеріалу та форми матеріалу;
- використання методів обробки та засобів технологічного оснащення, які повніше відповідають особливостям конструкції деталі та середньо серійному типу виробництва.

Метою роботи є розробка технологічного процесу виготовлення багатоступінчатої втулка за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення та інструментів, здатних забезпечити якісну обробку заготовки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Втулка».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка».

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

Втулка - це деталь циліндричної або конічної форми, яка застосовується в різних агрегатах, верстатах, приладах, автомобілях і тд. Втулки бувають: підшипникові, перехідні, кріпильні, віброізоляційні, електроізоляційні, різьбові та ін.

За конструкцією втулки бувають суцільні і розрізні.

Втулка підшипникова - не містить в собі проміжних рухомих елементів. Тіло, що обертається розміщується в циліндричній втулці по посадці із зазором.

Втулка перехідна - застосовується в основному в різних верстатах для встановлення в нього інструменту різного розміру.

Кріпильна втулка - закріплює внутрішні кільця підшипників кочення та інших деталей на циліндричних ділянках валів і осей. Така втулка допомагає добитись точного розміщення деталей на валах і фіксує їх при затягуванні гайкою.

Втулка, яку мені потрібно виготовити в першу чергу служить для здешевлення ремонту агрегата. Вал агрегата, який обертається в підшипнику, який встановлений у втулку під спеціальне посадочне місце працює з великою вібрацією. В результаті чого, є велика ймовірність виведення підшипника з ладу, в гіршому випадку, його заклинення і провертання зовнішньої обойми вже у втулці, а не в корпусі деталі.

Тим самим в подальшому ремонті агрегата, спеціаліст замінює втулку, а не цілий корпус пристроя, що в рази є дешевшим.

Таблиця 1.1- Хімічний склад матеріалу сталь 40

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	As	Cu
0,36 - 0,45	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,035	до 0,035	до 0,25	до 0,2	до 0,3

Температура критичних точок матеріалу становить $A_{c1} = 720$, $A_{c3}(A_{cm}) = 830$, $A_{r1} = 700$. Матеріал є важкозварювальним, флокеночутливим та схильною до відпускнуої крихкості. Переважно тріщини утворюються через зварювальний шов . Тому

					БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ			Арк.
								7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

матеріал зі сталі 40 перед виконанням зварювальних робіт спочатку нагрівають та піддають термічній обробці після зварювання.

Таблиця 1.2- Механічні властивості сталі 40

Сортамент	Размір	Напр.	s_B	s_T	d_5	y	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Пруток, ГОСТ 8479-70	Ø 90		275	530	20	40	440	Загартування від 860°C, олива, Відпуск при 500°C, повітря,
Пруток, ДСТУ 7809-15	Ø 100		275	535	20	45	500	Загартування від 870°C, олива, Відпуск при 490°C, повітря,
Пруток, ГОСТ 2590-2006	Ø110		275	535	20	45	510	Загартування від 875°C, олива, Відпуск при 510°C, повітря,

Після правильного проведення термічної обробки, твердість матеріалу Сталь 40 дорівнює 217 НВ.

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Щоб забезпечити довговічність деталі і зменшити витрати на виробництво. Потрібно вибрати шорсткість, точність розміру поверхонь та взаємного їх розміщення. В моєму випадку точність будемо контролювати індикатором торцевого биття. Для ідеального контролю биття, найкраще індикатор базувати по поверхні посадки підшипника, але це не завжди можливо, прикладом є моя втулка. Отже базуватись будемо до доступної поверхні. Для зручності проведення аналізу вимог щодо якості поверхонь та точності зведемо їх у таблицю 1.3 користуючись нормативами[1, с.80, табл. 3.14 та 2, с.593].

Таблиця 1.3 - Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

№ поверхні	Класифікація поверхні	Розмір та точність поверхні	Точність форми і розміщення	Шорсткість мкм
1	Зовнішня циліндрична	Ø83 h14	Особливих вимог немає	Ra 6,3
2,4,13,16	Фаска	1x45°	Особливих вимог немає	Ra 6,3
3,14	Торець	83h14	Торцеве биття 0,1 мм відносно бази А	Ra 6,3
15	Різьбовий отвір	M6	Особливих вимог немає	Ra 6,3
8	Канавка з завкругленням	R0.3 H14	Особливих вимог немає	Ra 6.3
17	Ширина канавки	2.5 h14	Особливих вимог немає	Ra 6.3
18	Діаметр канавки	Ø73 H14	Особливих вимог немає	Ra 6,3
5	Внутрішня циліндрична	Ø74,2 H14	Особливих вимог немає	Ra 6,3
6	Фаска	2*45 H14	Особливих вимог немає	Ra 6,3

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості

Наведемо методи механічної обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності розмірів та якості занесемо у таблицю 1.4, користуючись [5, с.85, табл. 4.10].

Таблиця 1.4 - Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі [3, с. 150...153, табл. 3.1, 3.2, 3.4].

№ поверхні	Розмір та точність поверхні	Вид обробки	Тип верстату	Шорсткість мкм
1	Ø83 h14	Чорнове точіння Точіння чистове	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
2,4,1 3,16	1,5x45°	Точіння чистове	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
3,14	Ø83h14	Чорнове розточування, напівчорнове розточування, чистове розточування або кругле внутрішнє шліфування	Токарно-гвинторізний або внутрішньо-шліфувальний	Ra 6,3
15	M6	Зацентровування, свердління, нарізання різьби мітчиком	Вертикально-свердлильний	Ra 6,3
8	R0.3 H14	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3

					<i>БР.ЛМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

17	2.5 h14	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6.3
18	Ø73 h14	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
5	Ø74,2 H14	Чорнове розточування	Токарно-гвинторізний	Ra 6.3
6	2*45	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6.3
7	□ Ø72 H8	Розточування чорнове, напівчорнове розточування, чистове розточування	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
9	72 h14	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
10	Ø61 H14	Чорнове розточування	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3
11	61 H14	Чорнове точіння	Токарно-гвинторізний	Ra 6.3
12	Ø37 H14	Чорнове свердління, чорнове розточування	Токарно-гвинторізний	Ra 6,3

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Проаналізувавши креслення втулки, робимо висновок, що форма деталі має правильну геометрію. Значення шорсткостей поверхонь відповідає класам точності їх розмірів і методам обробки цих поверхонь.

Вибираємо обладнання за розмірами та формами деталі, а також тип виробництва.

Сталь 40Х порівняно з жаростійкими матеріалами легко піддається обробці. Для обробки потребує застосування різальних інструментів на основі карбідутитану. Аналізуючи мою деталь, роблю наступні висновки:

- отвори з однієї сторони дозволяють виготовити нашу деталь на одній установці, на вертикально свердлильному ЧПК верстаті;
- достатньо одного пристрою для базування деталі, що значно здешевлює виготовлення і збільшує швидкість виготовлення;
- задана шорсткість не вимагає надточних верстатів;
- розроблені мною пристрої допоможуть збільшити простоту і швидкість виготовлення втулки.

Деталь неможливо виготовити з одного установа, тому на токарній операції потрібна два установи, або дві токарні операції. Існує вимога до торцевого биття відносно бази А. Відповідно до цієї вимоги і принципу суміщення баз, потрібно в якості технологічної бази вибрати поверхню А. Враховуючи відносну складність обробки поверхонь з суцільного прокату, доцільно застосувати токарно-гвинторізний верстат з ЧПК.

1.3 Визначення програми випуску деталей

Виробнича програма - це основна програма для проектування цеху. В залежності від факторів виробництва, виробнича програма може бути точною, умовною і приведеною. Виробнича програма для середньо серійного типу виробництва складається з відомості, яка включає повний перелік деталей, які повинні обробитись в даному цеху, з вказанням їх кількості, матеріалу, маси.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Програма випуску згідно ГОСТ 14.004-83 це предмети праці одної назви і типорозміру, які запускаються в обробку на протязі певного інтервалу часу, при одному і тому ж підготовчо-заключному часі на операцію.

Згідно завдання: тип виробництва – середньосерійний.

Маса деталі рівна – 0,95кг.

Оскільки ми не маємо норм часу на виготовлення втулки то річну програму випуску приймемо приблизно, користуючись нормативами [4, с.9], згідно яких річна програма випуску коливається в межах $N_p=5000 - 10000$ штук в рік (так як деталь відноситься до легких деталей $m=0,95\text{кг}$ і менша 20 кг). Приймаємо $N_p=6000$ шт.

1.4 Вибір способу отримання заготовки

Для вибору заготовки великий роль відіграє вид матеріалу, його марка, фізико-механічні властивості, програма випуску, тип виробництва, розміри та конструктивна форма деталі. Заготовка повинна відповідати наступним критеріям: форма заготовки повинна максимально бути подібною до форми готової деталі; заготовка повинна мати мінімальну кількість поверхонь що підлягає обробці, припуски мають бути мінімальні з метою зменшення собівартості виготовлення деталі. Враховуючи дану форму деталі та матеріал, вибираю заготовку з сталюго прута діаметром 90мм. Даний прут ми будемо відрізати пиловідрізним верстатом.

Вибираємо заготовку круглого перерізу діаметром 90 мм, згідно ДСТУ 7806-2015. Складаємо таблицю 1.5 припусків та допусків на виготовлення прокату згідно ГОСТ 2590-2006

Таблиця 1.5- Припусків та допусків на виготовлення прокату.

№ пов	Розмір	Припуск на сторону	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
1	$\varnothing 83 \text{ h}14$	3,5	0.3	1,1	$\varnothing 90 \begin{pmatrix} +0,3 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
3, 14	$60 \text{ h}14$	2	1.0	1,0	$62 \pm 1,0$ [7, 3.75 с188]

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Визначаємо масу прокату за формулою: $M_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot \rho$ де D – діаметр заготовки, l – довжина заготовки, ρ – густина матеріалу.

Маса прокату становить: $M_n = \frac{3.14 \cdot 90^2}{4} \cdot 62 \cdot 7.85 \cdot 10^{-6} = 3$ кг.

За формулою заходимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K = \frac{M_d}{M_n} = \frac{0.95}{3} = 0,316$$

За формулою визначаємо собівартість:

$$S_3 = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_n \right) - (M_n - M_d) \cdot \frac{S_B}{1000}$$

де C – вартість 1т прокату (45000грн),

S_B - вартість 1т стружки (4500грн)

$$S_3 = \left(\frac{45000}{1000} \cdot 3 \right) - (3 - 0,95) \cdot \frac{4500}{1000} = 125,775 \text{ грн.}$$

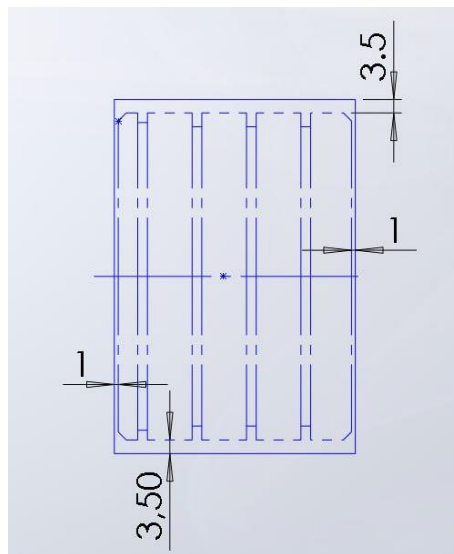


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки

1.5 Розробка маршруту обробки деталі

Серійне виробництво - це спосіб виробництва, коли продукція виробляється в певних групах або кількостях протягом певного періоду. Серія може пройти ряд етапів у великому виробничому процесі, щоб отримати бажаний кінцевий продукт.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Серійне виробництво використовується для багатьох видів виробництва, які можуть вимагати менших обсягів виробництва одночасно, щоб забезпечити конкретні стандарти якості або зміни процесу.

У серійному виробництві застосовується різноманітна техніка, включаючи верстати з числовим керуванням (ЧПУ) і гнучкі автоматизовані виробничі системи (ГАВС) для малих, середніх і великих серій. Безперервне виробництво є більш економічним у порівнянні з одиничним виробництвом, оскільки обладнання використовується більш ефективно, здійснюється спеціалізація роботи, а підвищена продуктивність допомагає знизити вартість виробництва. Безперервне виробництво є найпоширенішим методом у загальному та вторинному машинобудуванні. Устаткування на цих ділянках розташовується відповідно до технічних вимог. Апаратура чисельного керування (ЧПК) використовує програмне керування з числовими командами. Вона особливо ефективна в умовах масового виробництва, оскільки дозволяє швидко та оперативно переключатись на виробництво інших деталей шляхом зміни керуючої програми для виконавчих органів обладнання. Це забезпечує достатню продуктивність при наявності широкого асортименту виробів.

Досвідчений спеціаліст завжди повинен пам'ятати про три головні проблеми технологічного процесу:

- якість виробу (деталь повинна точно відповідати заданому кресленню);
- продуктивність праці;
- витрати на виробництво.

1.6 Розробка проектного варіанту технологічного процесу

Для виготовлення втулки буде застосовано всього три верстати: пиловідрізнний верстат, токарно-гвинторізний з ЧПК і вертикально-свердлильний верстат з ЧПК. Переглянувши базовий технологічний процес обробки втулки, пропоную наступні зміни :

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Операція 010. Заготівельна. Відрізання заготовки з прутка Ø90, пило-відрізним верстатом.

Операція 020. На токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК свердлимо отвір Ø30мм, чорнове точіння, чистове точіння, відрізання торця і зняття фаски.

Операція 030. Вертикально-свердлильний з ЧПК. Робимо отвори з різьбою.

Операція 040. Мийка втулки від залишків стружки та охолоджувальної рідини.

Операція 050. Контроль торцевого биття і розміру отвору під посадку підшипника.

Таблиця 1.7 Проектний технологічний процес

№ оп	Назва та зміст операції	Верстат, пристрій	Схема базування
1	2	3	4
010	Пиловідрізна Установити і закріпити пруток в призмі, відрізати заготовку у розмір 62мм.	Пило-відрізний верстат STILER G5027, призма з затискачем	Рис.1.3
020	Установ 1: Встановити і закріпити заготовку в трикулачковому патроні. Обробити деталь з однієї сторони за програмою: 1. Чорнове підрізання торця 2. Чистове підрізання торця 3. Центрування 4. Свердління 5. Чорнове розточування внутрішньої поверхні 6. Чистове розточування внутрішньої поверхні.	Токарний-гвинторізний верстат по металу JET CL-1640 ZX CNC укомплектований системою ЧПУ SIEMENS Sinumerik 828d, 001 DIAMOND 080 000.40 CNMG 431 80DEG SQR HOLDER) (003 DIAMOND 055 000.40 DNMG 431 80DEG SQR HOLDER) (005 CENTER DRILL 002.10 6MM X 60DEG HSS CENTERDRILL) (007 DRILL 030.00 49.0mm JOBBER DRILL) (002 DIAMOND 080 000.40 CNMG 431 80DEG BORE BAR)	Рис.1.4 В розділі 2.3 рисунки (2.3.1-2.3.12)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ

Арк.

17

	<p>Установ 2: Переустановити деталь. Обробити деталь з другої сторони за програмою:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чорнове підрізання торця 2. Чистове підрізання торця 3. Чорнова обробка зовнішньої циліндричної поверхні 4. Чистова обробка зовнішньої циліндричної поверхні 5. Чорнове точіння канавки 1 6. Чистове точіння канавки 1 7. Чорнове точіння канавки 2 8. Чистове точіння канавки 2 9. Чорнове точіння канавки 3 10. Чистове точіння канавки 3 11. Чорнове точіння канавки 4 12. Чистове точіння канавки 4 	<p>(008 DIAMOND 055 000.40 DNMG 431 55DEG BORE BAR) (010 GROOVE 001.00 000.05 1MM GROOVE OD HOLDER) (011 GROOVE 001.00 000.05 1MM GROOVE OD HOLDER)</p>	
030	<p>Вертикально-свердлильна з ЧПК. Установити і закріпити заготовку в самоцентруючий пристрій. Обробити 6 отворів за програмою:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зацентрувати 2. Свердлити отвір Ø 5мм 3. Зенкувати фаску 	<p>Вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2. Самоцентруючий пристрій, свердло 5мм, Зенкер МАКІТА D-37409 (12x40 мм, М6), мітчик М6*1.0мм</p>	Рис. 1.5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ

Арк.

18

	4. Нарізати різьбу М6. Повторюємо 6 разів		
040	Мийка готової деталі від залишків стружки та мастильно-охолоджуваної рідини.	Мийна машина TRG4001-40	Рис.1.6
050	Контроль. Контролюємо діаметр отвору під підшипник за допомогою мікрометра або штангенциркуля. Контролюємо торцеве биття за допомогою мною розробленого пристрою для контролю торцевого биття.	Штангенциркуль або мікрометр, пристрій для контролю торцевого биття.	

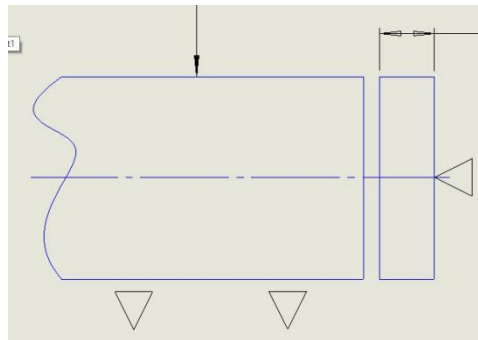


Рис 1.3-Схема базування та відрізання заготовки на операцію 010

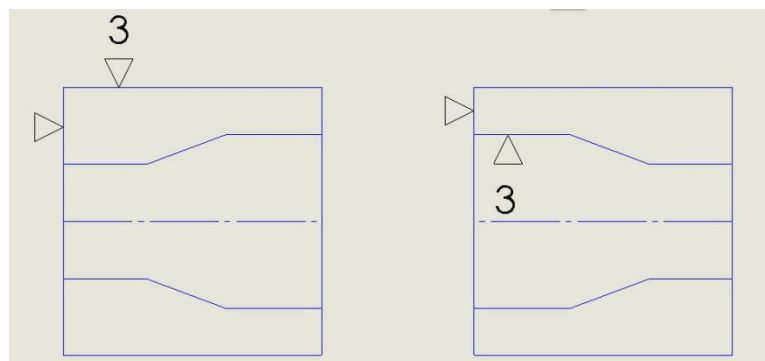


Рис 1.4- Схема базування заготовки для установи 1 та установи 2 на операцію 020

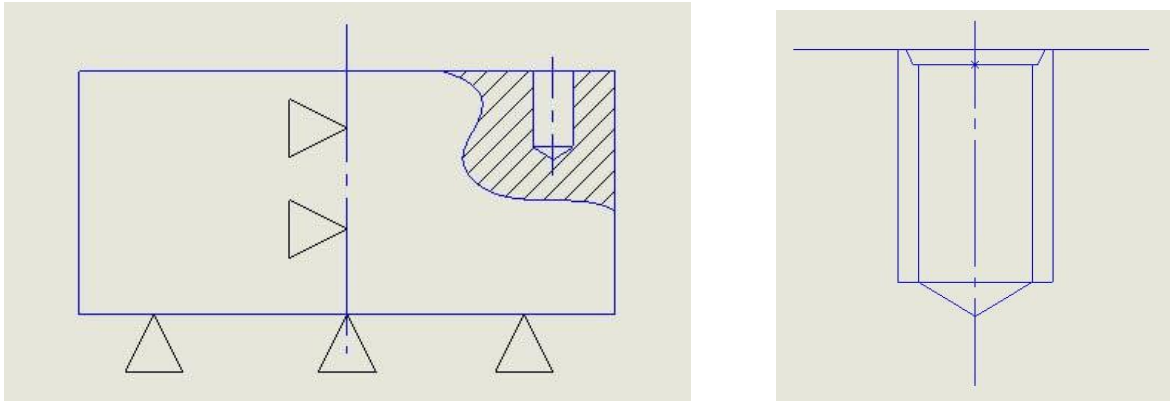


Рис 1.5- Схема базування та свердління отворів під різьбу М6 на операцію 030



Рис 1.6 Мийна машина TRG4001-40 на 150л

1.7 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь

Оптимальні припуски повинні бути виділені при виготовленні деталі для забезпечення продуктивності обробки. Забезпечує вимоги до точності та шорсткості поверхні. Найнижча вартість деталей; використання найкращих припускень скорочує час обробки, споживання металу та підвищує продуктивність обладнання.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Підсумовуючи, ми призначаємо припуски на обробку кожній поверхні, як зазначено, а номери поверхонь показані на малюнку 1.1.

Таблиця 1.8 – Припуски на механічну обробку

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Величина Припуску на сторону , мм	Джерело
1,18	Чорнове точіння Чистове точіння	5 0,3	Табл.42,47. стор.78-83, [14]
2, 4, 13, 16	Підрізання фаски чистове	2	Табл.42,43. стор.78-79, [14]
3,14	Чистове точіння Чорнове точіння	5 0,4	Табл.42,47. стор.78-83, [14]
5	Чорнове розточування Чистове розточування	5 0,3	Табл.42,47. стор.78-83, [14]
7	Чорнове розточування Чистове розточування	3 0,2	Табл.42,47. стор.78-83, [14]
12	Чорнове розточування Чистове розточування	3 0,2	Табл.42,47. стор.78-83, [14]
15	Свердління Зенкування	0,2 -	Табл.45. стор.ст82, [14]
17	Точіння чорнове канавки	4	Табл.42. стор.78, [14]

1.8 Розрахунок режимів різання і основного часу

Режими різання вибираємо за нормативами, для обробки на: - токарних верстатах - [6], ст. 23-34; - на фрезерних верстатах- [6], ст. 73-83, круглошліфувальних - [6], ст. 168-173, і заносимо в таблицю 2.6.

Розраховуємо основний час для чорнового підрізання торця:

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{45}{337.78 * 0.22} = 0,6 \text{ хв}$$

Таблиця 1.9– Режими різання

№ Оп.	Назва та зміст операції	Розміри оброблювальної поверхні		Режими різання				Основний час T_o , хв.
		D, мм	L, мм.	t, мм	S, мм/о б.	V, м/хв.	n, хв.-1	
020	Токарно-гвинторізна	90	45	0,8	0.22	85,95	337,78	0,6
	1. Чорнове підрізання торця							
	2. Чистове підрізання торця	90	45	0,2	0.22	85,95	337,78	0,6
	3. центрування	5	3	2,5	0,06	15,54	2356,22	0,02
	5. Свердління	30	61	3,6	0,14	28,35	300,76	1,4
	6. Чорнове розточування	74,2	37,1	1	0,22	85,95	359,05	0,4
	7. Чистове розточування	73,2	37,1	0,2	0,22	85,95	359,05	0,46
	8. Чорнове підрізання торця	90	45	0,8	0.22	85,95	337,78	0,6
	9. Чистове підрізання торця	90	45	0,2	0,22	85,95	337,78	0,6
	10. Чорнова обробка зовнішньої	84	58	0,8	0,22	85,95	329,64	0,8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ

Арк.

22

	циліндричної поверхні							
	11. Чистова бробка зовнішньої циліндричної поверхні	83, 2	58	0,2	0,22	85,95	329,64	0,8
	12. Чорнове точіння канавки 1	79	2,5	0,8	0,03	49,68	190,53	0,39
	13. Чистове точіння канавки 1	78, 2	2,5	0,2	0,04	58,22	223,26	0,4
	14. Чорнове точіння канавки 2	79	2,5	0,8	0,03	49,68	190,53	0,39
	15. Чистове точіння канавки 2	78, 2	2,5	0,2	0,04	58,22	223,26	0,4
	16. Чорнове точіння канавки 3	79	2,5	0,8	0,03	49,68	190,53	0,39
	17. Чистове точіння канавки 3	78, 2	2,5	0,2	0,04	58,22	223,26	0,4
	18. Чорнове точіння канавки 4	79	2,5	0,8	0,03	49,68	190,53	0,39
	19. Чистове точіння канавки 4	78, 2	2,5	0,2	0,04	58,22	223,26	0,4
030	Вертикально свердлильна з ЧПК							
	1. Свердління	5	10	2,5	0,14	28,35	300,76	0,6
	2. Зенкування	5,5	1,2	1	0,14	28,24	250,56	0,08
	3. Нарізання різьби М6							

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ЛМ-44.00.00.000 ПЗ

Арк.

23

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

1.9 Технічне нормування операцій

Під технічним нормуванням розуміють встановлену норму часу на виконання певної роботи або норму виробітку в одиницю часу. Правильний розподіл витрат на оплату праці на обробку деталей, складання та повне виготовлення машин є дуже важливим для виробництва. Час, необхідний для виготовлення продукту потрібної якості, є одним з основних критеріїв оцінки вдосконалення технічного процесу. Згідно рекомендацій [1], с.147 норму штучно-калькуляційного часу визначають по формулі:

$$T_{шт.к.} = \phi_k * T_0,$$

де T_0 – основний час на операцію,

ϕ_k – перевідний коефіцієнт.

Оскільки ϕ_k в [1], с.147 для середньо серійного виробництва не вказано. А вказано для дрібносерійного та великосерійного. Тому для розрахунків при середньо серійному виробництві приймаємо середні значення.

Таблиця 1.9.1 – Технічне нормування операцій

Номер і назва операції	T_0 , хв.	ϕ_k	$T_{шт.к.}$
010 Пиловідрізна	3,79	1,9	7,201
020 Токарна з ЧПК	11,81	1,75	20,667
030 Вертикально свердлильна з ЧПК	5,64	1,68	9,4752
Всього $T_{шт.к.}$			37,3432

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій Свердлильний

2.1.1 Опис конструкції та роботи пристрою

Пристрій призначений для швидкого базування закріплення заготовки на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК (операція 030)

Основною деталлю пристрою є опорна плита, оскільки всі наступні елементи кріпляться або переміщуються по ній. Пристрій складається з упорної плити-1, на якій встановлено гвинт-5 в спеціальне для нього місце, плиту затисну-2 ми закручуємо в опорну, тим самим фіксуємо гвинт. Далі ми встановлюємо зажими-3,4 в спеціальний пас на опорній пластині.

На стіл верстата пристрій кріпиться за допомогою пазів шириною 14 мм.

Пристрій працює наступним чином: крутячи гвинт-5 проти годинникової стрілки ми розводимо так звані лещата, далі встановлюємо заготовку на пластину-2, крутимо гвинт за годинниковою стрілкою і зводимо лещата. За рахунок конічної форми лещат, кругла заготовка базується точно по центру і в дію вступає вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК.

Даний пристрій є не дорогий, має просту і надійну конструкцію, також на ньому можна базувати різні круглі заготовки діаметром від 100мм до 40мм.

2.1.2 Розрахунок сил затиску втулки в свердлильному пристрої.

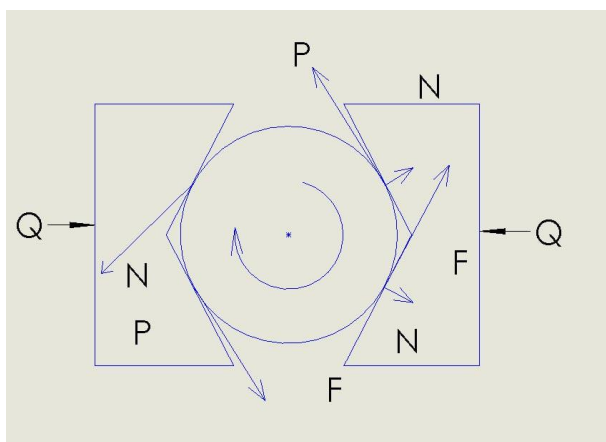


Рисунок - 2.1.2.1 - сили які діють на деталь під час свердління

					БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Крутий момент визначається за формулою :

$$M < F \cdot r + F \cdot r + F \cdot r + F \cdot r ;$$

$$M = 4 Fr \text{ Нм} ;$$

$$F = \frac{M}{4r} ; \quad M=50 \text{ Нм}; \quad F = \frac{50}{4 \cdot 0,0415} = 300 \text{ Н}$$

$$F = 0.1 \cdot N \rightarrow N = \frac{F}{0.1}; \quad N = \frac{300}{0.1} = 3000 \text{ Н}$$

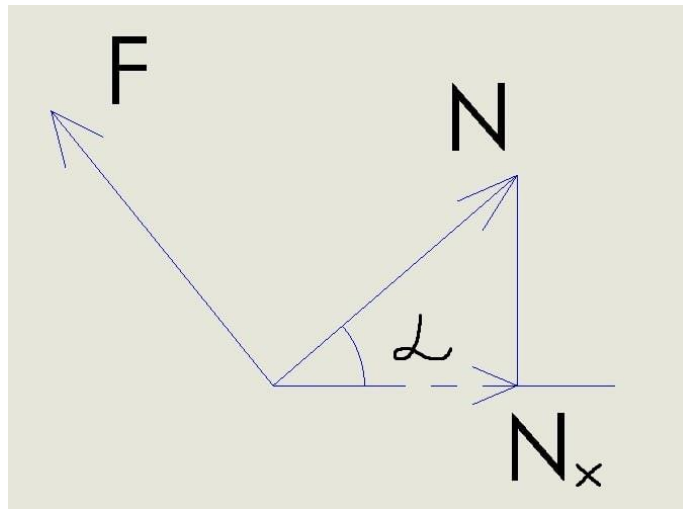


Рисунок - 2.1.2.2 - напрямки сил

$$\cos \alpha = \frac{N_x}{N};$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$N_x = N \cdot \cos \alpha;$$

$$N_x = 3000 \cdot 0.525 = 1570 \text{ Н}$$

Загальна сила закріплення визначається за формулою :

$$Q = 2N_x = 2 \cdot 1570 = 3140 \text{ Н}$$

2.1.3. Розрахунок похибки базування на глибину отвору

Похибка базування виникає під час обробки партії заготовок на налагодженому на технологічний розмір верстаті. Вона виникає тоді, коли технологічна база не збігається з вимірною. У випадку свердління отворів на

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК під час базування заготовки по нижньому торцю (рис.) така похибка буде виникати на розмір довжини отвору (10js14). Похибка базування розраховується як розсіювання (або допуск) розміру, що з'єднує вимірну (верхній торець) і технологічну (нижній торець) бази. Оскільки за таблицями допусків допуск Т на розмір 60H14 рівний 0,74 мм, то похибка базування на довжину отвору:

$$\Delta_{(10js14)} = T_{(60H14)} = 0,74 \text{ мм} > T_{(10js14)}$$

Тобто похибка базування на глибину отвору більша допуску розміру 10js14 (0,36 мм). Це означає, що точність обробки глибини отвору не може бути досягнута. Можливий брак під час обробки. Щоб уникнути похибки базування потрібно технологічну базу ставити на верхньому торці. Але це призведе до ускладнення конструкції пристрою. В даному випадку цілком допустимо збільшити допуск на глибину отвору до 0,9 мм. Тобто змінити вимогу до точності глибини отвору на 10js16. Якщо вважати, що сумарна похибка обробки не перевищуватиме 0,9 мм, то точність буде досягнута.

Похибки базування на розмір R виникати не буде (рис. 2.1.3), так як технологічна база (вісь пристрою) збігається з вимірною (віссю деталі):

$$\Delta_{(R)} = 0 \text{ мм.}$$

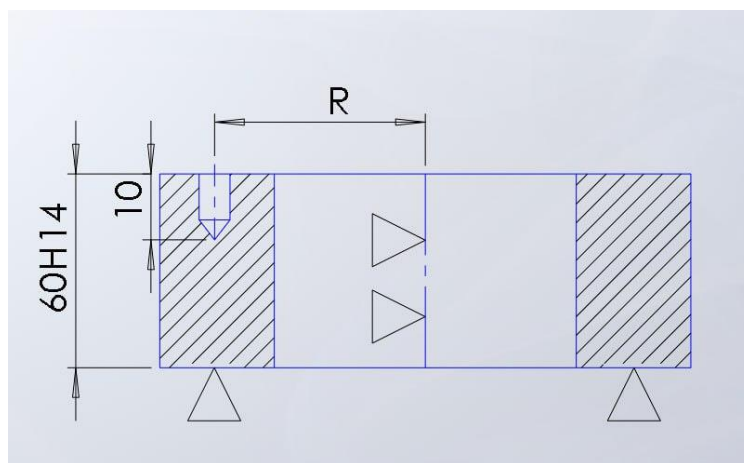


Рисунок 2.1.3 – Визначення похибок базування для верстатного пристрою

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.1.4 Рівень уніфікації

Визначаємо коефіцієнт уніфікації пристрою:

$$K_{\text{ст}} = \frac{\Sigma_{\text{заг}} - \Sigma_0}{\Sigma_{\text{заг}}} \cdot 100\%$$

де $\Sigma_{\text{заг}}$ – загальна кількість деталей в пристрої; $\Sigma_{\text{заг}} = 7$

Σ_0 – кількість унікальних деталей в пристрої; $\Sigma_0 = 2$

$$K_{\text{ст}} = \frac{7 - 2}{7} \cdot 100\% = 71,4\%$$

2.2 Пристрій контрольний

Контрольним пристроєм контролюють та виміряють точність деталі. Також дозволяє класифікувати деталі на придатні та дефектні.

До контрольні прилади: ваги, індикатори, мікропастки, датчики з вагами, пневмовимірювальні прилади, оптичні сигнальні пристрої тощо, які можуть вимірювати абсолютні та відносні значення вимірюваної величини.

Що до мого контрольного пристрою, то існує багато інших способів перевірки радіального биття, але мій пристрій є недорогий і універсальний і легкопереналагоджуваний. Замінивши опору під підшипник, ми легко можемо перевірити на биття деталь іншого розміру.

Пристрій складається з опорної плити-1, на якій закріплено перехідну плиту-2 (вона також є опорою внутрішнього кільця підшипника), на деталь-2 ми кріпимо палець-3 (під підшипник). Тримач індикатора складається з прута-4, на кінці якого різьба, щоб дозволяє закрутити його в опорну плиту-1. Далі до прута за допомогою гвинта кріпимо сам тримач індикатора-5, індикатор вставляємо в спеціальний пас і затягуємо його гвинтом.

Індикатор ИГ-2 служать для перевірки радіального биття. Деталь повертають на один-два оберти і відраховують максимальні показники індикаторів ИГ-2, які

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

визначають биття і їхня різниця буде значенням биття деталі . Похибка пристрою при даній схемі установки рівна похибці вимірювання для індикатора 0,005 мм.

2.2.1 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Визначення похибки базування під час базування заготовки по циліндричному отвору.

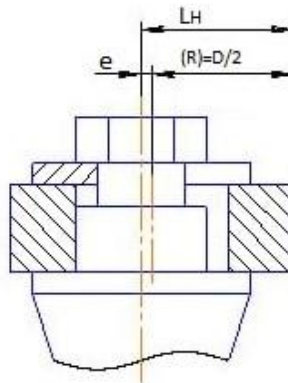


Рисунок 2.2.1 - Визначення похибки базування під час базування заготовки по циліндричному отвору

$$\Delta_R = \Delta_e + \Delta_{Lh} = \Delta_e + 0 = e_{max} = \Delta_{max}/2 = (\Delta_{min} + T_{опр} + T_{отв})/2,$$

$$\Delta_{\phi D} = 2\Delta_R = \Delta_{max} = \Delta_{min} + T_{опр} + T_{отв},$$

Де e - зміщення осей оправки та отвору, Δ_{min} , Δ_{max} - мінімальний та максимальний зазор між оправкою та отвором, $T_{опр}$, $T_{отв}$ - допуски на розмір оправки та отвору.

2.3. Створення керуючої програми для токарно-гвинторізного верстата з ЧПК

Створення керуючої програми проводилося у програмі Solidworks, в розділі SOLIDWORKS CAM.

SolidWorks - це спеціально розроблена конструкторська система для твердотілого параметричного моделювання машинобудівних конструкцій, яка призначена для використання на персональних комп'ютерах з операційною системою Windows. Завдяки стандартному графічному користувацькому інтерфейсу Windows і інструментам твердотілого параметричного моделювання, можна швидше і легше створювати тривимірні моделі деталей та складальних одиниць,

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

генерувати креслення. SOLIDWORKS CAM - дозволяє згенерувати виготовлення деталей на ЧПК верстатах.

Етапи розробки програми показані на рисунках 2.3.1-2.3.12

Установ 1 (Оперативний час 25.27хв)

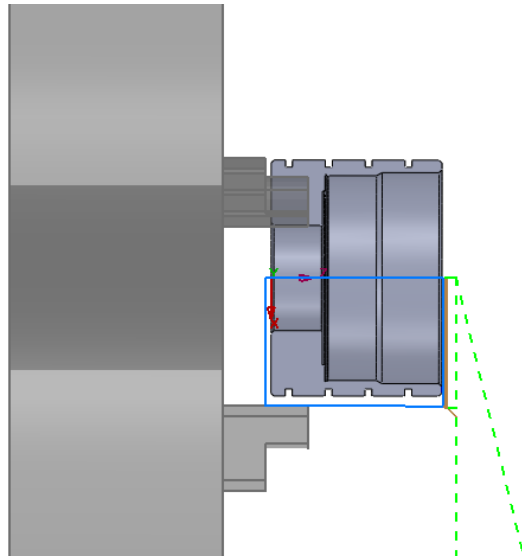


Рисунок 2.3.1- чорнове підрізання торця

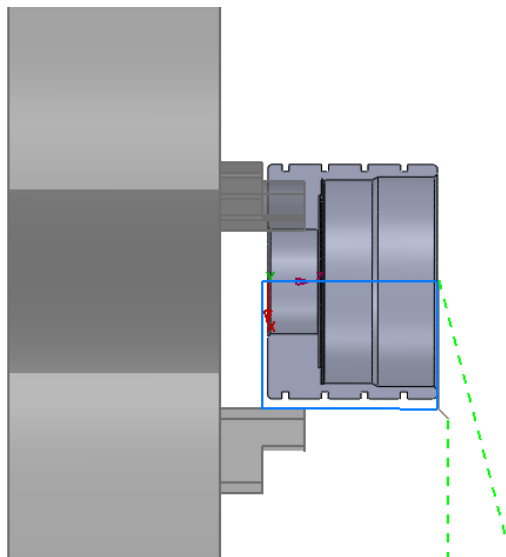


Рисунок 2.3.2 - чистове підрізання торця

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

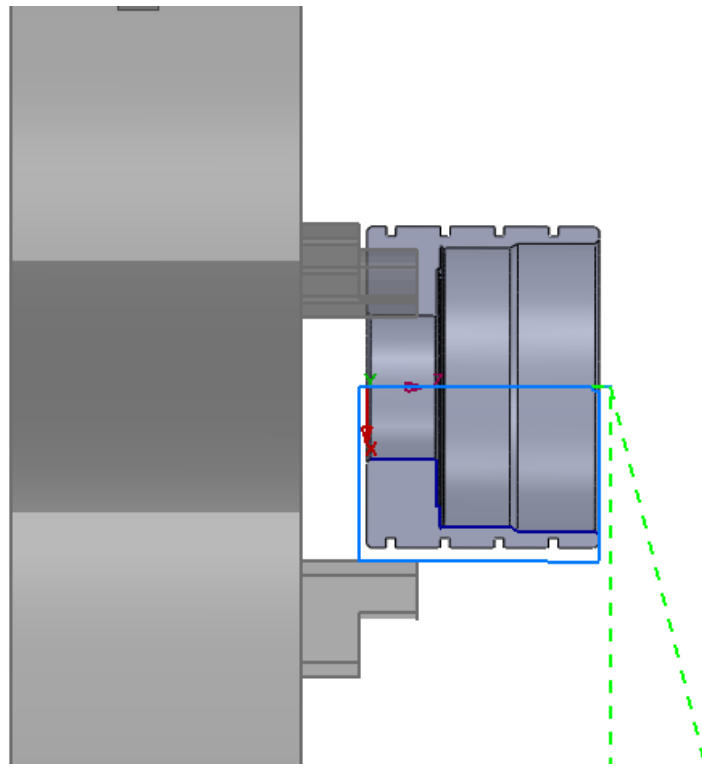


Рисунок 2.3.3 - центрування

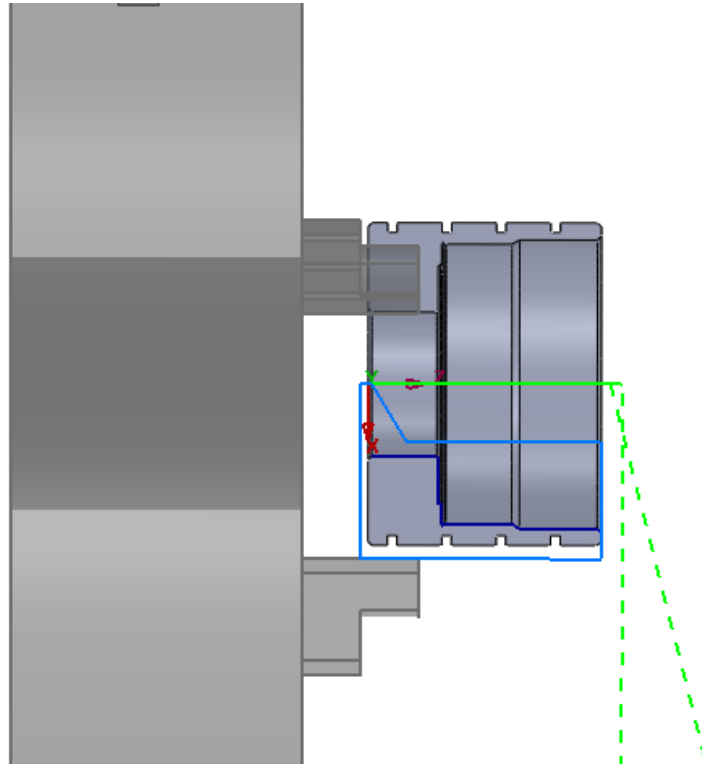


Рисунок 2.3.4 - свердління

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

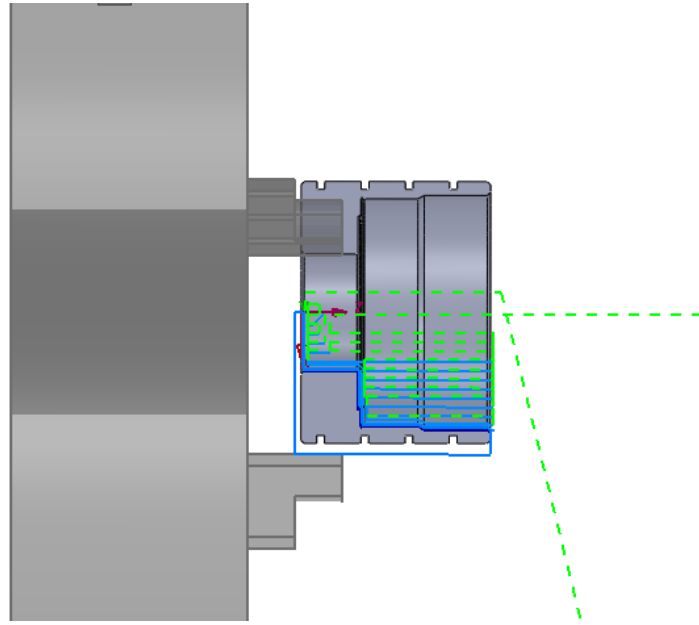


Рисунок 2.3.5 - чонове розточування

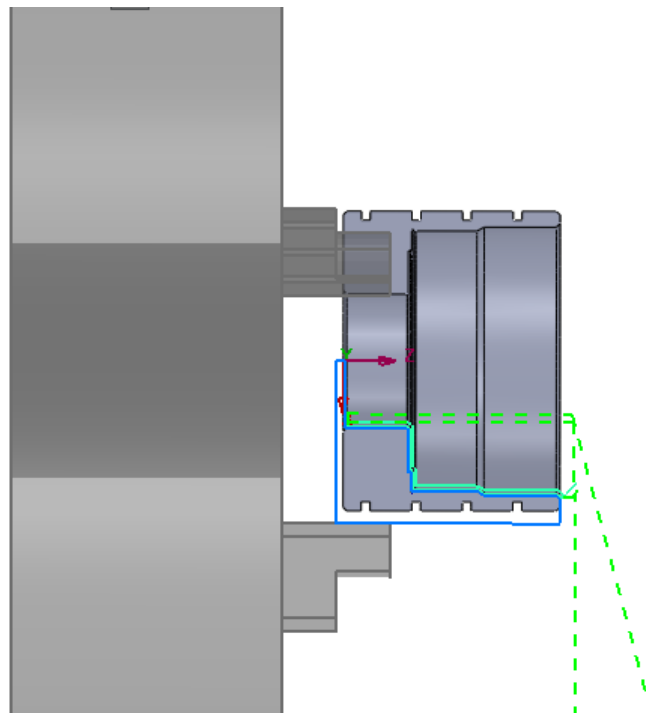


Рисунок 2.3.6 - чистове розточування

Установ 2 (Оперативний час 47.53хв)

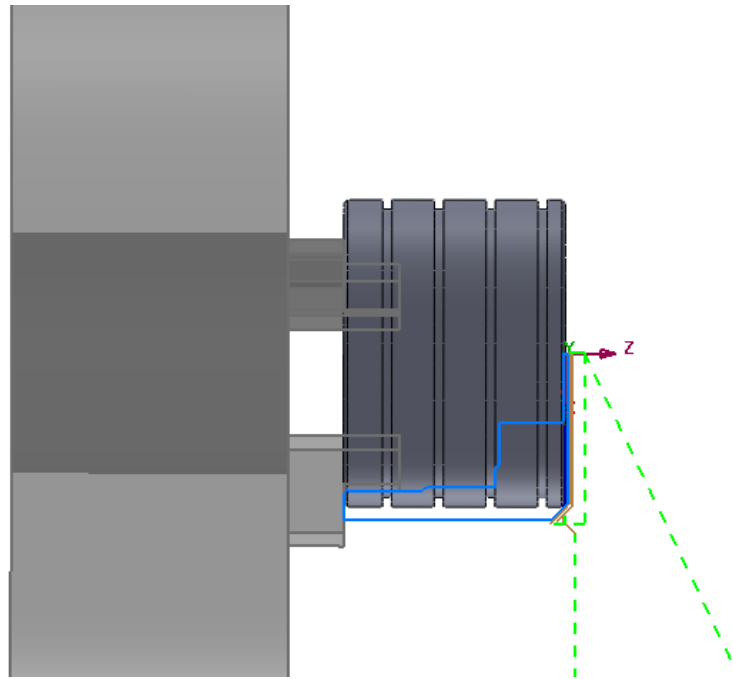


Рисунок 2.3.7 - чорнове підрізання торця

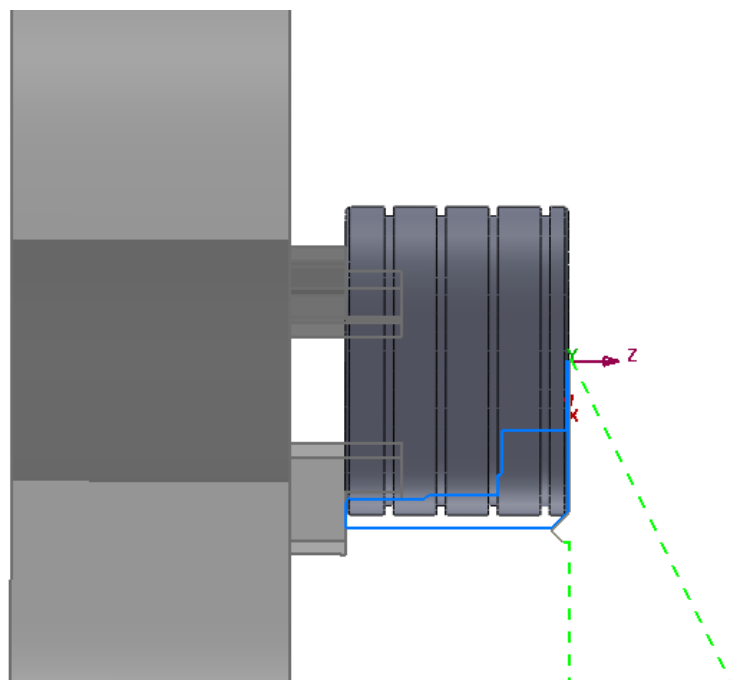


Рисунок 2.3.8 - чистове підрізання торця

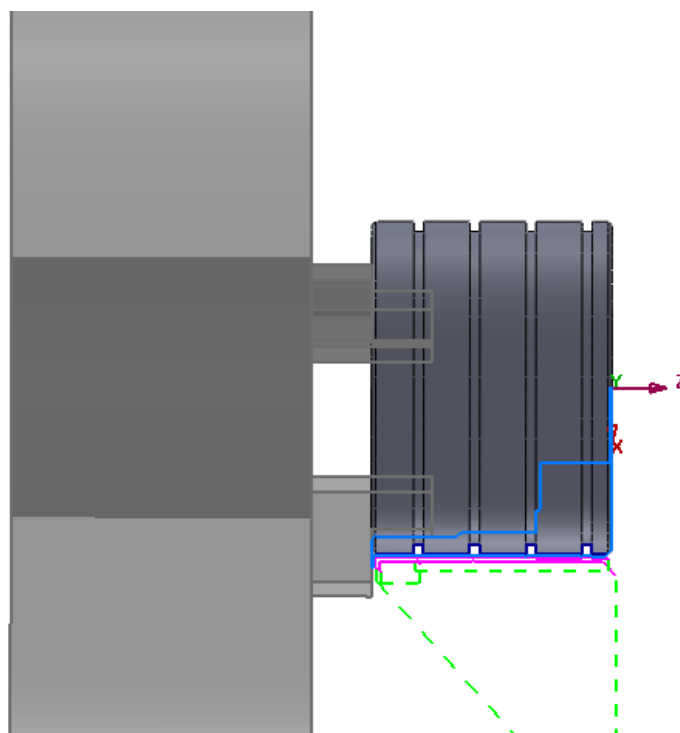


Рисунок 2.3.9 - чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

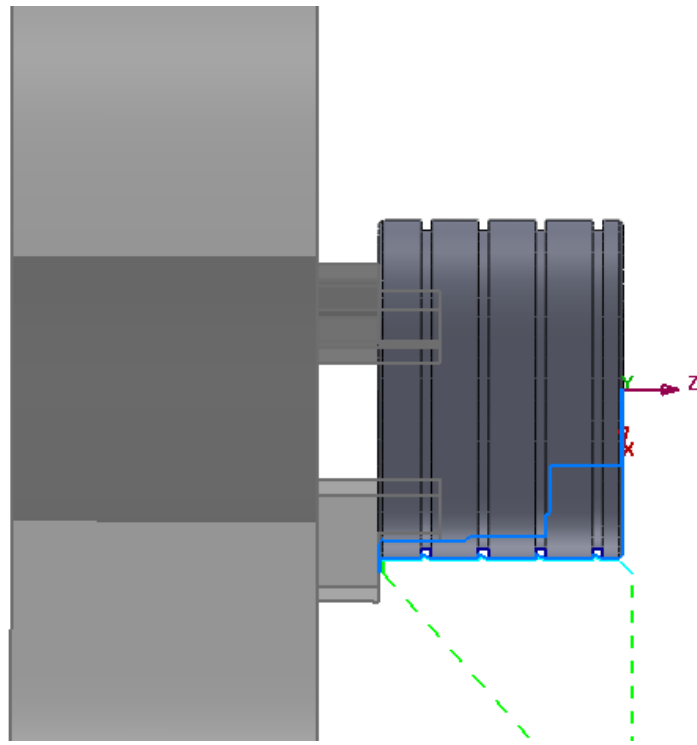


Рисунок 2.3.10 - чистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні

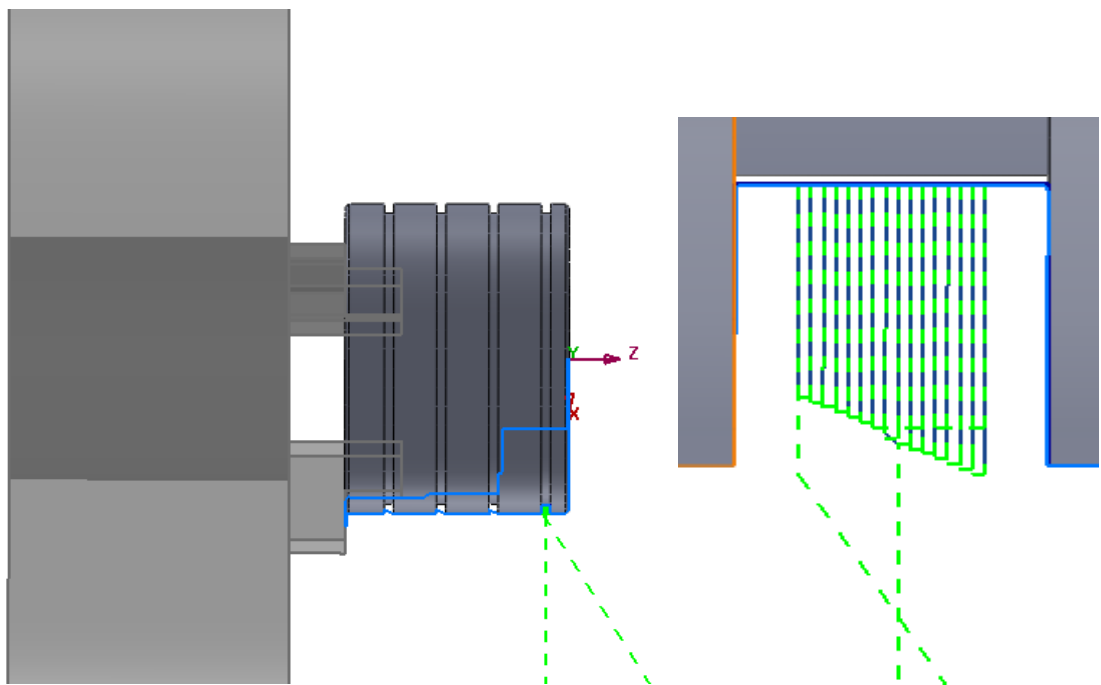


Рисунок 2.3.11 - Чорнове точіння канавок

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

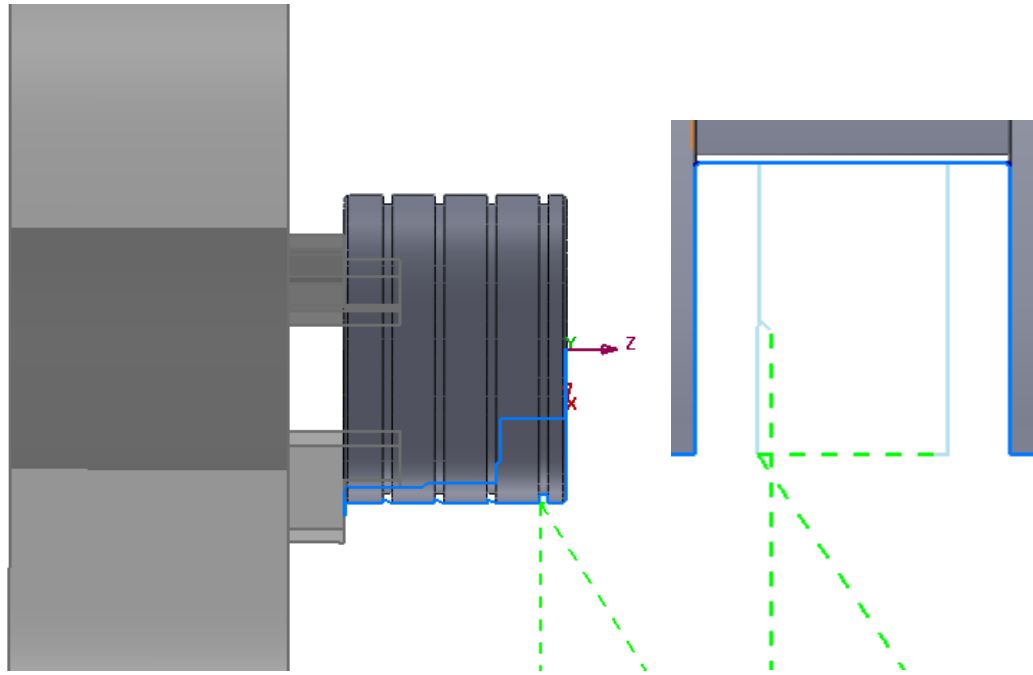


Рисунок 2.3.12 Чистове точіння канавок

Код програми для верстата ЧПК

```

O0001
N1 <CNMG 431
80DEG SQR HOLDER>
N2 T0101
N3 B90.
N4 G00 G96 S85
M03

N5 ( '5e=>2>9
B>@5F1 )
N6 G54 G00
Z64.854 M08
N7 X96.707
N8 G01 X90. Z61.5
F.216
N9 X-.8
N10 X-1.507 Z61.854
N11 G00 Z64.854
N12 X90.707
N13 Z60.854
N14 G01 X90. Z60.5
N15 X-.8
N16 X-1.507
Z60.854
N17 G00 Z64.6
N18 X508. Z127.
M09
N19 M01

N20 <DNMG 431
80DEG SQR HOLDER>
N21 T0303
N22 B90.
N23 G00 G96 S85
M03

N127 Z60.354
N128 X36.891
N129 G01 X37.598
Z60.
N130 Z19.457
N131 G02 X35.713
Z18.944 R1.9
N132 G01 X35.113
Z18.644
N133 G02 X34. Z17.3
R1.9
N134 G01 Z1.6
N135 X31.794
N136 X31.087 Z1.954
N137 G00 X25.087
N138 Z60.354
N139 X42.696
N140 G01 X43.403
Z60.
N141 Z19.5
N142 X38.4
N143 G02 X37.598
Z19.457 R1.9
N144 G01 X36.758
Z19.728
N145 G00 X30.758
N146 Z60.354
N147 X48.5
N148 G01 X49.208
Z60.
N149 Z19.5
N150 X43.403
N151 X42.696 Z19.854
N152 G00 X36.696
N153 Z60.354
N154 X54.305

N194 G01 Z38.831
N195 X71.223
Z37.034
N196 G02 X71.
Z36.6 R.9
N197 G01 Z19.4
N198 X62.4
N199 G02 X60.076
Z18.5 R1.2
N200 G01 X38.4
N201 G02 X37.127
Z18.236 R.9
N202 G01 X36.527
Z17.936
N203 G02 X36.
Z17.3 R.9
N204 G01 Z.6
N205 X.8
N206 X.093 Z.954
N207 G00 X-11.907
N208 Z63.
N209 X508. Z127.
M09
N210 M01

N211 <DNMG 431
55DEG BDRE BAR>
N212 T0808
N213 B0
N214 G00 G96 S85
M03

N215 ( '8AB.
@0AB0G820=851 )
N216 G54 G00
Z64.09 M08

N250 G02 X37.834
Z17.883 R.4
N251 G01 X37.234
Z17.583
N252 G02 X37. Z17.3
R.4
N253 G01 Z.6
N254 X36.8
N255 X36.093 Z.954
N256 G00 X30.093
N257 Z63.
N258 X508. Z127. M09
N259 M01

N260 <CNMG 431
80DEG SQR HOLDER>
N261 T0101
N262 B90.
N263 G00 G96 S85
M03

N264 ( '5e=>2>9
B>@5F2 )
N265 G54 G00 Z2.354
M08
N266 X96.707
N267 G01 X90. Z-1.
F.216
N268 X86.774
N269 X82.887 Z.944
N270 G02 X80.2 Z1.5
R1.9
N271 G01 X-.8
N272 X-1.507 Z1.854
N273 Z2.304
N274 G00 Z4.854

N309 B90.
N310 G00 G96 S85 M03

N311 ( '5e=>2001 )
N312 G54 G00 Z.619
M08
N313 X92.707
N314 G01 X86. Z-2.734
F.216
N315 Z-5.4
N316 G03 X85.972 Z-
5.632 R1.9
N317 G01 X85.618 Z-
7.07
N318 G03 X86. Z-7.9
R1.9
N319 G01 Z-19.4
N320 G03 X85.972 Z-
19.632 R1.9
N321 G01 X85.618 Z-
21.07
N322 G03 X86. Z-21.9
R1.9
N323 G01 Z-33.4
N324 G03 X85.972 Z-
33.632 R1.9
N325 G01 X85.618 Z-
35.07
N326 G03 X86. Z-35.9
R1.9
N327 G01 Z-47.4
N328 G03 X85.972 Z-
47.632 R1.9
N329 G01 X85.818 Z-
48.256
N330 Z-49.32

```

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

БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ

Арк.

36

N381 G03 X83. Z-7.9 R.4	N479 G00 G97 S223 M03	N568 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N651 X81.666	N739 X81.758
N382 G01 Z-19.4	N480 G98	N569 T1111	N652 G01 X78.02	N740 G01 X78.02
N383 G03 X82.925 Z-19.569 R.4	N481 ('8AB>200 :0=02:01)	N570 B90.	N653 G00 X81.774	N741 G00 X81.866
N384 G01 X81.124 Z-21.5	N482 G54 G00 Z-6.4 M08	N571 G00 G97 S223 M03	N654 Z-35.49	N742 Z-49.391
N385 X82.2	N483 X80.868	N572 G98	N655 X81.574	N743 X81.666
N386 G03 X83. Z-21.9 R.4	N484 G01 X80.668 Z-6.5 F7.9	N573 ('8AB>200 :0=02:02)	N656 G01 X78.02	N744 G01 X78.02
N387 G01 Z-33.4	N485 X78.	N574 G54 G00 Z-20.4 M08	N657 G00 X83.154	N745 G00 X81.774
N388 G03 X82.925 Z-33.569 R.4	N486 X83.	N575 X80.868	N658 X508. Z127. M09	N746 Z-49.49
N389 G01 X81.124 Z-35.5	N487 G00 Z-5.1	N576 G01 X80.668 Z-20.5 F7.9	N659 M01	N747 X81.574
N390 X82.2	N488 G01 Z-5.	N577 X78.	N660 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N748 G01 X78.02
N391 G03 X83. Z-35.9 R.4	N489 X78.	N578 X83.	N661 T1111	N749 G00 X83.154
N392 G01 Z-47.4	N490 Z-6.5	N579 G00 Z-19.1	N662 B90.	N750 X508. Z127. M09
N393 G03 X82.925 Z-47.569 R.4	N491 X83.	N580 G01 Z-19.	N663 G00 G97 S223 M03	N751 M01
N394 G01 X81.124 Z-49.5	N492 G00 X508. Z127. M09	N581 X78.	N664 G98	N752 (1MM GROOVE DD HOLDER)
N395 X82.2	N493 M01	N582 Z-20.5	N665 ('8AB>200 :0=02:03)	N753 T1111
N396 G03 X83. Z-49.9 R.4	N494 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N583 X83.	N666 G54 G00 Z-34.4 M08	N754 B90.
N397 G01 Z-59.4	N495 T1010	N584 G00 X508. Z127. M09	N667 X80.868	N755 G00 G97 S223 M03
N398 X83.2	N496 B90.	N585 M01	N668 G01 X80.668 Z-34.5 F7.9	N756 G98
N399 X83.907 Z-59.046	N497 G00 G97 S190 M03	N586 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N669 X78.	N757 ('8AB>200 :0=02:04)
N400 G00 X89.907	N498 G99	N587 T1010	N670 X83.	N758 G54 G00 Z-48.4 M08
N401 X508. Z127. M09	N499 ('5@=>200 :0=02:02)	N588 B90.	N671 G00 Z-33.1	N759 X80.868
N402 M01	N500 G54 G00 Z-20.699 M08	N589 G00 G97 S190 M03	N672 G01 Z-33.	N760 G01 X80.668 Z-48.5 F7.9
N403 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N501 X82.618	N590 G99	N673 X78.	N761 X78.
N404 T1010	N502 G01 X82.418 Z-20.799 F.025	N591 ('5@=>200 :0=02:03)	N674 Z-34.5	N762 X83.
N405 B90.	N503 G00 X82.218	N592 G54 G00 Z-34.699 M08	N675 X83.	N763 G00 Z-47.1
N406 G00 G97 S190 M03	N504 G01 X78.02	N593 X82.618	N676 G00 X508. Z127. M09	N764 G01 Z-47.
N407 ('5@=>200 :0=02:01)	N505 G00 X82.51	N594 G01 X82.418 Z-34.799 F.025	N677 M01	N765 X78.
N408 G54 G00 Z-6.699 M08	N506 Z-20.701	N595 G00 X82.218	N678 (1MM GROOVE DD HOLDER)	N766 Z-48.5
N409 X82.618	N507 X82.31	N596 G01 X78.02	N679 T1010	N767 X83.
N410 G01 X82.418 Z-6.799 F.025	N508 G01 X78.02	N597 G00 X82.51	N680 B90.	N768 G00 X508. Z127. M09
N411 G00 X82.218	N509 G00 X82.602	N598 Z-34.701	N681 G00 G97 S190 M03	N769 M30
N412 G01 X78.02	N510 Z-20.602	N599 X82.31	N682 G99	
N413 G00 X82.51	N511 X82.402	N600 G01 X78.02	N683 ('5@=>200 :0=02:04)	
N414 Z-6.701	N512 G01 X78.02	N601 G00 X82.602	N684 G54 G00 Z-48.699 M08	
N415 X82.31	N513 G00 X82.694	N602 Z-34.602	N685 X82.618	
N416 G01 X78.02	N514 Z-20.503	N603 X82.402	N686 G01 X82.418 Z-48.799 F.025	
N417 G00 X82.602	N515 X82.494	N604 G01 X78.02	N687 G00 X82.218	
N418 Z-6.602	N516 G01 X78.02	N605 G00 X82.694	N688 G01 X78.02	
N419 X82.402	N517 G00 X82.786	N606 Z-34.503	N689 G00 X82.51	
N420 G01 X78.02	N518 Z-20.405	N607 X82.494	N690 Z-48.701	
N421 G00 X82.694	N519 X82.586	N608 G01 X78.02	N691 X82.31	
N422 Z-6.503	N520 G01 X78.02	N609 G00 X82.786	N692 G01 X78.02	
N423 X82.494	N521 G00 X82.878	N610 Z-34.405	N693 G00 X82.602	
N424 G01 X78.02	N522 Z-20.306	N611 X82.586	N694 Z-48.602	
N425 G00 X82.786	N523 X82.678		N695 X82.402	
N426 Z-6.405	N524 G01 X78.02			
N427 X82.586	N525 G00 X82.97			
N428 G01 X78.02	N526 Z-20.207			
N429 G00 X82.878	N527 X82.77			
N430 Z-6.306	N528 G01 X78.02			
N431 X82.678	N529 G00 X83.062			
N432 G01 X78.02	N530 Z-20.109			
N433 G00 X82.97	N531 X82.862			
N434 Z-6.207				
N435 X82.77				
N436 G01 X78.02				
N437 G00 X83.062				
N438 Z-6.109				
N439 X82.862				
N440 G01 X78.02				
N441 G00 X83.154				
N442 Z-6.01				
N443 X82.954				
N444 G01 X78.02				
N445 G00 X82.326				

3 Вибір засобів технологічного оснащення.

3.1 Опис верстатів

В проектному технологічному процесі обробки деталі використовуються наступні верстати: пило-відрізний верстат STILER G5027, токарно-гвинторізний з ЧПК CL-1640ZX, вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2P135Ф2. Розглянемо технічні характеристики вказаних верстатів.

Пиловідрізний верстат STILER G5027

STILER G5027- пиловідрізний верстат для різання металу, півавтоматичного типу керування . Основним інструментом якого є стрічка. Даний верстат дозволяє обробляти весь спектр матеріалів: від чорної сталі, труб, профілів, С-профілів до високоякісної сталі, нержавіючої сталі, кислотної сталі та твердих матеріалів. Напрямні стрічки оснащені спеціальними твердосплавними вставками та підшипниками. Це дуже впливає хід стрічки, її термін служби, прямолінійність, точність і якість різку. У положенні нижньої точки (після різання матеріалу) привод ріжучої стрічки та система охолодження автоматично вимикаються. Безпека забезпечується кожухами ріжучої стрічки та мікровимикачами, що зупиняють двигун після циклу різання або відкривають будь-яку кришку, додатковий захист полягає у відключенні верстата у разі поломки ріжучої стрічки. Двигун оснащений запобіжниками нового покоління. Привід від двигуна до ременя, що передається черв'ячною передачею, що не потребує технічного обслуговування. Опускання голови здійснюється автоматично за принципом подачі олії у двокамерний гідроциліндр. А швидкість опускання голови встановлюється за допомогою регулятора на панелі управління.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 3 - Технічні характеристики пило-відрізного верстата STILER G5027

Максимальний діаметр заготовки: 80мм	270мм
Довжина заготівлі	1,1/ 2,2 кВт
Привід пили	Гідравлічний, автоматичний
Розмір різальної стрічки	2950*27*0,9мм
Лінійна швидкість стрічки	36/72 м/хв
Тип керування	напівавтоматичне
виробник	STILER
Країна виробника	Польща
Маса	480 кг



Рис. 3. Пило-відрізний верстат STILER G5027

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК CL-1640ZX

Токарний-гвинторізний верстат по металу JET CL-1640 ZX CNC укомплектований системою ЧПУ SIEMENS Sinumerik 828d. Шестерні та напрямні виконані з відшліфованого та загартованого матеріалу, що надає верстату надійність. Шпиндель встановлений на трьох підшипниках. Даний токарний верстат по металу JET має піддон для стружки, проблем з очищенням верстата не виникне, оскільки піддон легко знімається. Різцетримач чотирьох позиційний програмується оператором верстата. На верстаті встановлено бак СОЖ на 20л, з автоматичною системою подачі. Систему управління верстатом можна замінити на іншу, за вашим бажанням і за ваш рахунок.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики токарно-гвинторізного верстата з ЧПК CL-1640ZX

Найменування параметрів	Од.вим.	Величини
Діаметр обточування над станиною	мм	400
Макс. діаметр обертання, гар (знімний місток)	мм	657
Діаметр обточування над поперечним супортом	мм	210
Відстань між центрами	мм	1000
Частота обертання шпинделя, плавно	об/хв.	80-2000
Прохідний отвір шпинделя	мм	80
Максимальний розмір інструменту	мм	25x25
Хід поздовжнього супорта	мм	890
Хід поперечного супорта	мм	225
Прискор. перем. поздовжнього супорта	м/хв	8
Прискор. перем. поперечного супорта	м/хв	5
Хід пінолі задньої бабки	мм	150
Відстань між напрямними	мм	340

Точність позиціонування	мм	0,001
Габаритні розміри (ДхШхВ)	мм	2310 x 1345 x 1600
Маса	кг	2578



Рис. 3.1 Токарно-гвинторізного верстата з ЧПК CL-1640ZX

Вертикально-свердильний верстат з ЧПК 2P135Ф2

Вертикальний свердильний верстат 2P135Ф2 з шестишпindelною револьверною головкою, з хрестовим столом та числовим програмним управлінням (ЧПУ) призначений для свердління, розсвердлювання, зенкування, розгортання, нарізування різьблення та фрезерування у дрібносерійному та серійному виробництві різних галузей промисловості. Свердильний верстат 2P135Ф2 застосовують для обробки корпусних деталей і деталей типу «фланець», «кришка», «плита», «важіль», «кронштейн». Електросхема і ЧПУ дозволяють здійснити на

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

верстаті наступні операції: свердління, підрізка торця, розточування, нарізання різьби, глибоке свердління, фрезерування.

Наявність на верстаті шестишпindelної револьверної головки для автоматичної зміни інструменту, хрестового столу з програмним керуванням дозволяє здійснювати координатну обробку деталей типу кришок, фланців, панелей без попередньої розмітки та застосування кондукторів. Вертикально-свердлильний верстат 2P135Ф2 має великі діапазони частоти обертання шпинделя та подач, що повністю забезпечують вибір нормативних режимів різання при обробці різних конструкційних матеріалів. Верстат 2P135Ф2 забезпечують точність міжосьових відстаней отворів, що обробляються, до 0,10-0,15 мм і можуть працювати в автоматичному циклі (в цьому режимі виконується багатоопераційна обробка деталей з великим числом отворів). Конструкція верстата 2P135Ф2. На підставі верстата змонтована колона, прямокутним вертикальним напрямним якої переміщається шпindelна бабка (супорт), що несе револьверну головку. На колоні жорстко змонтовано коробку швидкостей та редуктора подач. Хрестовий стіл має основу, яким переміщаються в поперечному напрямі санки, що несуть власне стіл. Останній у свою чергу може переміщатися в поздовжньому напрямку напрямними санчатами. Переміщення санок та столу здійснюють від редукторів. Система числового програмного управління. Верстат моделі 2P135Ф2 оснащений пристроєм числового програмного керування "Координата С70-3", верстат моделі 2P135Ф2-1 пристроєм ЧПУ 2П32-3, які забезпечують одночасне переміщення стола по осях X та Y при позиціонуванні управління переміщенням по осі (від координати), дає можливість керувати поворотом револьверної головки, вибирати величину робочої подачі та частоти обертання шпинделя. Пристрій має цифрову індикацію, передбачене введення корекцій на довжину інструменту.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

**Таблиця 3.2 - Технічні характеристики вертикально-свердлильного верстата
2P135Ф2**

Найменування параметрів	Величини
Найбільший діаметр свердління сталі, мм	35
Найбільший діаметр різьби, що нарізається, в сталі, мм	M24
Найменша та найбільша відстань від торця шпинделя до поверхні столу, мм	40-600
Відстань від осі вертикального шпинделя до напрямних стійки (виліт), мм	450
Найбільший діаметр фрези, мм	100
Найбільша глибина фрезерування, мм	2
Максимальна ширина фрезерування, мм	60
Поздовжнє переміщення столу по напрямних санчат (Вісь X), мм	630
Поперечне переміщення санок по напрямних станини за програмою (Вісь Y), мм	360
Найбільше переміщення шпиндельної бабки за програмою (вісь Z), мм	560
Супорт. Шпиндельна бабка. Шпиндель	45-2000
Частота обертання шпинделя, об/хв	31-1400
Кількість швидкостей шпинделя	12
Швидкість швидкого переміщення супорта (шпиндельної бабки), м/хв	4
Кількість подач супорту по осі Z, мм	18
Подачі супорта, мм	10-500
Найбільший допустимий момент, що крутить, Нм	200

Розміри робочої поверхні столу, мм	400*710
Число Т-подібних пазів Розміри Т-подібних пазів	3
Швидкість швидкого переміщення столу та санок, м/хв	7
Швидкість подачі столу та санок при фрезеруванні, м/хв	0,22
Мінімальна швидкість переміщення столу, м/хв	0,05
Точність позиціонування столу та санок на довжині ходу, мм	0,05
Число керованих координат	3
Число одночасно керованих координат	2
Дискретність завдання переміщення столу, санок і супорта, мм	0,01
Електродвигун приводу головного руху, кВт	3,7
Електродвигун приводу переміщення шпиндельної бабки (супорта), кВт	1,3
Електродвигун приводу переміщення санок та столу, кВт	1,1
Електродвигун приводу обертання револьверної головки, кВт	0,75
Електронасос охолоджувальної рідини Х14-22М, кВт	0,125
Габарити верстата, мм	1800*2170*2700
Маса верстата, кг	5390



Рисунок 3.2 – Вертикально свердильний верстат з ЧПК 2P135Ф2

ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі я вибрав спосіб отримання заготовки, визначив порядок виготовлення та розробив проектний маршрут обробленої деталі. Призначив припуски на механічну обробку, визначив режими різання та призначив маршрути виготовлення деталі. У розділі 2 проектування технологічного обладнання я описую будову і принцип роботи свердильного пристрою, який використовується в операції 030, і виконав всі необхідні розрахунки. Щоб контролювати радіальне биття, я розробив контрольний пристрій. У підрозділі 2.3 створюється програма керування верстатом з ЧПУ CL-1640ZX 015

Досягнуто:

- збільшення продуктивності праці шляхом використання сучасних верстатів з ЧПК;

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- вдосконалення вертикально-свердлильного верстата ЧПК за рахунок самоцентруючого свердлильного пристрою;
- розроблено новий технологічний процес механічної обробки деталі Втулка для умов середньосерійного типу виробництва.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

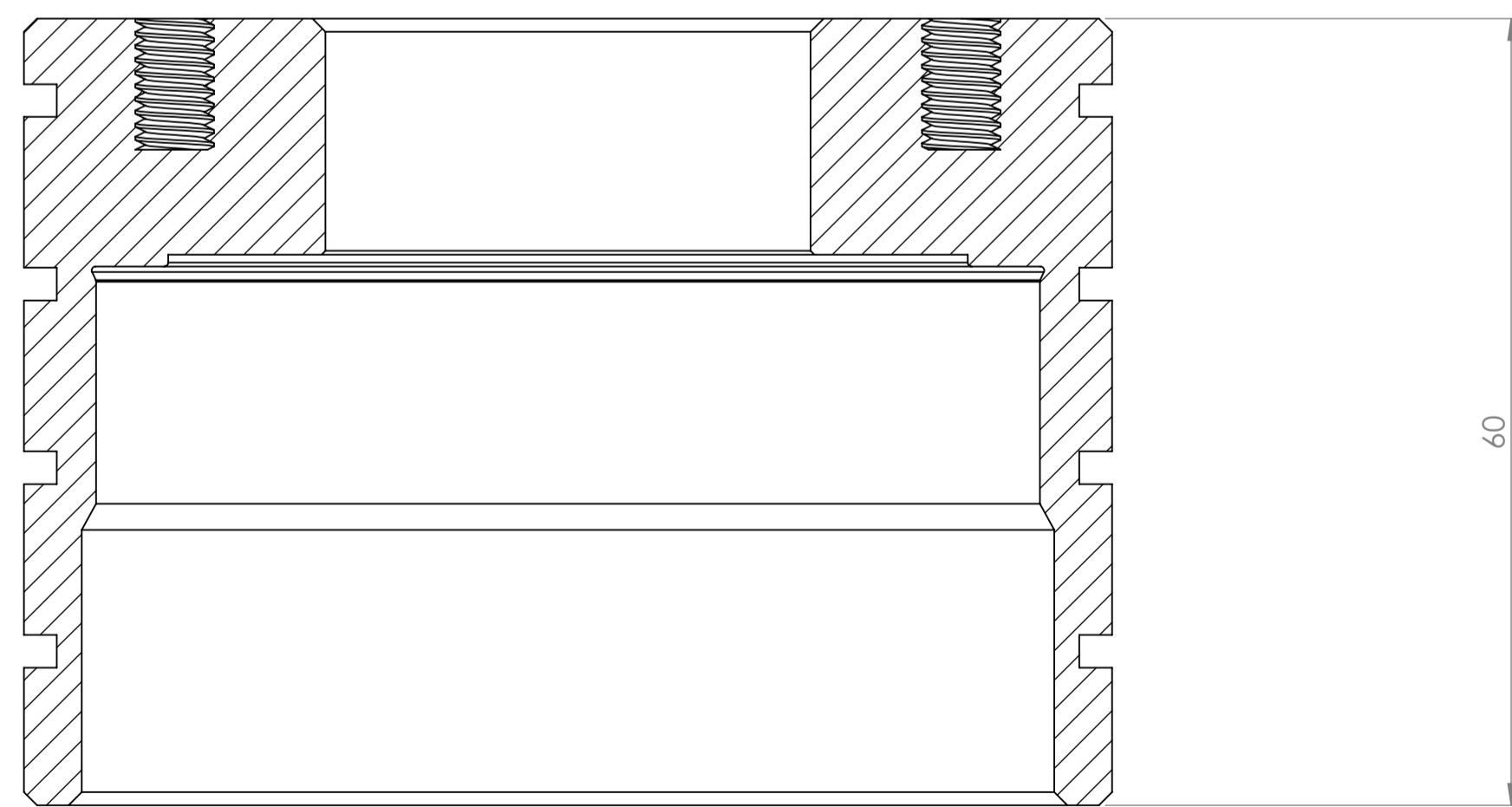
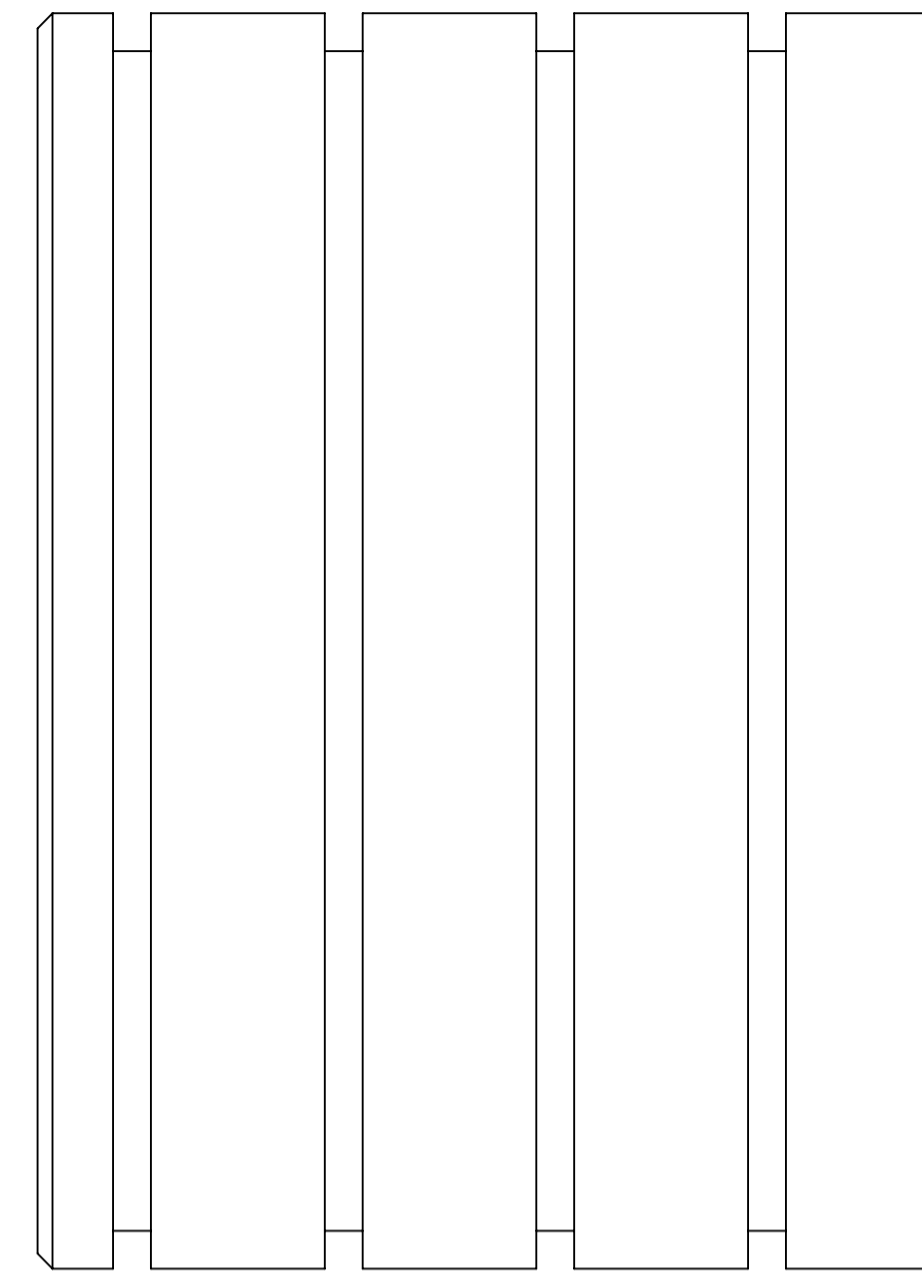
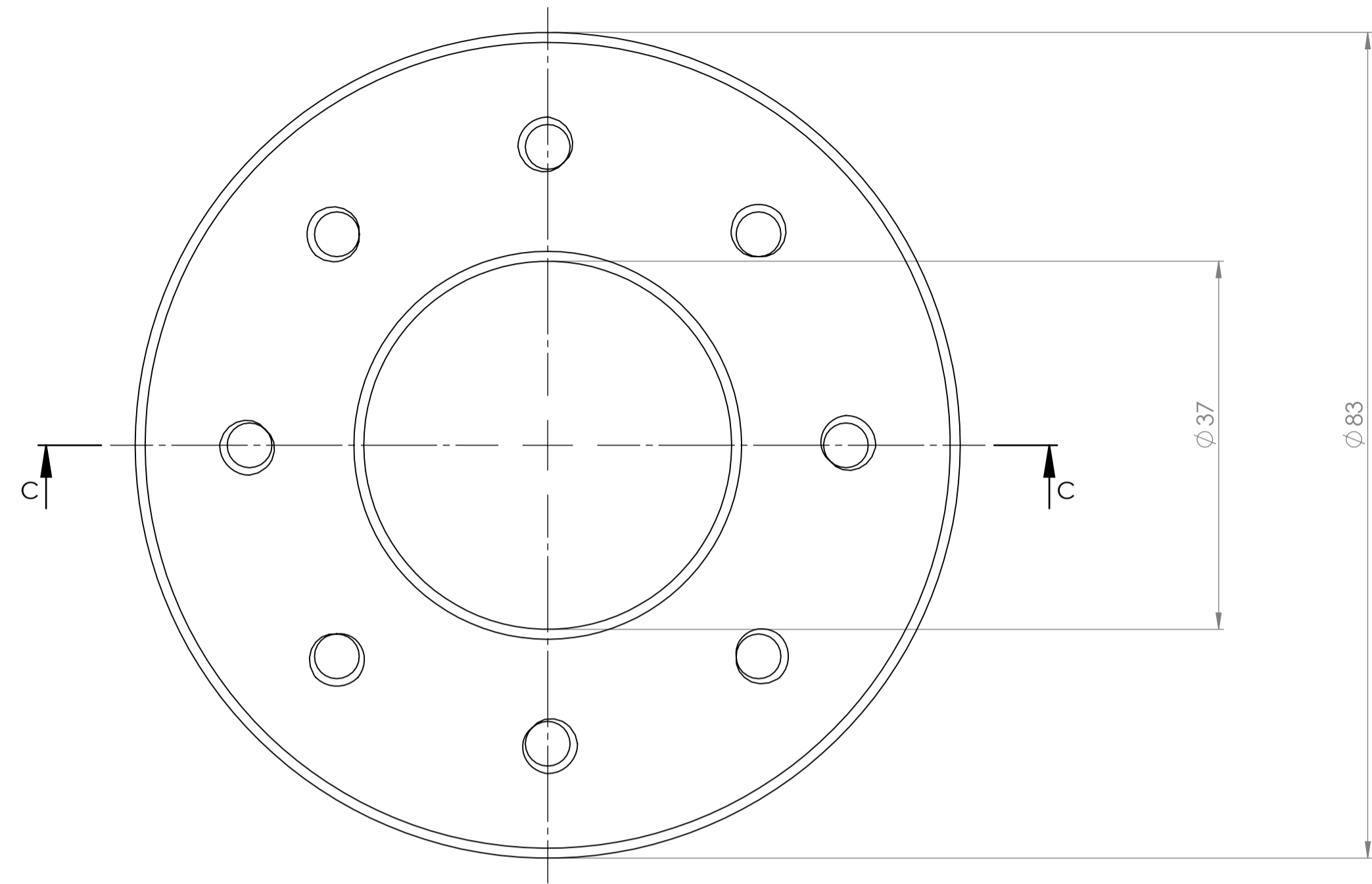
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск : Высш. школа, 1985. 256 с.
2. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина. Москва : Машиностроение, 1984. 592 с.
3. Петрина Ю.Д., Гаврилів Ю.Л., Пітулей Л.Д., Лукань Т.В. Технологічні методи виробництва заготовок: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи.- Івано-Франківськ: Факел, 2008. -50 с.
4. Основы проектирования и реконструкции механических цехов и участков машиностроительных и ремонтных производств [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Канарчук, В. М. Токаренко, А. Н. Балабанов. - Київ : Вища школа, 1988. - 223 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с.
6. Барановський Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник. М. Машиностроение, 1972
7. Основы проектирования и реконструкции механических цехов и участков машиностроительных и ремонтных производств [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Канарчук, В. М. Токаренко, А. Н. Балабанов. - Київ : Вища школа, 1988. - 223 с.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков Справочник. Издание 7-е, переработанное. М. "Машиностроение", 1979 г.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
10. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
11. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина, М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

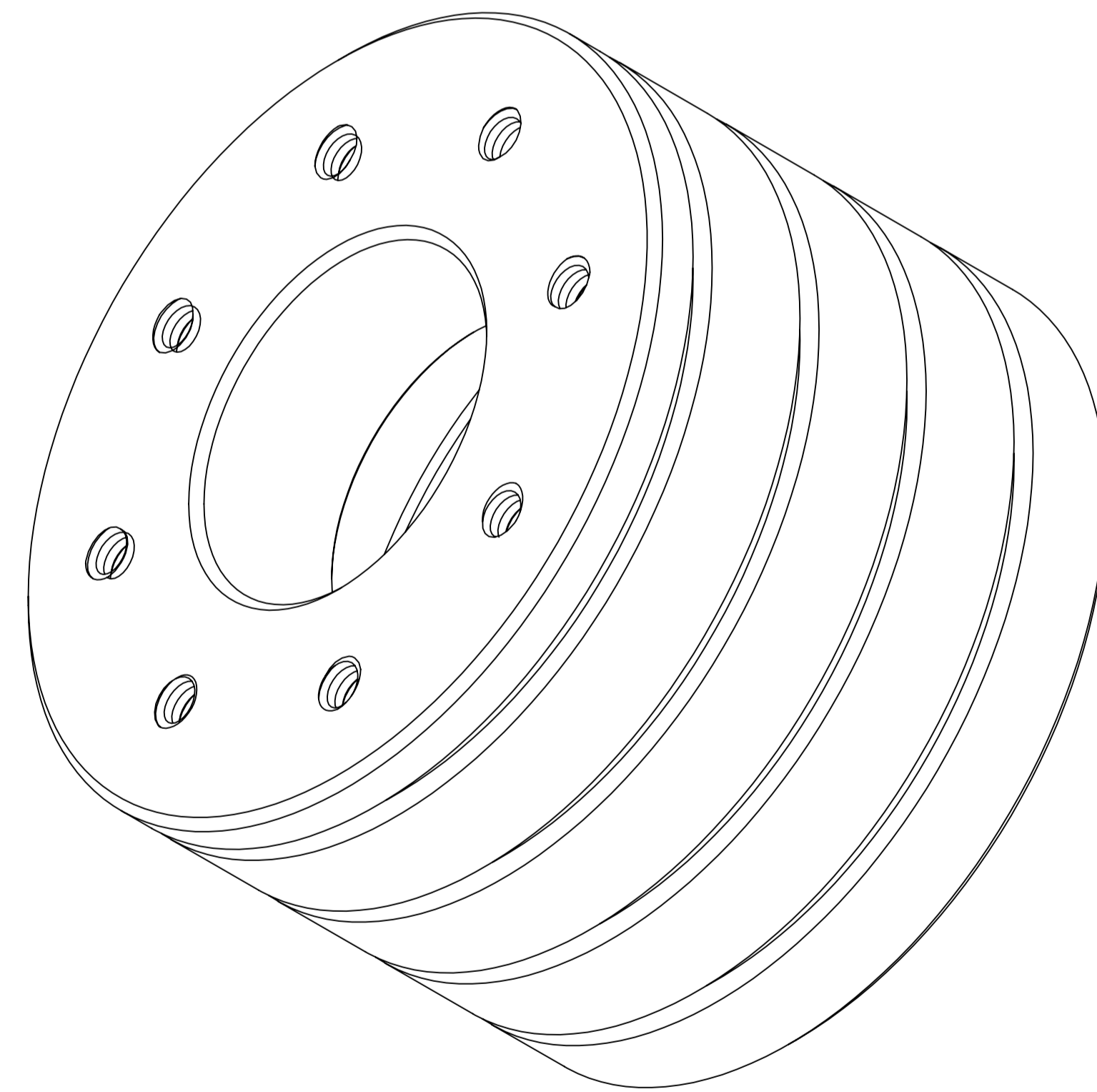
					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

12. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина, М.: машиностроение, 1984. – 592 с.
13. Кузнецов Ю. И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
14. Данилевский В. В. Справочник молодого машиностроителя. 1973, 646с.

					<i>БР.ПМ-44.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49



SECTION C-C



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
SURFACE FINISH:						
TOLERANCES:						
LINEAR:						
ANGULAR:						
NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN						
CHEK						
APPVD						
MFG						
G.A.						
		MATERIAL:		DWG NO.		
				SCALE: 2:1		Part 1 gotova A1
		WEIGHT:		SHEET 1 OF 1		

Пиловідрізний верстат STILER G5027



Максимальний діаметр заготовки: 80мм	270мм
Довжина заготівлі	1,1/ 2,2 кВт
Привід пили	Гідравлічний, автоматичний
Розмір різальної стрічки	2950*27*0,9мм
Лнійна швидкість стрічки	36/72 м/хв
Тип керування	напівавто матичне
виробник	STILER
Країна виробника	Польща
Маса	480 кг

Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК CL-1640Z



Найменування параметрів	Од. вим.	Величини
Діаметр обточування над станиною	мм	400
Макс. діаметр обертання, гар (знімний місток)	мм	657
Діаметр обточування над поперечним супортом	мм	210
Відстань між центрами	мм	1000
Частота обертання шпинделя, плавно	об/хв.	80-2000
Прохідний отвір шпинделя	мм	80
Максимальний розмір інструменту	мм	25x25
Хід поздовжнього супорта	мм	890
Хід поперечного супорта	мм	225
Прискор. перем. поздовжнього супорта	м/хв	8
Прискор. перем. поперечного супорта	м/хв	5
Хід пінолі задньої бабки	мм	150
Відстань між напрямними	мм	340
Точність позиціонування	мм	0,001
Габаритні розміри (ДхШхВ)	мм	2310 x 1345 x 1600
Маса	кг	2578

Вертикально-свердильний верстат з ЧПК 2P135Ф2

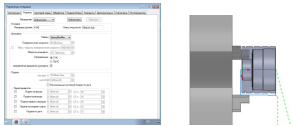


Найменування параметрів	Величини
Найбільший діаметр свердління сталі, мм	35
Найбільший діаметр різьби, що нарізається, в сталі, мм	M24
Найменша та найбільша відстань від торця шпинделя до поверхні столу, мм	40-600
Відстань від осі вертикального шпинделя до напрямних стійки (виліт), мм	450
Найбільший діаметр фрези, мм	100
Найбільша глибина фрезерування, мм	2
Максимальна ширина фрезерування, мм	60
Поздовжнє переміщення столу по напрямних сачат (Вісь X), мм	630
Поперечне переміщення санок по напрямних станини за програмою (Вісь Y), мм	360
Найбільше переміщення шпиндельної бабки за програмою (вісь Z), мм	560
Супорт. Шпиндельна бабка. Шпиндель	45-
Частота обертання шпинделя, об/хв	2000-31-1400
Кількість швидкостей шпинделя	12
Швидкість швидкого переміщення супорта (шпиндельної бабки), м/хв	4
Маса	5390

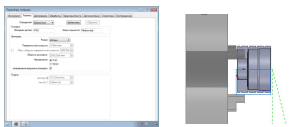
Установ 1 (Оперативний час 25.27 хв)



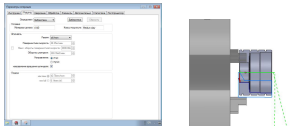
Чорнове підрізання торця



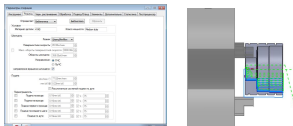
Чистове підрізання торця



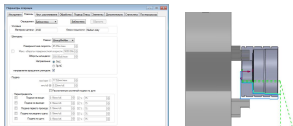
Центрування



Свердління

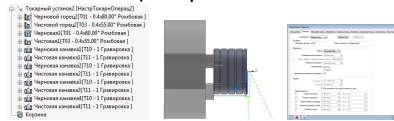


Чорнове розточування

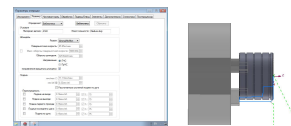


Чистове розточування

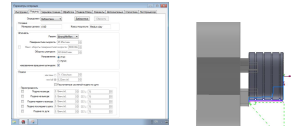
Установ 2 (Оперативний час 47.53 хв)



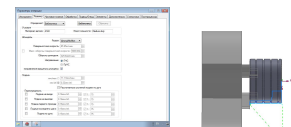
чорнове підрізання торця



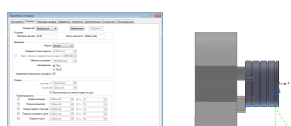
Чистове підрізання торця



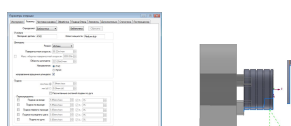
Чорнове підрізання зовнішньої циліндричної поверхні



Чистове підрізання зовнішньої циліндричної поверхні

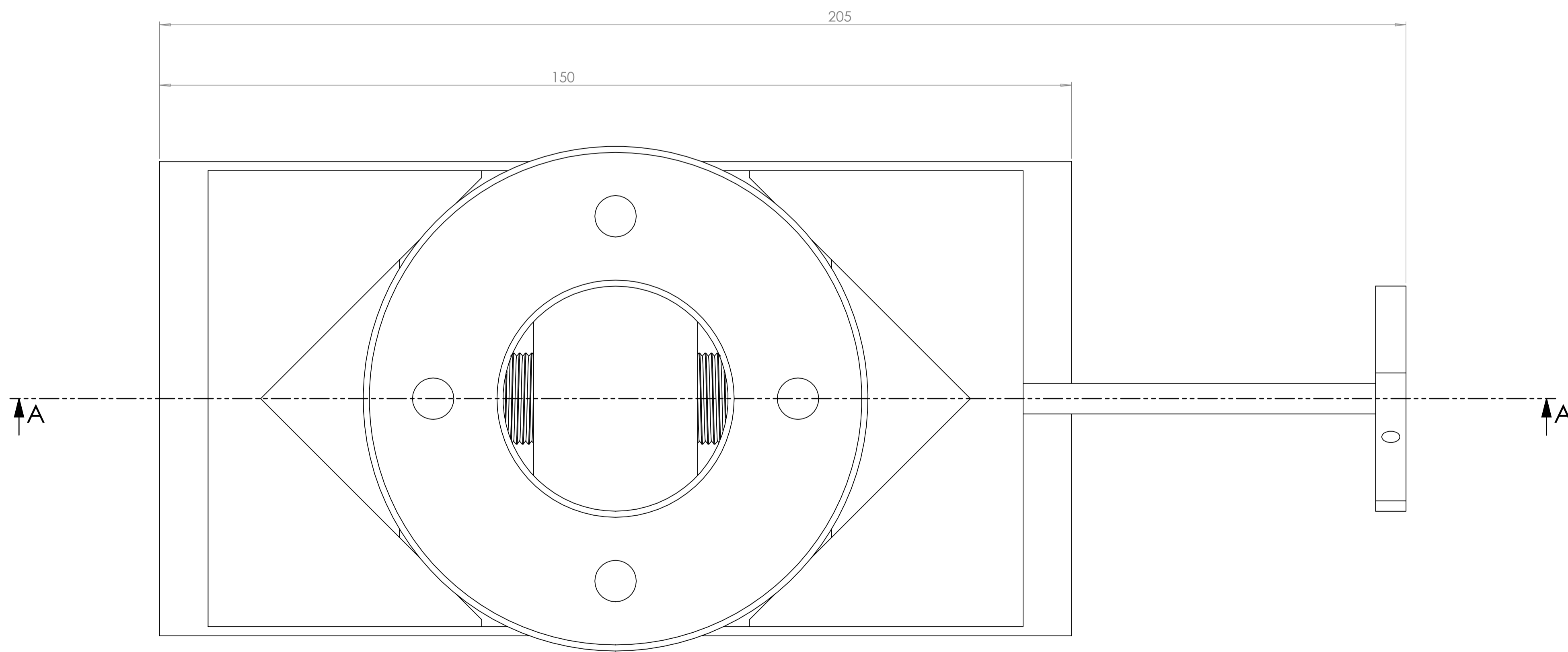
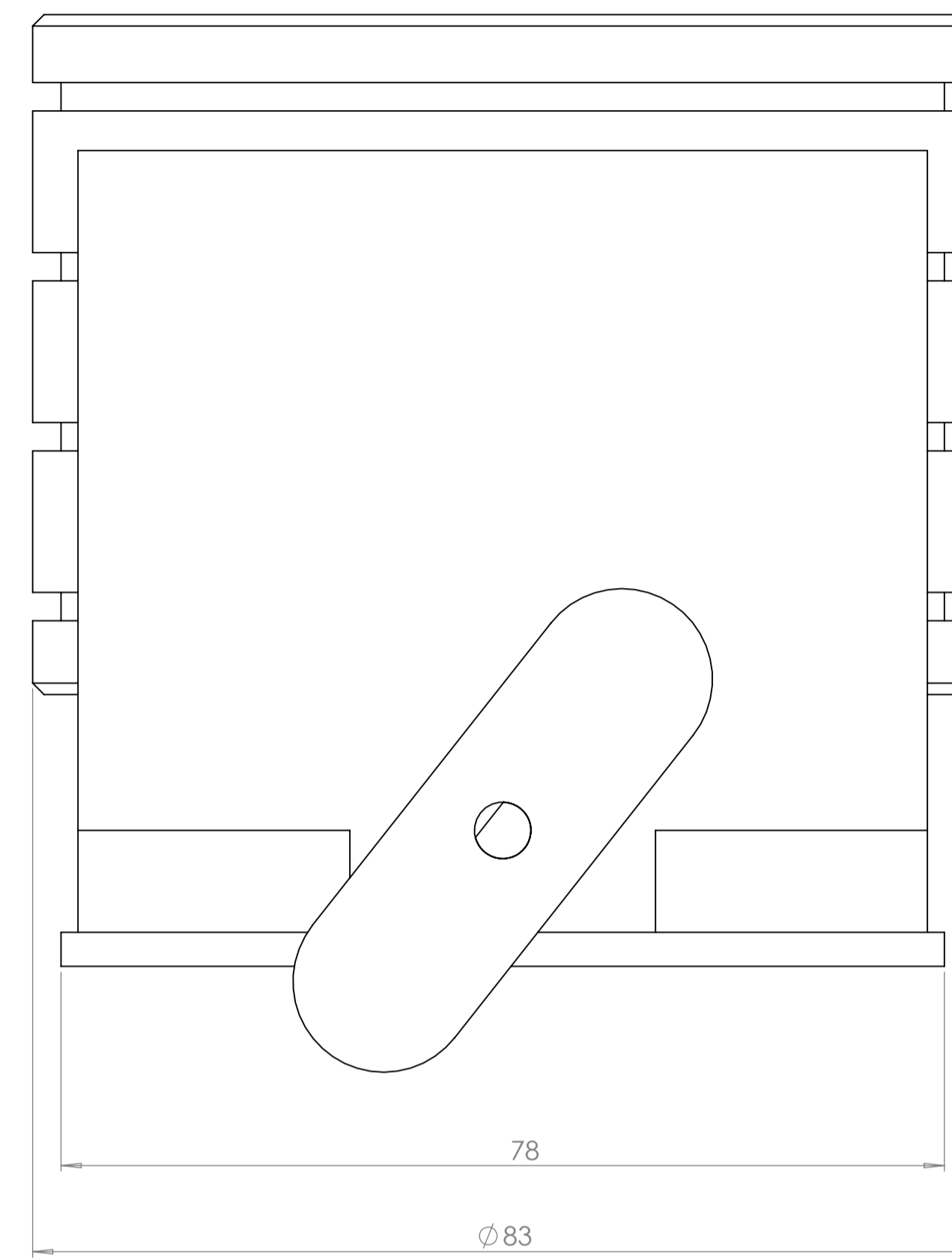
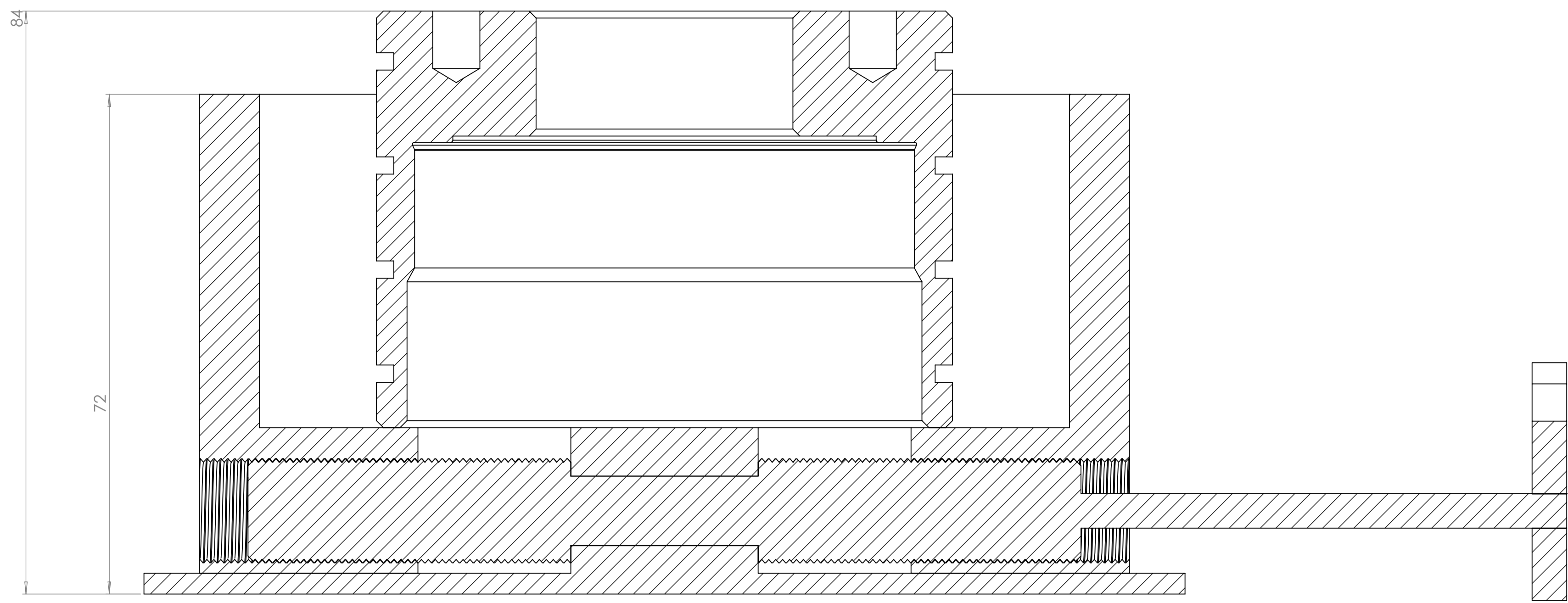


Чорнове точіння канавок



Чистове точіння канавок

Вигляд А-А



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.					Лист	Листов	
Н. контр.							
Утв.							

Перв. примен.

Справа №

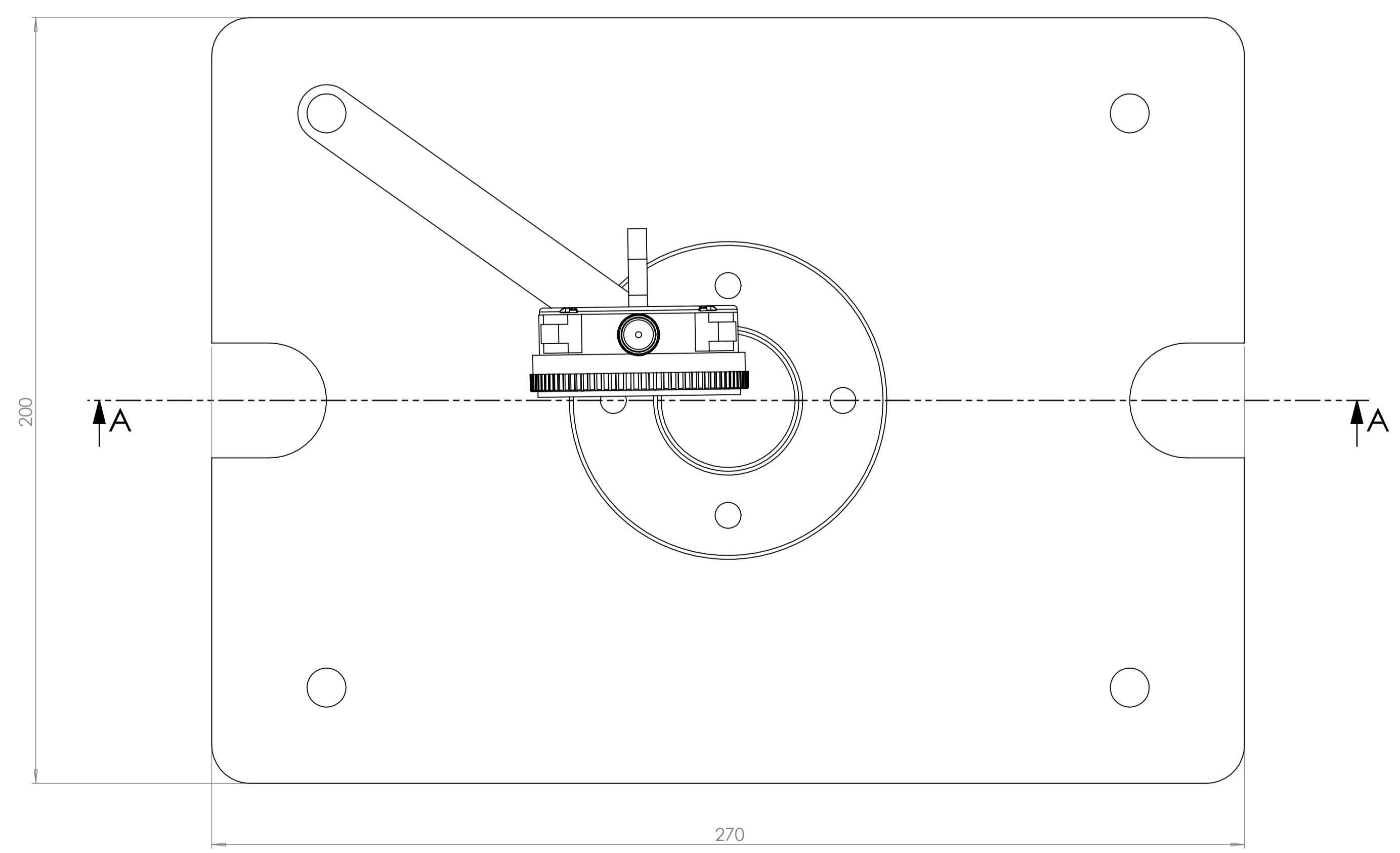
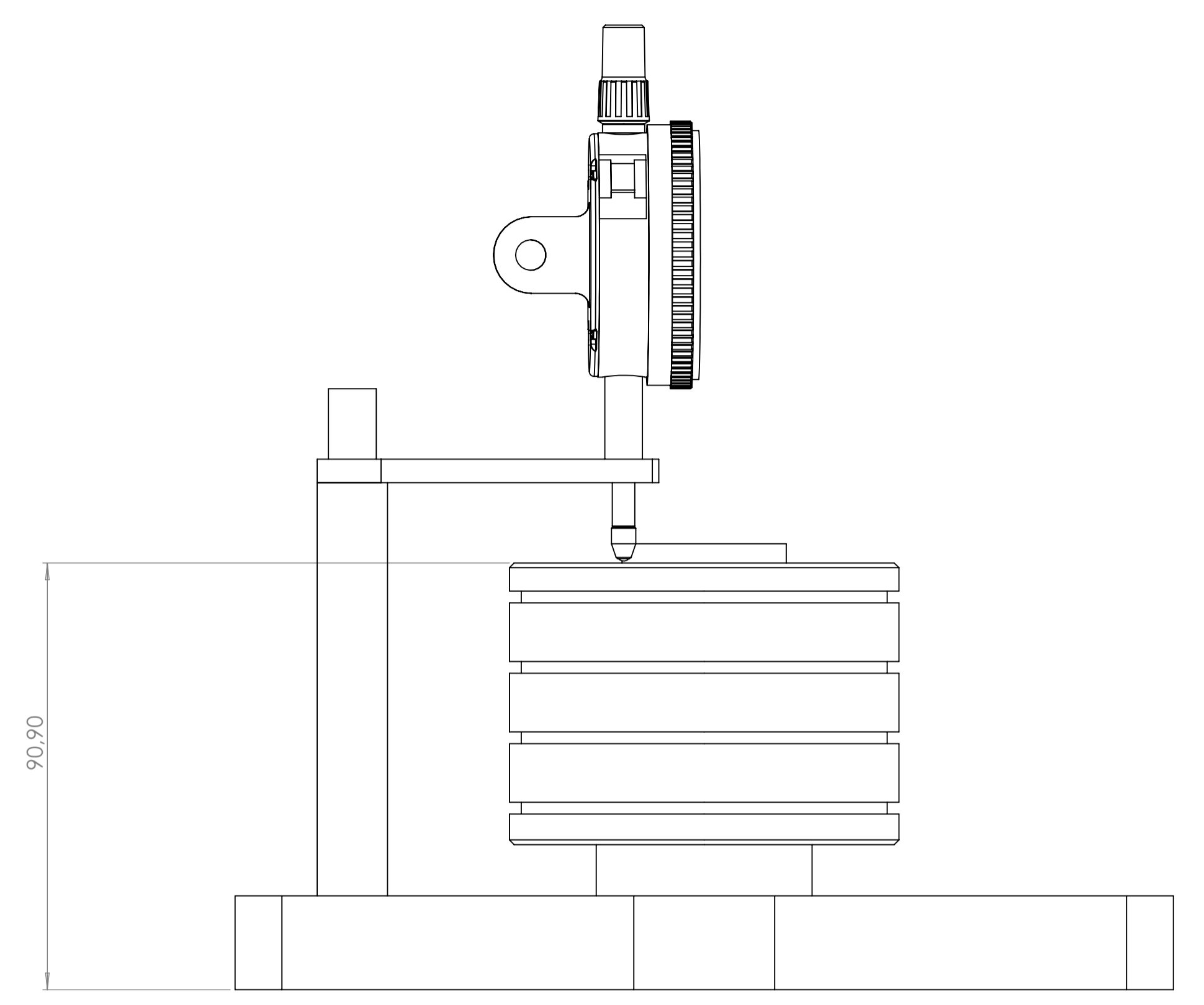
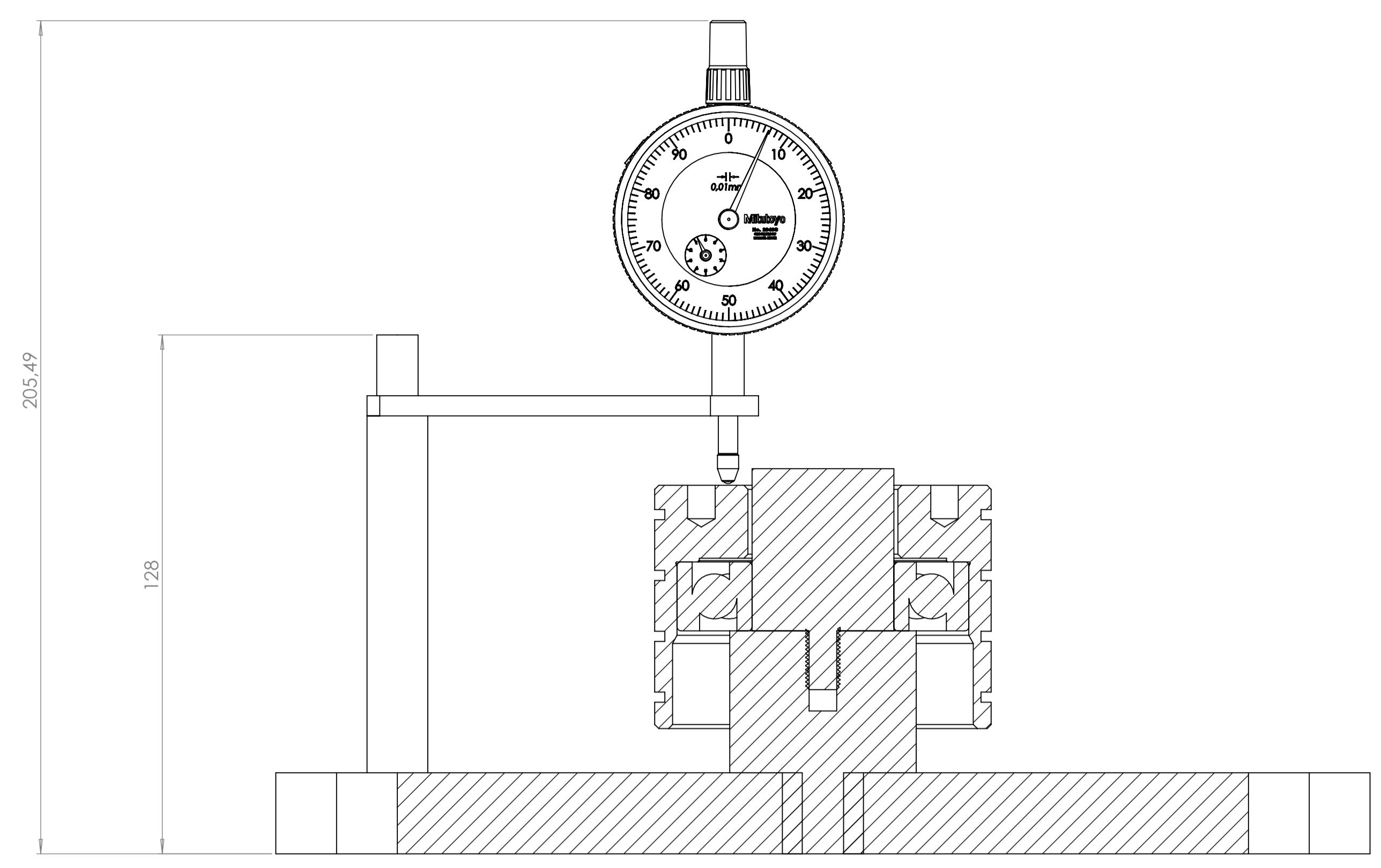
Подп. и дата

Взам. инв. №

Инд. № дубл.

Подп. и дата

Инд. № подл.



Перв. примен.

Справа №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инов. № дубл.

Инов. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.					Лист	Листов	
Н. контр.							
Утв.							