

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Кікена Володимир Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Півмуфта ведена СМ 727.05.02.013"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Борушак Л.О., доцент кафедри КМВ

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

Панчук В.Г.

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

« ____ » _____ 20__

року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Кікені Володимир Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Півмуфта ведена СМ 727.05.02.013”

керівник роботи доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі, _____

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

Технологічна частина (аналіз деталі, вибір заготовки, розробка маршруту виготовлення, розрахунок припусків, режимів різання та нормування техпроцесу). Конструкторська частина (проекування верстатного та контрольного пристроїв) Розробка операції на верстат з ЧПК та складання керуючої програми

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

Креслення деталі та заготовки, 3D модель деталі, складальні креслення

верстатного та контрольного пристроїв, креслення спеціального інструменту карта налагодження на токарну операцію з ЧПК, кадри обробки деталі на верстаті з ЧПК та керуюча програма

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	доцент кафедри КМВ Борушак Л.О..		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	28.03.2021	
2	Проектування технології виготовлення деталі	20.04.2021	
3	Проектування технологічного оснащення	20.05.2021	
4	Розробка технології автоматизованої обробки	01.0.2021	
5	Пояснювальна записка	04.06.2021	
	Графічна частина	15.06.2121	

Студент _____

Кікена В.В.

Керівник _____

Борушак Л.О..

Зміст

Вступ	
1. Технологічна частина	
1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі	
1.2 Аналіз технологічності деталі	
1.3 Визначення організаційних умов виробництва.....	
1.4 Аналіз базового техпроцесу виготовлення деталі.....	
1.5 Вибір заготовки	
1.6 Вибір маршруту і операцій обробки деталі.....	
1.7 Вибір засобів технологічного оснащення.....	
1.8 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	
1.9 Визначення режимів різання	
1.10 Нормування технологічної операції.....	
1.11 Аналіз техніко-економічних показників.....	
1.9 Автоматизоване проектування токарної обробки на верстаті з ЧПК.....	
2. Конструкторська частина	
2.1 Розробка верстатного пристрою на свердлильну операцію 030.....	
2.1.1 Опис та принцип роботи пристрою.....	
2.1.2 Визначення сили затиску	
2.2 Конструювання контрольного пристрою	
Висновки.....	
Перелік використаних джерел.....	
Додатки.....	

					<i>БДР.ПМ-100.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Кікена В.В.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Борущак					1	
<i>Реценз.</i>						ІФНТУНГ ПМ-19-1К		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Панчук В.Г.						

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 робітника, який бере безпосередню участь не тільки у її виготовленні, а й у виборі матеріалів, що найкраще відповідають поставленим до машини вимогам.

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.

Саме тому фахівці спеціальності 131 – прикладна механіка повинні володіти практичними навиками по проектуванню технологічних процесів механічної обробки та складання машин, в першу чергу з використанням верстатів з ЧПК.

1. Технологічна частина

1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі

Півмуфта ведена призначена для того щоб з'єднати окремі частини валопровода в один вал, що працює як цілий. Для того щоб цей складений вал залишався прямолінійним, необхідна стругаючі співвісність його частин і пригін напівмуфт, у протилежному випадку неминучий вигин вала, його биття і поява додаткових навантажень на опори.

Фланцеві муфти прості по конструкції, надійні в роботі, можуть передавати великі моменти. Вони широко поширені в машинобудуванні. Матеріал напівмуфт — сталь 40 або сталь 35Л, допускається також чавун СЧ20-СЧ15. На внутрішній поверхні муфти є паз для її закріплення на валу.

Матеріалом півмуфти служить СЧ15 ГОСТ 1412-89. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі приведені в таблицях 1.2 та 1.3.

Проведемо класифікацію поверхонь деталі. Для спрощення опису кожній поверхні деталі присвоюємо номер і вказуємо його на кресленні. Результат даного аналізу зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристики поверхонь деталі

Поверхня	Геометрична форма, профіль поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість поверхні, мкм
1,5,14,18,20	Фаски	$3 \times 45^\circ$	В межах поля допуску	6,3
2,19	Торець	202	В межах поля допуску	6,3
3	Циліндрична внутрішня	$\varnothing 60H9(+0.074)$	В межах поля допуску	1,6
4	Циліндрична зовнішня	$\varnothing 350h14(-1.87)$	В межах поля допуску	6,3
6,11,	Поверхня		В межах поля допуску	6,3
7,8,9,10	Отвір з різьбою	M6-H7	В межах поля допуску	3,2
12,17	Циліндрична зовнішня	$\varnothing 90f9(-0.036)$ (-0.123)	В межах поля допуску	1,6
13	Зовнішня різьба	M95x2-8g	В межах поля допуску	3,2
15,16	Отвір з різьбою	M8x1-H7	В межах поля допуску	3,2
21	Шліцевий паз	18Js(± 0.021)	В межах поля допуску	3.2
22,23	Паз	10x20	В межах поля допуску	3.2

Таблиця 1.2 – Хімічний склад СЧ15 ГОСТ 1412-89

Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Сірка (S)	Фосфор (P)
3,5-3,7	2,0-2,4	0.50-0.80	до 0,15	до 0,2

Таблиця 1.3 – Механічні властивості СЧ15 ГОСТ 1412-89

Марка чавуну	Термообробка	Твердість (серцевина-поверхня)	Границя текучості	Границя міцності
СЧ15	нормалізація	180 НВ	220 Н/мм ²	600 Н/мм ²

1.2 Аналіз технологічності деталі

Кожна деталь при сучасному рівні машинобудівного виробництва повинна задовольнятися як вимогам службово-експлуатаційного характеру, так і виробничим вимогам, обумовленими можливістю застосування високопродуктивних і рентабельних технологічних процесів з врахуванням конкретних

умов та об'єму виробництва. Все це повинно задовольнятися при розробці технологічності конструкції деталі.

Деталь повинна виготовлятися з мінімальними трудовими і матеріальними затратами. Ці затрати можна скоротити правильно вибравши варіант технологічного процесу, його оснащення, механізацію, автоматизацію, застосувавши оптимальні режими обробки і проведення підготовки виробництва.

Деталь прийнято називати технологічною, якщо вона дозволяє в повній мірі використовувати всі можливості і особливості найбільш економічного технологічного процесу, що забезпечує її якість необхідному характеру випуску.

Середня точність поверхонь деталі є невисокою тому більшість поверхонь можна обробити продуктивними методами на верстатах із звичайною точністю.

Найвищу точність мають поверхні циліндрична внутрішня $\varnothing 78H9$. Точність циліндричної поверхні забезпечується шліфуванням.

Так як деталь є тіло обертання, то для забезпечення точності діаметральних розмірів за технологічну базу доцільно прийняти її вісь. В осьовому напрямку за технологічну базу доцільно прийняти один із торців деталі. Таку схему легко реалізувати якщо в якості базуючого пристрою використати 3-ьох кулачковий самоцентруючий патрон (при обробці як зовнішніх так і внутрішніх поверхонь). При обробці отвору деталь базується поотвору і торцю деталі. Така схема базування легко реалізується на практиці.

Таким чином базування даної деталі не викликає труднощів, хоча і не дозволяє витримати принцип постійності баз при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь.

Розміри на креслені в основному проставлені вдало.

Так як деталь є тілом обертання, то основним методом її обробки є точіння на верстатах токарної групи. Точимо зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні, підрізаємо торці, точимо фаски.

Деталь має достатню жорсткість, зручна в базуванні, забезпечує вільний доступ інструменту.

Таблиця 1.4–Плани механічної обробки поверхонь

Поверхня	Послідовність обробки(методи,вид)	Точність, шорсткість	Тип верстата, Пристрій
1,2,5	Точіння, підрізання торця, обточування фаски	6,3	Верстат:16К20Ф3 Пристрій: трьох кулачковий патрон
3,5,6,11,12, 13,14,17, 18,19,20	Точіння, підрізання торців, обточування фаски, розточувати отвір нарізання різьби	1,6 3,2 6,3	

22,23	Фрезування	6,3, 3,2	Верстат:6P12 Пристрій: ДПВП 5201.01.000
7,8,9,10	Свердління,зенкерування, нарізання різьби	3,2	Верстат:2Н125 Пристрій: ДПВП 5201.01.000
15,16	Свердління,зенкерування, нарізання різьби	3,2	
21	Протягування	6,3	Верстат 7Б55

1.3 Визначення організаційних умов виробництва Організаційні умови

Тип виробництва – дрібносерійний, маса деталі 13 кг.

Режим роботи підприємства

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання $F_d = 1800$ год

Число робочих днів у році: $F = 254$ днів.

Періодичність запуску партій деталей у виробництво [6,с.23]:

Рекомендується 3, 6, 12, 24, приймаємо $a = 24$ днів.

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_o = 480$ хв.

Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8

Коефіцієнт серійності:

Для заданого типу виробництва, дрібносерійного: $20 < K_c \leq 40$

Приймаємо $K_c = 24$

Розрахунок програми випуску партії деталей

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

Номер операції	Назва операції	$T_o, \text{хв}$	φ_k	$T_{шт}, \text{хв}$
010	Токарна з ЧПК	6,44	2,14	13,78
015	Токарна з ЧПК	13,26	2,14	28,37
020	Вертикально-фрезерна	3,36	1,84	6,18

025	Вертикально-свердлильна	0,592	1,72	1,02
030	Вертикально-свердлильна	0,35	1,72	0,602
035	Горизонтально-протяжна	0,15	1,73	0,26
$n = 6$	-	-	-	$\sum T_{шт} = 50,21$

Число операцій обробки: $n = 6$

Сумарний штучний час, хв.: $\sum T_{шт} = 50,21$

Середній штучний час, хв.: $T_{шт.сер} = \sum T_{шт}/n = 50,21/6 = 8,368 \approx 8$

Такт випуску деталей, хв.: $t_B = K_c * T_{шт.сер} = 24 * 8,368 = 200,846$

Річна програма випуску деталей, штук за рік:

– розрахункова: $N = F_d * 60/t_B = 1800 * 60/201 \approx 537$ шт.

– для дрібносерійного $N = 100...500$, приймаємо: $N = 500$ шт.

Розрахункова кількість деталей в партії, шт.: $n_p = N * a/F = 500 * 24/254 = 47$

Розрахункове число змін для обробки партії:

$$C_p = T_{шт.сер} * n_p / (F_o * 0.8) = 8,368 * 47 / (480 * 0.8) = 1,024$$

Прийнята кількість змін: $C_{пр} = 1$

Прийнятий обсяг партії деталей, шт.:

$$n_d = C_{пр} * F_o * 0.8 / T_{шт.сер} = 1 * 480 * 0.8 / 8 = 48$$

1.4 Аналіз базового техпроцесу виготовлення деталі

Опис базового технологічного процесу приводимо у вигляді таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Опис базового техпроцесу

№ операції	Обр.поверхні	Назва та зміст операції	Верстат, пристрій, оснастка
010	1,2,4	Токарна з ЧПК 1. підрізати торець 2. точити поверхню	16К20Ф3, 3х кулачковий патрон ГОСТ 3890-72
015	3,5,6,11,12, 13,14,17, 18,19,20	Токарна з ЧПК 1. підрізати торець 2. точити поверхню 3. точити поверхню 4. точити поверхню 5. точити поверхню 6. точити поверхню 7. точити поверхню 8. точити поверхню 9. точити поверхню 10.точити поверхню 11.точити поверхню 12.нарізати різьбу 13.розточити 14.розвернути	16К20Ф3, 3х кулачковий патрон ГОСТ 3890-72
020	22,23	Вертикально-фрезерна 1. фрезерувати паз 2. фрезерувати паз	6Р12 ДПВП 5201.01.000
025	7,8,9,10	Вертикально-свердлильна 1. свердлити 2. зенкерувати 3. нарізати різьбу 4. свердлити 5. зенкерувати 6. нарізати різьбу	Верстат:2Н125 Пристрій: ДПВП 5201.01.000
030	15,16	Вертикально-свердлильна 1. свердлити 2. зенкерувати 3. нарізати різьбу	Верстат:2Н125 Пристрій: ДПВП 5201.01.000
035	21	Горизонтально-протяжна 1. протягнути	Верстат 7Б55

Аналізуючи даний технологічний процес можна сказати, що метод отримання заготовки для даного масштабу виробництва є досить раціональний. Креслення заготовки відповідає розрахунковим припущенням на механічну обробку і технічним вимогам. Дана послідовність усіх операцій процесу забезпечує досягнення заданої точності деталі.

Вибрані режими різання є продуктивними але їх не можна віднести до прогресивних.

1,5 Вибір заготовки

Спосіб виготовлення заготовки

Вхідні дані:

Маса деталі $m_d = 13$ кг

Тип виробництва – дрібносерійний

Обсяг партії $n = 48$ деталей

Матеріал: СЧ15 ГОСТ 1412-89

На вибір способу отримання заготовки впливають наступні фактори: вид матеріалу, його марка (СЧ15), фізико-механічні властивості металу, з якого повинен бути виготовлений виріб (таблиця 1.2, таблиця 1.3); програма пуску виробів (500), тип виробництва (дрібносерійний), розміри і конструктивні форми виробу, характер обладнання, що використовується.

Для зменшення відходів металу і зменшення трудомісткості як в процесі лиття, так і в процесі подальшої обробки, поковкам бажано надати найбільш простої форми, обмежену плоскими або циліндричними поверхнями. Заготовку отримуємо литвом.

Розрахункову масу заготовки визначаємо з її номінальних розмірів. Орієнтовну величину розрахункової маси допускається визначати по формулі:

$$M_Q = M_{q1} + M_{q2} + M_{q3}$$

M_Q – розрахункова маса заготовки, кг;

M_q – маса деталі, кг; (розділеної на 3 частини ГОСТ 26645-85)

$$M_Q = 20,3 + 4,94 + 2,92 = 28,16 \text{ кг}$$

$$K_M = 16/29,16 = 0.57$$

Собівартість заготовки з прокату

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з}},$$

де M – затрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{\text{о.з}}$ – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутків, розрізки їх на поштучні заготовки:

$$C_{\text{о.з}} = \frac{C_{\text{п.з}} * T_{\text{шт(ш-к)}}}{60 * 100},$$

де $C_{\text{п.з}}$ – проведені затрати на робочому місці, коп./г;

$T_{\text{шт(ш-к)}}$ – штучний або штучно-калькуляційний час проведення заготівельної операції (різка і ін.).

Затрати на матеріал визначаються по масі вилівка, потрібні на виготовлення деталі, і масі зданої стружки.

$$M = M_Q S - (M_Q - M_q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000},$$

де M_Q – маса заготовки, кг;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн.;

M_q – маса готової деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$ – ціна 1 т відходів, грн.

Ціна матеріалів і заготівельні ціни на стружку чорних і кольорових:

$$Q = 11.4 \text{ кг}$$

$$S = \text{грн/кг}$$

$$M_q = 6.32 \text{ кг}$$

$$S_{\text{відх}} = \text{грн/т}$$

Отже маємо:

$$M = 11.4 * S - (11.4 - 6.32) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}$$

$$C_{\text{о.з}} = \frac{C_{\text{п.з}} * T_{\text{шт(ш-к)}}}{60 * 100}$$

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з}}$$

Визначення припусків і розмірів заготовки

Точність виливки 10-5-15-11 ГОСТ 26645-85

2.9 – Ø350мм, розмір виливки $350 + 2 * 2.9 = 355,8$ мм,

4,3 – Ø145мм, розмір виливки $145 + 2 * 4,3 = 153,6$ мм,

3,1 – Ø90мм, розмір виливки $90 + 2 * 3,1 = 96,2$ мм, прийmemo 101,2(різьба)

3,3 – Ø60мм, розмір виливки $145 - 2 * 3,3 = 53,4$ мм,

2,7 – 202мм, розмір виливки $202 + (2,7 + 2,7) = 207,4$ мм

2,5 – 22мм, розмір виливки $22 + (2,7 + 2,5) = 27,2$ мм

2,5 – 138мм, розмір виливки $138 + (2,7 - 2,5) = 138,2$ мм

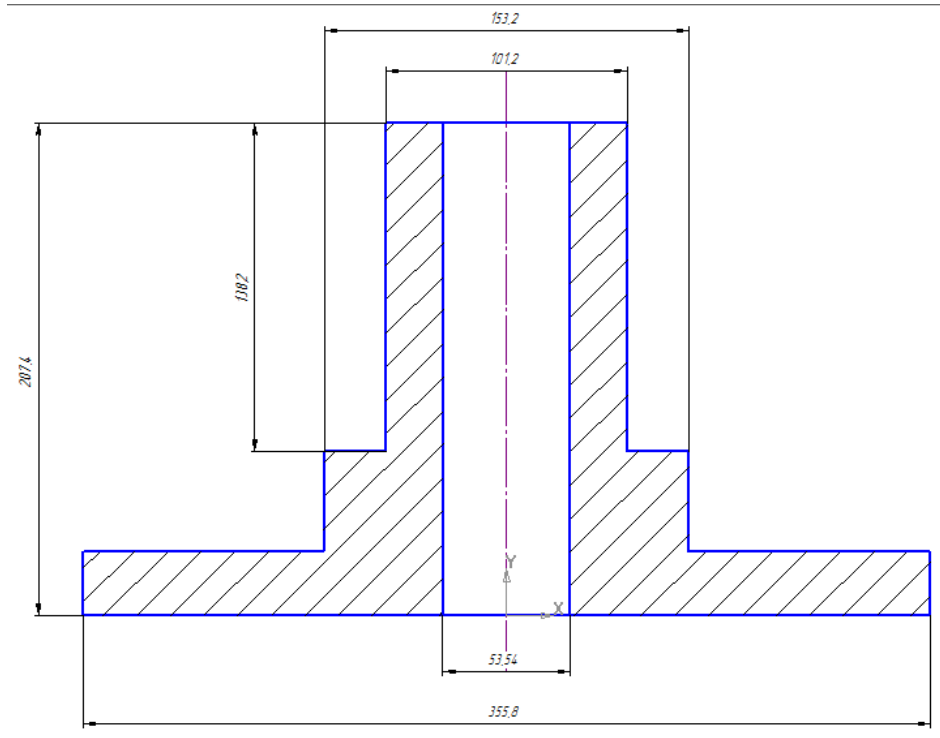


Рисунок 1.1 – Профіль і розмір заготовки

Оцінка варіантів заготовки

Коефіцієнт використання матеріалу $K_M = 16/29,16 = 0.57$

Враховуючи конструктивну форму виробу, тип виробництва і марку матеріалу саме цей спосіб отримання заготовки є найоптимальнішим і задовольняє наші вимоги.

1.6 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

Критерієм оптимальності є мінімум затрат на виготовлення деталі – мінімум технологічних переходів.

Вихідними даними для розробки маршруту механічної обробки є:

- робоче креслення деталі;
- призначення і умови роботи деталі.

Таблиця 2.1 – Опис базового техпроцесу

№ операції	Назва та зміст операції	Ескіз обробки деталі
010	<p>Токарна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. підрізати торець 24,7 2. точити поверхню $\varnothing 30$ 	<p>* Размер для довідок</p>
015	<p>Токарна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. підрізати торець 202 2. точити поверхню $\varnothing 92$ 3. точити поверхню $\varnothing 95$ 4. точити поверхню $\varnothing 147,457$ 5. точити поверхню 22,2 6. точити поверхню $\varnothing 90,397$ 7. точити поверхню $\varnothing 145,507$ 8. точити поверхню 20 9. точити поверхню $\varnothing 90$ 10. точити поверхню $\varnothing 64$ 11. точити поверхню $\varnothing 90$ 12. нарізати різьбу M95 13. розточити $\varnothing 59,5$ 14. розвернути $\varnothing 60$ 	<p>* Размер для довідок</p>
020	<p>Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. фрезерувати паз 20 2. фрезерувати паз 20 	<p>* Размер для довідок</p>

025	<p>Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> свердлити $\varnothing 5,2$ зенкерувати $\varnothing 6$ нарізати різьбу М6 свердлити $\varnothing 5,2$ зенкерувати $\varnothing 6$ нарізати різьбу М6 	
030	<p>Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> свердлити $\varnothing 7$ зенкерувати $\varnothing 8$ нарізати різьбу М8 	
035	<p>Горизонтально-протяжна</p> <p>15.протягнути 18</p>	

1.7 Вибір засобів технологічного оснащення

Таблиця 8 – Різальний та вимірний інструменти

Номер операції	Різучий інструмент	Вимірний інструмент
010	<p>Різець 1506.2194-1221-01 ВК8 СТП 1979-78</p> <p>Різець 1506.2194-1221-01 ВК8 СТП 1979-78</p>	<p>ШЦ-I 0-125 ГОСТ 166-87</p> <p>ШЦ-II 0-500 ГОСТ 166-73</p>

1.8 Розрахунок припусків на механічну обробку

Таблиця 9 – Міжопераційні припуски і розміри обробки, пов.-13
різьба M95x2-8g

Назва операції	Заготовка	Точіння	Нарізання різьби
Поле допуску	<i>IT14</i>	<i>H9</i>	<i>g8</i>
Відхилення, мм	$\pm 1,4$	$\begin{matrix} +0,087 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} -0,010 \\ -0,056 \end{matrix}$
Розміри після обробки, мм	101,2 <i>IT14</i> ($\pm 1,4$)	95,82 <i>H9</i> ($\begin{matrix} +0,087 \\ 0 \end{matrix}$)	M95x2- <i>g8</i> ($\begin{matrix} -0,010 \\ -0,056 \end{matrix}$)

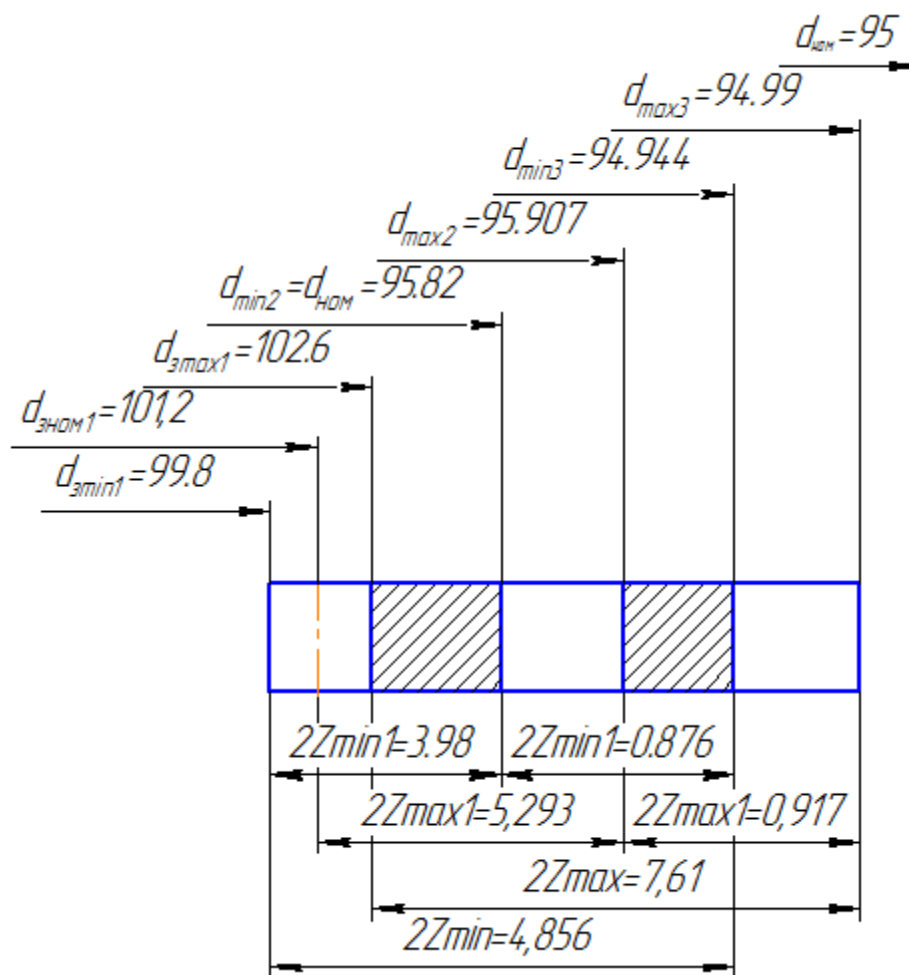


Рис. 1.2 – Схема припусків на поверхню 13

Таблиця 10 – Міжопераційні припуски і розміри обробки, $\varnothing 90f9$ пов.11

Назва операції	Заготовка	Точіння чорнове	Точіння	Точіння чистове
Поле допуску	<i>IT14</i>	<i>IT11</i>	<i>IT10</i>	<i>f9</i>
Відхилення, мм	$\pm 1,4$	$\pm 0,7$	$\pm 0,2$	$-0,036$ $-0,123$
Розміри після обробки, мм	101,2 <i>IT14</i> ($\pm 1,4$)	92,247 <i>IT11</i> ($\pm 0,7$)	90,397 <i>IT10</i> ($\pm 0,2$)	$\varnothing 90f9$ ($-0,036$ $-0,123$)

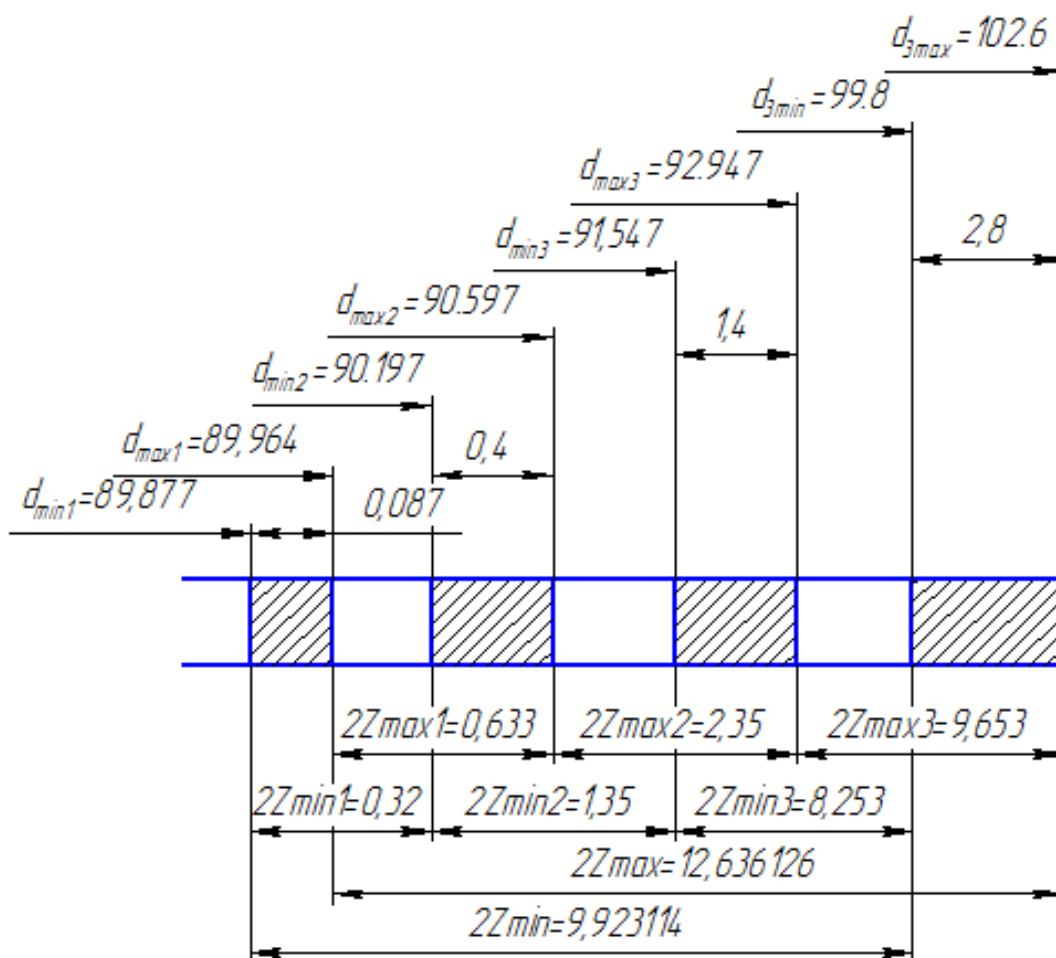


Рис. 1.3 – Схема припусків на поверхню 11

Таблиця 11 – Міжопераційні припуски і розміри обробки, $\varnothing 60H9$ пов.4

Назва операції	Заготовка	Розточування	Розвертання
Поле допуску	$IT14$	$IT10$	$H9$
Відхилення, мм	$\pm 1,2$	$\pm 0,7$	$+0,074$ $+0$
Розміри після обробки, мм	$53,4$ $IT14(\pm 1,2)$	$59,5$ $IT11(\pm 0,3)$	$\varnothing 60H9 \left(\begin{matrix} +0,074 \\ +0 \end{matrix} \right)$

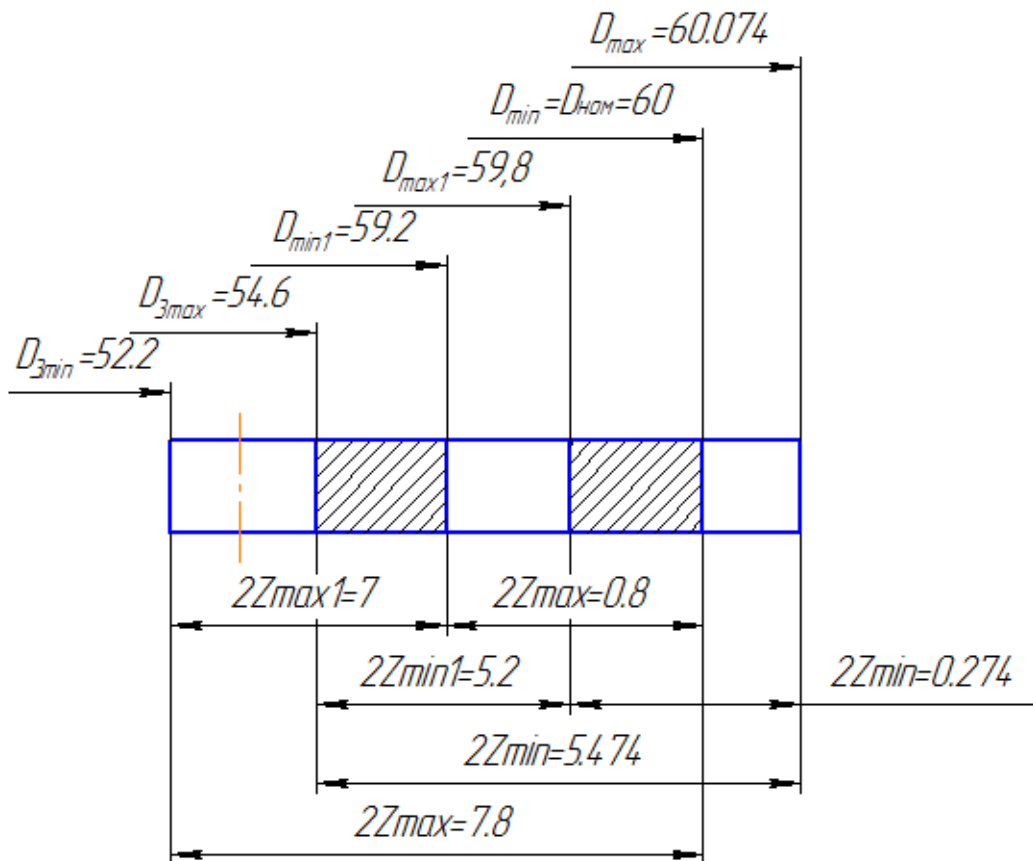


Рис. 1.4 – Схема припусків на поверхню 4

1.9 Визначення режимів різання

Токарна з ЧПК

Операція складається із наступного технологічного переходу:

Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.

Різець 2194-1220-01 BK8 СТП 1979-78

Визначити елементи режимів різання і занести їх в таблицю:

Глибина різання t , мм – прийняти за максимальним міжопераційним припуском на одну сторону (№ 4 [10,с.16-26]).

Подача S , мм/об. – нормативне значення S_n : за [3], с.646–647, табл.7

прийняти подачу за паспортом верстата

Стійкість інструмента T , хв.

нормативне значення T_n – за [3], с.647, 680 .

Швидкість різання V , м/хв. :

Частота обертання шпинделя n , хв.-1 :

розрахункове значення n_p

прийняти частоту за паспортом верстата $n : n < 1,1 \cdot n_p$.

Розрахунок режимів різання, точіння поверхні 2, діаметром 115мм.

Глибина різання $t=5,2$ мм

. подача $S_n=0.7$ мм, приймаємо $S=0.7$ мм.

Стійкість інструмента T , хв

$T=60$ хв, показник відносної стійкості 0.2

Швидкість різання V , м/хв.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ м/хв.};$$

де C_v , m , x , y – показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$T = 60$ – період стійкості в хв.;

$t = 5,2$ – глибина різання мм;

$S = 0.7$ – подача.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\dot{v}}$ – поправочний коефіцієнт швидкості різання, який враховує вплив механічний властивостей, стану поверхні заготовки, марки матеріалу і ін. на швидкість різання.

нормативне значення $V_n=90$ м/хв

поправкові коефіцієнти $K_v = 1,0$

розрахункове значення : $V_p = V_n \cdot K_v = 90 \cdot 1,0 = 90$ м/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 90}{3.14 \cdot 101,2} = 283,5 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата приймаємо 315

Знаходимо фактичну швидкість

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000} \text{ м/хв}; V = \frac{315 \cdot 3.14 \cdot 101.2}{1000} = 100$$

Визначаємо величину машинного часу по формулі:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{103 \cdot 1}{0.7 \cdot 315} = 0.47 \text{ хв}$$

Аналогічно проводимо обрахунки для інших операцій. Результати заносимо у таблицю.

Таблиця 12 – Звідна таблиця режимів різання і норм часу

№ операції		D	L	t	S	n	V	T
010	Токарна з ЧПК							
	підрізати торець	355,8	156,2	2,7	1,2	100	111	1,30
	точити поверхню	355,8	32,2	2,9	0,8	125	98	0,32
015	Токарна з ЧПК							
	підрізати торець	101,2	28,9	2,7	1,0	315	100	0,09
	точити поверхню	101,2	103	5,2	0,7	315	100	0,47
	точити поверхню	101,2	65	3,1	0,7	315	100	0,29
	точити поверхню	147,5	47	3,9	0,7	200	96,4	0,34
	точити поверхню	350	84,5	2,3	1,2	100	110	0,7
	точити поверхню	92,2	103	1,2	0,4	400	116	0,64
	точити поверхню	147,5	47	1,2	0,4	250	116	0,47
	точити поверхню	350	84,5	0,2	0,2	125	137	3,38
	точити поверхню	90	103	0,15	0,15	500	141	1,37
	точити поверхню	145,5	47	0,2	0,15	315	144	0,99
	точити поверхню	95	5,5	0,5	0,25	250	74	0,09
	Нарізати різьбу	95	47	2,0	2,0	160	48	0,9
	Розточити	59,5	207	3,6	0,35	500	94	1,18
Розвернути	60	209	0,25	3,4	40	7,53	1,54	
020	Вертикально-фрезерна							
	Фрезерувати паз	20	42	6	25	400	25,1	1,68

	Фрезерувати паз	20	42	6	25	400	25,1	1,68
025	Вертикально-свердлильна							
	Свердлити	5,2	22	2,6	0,15	1250	2,4	0,115
	Зенкерувати	6	4	1,0	0,4	1250	23,5	0,01
	Нарізати різьбу	6	18	0,75	0,75	250	4,71	0,17
	Свердлити	5,2	22	2,6	0,15	1250	2,4	0,115
	Зенкерувати	6	4	1,0	0,4	1250	23,5	0,01
	Нарізати різьбу	6	18	0,75	0,75	250	4,71	0,17
030	Вертикально-свердлильна							
	Свердлити	7	20	3,5	0,18	1000	22	0,11
	Зенкерувати	8	5	1,0	0,4	800	20	0,02
	Нарізати різьбу	8	24	1,0	1,0	200	5,0	0,22
035	Горизонтально-протяжна							
	Протягнути паз	18	1010	4,4	0,22		10	0,15

1.10 Нормування технологічної операції

Нормування проводимо за рекомендаціями [6] для операції 010.

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

$T_{п.з}$ – підготовчо-заключний час;

n – кількість деталей в партії;

$T_{шт}$ – норма штучного часу.

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{пер}, \text{ де}$$

T_o – основний (технологічний) час;

T_d – допоміжний час, $T_d = T_{вст} + T_{упр} + T_{вим}$;

$T_{вст}$ – час на встановлення та знімання деталей;

$T_{упр}$ – час на управління верстатом;

$T_{вим}$ – час на вимірювання;

$T_{оп}$ – оперативний час, $T_{оп} = T_o + T_d$;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{пер}$ – час нормованих перерв.

1. З попередніх роз рахунків беремо основний час на дану операцію, він становить 1,62хв.
2. Визначаємо допоміжний час.

Знаходимо час на установку та зняття деталі:

$$t_{вст} = 0,35 \text{ хв.}$$

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

$$t_{ПЕР} = 0,15 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на вимірювання:

$$t_{ВИМ} = 0,20 \text{ хв.}$$

$$K_{ВИМ} = 0,4$$

$$t'_{вим} = t_{ВИМ} \cdot K_{ВИМ} = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ хв.}$$

Час на встановлення подачі та частоти обертів двигуна

$$t_n = 0,06 \text{ хв.}$$

Час на налагодження інструмента

$$t_{нал} = 2,2 \text{ хв.}$$

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

$$t'_{дон} = t_{УСТ} + t_{ПЕР} + t'_{вим} + t_n + t_{нал} = 4,34 \text{ хв.}$$

3. Визначення оперативного часу: $t_{опер} = t_{осн} + t_{дон} = 1,62 + 4,34 = 5,96 \text{ хв.}$

4. Визначення часу на обслуговування робочого місця: $t_{обсл} = \frac{a \cdot t_{опер}}{100} = \frac{11 \cdot 5,96}{100} = 0,56 \text{ хв.}$, де

a - процент від оперативного часу

5. Визначаємо час на відпочинок та особисті потреби: $t_{відп} = \frac{в \cdot t_{опер}}{100} = \frac{10 \cdot 5,96}{100} = 0,595 \text{ хв.}$

$в$ - процент від оперативного часу.

6. Знаходимо величину штучного часу: $t_{шт} = t_{опер} + t_{обсл} + t_{відп} = 5,96 + 0,595 + 0,56 = 7,15 \text{ хв.}$

Таблиця 13 – Нормування технологічного процесу

Номер операції	Назва операції	$T_o, \text{ХВ}$	$T_{шт}, \text{ХВ}$	$T_{пз}, \text{ХВ}$	$T_{шт.к}, \text{ХВ}$
010	Токарна з ЧПК	1,62	7,15	24	7,19
015	Токарна з ЧПК	12,45	19,18	24	19,31
020	Вертикально-фрезерна	3,36	7,80	24	7,85
025	Вертикально-свердлильна	0,59	3,8	23	3,9
030	Вертикально-свердлильна	0,35	1,89	23	1,91
035	Горизонтально-протяжна	0,15	1,88	12	1,89

$n = 6$	–	18,52	$\sum T_{шт} = 41,7$	$\sum T_{шт.к} = 42,05$
---------	---	-------	----------------------	-------------------------

1.11 Аналіз техніко-економічних показників

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{вм} = 0,6$, з пункту

Коефіцієнт завантаження верстатів K_3 :

$$K_3 = m_p / m_{пр}, \text{ де}$$

$m_{пр}$ – прийняте (фактичне) число верстатів на операції,

m_p – розрахункова (необхідна) кількість верстатів на операції:

$$m_p = \frac{T_{шт.к}}{t_в}, \text{ де}$$

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляційний час на операції;

$t_в$ – такт випуску деталей

$$m_p = \frac{42,05}{200,846} = 0,21, \text{ приймаємо } 1;$$

$$K_3 = 3/1 = 3;$$

Коефіцієнт використання верстатів за основним часом K_o :

$$K_o = T_o / T_{шт-к}$$

де T_o – загальний (сумарний) основний час на операції

$$K_o = 18,52 / 41,7 = 0,44$$

1.12. Автоматизоване проектування токарної обробки на верстаті з ЧПК

Для розробки операції з ЧПК використаємо програму Sprut CAM 2007.

Процес включає наступні кроки:

побудова тривимірної моделі деталі в редакторі Solid Works;

побудова тривимірної моделі заготовки;

імпорт створених моделей в програму Sprut CAM;

розробка технологічної операції (категорія команд «Технологія»), для цього потрібно вибрати правильну орієнтацію моделі у глобальній системі координат, відмітити поверхні, які треба обробити, вибрати верстат по виду обробки та необхідні для обробки інструменти;

коректування при потребі окремих переходів;

імітація технології обробки в режимі анімації.

В редакторі Solid Works створимо моделі заготовки і деталі для свердлильної операції на верстаті з ЧПК. Вони мають такий вигляд (рис. 1.18).

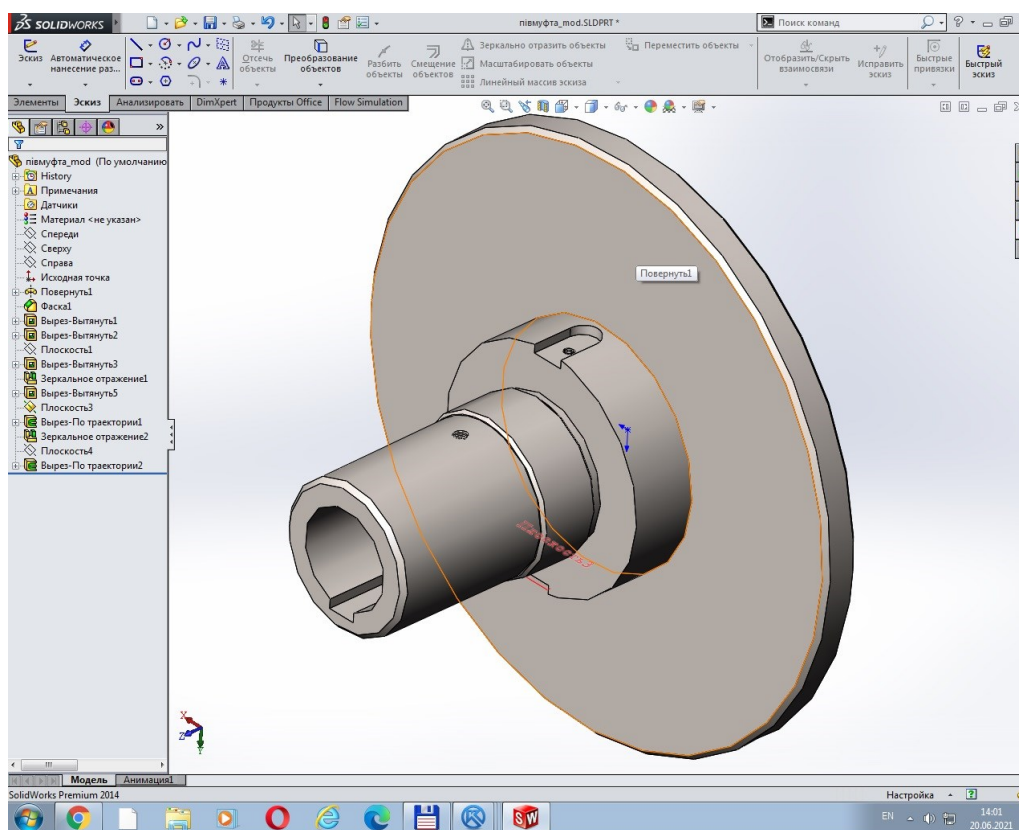


Рис. 1.5 - 3D модель деталі «Півмуфта»

Імпортуємо модель у програму Sprut CAM та орієнтуємо її в потрібному положенні.

При токарній обробці проектуємо свердління отвору по осі деталі та чорнову обробку ступінчастої поверхні.

В опції «Технологія» задаємо діаметр отвору, який треба прсвердлити, вибираємо токарно-гвинторізний верстат з ЧПК та потрібне свердло для обробки.

Створюючи нову технологію, отримуємо вихідне положення свердла перд початком свердління (рис.1.19).

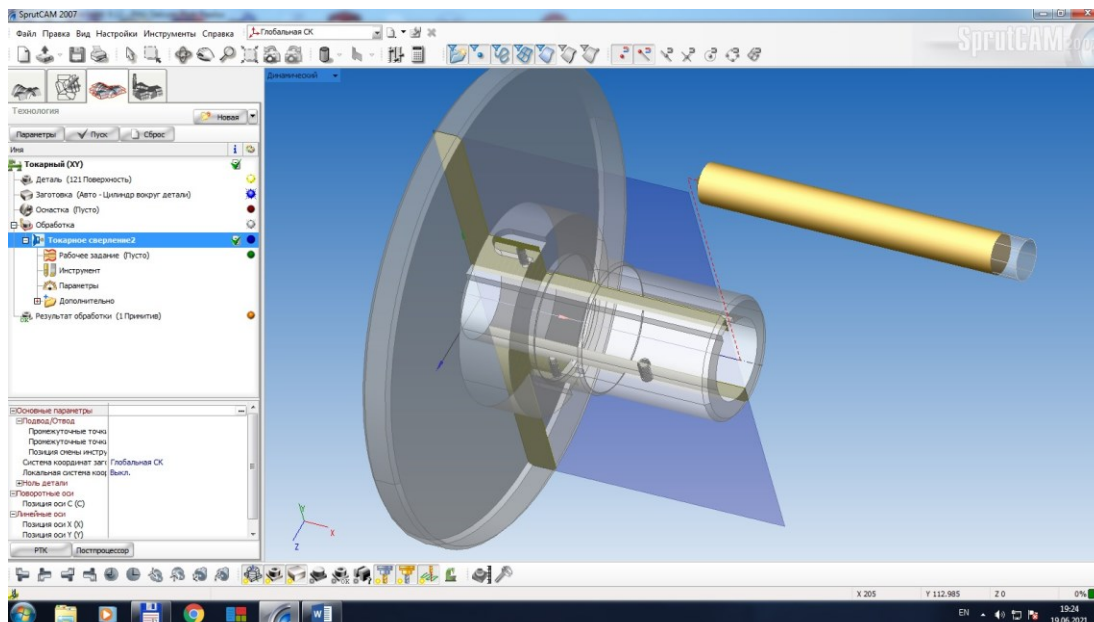


Рис.1.6 – Вихідна позиція інструменту перед початком обробки Запустивши проект, отримаємо процес свердління отвору діаметром 30 мм.

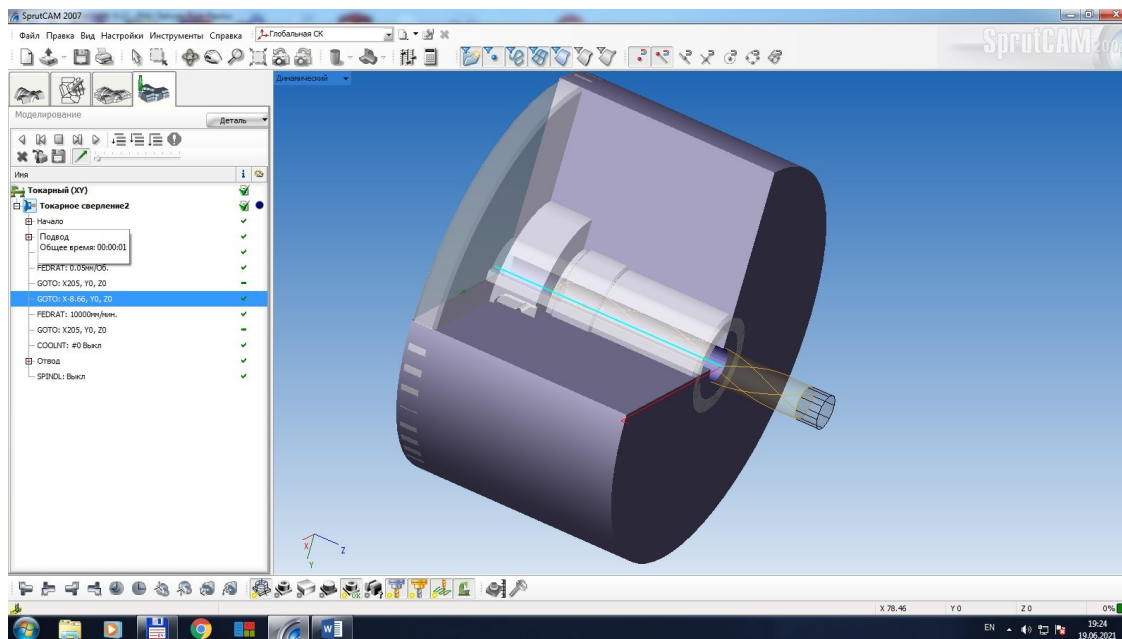


Рис. 1.7 – Інструмент та заготовка в процесі обробки.

Вибравши різець та режими обробки, моделюємо чорнове точіння поверхонь (рис 1.8)

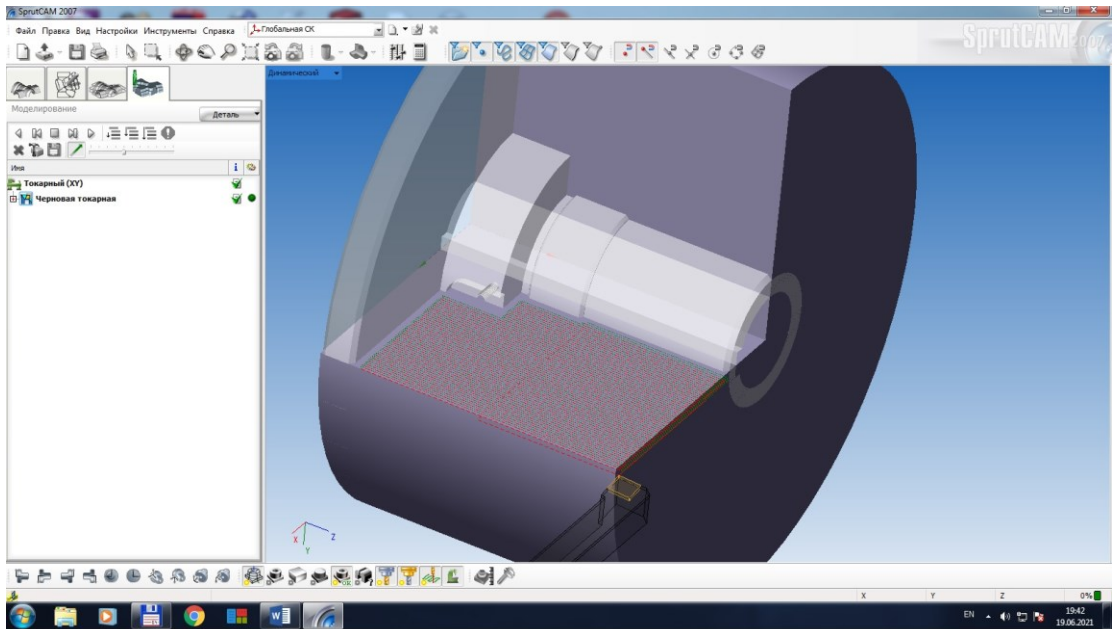


Рис.1.8 – Імітація процесу точіння (перед початком обробки)

На рис. 1.9 зображено проміжну стадію обробки деталі

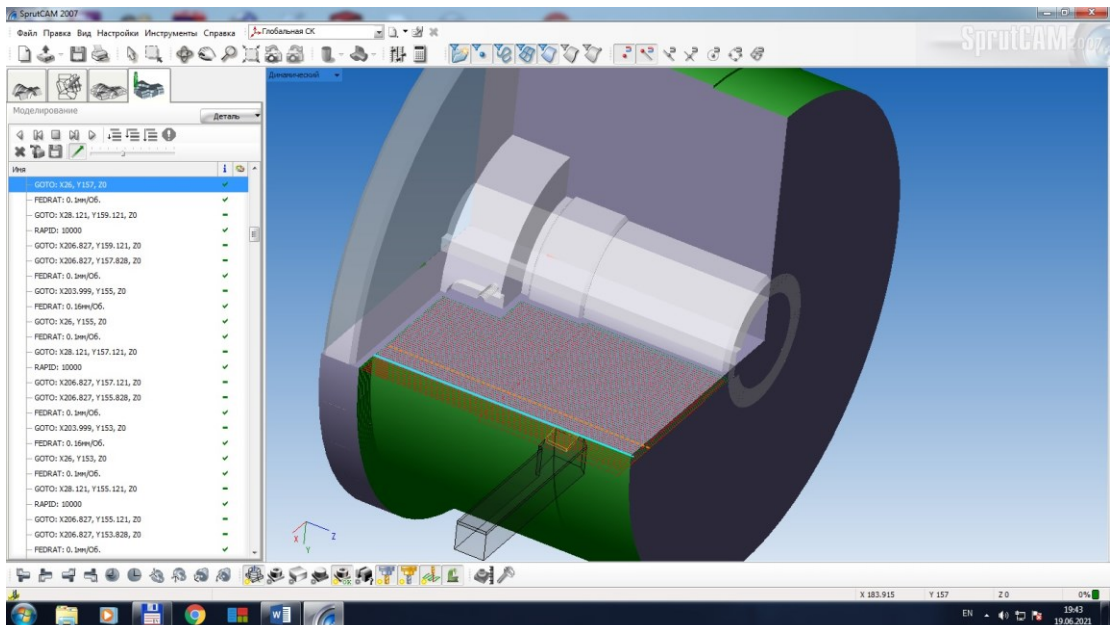


Рис. 1.9 – Заготовка з оброблюваною поверхнею та різець

Останні проходи зображені на рис. 1.11

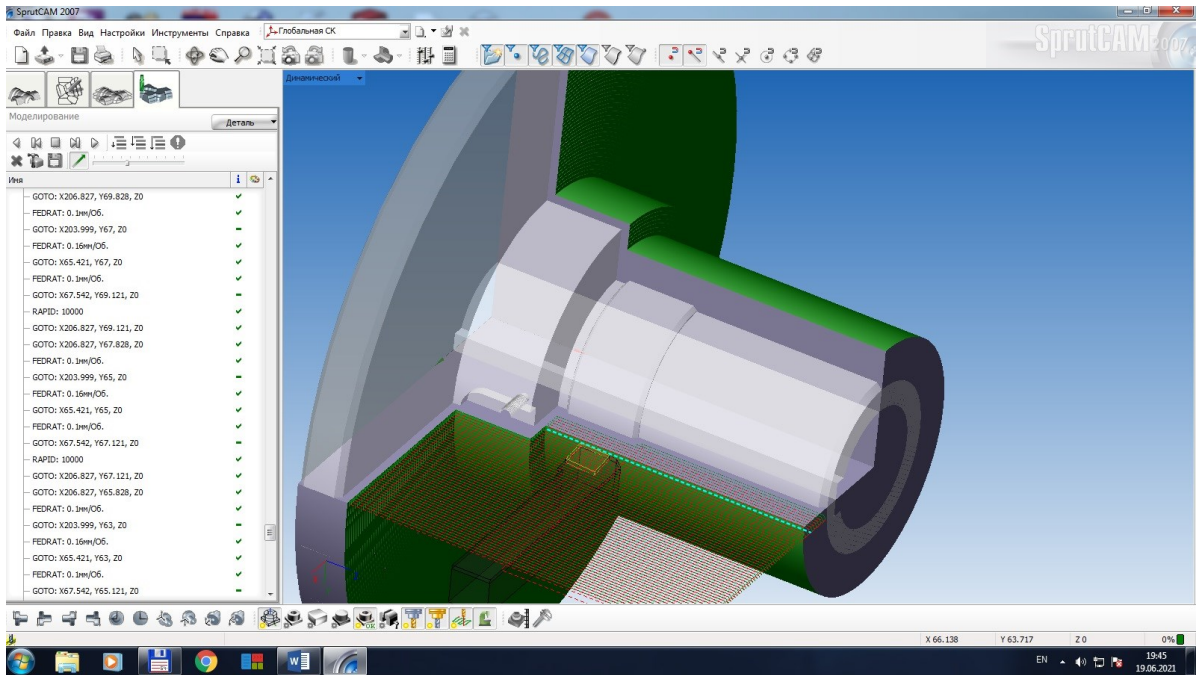


Рис. 1.10 – Останні проходи точіння деталі

Запустивши постпроцесор, генеруємо керуючу програму дл обробки різьбової поверхні (рис.1.12).

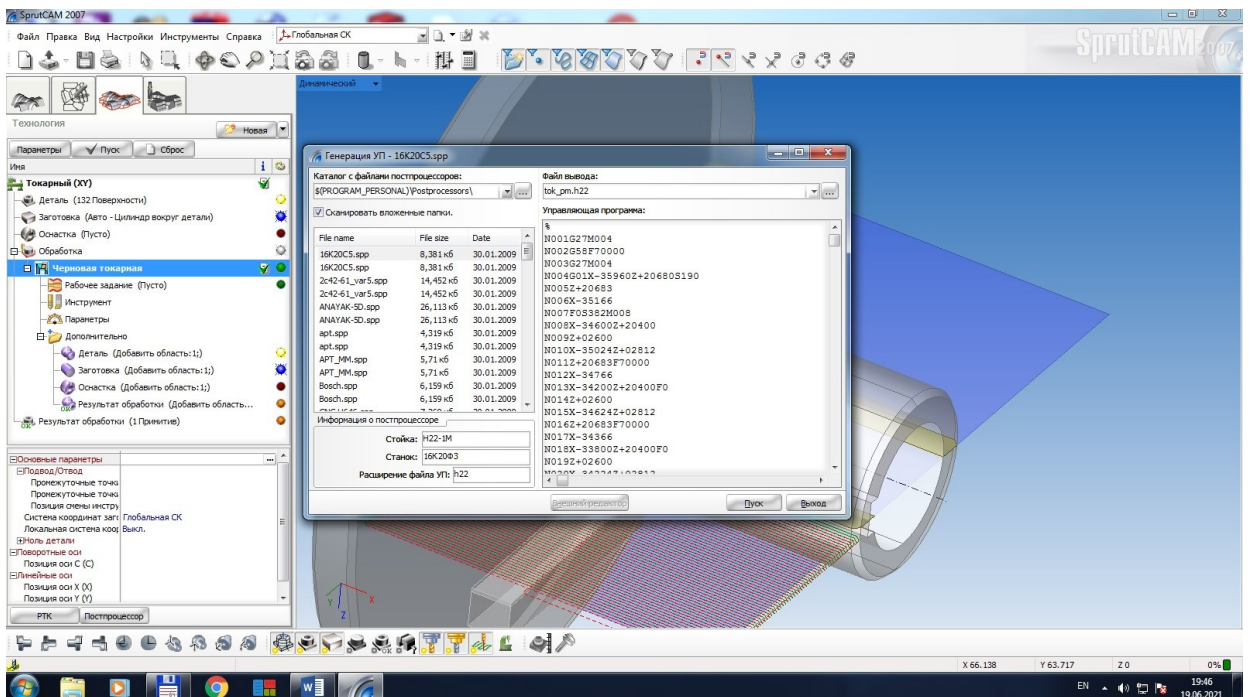
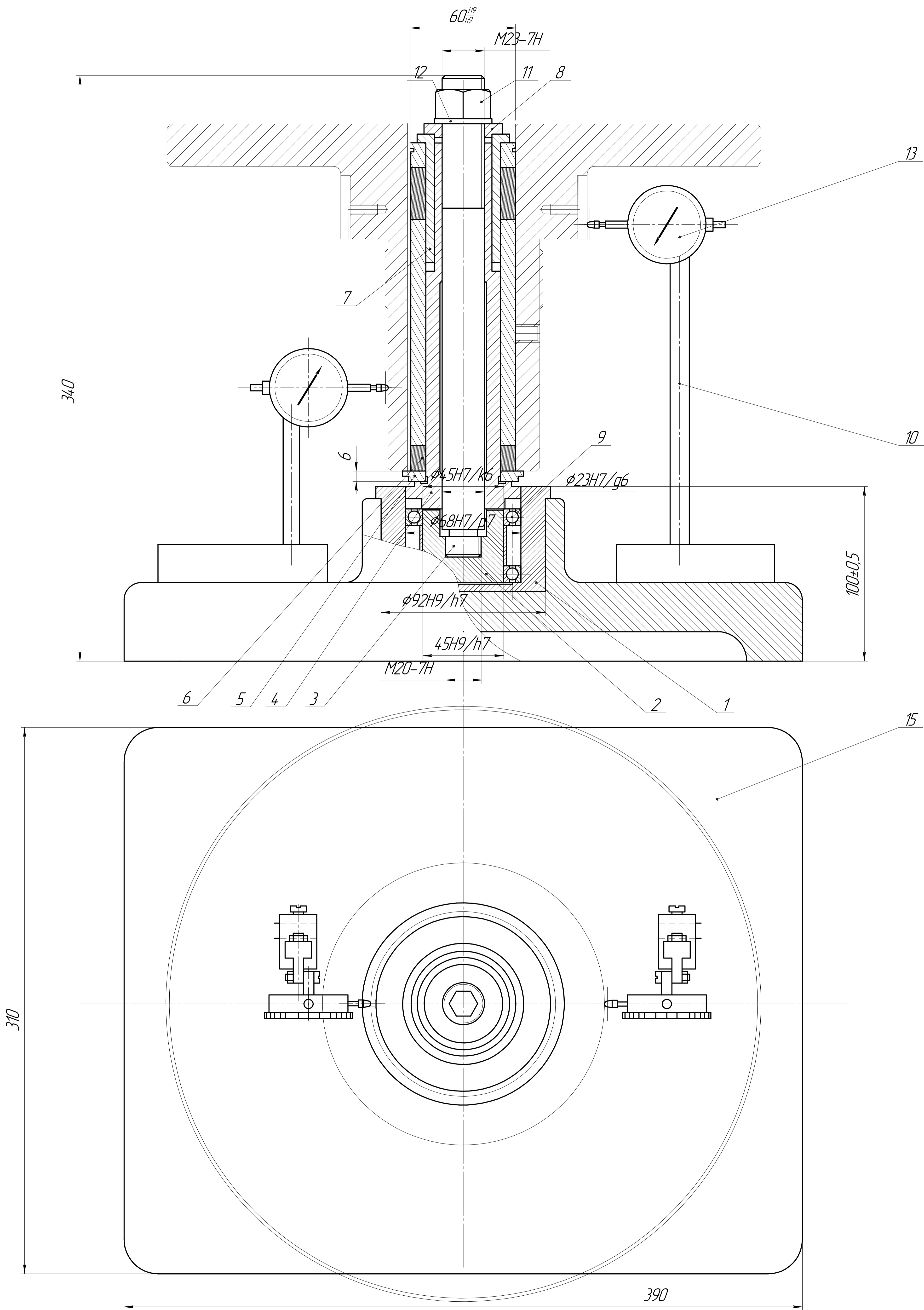


Рис. 1.11 – Генерація програми токарної обробки

Список використаної літератури:

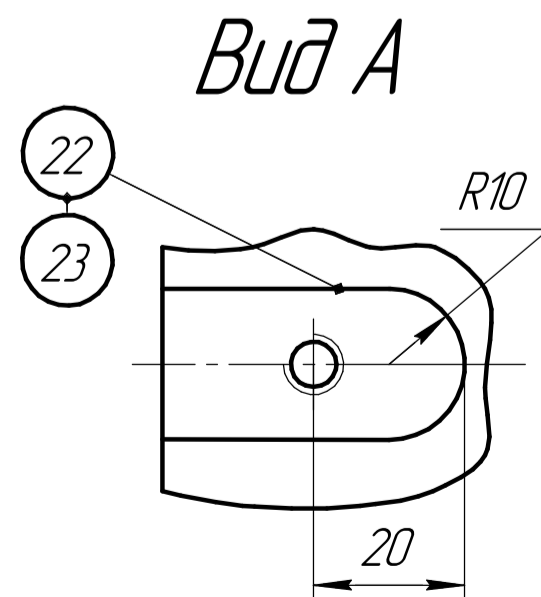
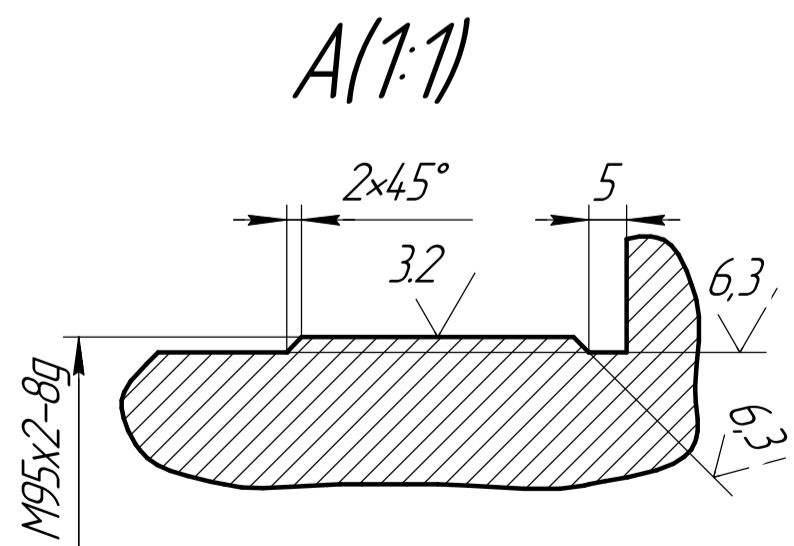
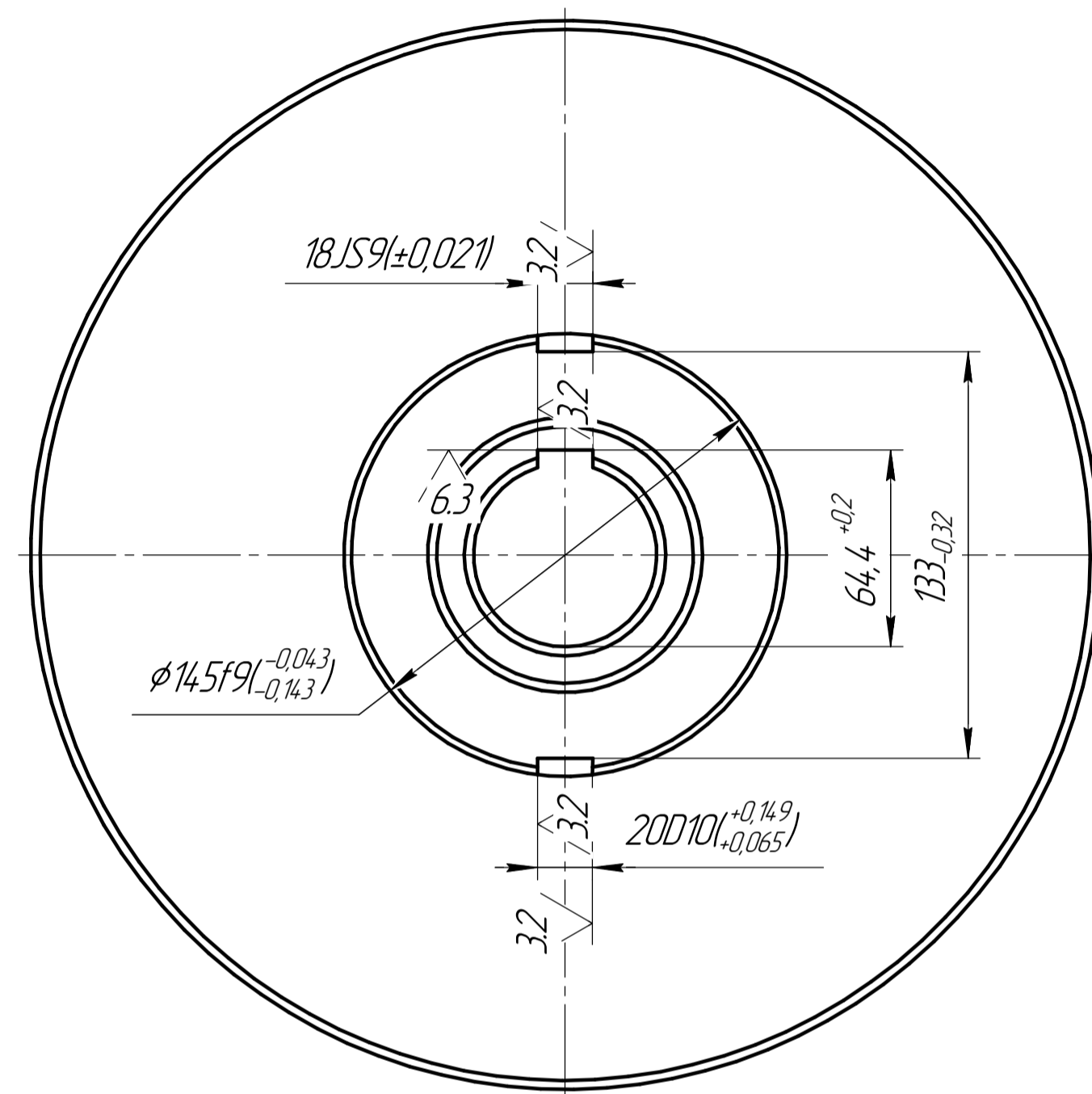
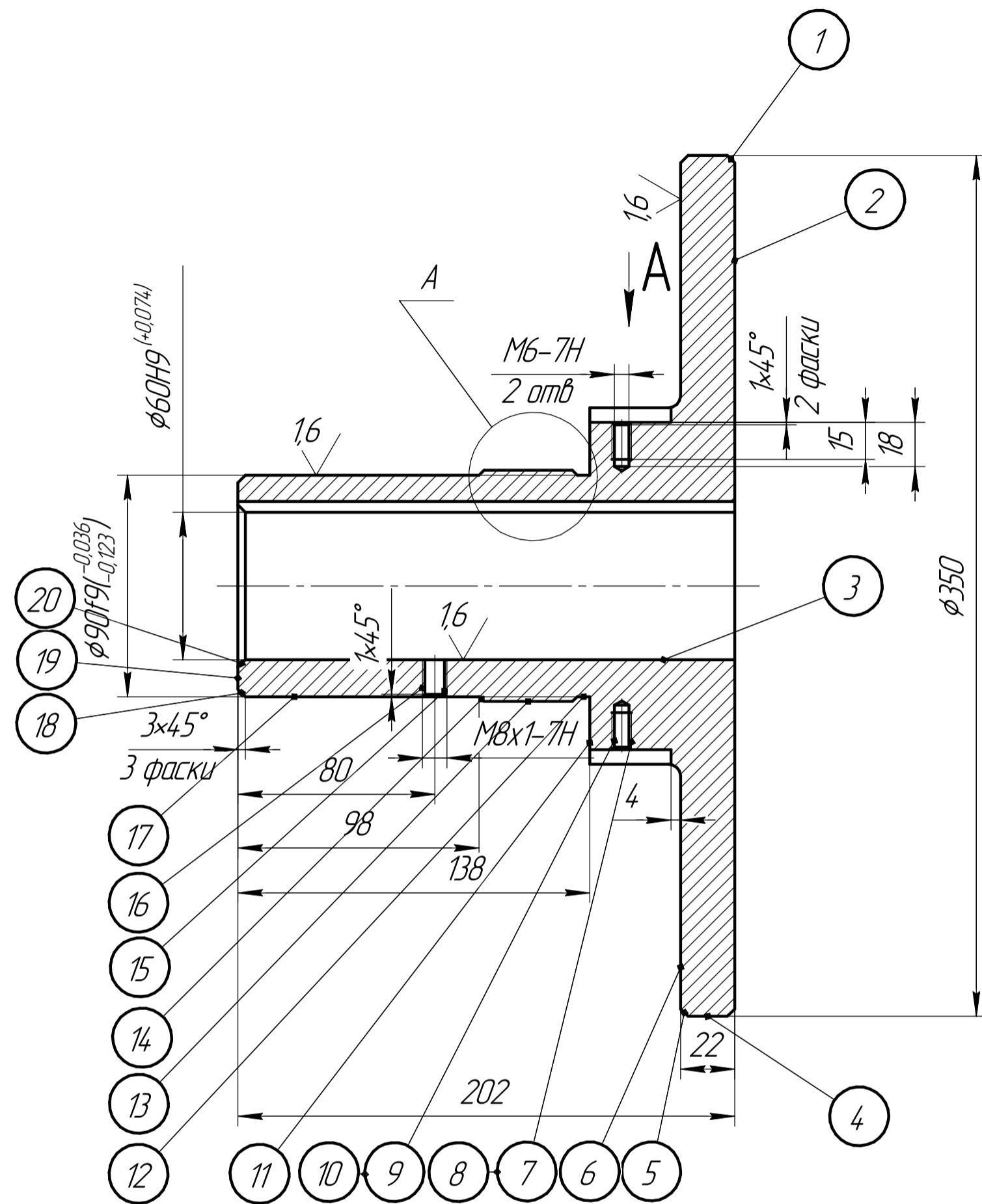
1. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения. – Москва: “Машиностроение”, 1986.

2. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещеркова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещеркова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
5. Справочник инструментальщика под. ред. И.А. Ординарцева – Ленинград «машиностроение» Ленинградское отделение 1987
- 6.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть II. – Москва: "Машиностроение", 1974.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I. – Москва: "Машиностроение", 1974.
8. Справочник техника-конструктора. Под ред. М.Я.Левицкого. – Киев: "Техника", 1978.
9. М.А.Ансеров „Приспособления для металлорежущих станков”– М.: Машино-строение, 1987.
10. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. В.С.Корсаков. – М: Машиностроение 1971.
- 11.Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под. Ред. А. Ф. Горбачевича. – Минск: Высш. школа, 1976.
- 12.Анурьев В.Н. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. М.: Машиностроение, 1982.



1. Пристрій призначений для контролю радіального біття поверхонь $\phi 14.5f9$ та $\phi 90f9$
2. Гайку (поз.11) затягувати з моментом 3,0-3,2 Нм
3. підшипники змащувати ЛИТОЛ ДСТУ-255-96

БДР.ПМ-100.05.000.К17						Стаття	Маса	Масштаб
Ім'я	Колуч	Лист	М'якш	Підп.	Штап	Пристрій контрольний	1.1	Лист
Розроб.	Кожена В.В.							
Проб.	Баруцк Л.О.							
І.контр.								
Реценз.								
І.контр.						Лист	Листов	
Утв.	Панчук В.Г.					ПМ-19-1К		Формат А1



- Невказані радіуси виливки 5мм.
- Відхилення формувачні по ГОСТ 3212-80.
- Точність виливки 10-10 ГОСТ 26645-85.
- Невказані граничні відхилення розмірів h14, H14, ±IT14/2.
- Покриття поверхні В-емаль НЦ, 132П, золотистого-жовта, VI, У2

				БДР.ПМ-100.01.000.Д		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Півмуфта ведена	Лист	Масштаб
Разраб.	Кікена В.В.				Масса	2:1
Проб.	Борщук Л.О.			Лист	Листов	1
Т.контр.				СЧ15 ГОСТ 1412-89		
Н.контр.				ІФНТУНГ ПМ-19-1К		
Утв.	Панчук В.Г.			Копировал Формат А2		

Перш. примеч.
Спроб. №
Взам. инв. №
Инд. № дил.
Подп. и дата
Инд. № подл.

БДР.ПМ-100.03.000.ІН

Крок гвинтової канавки 15 мм

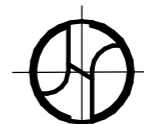
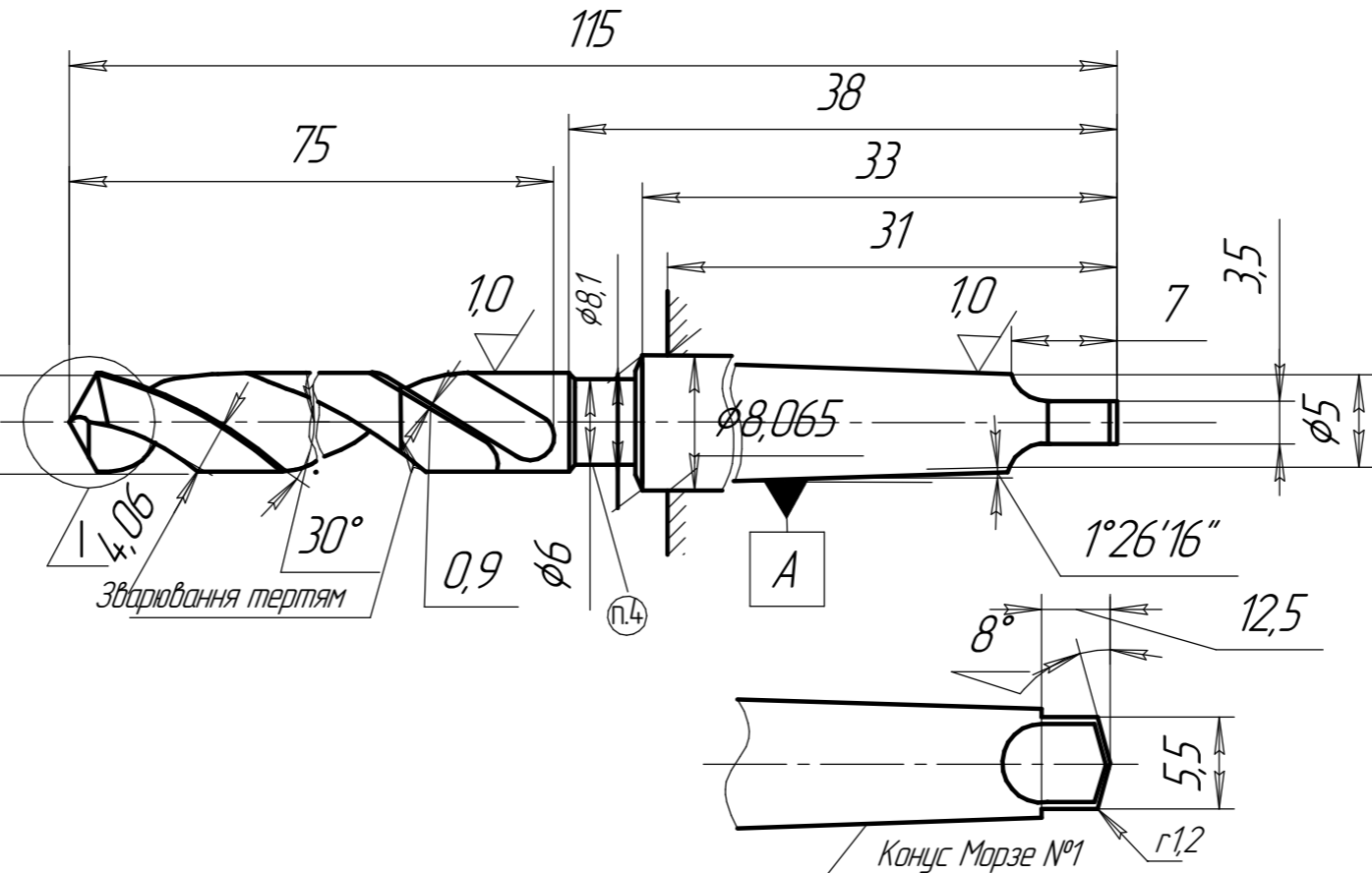
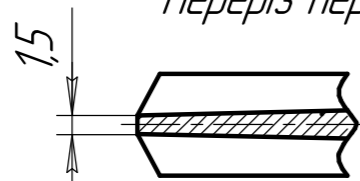
20

0,15 A

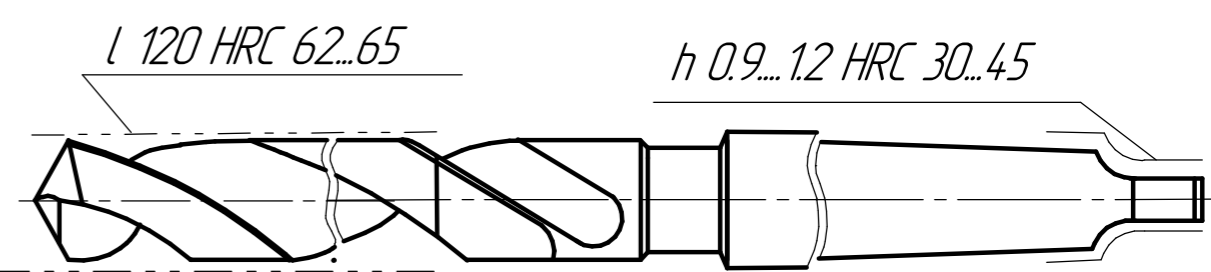
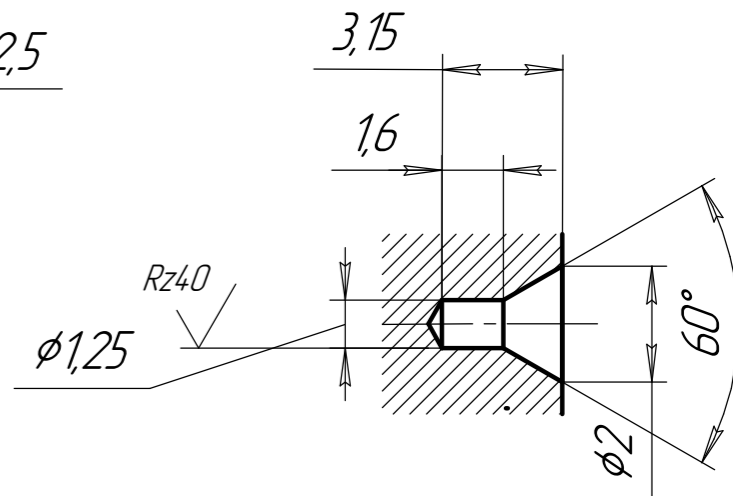
0,3 A

$\phi 7_{-0,036}$

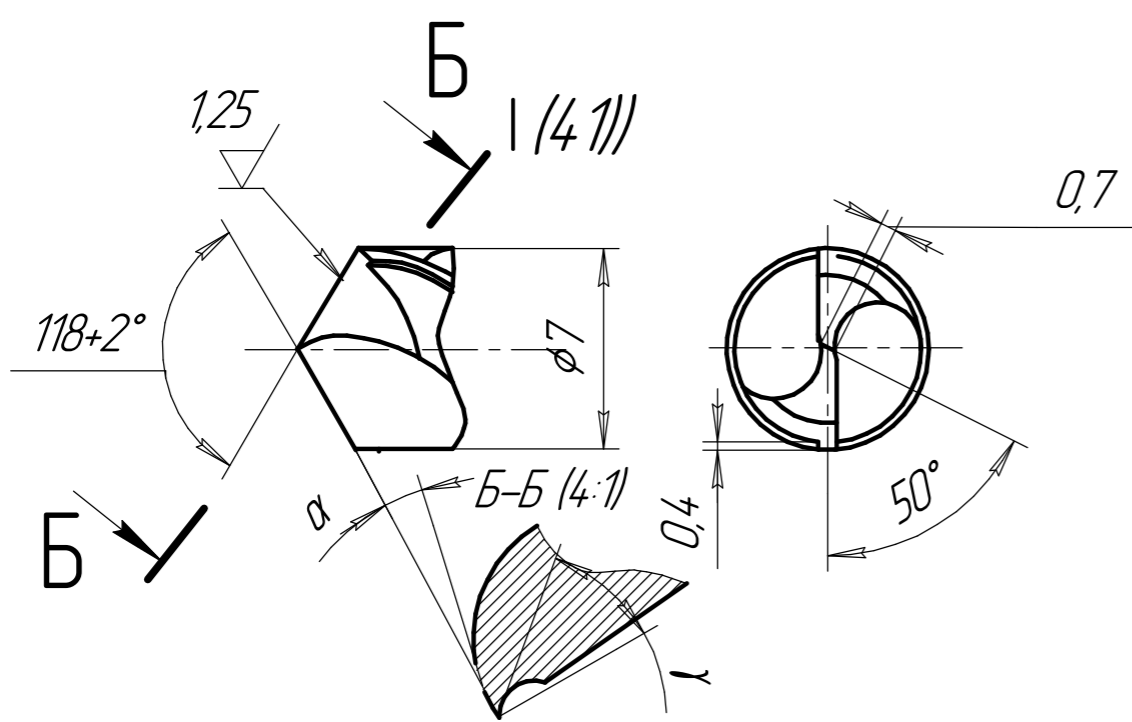
Переріз перемички



Центровий отвір (M5:1)



1. Матеріал ріжучої частини швидкорізальна сталь Р18
2. Матеріал хвостовика сталь 40Х ГОСТ 1050-88.
3. Допускається зварка тертям.
4. Маркувати: діаметр свердла, марку сталі ріжучої частини і товарний знак заводу-виробника.



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

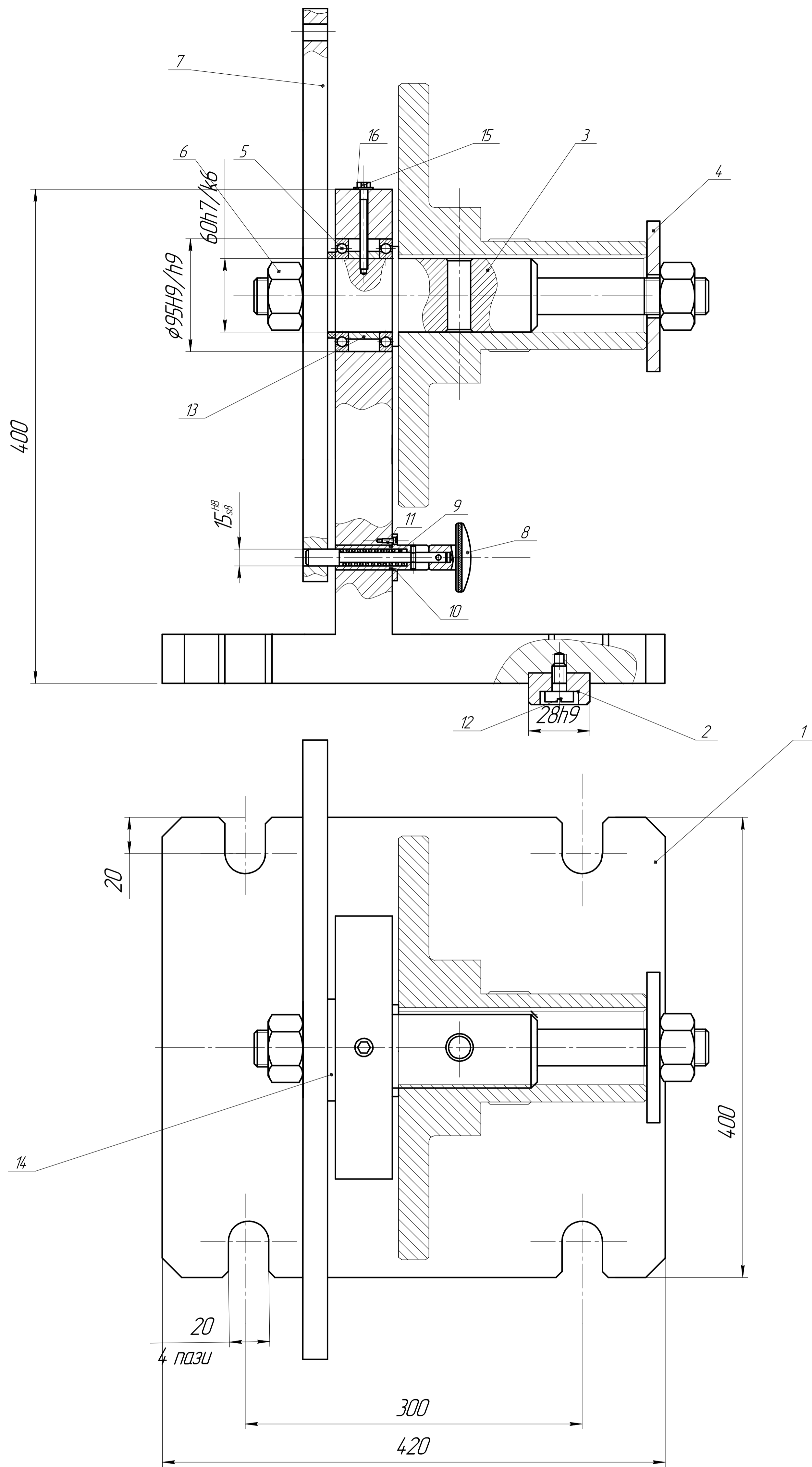
Подп. и дата

Инд. № подл.

				БДР.ПМ-100.03.000.ІН				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Свердло спіральне φ7 мм з конічним хвостовиком	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Кікена В.В.						0,15	2:1
Проб.	Борцук Л.О.					Лист	Листов	
Т.контр.	Борцук Л.О.							
Н.контр.								
Утв.	Панчук В.Г.							
						ІФНТУНГ ПМ-19-1К		

Копировал

Формат А3



1. Пристрій призначений для свердління отворів під різьбу М8 та нарізання різьби М8 на вертикально-свердильному верстаті мод. 2Н125
 2. Підшипники змастити консистентним мастилом ЛІТОЛ-24

Лист № 1/2014
 Підпис і дата
 Взам. інв. №

						БДР.ПМ-100.04.000.СК		
						Пристрій свердильний		
						Стадія		
						Масса		
						Масштаб		
						2:1		
						Лист		
						Листов		
						ІФНТЧНГ		
						ПМ-19-1К		
						Формат А1		