Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Дармограй Іван Тарасович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.27
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Фланець 943.73.1133.02.00.017

редуктора приводу конвеєра автоматичної лінії"
(назва роботи)

Бакалавр
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

_____ І. Т. Дармограй
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник _____ Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.
підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри КМВ,
професор_____ В. Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

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

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

м. Івано-Франківськ – 2022 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Освітній рівень – бакалавр
Срецiальність 131 – Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В. Г. Панчук
"___" _____ 20 __ року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Дармограй Іван Тарасович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі "Фланець 943.73.1133.02.00.017 редуктора приводу конвеєра автоматичної лінії"

Керівник роботи Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "_18_" _____05____ 2022__ року № _130/7_

2. Термін подання студентом роботи _____15.06___2022 р._____

3. Вихідні дані до проекту (роботи):

3.1. Креслення деталі.

3.2. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

4.0. Вступ.

4.1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

4.2. Проектування технології виготовлення деталі.

4.3. Проектування технологічного оснащення.

4.4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

4.5. Науково-дослідна частина.

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

5.1. Креслення деталі та заготовки.

5.2. Карти технологічного налагодження.

5.3. Складальне креслення пристрою.

5.4. Креслення технологічного оснащення.

5.5. Керуюча програма для верстату з ЧПК.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1 – 5	Роп’як Л.Я., д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	27.03.2022	
2	Проектування технології виготовлення деталі	21.04.2022	
3	Проектування технологічного оснащення	21.05.2022	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	02.06.2022	
5	Науково-дослідна частина	26.03.2022	
6	Пояснювальна записка	14.06.2022	
7	Графічна частина	15.06.2022	

Студент _____ Дармограй І.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали) .

Керівник роботи _____ Роп’як Л.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ 5
1 Конструкторсько-технологічний аналіз……. 6-14
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі ……..... 6-8
1.2. Аналіз технологічності деталі 9-10
1.3. Визначення організаційних умов виробництва 11-12
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі 13-14
2 Проектування технології виготовлення деталі …… 15-37
2.1. Вибір заготовки ……..... 15-17
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі 18-21
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення ……..... 22-24
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки …….. 25-29
2.5. Визначення режимів різання …… 30-33
2.6. Нормування технологічної операції …… 34-36
2.7. Аналіз техніко-економічних показників 37
3 Проектування технологічної оснастки …… 38-46
3.1. Пристрій для механічної обробки ……..... 38-42
3.2. Перевірка працездатності інструментів 43-44
3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою..... 45-46
4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК ……... 47-51
5 Науково-дослідна частина ……..... 52-53
Перелік літературних джерел 54-55

Вступ

Машинобудування – це комплекс галузей промисловості, які виготовляють знаряддя виробництва, транспортні засоби, а також предмети споживання та іншу промислову продукцію. Машинобудування відображає технічний прогрес країни і має велике значення для розвитку її продуктивних сил, підвищення економічної могутності держави та добробуту народу. Машинобудування справедливо називають серцевиною індустрії.

Кожна машина має своє чітке призначення, тому її будують з такого матеріалу і так, щоб вона добре й довго працювала, була надійною та безпечною в роботі. Все це обумовлює кваліфікацію спеціаліста, який бере безпосередню участь не тільки у її виготовленні, а й у виборі матеріалів, що найкраще відповідають поставленим до машини вимогам.

Мета науки і техніки – розвивання економічних і соціальних завдань, сприяння переходу економіки на шлях інтенсивного розвитку.

Для цього необхідно:

- освоїти серійне виробництво нових машин, обладнання, засобів автоматизації і приладів, які сприятимуть впровадженню в широких масштабах високопродуктивної технології;
- збільшити виробництво систем машин і обладнання, автоматичних маніпуляторів з числовим програмним керуванням.

Всі назви програмних продуктів є зареєстрованими товарними марками відповідних фірм.

Сучасні тенденції розвитку машинобудівного виробництва, яке орієнтоване на підвищення якості машинобудівної продукції, на широке застосування прогресивних конструкційних і інструментальних матеріалів, на комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПК і САПР, вимагають підготовки кваліфікованих спеціалістів, які володіють не тільки глибокими теоретичними знаннями, але і здатних практично їх використовувати в своїй виробничій діяльності.

В зв’язку з тим інженери-механіки спеціальності “Технологія машинобудування” повинні володіти методами оцінки якості виробів, розрахунку і аналізу технологічних розмірних ланцюгів, розмірного аналізу технологічних процесів, вибору раціональних схем базування заготовок, розрахунку похибок, які впливають на точність механічної обробки, розрахунку припусків, оптимальних режимів різання, норм часу і технологічної собівартості. Вони повинні володіти також практичними навиками по проектуванню технологічних процесів складання, механічної обробки, в тому числі з використанням верстатів з ЧПК.

1.Технологічна частина.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Деталь фланець 943.73.1133.02.00.017 входить в редуктор механізму приводу автоматичної лінії по виготовленню цегли, яка виготовлялася на ПАТ “Автоливмаш”. Деталь призначена для встановлення і кріплення підшипника з вхідним валом, ущільнюючих і компенсуючи кілець і кришки. Сама деталь встановлена в отвір корпуса редуктора.

Фланець 943.73.1133.02.00.017 являє собою деталь з зовнішніми і внутрішніми циліндричними поверхнями ступінчатої форми, внутрішніми і торцьовими канавками. Діаметри зовнішніх циліндричних поверхонь збільшуються від кінців до середини, внутрішніх – зменшуються в напрямку лівого торця. Габарити деталі: D=155 мм; L=78 мм. Маса: m=3,8 кг.

Докладний опис поверхонь деталі,їх службового призначення,конфігурацію і розміри оформляємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
1	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø108h14($^{+0,87}$)	-	Ra6,3
2	Торець.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кришки.	78h14($_{-0,74}$)	-	Ra6,3
3-6	Внутрішні циліндричні різьбові поверхні.	Допоміжні бази. Призначені для кріплення кришки.	М8-7Н	-	Ra6,3
7-10	Фаски між торцем 2 і внутрішніми різьбовими поверхнями 3-6.	Вільні поверхні.	1×45º	-	Ra6,3
11	Внутрішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кришки.	Ø72Н7$^{(+0,03)}$	0,04	Ra1,6
12	Внутрішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення підшипника.	Ø72Н7$^{(+0,03)}$	0,04	Ra1,6
13	Плоска поверхня, обмежена внутрішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Призначена для встановлення підшипника.	61(IT14/2) ±0,37	-	Ra6,3
14	Плоска поверхня, обмежена внутрішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Призначена для встановлення підшипника.	4Н14($^{+0,3}$)	-	Ra6,3
15	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø65Н14$^{(+0,74)}$	-	Ra6,3

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
16	Плоска поверхня, обмежена фаскою і зовнішньою циліндричною поверхнею.	Допоміжна база. Призначена для встановлення болтів, які кріплять фланець до корпуса.	34 IT14/2±0,31	-	Ra6,3
17	Фаска між плоскою і зовнішньою циліндричною поверхнею.	Вільна поверхня.	3×45º IT14/2	-	Ra6,3
18	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø156h14($_{-1}$)	-	Ra6,3
19	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Основна база. Призначена для встановлення фланця в корпус.	32IT14/2 ±0,31	-	Ra6,3
20	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення фланця в корпус.	Ø108h14($^{+0,87}$)	-	Ra6,3
21	Фаска між плоскою і зовнішньою циліндричною поверхнею.	Вільна поверхня.	4×45º IT14/2	-	Ra6,3
22	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	5±0,15	-	Ra6,3
23	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø72h14($_{-0,74}$)	-	Ra6,3
24	Торець.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	78h14($_{-0,74}$)	-	Ra6,3
25	Канавка на торці.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	Ø64h14($_{-0,74}$) Ø52H14($^{+0,74}$) 4±0,15	-	Ra6,3
26, 27	Внутрішні циліндричні поверхні.	Вільні поверхні. Призначені для виходу вала.	Ø43H14($^{+0,62}$)	-	Ra6,3
28-31	Внутрішні циліндричні поверхні.	Допоміжні бази. Призначені для кріплення фланця болтами до корпуса.	Ø11H14($^{+0,42}$)	-	Ra6,3
32	Канавка на внутрішні циліндричні поверхні.	Технологічна поверхня. Призначена для виходу інструменту під час обробки.	Ø76H14($^{+0,74}$) 4H14($^{+0,3}$)	-	Ra6,3
33	Канавка на внутрішні циліндричні поверхні.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	Ø85H14($^{+0,87}$) 1,9H14($^{+0,25}$)	-	Ra6,3
34	Канавка на внутрішні циліндричні поверхні.	Допоміжна база. Призначена для встановлення ущільнення.	Ø55H14($^{+0,74}$) 5,5H14($^{+0,3}$) 4H14($^{+0,3}$)	-	Ra6,3

Основними і найточнішими поверхнями деталі є: поверхні 11 і 12 задані розміром Ø72H7($^{+0,03}$), шорсткість Ra1,6, поверхня 14 задана розміром 13±0,21, шорсткість Ra6,3.

Взаємне розташування поверхонь 11-12 і 14 задане допуском перпендикулярності 0,04 мм.

В процесі роботи на деталь діють складові сил, які передаються з вала від шестерні косозубого циліндричного зубчатого з'єднання.

Для забезпечення необхідних механічних характеристик і експлуатаційних властивостей деталі прийнятий матеріал її виготовлення вуглецева конструкційна якісна сталь – Сталь 45 ГОСТ1050-89.

Хімічний склад і механічні властивості матеріалу Сталь 45 ГОСТ1050-88 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 45 ГОСТ1050-88, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не більше					
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості Сталі 45 ГОСТ1050-88

σТ	σВ	Δs.%	Ψ.%	ан,Дж/см^2	НВ (не більше)	
не менше					гарячештампована	відпалена
360	610	16	40	-	241	197

Згідно ISO-513:2012 за оброблюваністю даний матеріал відноситься до групи P (вуглецева сталь, зміцнена до НВ≤400).

1.2Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі вказуєм в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки поверхонь.

№ повер -хні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата; пристрій
1	2	3	4
1, 16, 19, 20, 22, 23, 2, 17, 18, 21, 24	Точіння; різець токарний прохідний упорний; різець токарний прохідний відігнутий.	h14, Ra6,3 h14, Ra6,3 h14, Ra6,3 h14, Ra6,3 h14, Ra6,3 h14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
3-6	1) Свердління; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком. 2) Нарізання різьби; мітчик машинний для метричної різьби.	H12, Ra6,3 7H, Ra6,3	Радіально-свердлильний верстат. Кондуктор.
7-10	Зенкування; Зенківка конічна <90º.	it14, Ra6,3	
11, 12,	1) Чорнове розточування; різець токарний розточний для глухих отворів. 2) Чистове розточування; різець токарний розточний для глухих отворів. 3) Тонке розточування; різець токарний розточний для глухих отворів.	H14, Ra6,3 H11, Ra3,2 H7, Ra1,6	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
13-15	Розточування; різець токарний розточний для глухих отворів.	H14, Ra6,3	
25	Точіння; різець токарний для зовнішніх канавок.	H14, Ra6,3	
26, 27	Розточування; різець токарний розточний для наскрізних отворів.	H14, Ra6,3	
28-31	Свердління; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	H14, Ra6,3	Радіально-свердлильний верстат. Кондуктор.
32, 33, 34	Розточування; різець токарний для внутрішніх канавок.	H14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.

Матеріал деталі – сталь 45 ГОСТ1050-88.

В базовому техпроцесі заготовка для деталі отримується з круглого гарячекатаного прокату ГОСТ 2590-88.

Альтернативним варіантом отримання заготовки може бути вільне кування, гаряче об'ємне штампування.

Згідно [2], с.9 за здатністю матеріалу оброблятися тиском даний матеріал належить до групи М2- вміст вуглецю 0,35…0,65% і легуючих елементів до 2%, яка серед трьох груп найкраще обробляється тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з Gb=650мПа; 197НВ) згідно [2].с.12:

$$K_v=V_{60}/V_{e60}, \quad (1)$$

де V_{60}-швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

V_{e60}-швидкість різання еталонного матеріату при 60 хвилинній стійкості інструменту;

Згідно [10]с.29-34 V_{60}=103,5м/хв; V_{e60}=103,5м/хв;

K_v=103,5/103,5=1;

Аналіз технологічності фланця 943.73.1133.02.00.017 проводимо згідно методики [2].с.13:

1) На прохід можлива обробка торців 2 і 24, зовнішньої циліндричної поверхні 18, внутрішніх циліндричних поверхонь 26 і 27, фасок 17, 21, отворів 28-31.
2) Діаметри зовнішніх циліндричних поверхонь фланця зменшуються до кінця.
3) Діаметр поверхні 18 Ø155h14 неможливо зменшити через конструкторське призначення.
4) Всі поверхні деталі, які утворені обертанням навколо її осі, можна обробити на токарному верстаті з ЧПК.
5) З одної установки можна обробити тільки внутрішні поверхні обертання, діаметри яких зменшуються в сторону лівого торця.
6) Глухі отвори 3-6 через конструктивні особливості деталі замінити наскрізними не можливо.
7) Вільний доступ різального і вимірного інструменту обмежений тільки для канавок 32-34.
8) В конструкції деталі відсутні поверхні, які розміщені не під прямим кутом, за винятком фасок 17, 21 (<45º) і стінок канавки 34 (<15º).
9) Принцип постійності баз можливий при обробці груп зовнішніх циліндричних і торцьових поверхонь, які обробляються з одного установа, при обробці отворів 3-6, 28-31 і фасок 7-10.

По вимогах з врахуванням можливостей обробки деталі на верстатах з ЧПК:
1) Поверхні, які утворені обертанням заготовки відносно осі, відкриті з одного боку, за винятком канавок 32-34.
2) Конфігурація деталі не дає можливості повної чорнової і чистової обробки з одної установки. Деталь має достатню жорсткість для запобігання деформацій при знятті великого припуску, при цьому має достатньо місця для кулачків і для затиску в кулачковому патроні.
3) В конструкції деталі відсутні виступи, які не утворюються при обертанні, тому нема необхідності застосовувати спеціальний інструмент з великим вильотом.
4) В місці спряження поверхонь 13 і 32 є радіус R1,6. Між рештою поверхонь радіуси відсутні.

1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1. Організаційні умови.
Тип виробництва: середньосерійний.
Режим роботи підприємства: 2 зміни за добу.
Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [2.с.22; Табл..2.1.]:
$F_д$=4029 год.
Число робочих днів у році: F=253 дні.
Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_о$=480 хв.
Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8.
Коефіцієнт серійності для середньо серійного типу виробництва: Кс=11…20.
Маса деталі 3,8 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції			$T_о$, хв	$Ф\varphi_к$	$T_{ш-к}$ ($T_{шт}$), хв
№№ переходів	Розрахунок основного часу	і	$t_о$, хв			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			4,86	1,84	8,94
1	$T_{о005}=0,19D^2=0,19\cdot160^2$	1	4,86			
010.	Токарно-гвинторізна			6,86	2,14	14,68
1	$0,037(D^2-d^2)=0,037(160^2-0^2)$	1	0,75			
2	$0,17dl=0,17\cdot160\cdot40$	1	1,08			
3	$0,17dl\cdot6=0,17\cdot160\cdot32\cdot6$	6	3,2			
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(160^2-108^2)$	1	0,1			
5	$0,037(D^2-d^2)=0,037(108^2-72^2)$		0,09			
6	$0,17dl=0,17\cdot72\cdot5$	1	0,06			
7	$0,52dl=0,52\cdot48\cdot80$	1	1,1			
8	$0,2dl=0,2\cdot52\cdot80$	1	0,33			
9	$0,17dl=0,17\cdot64\cdot4$	1	0,04			
10	$0,037(D^2-d^2)=0,037(55^2-43^2)$	1	0,04			
11	$0,037(D^2-d^2)=0,037(108^2-100^2)$	1	0,07			
015.	Токарно-гвинторізна			12,99	2,14	27,8
1	$0,037(D^2-d^2)=0,037(160^2-0^2)$	1	0,75			
2	$0,17dl\cdot6=0,17\cdot160\cdot34\cdot6$	6	5,3			
3	$0,037(D^2-d^2)=0,037(155^2-108^2)$	1	0,1			
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(155^2-149^2)$	1	0,09			
5	$0,2dl\cdot4=0,2\cdot65\cdot65\cdot4$	4	3,5			
6	$0,037(D^2-d^2)=0,037(65^2-43^2)$	1	0,1			
7	$0,2dl=0,2\cdot70\cdot61$	1	0,96			
8	$0,037(D^2-d^2)=0,037(70^2-65^2)$	1	0,15			
9	$0,037(D^2-d^2)=0,037(76^2-70^2)$	1	0,15			
10	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-70^2)$	1	0,15			
11	$0,18dl=0,18\cdot71\cdot61$	1	0,94			
12	$0,18dl=0,18\cdot72\cdot61$	1	0,9			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
020.	Радіально-свердлильна			0,28	1,75	0,49
1	0,52dl·4=0,52·11·12·4	4	0,07			
025.	Радіально-свердлильна			0,46	1,75	0,8
1	0,52dl·4=0,52·6,7·18·4	4	0,254			
2	0,31dl·4·4=0,31·10·1·4	4	0,012			
3	0,42dl·4=0,4·8·15·4	4	0,194			

$\sum T_{шт}$ =52,71 хв;

Штучний час:

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_к; \quad (2)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

$\varphi_к$ – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи T_o і $\varphi_к$ для всіх операцій визначаєм згідно [2] с. 146 додаток 1.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.}/n, \text{ хв} \quad (3)$$

де n- кількість операцій;

$\sum T_{шт.}$- сумарний штучний час, хв;

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_к; \quad (4)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

$\varphi_к$ – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи T_o і $\varphi_к$ для всіх операцій згідно [2] с. 146 додаток 1.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій обробки: n=5;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт} = 52,71 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.}/n = 52,71/5 = 10,54 \text{ хв}; \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_в = K_з \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 10,54 = 158,1 \text{ хв}; \quad (6)$$

Річна програма випуску деталей:

– розрахункова:

$$N = F_д \cdot 60 / tв = 4029 \cdot 60 / 158,1 = 1512,8 \text{ шт}; \quad (7)$$

– прийнята N=1512 шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_д = N \cdot a / F = 1512,8 \cdot 5 / 253 = 72,86 \text{ шт}; \quad (8)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_д / 480 \cdot 0,8 = 10,54 \cdot 72 / 480 \cdot 0,8 = 1,98; \quad (9)$$

Прийнята кількість змін $C_{пр.}$=2 зміни;

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$nпр = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 10,54 = 72 \text{ шт}; \quad (10)$$

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “Автоливмаш” фланець 943.73.1133.02.00.017 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Інформацію про базовий технологічний процес та його аналіз заносимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу виготовлення фланця 943.73.1133.02.00.017.

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій, оснастка
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Фрезерно-відрізна.		Фрезерно-відрізний верстат 8Г662 (N=7,5КВт); призми в комплекті верстата з гвинтовим затиском.
1	Відрізати заготовку з прокату Ø160 мм в розмір L=84 мм; пила кругла.	2; 24	
010	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертовий.
1	Точити поверхні; різець токарний прохідний відігнутий.	18; 21; 24	
2	Точити поверхні; різець токарний прохідний упорний.	19; 20; 22; 23	
3	Розточити поверхні; різець токарний розточний для наскрізних отворів.	26; 27	
4	Розточити канавку; різець токарний для внутрішніх канавок.	34	
015	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертовий.
1	Точити поверхні; різець токарний прохідний відігнутий.	2; 17	
2	Точити поверхню; різець токарний прохідний. упорний.	1; 16	
3	Розточити поверхні начорно; різець токарний розточний для глухих отворів.	11-15	
4	Розточити поверхні начисто; різець токарний розточний для глухих отворів.	11-12	
5	Розточити поверхні тонко; різець токарний розточний для глухих отворів.	11-12	
6	Розточити поверхні; різець токарний для внутрішніх канавок.	32, 33	

продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
020	Радіально-свердлильна.		Радіально-свердлильний верстат 2Л53. Кондуктор з ручним затиском.
1	Свердлити отвори під різьбу М8-7Н; Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	3-6	
2	Зенкувати фаски 7-10; Зенківка конічна <90º.	7-10	
3	Нарізати різьби М8-7Н; Мітчик машинний для метричної різьби.	3-6	
025	Радіально-свердлильна.		Радіально-свердлильний верстат 2Л53. Кондуктор з ручним затиском.
1	Свердлити отвори під різьбу М8-7Н; Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	28-31	
030	Слюсарна.		Стіл слюсарний.
035	Контрольна.		Стіл контрольний.

2. Проектування технології виготовлення деталі.

2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

Початкові дані:

-маса деталі mд=3,8 кг;

-тип виробництва-середньосерійний;

-матеріал деталі-Сталь45 ГОСТ 1050-88;

-ρ=7814 кг/м^3.

Для вибору раціонального методу отримання заготовки в проектному технологічному процесі проводим порівняння базового і декількох альтернативних варіантів.

Базова заготовка – гарячекатаний прокат круглого профілю.

Згідно базових даних розміри заготовки Ø160мм, L=84мм.

Об'єм заготовки:

$V=\pi \cdot D^2/4 \cdot L=3,14 \cdot 160^2/4 \cdot 84=1688064$мм^3; (11)

Де D – діаметр заготовки, мм;

L – довжина заготовки, мм;

Маса заготовки: $m=V \cdot \rho=1688064 \cdot 10^{-9} \cdot 7814=13,19$кг; (12)

Коефіцієнт використання матеріалу Квм=Мд/Мз=3,8/13,19=0,288;

Вартість заготовки з прокату згідно[3.с.30]

Sзаг=М+ΣСо.з. (13)

Де М – витрати на матеріал заготовки;

ΣСо.з. – технологічна собівартість операцій правки, калібрування і розрізання прутків на штучні заготовки;

Згідно [3.с.30]: С о.з.=Сп.з.·Тшт/60 (14)

Де Сп.з.- приведені витрати на робочому місці, грн./год;

Тшт. – штучний час виконання операції;

Згідно даних відділу праці і зарплати ПАТ "Автоливмаш" затрати на годину роботи на робочому місці становить:

різання заготовок на відрізних верстатах дисковими пилами Сп.з.=16,5грн/год;

Штучний час для відрізання кругаØ160мм довжиною L=84мм на верстаті 8Г662 при подачі 25 мм/хв. становить: Тшт=1,5·То=1,5·(80+8)/25=5,28хв;

Со.з.=5,28·5/60=0,44грн.;

Витрати на матеріал згідно [2.с.30]:

М=Q·S-(Q-q)·Sвідх/1000 (15)

Де Q-маса заготовки; q-маса деталі; S-ціна 1 кг матеріалу заготовки;

Sвідх – ціна 1 т відходів;

Згідно базових даних для круглого прокату Ø160мм з Сталі45 ГОСТ 1050-88 S=10 грн.; Sвідх=900 грн./т;

М=13,19·10-(13,19-3,8)·900/1000=123,45 грн.;

Sзаг=123,45+0,44=123,89грн.;

Альтернативним методом отримання заготовки для даної деталі є заготовка, отримана гарячим об'ємним штампуванням на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Група сталі згідно[9.с.243.] –М1-містить до 0,45% вуглецю.

Степінь складності штамповки:$C=C_п/C_ф$

Де $C_п$-маса(об'єм) заготовки;

$C_ф$-маса(об'єм) геометричної фігури мінімального об'єму, в яку вписується заготовка;

Приблизний об'єм заготовки, яка має форму наближену до форми готової деталі в даному випадку:

$C_п=V_1+V_2+V_3$ (16)

$V_1=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 155^2\cdot 12/4-3,14\cdot 108^2\cdot 12/4=116440$ мм^3;

$V_2=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 108^2\cdot 78/4-3,14\cdot 72^2\cdot 78/4=396770$ мм^3;

$V_3=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 72^2\cdot 17/4-3,14\cdot 43^2\cdot 17/4=44505$ мм^3;

$C_п=116440+396770+44505=557715$ мм^3;

$C_ф=3,14\cdot 155^2\cdot 78/4=1471050$мм^3;

$C=557715/1471050=0,379$;

Приблизна маса заготовки:

$Mз=Cф\cdot p$, (17)

Де р – густина матеріалу заготовки, кг/м^3;

$Mз=557715\cdot 10^{-9}\cdot 7814=4,36$ кг;

Згідно ГОСТ 7505-88, додаток 2 степінь складності штамповки при $0,32<C<0,63$ $(0,32<0,379<0,63)$ С2;

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.19 клас точності – Т4;

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.2 вихідний індекс – 12;

Згідно ГОСТ7505-89,Табл.3, назначаєм припуски на поверхні деталі (на сторону):

поверхні 1, 20: t=1,8 мм; поверхні 2, 22, 24: t=2 мм; поверхні 16, 19: t=1,8 мм; поверхня 18: t=1,8мм; поверхня 23: t=1,8 мм; поверхні 11, 12: t=2,2 мм; поверхня 26: t=2 мм; поверхня 13: t=1,8 мм.

При гарячій об'ємній штамповці заготовка піддається нагріву, тому з врахуванням окалини припуск на сторону збільшується на 0,5мм. Додатковий припуск від зміщення поверхонь роз'єму штампів згідно ГОСТ 7505-88 табл.4 0,3мм.

На розміри заготовки, які утворились з врахуванням припусків назначаєм допуски згідно ГОСТ7505-89,Табл.8, внаслідок чого отримуєм розміри заготовки:

$Ø113,2^{+1,6}_{-0,9}$; $Ø160,2^{+1,8}_{-1}$; $Ø77,2^{+1,4}_{-0,8}$; $Ø37,4^{+0,7}_{-1,3}$; $Ø66^{+0,8}_{-1,4}$; $83,6^{+1,6}_{-0,9}$; $34,2^{+0,9}_{-1,6}$; $32,2^{+0,9}_{-1,6}$; $5^{+0,8}_{-1,4}$; $61,2^{+0,9}_{-1,6}$.

Штамповочні наклони згідно [5.с.148]: зовнішні 2º, внутрішні 3°.

Радіуси заокруглень згідно [5.с.145]:

Зовнішні 2мм; внутрішні 5мм;

Об'єм заготовки:

$V=V_1+V_2+V_3+V_4$ (18)

$V_1=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 160,2^2\cdot 17,2/4-3,14\cdot 113,2^2\cdot 17,2/4=173501$ мм^3;

$V_2=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 113,2^2\cdot 78,2/4-3,14\cdot 66^2\cdot 78,2/4=519226$ мм^3;

$V_3=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 77,2^2\cdot 5/4-3,14\cdot 37,4^2\cdot 5/4=17903$ мм^3;

$V_4=\pi\cdot D^2\cdot L/4-\pi\cdot d^2\cdot L/4=3,14\cdot 66^2\cdot 17,4/4-3,14\cdot 37,4^2\cdot 17,4/4=40393$ мм^3;

$V=173501+519226+17903+40393=751023$ мм^3;

Маса заготовки: $m_з=751023\cdot 10^{-9}\cdot 7814=5,87$ кг;

Коефіцієнт використання матеріалу $К_{вм}=3,8/5,87=0,647$;

Вартість штампованої заготовки згідно [3.с.31]:

Sзаг=(С/1000·Q·Кт·Кс·Кв·Км·Кп)-(Q-q)·Sвідх/1000

Де С-базова вартість одної тони заготовок;

Кт,Кс,Кв,Км,Кп-коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок;

згідно базових даних С=15400грн;

Згідно [3.с.37-38]: Кт=1; Км=1; Кс=0,84; Кв=0,87; Кп=1;

Sзаг=(15400/1000·5,87·1·0,84·0,87·1·1)-(5,87-3,8)·900/1000=64,2 грн;

Основні техніко-економічні показники варіантів отримання заготовки заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі вал-шестерня

Основні техніко-економічні показники	Варіанти отримання заготовки	
	Прокат круглого профілю	Штампована на кривошипному гаряче штампувальному пресі
Маса заготовки,кг	13,19	5,87
Коефіцієнт використання металу	0,288	0,647
Собівартість заготовки для однієї деталі,грн	123,89	64,2

При порівнянні техніко-економічних показників визначено, що використання заготовки з гарячекатаного прокату круглого профілю призводить до великих розходів матеріалу і низького коефіцієнта використання матеріалу. Крім того, за рахунок високої вартості матеріалу, заготовка з прокату дорожча.

В середньо серійному виробництві більш доцільно використовувати штамповану заготовку, форма якої більш наближена до форми готової деталі. Використання такої заготовки зменшує час і затрати на механічну обробку заготовки, тому для проектного маршруту виготовлення деталі приймаєм заготовку отриману гарячою об'ємною штамповкою на кривошипному гарячештампувальному пресі.

2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “Автоливмаш” фланець 943.73.1133.02.00.017 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки фланця 943.73.1133.02.00.017.

№ операції	Назва операції		Ескіз обробки детаді на операції
	Верстат (потужність); пристрій, оснастка		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна.		
	Кривошипний гаряче штампувальний прес.		
010	Токарна з ЧПК.		Рис. 1
	Токарно-револьверний верстат з ЧПК мод. 1В340Ф30 (N=6 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні; різець токарний прохідний відігнутий.	18; 24	
2	Точити поверхні; різець токарний прохідний упорний.	19; 23	
3	Розочити поверхні; різець розточний для наскрізних отворів.	26; 27	
4	Точити канавку; різець токарний для зовнішніх канавок.	25	
5	Розточити канавку; різець токарний для внутрішніх канавок.	34	
015	Токарна з ЧПК.		Рис. 2
	Токарно-револьверний верстат з ЧПК мод. 1В340Ф30 (N=6 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхню; різець токарний прохідний відігнутий	2	
2	Точити поверхні; різець токарний прохідний упорний.	1; 16; 17	
3	Розочити поверхні начорно; різець розточний для глухих отворів.	11-15	
4	Розочити поверхні начисто; різець розточний для глухих отворів.	11-13	
5	Розочити поверхні тонко; різець розточний для глухих отворів.	11-12	
6	Розточити канавки; різець токарний для внутрішніх канавок.	32; 33	

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
020	Свердлильна з ЧПК.		Рис. 3
	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135 Ф2-1 (N=3,7 КВт); Кондуктор з гвинтовим затиском.		
1	Свердлити отвори; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	28-31	
2	Свердлити отвори; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	3-6	
3	Зенкувати фаски; Зенківка конічна <90º.	7-10	
4	Нарізати різьбу М8-7Н; Мітчик машинний для метричної різьби.	3-6	
025	Слюсарна.		
	Стіл слюсарний.		
030	Контрольна.		
	Стіл контрольнийслюсарний.		

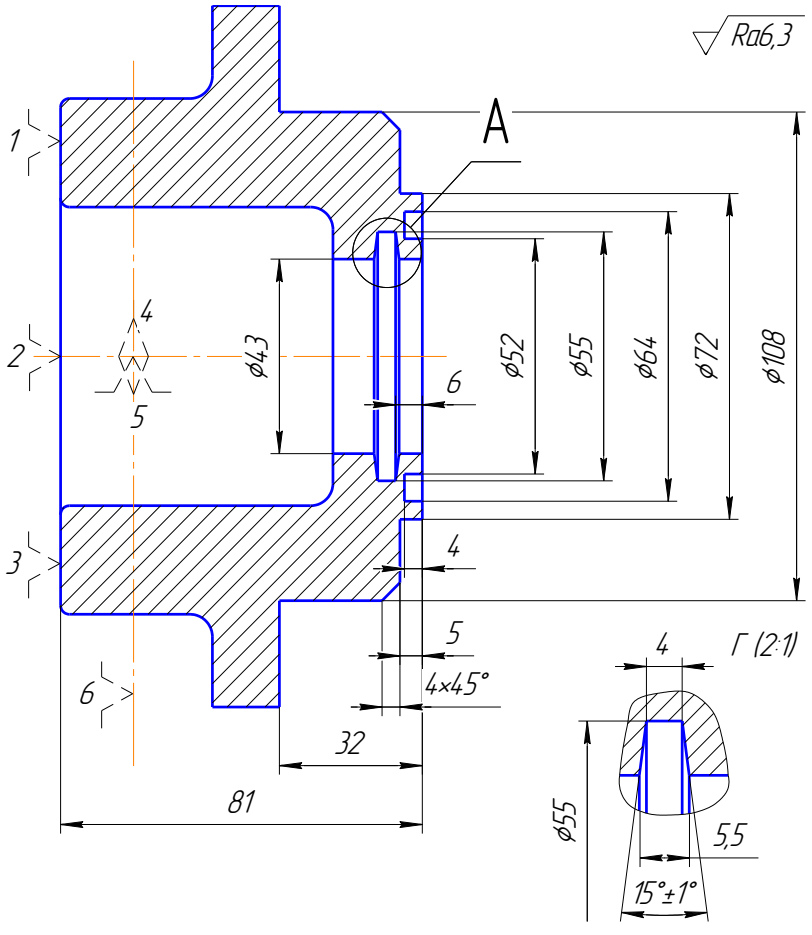


Рис.1 – Ескіз обробки деталі на операції 010

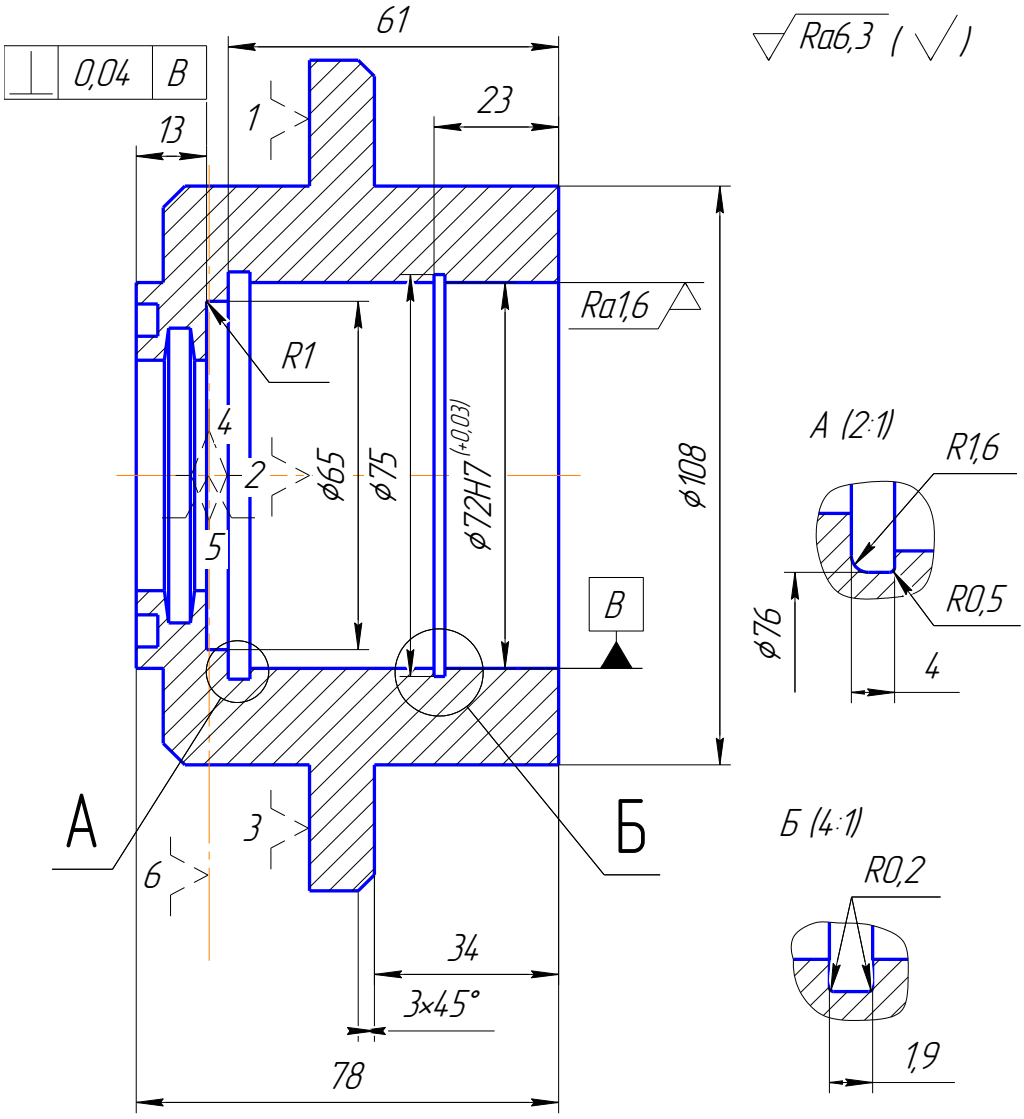


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 015

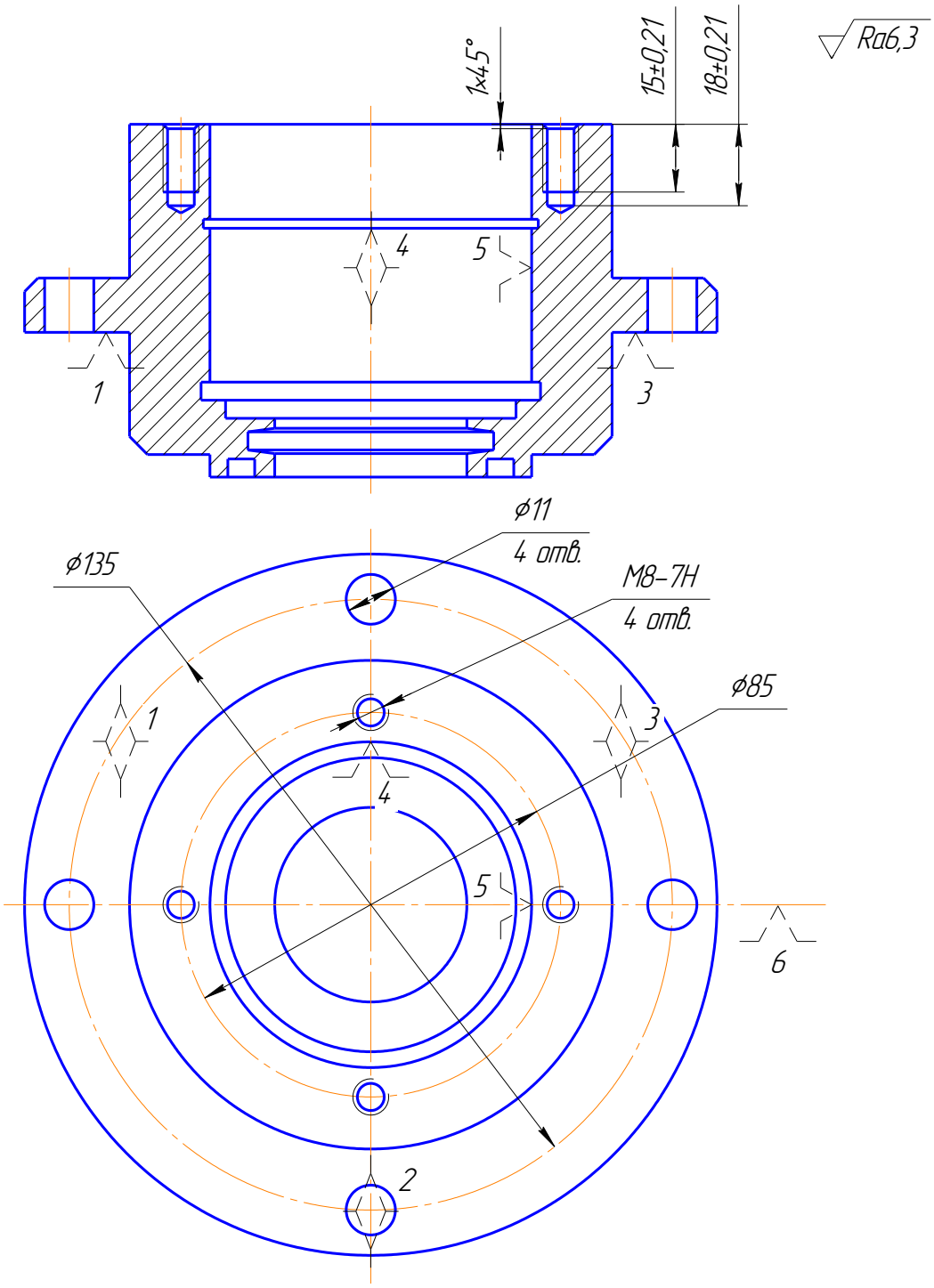


Рис.3 – Ескіз обробки деталі на операції 020

2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.3 – Опис різальних інструментів виготовлення фланця 943.73.1133.02.00.017

№ операції	Назва операції	
№ переходу	Зміст переходу	Різальний інструмент
1	2	3
005.	Заготівельна	
010.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити поверхні 18; 24.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=45°; φ_1=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150 мм: Різець 2102-0704 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
2.	Точити поверхні 19-23.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=93°; φ_1=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150мм: Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
3	Розочити поверхні 26; 27.	Різець токарний розточний для наскрізних отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=45°; φ_1=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=170 мм: Різець 2121-0108 Т5К10 ГОСТ 20874-80.
4	Точити канавку 25.	Різець токарний для зовнішніх канавок, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=93°; φ_1=93°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150 мм: Різець 2130-0055 Т5К10 ГОСТ 18884-73.
5	Розточити канавку 34.	Різець токарний для внутрішніх канавок, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=93°; φ_1=93°; α=15°; bxh=16x16 мм; r=0,5 мм; L=125: Різець 2136-0057 Т5К10 ГОСТ 18875-73.

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
015.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити поверхню 2.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=45°; φ_1=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150 мм: Різець 2102-0704 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
2.	Точити поверхні 1; 16; 17.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=93°; φ_1=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150мм: Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
3.	Розочити поверхні 11-15 начорно.	Різець токарний розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=92°; φ_1=10°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=170 мм: Різець 2123-0114 Т5К10 ГОСТ 20875-80.
4.	Розочити поверхні 11-13 начисто.	Різець токарний розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6; φ=92°; φ_1=10°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=170 мм: Різець 2123-0114 Т15К6 ГОСТ 20875-80.
5.	Розочити поверхні 11-12 тонко.	Різець токарний розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т30К4; φ=92°; φ_1=10°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=170 мм: Різець 2123-0114 Т30К4 ГОСТ 20875-80.
6.	Розточити канавки 32; 33.	Різець токарний для внутрішніх канавок, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; φ=93°; φ_1=93°; α=15°; bxh=16x16 мм; r=0,5 мм; L=170 мм: Різець 2136-0057 Т5К10 ГОСТ 18875-73.
020.	Свердлильна з ЧПК.	
1.	Свердлити отвори 28-31.	Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=11 мм; l=100 мм; L=175 мм: Свердло 2301-0421 Р6М5 ГОСТ 10903-73.
2.	Свердлити отвори 3-6.	Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=6,7 мм; l=63 мм; L=105 мм: Свердло 2300-0307 Р6М5 ГОСТ 10902-73.
3.	Зенкувати фаски 7; 10.	Зенківка конічна <90º; d=16 мм; l=20 мм: Зенківка 2302-5478 Р6М5 ГОСТ 18872-75.
4.	Нарізати різьбу М8-7Н в отворах 3-6.	Мітчик машинний для метричної різьби М8: Мітчик 2620-1154 Р6М5 ГОСТ 3266-71.

Таблиця 2.4 – Опис металорізальних верстатів виготовлення фланця 943.73.1133.02.00.017

№ операції	Назва операції	Обладнання
1	2	3
005.	Заготівельна	Кривошипний гарячештампувальний прес
010.	Токарна з ЧПК.	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 1В340Ф30; Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр: - над станиною: 400 мм; - над супортом: 250 мм; Довжина: 1000 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=6 кВт.
015.	Токарна з ЧПК.	
020.	Свердлильна з ЧПК.	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135 Ф3-1: Найбільший умовний діаметр свердління: 30 мм; Конус шпинделя: Морзе №4; Робоча поверхня стола 400х710 мм; відстань від торця до робочої поверхні: стола 600 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=3,7кВт.

2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхні 11, 12 – Ø72H7($^{+0,03}$).

На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Початкові дані:

Заготовка – шмамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Маса деталі – 3,8кг;

Поверхня Ø72H7($^{+0,03}$):

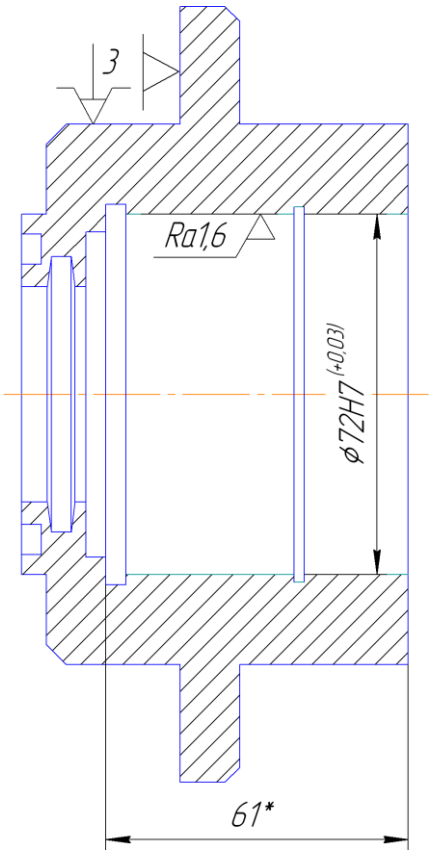


Рис.4 – Ескіз на обробку поверхнонь 11, 12 Ø72H7($^{+0,03}$) фланця 943.73.1133.02.00.017

2)Послідовність обробки:

-чорнове розточування;

-чистове розточування;

-тонке розточування;

При обробці деталь встановлюється в токарний трикулачковий патрон по поверхні 1 (установча база) і поверхні 15-16(напрямна і упорна база).

3)Мінімальні значення припусків для зовнішньої циліндричної поверхні:

$$2z_{\min} = 2(R_{Zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{Yi}^2}) \quad (19)$$

де R-висота нерівностей, мкм;

т-глибина дефектного шару, мкм;

р-просторові відхилення, мкм;

ε-похибка установки заготовки, мкм;

Для штампованих заготовок при масі 5,87 кг (2,5…25 кг) згідно [3] с.63. табл.4.3 сумарне значення: Rz=150мкм; Т=250мкм;

Після чорнового точіння Rz=50мкм; Т=50мкм;
Після чистового точіння Rz=30мкм; Т=30мкм; [3] с.64. табл.4.5;
Після тонкого розточування Rz=0мкм; Т=0мкм;
Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування згідно [3]с.67.табл.4.7:

$$\rho_з = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (20)$$

$p_{зм}$=0,8мм [8].с.184 табл.12;
$p_{екс}$=1,4мм [8].с.185 табл.13;
$p_{кор}$=Δк·L=0,6·23=13,8 мкм=0,014 мм;
L=23 мм – довжина базової поверхні;
Δк=1мкм/мм [2].с.71 табл.4.8;

$$\rho_з = \sqrt{0{,}8^2 + 1{,}4^2 + 0{,}014^2} = 1{,}61мм;$$

Похибка установки заготовки згідно [3]с.73:

$$E_у = \sqrt{E_б^2 + E_з^2 + E_{пр}^2} \quad (21)$$

де Еб-похибка базування, мкм;
Ез-похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;
Епр-похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою, мкм;
Похибка базування в самоцентруючому пристрої Еб=0;
Похибка закріплення згідно [3].с.82.Табл.4.13 Ез=70 мкм;
Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [3].с.74 Епр=50мкм;

$$E_у = \sqrt{0^2 + 70^2 + 50^2} = 86мкм = 0{,}086мм$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [2].с.73:
$p_{ост}=К_у \cdot p_з$,
де $К_у$-коефіцієнт уточнення форми;
для чорнового розточування $К_у$=0,06;
для чистового розточування $К_у$=0,04;
для тонкого розточування $К_у$=0;
після чорнового розточування p_2=0,06·1610=96,6 мкм;
після чистового розточування p_3=0,04·1610=64,4 мкм;
Похибка установки заготовки на проміжних переходах:
згідно [2].с.85 для чистового розточування $E_2=0{,}05 \cdot E_1+Eінд$ (22)
для тонкого розточування E_3=Еінд
Чорнове, чистове і тонке розточування проводиться з одної установки, тому похибка індиксації $E_{інд}$=0;
E_2=0,05·86=4,3мкм; E_3=0;
Мінімальні значення припусків:
-тонке розточування: $2zmin_1$=2(30+30+64,4+0)=249 мкм;
-чистове розточування: $2zmin_2$=2(50+50+96,6+4,3)=402 мкм;
-чорнове розточування: $2zmin_3$=2(150+250+1610+86)=4192 мкм;
Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого Ø72H7($^{+0,03}$), визначаємо за формулою:

$$Dp_i = Dp_{i-1} - 2zmin_{i+1}; \quad (23)$$

-готової поверхні: Dp_1=72,03мм;
-для чистового розточування: Dp_2=72,03-0,249=71,781 мм;
-для чорнового розточування: Dp_3=71,781-0,402=71,379 мм;
-для заготовки: Dp_4=71,379-4,192=67,187 мм;
Найбільші граничні розміри:
-готової поверхні: $Dmax_1$=72,03 мм;
-після чистового розточування: $Dmax_2$=71,781 мм;
-після чорнового розточування: $Dmax_3$=71,379 мм;
-заготовки: $Dmax_4$=67,187 мм;
Номінальні граничні розміри:

$$Dmin_i=Dmax_i-б_i, \quad (24)$$

де $б_i$-допуск на заданий розмір;
-готова поверхня: б=0,03 мм (по Н7)
$Dmin_1$=72,03-0,03=72 мм;
-після чистового розточування: б=0,19 мм (по Н11)
$Dmin_2$=71,781-0,19=71,591 мм;
-після чорнового розточування: б=0,74мм (по Н14)
$Dmin_3$=71,379-0,74=70,639 мм;
-заготовки: б=2,2мм $Dmin_4$=67,187-2,2=64,987 мм;
Мінімальні граничні значення припусків zminпр рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення zmaxпр-відповідно різниці найменших розмірів:
-для тонкого розточування:
$2zminпр_1$=72,03-71,781=0,249 мм;
$2zmaxпр_1$=72-71,591=0,409 мм;
-для чистового розточування:
$2zminпр_2$=71,781-71,379=0,402 мм;
$2zmaxпр_2$=71,591-70,639=0,952 мм;
-для чорнового розточування:
$2zminпр_3$=71,379-67,187=4,192 мм;
$2zmaxпр_3$=70,639-64,987=5,652 мм;
Результати розрахунку заносимо в таблицю.
Загальні припуски zomin і zomax визначаєм, як суму проміжних припусків:
2zomin=0,249+0,402+4,192=4,843 мм;
2zomax=0,409+0,952+5,652=7,013 мм;
Загальний номінальний припуск:

$$2zoном=2zomin+BDз-BDд, \quad (25)$$

де BDз і BDд-верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;
2zoном=4,843+0,8-0,03=5,613 мм;
Doном=Dдном-2zoном=72-5,613=66,387 мм;
Перевірка правильності виконаних розрахунків:
$2zmaxпр_1-2zmin_1$=0,409-0,249=0,16; $б_2-б_1$=0,19-0,03=0,16;
$2zmaxпр_2-2zmin_2$=0,952-0,402=0,55; $б_3-б_2$=0,74-0,19=0,55;
$2zmaxпр_3-2zmin_3$=5,652-4,192=1,46; $б_4-б_3$=2,2-0,74=1,46;
На основі даних розрахунків будуєм схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору Ø72Н7($^{+0,03}$).

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні Ø72H7($^{+0,03}$)

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску,мкм				2Zmin, мм	dp, мм	δ, мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	p	E				dmin	dmax	2Zmin	2Zmax
Заготовка	150	250	1610			67,187	2,2	64,987	67,187		
Розточування:											
-чорнове	50	50	96,6	86	2·2,096	71,379	0,74	71,591	71,379	2·2,096	2·2,826
-чистове	30	30	64,4	4,3	2·0,201	71,781	0,19	70,639	71,781	2·0,201	2·0,476
-тонке	0	0	0	0	2·0,125	72,03	0,03	72	72,03	2·0,125	2·0,204

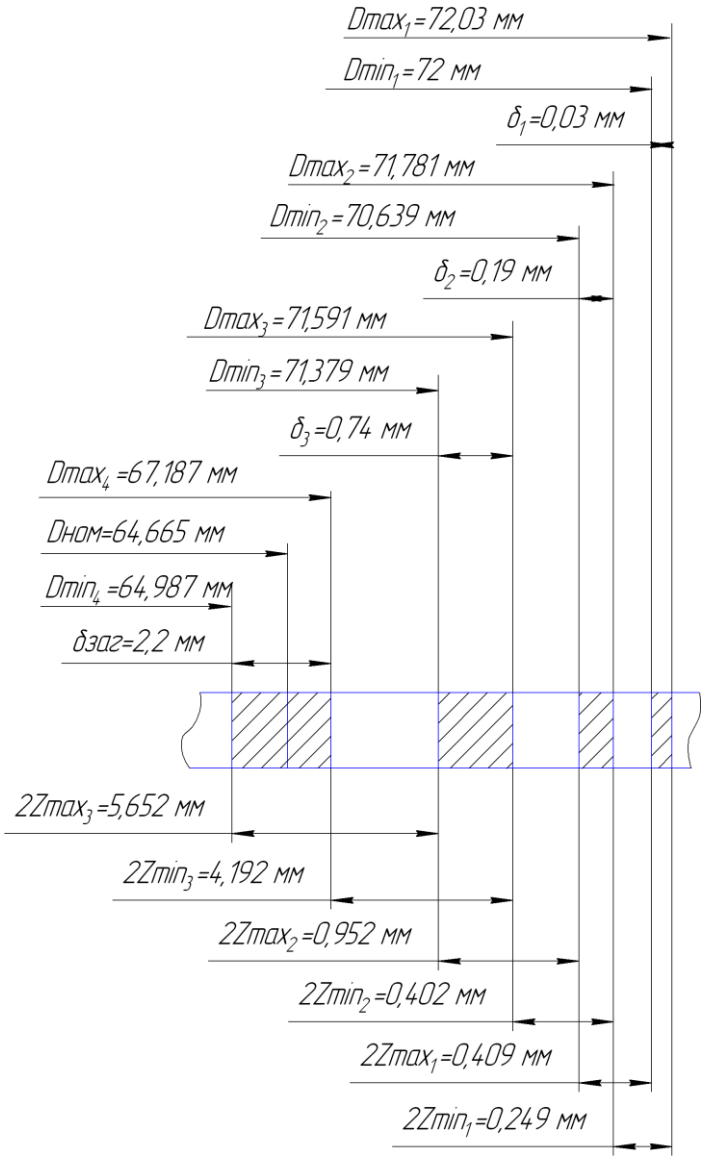


Рис. 5 - Схема розміщення допусків і припусків на обробку отвора Ø72H7($^{+0,03}$)

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по довідниках [8] с.248.Табл.49.

Таблиця 2.6-Табличні припуски на розміри фланця 943.73.1133.02.00.017

№ пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1, 20	Ø108h14($_{-0,87}$)	2·2,6	0,87
2, 24	78h14($_{-0,74}$)	2,8	0,74
3-6	M8-7H	2·4	0,16
7-10	1×45°	2·1	0,25
11, 12	Ø72H7($^{+0,03}$)	2·3,506	0,03
13	61IT14/2(±0,37)	2,6	0,74
14	13IT14/2(±0,21)	4	0,42
15	Ø65H14(^{0,74})	2·11	0,74
16	34IT14/2(±0,31)	2,6	0,62
19	34IT14/2(±0,31)	2,6	0,62
17	3×45°	2·3	0,25
18	Ø155h14($_{-1}$)	2·2,6	1
21	4×45°	2·4	0,3
22	5±0,15	2,8	0,3
23	Ø72h14($_{-0,74}$)	2·2,6	0,74
25	Ø64h14($_{-0,74}$), Ø55H14(^{0,74})	4,5	0,74
26, 27	Ø43h14($_{-0,62}$)	2·2,8	0,62
28-31	Ø11H14(^{0,43})	2·5,5	0,43
32	$4^{+0,3}$	4	0,3
33	$1,9^{+0,25}$	1,9	0,25
34	$4^{+0,3}$	4	0,3

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для тонкого розточування отвору Ø72Н7($^{+0,03}$):

Початкові дані:

-обладнання: токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30;

-інструмент: різець розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т30К4:

Різець 2140-0004 Т30К4 ГОСТ 18882-73

геометричні параметри: φ=95°; φ_1=10°; γ=5°; α=12°; l=10мм; bxh=16x25мм; r=1мм;

матеріал заготовки сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241; Gв=610 мПа;

1)Довжина обробки l = 61 мм.

2)глибина різання рівна найбільшому припуску: t=h=0,204 мм;

3)Вибираємо подачу: згідно [6], с. 268, табл. 14 S = 0,13мм/об;

4)період стійкості різця: при одноінструментальній обробці Т=60хв [6], с.264, табл.7;

5)Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \qquad (26)$$

де: Cv = 420 [6], с. 269, табл. 17 – показник степеня;

m = 0,2 [6], с. 269, табл. 17 – показник степеня;

x = 0,15 [6], с. 269, табл. 17 – показник степеня;

y = 0,2 [6], с. 269, табл. 17 – показник степеня;

Враховуємо поправочний коефіцієнт [6], с. 270, табл. 17, для внутрішнього точіння: $К_{вн}$ = 0,9.

Kv - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$Kv = Км \cdot К_г \cdot Кі \cdot К_\varphi \cdot К_{\varphi 1} \qquad (27)$$

де: Км – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

Кі – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

$К_\varphi$ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;

$К_{\varphi 1}$ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;

Кr – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця;

nv – показник степеня;

σ В = 610 МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

Кr=1 [6], с. 262, табл. 2; nv=1 [6], с. 262, табл. 2; (28)

$$K_M = K_r \cdot \left(\frac{750}{Gв}\right)^{n_V} = 1\left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1{,}229;$$

Кп=1 [6], с. 263, табл. 5; Кі=1,4 [6], с. 263, табл. 6; $К_\varphi$=0,7; $К_{\varphi 1}$=0,97; $К_г$=0,94 [6], с. 271, табл. 18;

$$Kv = 1{,}229 \cdot 1 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}9 = 0{,}988;$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0{,}204^{0,15} \cdot 0{,}13^{0,2}} \cdot 0{,}988 = 349{,}32 м/хв;$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, хв^{-1}; \qquad (29)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 349{,}32}{3{,}14 \cdot 72{,}03} = 1544{,}48 хв^{-1};$$

коректуєм частоту обертання згідно паспортних даних верстата n=1250 $хв^{-1}$;

Дійсна швидкість різання:

V=π·D·n/1000=3,14·72,03·1250/1000=282,72 м/хв. (30)

Дійсна подача Sхв=So·n=0,13·1250=162,5 мм/хв.;

Згідно паспортних данх верстата при безступінчатому регулюванні подач дійсна подача становить: Sхв=160мм/хв.;

So=Sхв./n=160/1250=0,128мм/об;

сила різання:

$$Pz = 10 \cdot Cp \cdot t^{x} \cdot S^{y} \cdot V^{n} \cdot Kp, H4 \quad (31)$$

де: СР = 300 [6], с. 273, табл. 22 – коефіцієнт;

x = 1 [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня;

y = 0,75 [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня;

n = -0,15 [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня

Кр = Кмр · $К_{fр}$ · Кγр · Кλр · Krp , (32)

Кмр=$(Gв/750)^{n}$ (33)

де: σВ = 610 МПа – фактичні параметри оброблюваного матеріалу;

n = 0,75 [6], с. 264, табл. 9 – показник степеня.

Кмр=$(610/750)^{0,75}$=0,856;

$К_{fр}$ = 0,89 [6], с. 275, табл. 23; Кγр = 1 [6], с. 275, табл. 23;

Кλр = 1 [6], с. 275, табл. 23; Krp = 0,93 [6], с. 275, табл. 23.

Кр = 0,856·0,89·1·1·0,93 = 0,709;

Pz=$10 \cdot 300 \cdot 0{,}204^{1} \cdot 0{,}128^{0,75} \cdot 282{,}72^{-0,15} \cdot 0{,}709$=39,82 Н;

Потужність різання визначаємо за формулою:

Nріз=Pz·V/1020·60=39,82·282,72/1020·60=0,18 кВт; (34)

Поводим перевірку достатності потужності верстата за умовою:

Nріз<Nшп

Nшп=Nдв·n, (35)

де Nшп-потужність на шпинделі верстата, кВт;

Nдв-потужність двигуна верстата, кВт;

n-ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 1В340Ф30 N=6 кВт; n=0,85;

Nшп=6·0,85=5,1кВт;

в даному випадку Nріз<Nшп (0,18<5,1), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

Основний (машинний) час: $To = \frac{Lpp}{So \cdot n}, хв;$ (36)

де Lр.х.-довжина робочого ходу інструменту, мм;

Lр.х.=lріз.+l_1+l_2, мм; (37)

де lріз-довжина оброблюваної поверхні, мм; lріз=61 мм;

l_1+l_2-величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [6], с.620, табл.. 2 l_1+l_2=3 мм;

L=61+3=64 мм.

$$To = \frac{64}{160} = 0{,}4 хв;$$

Свердління отвору Ø11мм:

Початкові дані:

-обладнання: вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135Ф2-1;

-діаметр свердління Ø11 мм;

-довжина свердління l=12 мм;

матеріал заготовки сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241; Gв=610 мПа;

Різальний інструмент: свердло спіральне Ø11 мм з конічним хвостовиком конус Морзе №2, матеріал – Р6М5, загальна довжина L=255мм; l=175мм, Свердло 2301-0421 Р6М5 ГОСТ 2029-77;

1) Довжина робочого ходу інструменту:

$$L=l+\Delta+y, \text{ мм} \quad (38)$$

Де l=12мм-довжина оброблюваної поверхні, мм;

Δ і у – величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [7]с.620 Табл.3 при свердлінні глухого отвору Ø11мм

Δ+у=6мм

$$L=12+6=18 \text{ мм};$$

2) глибина різання t=5,5 мм;

3) подача на оберт шпинделя згідно [6], с.277, табл.25: S=0,17–0,2 мм/об;

поправочні коефіцієнтина подачу згідно [6], с.277 $К_{Ls}$=1; $К_{Os}$=1;

приймаємо S= 0,2·1·1=0,2 мм/об;

4) період стійкості свердла згідно [6], с.279, табл.30 Т=45 хв;

5)Швидкість різання при свердлінні:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (39)$$

де: Cv=7, m=0,2, y=0,7, q=0,4 – показники степеня згідно [6], с.278, табл.28;

Kv - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_M = \left(\frac{750}{\sigma в}\right)^{n_V},$$

$$Kv = Км \cdot К_п \cdot Кi, \quad (40)$$

де: Км – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

Кі – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал; (41)

Кl – коефіцієнт, який враховує довжину отвору.

де nv – показник степеня;

nv = -0,9 [6], с. 262, табл. 2;

$$Км = \left(\frac{750}{610}\right)^{0,9} = 1,2;$$

Кі=1 [5], с.263, табл. 6; Кl=0,9 [6], с.277; Kv=1,2·1·0,9=1,08;

$$V = \frac{7 \cdot 11^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,2^{0,4}} \cdot 1,2 = 19,08 м/хв;$$

6)Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,08}{3,14 \cdot 11} = 552,4 xb^{-1}.$$

Згідно паспортних даних верстата приймаєм n=500 хв$^{-1}$;

7)Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 11 \cdot 500}{1000} = 17{,}27 м/хв$ (42)

8)Хвилинна подача: $S_{хв}=S_o \cdot n=0{,}2 \cdot 500=100$ мм/хв.;

Згідно паспортних даних верстата приймаєм $S_{хв}=100$ мм/хв.;

$S_o=S_{хв}/n=100/500=0{,}2$ мм/хв.;

8)Визначаємо крутний момент по формулі: (43)

$$Мкр = 10 \cdot См \cdot D^q \cdot S^y \cdot Кр$$

де: См = 0,0345 [6], с. 281, табл.32 – коефіцієнт;

y = 0,8 [6], с. 281, табл.23 – показник степеня;

q = 2 [6], с.281, табл.31 – показник степеня; (44)

$$Кр = K_{Мр} = \left(\frac{\sigma в}{750}\right)^n,$$

де: n = 0,75 [6], с. 264, табл. 9 – показник степеня.

$$Кр = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0{,}86;$$

$$Мкр = 10 \cdot 0{,}0345 \cdot 11^2 \cdot 0{,}2^{0,8} \cdot 0{,}86 = 9{,}91 Н \cdot м;$$

10)Осьова сила різання:

$$Po = 10 \cdot Cp \cdot D^q \cdot S^y \cdot Kp$$

де: Ср=68 [6], с.281, табл.32 – коефіцієнт;

y = 0,7 [6], с. 281, табл.23 – показник степеня;

q = 1 [6], с.281, табл.31 – показник степеня;

$$Po = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0{,}2^{0,7} \cdot 0{,}9 = 2182{,}05 Н;$$

11)Потужність різання визначаємо за формулою:

$$Np = \frac{Mkp \cdot n}{9750} = \frac{9{,}91 \cdot 500}{9750} = 0{,}51 кВт \quad (45)$$

Згідно знайденої потужності різання перевіряєм достатність потужності приводу головного руху верстата за умовою:

$N \leq Nшп$

$Nшп=Nдв \cdot \eta$, кВт (46)

Де Nшп-потужність на шпинделі верстата;

Nдв-потужність приводу головного руху верстата;

η-ККД верстата;

Згідно паспортних даних верстата 2Р135Ф2-1 Nдв=4,7 кВт, η=0,8;

$Nшп=4{,}7 \cdot 0{,}8=3{,}76$кВт;

В даному випадку $N < Nшп$ (0,51<3,76), отже обробка на даних режимах на верстаті 2Р135Ф2-1 можлива.

Основний (машинний) час: (47)

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S};$$

Де L-довжина робочого ходу, мм;

I=4-кількість проходів;

S-хвилинна подача, мм/хв;

$$T_o = \frac{12 \cdot 4}{0{,}2 \cdot 500} = 0{,}48 хв.$$

Результати розрахунку режимів різання заносимо в таблицю 2.7.

2.6. Нормування технологічної операції.

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Початкові дані:

-обладнання: токарно-револьверний верстат з ЧПК мод.1В340Ф30;

Найбільші розміри встановлюваної деталі:

Діаметр:

- над станиною: 400 мм;
- над супортом: 250 мм;

Довжина: 1000 мм.

1) Основний час:

T_o=0,24+0,46+0,41+0,09+0,46+0,12+0,1+0,06+0,4+0,04+0,09+0,04+0,4=2,55 хв;

2) Підготовчо-заключний час для верстатів з ЧПК згідно [5].с.604:

$T_{п.з.}=T_{п.з.1}+T_{п.з.2}+T_{п.з.3}$, хв.; (48)

Де

$T_{п.з.1}$ – час на отримання наряду, креслення, технологічної документації і здачі її в кінці роботи, на встановлення і налагодження програми, хв.;

$T_{п.з.2}$ – час на додаткові прийоми (встановлення інструментів, пристрою), хв.;

$T_{п.з.3}$ – час на пробну обробку деталі, хв.;

згідно [5].с.604 $T_{п.з.1}$ =12 хв.; згідно [5].с.606, табл.. 12 $T_{п.з.2}$ =5+1·7=12 хв.;

згідно [5].с.611, табл. 13 при кількості інструментів в наладці 7 штук і вимірюванні діаметральних розмірів в кількості 5 поверхонь $T_{п.з.3}$ =15,2 хв.;

$T_{п.з.}$=12+12+15,2=39,2 хв.;

3) Допоміжний час:

$T_{д.}=T_{д.у}+T_{м.д}$, хв.; (49)

$T_{д.у.}$– час на встановлення і зняття заготовки, хв.;

$T_{м.д.}$ – час на допоміжні прийоми, хв.;

згідно [5].с.605, табл.. 12:

$T_{м.д.}$ =0,03+0,1+0,04=0,17 хв.;

При установці в токарний пристрій з гвинтовим затиском деталі масою 3,8 кг $T_{д.у.}$=0,27хв [3].с.197. табл.5.1;

$T_{д.}$=0,27+0,17=0,44 хв.;

4) Оперативний час, рівний часу роботі верстата на програсному керуванні:

$T_{оп}=T_{п.к}=T_{осн}+T_{доп}$,хв.; (50)

$T_{оп}$=2,55+0,44=2,99 хв;

5) Час на обслуговування робочого місця $T_{обс.}$, хв.;

6) Час на відпочинок і особисті потребивання $T_{відп.}$, хв.;

згідно [5].с.605, табл. 12 $T_{обс.}+ T_{відп.}=0,1\cdot T_{оп}=0,1\cdot 2,99=0,3$ хв;

7) Штучний час:

$T_{шт}=T_o+T_д+T_{обс}+T_{відп}$, хв.; (51)

$T_{шт}$=2,55+0,44+0,3=3,29 хв.;

12) Штучно-калькуляційний час:

$$Тшт.к. = \frac{Тпз}{n} + Тшт., хв; \quad (52)$$

$$Тшт.к. = \frac{39,2}{72} + 3,29 = 3,83 хв;$$

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки фланця 943.73.1133.02.00.017

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу			
	D/B	L	t	So	Vн	V	n	N	To	Тд	Тшт	Тпз
	мм			мм/об	м/хв		$хв^{-1}$	кВт	хв			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005. Заготівельна.												
010. Токарна з ЧПК.												
1)Підрізати торець 24.	77,2	19,9	2,8	0,4	108	96,96	400	3,58	0,16			
2)Точити поверхню 18.	160,2	17,2	2,6	0,4	90	80,48	160	2,76	0,14			
3)Точити поверхні												
22,	113,2	20,6	2,8	0,4	85,5	71,09	200	2,63	0,29			
23,	77,2	5	2,6	0,4	71,25	60,6	250	2,08	0,08			
20,	113,2	32	2,6	0,4	71,25	71,09	200	2,4	0,44	0,44	2,76	34
19,	160,2	23,5	2,6	0,4	85,5	80,48	160	2,76	0,41			72
21.	108	4	4	0,4	71,25	67,82	200	3,58	0,09			
4) Розточити отвір 26, 27.	43	18,2	3,2	0,35	85,5	85,06	630	2,72	0,1			
5) Точити канавку 25.	64	4	6	0,2	93,75	80,38	400	3,13	0,18			
6) Розточити канавку 34.	55	6	5,5	0,2	93,75	86,35	500	3,7	0,18			
015.Токарна з ЧПК.												
1) Підрізати торець 2.	113,2	23,6	2,8	0,4	108	106,6	300	3,94	0,24			
2) Точити поверхні												
1,	113,2	34	2,6	0,4	71,25	71,09	200	2,28	0,46			
16,	160,2	23,5	2,6	0,4	85,5	80,48	160	2,59	0,41			
17,	155	3	3	0,4	90	77,87	160	3,08	0,09			
3) Розточити отвір 11, 12 начорно.	71,59	60,5	2,82	0,35	95	89,91	400	3,04	0,46			
4) Підрізати торець 13 начорно.	71,59	14,3	1,3	0,35	95	89,91	400	1,4	0,12	0,44	3,29	39,2
5) Підрізати торець 14 начорно.	65	11	2,5	0,35	95	81,64	400	2,44	0,1			72
6) Розточити отвір 15.	65	5	1	0,35	95	81,64	400	1	0,06			
7) Розточити отвір 11, 12 начисто.	71,78	61	0,48	0,25	148	142	630	0,65	0,4			
8) Підрізати торець 13 начисто.	71,78	3,4	0,5	0,25	148	142	630	0,68	0,04			
9) Розточити канавку 32.	76	5,5	4	0,2	145	119,32	500	3,72	0,09			
10) Розточити канавку 33.	75	1,6	1,9	0,2	162,7	148,36	630	3,48	0,04			
11) Розточити отвір 11, 12 тонко.	72,03	61	0,204	0,128	349,32	282,72	1250	0,18	0,4			

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
020. Свердлильна з ЧПК.												
1) Свердлити 4 отвори 28-31.	11	12	5,5	0,2	19,08	17,72	630	0,51	0,54			
2) Свердлити 4 отвори 3-6.	6,7	18	3,35	0,12	21	16,83	710	0,4	0,98	0,25	2,71	29/116
3) Зенкувати 4 фаски 7-10.	8,7	1	1	0,06	40	39,25	1250	0,48	0,32			
4) Нарізати різьбу М8-7Н в отворах 3-6.	8	15	0,65	1,25	9	7,9	315	0,08	0,42			
025. Слюсарна.												
030. Контрольна.												

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:
$К_{мбаз}$=0,288; $К_{мпр}$=0,647;
2) Планова річна економія основного матеріалу:
$Е_м=М_д \cdot N \cdot (К_{мпр}^{-1}-К_{мбаз}^{-1})$, кг; (53)
$Е_м$=3,8·1512·(0,647-0,288)=2062,67кг;
3) Трудомісткість процесу за штучним часом:
$\sum Т_{шт.баз.}$=52,71хв; $\sum Т_{шт.пр.}$=8,79хв;
4) Планова річна економія часу:
$Е_т=(\sum Т_{шт.баз.}-\sum Т_{шт.пр.}) \cdot N$, хв.; (54)
$Е_т$=(52,71-8,79) ·1512=66407хв.; $Е_т$=1106,7год.;
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$Ко = \frac{\sum To}{\sum Tшт} \quad (55)$$

$$Кобаз = \frac{25,45}{52,71} = 0,483;$$

$$Копр = \frac{7,24}{8,79} = 0,823;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$К_n = \frac{\sum Np}{\sum Nв} \quad (56)$$

$$К_n баз = \frac{3,9+3,9+3,9+0,5+0,4}{7,5+10+10+4,5+4,5} = 0,345;$$

$$К_n пр = \frac{3,7+3,94+0,51}{6+6+4,7} = 0,488;$$

Таблиця 2.8-Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки фланця 943.73.1133.02.00.017.

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу Кв.м.	0,288	0,647
2) Планова річна економія основного матеріалу Ем, кг	-	2062,67
3) Трудомісткість процесу за штучним часом ∑Тшт	52,71	8,79
4) Планова річна економія часу Ет, год	-	1106,7
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом Ко	0,483	0,823
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю $К_N$	0,345	0,488

3. Проектування технологічної оснастки.

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Початкові дані:

Пристрій призначений для обробки отворів Ø11Н14 і М8-7Н фланця 943.73.1133.02.00.017.

Верстат: вертикально-свердлильний 2Р135Ф2-1.

Інструмент: Свердло 2301-0421 Р6М5 ГОСТ 2029-77;

Свердло 2301-0376 Р6М5 ГОСТ 2029-77;

Зенківка 2353-0111 ГОСТ 14953-80;

Мітчик 2620-1176 ГОСТ 3266-71;

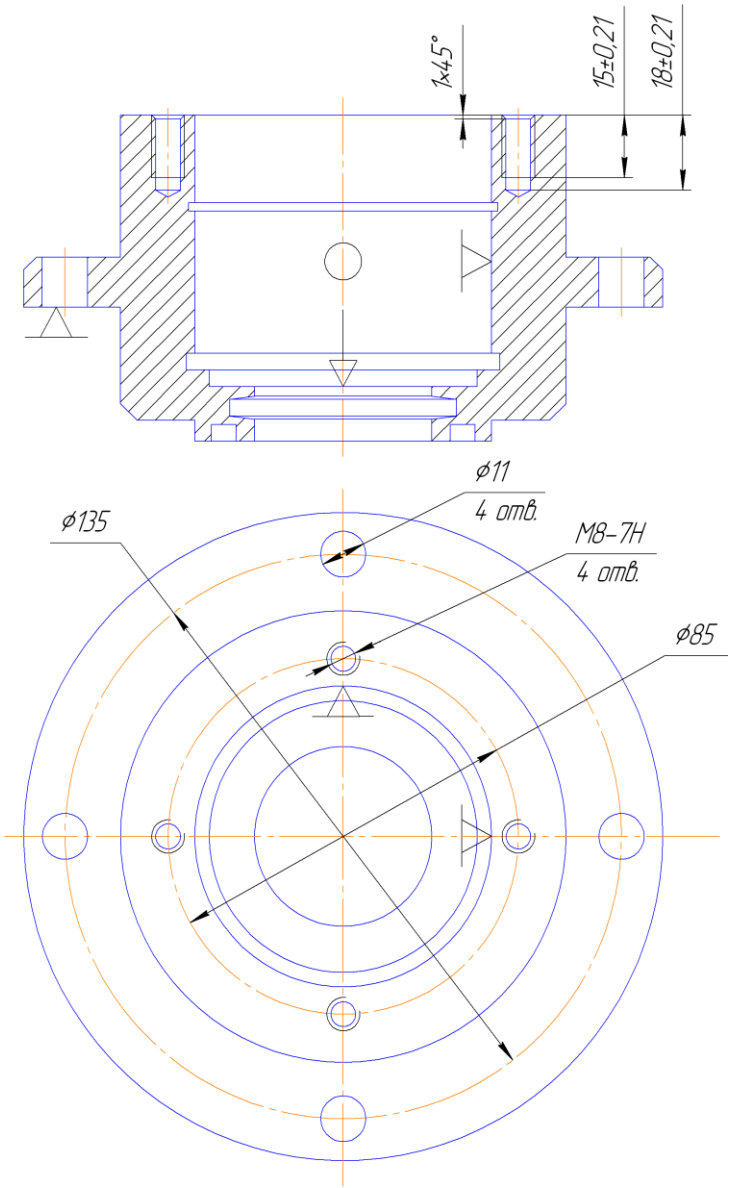


Рис.6 – Ескіз обробки отворів Ø11Н14 і М8-7Н фланця 943.73.1133.02.00.017.

Пристрій призначений для базування і закріплення деталі фланець 943.73.1133.02.00.017 при обробці отворів Ø11Н14 і М8-7Н на вертикально-свердлильному верстаті 2Р135Ф2-1.

Пристрій встановлюється на столі верстата плитою 2, базується напрямними шпонками 31 по пазах стола верстата, які кріпляться до плити гвинтами 14 з шайбами 25. До стола верстата плита кріпиться болтами 13 з гайками 18 і шайбами 27.

На плиті встановлений корпус 1 і кріпиться гвинтами 16 з шайбами 27 і штифтами 32. Пневмоциліндр встановлений лапами і кріпиться болтами 12 з шайбами 26. Розподільчий кран 34 кріпиться гвинтами 15 і шайбами 26.

В отвір корпуса 1 з посадкою Ø40Н7/р6 встановлений палець 5.

На палець встановлена втулка 4 з посадкою Ø40Н7/g6. Через отвір пальця 5 проходить шток 11 пневмоциліндра, в канавку якого встановлена швидкозмінна шайба 3.

Пневмоциліндр складається з корпуса 7, кришок передньої 8 і задньої 9, поршня 10, штока 11, фланця 6. Деталі з'єднані шпильками 30, гайками 17 і шайбами 26. Для ущільнення деталей пневмоциліндра передбачені ущільнюючі кільця 21-23.

Принцип роботи пристрою:

Деталь встановлюється площиною, яка обмежена діаметрами Ø155мм і Ø108мм на установчу поверхню корпуса 1. При цьому через отвір Ø43мм проходить робочий діаметр пальця 5. На палець5 вставляється втулка 4 з посадкою Ø40Н7/g6, яка входить в отвір деталі Ø72Н7 діаметром Ø72g6 до упора в площину, обмежену діаметром Ø65мм. При цьому відбувається базування деталі відносно вісі обертання, похибка якого рівна максимальному зазору між робочою поверхнею втулки 4 Ø72g6і отвором деталі Ø72Н7. Швидкозмінна шайба 3 встановлюється в канавку штока 11.

При повороті рукоятки розподільчого крана 34 за годинниковою стрілкою стиснуте повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком переміщається вниз і притискає швидкозмінну шайбу 3 до втулки 4, яка в свою чергу передає силу затиску на деталь, притискаючи її до установчої поверхні корпуса 1.

При повороті рукоятки розподільчого крана проти годинникової стрілки стиснуте повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком переміщується вверх і відводить швидкозмінну шайбу 3 від втулки 4, звільняючи деталь.

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$Кпр= (\sum заг-\sum о)/\sum заг \cdot 100, \ \% \qquad (57)$$

Де $\sum заг$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum о$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum заг=35шт$; $\sum о=11шт$;

$$Кпр=[(35-11)/35]\cdot 100\%=68,57\%$$

3.1.2. Визначення діючих сил.

Сили, які діють на заготовку під час обробки, показано на рисунку 7

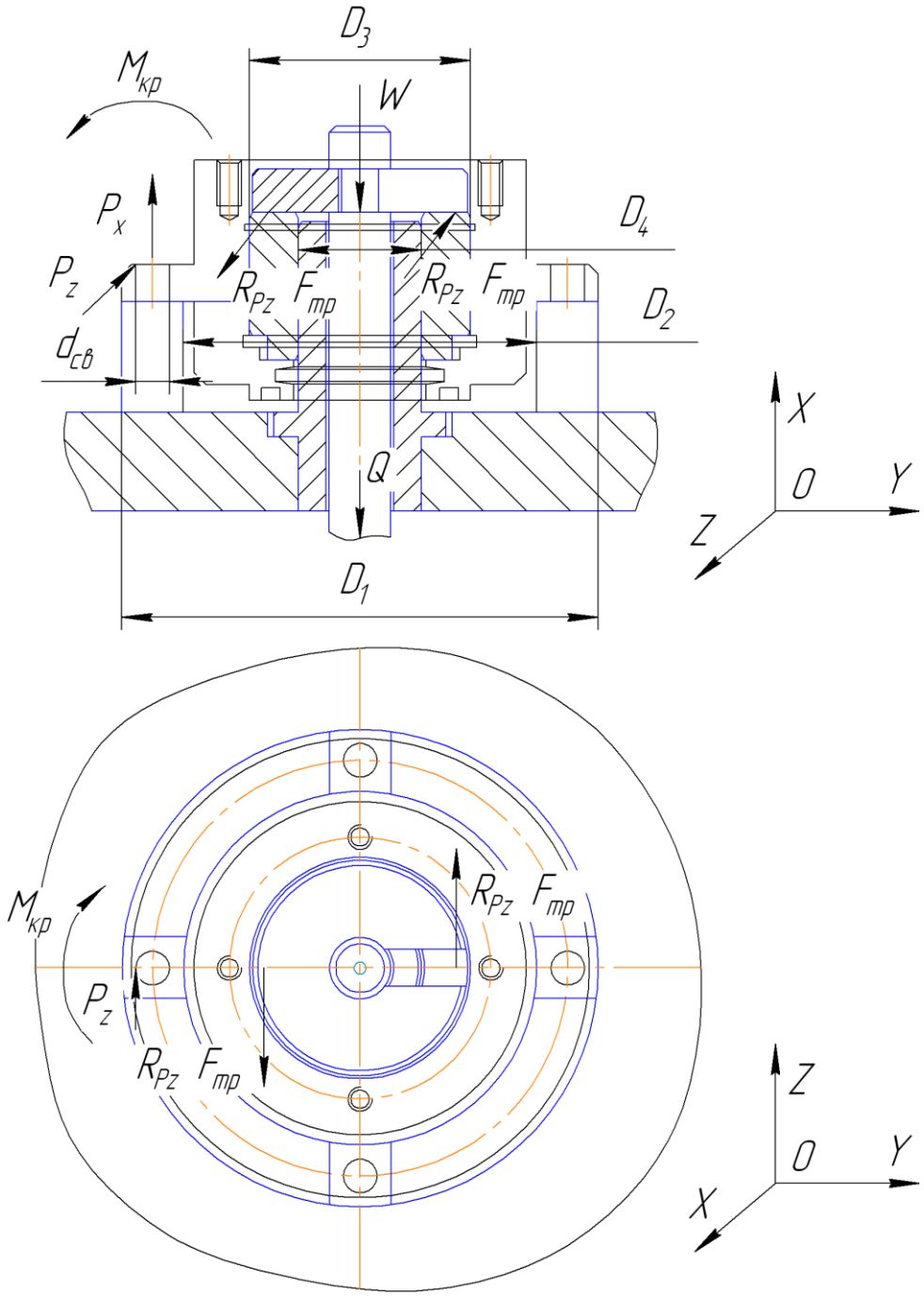


Рис. 7 – Схема сил, що діють на заготовку

При обробці на деталь діє крутний момент Мкр, який виникає під дією дотичної складової сили різання Pz і повертає деталь відносно вісі оброблюваного отвору, осьова сила P_x, яка переміщує деталь в вертикальному напрямку.

Мкр=9,91Н·м; P_x=2182,05Н;

Рівняння моментів від перекручування ΣM_x:

$$M_{KP} = W \cdot \frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \cdot f_1 + W \cdot \frac{D_3^3 - D_4^3}{D_3^2 - D_4^2} \cdot f_2; \qquad (58)$$

де f1 і f2- коефіцієнти тертя ковзання між поверхнею заготовки, установчих і затискних елементів пристрою;

D_1 – зовнішній діаметр установчої поверхні, мм;

D_2 – внутрішній діаметр установчої поверхні, мм;

D_3 – зовнішній діаметр поверхні затиску, мм;

D_4 – внутрішній діаметр поверхні затиску, мм;

$f_1=f_2=0,16$ [3] с.85, табл.10;

$D_1=155$ мм; $D_2=115$ мм; $D_3=60$ мм; $D_4=43$ мм;

Необхідна сила затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$W = k \cdot \left[M_{KP} \Big/ \left(\frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \cdot f_1 + \frac{D_3^3 - D_4^3}{D_3^2 - D_4^2} \cdot f_2 \right) + P_x \right]; \quad (59)$$

$k= k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$

де k_0-гарантований коефіцієнт запасу;

k_1- коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через нерівності на оброблюваній поверхні;

k_2- коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту;

k_3- коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні;

k_4- коефіцієнт, який характеризує постійність сили закріплення в механізмах затиску;

k_5- коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних механізмів затиску;

k_6- коефіцієнт, який враховує моменти, які повертають заготовку встановлену плоскою поверхнею на постійні опори;

Згідно[5]с.84-85: $k_0=1,5$; $k_1=1$; $k_2=1,15$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1,5$;

$k=1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5=2,59$;

$$W = 2,59 \cdot \left[9,91 \Big/ \left(\frac{0,155^3 - 0,115^3}{0,155^2 - 0,115^2} \cdot 0,16 + \frac{0,06^3 - 0,043^3}{0,06^2 - 0,043^2} \cdot 0,16 \right) + 2182,05 \right] = 6220,5H;$$

3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Необхідна сила на штоці пневмоциліндра:

Q=W=6220,5Н;

Розраховуємо діаметр поршня пневмоциліндра за формулою згідно [6] с.91, табл. 17:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d_ш^2)}{4} \cdot \rho \cdot \eta \quad (60)$$

$$D = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q}{\rho \cdot \eta} + d^2} \quad (61)$$

Діаметр штока з умови міцності на розтяг:

$$\sigma < [\sigma],$$

$$\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{мПа}; \quad (62)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \sigma}}, \text{мм}; \quad (63)$$

де: [σ] – допустима напруга на розрив.

Матеріал штока ─ Сталь 45 ГОСТ 1050-89

допустиме напруження на розтяг G_p=312 мПа;

F – площа поперечного перерізу штока, мм^2;

Q – сила, яка діє на шток в повздовжньому перерізі, Н;

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 6220{,}5}{3{,}14 \cdot 312}} = 5{,}04 \text{мм};$$

$$D = \sqrt{1{,}27 \cdot \frac{Q}{\rho \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{1{,}27 \cdot \frac{6220{,}5}{0{,}4 \cdot 0{,}9} + 6^2} = 118{,}19 \text{мм};$$

З стандартного ряду згідно [6] с.91, табл. 17 вибираєм пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня D=125мм, діаметром штока d=32мм, довжина робочого ходу поршня L=30мм.

Дійсна сила рушія при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра згідно [6]. с. 92, табл. 22:

$Q=0{,}785 \cdot (D^2-d^2) \cdot p \cdot \eta$, Н; (64)

де η=0,9-ККД пневмоциліндра;

$Q=0{,}785 \cdot (125^2-32^2) \cdot 0{,}63 \cdot 0{,}9=6498{,}8$Н;

3.2. Перевірка працездатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 015. Токарна з ЧПК, перехід №3: чорнове точіння поверхні 19 – Ø38$_{-1}$:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гревольверний верстат з ЧПК 1В340Ф30;

-інструмент: різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10:

Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80

геометричні параметри: φ=93°; φ$_1$=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150 мм;

матеріал державки різця сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241…285; Gв=610 мПа; допустиме напруженням на згин G$_{зг}$=172 мПа;

Різець кріпиться в різцетримач верстата. Виліт різця l=40 мм.

Сила різання визначаємо за формулою:

$P_z=N_{різ}\cdot 1020\cdot 60/V$, Н;

згідно розрахунків п. 2.5 $N_{різ}$=2,76 кВт; V=80,48 м/зв;

$P_z=2{,}76\cdot 1020\cdot 60/80{,}48=1520{,}9$ Н;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\max}=\frac{BH^2\cdot\sigma_{зг}}{6l}=\frac{16\cdot 25^2\cdot 172}{6\cdot 40}=7166{,}6H; \quad (65)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

$$P_{\max доп}=\frac{3fEJ}{l^3}=\frac{3\cdot 0{,}1\cdot 25000\cdot 20833{,}3}{40^3}=2441{,}4H; \quad (66)$$

де $E=2\cdot 10^5$ мПа – модуль пружності матеріала державки різця;

J – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J=\frac{BH^3}{12}=\frac{16\cdot 25^3}{12}=20833{,}3\ \text{мм}^4; \quad (67)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як $P_{\max}>P_z<P_{\max доп}$ (7166,6>1520,9<2441,4).

3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Проводим розрахунок виконавчих розмірів калібр-пробок (прохід і непрохід) для контролю отвора Ø72Н7($^{+0,03}$).

Верхнє і нижнє відхилення для отвора: ES=0,03 мм, EI=0.

Найбільший граничний розмір вала:

Dmax=Dnom+ES=72+0,03=72,03 мм; (68)

Найменший граничний розмір вала:

Dmin=Dnom+EI=72+0=72 мм; (69)

Згідно ГОСТ 24853-81 приймаєм: Z=4 мкм; Y=3 мкм; H=5 мкм.

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочих калібрів для контролю розміра Ø72H7($^{+0,03}$) фланця 943.73.1133.02.00.017

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	D	72
Мінімальний	D_{min}	72
Максимальний	D_{max}	72,03
Допуск	T	0,03
Квалітет	H	7
Допуски і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	H	0,005
Відхилення середини допуска прохідного калібра від	Z	0,004
Вихід спрацьованого прохідного калібра за межу	Y	0,003

Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула), мм
Прохідний калібр новий	D_{min}+Z+H/2= 72+0,004+0,005/2=72,0065	H=0,005
Прохідний калібр спрацьований	D_{min}–Y+H/2= 72–0,003+0,005/2=71,9995	H=0,005
Непрохідний калібр	D_{max}=72,03	H=0,005

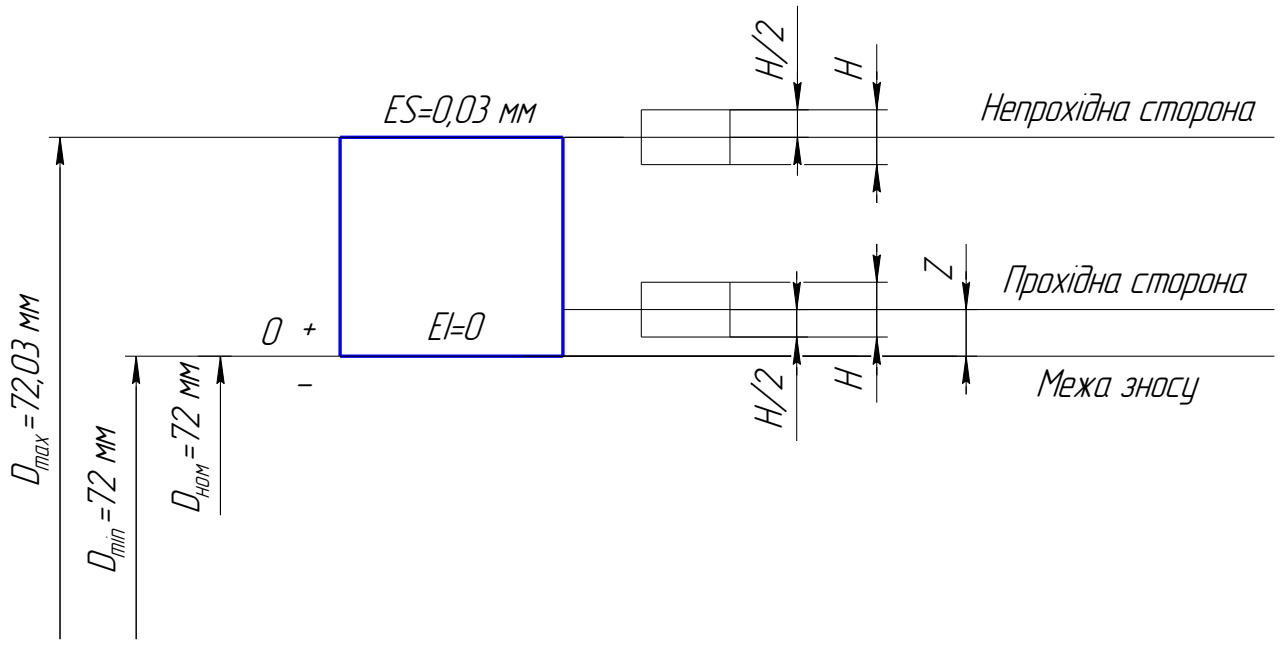


Рис. 8 – Схема розташування допусків робочих поверхонь калібрів для контролю розміра Ø72H7($^{+0,03}$)

3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю перпендикулярності 0,03 мм діаметра ∅72Н7 відносно торця фланця 943.73.1133.02.00.017.

Пристрій складається з штатива 3, на який встановлений корпус 1, рукоятка 4, втулка 7, гайка 9, шайба 11.

На втулку 7 встановлена цанга 5, гайка 8 і шайба 12.

В отвір корпуса 1 запресована вісь 6 з посадкою Ø10Н7/р6. На вісь 6 встановлений корпус 2 з посадкою Ø10Н6/g5, який фіксується гвинтом 13, пружина 17, гайка 15 з шайбою 18.

На корпусі 2 встановлений індикатор 16, який фіксується болтом 14 з гайкою 15 і шайбою 18.

Пристрій працює таким чином:

Пристрій встановлюється штоком 3 звільним виходом через отвір Ø43 мм до упора в торець, заданий розмірами Ø65 мм і 4 мм, і фіксується гайкою 9 через шайбу 11. Цанга 5 з втулкою 7 встановлюється в отвір Ø72Н7. При затягуванні гайки 8 відбувається роз тиск цанги 5 по конічній поверхні втулки 7 до повного контакту з отвором Ø72Н7. Під дією пружини голоска індикатора притискається до циліндричної поверхні втулки 7 $Ø29h6(_{-0,013})$ паралельної до діаметра деталі Ø72Н7.

При переміщенні корпуса 1 вздовж вісі штатива 3, яка паралельна до заданого торця деталі, покази індикатора 16 визначають фактичний допуск перпендикулярності діаметра ∅72Н7 відносно торця ∅65 мм.

$$Кпр= (\sum заг-\sum о)/\sum заг\cdot 100,\ \% \qquad (70)$$

Де $\sum заг$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum о$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum заг=19шт$; $\sum о=12шт$;

$$Кпр=[(19-12)/19]\cdot 100\%=36,84\%$$

3.3.2. Розрахунок пристрою на точність.

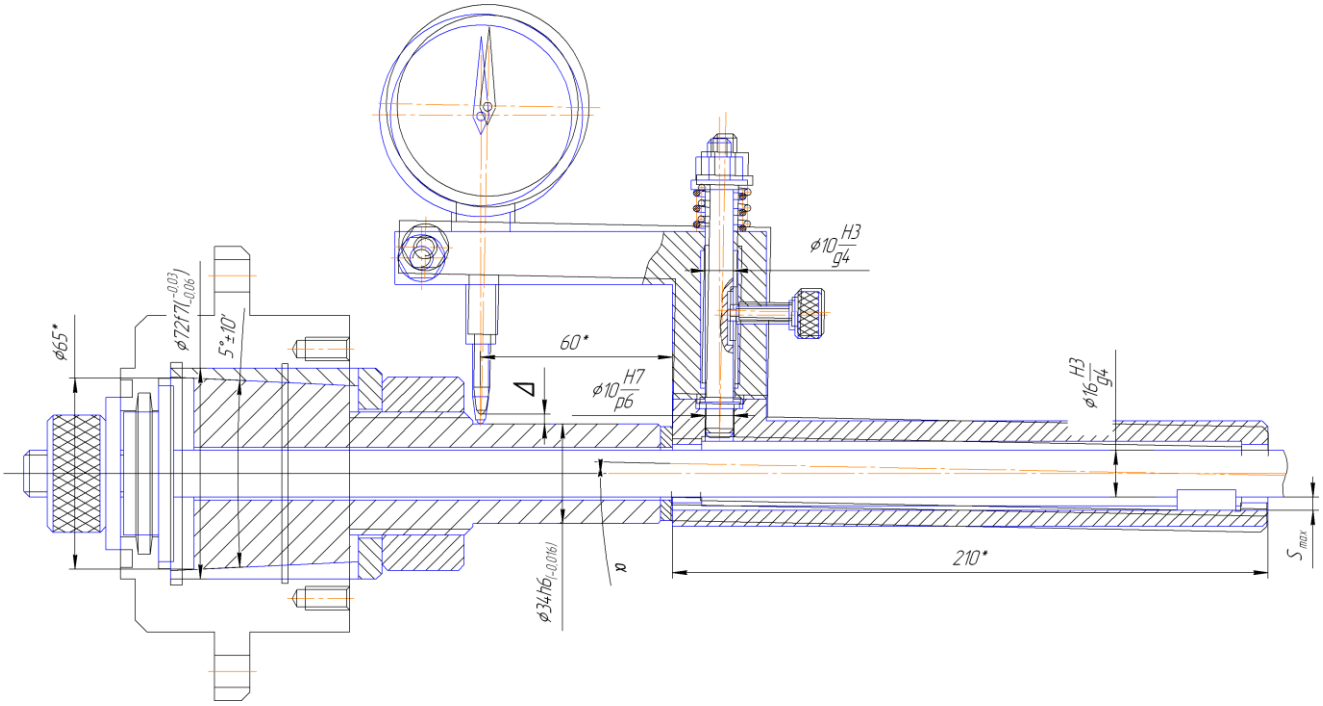


Рис.9 – Схема формування похибки вимірювання контрольного пристрою при контролі перпендикулярності 0,03 мм діаметра ∅72H7 відносно торця фланця 943.73.1133.02.00.017.

Точність вимірювання пристрою залежить від зазора Smax між корпусом 1 і штативом 3, внаслідок чого корпус повертається відносно вісі штатива на кут α. Згідно [2]. с. 56 сумарна похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{вим} = 1{,}2\sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{зв}^2 + \Delta_l^2 + \Delta_м^2} \le (0{,}1...0{,}3)T; \quad (71)$$

Контролюємий допуск T=0,03 мм;

Похибка, властива даному пристрою:

$\Delta_м = \Delta$ (72)

Де Δ – максимальне змішення індикатора при повороті на кут α внаслідок зазору $Smax_1$;

$\Delta = Smax \cdot L_2/L_1$; (73)

L_1=210 мм; L_2=60 мм

$Smax = ES + ei$; (74)

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

ei – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки ∅16H5/g5: ES=0,008 мм; ei=0,014 мм;

Smax=0,008+0,014=0,022 мм;

Δ= 0,022·60/210=0,00628 мм;

$\Delta_м = \Delta$= 0,00628 мм;

Згідно [2]. с. 56: $\varepsilon_б = 0$; $\varepsilon_з = 0$;

Похибка вимірювання індикатора 1МИГ згідно [8] с. 562 $\varepsilon_{з.в.} = 0{,}0018$ мм; $\Delta_l = 0$;

$$\varepsilon_{вим} = 1{,}2\sqrt{0 + 0 + 0{,}0018^2 + 0 + 0{,}00628^2} = 0{,}0078 мм.$$

Отримане значення порівнюєм з допуском T=0,03 мм згідно [2]. с. 56:

$\varepsilon_{вим} \le (0{,}1...0{,}3)T$ (75)

В даному випадку

$\varepsilon_{вим} = 0{,}261 \cdot T$ (0,0078/0,03=0,261), отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

Операція 010. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30.

1) Вибір оснастки:

Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон D=250 мм:
Патрон 7100-0039 ГОСТ2675-80.

Інструмент:

Різець токарний для контурного точіння: φ=93°; φ_1=15°; α=15°; bxh=25x25мм; r=1мм; L=150мм; l=50мм:
Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80.

Різець токарний для контурного точіння: φ=45°; φ_1=45°; α=15°; bxh=25x25мм; r=1мм; L=150мм; l=50мм:
Різець 2102-0704 Т5К10 ГОСТ 20871-80.

Різець канавочний φ=93°; L=150мм; l=32мм; b=4мм:
Різець 2130-0055 Т15К6 ГОСТ 18884-73.

Різець розточний для наскрізних отворів φ=60°; L=210 мм; l=140 мм:
Різець 2121-0108 Т5К10 ГОСТ 20874-80.

Різець розточний канавочний φ=93°; L=210 мм; l=140 мм; b=4мм:
Різець 2136-0057 Т5К10 ГОСТ 18885-73.

2)Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжин холостих ходів та допоміжних ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Ов.т починається програмоване переміщення інструмента по керуючій програмі. Положення точки Ов.т задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі відстанями хд=0, уд=0, хв=0, ув=0. Координати опорних точок наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4. 1 – Координати опорних точок при виконанні операції 010

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Y		X	Y
0	600	200	0	600	200
1	80,8	27,9	1	85	32
2	80,8	4,6	2	76,8	32
3	85	4,6	3	85	32
4	85	77,5	4	85	30
5	53	77,5	5	76,8	30
6	28	77,5	6	85	30
7	600	200	7	600	200
0	600	200	0	600	200
1	75,8	57	1	85	18
2	75,8	36	2	70,8	18
3	85	36	3	70,8	27,5
4	85	51	4	70,8	18
5	71,6	54	5	69,5	18
6	48,8	54	6	70,8	27,5
7	58	81	7	70,8	18
8	48,8	81	8	81,1	18
9	48,8	54	9	70,8	27,5
10	600	200	10	70,8	18
0	600	200	11	85	18
1	85	21,5	12	600	200
2	62	21,5			
3	62	18			
4	85	18			
5	600	200			

3) Розрахунок координатних переміщень.

Для токарно- револьверного верстата з ЧПК 1В340Ф30 відстань zн, мм від бази деталі до торця шпинделя, що знаходиться в позиції початку циклу обробки, визначається за формулою:

$Z_н=L+R+H+l,$ (76)

де: L – налагоджувальний розмір інструмента, мм;

R – відстань швидкого переміщення інструмента до деталі, мм;

H – висота деталі (довжина обробки), мм;

l – робоче переміщення інструмента до оброблюваної деталі, мм.

Із намічених для використання інструментів вибираєм ті, у яких максимальні налагоджувальні розміри L_{max}.

Тоді:

$Z_н=L_{max}+R+H+l$, (77)

Для розрахунку по осі X приймаєм різець 2121-0108 Т5К10 ГОСТ 20874-80 виліт інструменту L=150мм; H=80,8мм; R=515мм; l=4,2мм.

Для розрахунку по осі Y приймаєм різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80 виліт інструменту L=40мм; H=80,1мм; R=515мм; l=0мм.

Тоді:

$X_н=150+515+80,8+4,2=750$мм.

$Y_н=40+119,9+80,1+0=240$мм.

4) Кодування інформації.

На токарно- револьверному верстаті з ЧПК 1В340Ф30 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу HNC. В апаратному ПЧПК алгоритм роботи реалізується схемним шляхом і не може бути змінений після виготовлення пристрою.

Таблиця 4.2 - Розрахунково-технологічна карта на токарно-револьверну операцію 010

деталь		операція			верстат						Система ЧПК		
943.73.1133.02.00.017		010. Токарна з ЧПК			1В340Ф30						HNC		
Геометрична інформація						Технологічна інформація							
№ о. т.		X (ΔX) мм	Y (ΔY) мм	L, мм	K, мм	t, мм	S, мм /об	S, мм/ хв	V, м/хв	N, $хв.^{-1}$	Напр. оберт.	Охолод женння	№ інстр.	L, № корек-
Кон- тур	Екві- дис- танта													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		600	200	0	0								1	101
1		80,8	27,9	519,2	172,1	2,8	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
2		80,8	4,6	0	23,3	0,3	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
3		84	4,6	3,2	0	0,8	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
4		84	77,5	0	72,9	0								
5		53	77,5	31	0	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
6		28	77,5	25	0	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
7		600	200	0	0	0,5	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
0		600	200	0	0	0,5	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+	2	102
1		75,8	57	524,2	14,3	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
2		75,8	36	0	21	0,5	0,3	375	143	1250	Пр.	+		
3		84	36	8,2	0	0,5	0,3	375	143	1250	Пр.	+		
4		84	51	0	15	0								

Продовження таблиці 4.2

деталь	операція	верстат	Система ЧПК
943.73.1133.02.00.017	010. Токарна з ЧПК	1В340Ф30	HNC

Геометрична інформація						Технологічна інформація								
№ о. т.		X (ΔX) мм	Y (ΔY) мм	L, мм	K, мм	t, мм	S, мм/об	S, мм/хв	V, м/хв	N, $хв.^{-1}$	Напр. оберт.	Охолодження	№ інстр.	L, № корек-
Кон-тур	Екві-дис-танта													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5		71,8	54	12,2	3	4	0,4	80	71,25	200	Пр.	+		
6		48,8	54	23	0	2,6	0,4	80	71,25	200	Пр.	+		
7		58	81	9,2	27									
8		48,8	81	9,2	0	2,6	0,4	64	85,5	160	Пр.	+		
9		18,8	54	0	27	2,6	0,4	64	71,25	160	Пр.	+		
10		600	200	551,2	146									
0		600	200	0	0								3	103
1		84	21,5	516	178,5	3,2	0,35	220	85,06	630	Пр.	+		
2		62	21,5	22	0	3,2	0,35	220	85,06	630	Пр.	+		
3		62	18	0	3,5									
4		84	18	22	0									
5		600	200	516	182									
0		600	200	0	0								4	104
1		84	32	116	168	4	0,2	80	85,06	400	Пр.	+		
2		76,8	32	7,2	0	4	0,2	80	85,06	400	Пр.	+		
3		84	32	7,2	0									
4		84	30	0	2									
5		76,8	30	7,2	0	4	0,2	80	85,06	400	Пр.	+		
6		84	30	7,2	0	4	0,2	80	85,06	400	Пр.	+		
7		600	200	116	170									
0		600	200	0	0								5	105
1		84	18	516	182									
2		70,8	18	13,2	0	4	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
3		70,8	27,5	0	9,5	4	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
4		70,8	18	0	9,5									
5		69,5	18	1,3	0	0,75	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
6		70,8	27,5	1,3	9,5	0,75	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
7		70,8	18	0	9,5									
8		81,1	18	10,3	0	0,75	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
9		70,8	27,5	10,3	9,5	0,75	0,2	100	86,35	500	Пр.	+		
10		70,8	18	0	9,5									
11		84	18	13,2	0									
12		600	200	516	182									

Керуюча програма кодується на перфострічці за допомогою міжнародного двійково-десяткового коду ІСО-7біт (ГОСТ 13052-67), який є семи розрядним і дозволяє кодувати 128 символів. Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою М по ІСО-7біт, наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Коди режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

Код	Найменування
G01	Лінійна інтерполяція (нормальний розмір)
G17	Вибір площини обробки XY
G25	Початок відрахунку координат
G40	Відміна корекції положення інструменту
G42	Корекція положення інструменту
G60, G61	Точне позиціювання X і Y
G81	Постійний цикл при свердлінні отворів
G82	Постійний цикл при зенкеруванні отворів
G91	Переміщення в абсолютній системі координат
M00	Безумовна зупинка
M02	Кінець програми
M03	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
M05	Зупинка шпинделя
M06	Зміна інструмента
M08	Включення охолодження
M09	Виключення охолодження

Коди подач, частоти обертання шпинделя наведені в таблиці 4.4.

Кожен код G, F, S, T, M діє в наступних кадрах до вводу нового коду по даній адресі. Програма обробки для токарно-револьверної операції 010 приведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 – Таблиця кодів чисел обертів і кодів подач для верстата мод. 1В340Ф30

Число обертів шпинделя, хв,$^{-1}$		31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
Код	Число	01	02	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
	Адреса	S																
Подача S, мм/об		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Код	Число	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Адреса	F																	

Таблиця 4.5 – Карта програмування токарно-гвинторізної операції 010

Карта програмування														
Деталь				Операція				Верстат				Система ЧПК		
Вал-шестерня				010 Токарна з ЧПК				1В340Ф30				HNC		
№ о. т.		№ кадра	Підг. Ф-кція	Геометрична інформація				Технологічна інформація				№ кор	Кін Код	Пояснення
Кон-тур	Еквідис-танта	N	G	x	y	i	k	F	S	T	M	L	LF	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		001	G01	600	200	0	0			01	06	101		
1		002		80,8	27,9	519,2	172,1	13	11		03, 08			
2		003		80,8	4,6	0	23,3	13	11					
3		004		84	4,6	3,2	0							
4		005		84	77,5	0	72,9							
5		006		53	77,5	31	0	09	07					
6		007		28	77,5	25	0	09	07					
7		008		600	200	0	0				05, 09			
0		009		600	200	0	0			02	06	102		
1		010		75,8	57	524,2	14,3	10	08		03, 08			
2		011		75,8	36	0	21	10	08					
3		012		84	36	8,2	0	11	08					
4		013		84	51	0	15	10	08					
5		014		71,8	54	12,2	3	10	08					
6		015		48,8	54	23	0	10	08					
7		016		58	81	9,2	27							
8		017		48,8	81	9,2	0	09	07					
9		018		18,8	54	0	27	09	07					
10		019		600	200	551,2	146				05, 09			
0		020		600	200	0	0			03	06	103		
1		021		84	21,5	516	178,5	14	13		03, 08			
2		022		62	21,5	22	0	14	13					
3		023		62	18	0	3,5							
4		024		84	18	22	0							
5		025		600	200	516	182				05, 09	104		
0		026		600	200	0	0			04	06			
1		027		84	32	116	168	10	11		03, 08			
2		028		76,8	32	7,2	0	10	11					
3		029		84	32	7,2	0							
4		030		84	30	0	2							
5		031		76,8	30	7,2	0	10	11					
6		032		84	30	7,2	0	10	11					
7		033		600	200	116	170				05, 09			
0		034		600	200	0	0			05	06	105		
1		035		84	18	516	182				03, 08			
2		036		70,8	18	13,2	0	11	12					
3		037		70,8	27,5	0	9,5	11	12					
4		038		70,8	18	0	9,5							
5		039		69,5	18	1,3	0	11	12					
6		040		70,8	27,5	1,3	9,5	11	12					
7		041		70,8	18	0	9,5							
8		042		81,1	18	10,3	0	11	12					
9		043		70,8	27,5	10,3	9,5	11	12					
10		044		70,8	18	0	9,5							
11		045		84	18	13,2	0							
12		046		600	200	516	182				05, 09			

5.Науково-дослідна частина

Короткий опис програми SolidCAM.

SolidCAM – продукт нескладний у використанні, надає винятково широкі можливості машинної обробки на промислових підприємствах. Програма підтримує всі методи обробки отворів, двох-, трьох- і чотирьохосьову фрезерну обробку, п’ятиосьову позиційну фрезерну обробку, високошвидкісну фрезерну обробку, токарну і токарно-фрезерну обробку. У найближчих планах компанії SolidCAM підтримка функціональних можливостей програми в області пятиосьової синхронної фрезерної обробки й електроерозійної обробки в графічному середовищі Autodesk Inventor.

Завдяки інтеграції SolidCAM і Autodesk Inventor всі операції обробки визначаються, розраховуються і перевіряються безпосередньо в середовищі Autodesk Inventor. При зміні геометрії проекту в Autodesk Inventor програма SolidCAM дозволяє автоматично перевизначити всі операції обробки відповідно до зміненої геометрії.

Одна з відмінних рис SolidCAM - орієнтація на підтримку інтелектуальних процесів обробки. Програма надає користувачу можливість створювати і збирати шаблони обробки для їхнього багаторазового використання при обробці аналогічних деталей.

Крім власних програмних засобів компанія SolidCAM використовує рішення сторонніх розроблювачів - наприклад, для моделювання процесу обробки і контролю траєкторії руху інструмента використовуються розробки компанії MachineWorks.

Завдяки зручності використання і великій розноманітності підтримуваних операцій обробки SolidCAM щонайкраще підходить для рішення задач механообробки як у невеликих чи середніх цехах одиничного виробництва, так і на великих промислових підприємствах, що робить деталі і вузли в масовому і велико-серійному обсязі. Проте , на відміну від програм, призначених для визначеного кола користувачів, SolidCAM застосовується в різноманітних галузях промисловості: електротехнічній, електронній, автомобільній, машино-будівній та ін. Така розманітність забезпечена як можливостями самої програми SolidCAM, так і її інтеграцією з Autodesk Inventor, що є основним засобом просторового моделювання. Програма SolidCAM поставляється як у повному обсязі, так і окремими модулями, а значить до переоснащення виробництва можна підійти поетапно і гнучко.

SolidCAM підтримує різні стратегії обробки таких елементів, як контур. Підтримуються різні типи обробки отворів: свердління, зенкерування, нарізування різьби й інші. Програма має у своєму розпорядженні широкий діапазон можливостей по 2,5-координатній обробці аналітичних поверхонь.

SolidCAM підтримує різні типи стратегій чорнової і чистової обробки, такі як растрова обробка з заданим чи автоматично обумовленим кутом растра, обробка по эквідистанті, проекційна обробка, обробка по ватерлініях і ін. Крім уже згаданих можливостей 2,5- і 3-координатної обробки, SolidCAM пропонує інструментарій для виявлення і обробки ділянок, не оброблених на попередніх переходах.

SolidCAM пропонує багатий вибір засобів для створення керуючих програм багатоосьової обробки на 4- і 5-координатних обробних центрах. SolidCAM установлює модель у визначену користувачем площину обробки, а потім автоматично розраховує всі необхідні параметри зсуву і повороту для нуля деталі.

SolidCAM має у своєму розпорядженні широкий набір функцій, що автоматизують створення керуючих програм для токарної і токарно-фрезерної обробки. SolidCAM підтримує різні типи інструменту, що дозволяє ефективно робити подовжнє підточування, підрізування торців, обробку канавок і ін.

Підтримка обертового інструмента дозволяє виконувати фрезерні і свердлильні переходи на обробних центрах. Набір стратегій дротової електроерозійної обробки, пропонований SolidCAM, дозволяє робити обробку зовнішніх і внутрішніх контурів з постійним і перемінним кутом нахилу. Крім цього, система надає можливість 4-осьової обробки. Користувачу надані засоби керування фізичними параметрами обробки по всій траєкторії руху дроту.

Компанія SolidCAM Ltd., що спеціалізується винятково в області технологічних рішень, що призначені для широкого кола підприємств і користувачів, стала одним з ведучих гравців світового ринку. Відповідно до оцінки компанії CiMdata, що робить по усьому світі консультаційні послуги, що стосуються технічних, маркетингових і стратегічних питань в області САПР, SolidCAM - це найбільша компанія-розроблювач .

Список використаної літератури:

1. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Врюкало В. В., Одосій З. М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр». – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни ”Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування МВ 02070855-704-2000.
3. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проетирование по технологии маши-ностроения. – Минск.: Высшая школа, 1983 – 256 с.
4. Руденко П. А. и др. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 496 с.
6. 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.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога . Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
8. Косилова А. Г. Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справ очник технолога. – М. Машиностроение, 1976.
9. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К., Висш. школа, 1991, 247 с.
10. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Барановского– М.: Машиностроение, 1972, 406 с.
11. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1964.
13. Общемашиностроительные нормы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990, 208 с.
14. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл..
15. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975, 656 с.

16. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина, – М.: Машиностроение, 1984, 592 с.
17. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина, – М.: Машиностроение, 1984, 592 с.
18. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
19. Кузнецов Ю. И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990, 512 с.
20. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

ДОДАТКИ

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

	1	8

І Ф Н Т У Н Г	ПМ-18-1	
Фланець		

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

.

КОМПЛЕКТ технологічної документації

Технологічний процес механічної обробки фланець

Розробив: ст.гр.ПМ-18-1
Дармограй . .
Перевірив:
Роп'як Л. Я.

Акт № __ від «___» _____ 20_ р

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

						Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

		1	1

Розробив	Дармограй			**І Ф Н Т У Н Г**	**ПМ-18-1**	
Перевірив	Роп'як					
				Фланець	**Н**	
Н. контр.	Роп'як					

М01	**Штамповка**										НВ 241
	Код		ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ	
М02	–			3,8	кг	6,16	0,647	41211Х	Ø160,2×83,6	1	5,87	

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції	Позначення документу										
Б	Код найменування обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Р						ПИ	D або B		L		t	i	S		n	v
А01	-		-	005	Заготівельна		ІОП№48-85									
Б02																
03																
А04				010	7015Токарна з ЧПК		ІОП№1-85									
Б05	381312Токарно-гвинторізний з ЧПК 1В340Ф30					2	15292	3		1					34	2,76
06																
А04				015	7015Токарна з ЧПК		ІОП№1-85									
Б05	381312Токарно-гвинторізний з ЧПК 16К30Ф3С18					2	15292	3		1					39,2	3,29
09																
А07				020	7015Свердлильна з ЧПК		ІОП№3-85									
Б08	3812ІХВертикально-свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2-1					2	15292	3		1	1	1			29	2,71
12																
А10				025	9016Слюсарна		ІОП№20-85									
Б11	38176ХСтіл слюсарний					2	17335	2		1						
15																
А13				030	9016Маркувальна		ІОП№24-85									
Б14	38176ХКлейма ТО7858-0052; 7858-0054 ГОСТ25726-83.					2	17335	2		1	1	1				
МК																2

Дубл.													
Взам.													
Оригінал									Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
												3	1

Розроб.	*Дармограй*			*ІФНТУНГ*	*ПМ-18-1*		
Перевір.	*Роп'як*						
Затверд.							
				Фланець		*Н*	
Н.Контр.	*Роп'як*						

Номер і назва операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КООД
020.Свердлильна з ЧПК	*Сталь 45 ГОСТ1050-88*	*НВ241*	*кг*	*3,8*	*Ø160,2×83,6*	*5,87*	*1*

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Тд	Т п.з.	Т шт.	МОР
Вертикально-свердлильний 2Р135Ф2-1		*2,26*	*0,25*	*29*	*2,71*	*Емульсія*

Р		ПІ	D або B	L	t	i	S	n	V	Тд	То
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	мм/хв.	хв.	хв.
О01	*1.Встановити деталь в кондуктор, закріпити.*										
Т02	*Пристрій свердлильний.*										
03											
О04	*2.Свердлити 4 отвори, витримуючи розміри 1 і 2.*										
Т05	*Свердло 2301-0421 Р6М5 ГОСТ 2029-77;*										
06	*Втулка6100-0221 ГОСТ13598-85.*										
07											
Р08			*11*	*12*	*5,5*	*4*	*0,2*	*630*	*17,72*	*0,06*	*0,54*
09											
О10	*3.Свердлити 4 отвори Ø6,7$^{+0,26}$, витримуючи розміри 3 і 4.*										
11	*Свердло 2301-0376 ГОСТ 2029-77;*										
12	*Втулка6100-0221 ГОСТ13598-85.*										
13											

ОК		*3*

Дубл.											
Взам.											
Оригінал								Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

	ПМ-18-1	2

Розроб.				Фланець		
Перевір.						
Затверд.						

Р		ПІ	D або B	L	t	i	S	n	V	Тд	То
Р			**мм**	**мм**	**мм**		**мм (мм/хв.)**	**1/хв.**	**м/хв.**	**хв.**	**хв.**
01											
Р02			6,7	18	3,35	4	0,12	710	16,83	0,06	0,98
03											
О04	4.Зенкувати 4 фаски, витримуючи розмір 5.										
Т05	Зенківка 2353-0111 ГОСТ 14953-80;										
06	Втулка6100-0221ГОСТ 13598-85.										
07											
Р08			8,7	1	1	4	0,06	1250	39,25	0,06	0,32
09											
О10	5.Нарізати різьбу в 4 отворах, витримуючи розміри 6 і 7.										
Т11	Мітчик 2620-1176 ГОСТ 3266-71;										
12	Патрон М3-М10 ГОСТ 8522-86; Втулка6100-0144 ГОСТ 13598-85.										
13											
Р14			8	15	0,65	4	1,25	315	7,9	0,07	0,42
15											
О16	6.Зняти деталь.										
17											
18	7.Ставити клеймо виконавця.										
19	Молоток 7850-0103 Ц15хр. ГОСТ 2310-77										
20											

ОК		4

Дубл.												
Взам.												
Оригінал								Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
				ПМ-18-1								*2*
Розроб.												
Перевір.												
Затверд.												

Р		**ПІ**	**D або B**	**L**	**t**	**i**	**S**	**n**	**V**	**Тд**	**То**
Р			**мм**	**мм**	**мм**		**мм (мм/хв.)**	**1/хв.**	**м/хв.**	**хв.**	**хв.**
О01	*8.Покласти деталь в тару*										
02	*Тара технологічна.*										
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

ОК		*5*

Дубл.											
Взам.											
Оригінал								Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
										2	1

Розроб.	*Дармограй*			*ІФНТУНГ*	*ПМ-18-1*		
Перевір.	*Роп'як*						
Затверд.							
				Фланець		*П*	
Н.Контр.	*Роп'як*						

Номер і назва операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КООД
030.Контрольна.	*Сталь45 ГОСТ1050-88*	*НВ241*	*кг*	*3,8*	*Ø160,2×83,6*	*5,87*	*1*

Номер переходу	Зміст переходу	Пристрій (код, назва)	Вимірювальний інструмент (код, назва)	% контролю	Особливі вказівки
1 01	*Контролювати діаметри*				
02	Ø11H14($^{+0,42}$)		*Калібр-пробка*	*20*	
03			*8381-4015 H14*		
04			*ГОСТ 15134-85*		
05	M10-7H		*Калібр-пробка*	*20*	
06			*8321-0138(7H)*		
07			*ГОСТ 18371-73*		
08	Ø135IT14				*Забезпечується керуючою*
09					*програмою*
10	Ø85IT14				*Забезпечується керуючою*
11					*програмою*
12					
13					
14					

КТК	*030 Контрольна*	7

Дубл.										
Взам.										
Оригінал							Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
									2	2

Розроб.	*Дармограй*			*ІФНТУНГ*	*ПМ-18-1*	
Перевір.	*Роп'як*					
Затверд.						
				Фланець	*П*	
Н.Контр.	*Роп'як*					

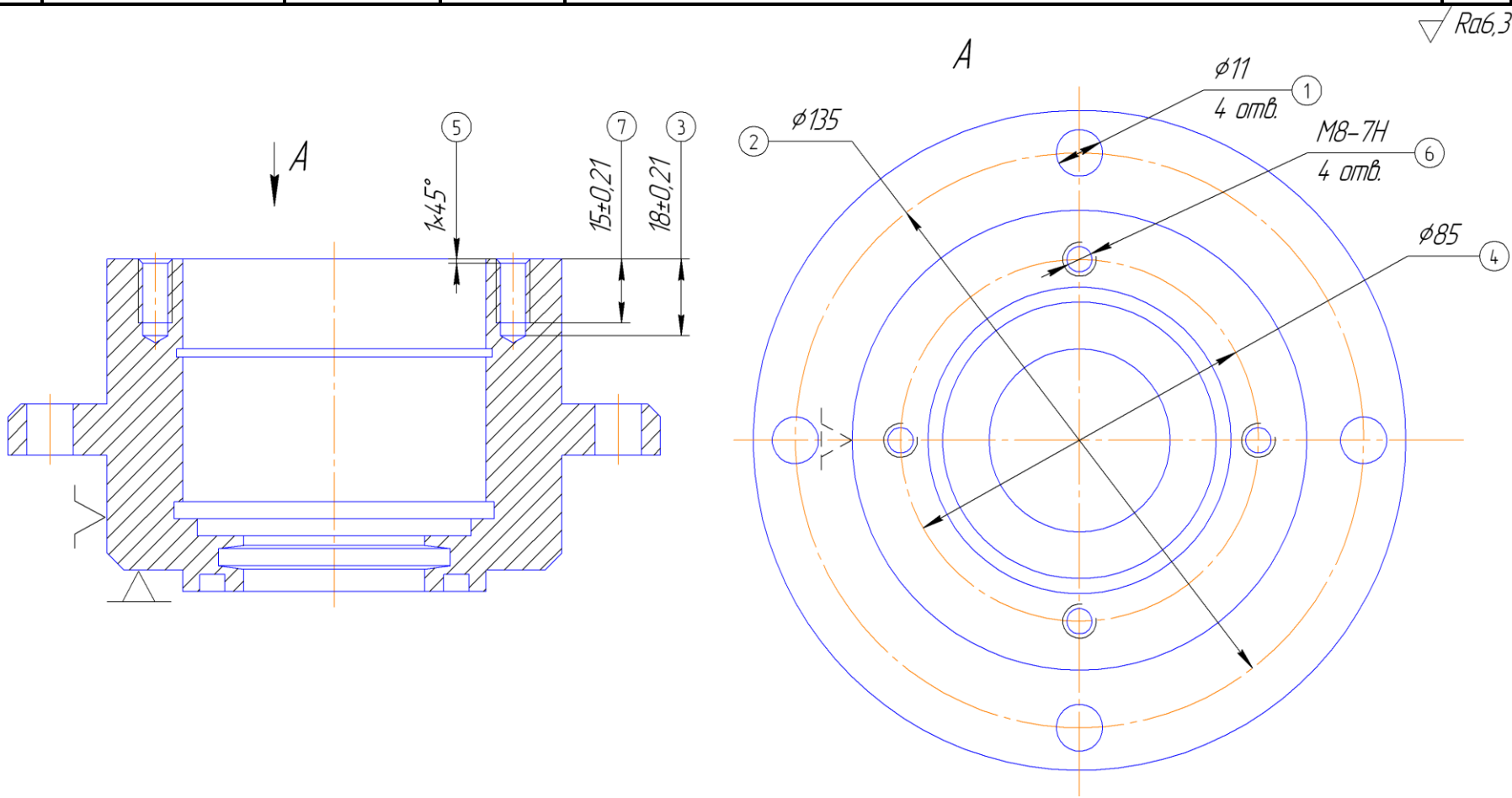
Номер і назва операції	Матеріал	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри	МЗ	КООД
030.Контрольна.	*Сталь45 ГОСТ1050-88*	*НВ241*	*кг*	*3,8*	*Ø160,2×83,6*	*5,87*	*1*

Номер переходу	Зміст переходу	Пристрій (код, назва)	Вимірювальний інструмент (код, назва)	% контролю	Особливі вказівки
2 01	*Контролювати лінійні розміри*				
02	*18±0,21*		*Штангенглибино-*	*20*	
03	*15 min*		*мір*		
04			*ШГ-І-160-0,05*		
05					
3 06	Контролювати фаски		*Штангенглибино-*	*10*	
07	*1×45°*		*мір ШГ-160-0,05*		
08			*ГОСТ 162-89*		
09					
10					
11					
12					
13					
14					

КТК	*030 Контрольна*	*8*

Дубл.											
Взамін.											
Підпис								Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
											1	1

Розробив	Дармограй			ІФНТУНГ	ПМ-18-1			
Перевірив	Роп'як							
				Фланець		Н		020
Н. контр.	Роп'як							



КЕ	Обробка різанням	6

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК	Складальне креслення	X	
				Складальні одиниці		
		1	БР.ПМ-18-006.00.01.000	Корпус	1	
		2	БР.ПМ-18-006.00.02.000	Корпус	1	
				Деталі		
		3	БР.ПМ-18-006.00.00.001	Штатив	1	
		4	БР.ПМ-18-006.00.00.002	Рукоятка	1	
		5	БР.ПМ-18-006.00.00.003	Цанга	1	
		6	БР.ПМ-18-006.00.00.004	Вісь	1	
		7	БР.ПМ-18-006.00.00.005	Втулка	1	
		8	БР.ПМ-18-006.00.00.006	Гайка	1	
		9	БР.ПМ-18-006.00.00.07	Гайка	1	
		10	БР.ПМ-18-006.00.00.08	Шайба	1	
		11	БР.ПМ-18-006.00.00.09	Шайба	1	
		12	БР.ПМ-18-006.00.00.10	Шайба	1	
		13	БР.ПМ-18-006.00.00.11	Гвинт	1	
				Стандартні вироби		
		14		Болт М6х20.58.05	1	
				ГОСТ 7808-71		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дармограй		
Пров.		Роп'як		
Н.контр.				
Утв.				

БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП

Пристрій контрольний

Лит.	Лист	Листов
Н	1	2

ІФНТУНГ
гр. ПМ-18-1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		15		Гайка М8.05	2	
				ГОСТ 5927-75		
		16		Індикатор 1 МИГП	1	
				ГОСТ 9696-82		
		17		Пружина 7039-2025	1	
				ГОСТ 13165-87		
		18		Шайба 8.05.88	2	
				ГОСТ 10954-77		
		19		Шпонка 5х5х20	1	
				ГОСТ 23360-78		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП	Лист 2

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	БР.ПМ-18-006.00.00.001	Пробка	1	
		2	БР.ПМ-18-006.00.00.002	Ручка	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дармограй		
Пров.		Роп'як		
Н.контр.				
Утв.				

БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП

Калібр-пробка 72Н7 (НЕ)

Лит.	Лист	Листов
Н	1	1

ІФНТУНГ
гр. ПМ-18-1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	БР.ПМ-18-006.00.00.001	Пробка	1	
		2	БР.ПМ-18-006.00.00.002	Ручка	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дармограй		
Пров.		Роп'як		
Н.контр.				
Утв.				

БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП

Калібр-пробка 72Н7 (ПР)

Лит.	Лист	Листов
Н	1	1

ІФНТУНГ
гр. ПМ-18-1

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		14		Гвинт М6х30-6.88	2	
				ГОСТ 1491-71		
				Гвинти ГОСТ 10151-74		
		15		М12х70-6.88	2	
		16		М12х50-6.88	4	
				Гайки ГОСТ5927-75		
		17		М12.05	4	
		18		М16.05	3	
		19		Гайка М16.05	5	
				ГОСТ 5932-75		
		20		Втулка С8.05	5	
				ГОСТ 7342-71		
				Кільця ГОСТ9748-73		
		21		28х22х30	2	
		22		125х117х40	4	
		23		Кільце 48х40х40	2	
				ГОСТ11341-73		
		24		Рим-болт М10	4	
				ГОСТ 7234-69		
				Шайби ГОСТ 6402-73		
		25		6.65Г	2	
		26		12.65Г	14	
		27		16.65Г	2	
		28		Шайба 12.05.88	5	
				ГОСТ 10572-75		
		29		Шайба 16.05.88	1	
				ГОСТ 11453-75		
		30		Шпильки М12х140	4	
				ГОСТ 22032-77		
		31		Шпонка 5432-7024	2	
				ГОСТ 7652-73		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП	Лист 2

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		32		Штифт 12т6х50	2	
				ГОСТ 6288-75		
		33		Штуцер 7421-4001	5	
				ГОСТ 17652-73		
		34		Кран розподільчий В21-72	1	
				ГОСТ7648-71		
				Матеріали		
		35		Рукав В-16		L=1,8 м
				ГОСТ 11074-73		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП	Лист 3

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A1			БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК	Складальне креслення	X	
				Складальні одиниці		
		1	.БР.ПМ-18-006.00.01.000	Корпус	1	
				Деталі		
		2	БР.ПМ-18-006.00.00.001	Плита	1	
		3	БР.ПМ-18-006.00.00.002	Шайба швидкозмінна	1	
		4	БР.ПМ-18-006.00.00.003	Втулка	1	
		5	БР.ПМ-18-006.00.00.004	Палець	1	
		6	БР.ПМ-18-006.00.00.005	Фланець	1	
		7	БР.ПМ-18-006.00.00.006	Корпус	1	
		8	БР.ПМ-18-006.00.00.007	Кришка передня	1	
		9	БР.ПМ-18-006.00.00.008	Кришка задня	1	
		10	БР.ПМ-18-006.00.00.009	Поршень	1	
		11	БР.ПМ-18-006.00.00.010	Шток	1	
				Стандартні вироби		
		12		Болт М12х40.58.05	4	
				ГОСТ7808-71		
		13		Болт 7002-2587	2	
				ГОСТ 12193-66		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дармограй		
Пров.		Роп'як		
Н.контр.				
Утв.				

БР.ПМ-18-006.00.00.000 СП

Пристрій свердлильний

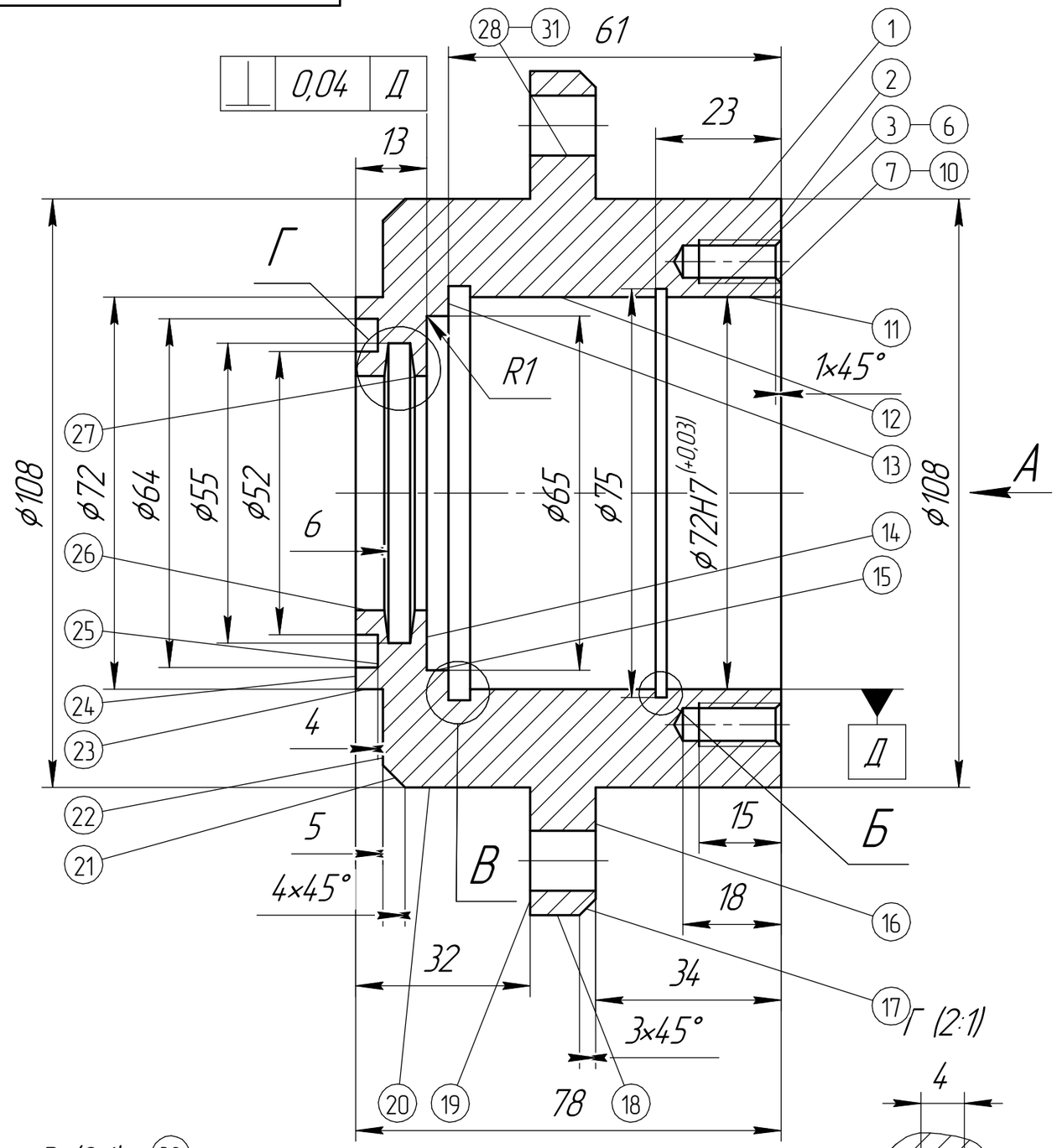
Лит.	Лист	Листов
Н	1	3

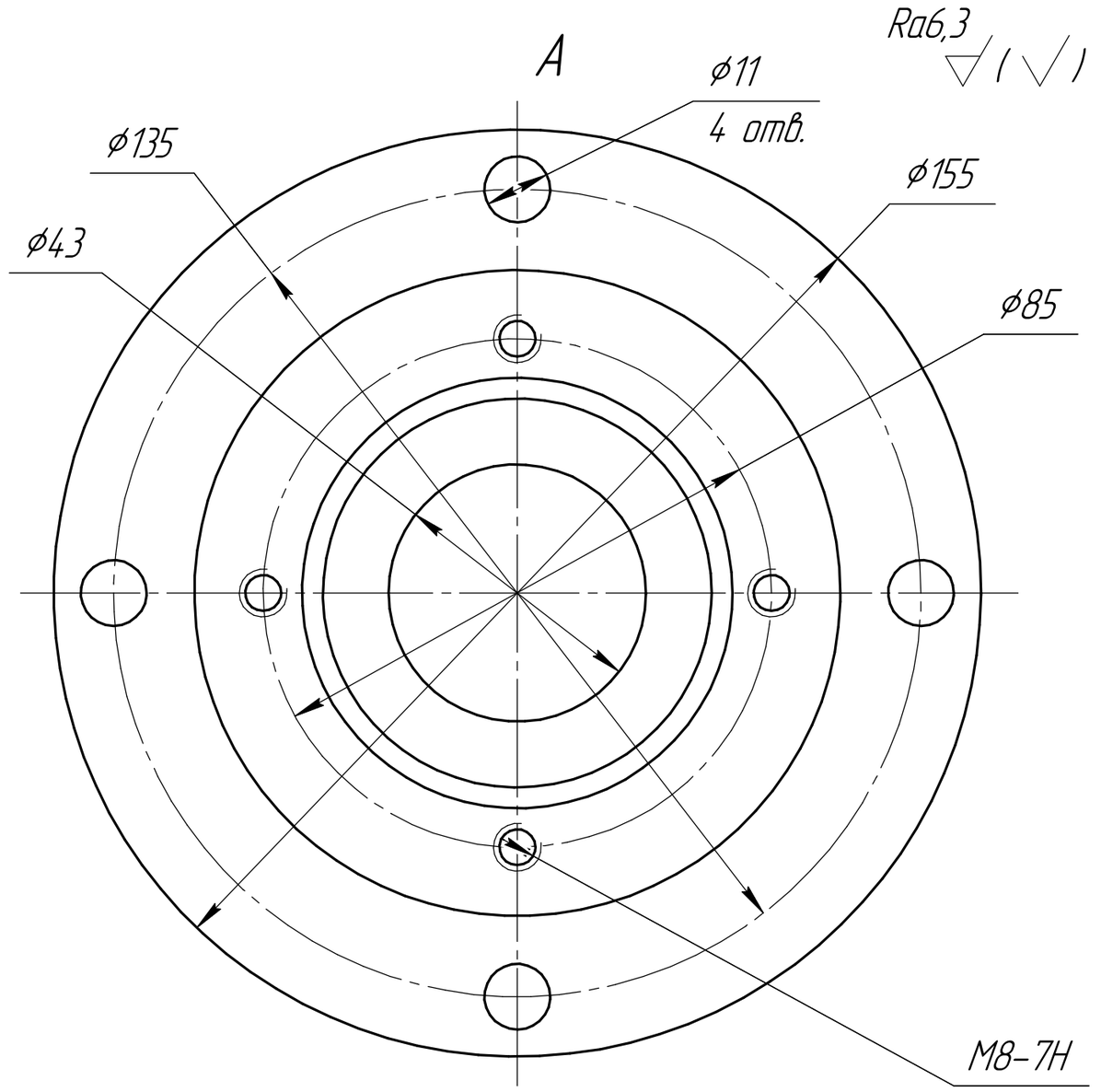
ІФНТУНГ
гр. ПМ-18-1

Копировал

Формат А4

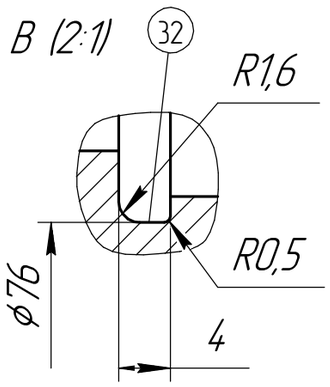
94.3.73.1133.02.00.017

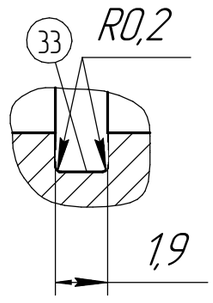


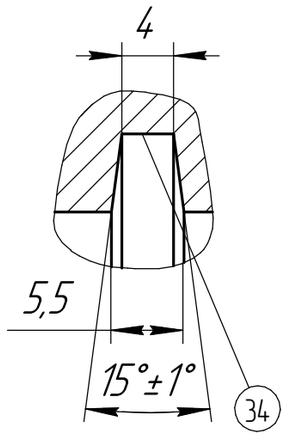


Ra6,3

1. H14; h14; $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. Покриття: Хім. окс. прм.
3. Маркувати.

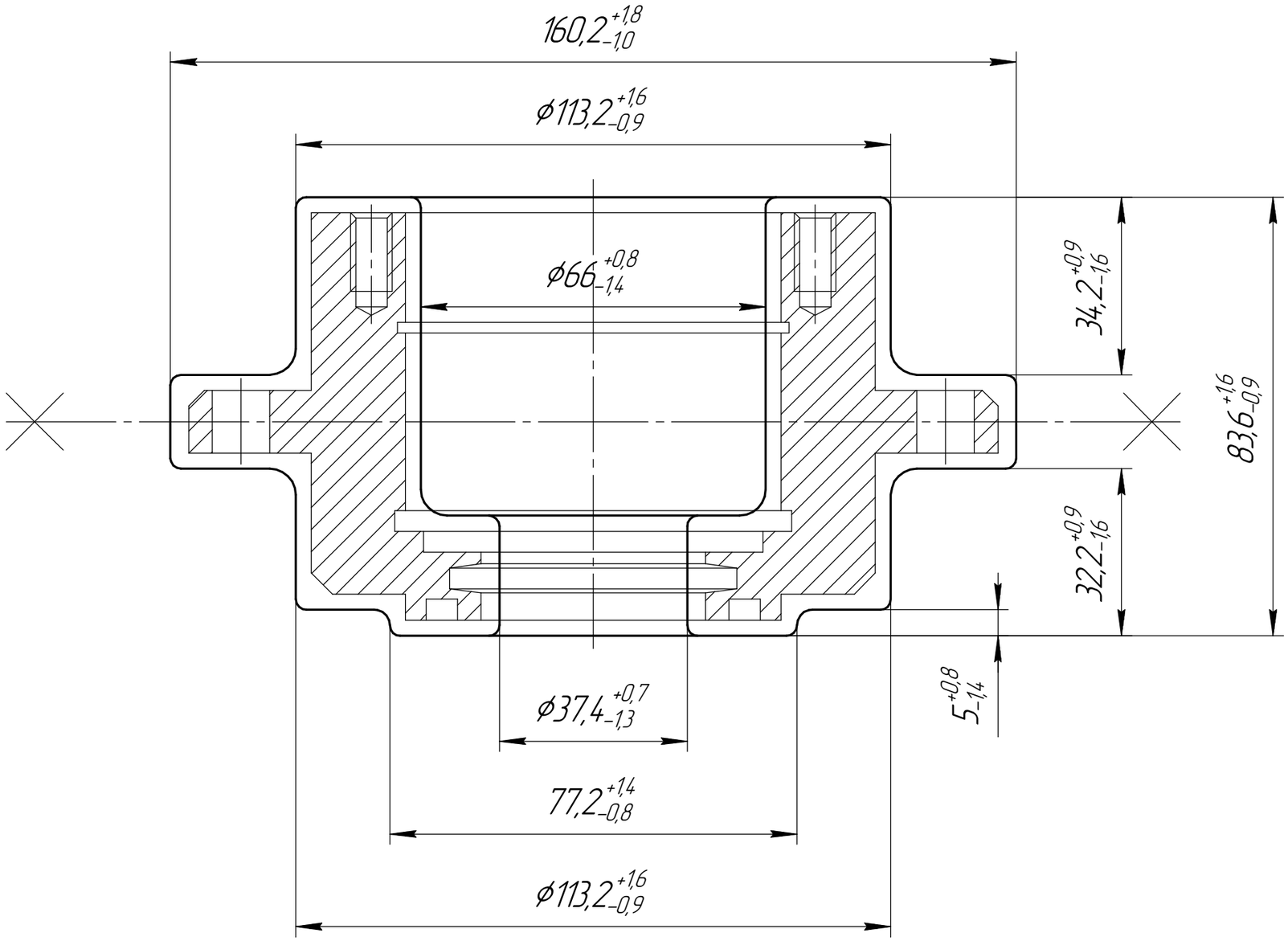






Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	94.3.73.1133.02.00.017			
Розроб.		Дармограй			Фланець	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Роп'як					3,8	1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ІФНТУНГ гр.ПМ-18-1		
Затв.								

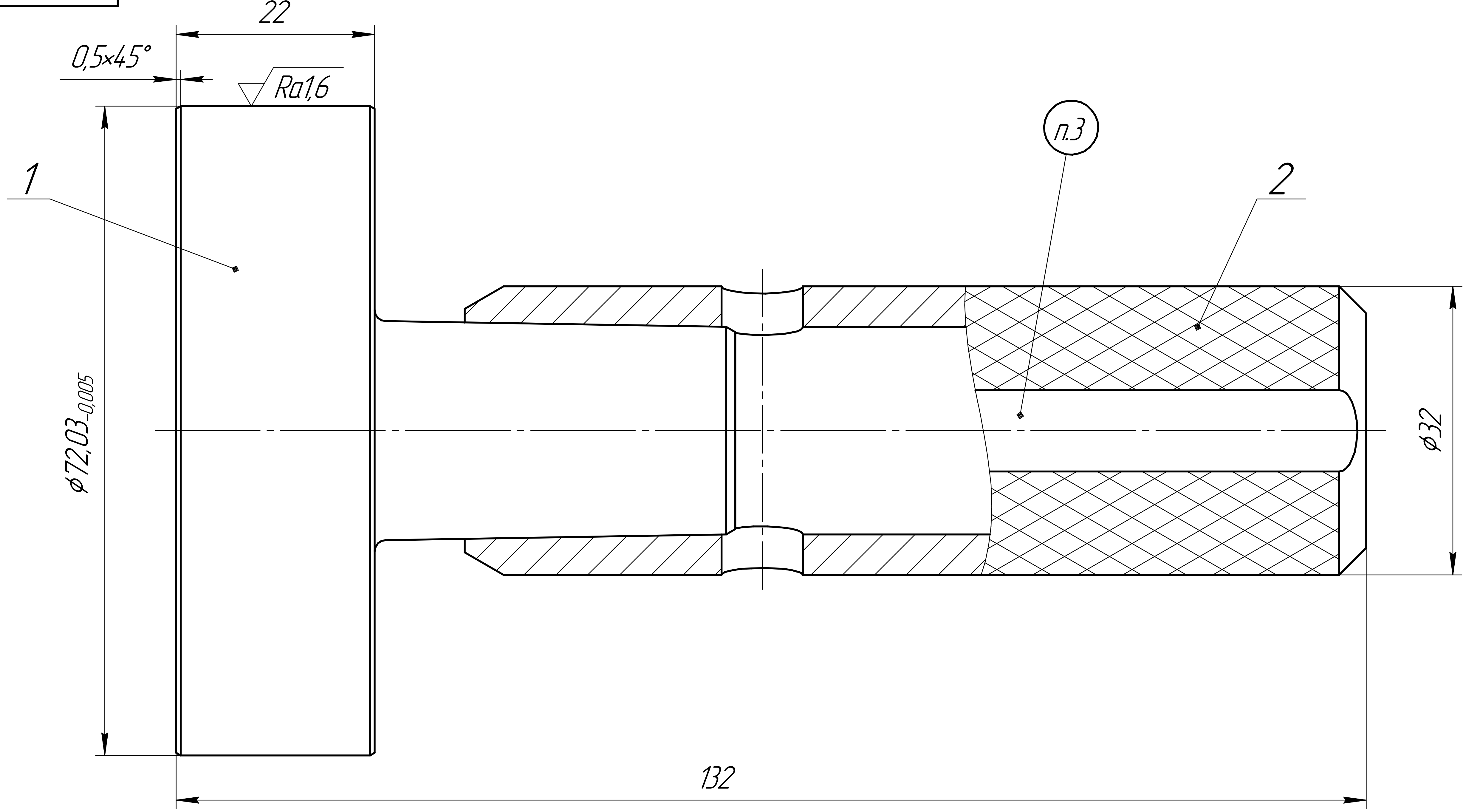
БР.ПМ-18-006.00.00.000 З



Радіуси заокруглень: зовнішні R2, внутрішні R5.
Штамповочні уклони: зовнішні 2°, внутрішні 3°.
Зміщення штампів 0,5 мм.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 З			
Розроб.		Дармограй			Заготовка фланця	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Роп'як					5,87	1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ІФНТУНГ гр.ПМ-18-1		
Затв.								

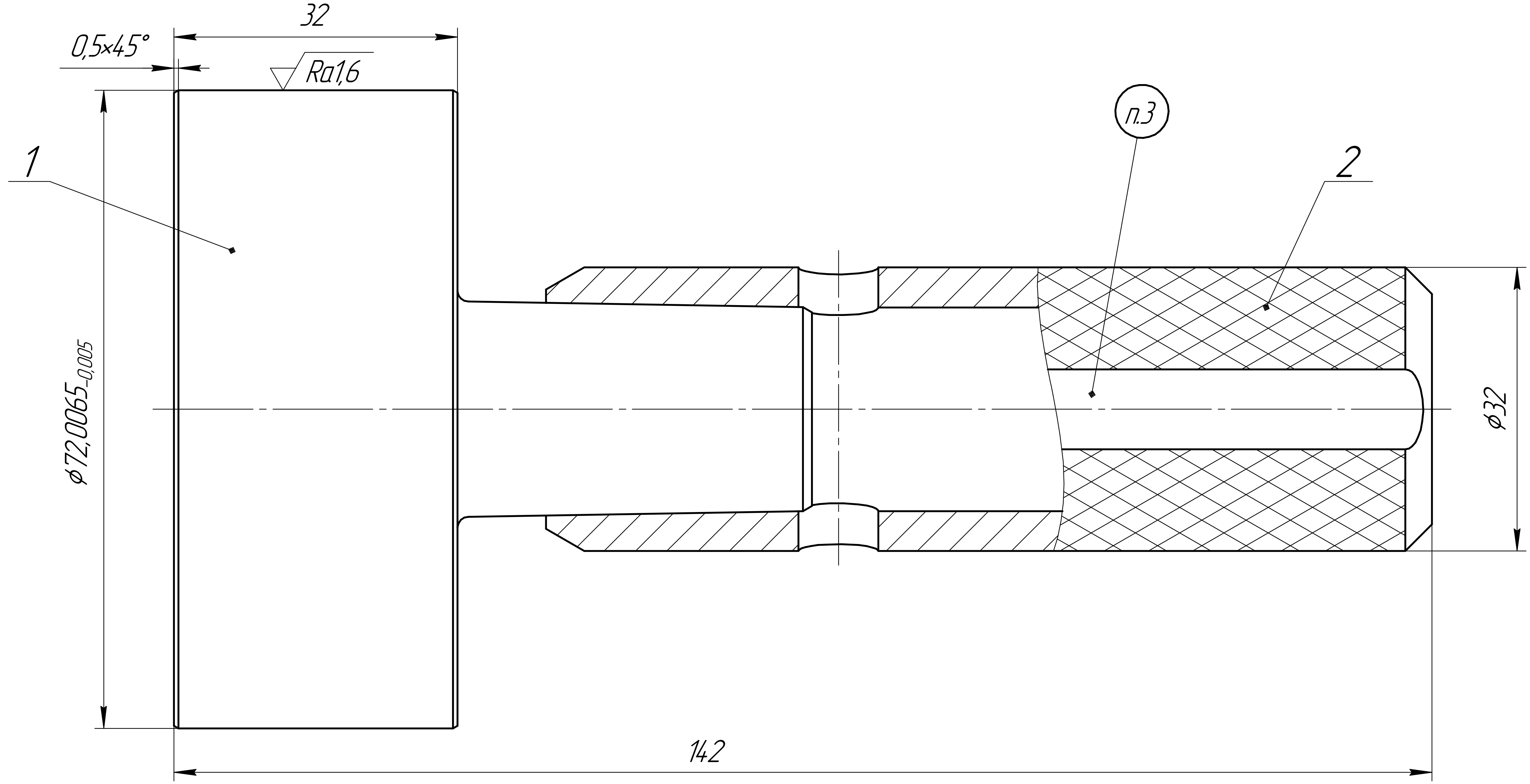
БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК



1. H14, h14, $\pm\frac{IT14}{2}$.
2. 2. Поверхню А цементувати h 0,8...1,2 мм; HRC 30...35.
3. Маркувати.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК		
Розроб.		Дармограй			Калібр-пробка 72H7 (НЕ)	Літ. / Маса / Масштаб	0,38 / 1:1
Перев.		Роп'як				Аркуш / Аркушів 1	
Т.контр.							
Н.контр.					Сталь 20Х ГОСТ 4354-81	ІФНТУНГ гр. ПМ-18-1	
Затв.							

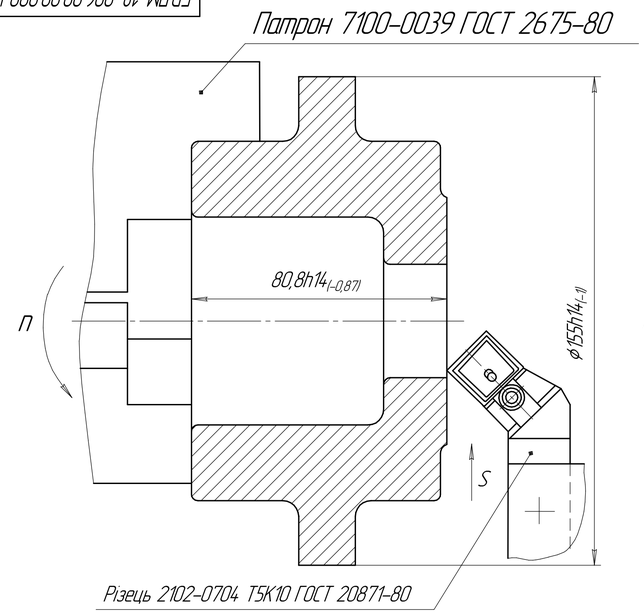
БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК

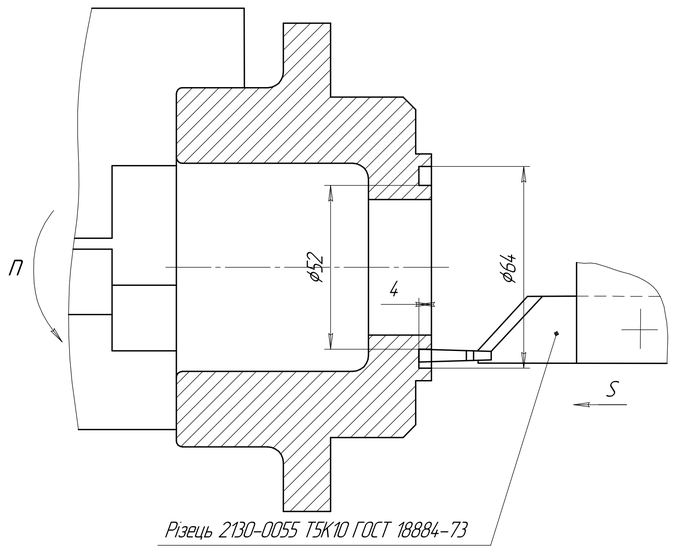


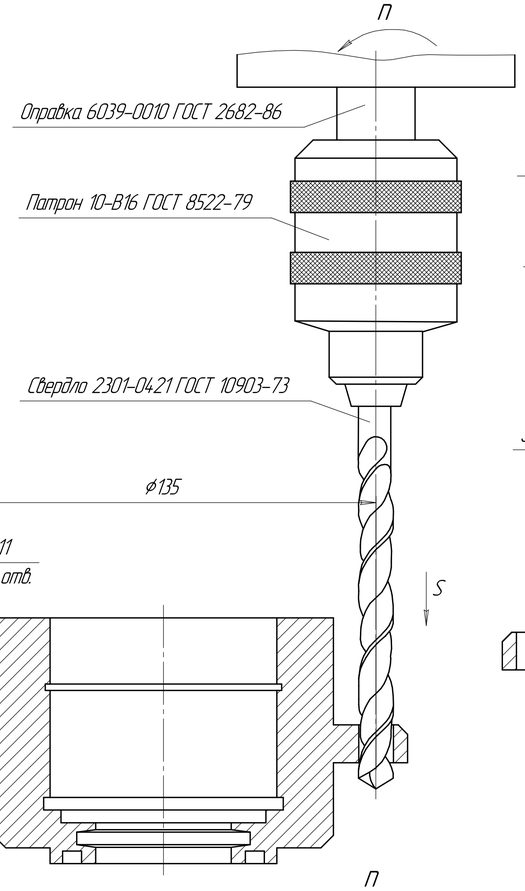
1. H14, h14, $\pm\frac{IT14}{2}$.
2. 2. Поверхню А цементувати h 0,8...1,2 мм; HRC 30...35.
3. Маркувати.

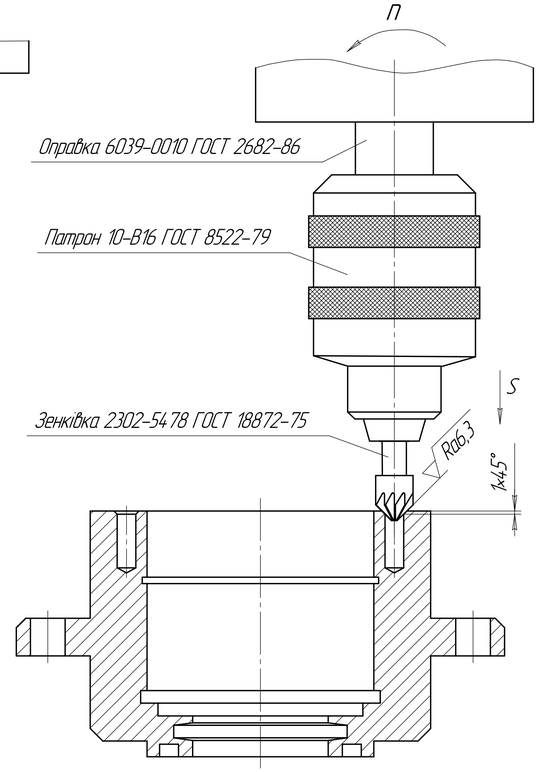
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК		
Розроб.		Дармограй			Калібр-пробка 72H7 (ПР)	Літ.	Маса: 0,4 / Масштаб: 1:1
Перев.		Роп'як				Аркуш	Аркушів 1
Т.контр.							
Н.контр.					Сталь 20Х ГОСТ 4354-81	ІФНТУНГ гр. ПМ-18-1	
Затв.							

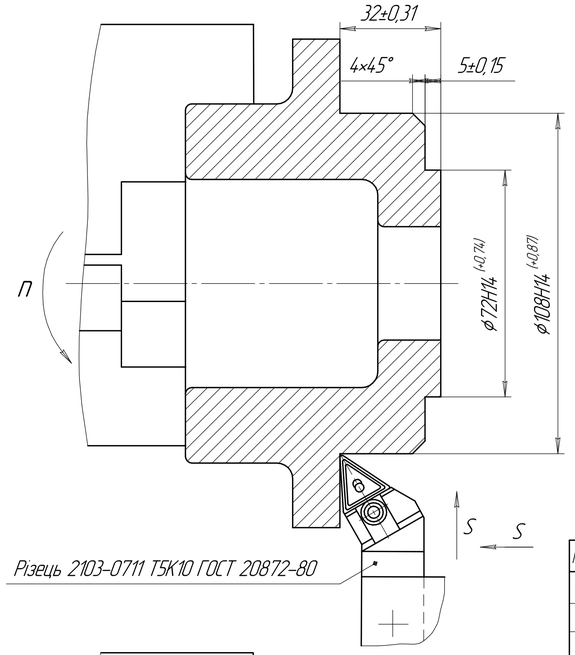
БР.ПМ-18-006.00.00.000 КН

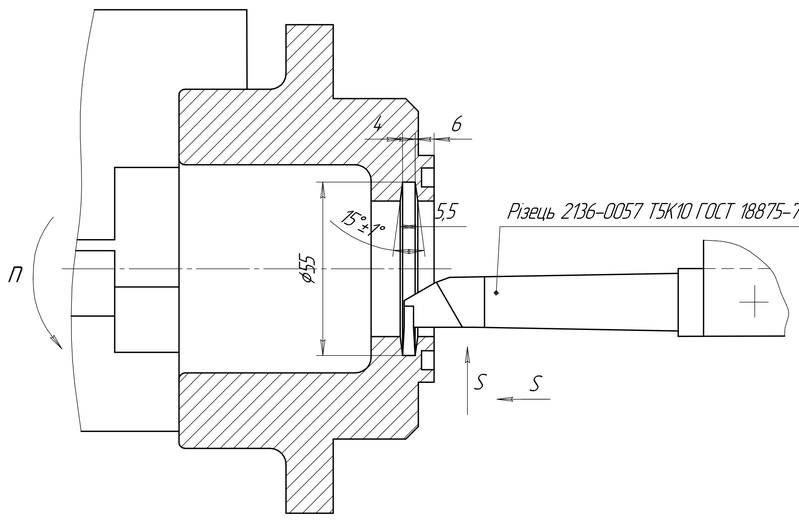




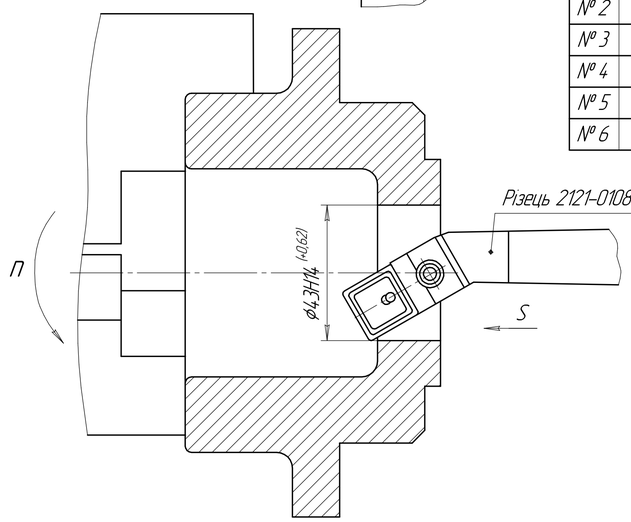




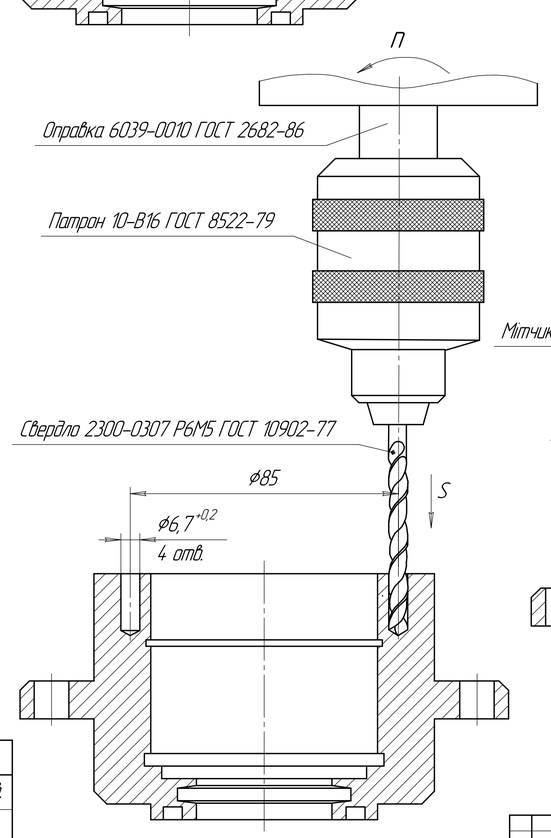


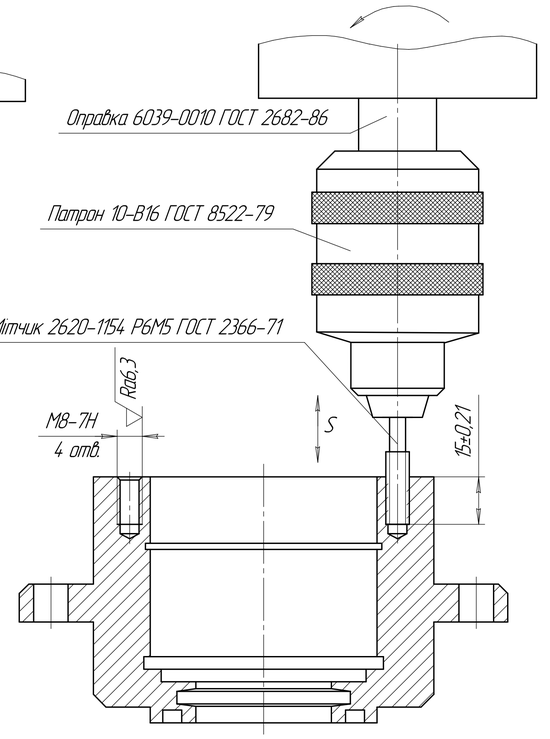


№010	Токарна з ЧПК	Режими різання				
Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30		t, мм	S, мм/об.	n, 1/хв.	V, м/хв.	t_0, хв.
№ 1	Підрізати торець 24	2,8	0,4	400	96,96	0,16
№ 2	Точити поверхню 18	2,6	0,4	160	80,48	0,14
№ 3	Точити поверхні 19-23	2,8	0,4	250	60,6	1,31
№ 4	Розточити отвір 26, 27	3,2	0,35	630	85,06	0,1
№ 5	Точити канавку 25	6	0,2	400	80,38	0,18
№ 6	Розточити канавку 34	5,5	0,2	500	86,35	0,18



№020	Свердлильна з ЧПК	Режими різання				
Вертикально-свердлильний верста з ЧПК 2Р135Ф3-1		t, мм	S, мм/об.	n, 1/хв.	V, м/хв.	t_0, хв.
№ 1	Свердлити отвори 28-31	5,5	0,2	630	17,72	0,54
№ 2	Свердлити отвори 3-6	3,35	0,12	710	16,83	0,98
№ 3	Свердлити отвори 7-10	1	0,06	1250	39,25	0,32
№ 4	Розвірчувати фаски 3-6	0,65	1,25	315	7,9	0,42





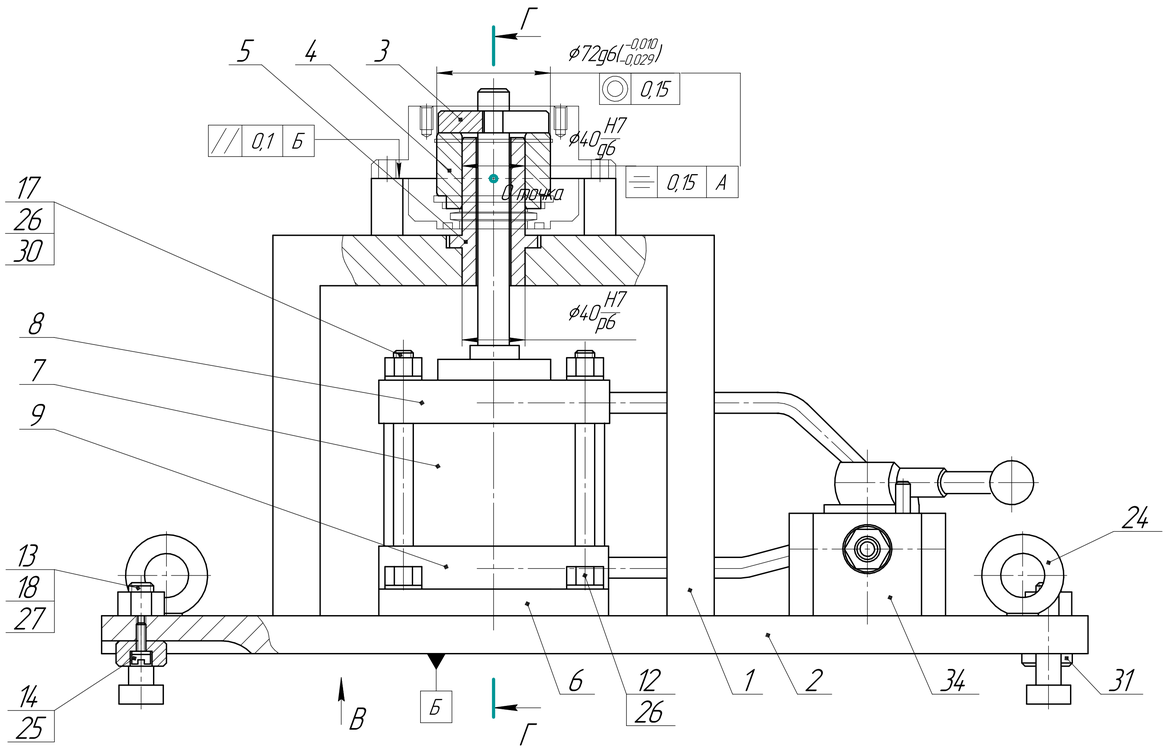
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 КН			
Розроб.		Дармограй			Карта налагодження	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Рогляк						1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	
Н.контр.						ІФНТУНГ гр. ПМ-18-1		
Затв.								

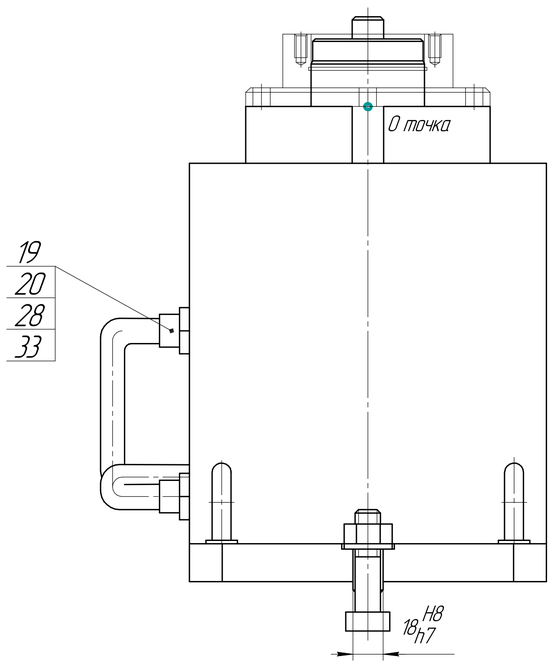
1. * Розміри для довідок.
2. Маркувати.

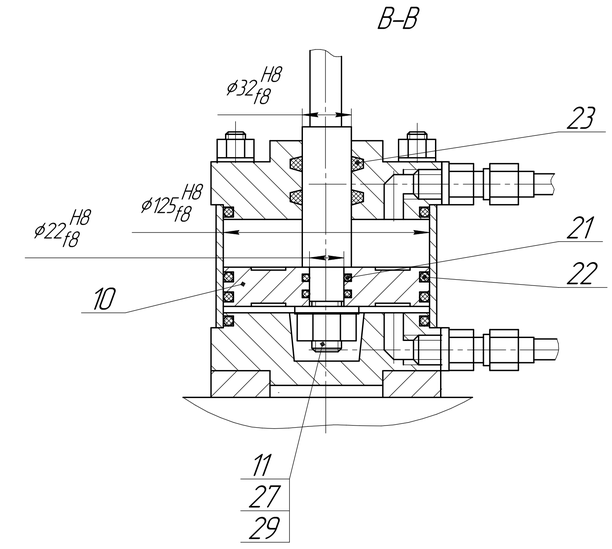
Пристрій призначений для контролю перпендикулярності 0,03 мм між отвором ϕ72H7 і торцем фланця 943.73.1133.02.00.017..
Похибка мікрометра 0,0018 мм.
Похибка вимірювання пристрою 0,0089 мм.

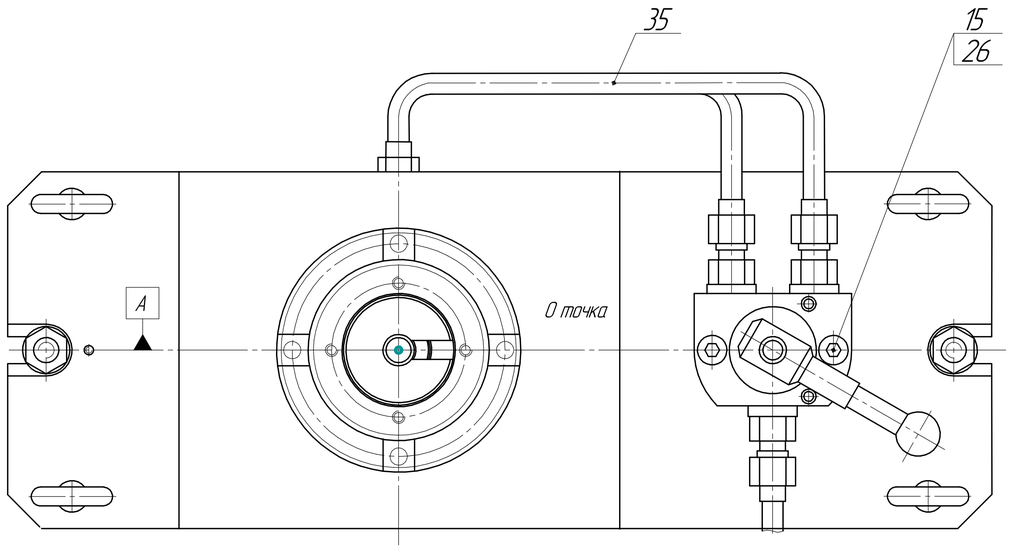
					БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Пристрій контрольний	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Дармограй						1:1
Перев.		Роп'як				Аркуш 1	Аркушів 1	
Т.контр.						ІФНТУНГ гр. ПМ-18-1		
Н.контр.								
Затв.								

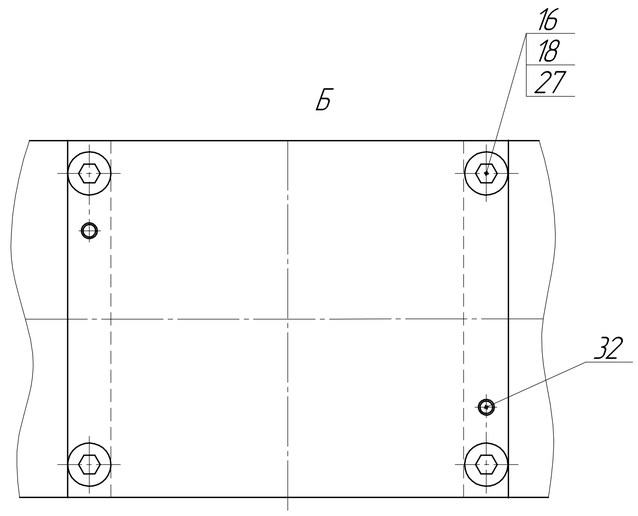
БР.ПМ-18-006.00.000.000 СК











Технічна характеристика

1. Пристрій призначений для встановлення і закріплення фланця 943.73.1133.02.00.017 при обробці 4-х отворів ϕ11Н14 і М8-7Н на верстаті 2Р135Ф2-1.
2. Тип приводу - пневматичний.
3. Зусилля затиску пристрою (при p=0,63 МПа) Q=6498,8 Н.
4. Тиск в пневмомережі p=0,63 МПа.
5. Довжина робочого ходу поршня - 30 мм.

1. *Розміри для довідок.
2. Поверхні тертя при складанні змастити.
3. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань.
4. Випробувати при тиску P=1,5Pроб.
5. Маркувати.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМ-18-006.00.00.000 СК			
Розроб.		Дармограй			Пристрій свердлильний	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Рогʼяк						1:2
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.						ІФНТУНГ гр.ПМ-18-1		
Затв.								