

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Лужний Ростислав Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі “ Шпindel 0735.402413.477”

(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

Лужному Ростиславу Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Шпindel 0735.402413.477”

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 різьбового різця, ____ 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 _____

Лужний Р.Р

Керівник _____

Борушак Л.О.

1 Технологічна частина

1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі

1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Деталь «Шпindel» 0735.402413.477 відноситься за класифікацією, розробленою Ф. С. Дем'янюком до деталей круглі стержні і є складовою частиною магістрального вентиля, які використовуються на АЕС і монтується безпосередньо у корпус. Пази в даній деталі служать для опускання та піднімання засувки, яка відповідно зменшує або збільшує потік газу чи рідини. Поверхня 9 (зовнішня циліндрична поверхня) служить напрямною в даному шпindelі і виготовляється по високому класу шорсткості. На різьбу закручується золотник, із обертанням якого здійснюється опускання та піднімання засувки.

Поверхні з найвищою точністю і шорсткістю:

- поверхня 9 - $\varnothing 40f9$ – Ra 0.20 мкм;
- поверхня 7 - Ra 0.80 мкм.

Габаритні розміри деталі:

- $\varnothing 56 \times 920$ мм.

Маса – 9,0 кг.

Опис конструкції деталі приводимо в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Опис конструкції деталі

№ поверхні	Конфігурація та службове призначення поверхонь	Розміри, мм	Квалітет точності, допуск, мм	Точність форми та розміщення	Шорсткість Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
1	Торцева сферична поверхня.	$\varnothing 56 \times$	h14		3,2
	Допоміжна конструкторська база.	R150			
2	Зовнішня циліндрична поверхня.	$\varnothing 56$	h14		6,3
	Допоміжна конструкторська база.				
3-6, 21-22	2 пази. Виконавча поверхня.	32	h14		6,3
7	Конусна поверхня. Допоміжна конструкторська база.	$9 \times 45^\circ$	h14	Допуск радіального биття до пов 9- 0,06мкм	0,8

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
8	Фаска. Вільна поверхня.	1X45°	h14		6,3
9	Зовнішня циліндрична поверхня.	Ø44	f9		0,2
10	Основна конструкторська база Фаска. Вільна поверхня. Для полегшення складання.	1X45°	h14		6,3
11	Канавка. Технологічна поверхня. Під вихід інструменту	10X4,1	h14		6,3
12,15, 16,17	Різьба зовнішня трапециїдальна. Виконавча поверхня.	Tr40X6 LN	e7	Допуск радіального биття д пов. 9 0,3мкм	1,6
13	Фаска. Вільна поверхня. Для нарізання різби	3,5X45°	h14		6,3
14	Торець. Допоміжна конструкторська база.	Ø40	h14		6,3
18	Фаска. Вільна поверхня	4X45°	h14		6,3
19	Торець. Допоміжна конструкторська база.	Ø40	h14		6,3
20	Канавка. Технологічна поверхня. Під вихід інструменту	6X1	h14		6,3

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 14X17H2-6-T ГОСТ 5949-75

Вміст елементів, %							
Ni	Cr	Si	Mn	S	P	Ti	Cu
Не більше							
1,5-2,5	16,0-18,0	0,8	0,8	0,025	0,030	0,2	0,3

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 14X17H2-6-T ГОСТ 5949-75

σ_B , МПа	KCU Дж/м ²	Ψ , %	δ_B , %	$\sigma_{0,2}$, МПа	НВ	Розміри січення для випробування
Не менше						
1080	64	30	10	835	229...285	60

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ				

1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.

Заготовка шпинделя виготовляється зі сталі 14X17H2, і її можна виготовляти як із прокату так із штамповки. Так як відношення $l/d > 10$, то деталь відноситься до довгих валів, при виготовленні яких необхідно використовувати спеціальні пристрої та підтримуючі лонети.

Деталь в загальному не є складної конфігурації і при її обробці не виникатиме труднощів. В основному обробка проводиться в даному тех. процесі на верстатах токарної і фрезерної групи. При обробці пазів деталь закріплюється на столі верстату прихватами. Обробка проводиться на горизонтально-фрезерному верстаті. Сферу обробляють на токарно-гвинторізному верстаті широким різцем. Канавки, трапеційна різьба та поверхня 9 на токарно-гвинторізному верстаті 1М63. Поверхня 9 також ще піддається обробці на кругло-шліфувальному верстаті, а також обкатують та полірують.

До всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ різального і вимірного інструменту.

Всі оброблювані поверхні розміщені паралельно чи взаємоперпендикулярно.

Жорсткість деталі забезпечується лонетами.

Призначення деталі та річна програма не потребують іншої заміни матеріалу.

Згідно ГОСТу 14202-73 проводимо кількісний аналіз технологічності по трьох коефіцієнтах:

коефіцієнт уніфікації K_U ;

коефіцієнт точності K_T ;

коефіцієнт шорсткості $K_{Ш}$.

Для цього на кресленні деталі позначаємо цифрами всі поверхні .

Загальна кількість поверхонь – 22

З них оброблюваних – 22

Уніфікованих – 6

Поверхонь по 14 кв. точ. – 17

по 9 кв. точ. – 1

по 7 кв. точ. – 4

Поверхонь по 4 кл. шорсткості – 17

по 5 кл. шорсткості – 1

по 6 кл. шорсткості – 4

по 7 кл. шорсткості – 1

по 9 кл. шорсткості – 1

- Визначаємо коефіцієнт уніфікації за формулою

					БДР.ПМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

ст. 27 [8]

де $K_{y\Sigma}$ - коефіцієнт уніфікації;

$Q_{y\Sigma}$ - кількість уніфікованих поверхонь;

Q_{Σ} - загальна кількість оброблюваних поверхонь.

$K_{y\Sigma} = \frac{6}{22} = 0,27$, так як $K_{y\Sigma} < 0,6$, по цьому коефіцієнту деталь не є технологічною.

-Визначаємо коефіцієнт точності за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A\phi}; \text{ ст. 27 [8]}$$

де $A\phi$ - середній клас точності.

$\hat{E}\delta = 1 - \frac{1}{12,5} = 0,92$, так як $K_m > 0,8$, то по цьому параметру деталь технологічна.

-Визначаємо коефіцієнт шорсткості за формулою:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср.}} \text{ ст. 27 [8]}$$

де $B_{ср.}$ - середній клас шорсткості.

$$B_{ср.} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}};$$

$$B_{ср.} = \frac{4 \cdot 17 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 4 + 7 \cdot 1 + 9 \cdot 1}{22} = 5,14$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,15} = 0,195$$

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

Висновок: Деталь є технологічною, за винятком коефіцієнта уніфікації.

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії

Заданий тип виробництва – середньосерійний.

Режим роботи підприємства 2 зміни на добу.

Дані базового техпроцесу наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Трудомісткість операцій.

№ операції	Назва операції	Модель верстату	T _{шт} , хв
025	Токарно-гвинторізна	1М63	19,92
030	Токарно-гвинторізна	1М63	59,76
045	Токарно-гвинторізна	1М63	70,452
050	Токарно-гвинторізна	1М63	70,452
055	Токарно-гвинторізна	1М63	66,114
060	Токарно-гвинторізна	1М63	92,586
065	Горизонтально-Фрезерна	6Р82	32,022
075	Кругло-шліфувальна	3А164	32,514
080	Токарно-гвинторізна	1М63	16,01
085	Токарно-гвинторізна	1М63	49,716
095	Токарно-гвинторізна	1М63	55,38

Число операцій $n = 12$; сумарний штучний час $\sum T_{\text{оп}} = 564,926$ хв.

Середній штучний час:

$$T_{\text{оп. шд}} = \frac{\sum T_{\text{оп}}}{n} = \frac{564,926}{12} = 47,1 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_{\text{д}} = k_{\text{с}} \cdot T_{\text{оп. шд}} = 15 \cdot 47,1 = 706,5 \text{ хв,}$$

де $k_{\text{с}}$ – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва:

$$10 < k_{\text{с}} < 20. \text{ Приймаємо } k_{\text{с}} = 15.$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{t_{\text{д}}} = \frac{3900 \cdot 60}{706,5} = 331 \text{ шт,}$$

де $F_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд робочого часу устаткування.

$$F_{\text{д}} = 3900 \text{ год.}$$

Розрахункова кількість деталей у партії:

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\bar{a}} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{331 \cdot 12}{251} = 15,8 \text{ шт.},$$

де a – періодичність запуску виробів, $a = 12$ днів ([1], с.23);

F – кількість робочих днів у році, $F = 251$ день.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{од.д.}} \cdot n_{\bar{a}}}{480 \cdot 0,8} = \frac{47,1 \cdot 15}{480 \cdot 0,8} = 1,84 \text{ змін.},$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін $C_{np} = 2$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\bar{a}} = \frac{C_{\text{ід.д.}} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{од.д.}}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{47,1} = 16,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\bar{a}} = 16$ шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\bar{a}}} = \frac{331}{16} = 20,7.$$

Приймаємо $i = 20$; $N = i \cdot n_{\bar{a}} = 20 \cdot 16 = 320$ шт.

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльна таблиця вибору заготовок

Змн.	
Арк.	
№ док.ум.	
Підпис	
Дата	

Штамповка	Прокат																				
1	2																				
<p>Вибір, маси штампованої заготовки у 7505199.</p> <p>Н2</p> <p>увальний молот.</p> <p>точності [5].</p> <p>пу сталі</p> <p>упи М3 – п.б. 1 ст. 9 [5].</p> <p>ь складності поковки – ст. 30 [5].</p> <p>1,3±1,6.</p> <p>іцієнт, приймаємо 1,4.</p>	<p style="text-align: center;">Вибираємо прокат круглого перерізу звичайної точності. Матеріал Сталь 14Х17Н2.</p> <p>1. Максимальний діаметр деталі – $\varnothing 56 \text{ h}14$.</p> <p>Поверхню такої точності можна отримати після чорнового, чистового точіння та одноразового шліфування.</p> <p>2. Для визначення вихідного діаметру заготовки складаємо таблицю.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов.</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">Допуск</th> <th rowspan="2">Прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>«+»</th> <th>«-»</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>$\varnothing 56$</td> <td>5</td> <td>0,4</td> <td>1</td> <td>$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>920</td> <td>30</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>950 ± 2</td> </tr> </tbody> </table>	№ пов.	Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір	«+»	«-»	2	$\varnothing 56$	5	0,4	1	$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$		920	30	2	2	950 ± 2
№ пов.	Розмір				Припуск	Допуск		Прийнятий розмір													
		«+»	«-»																		
2	$\varnothing 56$	5	0,4	1	$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$																
	920	30	2	2	950 ± 2																

фігури, яка описує цю заготовку

т:

ефіцієнт

$$2707305,174 \text{ и}^3 = 2707,31 \text{ и}^3$$

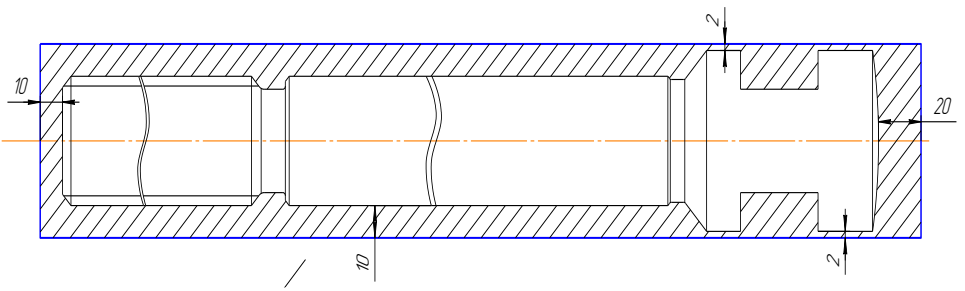
					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

1

об'єкту фігури.
 $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$
 $2,38 \text{ а} = 21,253 \text{ е} \text{ а}$
 обчислення маси заготовки до маси
 складності деталі. ст. 30 [5]
 обчислення маси заготовки до маси фігури 0,593,
 індекс заготовки. ст. 10 тб. 2
 рацію поверхні роз'єму штампа –
 (плоска).
 кути і ковальські напуски по тб. 3
 припуски:
 товщина поверхні 6,3
 товщина поверхні 0,2
 товщина поверхні 6,3
 товщина поверхні 6,3
 кутові припуски, які враховують
 товщина 0,4 - ст. 14 тб. 4 [5]

2

3. Виконуємо ескіз заготовки.



4. Вибираємо прокат звичайної точності $\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$ по ГОСТ 2590-71 ст. 571 [2].

штамповки.
 $d_1 = 61,8 \text{ мм}$
 $d_2 = 46,2 \text{ мм}$
 $d_3 = 956,8 \text{ мм}$
 $d_4 = 116 \text{ мм}$

2

1

обчислення зовнішніх кутів. тб. 7 ст.
 на штамповку – ст. 18 тб. 8 [5]

5. Знаходимо масу заготовки.

$$m_z = V_{\text{заг.}} \cdot \rho$$

$$V_{\text{заг.}} = \pi R^2 \cdot l$$

$$V_{\text{заг.}} = 3,14 \cdot 30^2 \cdot 950 = 2684,7 \text{ дм}^3$$

де $V_{\text{заг.}}$ - об'єм заготовки.

					БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Допуск		Прийнятий розмір
	«+»	«-»	
	2,4	1,2	∅ 61,8 ^{+2,4} _{-1,2}
2	2,4	1,2	∅ 46,2 ^{+2,4} _{-1,2}
0	4,2	2,1	956,8 ^{+4,2} _{-2,1}
	2,7	1,3	116 ^{+2,7} _{-1,3}

$$m_{\varphi} = 2684,7 \cdot 7,85 = 21,075 \text{ т}$$

де ρ для сталей – 7,85 г/см³

6. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу.

$$k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}, \text{ де } m_{дет.} - \text{ маса деталі,}$$

$m_{заг.}$ - маса заготовки.

$$k = \frac{9}{21,075} = 0,427$$

7. Визначаємо собівартість заготовки.

$$C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$$

де C_n – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки.

$$C_n = 47 \text{ грн/кг}$$

$C_{відх.}$ - ціна 1 кілограма відходів (стружки).

$$C_{відх.} = 13 \text{ грн/кг}$$

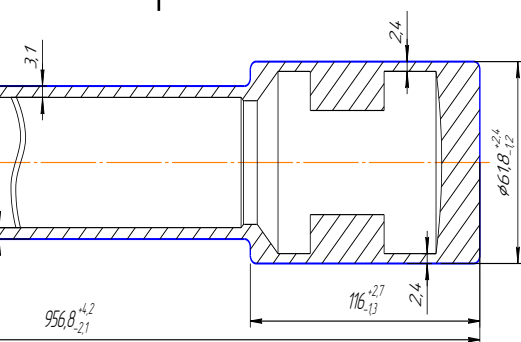
$G_{заг.}$ – маса заготовки.

$G_{дет.}$ - маса деталі.

$$\tilde{N}_{\varphi\ddot{a}\ddot{a}} = 21,075 \cdot 47 - (21,075 - 9) \cdot 13 = 833,55 \text{ \textasciitilde{д\textasciitilde{і}}.}$$

2

заготовки.



Вимоги.

с – 14.

гі – ТЗ.

ості – С1.

12.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ

Арк.

ПОВЕДІННЯ 1°. Тб. 18 ст. 26 [5]
 ЗАГОТОВКИ.
 δ - питомі густина для матеріалу

$$0,9^2 \cdot 116 = 347,78 \tilde{n}i^3$$

$$3,1^2 \cdot 240,8 = 1798,47 \tilde{n}i^3$$

$$0,7,8 \tilde{a} / \tilde{n}i^3 = 16850 \tilde{a}$$

вирішення металу.

1

2

маса деталі, $m_{заг.}$ - маса заготовки.

вартість заготовки.

$$G_{заг.} - G_{відх.} \cdot C_{відх.}$$

вартість матеріалу заготовки.

вартість відходів (стружки).

вартість

$$16,85 - 9) \cdot 13 = 1128 \tilde{a}di.$$

Таблиця 1.6 - Порівняльна характеристика заготовок

Показники	Штамповка	Прокат
Клас точності	T4	Звичайна точність
Маса заготовки	16,85	21,075
Коефіцієнт використання металу	0,53	0,427
Вартість заготовки	1128	833,55

Отже у моєму випадку для виготовлення даної деталі краще взяти прокат. Економічний ефект від вибраного методу отримання заготовки для річної програми становитиме:

					БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E=(C'_{\text{заг}} - C''_{\text{заг}})*N$$

$C'_{\text{заг}}$ – вартість заготовки штамповки;

$C''_{\text{заг}}$ - вартість заготовки прокату;

N – річна програма випуску;

$$E=(1128-833,55)*320=94224 \text{ грн}$$

Отже, вибираємо прокат

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльна таблиця вибору заготовок

Таблиця 1.5

Штамповка		Прокат																							
1		2																							
<p>Визначення розмірів, маси штампованої заготовки проводимо згідно ГОСТу 7505-89.</p> <p>Вихідні дані: матеріал – Сталь 14X17H2 маса деталі – 9 кг.</p> <p>8. Вибираємо штампувальний молот. 9. Визначаємо клас точності. Клас точності Т4 – тб. 19 ст. 28 [5]. 10. Встановлюємо групу сталі Сталь 45 відносять до групи М3 – тб. 1 ст. 9 [5]. 11. Визначаємо степінь складності поковки – ст. 30 [5]. $M_{\text{розрах.}} = m_{\text{дет.}} \cdot K_p$, де $K_p = 1,3 \div 1,6$. K_p – розрахунковий коефіцієнт, приймаємо 1,4. Звідси $m_{\text{сід.}} = 9 \cdot 1,4 = 12,6 \text{ кг}$</p> <p>4.1. Визначаємо масу фігури, яка описує цю заготовку – це циліндр з розмірами:</p> <p>$\varnothing 56 \cdot 1,05$ $l 950 \cdot 1,05$, де 1,05 коефіцієнт $\varnothing_{\text{к.}} 58,8 \text{ мм}$ $l_{\text{к.}} 997,5 \text{ мм}$ $R_{\text{к.}} 29,4 \text{ мм}$</p>		<p>Вибираємо прокат круглого перерізу звичайної точності. Матеріал Сталь 14X17H2.</p> <p>4. Максимальний діаметр деталі – $\varnothing 56 \text{ h}14$. Поверхню такої точності можна отримати після чорнового, чистового точіння та одноразового шліфування.</p> <p>5. Для визначення вихідного діаметру заготовки складаємо таблицю.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов.</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">Допуск</th> <th rowspan="2">Прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>«+»</th> <th>«-»</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">$\varnothing 56$</td> <td align="center">5</td> <td align="center">0,4</td> <td align="center">1</td> <td align="center">$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">920</td> <td align="center">30</td> <td align="center">2</td> <td align="center">2</td> <td align="center">950±2</td> </tr> </tbody> </table>				№ пов.	Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір	«+»	«-»	2	$\varnothing 56$	5	0,4	1	$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$		920	30	2	2	950±2
№ пов.	Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір																				
			«+»	«-»																					
2	$\varnothing 56$	5	0,4	1	$\varnothing 60^{+0,4}_{-1}$																				
	920	30	2	2	950±2																				

Змін.
 Арк.
 № докум.
 Тібіліс
 Дата

БДР.ІМК-269.00.000 ПЗ

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
БДР ДМК-269.00.000 ПЗ	
Арк.	

$$V = \pi R_k^2 \cdot l_k$$

$$V = 3,14 \cdot 29,4^2 \cdot 997,5 = 2707305,174 \text{ мм}^3 = 2707,31 \text{ дм}^3$$

1

4.2. Знаходимо масу даної фігури.
 $M_{\text{фігури}} = V \cdot \rho$; ρ для сталей – $7,85 \text{ г/см}^3$
 $\dot{I}_{\text{о}^3\text{а}^0\text{д}^0\text{е}} = 2707,31 \cdot 7,85 = 21252,38 \text{ а} = 21,253 \text{ е} \ddot{\text{а}}$

4.3. Знаходимо відношення маси заготовки до маси фігури.
 $\frac{\dot{I}_{\text{с.}}}{\dot{I}_{\text{о.}}} = \frac{12,6}{21,253} = 0,593$

4.4. Знаходимо степінь складності деталі. ст. 30 [5]
Якщо відношення маси заготовки до маси фігури 0,593, то степінь складності С2.

12. Визначаємо вихідний індекс заготовки. ст. 10 тб. 2 [5]
Вихідний індекс – 16.

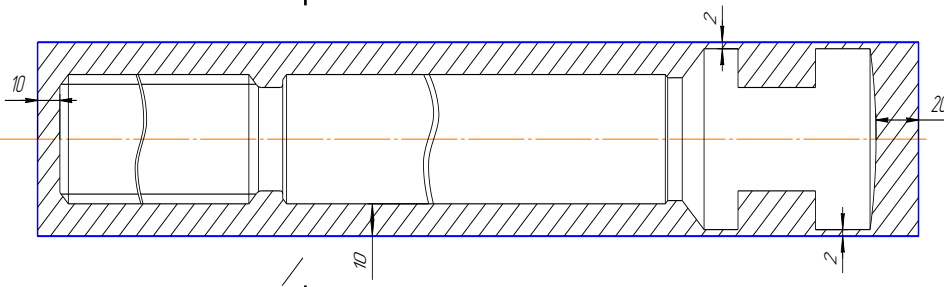
6. Визначаємо конфігурацію поверхні роз'єму штампа – ст. 8 тб. 1 [5]
Конфігурація роз'єму П (плоска).

11. Визначаємо припуски і ковальські напуски по тб. 3 [5].

7.1. Знаходимо основні припуски:
2 - $\varnothing 56$ мм і чистота поверхні 6,3
2,7 - $\varnothing 40$ мм і чистота поверхні 0,2
3 – 950 мм і чистота поверхні 6,3

2

6. Виконуємо ескіз заготовки.



4. Вибираємо прокат звичайної точності $\varnothing 60_{-1}^{+0,4}$ по ГОСТ 2590-71 ст. 571 [2].

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

БДР.ІМК-269.00.000 ПЗ

Арк.

2,2 – 110 мм і чистота поверхні 6,3

7.2. Знаходимо додаткові припуски, які враховують відхилення від площинності.
Додатковий припуск становить 0,4 - ст. 14 тб. 4 [5]

7.3. Знаходимо розміри штамповки.
 $\varnothing 56h14+(2+0,4)\cdot 2=61,8$ мм
 $\varnothing 40f9+(2,7+0,4)\cdot 2=46,2$ мм
 $950+(3+0,4)+(3+0,4)=956,8$ мм
 $110+(2,2+0,4)+(3+0,4)=116$ мм

1

12. Знаходимо заокруглення зовнішніх кутів. тб. 7 ст. 15 [5]
R=3 мм.

13. Знаходимо допуски на штамповку – ст. 18 тб. 8 [5]

$\varnothing 61,8 \begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$

$\varnothing 46,2 \begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$

$956,8 \begin{matrix} +4,2 \\ -2,1 \end{matrix}$

$116 \begin{matrix} +2,7 \\ -1,3 \end{matrix}$

Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір
		«+»	«-»	
$\varnothing 56h14$	$(2+0,4)\cdot 2$	2,4	1,2	$\varnothing 61,8 \begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$
$\varnothing 40f9$	$(2,7+0,4)\cdot 2$	2,4	1,2	$\varnothing 46,2 \begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$

5. Знаходимо масу заготовки.
 $m_z = V_{заг.} \cdot \rho$
 $V_{заг.} = \pi R^2 \cdot l$
 $V_{заг.} = 3,14 \cdot 30^2 \cdot 950 = 2684,7 \pi \text{ м}^3$
де $V_{заг.}$ - об'єм заготовки.
 $m_z = 2684,7 \cdot 7,85 = 21,075 \text{ кг}$
де ρ для сталей – 7,85 г/см³

13. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу.
 $k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}$, де $m_{дет.}$ - маса деталі,
 $m_{заг.}$ - маса заготовки.

$k = \frac{9}{21,075} = 0,427$

2

13. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу.
 $k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}$, де $m_{дет.}$ - маса деталі,
 $m_{заг.}$ - маса заготовки.

$k = \frac{9}{21,075} = 0,427$

11. Вибираємо технічні вимоги.

6. Вихідний індекс – 14.

7. Степінь точності – Т3.

8. Степінь складності – С1.

9. Група сталі – М2.

10. Для зовнішніх поверхонь 1°. Тб. 18 ст. 26 [5]

12. Знаходимо масу заготовки:

$m_{заг.} = V_{заг.} \cdot \delta$, де δ - питома густина для матеріалу

заготовки.

В нашому випадку:

$$V_{заг.} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_1 = \pi R_1^2 \cdot l_1 = 3,14 \cdot 30,9^2 \cdot 116 = 347,78 \tilde{н}ì^3$$

$$V_2 = \pi R_2^2 \cdot l_2 = 3,14 \cdot 23,1^2 \cdot 840,8 = 1798,47 \tilde{н}ì^3$$

$$m_{çàã.} = 2146,25 \tilde{н}ì^3 \cdot 7,85 \tilde{ã} / \tilde{н}ì^3 = 16850 \tilde{ã}$$

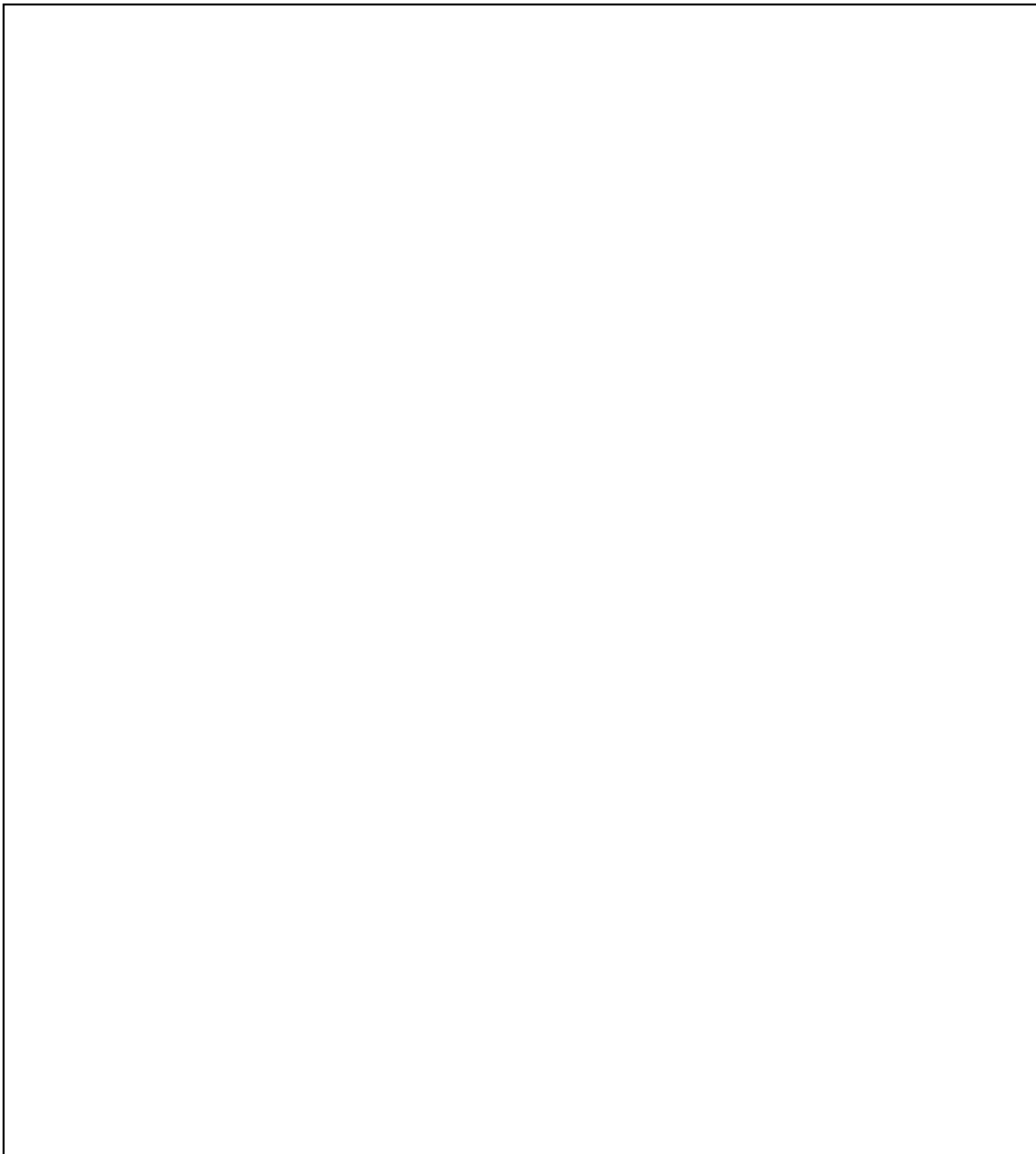
$m_{заготовки}$ - 16,85 кг

13. Знаходимо к використання металу.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<p>Таблиця 1.6</p> <p>Шоріння</p> <p>Льняна характеристика заготовки</p> $k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}, \text{ де } m_{дет.} - \text{ маса деталі, } m_{заг.} - \text{ маса заготовки.}$ $k = \frac{9}{16,85} = 0,53$ <p>14. Знаходимо вартість заготовки.</p> $C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$ <p>де C_n – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки. $C_n = 73$ грн/кг $C_{відх.}$ - ціна 1 кілограма відходів (стружки). $C_{відх.} = 13$ грн/кг $G_{заг.}$ – маса заготовки. $G_{дет.}$ - маса деталі. $\tilde{N}_{сдд} = 73 \cdot 16,85 - (16,85 - 9) \cdot 13 = 1128 \text{ \textit{\textit{\textit{\textit{}}}}}}{оді}.$</p>														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Показники</th> <th>Штамповка</th> <th>Прокат</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Клас точності</td> <td>T4</td> <td>Звичайна точність</td> </tr> <tr> <td>Маса заготовки</td> <td>16,85</td> <td>21,075</td> </tr> <tr> <td>Коефіцієнт використання металу</td> <td>0,53</td> <td>0,427</td> </tr> <tr> <td>Вартість заготовки</td> <td>1128</td> <td>833,55</td> </tr> </tbody> </table>					Показники	Штамповка	Прокат	Клас точності	T4	Звичайна точність	Маса заготовки	16,85	21,075	Коефіцієнт використання металу	0,53	0,427	Вартість заготовки	1128	833,55
Показники	Штамповка	Прокат																	
Клас точності	T4	Звичайна точність																	
Маса заготовки	16,85	21,075																	
Коефіцієнт використання металу	0,53	0,427																	
Вартість заготовки	1128	833,55																	
<p>Отже у моєму випадку для виготовлення даної деталі краще взяти прокат. Економічний ефект від вибраного методу отримання заготовки для річної програми становитиме:</p> $E = (C'_{заг} - C''_{заг}) \cdot N$ <p>$C'_{заг}$ – вартість заготовки штамповки; $C''_{заг}$ - вартість заготовки прокату; N – річна програма випуску; $E = (1128 - 833,55) \cdot 320 = 94224$ грн</p> <p>Отже, вибираємо прокат</p>																			

БІР ЛМК-269.00.000 ПЗ

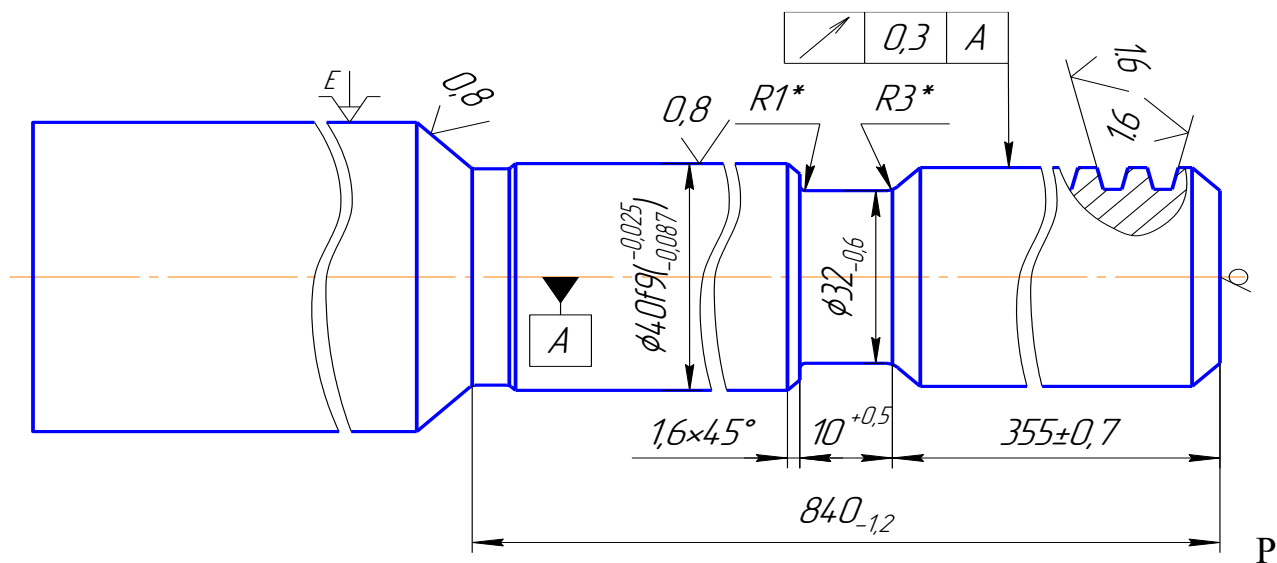
Арк.



1.4 Розробка операційної технології.

1.4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.

Визначення операційних припусків аналітичним методом на обробку внутрішньої циліндричної поверхні $\text{Ø}40\text{f}9\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,087 \end{smallmatrix}\right)$.



исунок 1.16 – Схема установки заготовки.

Технологічний маршрут обробки

- чорнове точіння (h12);
- чистове точіння (f9);

Двосторонній мінімальний припуск при обробці:

$$2Z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{0i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \text{ мкм,}$$

					БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $R_{z_{i-1}}$ – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

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

$\rho_{0_{i-1}}$ – сумарне відхилення розміщення поверхні (від паралельності, перпендикулярності...);

ε_i – похибка установки деталі на операції, мкм.

Маршрут обробки, дані для розрахунків та результати розрахунків заносимо в таблицю 1.11.

Заготовка: $(R_z + h) = 160 + 250(\text{мкм})$, ([5], табл.1, с. 180);

Кривизна профілю заготовки: $\rho_{\text{заг}} = 950 \cdot 2,5 = 2375(\text{ієі})$, ([5], табл.4, с. 180);

Похибка установки: $\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{\delta 1}^2 + \varepsilon_3^2}$.

Похибка базування в самоцентруючому трикулачковому патроні: $\varepsilon_6 = 0$.

Похибка закріплення на першій установці:

$\varepsilon_3 = 50$ мкм, $\varepsilon_{y1} = \varepsilon_3 = 50$ мкм, ([1], табл. 4.10, с. 78).

На послідуючих переходах механічної обробки після:

Після чорнової обробки $R_z = 63$ мкм; $h = 60$ мкм ([5], табл. 5, с. 181);

Після чистової обробки $R_z = 6,3$ мкм; $h = 0$ мкм ([5], табл. 5, с. 181);

Після обкатування $R_z = 2$ мкм; $h = 2$ мкм ([5], табл. 5, с. 181);

Для визначення $\rho_i \varepsilon_i$ використовується коефіцієнт уточнення K_{y_i}

Після чорнової обробки $K_{y1} = 0.06$;

Після чистової обробки $K_{y2} = 0.04$;

Після чистової обробки $K_{y2} = 0.02$;

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_{y_i};$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 2375 = 142,5 \text{ ієі} ; \quad \rho_2 = 0,04 \cdot 2375 = 95 \text{ ієі} ; \quad \rho_3 = 0,02 \cdot 2375 = 47,5 \text{ ієі} ;$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_{y3} \cdot K_{y4};$$

$$\varepsilon_2 = 0,04 \cdot 50 = 2 \text{ ієі} ; \quad \varepsilon_3 = 0,02 \cdot 50 = 1 \text{ ієі} ;$$

					<i>БДР.ПМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (160 + 250 + \sqrt{2375^2 + 50^2}) = 6494 \text{ мкм} = 6,494 \text{ мм} ;$$

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (63 + 60 + \sqrt{142,5^2 + 2^2}) = 598 \text{ мкм} = 0,598 \text{ мм} ;$$

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (6,3 + 0 + \sqrt{95^2 + 1^2}) = 203 \text{ мкм} = 0,203 \text{ мм}$$

Розрахункові розміри: $D_{\delta 3} = D_{\max} = 39,913 \text{ мм}$,

$$D_{\delta 1} = D_{p3} + 2Z_{3\min} = 39,913 + 0,203 = 40,116 \text{ мм.}$$

$$D_{\delta 2} = D_{p2} + 2Z_{2\min} = 40,116 + 0,598 = 40,714 \text{ мм.}$$

$$D_{\delta 3} = D_{p1} + 2Z_{1\min} = 40,714 + 6,494 = 47,208 \text{ мм.}$$

Схема графічного розміщення припусків на обробку поверхні $\varnothing 40f9$ наведена на рисунку 1.4.

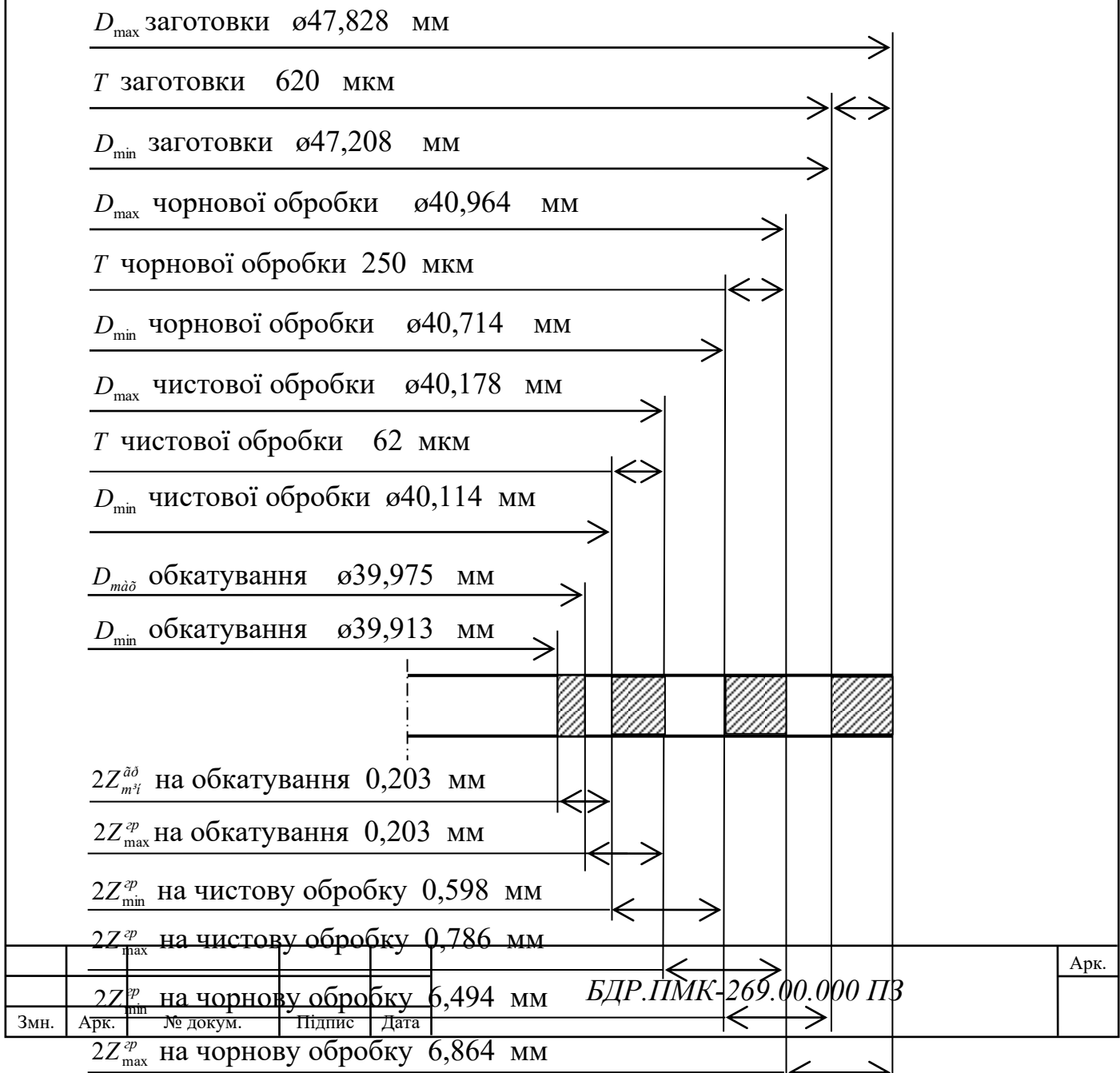


Рисунок 1.17 – Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні Ø40f9.

1.4.2 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання виконується аналітичним (довідник [6]) та нормативним (довідник [4]) методами. Результати розрахунку зведені в таблицю 1.13.

Розрахунок основного часу виконується за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_i}, \text{ хв ([4], табл. 1, с. 610, 611, 613),}$$

де довжина робочого ходу $L = l + l_1 + l_2$, мм;

де l – довжина обробки, мм;

$(l_1 + l_2)$ – величини на врізання та перебіг інструменту (довідник [4]),

мм;

i – число проходів інструменту;

n – частота обертання шпинделя, хв⁻¹;

S_0 – подача на оберт шпинделя.

Для верстатів, де визначається хвилинна подача, – $S_x = n \cdot S_0$, – застосовується в знаменнику.

Розрахунок режимів різання аналітичним методом.

Операція 020. Вертикально-фрезерна.

Фрезерувати паз 32^{+0,6}

Верстат: вертикально-фрезерний 6P12.

Потужність двигуна головного приводу $N_{\text{дв}} = 7,5$ кВт.

					<i>БДР.ПМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ККД головного приводу $\eta = 0,8$ ([1], с. 95).

Ефективна потужність на шпинделі $N_e = N_{ad} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6$ кВт.

Різальний інструмент: фреза кінцева 2223-0054 ГОСТ 17026-71.

Оброблюваний матеріал сталь 14X17H2 ГОСТ 5949–75, твердість 229...285 НВ.

Діаметр фрези $d = 32$ мм, шорсткість обробки R_a 6,3 мкм.

Довжина обробки $l = 88$ мм.

Довжина робочого ходу $L = 88$ мм; $i = 6$.

Режими різання.

Глибина різання $t = 4$ мм.

Нормативна подача на один зуб фрези $S_z = 0,10$ мм/зуб ([6]табл. 35, с. 284).

Подача на оберт шпинделя $S_0 = S_z \cdot z$, мм/об.

$$S_0 = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ мм/об, – уточнюється після визначення } n.$$

Швидкість різання розрахункова:

$$V_\delta = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^\delta \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V, \text{ м/хв.}$$

Період стійкості інструменту $T = 100$ хв (табл. 40, с. 290):

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{i_V} \cdot K_{L_V}.$$

Поправочний коефіцієнт на:

- оброблюваний матеріал $K_{M_V} = 0,92$; (табл. 3, с. 262);
- на інструментальний матеріал $K_{i_V} = 1$ (табл. 5, с. 263);
- на глибину свердління $K_{L_V} = 0,3$ (табл. 6, с. 263).

$$K_V = 0,276.$$

Коефіцієнт і показники степенів (табл. 28, с. 278):

$$C_V = 22,5; q = 0,35; \delta = 0,21; y = 0,48; u = 0,03; p = 0,1 m = 0,27,$$

$$V_\delta = \frac{22,5 \cdot 32^{0,35} \cdot 0,276}{100^{0,27} \cdot 0,1^{0,48} \cdot 4^{0,21} \cdot 32^{0,03} \cdot 4^{0,1}} = 10,84 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\delta} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 10,74}{\pi \cdot 32} = 106,8 \text{ хв}^{-1}; \text{ прийнята за верстатом } n = 100 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 100}{1000} = 10,05 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача $S_x = S_0 \cdot n \cdot z = 0,1 \cdot 100 \cdot 4 = 40 \text{ мм/хв.}$ За паспортом $S_x = 40 \text{ мм/хв.}$

$$\text{Фактична подача } S_z = \frac{S_x}{n \cdot z} = \frac{40}{100 \cdot 4} = 0,1 \text{ мм/хв.}$$

$$T_0 = \frac{174 \cdot 6}{40} = 26,1 \text{ хв.}$$

Кругова сила і крутний момент:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$\dot{I} \dot{\epsilon} \delta = \frac{D_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1080}{750} \right)^{0,3} = 1,12; \text{ де } n = 0,3 \text{ (табл. 9, с. 264).}$$

Коефіцієнти і показники степенів (табл. 41, с. 291):

$$C_p = 82; x = 0,76; y = 0,6; u = 1; q = 0,86; w = 0,$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 4^{0,76} \cdot 0,1^{0,6} \cdot 32^1 \cdot 4}{32^{0,86} \cdot 100^0} \cdot 1,12 = 2851,8 \text{ Н.}$$

$$\dot{I} \dot{\epsilon} \delta = \frac{2851,8 \cdot 32}{2 \cdot 100} = 456,3 \text{ Н} \cdot \dot{i}$$

Потужність різання:

$$N_{\delta \dot{\epsilon}} = \frac{D_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2851,8 \cdot 10,05}{1020 \cdot 60} = 0,67 \text{ кВт},$$

$$N_{\delta \dot{\epsilon}} = 0,67 \text{ кВт} < N_e = 6 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

Прийняті режими різання:

$$t = 4 \text{ мм}; S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}; S_x = 78,75 \text{ мм/хв}; T = 100 \text{ хв}; n = 100 \text{ хв}^{-1}.$$

$$V = 10,05 \text{ м/хв}; N_{pi\epsilon} = 0,67 \text{ кВт}; M_{\delta \dot{\epsilon}} = 456,3 \text{ Нм}; P_0 = 2851,8 \text{ Н}; T_0 = 13,05 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання нормативним методом.

Операція 035. Токарно-гвинторізна.

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Верстат токарно-гвинторізний 16К25.

Потужність головного двигуна верстата $N_{\text{дв}} = 11$ кВт.

Коефіцієнт корисної дії приводу $\eta = 0,8$ ([1], с. 95).

Ефективна потужність на шпинделі верстату $N_e = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8$ кВт.

Оброблюваний матеріал сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5949–75, твердість 229...285 НВ.

Оброблювана поверхня $\varnothing 56$ - торець

Різальний інструмент: відрізний різець 2130-0255 ВК8 ГОСТ 18884-73, різець спеціальний для точіння сфери.

Режими різання.

Перехід 1.

Глибина різання $t = 5$ мм.

Подача $S_f = 0,16 - 0,18$ мм/об ([12], К18, с. 63).

Приймаємо значення подачі $S_f = 0,18$ мм/об.

Швидкість різання розрахункова:

$$V_p = V_H \cdot K_{nv}, \text{ м/хв.}$$

$$V_H = 75 \text{ м/хв (К19).}$$

Коефіцієнти:

– на відношення діаметрі – $K_{dv} = 1.0$ (К19);

– на наявність охолодження - $K_{ov} = 1.0$ (К19)

$$V_d = 75 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 75, \text{ м/хв;}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 56} = 426 \text{ хв}^{-1}; \quad \text{приймаємо } n = 400 \text{ хв}^{-1}.$$

$$S_x = 0,18 \cdot 400 = 72 \text{ мм/хв, відповідає паспорту, } S_f = 0,18 \text{ мм/об.}$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 56 \cdot 400}{1000} = 70.34 \text{ м/хв.}$$

Потужність різання: $N_{\text{табл}} = 3,4$ кВт (К7).

Провіряємо достатність потужності верстату $N_e = 11 \cdot 8 = 8,8$ кВт.

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На даному періоді потужність незначна і нею можна знехтувати.

Основний час:

$$T_0 = \frac{31}{72} = 0,43 \text{ хв.}$$

Прийняті режими різання:

$$t = 5 \text{ мм}; S_0 = 0,18 \text{ мм/об}; S_x = 72 \text{ мм/хв}; n = 400 \text{ хв}^{-1}.$$

$$V = 70,34 \text{ м/хв}; T_0 = 0,43 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

Глибина різання $t = 3 \text{ мм}$.

Подача $S_i = 0,12 \text{ мм/об}$ ([12], К3, с. 39).

Швидкість різання розрахункова:

$$V_p = V_H \cdot K_{nv}, \text{ м/хв.}$$

$$V_H = 67 \text{ м/хв (К5)}.$$

Коефіцієнти:

– на стан поверхні заготовки – $K_{dv} = 1.0$ (К19);

– на марку матеріалу різця - $K_{ov} = 1.0$ (К19)

$$V_d = 67 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 67, \text{ м/хв};$$

Частота обертання шпинделя розрахункова:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 67}{\pi \cdot 56} = 381 \text{ хв}^{-1};$$

приймаєм $n = 400 \text{ хв}^{-1}$.

$$S_x = 0,12 \cdot 400 = 48 \text{ мм/хв.}$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 56 \cdot 400}{1000} = 70.34 \text{ м/хв.}$$

Потужність різання: $N_{\text{табл}} = 2,9 \text{ кВт}$ (К7).

Провіряємо достатність потужності верстату $N_e = 11 \cdot 8 = 8,8 \text{ кВт}$.

$N_p = 2,9 \text{ кВт} < N_e = 8,8 \text{ кВт}$, – верстат за потужністю працездатний.

Основний час:

$$T_0 = \frac{31}{48} = 0,65 \text{ хв.}$$

Прийняті режими різання:

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t = 5 \text{ мм}; S_0 = 0,12 \text{ мм/об}; S_x = 48 \text{ мм/ХВ}; n = 400 \text{ ХВ}^{-1}.$

$V = 70,34 \text{ м/ХВ}; T_0 = 0,65 \text{ ХВ}.$

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
БДР.ІМК-269.00.000 ПЗ	
Арк.	

Таблиця 1.9 - Розрахунок режимів різання та основного часу

№ Опер. пере- ходу	Назва та зміст операції	D або B об- робки	Довжи	Глиби	Подача		Швидкість			Частота обер- тання шпинделя		Потужн	i	Основ	
			на	на	S ₀	S _x	V*	V _n	V	n	n _p	N		ний	
			L	t	мм/хв		м/хв			хв ⁻¹		кВт		Т _о	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
010	Токарно-гвинторізна														1,746
1	Підрізати торць 14	60	33	2,0	0,2	100	110	94,2	94,2	583	500	1,7	1	0,33	
2	Центрувати торець 14	5	13	2,5	0,1	80	13	12,56	12,56	828	800	-	1	0,163	
3	Підрізати торць 1	60	33	2,0	0,2	100	110	94,2	94,2	583	500	1,7	1	0,33	
4	Центрувати торець 1	5	13	2,5	0,1	80	13	12,56	12,56	828	800	-	1	0,163	
5	Точити пов. 2	60	114	2,0	0,3	150	110	94,2	94,2	583	500	2,4	1	0,76	
015	Токарна з ЧПК													16,993	
1	Точити пов.9 до φ40,6мм і l 840мм	60	845	6,494	0,3	213	135	132,8	132,8	705	705	5,4	3	11,9	
2	Точити фаску	40,7	7	4,5	0,3	213	135	132,8	132,8	705	705	2,0	1	0,03	
3	Точити пов.9 в розмір φ40f9 на довжину l=840мм	40,7	845	0,6	0,15	210	180	178,9	178,9	1400	1400	2,0	1	4,03	
4	Точити канавку 20	40	3	6	0,15	150	130	131,1	131,1	1040	1040	4,9	1	0,02	
5	Точити канавку 11	40	6	6	0,15	150	130	131,1	131,1	1040	1040	4,9	2	0,08	
6	Нарізати різьбу Tr40X6LN-7e	40	373	0,2	6	6000	130	131,1	131,1	1040	1040	-	15	0,933	
020	Вертикально-фрезерна													26,1	
1	Фрезерувати паз 21	32	174	4	0,4	40	11	10,84	10,05	106,8	100	0,67	3	13,05	
2	Фрезерувати паз 22	32	174	4	0,4	40	11	10,84	10,05	106,8	100	0,67	3	13,05	
025	Токарно-гвинторізна													16,2	
1	Обкатати поверхню 9	40	485		0,06	30	60	60	62,8	477	500	-	1	16,2	
030	Полірувальна													2,02	
1	Полірувати поверхню 9	40	485		2	478	30	30	30	239	239	-	2	2,02	

Змін.															
Арк.															
№ док.м.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	035	Токарно-гвинторізна													0,99
	1	Відрізати мертву зону	56	31	5	0,18	72	75	73,5	70,34	426	400	-	1	0,34
	2	Точити сферу	56	31	3	0,12	48	67	69,3	70,34	381	400	2,9	1	0,65
Підпис															
Дата															
БДР. ПМК-269.00.000 ПЗ															
Арк.															

1.5. Автоматизоване проектування нарізання різьби 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 (категорія команд «Модель»);
- 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.).

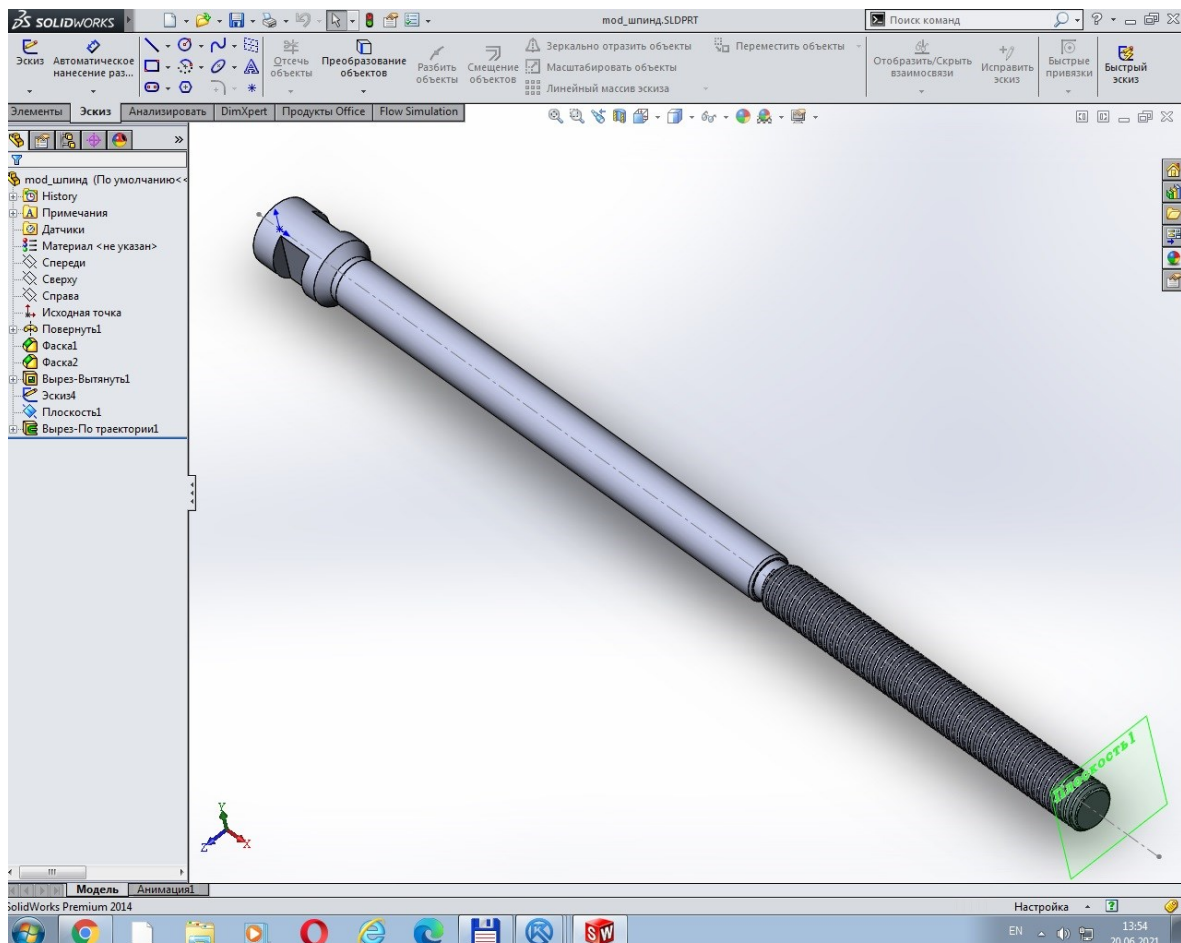


Рис. 1.18. - 3D модель деталі «Шпиндель»

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

					БДР.ПМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для правильного проектування різьбову поверхню на заготовці не зображаємо.

В опції «Технологія» задаємо поверхню $\varnothing 40$ мм, на якій треба нарізати трапецевидну різьбу Tr40x6, вибираємо токарно-гвинторізний верстат з ЧПК та потрібний різець для нарізання трапецевидної різьби.

Створюючи нову технологію, в параметрах вибираємо характеристики різця (рис.1.19).

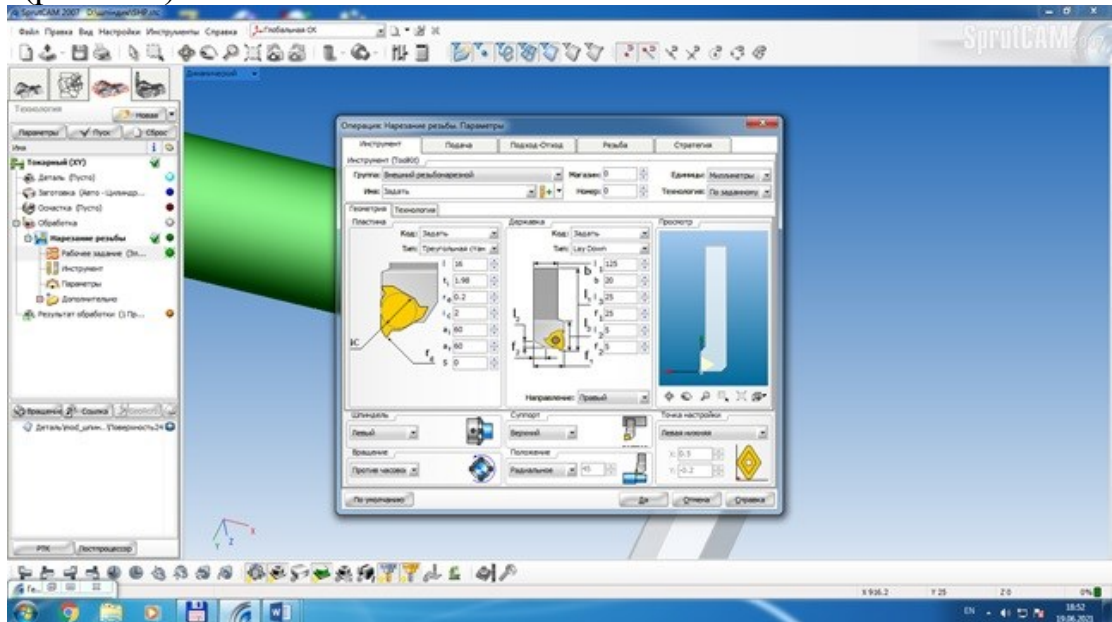


Рис.1.19 – Параметры різьбового різця

В параметрах задаємо розміри трапецевидної різьби (рис.1.20).

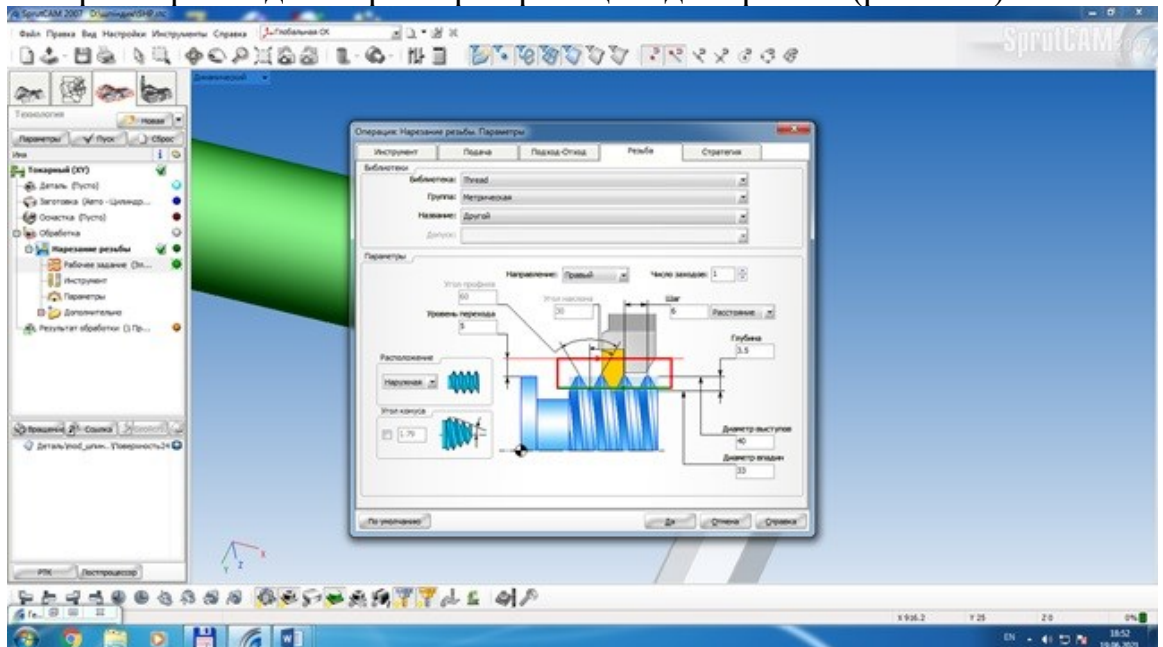


Рис. 1.20 – Параметры різьбової поверхні

Запустивши проект, отримаємо схему обробки різьбової поверхні з інструментом. (рис.1.21).

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>БДР.ПМК-269.00.000 ПЗ</i>					

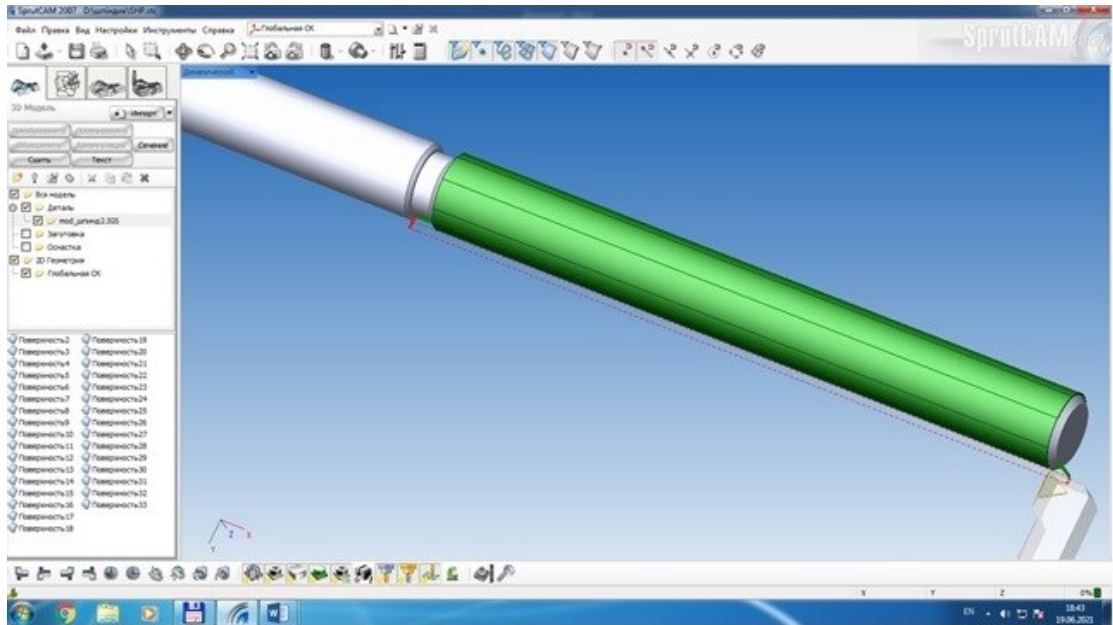


Рис. 1.21 – Заготовка з оброблюваною поверхнею та різьбовий різець
 Запустивши імітацію процесу нарізання різьби, можемо виділити кадри технології в середині робочого ходу (рис. 1.22) та перед початком врізання (рис. 1.23).

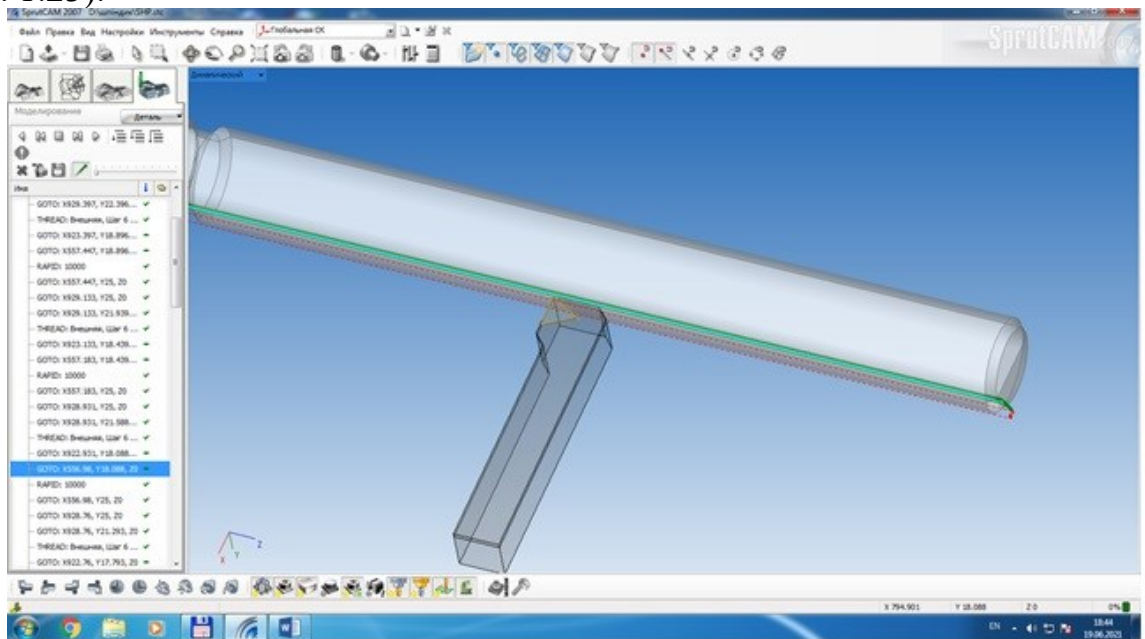


Рис. 1.21 – Імітація нарізання різьби в середині робочого ходу
 На рис.1.23 показані траекторії врізання різця та робочого ходу.

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N008X-04479
N009X-03779Z+92340
N010Z+55745
N011X-05000
N012Z+92913
N013X-04388
N014X-03688Z+92313
N015Z+55718
N016X-05000
N017Z+92893
N018X-04318
N019X-03618Z+92293
N020Z+55698
N021X-05000
N022Z+92876
N023X-04259
N024X-03559Z+92276
N025Z+55681
N026X-05000
N027Z+92861
N028X-04206
N029X-03506Z+92261
N030Z+55666
N031X-05000
N032Z+92847
N033X-04159
N034X-03459Z+92247
N035Z+55652
N036X-05000
N037Z+92835
N038X-04116
N039X-03416Z+92235
N040Z+55640
N041X-05000
N042Z+92823
N043X-04076
N044X-03376Z+92223
N045Z+55628
N046X-05000
N047Z+92812
N048X-04038
N049X-03338Z+92212
N050Z+55617
N051X-05000
N052Z+92802

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N053X-04002
N054X-03302Z+92202
N055Z+55607
N056X-05000
N057Z+92802
N058X-04000
N059X-03300Z+92202
N060Z+55607
N061X-05000
N062Z+92802
N063X-04000
N064X-03300Z+92202
N065Z+55607
N066X-05000
N067M008
N068X-04250
N069S000G25X+999999
N070G25Z+999999
N071M002

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma M = M_{кр} - M_T$$

де $M_{кр}$ – крутний момент при фрезеруванні;

M_T – момент тертя.

$$M = M_{кр} - \frac{4Qf \cdot (\sin \alpha/2) \cdot d}{2K}$$

де f_1, f_2, f_3 і f_4 – коефіцієнти тертя в місцях контакту,

α – кут призми,

K – коефіцієнт запасу,

d – 40 мм,

$$f_1=f_2=f_3=f_4=f=0,16$$

Визначаємо коефіцієнт запасу:

k_1 – коефіцієнт який враховує зростання сил різання після затуплення інструмента (1,6)

k_2 – коефіцієнт який враховує непостійність припуску при обробці (1,0)

k_3 – коефіцієнт який враховує зміну сил від перервного різання (1,0)

k_4 – коефіцієнт який враховує непостійність сил затиску які розвиває привід (1,3)

k_5 – коефіцієнт який враховує непостійність сил затиску ручних приводів

k_6 – коефіцієнт який враховує невизначеність місць контакту заготовки з установочними поверхнями (1,0)

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1.6 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.3 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 2.08$$

Визначаємо крутний момент:

Кругова сила і крутний момент:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$\dot{I} \dot{\epsilon} \delta = \frac{Dz \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1080}{750} \right)^{0,3} = 1.12; \text{ де } n = 0,3 \text{ (табл. 9, с. 264).}$$

Коефіцієнти і показники степенів (табл. 41, с. 291):

$$C_p = 82; x = 0,76; y = 0,6; u = 1; q = 0,86; w = 0,$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 3,7^{0,76} \cdot 0,1^{0,6} \cdot 32^1 \cdot 4}{32^{0,86} \cdot 100^0} \cdot 1,12 = 2851,8 \text{ Н.}$$

$$\dot{I} \dot{\epsilon} \delta = \frac{2851,8 \cdot 32}{2 \cdot 100} = 456,3 \text{ Н} \cdot \dot{i}$$

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді сила затиску становитиме:

$$Q = \frac{2KM}{4df(1 + \sin \alpha / 2)}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 2,08 \cdot 456,3}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,16(1 + \sin 45^\circ)} = 8678,7 \text{ Н}$$

Розрахунок початкової сили рушії та його конструктивно-розмірні параметри

Розраховуємо діаметр поршня по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}},$$

де: $\rho = 0,63$ МПа – найменший можливий тиск в пневмосистемі;

$\eta = 0,95$ – коефіцієнт корисної дії;

Q – зусилля від пневмоциліндрі.

$$Q \cdot L_1 = Q_2 \cdot L_2$$

де $L_1 = 300$ mm;

$L_2 = 150$ mm.

Отже:

$$Q = (Q_2 \cdot L_2) / L_1 = (8678,7 \cdot 150) / 300 = 4339,35 \text{ Н}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4339,35}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 96,1 \text{ мм}$$

Отже приймаємо пневматичний привід двосторонньої дії з діаметром поршня $\varnothing 100$ mm згідно ГОСТ 16683–71 з конструктивних міркувань.

2.1.3 Розрахунок на міцність елементів пристрою

Визначаємо діаметр різьби з умови міцності на розрив для закріплення прихвату:

$$\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{\pi d_p^2} \leq [\sigma]$$

де F – площа різьбової поверхні;

$[\sigma]$ - допустима границя міцності на розрив. Приймаємо 110 МПа.

Тоді діаметр різьби становитиме:

$$d_p = \sqrt{\frac{4Q}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8678,7}{3,14 \cdot 110}} = 9,56 \text{ мм}$$

Так як усі різьбові з'єднання повинні мати запас міцності 1,5 і більше, то внутрішній діаметр різьби становитиме:

					БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_p = 9,56 \cdot 2 = 19,12 \text{ мм}$$

По отриманому значенні і по ГОСТ 9150-59 приймаємо різьбу метричну М12 з нормальним кроком (Р=3 мм) внутрішній діаметр різьби якого становить 21 мм > 19,12 мм.

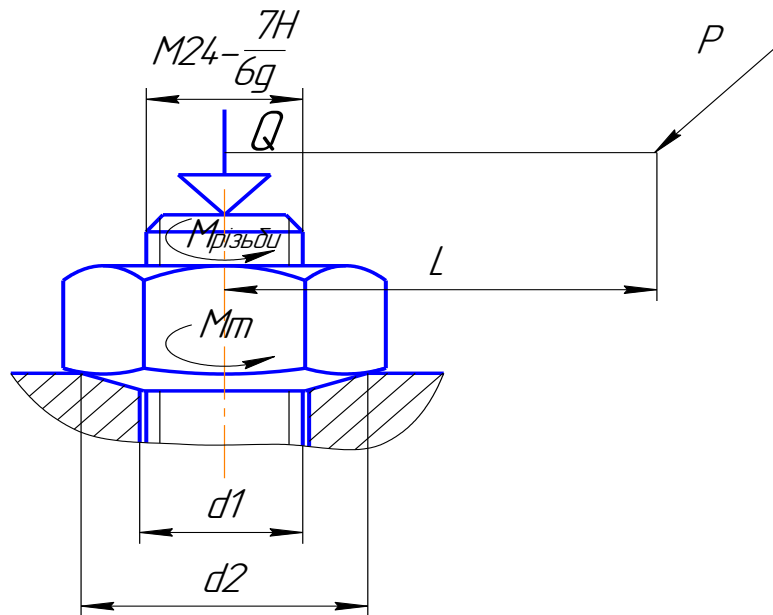


Рисунок 2.2 – Схема дії сил при закручуванні гайки.

Визначаємо довжину ключа для закріплення прихвату гайкою:

$$\sum \dot{I} \delta \acute{o} \ddot{=} = \dot{I} \delta^3 \zeta \ddot{u} \acute{a} \grave{e} - \dot{I} \delta$$

$$\dot{I} \delta \acute{o} \ddot{=} = D \cdot L$$

$$\dot{I} \delta^3 \zeta \ddot{u} \acute{a} \grave{e} = P \cdot d / 2$$

$$\dot{I} \delta = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot \frac{d2^3 - d1^3}{d2^2 - d1^2}$$

$$D \cdot L = P \cdot d / 2 + \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot \frac{d2^3 - d1^3}{d2^2 - d1^2}$$

де P – сила, яку прикладає робітник (P=150 Н);

L – плече прикладання сили;

$$L = \frac{150 \cdot 24 / 2 + \frac{1}{3} \cdot 8678,7 \cdot 0,16 \cdot \frac{44^3 - 25^3}{44^2 - 25^2}}{150} = 175 \text{ мм}$$

					БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

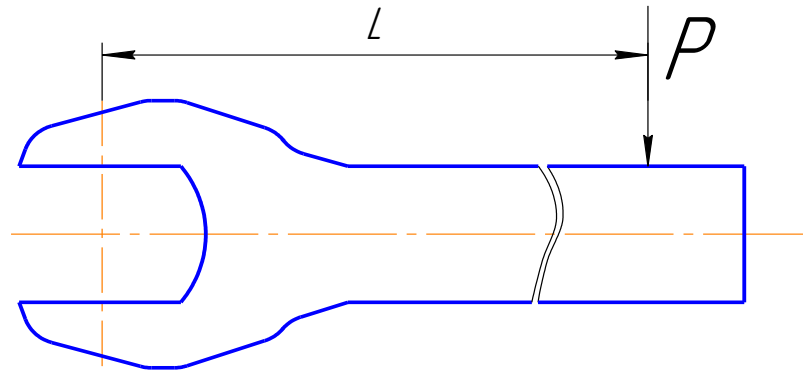


Рисунок 2.3 – Схема прикладання сили до ключа при закручуванні гайки.

Умова міцності на змикання

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

де $F_{зонв}$ – зусилля яке створює пневмо-циліндр, $F_{зонв} = 8678,7$ Н;

d – діаметр різьби, $d = 24$ мм;

δ – довжина згвинчування;

$[\sigma_{зм}]$ – допустимі напруження на змикання, МПа;

$$[\sigma_{ci}] = 0,8 \cdot \sigma_{\sigma} = 0,8 \cdot 290 = 232 , \text{ МПа};$$

де σ_{σ} – границя текучості сталі, МПа; $\sigma_{\sigma} = 290$ МПа [9, с.34, т.3.2].

Отже, за

$$\delta = \frac{F_{ci}}{d \cdot [\sigma_{ci}]} = \frac{8678,7}{24 \cdot 232} = 3,12 \text{ мм.}$$

Мінімальне число витків $n = \frac{\delta}{p} = \frac{3,12}{2,5} = 1,25$ $n_{ci} = 2$,

де p – кок різьби, $p = 2,5$ мм.

Отже для забезпечення передачі зусилля достатньо, щоб довжина різьби була 5 мм.

Приймаємо довжину різьби $l = 20$ мм

2.2 Контрольний пристрій

2.2.1 Опис призначення, будови і роботи пристроїв

У вихідному положенні індикатори 12 знаходяться на одній вісі з центром призм 2 і розміщені в правій стороні плити. Деталь встановлюється на дві

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роликові призми 2. Далі опускається хомут 5 з індикаторами 12 до різьбової поверхні деталі і переміщаючи стійку з індикаторами 12 по зовнішній частині різьбової поверхні і повертаючи деталь в призмах відбувається вимірювання радіального биття відносно базової поверхні А. Після вимірювання радіального биття пристрій з індикаторами відводиться в сторону, знімається деталь і встановлюється інша.

2.2.2 Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску

Так, як даний пристрій контролюватиме зовнішню поверхню різьби, а деталь потрібно буде прокручувати вручну, і так як пристрій в даному випадку є ручним, то закріплювати деталь не потрібно, вона добре буде стояти під власною вагою.

2.2.3 Розрахунок рівня уніфікації пристроїв

2.6.1 Розрахунок рівня уніфікації верстатного пристрою

Рівень стандартизації пристрою:

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

Де $\sum_{\text{заг}} = 82$ шт-загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_{\text{о}} = 29$ шт-кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$K_{\text{пр}} = (82 - 29) / 82 \cdot 100\% = 64,6\%$$

2.6.2 Розрахунок рівня уніфікації контрольного пристрою

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

Де $\sum_{\text{заг}} = 25$ шт - загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_{\text{о}} = 11$ шт - кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$K_{\text{пр}} = (25 - 11) / 25 \cdot 100\% = 56\%$$

					<i>БДР.ЛМК-269.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<i>Дубл.</i>													
<i>Взамін.</i>													
<i>Підпис</i>													

											<i>Зм</i>	<i>Ар</i>	<i>№док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------	--------------	---------------	-------------

											<i>1</i>			
				<i>ІФНТУНГ</i>				<i>ПМКз-19-1К</i>						

***КОМПЛЕКТ
технологічної
документації***

*Технологічний процес
механічної обробки деталі:
Шпindelь 0735.402413.477*

*Розробив: ст. гр. ПМКз-19-1К
Лужний Р.Р.
Перевірів: **Боруцак Л.О.***

--	--

Дубл.																			
Взамін.																			
Підпис																			
Розробив	Лужний Р.Р.																		
Перевірів	Боруцак Л.О.																		
Н. контр.	Боруцак Л.О.																		
Назва операції		Матеріал		Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Конд							
015 Токарна з ЧПК		Сталь 14X17H2 ГОСТ 5949-75		229 НВ			9	Ø60x950			18,075	1							
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		To	Td	Tп.з	Tшт.	МОР											
Токарний з ЧПК PROTON 530				16,993	3,77	31,15	22,63	Емульсія											
P		ПН	D або B	L	t	i	s	n	v										
01			мм	мм	мм	—	мм/об	об/хв	м/хв										
002	А Установити, закріпити заготовку																		
T03	ПР: Патрон 7100-0013 ГОСТ 2675-80, Центр А-І-4-Н ГОСТ																		
04	8742-75, Люнет рухомий при верстаті																		
05	1РІ-Різець 2102-0185 РС9030 ГОСТ 21151-75		60	845	6,49	3	0,3	710	135										
P06	Точити поверхню на чорно 9																		
07	Штангенциркуль ШЦ-І-160-0,05 ГОСТ 166-80																		
08																			
P09	2. Точити фаску 13		40,7	7	4	1	0,3	710	135										
10	РІ: Різець 2102-0185 РС9030 ГОСТ 21151-75																		
11	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-80																		
12																			
OK	Обробка різанням																		

Дубл.																			
Взамін.																			
Підпис																			
Розробив	Лужний Р.Р.																		
Перевірів	Боруцк Л.О.																		
Н. контр.	Боруцк Л.О.																		
Назва операції		Матеріал		Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Конд							
030 Полірувальна		Сталь 14X17H2 ГОСТ 5949-75		229 НВ			9	Ø60x950			9,4	1							
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		To	Tδ	Тп.з	Тшт.	MOP											
Круглошліфувальний 3У142				2,02	1,75	29	3,77												
P		ПН	D або B	L	t	i	s	n	v										
01			мм	мм	мм	—	мм/об	об/хв	м/хв										
002	А Установити, закріпити заготовку																		
T03	ПР: Патрон 7100-0015 ГОСТ 2675-80, Центр А-І-4-Н ГОСТ																		
04	8742-75, сирі розточені кулачки.																		
P05	1.Полірувати поверхню 9 і 7.		40	485		2	2	239	30										
06	Круг павстяний, полірувальна паста (паста ГОИ)																		
07	Зразки шорсткості																		
08																			
09																			
10	Б. Зняти деталь																		
11																			
OK	Обробка різанням																		

12					
13					
14					
16					
КТК	<i>040 Контрольна</i>				

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм Ар №док. Підпис Дата

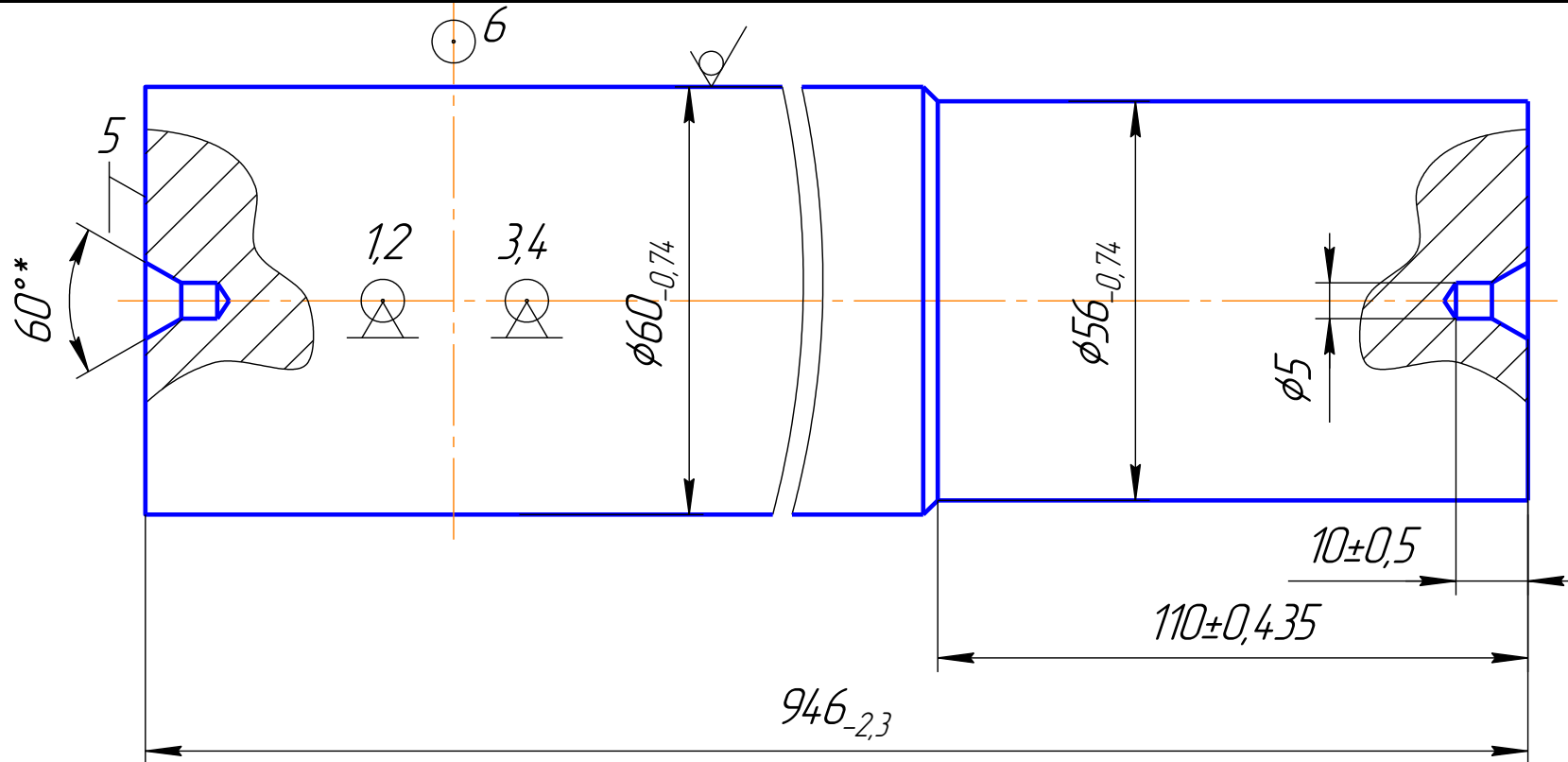
Розробив	Лужний Р.Р.		
Перевірів	Боруцак Л.О.		
Н. контр.	Боруцак Л.О.		

І Ф Н Т У Н Г

Шпиндель 0735.402413.477

Н

010



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм Ар №док. Підпис Дата

Розробив Лужний Р.Р.
Перевірів Боруцк Л.О.

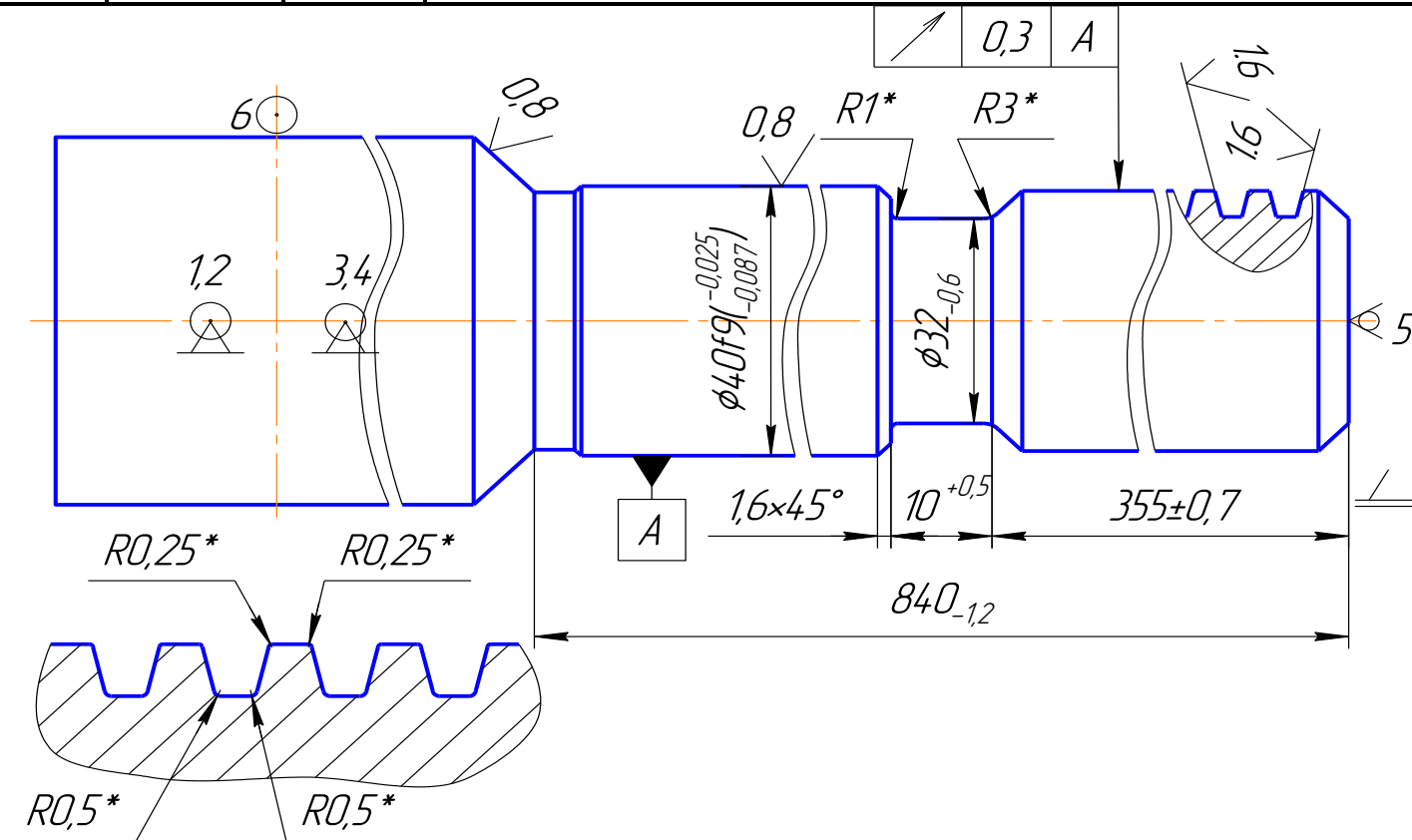
І Ф Н Т У Н Г

Н. контр. Боруцк Л.О.

Шпиндель 0735.402413.477

Н

015



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

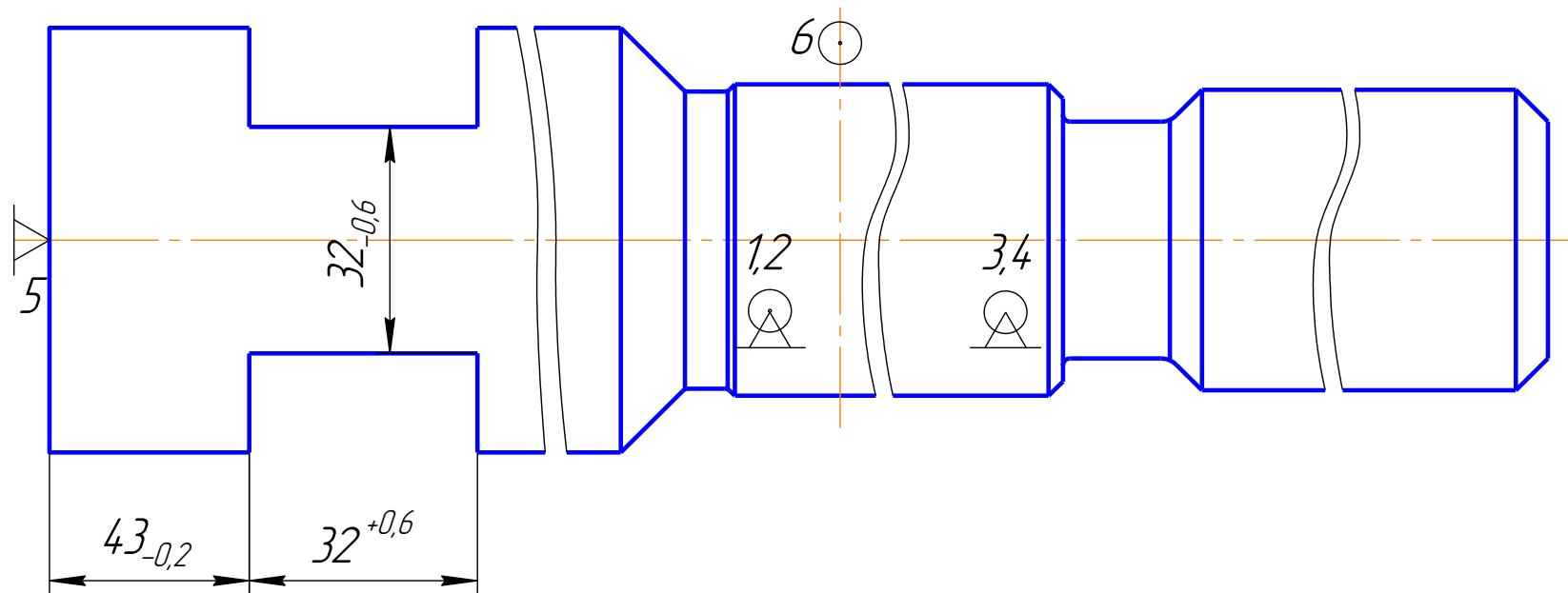
Розробив	Лужний Р.Р.		
Перевірів	Боруцак Л.О.		
Н. контр.	Боруцак Л.О.		

І Ф Н Т У Н Г

Шпиндель 0735.402413.477

H

020



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

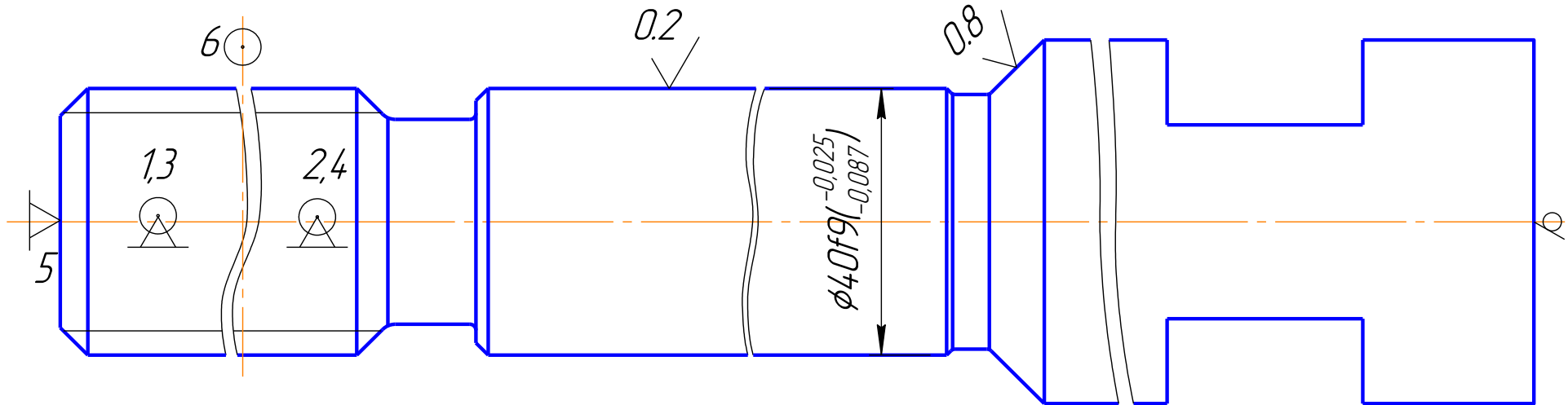
Розробив	Лужний Р.Р.		
Перевірів	Боруцак Л.О.		
Н. контр.	Боруцак Л.О.		

І Ф Н Т У Н Г

Шпиндель 0735.402413.477

H

025-030



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
----	----	--------	--------	------

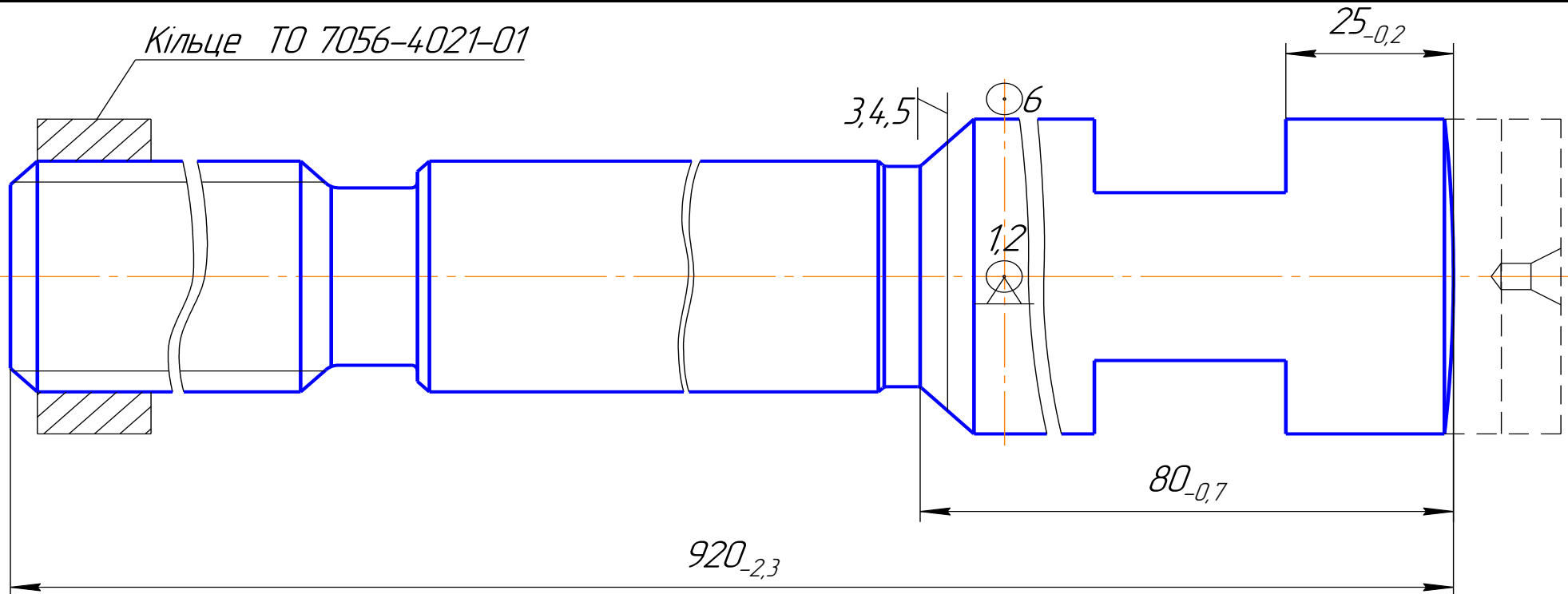
Розробив	Лужний Р.Р.		
Перевірів	Боруцк Л.О.		
Н. контр.	Боруцк Л.О.		

І Ф Н Т У Н Г

Шпиндель 0735.402413.477

Н

035



KE

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі
“Шпиндель 0735.402413.477”

Розрахунково-пояснювальна записка: 42 сторінки, 24 рисунки, 9 таблиць, 12 посилань, 20 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “ Шпиндель 0735.402413.477”.

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки вала шпинделя 0735.402413.477, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами а також розробити конструкції спеціальних верстатних пристроїв та керуючі програми для верстатів з ЧПК.

Відповідно поставленій задачі у роботі проведений детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. По висновках проведеного аналізу та рекомендаціях літературних джерел розроблено оптимальний маршрут механічної обробки даної деталі для заданого типу виробництва, відповідно якому пораховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення деталі на механообробних операціях спроектовано спеціальний верстатний пристрій із пневматичним приводом, працездатність якого підтверджено розрахунками, наведеними в 2-му розділі пояснювальної записки. Спроектовано конструкцію контрольного пристрою. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій, сила затиску.*

Студент: Лужний Р.Р.

ABSTRACT

Of qualifying bachelor's thesis: Technology of making details "Spindle
0735.402413.477"

Calculation and explanatory note: 42 pages, 24 figures, 9 tables, 12 links, 20 A4 sheets of appendices.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of study - the technological process of machining.

The subject of research is the detail "Spindle 0735.402413.477".

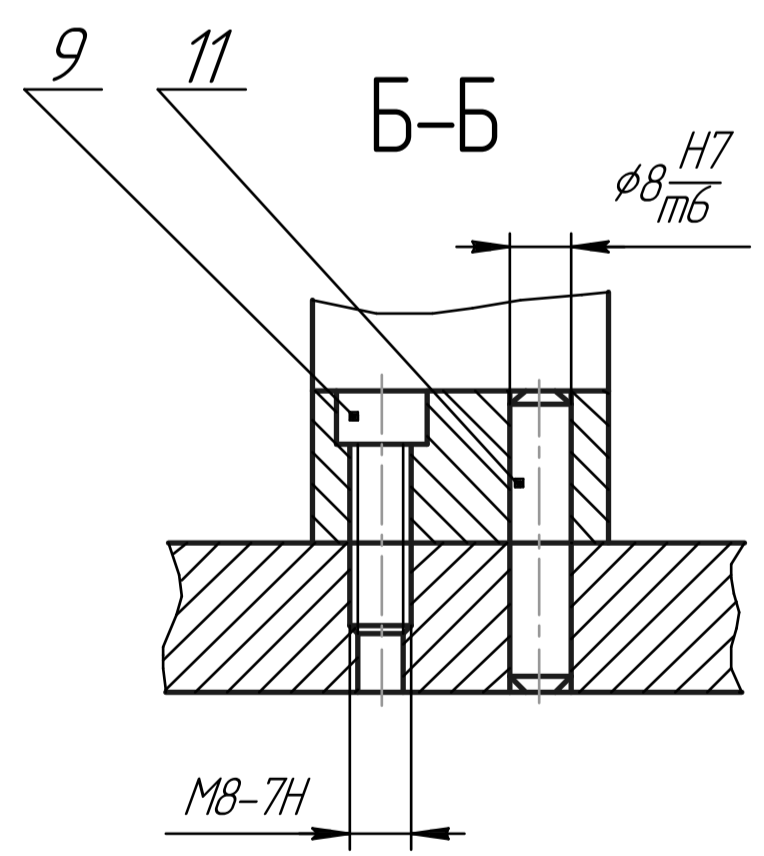
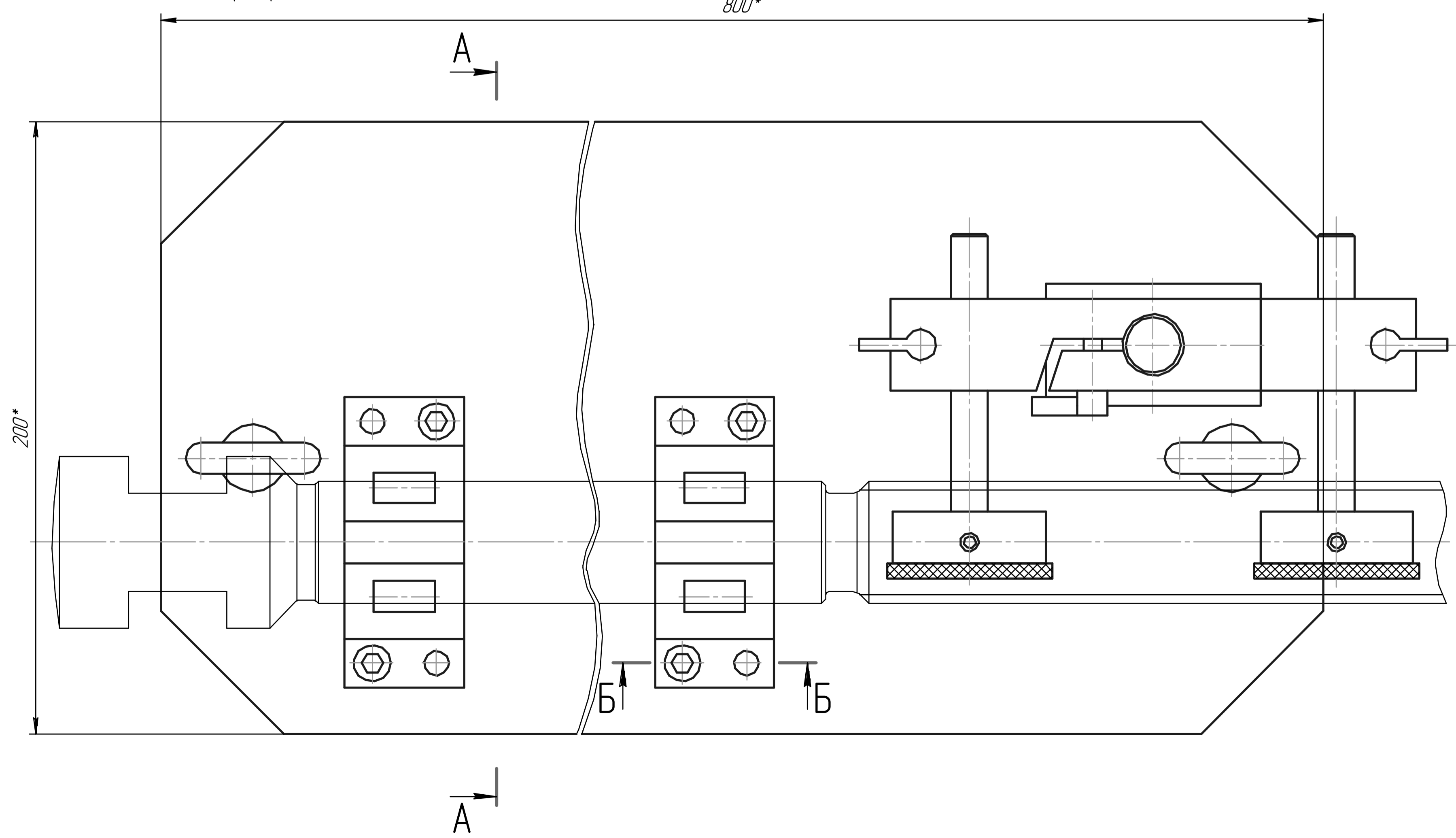
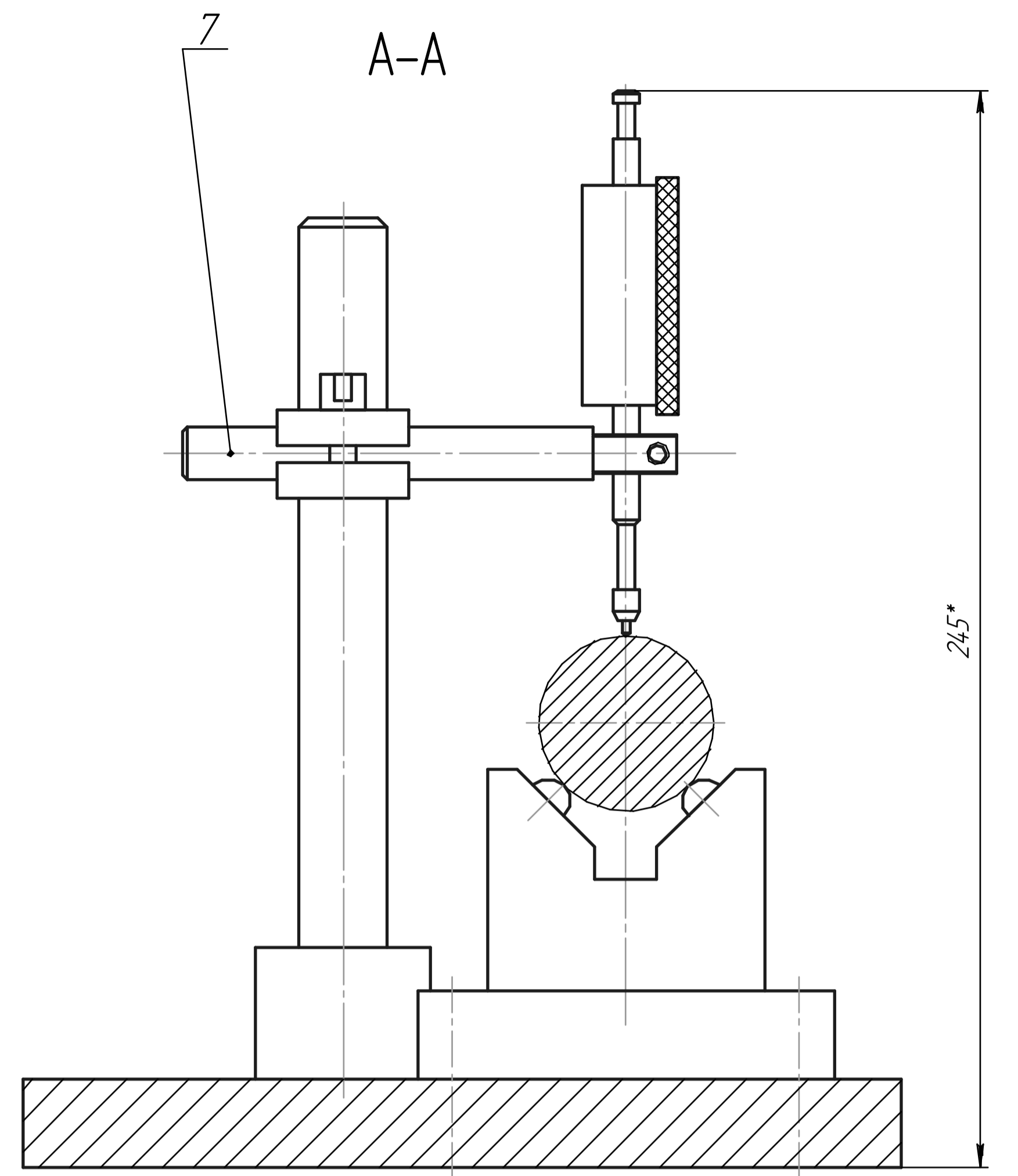
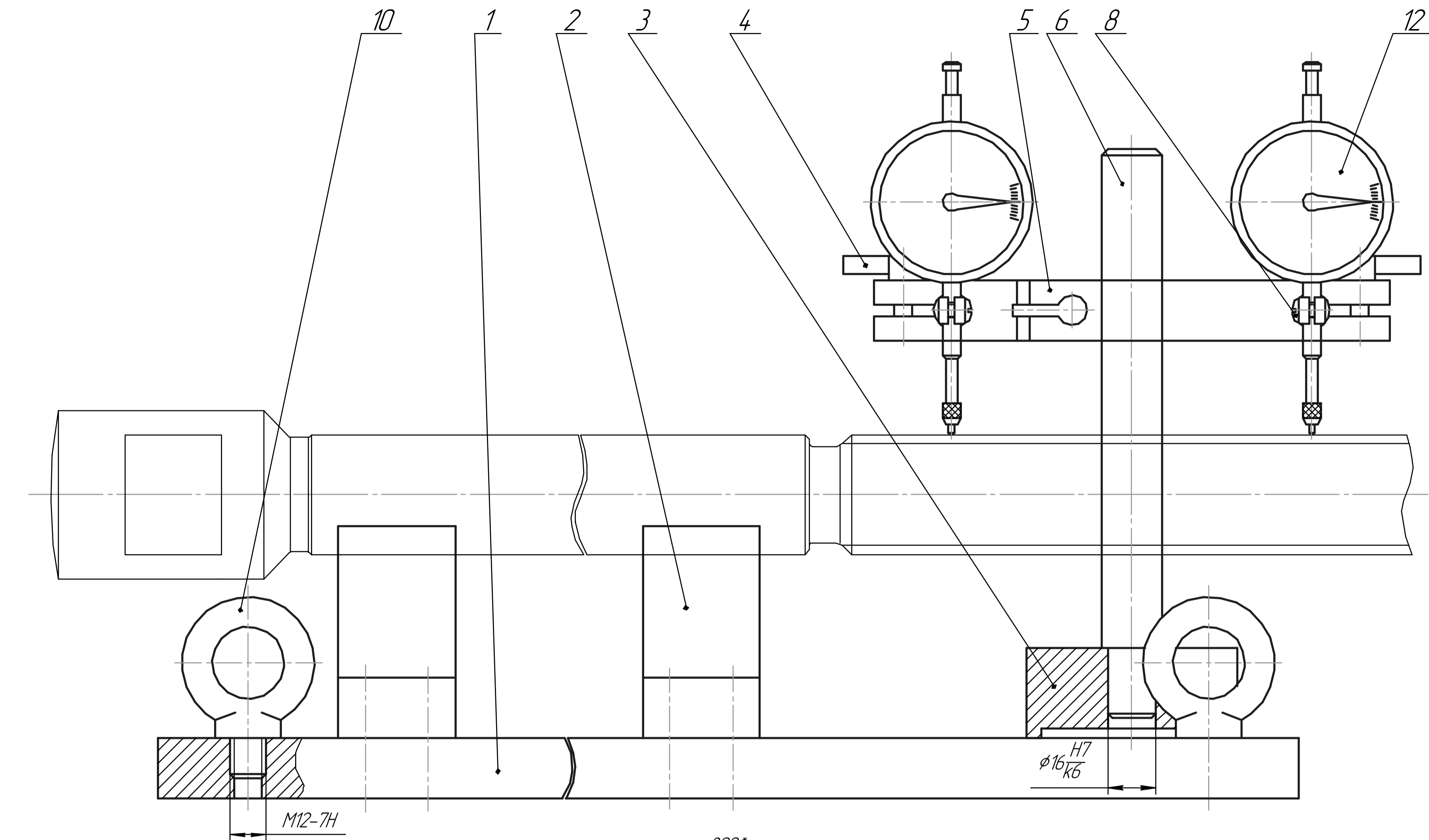
The purpose of the work is to develop a technological process of machining of the spindle shaft 0735.402413.477, which will allow to produce a part in the conditions of medium-scale production with minimal costs, as well as to develop designs of special machine tools and control programs for CNC machines.

In accordance with the task in the work a detailed analysis of the design of the detail, the method of obtaining the workpiece and the route of machining are made. Based on the conclusions of the analysis and the recommendations of the literature, the optimal route of machining of this part for a given type of production is developed, according to which allowances are calculated, cutting modes and rationing of operations are calculated. To install and secure the part on machining operations, a special machine device with a pneumatic drive is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the 2nd section of the explanatory note. The construction of the control device is designed. The appendices contain all the necessary technological documentation.

The results can be used in the engineering industry.

Keywords: workpiece, detail, technological process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device, clamping force.

Student: R. R. Luzhnyi



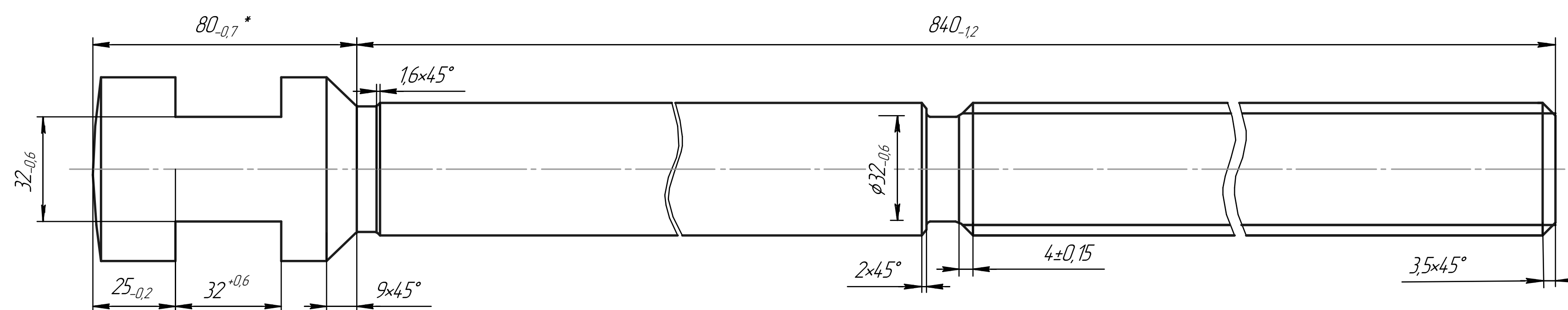
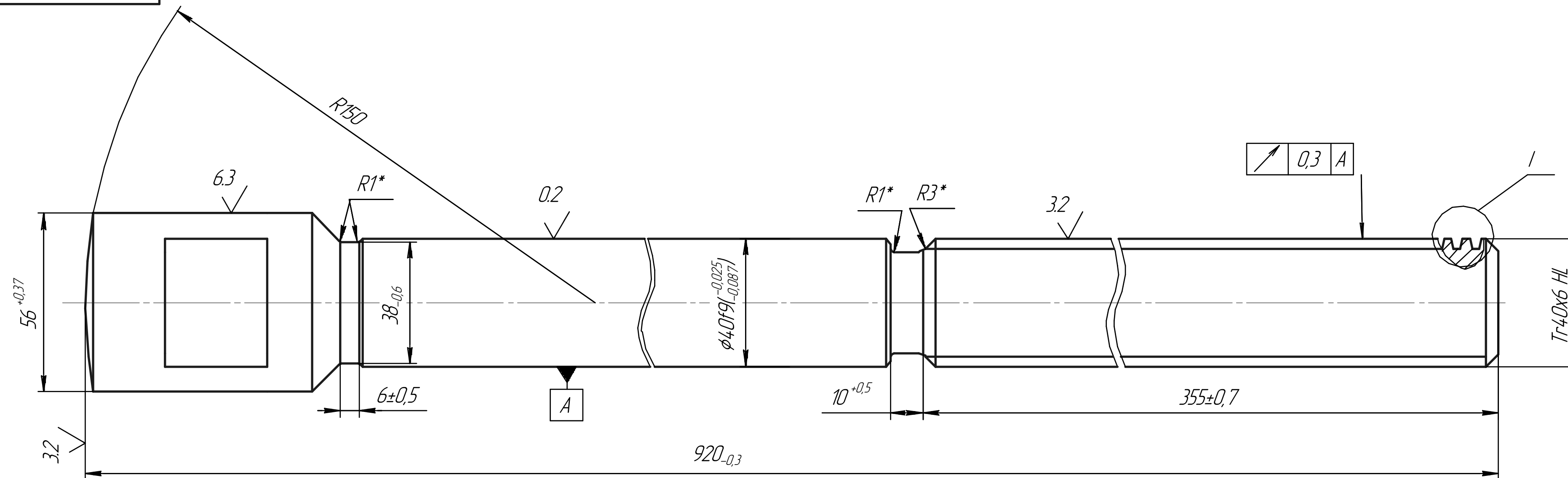
1. Пристрій призначений для контролю радіального діаметра 0,3 мм.
2. * Розміри для довідок.
3. При транспортуванні індикатор зняти.
4. Маркування позначення використання шрифтом 5-ПрЗ ГОСТ 26.008-85

				БДР.ПМК-269.01.000.Д		
Вір. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Пристрій контрольний	Лист	Масштаб
Розроб.	Лижини Р.				Н	1:1
Проб.	Борщак ЛО			ІФНТУНГ ПМКЗ-19-1К	Лист	Листів 1
І.контр.	Борщак ЛО					
Н.контр.						
Узд.	Панчук ВГ.					

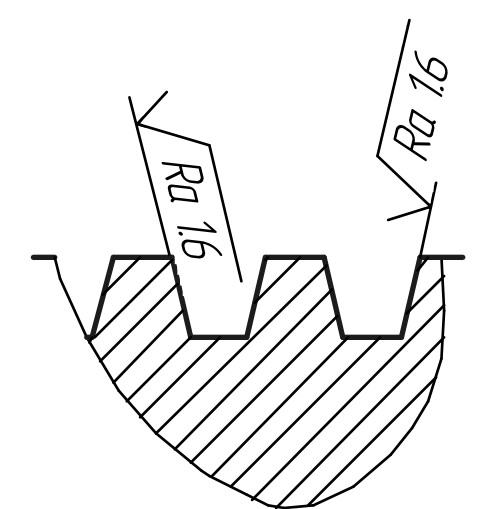
Лист 1 з 1
Всього ліст. 1
Листів у даній частині 1
Сторінка № 1
Перед. примірник

БДР.ПМК-269.02.000

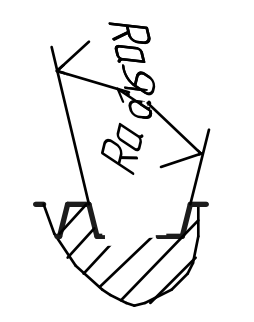
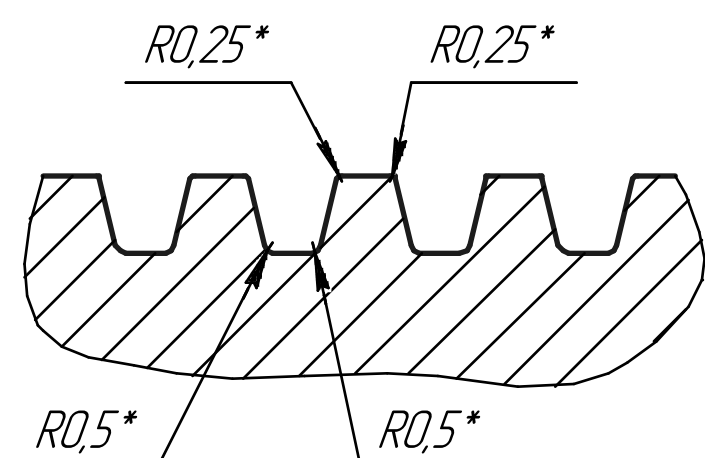
6.3
√(√)



1. Невказані граничні відхилення розмірів діаметрів: по H14, h14, решта Js14
2. Поверхню А полірувати



1
M 5:1



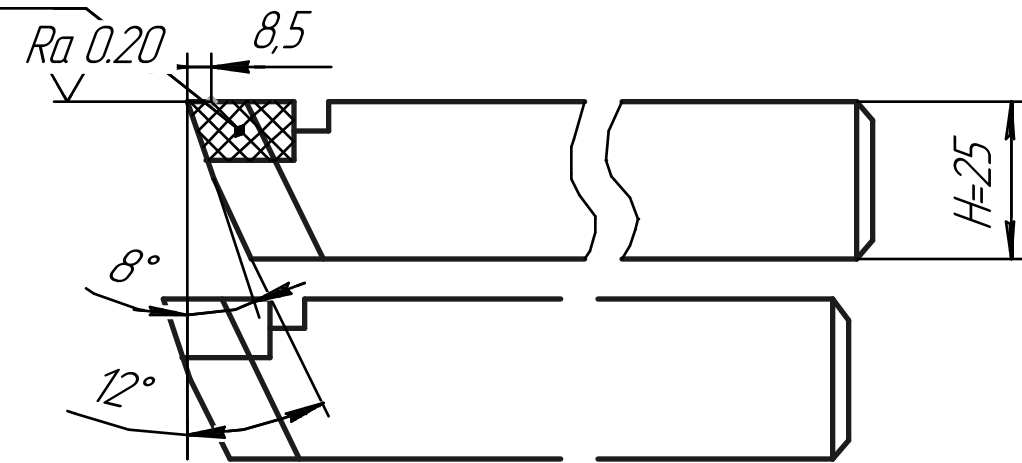
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20

БДР.ПМК-269.02.000.			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Лижини В.		
Проб.	Борщак Л.		
Т.контр.	Борщак Л.		
Н.контр.			
Утв.	Панчик В.Г.		
Шпиндель			Лит. Масса Масштаб
Сталь 14X17H2-δ-Т			1:1
ПМК-19-1К			Лист Листов 1

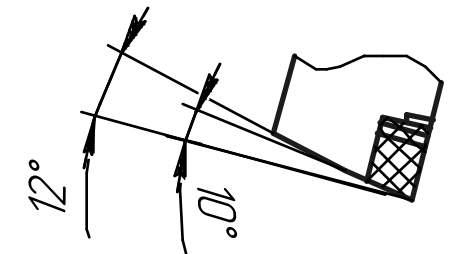
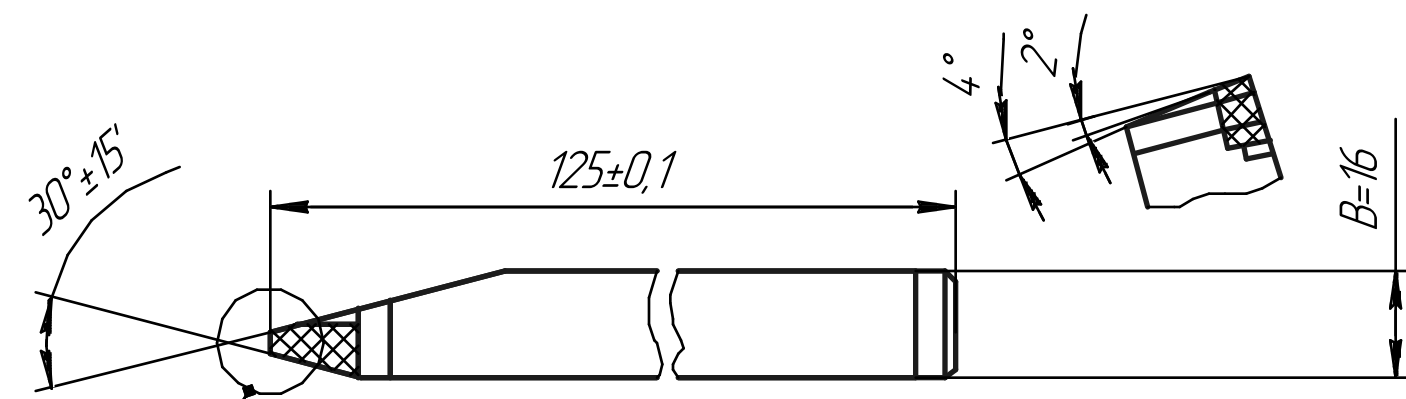
Ra 6.3

БДР.ПМК-269.04.000.СК

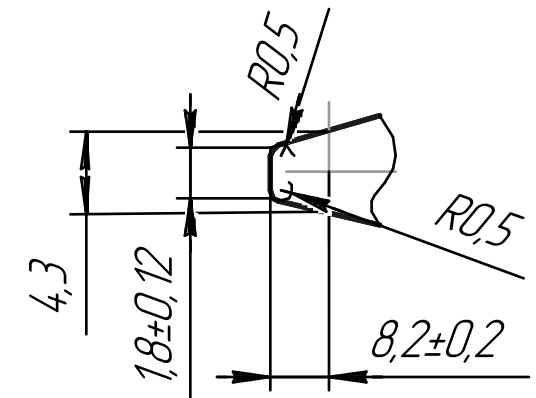
Пластина твердосплавна



Для правої різьди



Для правої різьди

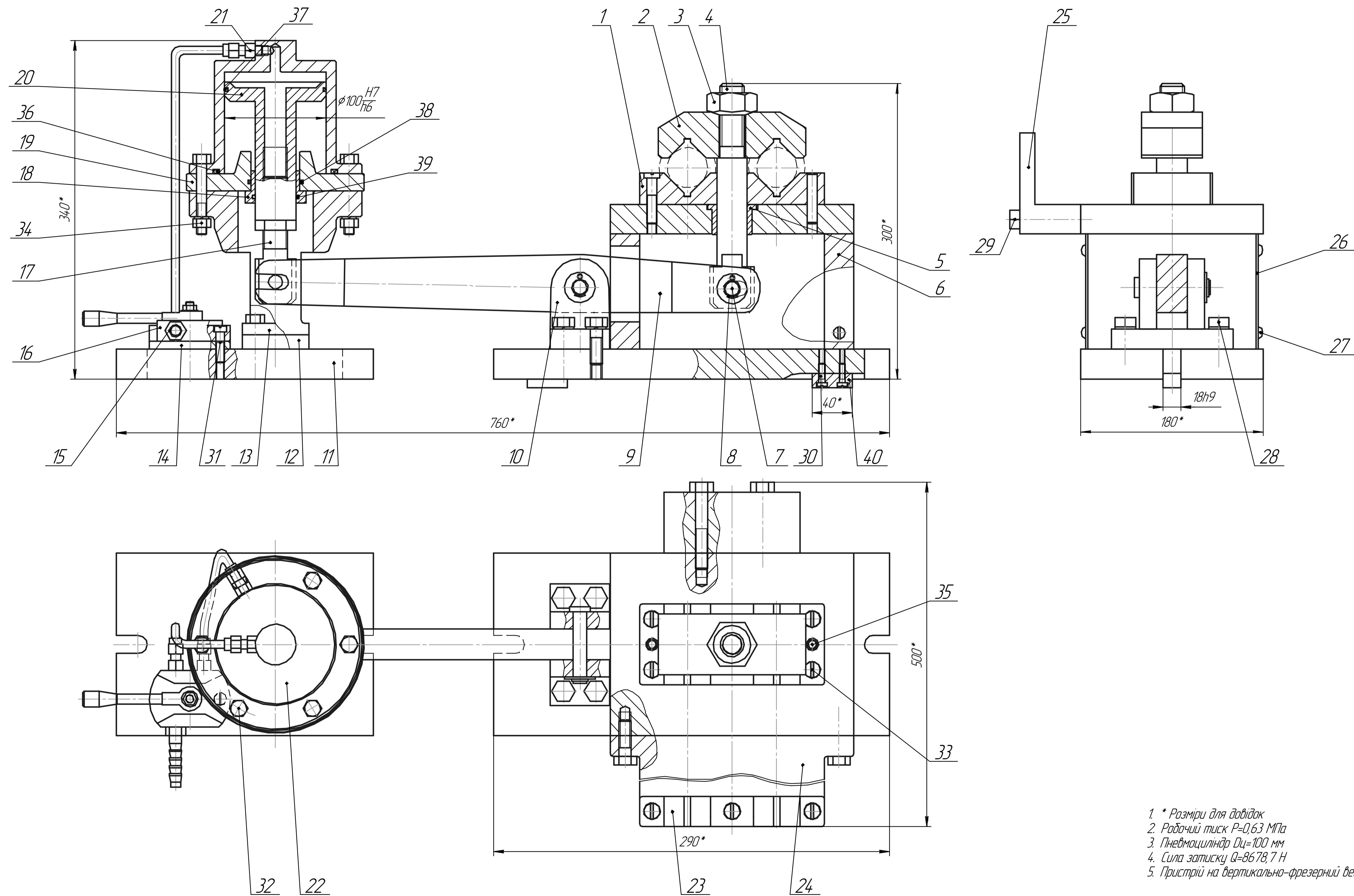


Форма гнізда під пластину

1. Різець оснащений пластинкою твердого сплаву марки Т15К6
2. Пластинку паяти припоєм П100М або ЛНМц 60-90-5 СВЧ

Перв. примен.	Справ. №	Взам. инв. №	Инд. № д/рл.	Подп. и дата
Инд. № подл.				

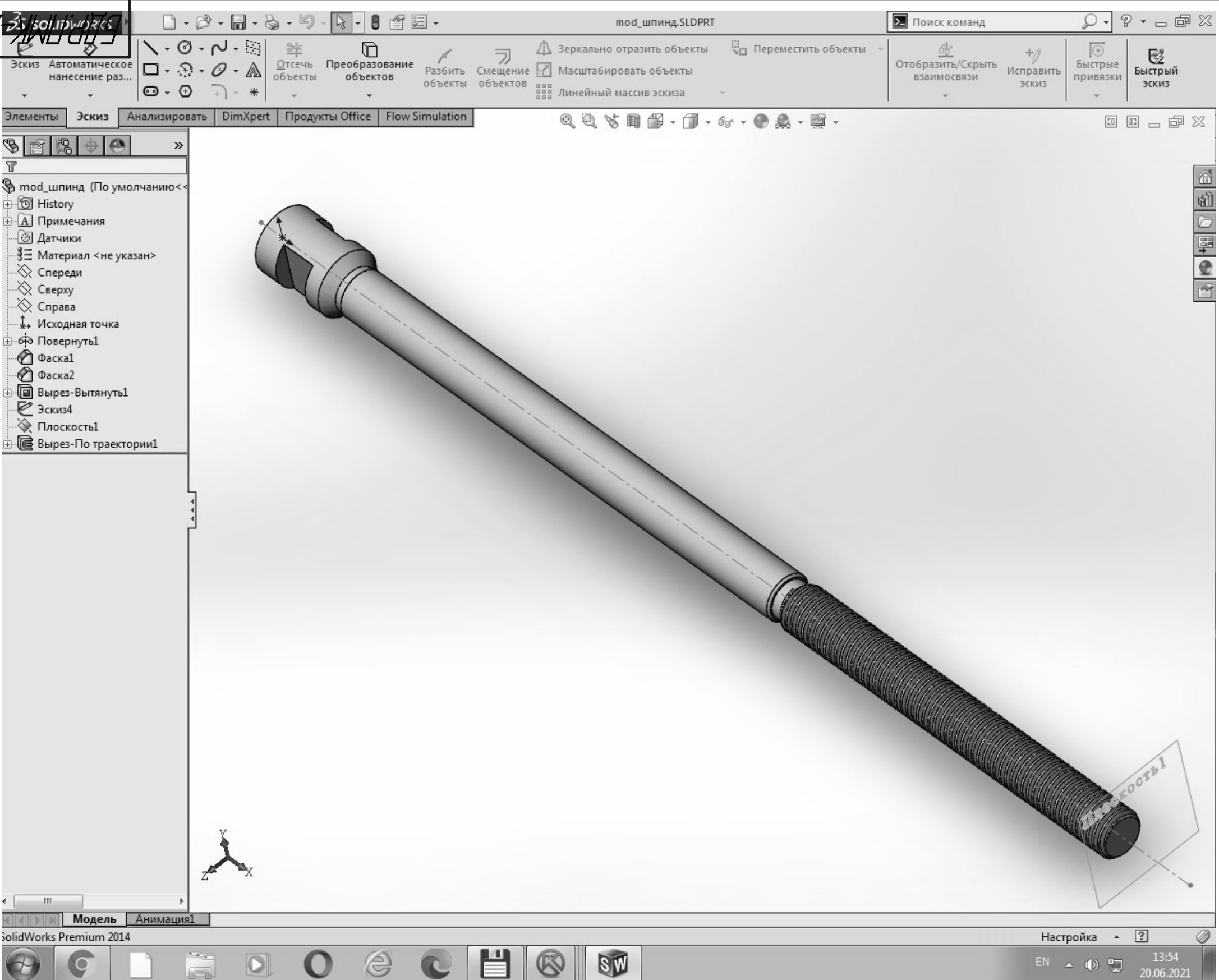
БДР.ПМК-269.04.000.СК								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець для трапецеподібної різьди	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Лижний Р.						0,73	1:1
Пров.	Борщак ЛО.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.	Панчук ВГ							
Сталь 40 ГОСТ1050-88						ІФНТУНГ		
Т15К6 ГОСТ 153-92						ПМК3-19-1К		
Копировал						Формат А3		



1. * Розміри для довідок
2. Робочий тиск $P=0,63$ МПа
3. Пневмоциліндр $D_c=100$ мм
4. Сила затиску $Q=8678,7$ Н
5. Пристрій на вертикально-фрезерний верстат

				БДР.ПМК-269.04.000.СК		
				Пристрій для фрезерування лисок		
Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Лижини Р.					1:2
Проб.	Боришак ЛО			Лист	Листов	1
Т.контр.	Боришак ЛО			ІФНТУНГ		
Н.контр.				ПМК3-19-1К		
Узд.	Панчук ВГ.			Формат А1		

269.02.000.11



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № докл.

Взам. изм. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лужный В.		
Пров.		Борщак Л.		
Т.контр.		Борщак Л.		
И.контр.				
Утв.		Панчук В.Г.		

БДР.ПМК-269.02.000.Д

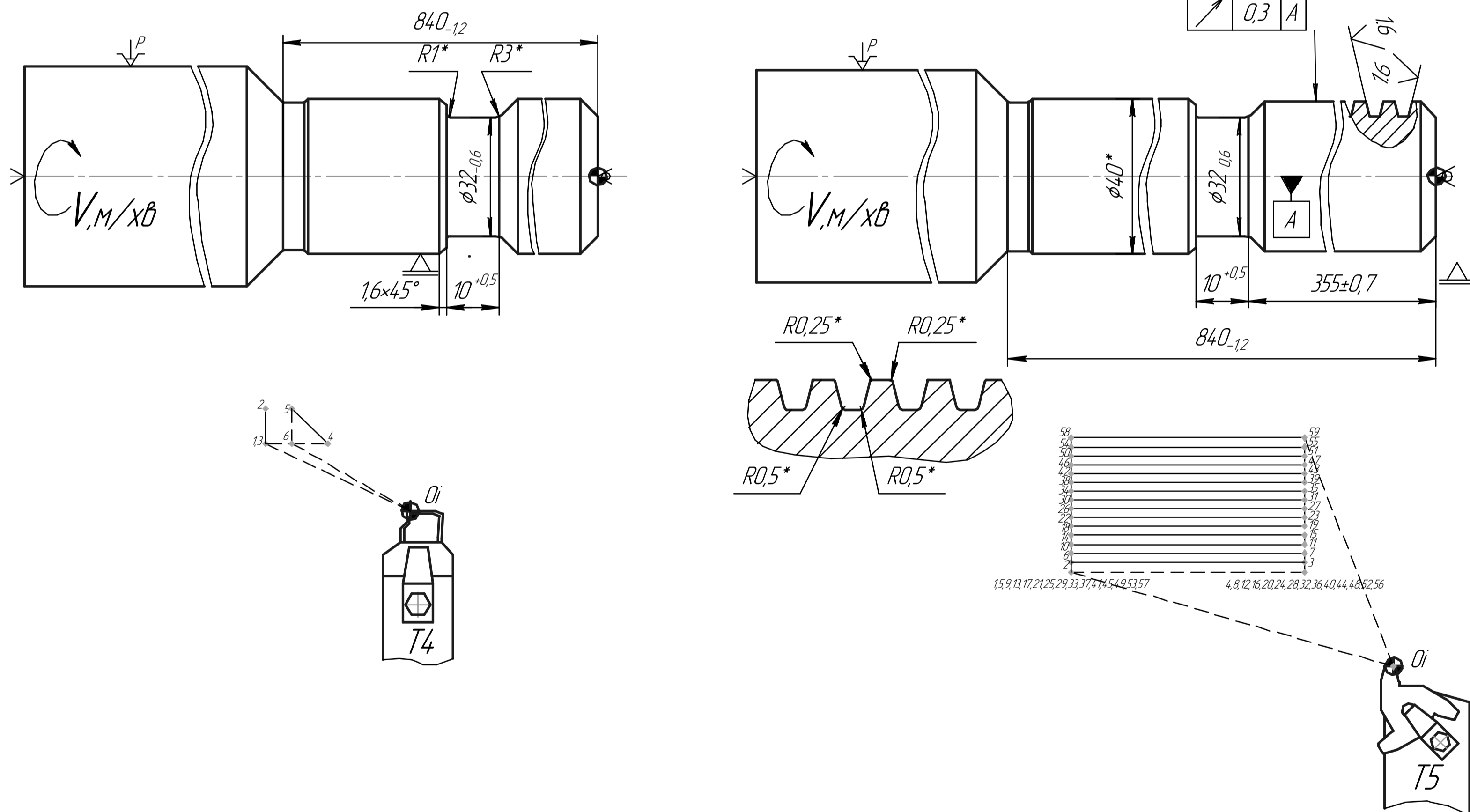
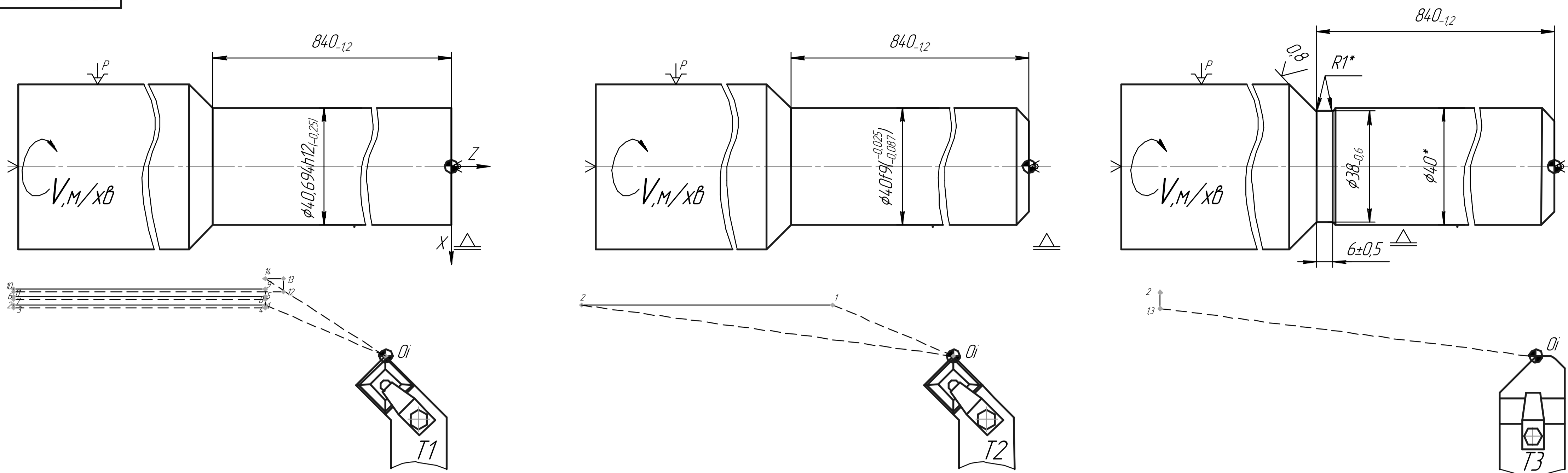
Компьютерна 3Dмодель
шпинделя в програмі
Solid Works

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ІФНТУНГ
ПМК3-19-1К

Копировал

Формат А3



Пункт	Точка	X	Z	n об/об	S, мм/об	S, мм/д
0	100	100				
0-1	1	53.516	5			
1-2	2	53.516	-84.0	710	0.3	213
2-3	3	54.516	-84.0			
3-4	4	54.516	5			
4-5	5	47.032	5			
5-6	6	47.032	-84.0			
6-7	7	48.032	-84.0			
7-8	8	48.032	5			
8-9	9	40.548	5			
9-10	10	40.548	-84.0			
10-11	11	41.548	-84.0			
11-12	12	41.548	7			
12-13	13	36.052	7			
13-14	14	36.052	0			
0	100	100				
0	100	100				
0-1	1	39.948	5	1400	0.15	210
1-2	2	39.948	-84.0			
0	100	100				
0	100	100				
0-1	1	41.0	-84.0	1000	0.15	150
1-2	2	37.7	-84.0			
2-3	3	41.0	-84.0			
0	100	100				
0	100	100				
1-1	1	41.0	-365	1000	0.15	150
1-2	2	31.6	-365			
2-3	3	41.0	-365			
3-4	4	41.0	-351.4			
4-5	5	31.6	-361			
5-6	6	41.0	-361			
0	100	100				

Пункт	Точка	X	Z	n об/об	S, мм/об	S, мм/д
0	100	100				
0-1	1	41.0	-358			
1-2	2	39.8	-358	1000	6	6000
2-3	3	39.8	15			
3-4	4	41.0	15			
4-5	5	41.0	-358			
5-6	6	39.6	-358			
6-7	7	39.6	15			
7-8	8	41.0	15			
8-9	9	41.0	-358			
9-10	10	39.4	-358			
10-11	11	39.4	15			
11-12	12	41.0	15			
12-13	13	41.0	-358			
13-14	14	39.2	-358			
14-15	15	39.2	15			
15-16	16	41.0	15			
16-17	17	41.0	-358			
17-18	18	39.0	-358			
18-19	19	39.0	15			
19-20	20	41.0	15			
20-21	21	41.0	-358			
21-22	22	38.8	-358			
22-23	23	38.8	15			
23-24	24	41.0	15			
24-25	25	41.0	-358			
25-26	26	38.6	-358			
26-27	27	38.6	15			
27-28	28	41.0	15			
28-29	29	41.0	-358			
29-30	30	38.4	-358			
30-31	31	38.4	15			
31-32	32	41.0	15			
32-33	33	41.0	-358			
33-34	34	38.2	-358			
34-35	35	38.2	15			
35-36	36	41.0	15			
36-37	37	41.0	-358			
37-38	38	38.0	-358			
38-39	39	38.0	15			
39-40	40	41.0	15			
40-41	41	41.0	-358			
41-42	42	37.8	-358			
42-43	43	37.8	15			
43-44	44	41.0	15			
44-45	45	41.0	-358			
45-46	46	37.6	-358			
46-47	47	37.6	15			
47-48	48	41.0	15			
48-49	49	41.0	-358			
49-50	50	37.4	-358			
50-51	51	37.4	15			
51-52	52	41.0	15			
52-53	53	41.0	-358			
53-54	54	37.2	-358			
54-55	55	37.2	15			
55-56	56	41.0	15			
56-57	57	41.0	-358			
57-58	58	37.0	-358			
58-59	59	37.0	15			
0	100	100				

Зміст операції	Обладнання	Пристрій, допоміжний інструмент	Вимірний інструмент	№ інструмента	Найменування	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об ⁻¹	T _{об} , хв	T _{доп} , хв
1. Точити поверхню 9 до 40.694 ± 0.025	Токарний з ЧПК PROTON 530	Патрон 7100-0007 ГОСТ 2675-80, Центр А-І-4-НП ГОСТ 8742-75, Ланет, встановлений на верстаті	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0.1 ГОСТ 166-80, ШЦ-ІІІ-550-0.1 ГОСТ 166-80, Скада 8113-0132 І9 ГОСТ 18362-73 Шаблони	T1	Різець 2102-0185 РС9030 ГОСТ 21151-75	6,484	0,3	135	710	11,9	0,6283
2. Точити фаску 13				T1	Різець 2102-0185 РС9030 ГОСТ 21151-75	4,5	0,3	135	710	0,03	0,6283
3. Точити поверхню 9 в розмір 40.19 ± 0.025				T2	Різець 2102-0185 РС9020 ГОСТ 21151-75	0,6	0,15	180	1400	4,03	0,6283
4. Точити канавку 20				T3	Різець спеціальний	6	0,15	130	1000	0,02	0,6283
5. Точити канавку 11				T4	Різець спеціальний	6	0,15	130	1000	0,08	0,6283
6. Нарізаєть різьбу Т74х0,6Н-7е				T5	Різець спеціальний	0,2	6	130	1000	0,933	0,6283

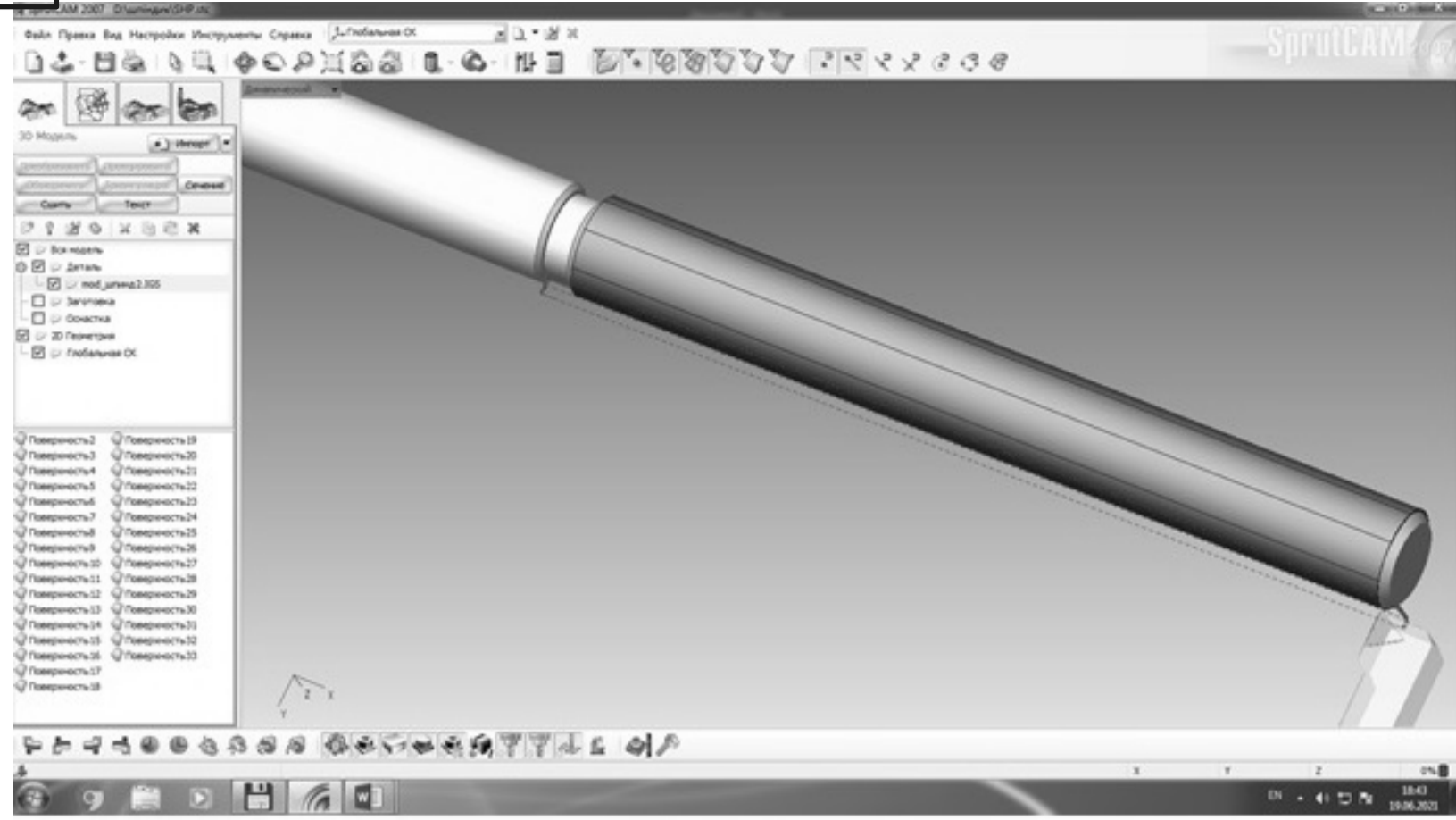
БДР.ПМК-269.06.000.КН

Карта налагодження на операцію 015 токарну з ЧПК

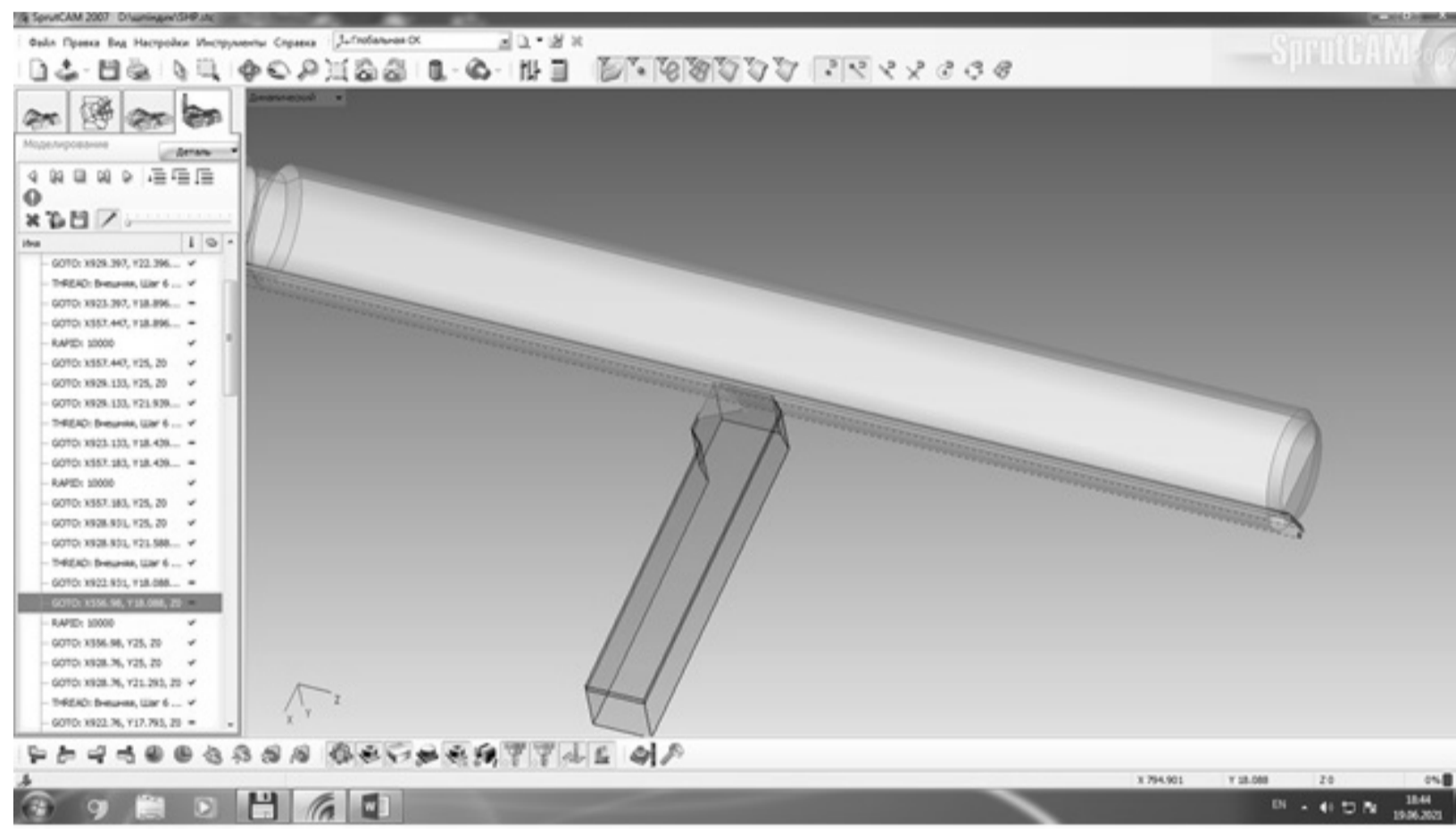
Лист	Масштаб	Масштаб
Н		1:1
Лист	Листів	1

ІФНТУНГ
ПМКЗ-19-1К
Формат А1

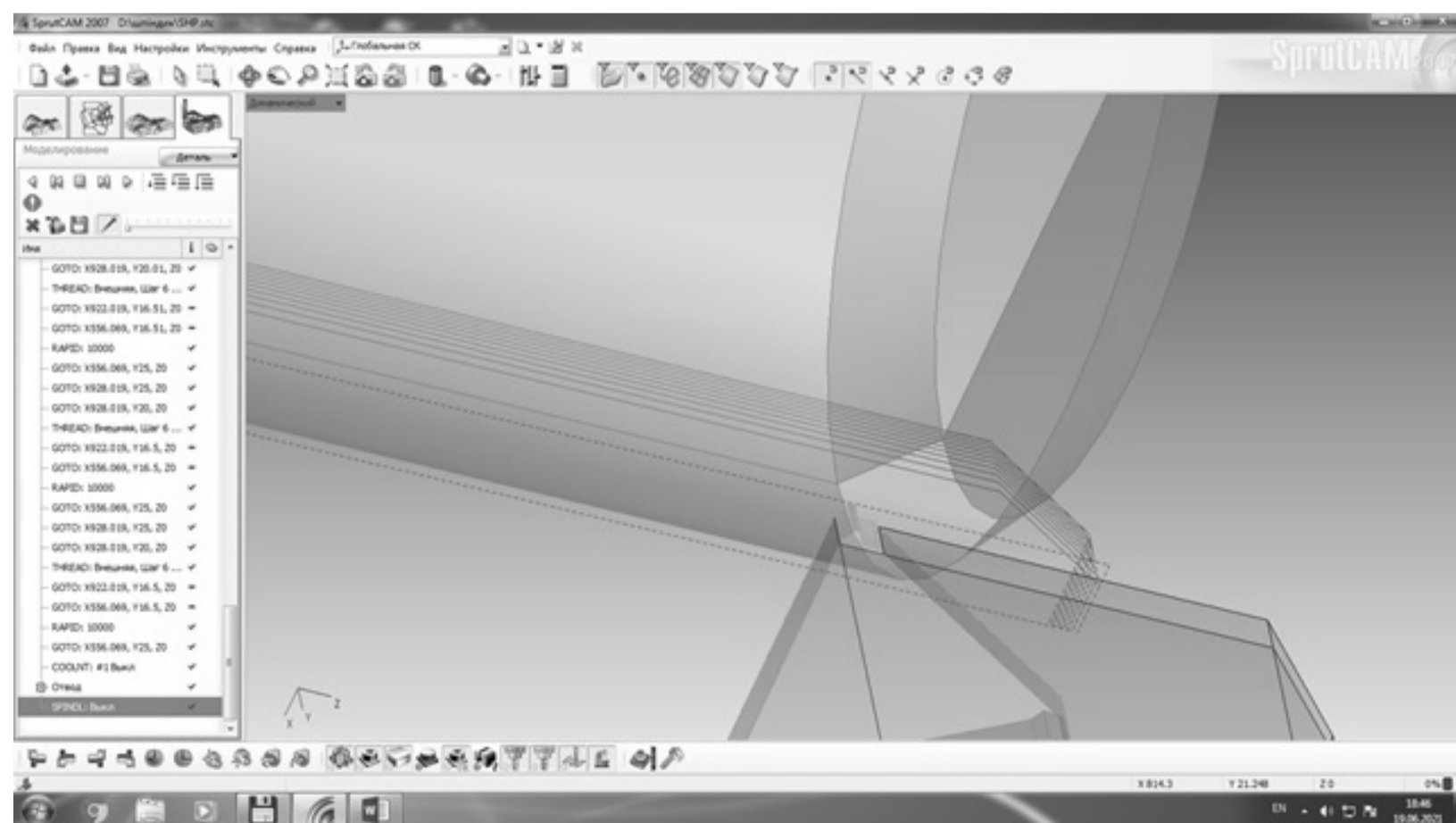
Лист № 1
Всього листів № 1
Листів у даній частині № 1
Листів у даній частині № 1



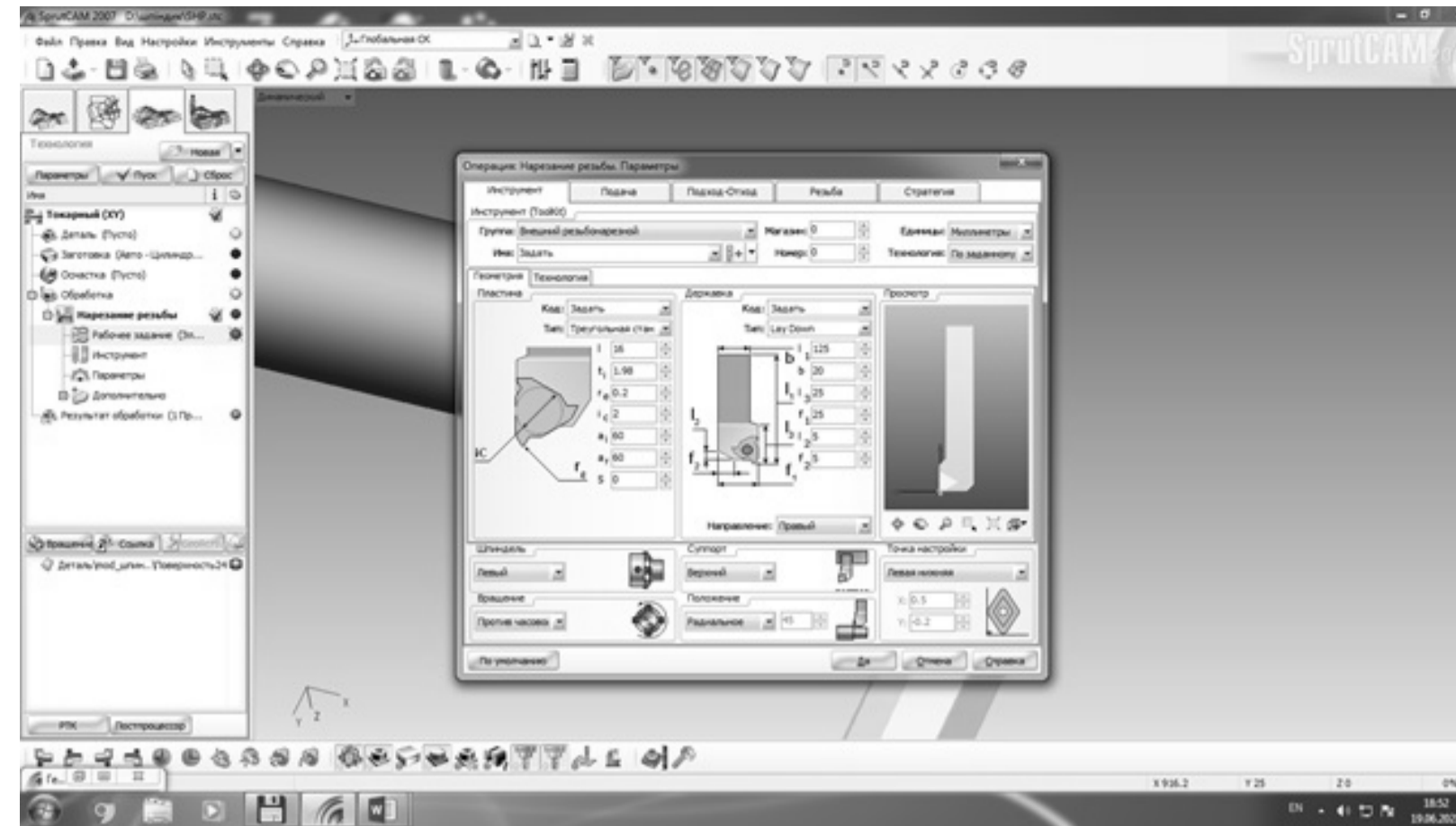
Заготовка шпинделя з виділеною поверхнею під різьбду та різьбовий різець на вихідній позиції



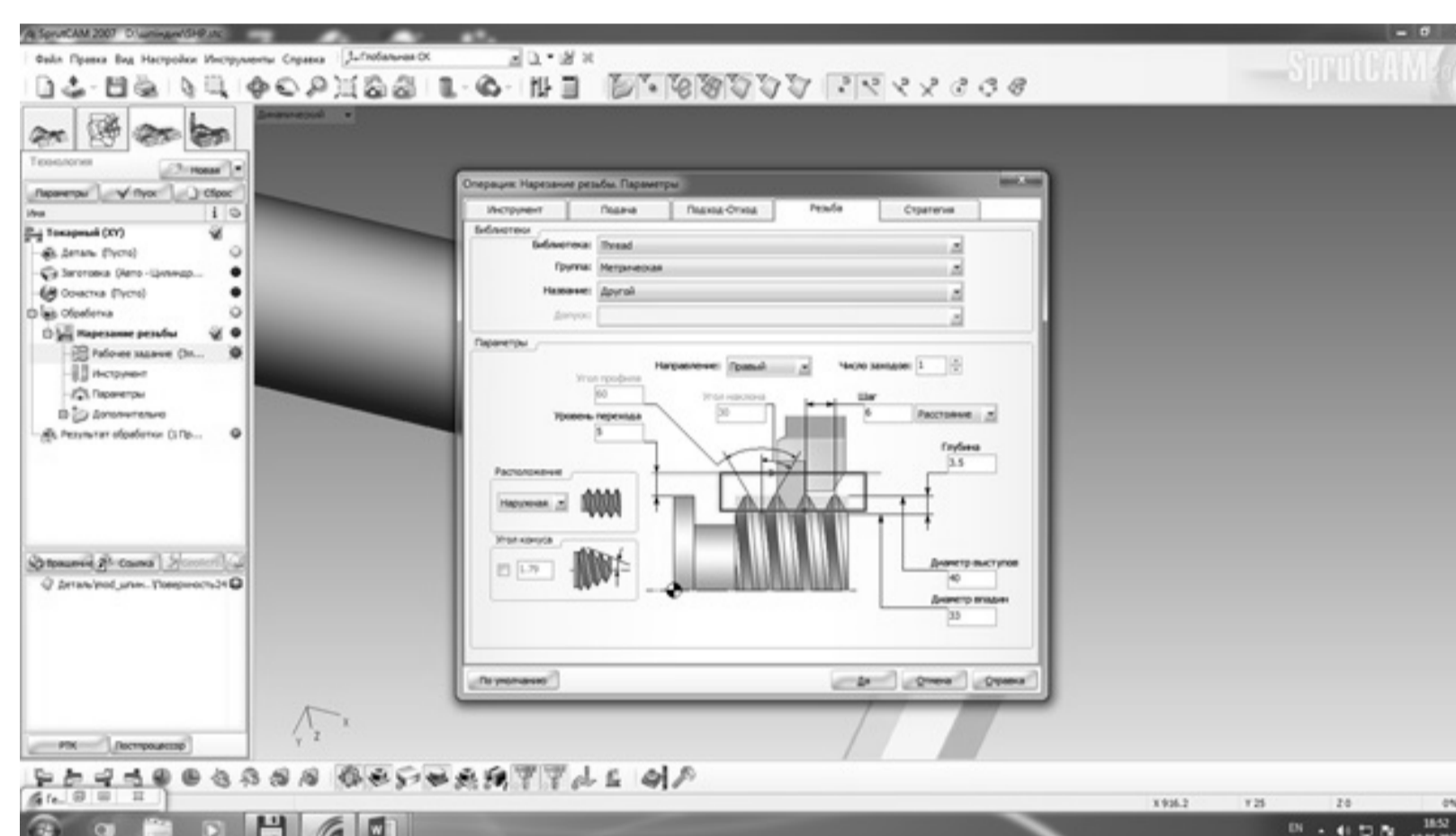
Кадр з імітації нарізання різьбди



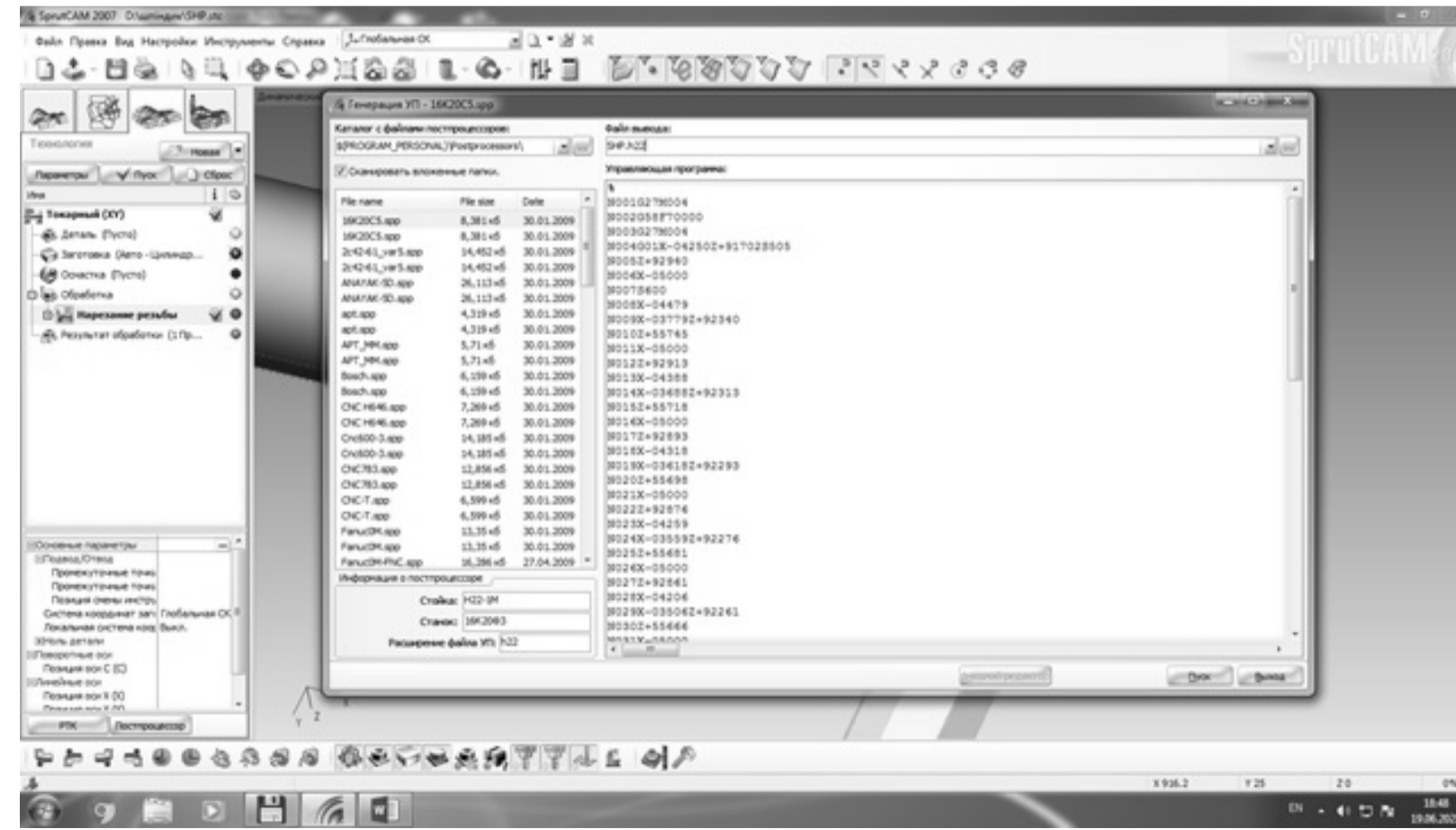
Різьбовий різець на початку робочого ходу нарізання різьбди



Вибір параметрів різьбового різця для трапецевидної різьбди



Задання параметрів трапецевидної різьбди



Вікно з кадром керуючої програми для токарно-гвинторізного верстата

- N001G27M004
- N002G58F70000
- N003G27M004
- N004G01X-04250Z+91702S505
- N005Z+92940
- N006X-05000
- N007S600
- N008X-04479
- N009X-03779Z+92340
- N010Z+55745
- N011X-05000
- N012Z+92913
- N013X-04388
- N014X-03688Z+92313
- N015Z+55718
- N016X-05000
- N017Z+92893
- N018X-04318
- N019X-03618Z+92293
- N020Z+55698
- N021X-05000
- N022Z+92876
- N023X-04259
- N024X-03559Z+92276
- N025Z+55681
- N026X-05000
- N027Z+92861
- N028X-04206
- N029X-03506Z+92261
- N030Z+55666
- N031X-05000
- N032Z+92847
- N033X-04159
- N034X-03459Z+92247
- N071M002
- N035Z+55652
- N036X-05000
- N037Z+92835
- N038X-04.116
- N039X-034.16Z+92235
- N040Z+55640
- N04.1X-05000
- N04.2Z+92823
- N04.3X-04.076
- N04.4X-03376Z+92223
- N04.5Z+55628
- N04.6X-05000
- N04.7Z+92812
- N04.8X-04.038
- N04.9X-03338Z+92212
- N050Z+55617
- N05.1X-05000
- N05.2Z+92802
- N05.3X-04.002
- N05.4X-03302Z+92202
- N05.5Z+55607
- N05.6X-05000
- N05.7Z+92802
- N05.8X-04.000
- N05.9X-03300Z+92202
- N060Z+55607
- N06.1X-05000
- N06.2Z+92802
- N06.3X-04.000
- N06.4X-03300Z+92202
- N06.5Z+55607
- N06.6X-05000
- N06.7M008
- N06.8X-04.250
- N06.9S000G25X+999999
- N070G25Z+999999

Керуюча програма для нарізання різьбди

				БДР.ПМК-269.07.000.ЧПК			
Визн. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Імітація обробки та керуюча програма для токарної обробки трапецевидної різьбди		Лист	Масштаб
Розроб.	Лижини Р.Р.						1:1
Проб.	Борщак Л.О.						
Т.контр.	Борщак Л.О.						
Н.контр.							
Зуб.	Панчук В.Г.						
				ІФНТУНГ		Листов 1	
				ПМКЗ-19-1К		Формат А1	
				Копіювати			

Лист 1 з 1
Сторінка 1 з 1
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1