

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Федорович Василь Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі “Шток 4828.02.421”

(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

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 _____

Федорович В.Я.

Керівник _____

Борушак Л.О..

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі
“Шток 4828.02.421”

Розрахунково-пояснювальна записка: 41 сторінка, 17 рисунків, 8 таблиць, 12 посилань, 4 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “ Шток 4828.02.421”.

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки вала півмуфти веденої СМ 727.05.02.013, 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 свердлильний верстатний пристрій, працездатність якого підтверджено розрахунками, наведеними в 2-му розділі пояснювальної записки. Спроектовано пристрій для контролю радіального биття поверхонь штока. В додатках наведені маршрутна і операційна карти.

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: Федорович В.Я.

Зміст

Вступ.....	
1 Технологічна частина	
1.1 Опис призначення і конструкції деталі.....	
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.3 Визначення організаційних умов виробництва.....	
1.4 Вибір заготовки.....	
1.5 Розробка послідовності механічної обробки з вказанням обладнання, пристроїв на яких буде вестися обробка.....	
1.5 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки штока.....	
1.6 Визначення режимів різання.....	
1.7 Нормування технологічної операції.....	
1.8 Аналіз точності обробки.....	
2. Конструкторська частина	
2.1 Призначення будова і робота токарного пристрою	
2.2 Визначення діючих сил	
2.3 Силовий розрахунок механізму і привода	
2.4 Проектування контрольного пристрою	
Висновки.....	
Перелік використаної літератури.....	
Додатки.....	

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Федорович</i>			<i>Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі – Шток 4828.02.421</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Борншак Л.</i>					2	
<i>Реценз.</i>						ІФНТУНГ ПМ-19-1К		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						

Вступ

Машинобудування - це ключова галузь економіки, якій належить керівна роль в підвищенні рівня суспільного виробництва і росту продуктивності праці.

Основними задачами в машинобудуванні являються перехід на зовсім нові безвідходні технології, перехід машинобудування як галузі на ринкові рейки, виробництво конкурентоздатної на світовому ринку лічильної техніки, приладо-та електронної продукції. Велике значення має поновлення парку обладнання, активної частини виробничих основних фондів. Необхідно скоротити час розробки і освоєння нових виробів, нової техніки, підвищувати в економічно-оправдованих границях одиничні потужності машин і обладнання, знизити затрати на виробництво в розрахунку на одиницю його продуктивності.

Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс робота деталей і машин в цілому: ефективне використання металооброблюючих верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів – все це націлено на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Для створення теоретичних основ технології машинобудування велике значення мали роботи Н. А. Бородачеві, К. В. Бонова, які здійснили обширні дослідження жорсткості системи: «верстат - пристрій - інструмент», та її вплив на точність механічної обробки.

Основні наукові положення машинобудування і методику технологічних розрахунків, загальних для різних галузей машинобудування містяться в працях В. М. Кована.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ними, та рядом інших вчених створені передумови для розвитку технології машинобудування як науки.

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

Для цього необхідно:

— освоїти серійне виробництво нових машин, обладнання, засобів автоматизації, і приладів, які сприятимуть впровадженню в широких масштабах високопродуктивної технології;

— підвищити технологічний рівень і якість продукції машинобудування, засобів автоматизації та приладів, значно підняти економічність, надійність та довговічність техніки, що випускається;

— збільшити виробництво систем машин і обладнання автоматичних маніпуляторів з ЧПК.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Машинобудування - це ключова галузь економіки, якій належить керівна роль в підвищенні рівня суспільного виробництва і росту продуктивності праці.

Основними задачами в машинобудуванні являються перехід на зовсім нові безвідходні технології, перехід машинобудування як галузі на ринкові рейки, виробництво конкурентоздатної на світовому ринку лічильної техніки, приладо-та електронної продукції. Велике значення має поновлення парку обладнання, активної частини виробничих основних фондів. Необхідно скоротити час розробки і освоєння нових виробів, нової техніки, підвищувати в економічно-оправдованих границях одиничні потужності машин і обладнання, знизити затрати на виробництво в розрахунку на одиницю його продуктивності.

Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс робота деталей і машин в цілому: ефективне використання металооброблюючих верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів – все це націлено на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Для створення теоретичних основ технології машинобудування велике значення мали роботи Н. А. Бородачеві, К. В. Бонова, які здійснили обширні дослідження жорсткості системи: «верстат - пристрій - інструмент», та її вплив на точність механічної обробки.

Основні наукові положення машинобудування і методику технологічних розрахунків, загальних для різних галузей машинобудування містяться в працях В. М. Кована.

Ними, та рядом інших вчених створені передумови для розвитку технології машинобудування як науки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.110.00.000.ПЗ				

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

Для цього необхідно:

— освоїти серійне виробництво нових машин, обладнання, засобів автоматизації, і приладів, які сприятимуть впровадженню в широких масштабах високопродуктивної технології;

— підвищити технологічний рівень і якість продукції машинобудування, засобів автоматизації та приладів, значно підняти економічність, надійність та довговічність техніки, що випускається;

— збільшити виробництво систем машин і обладнання автоматичних маніпуляторів з ЧПК.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхня 5 – зовнішня циліндрична поверхня штока Ø25 мм і довжиною 41 мм, виготовляється за якітетом e8, Ra1,6, призначена для посадки поршня.

Поверхня 6 – фаска, розміром $0,6 \times 45^0$, виготовляється за якітетом $\pm IT14/2$, Ra12,5.

Поверхня 7 – зовнішня циліндрична поверхня штока Ø30 мм і довжиною 218,4 мм, виготовляється за якітетом e8, Ra0,2.

Поверхня 8 – фаска, розміром $3 \times 15^0 \pm 30'$.

Поверхня 9 – канавка.

Поверхня 10 – різьба M20x1,5-6g довжиною 29 мм, Ra3,2.

Поверхня 11 – фаска, розміром $1,6 \times 45^0$, виготовляється за якітетом $\pm IT14/2$, Ra12,5.

Поверхня 12 – лиска, розміром 27 h11 і довжиною 9 мм.

Поверхня 13 – паз, розміром $3,5 \times 5$ і довжиною 20 мм.

Всі дані про вище зазначені поверхні наведені в табл.1.1.2.

Таблиця 1.1 – Технічні вимоги та точнісні характеристики деталі

№ поверхні	Розмір, який зв'язує поверхні	Точність розміру, допустимі відхилення від правильності форми і взаємного розміщення поверхонь	Шорсткість поверхонь
1	$1,6 \times 45^0$	$\pm IT14/2$	12,5
2	M20x1,5	6g	3,2
3	Ø17,8	h 14	12,5
4	$3 \times 15^0 \pm 15'$	–	3,2
5	Ø25	e8, допуск радіального биття – 0,025 відносно бази А, допуск торцевого биття – 0,025 відносно бази А	1,6
6	$0,6 \times 45^0$	$\pm IT14/2$	3,2
7	Ø30	e8, допуск круглості – 0,025, допуск циліндричності – 0,025	0,2
8	$3 \times 15^0 \pm 15'$	–	3,2
9	Ø17,8	h 14	12,5
10	M20x1,5	6g	3,2
11	$1,6 \times 45^0$	$\pm IT14/2$	12,5
12	27	h11	6,3
13	$3,5 \times 5$	$\pm IT14/2$	6,3

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.3 Характеристика матеріалу деталі

Дана деталь (шток) виготовляється зі сталі 40Х. Хімічний склад сталі 40Х приведений в таблиці 1.2, механічні властивості сталі 40Х в таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 40Х ГОСТ 4543-71

C	Si	Cu	Mn	S	P	Ni	Cr	Fe
%								
≈ 0,4	0.17-0.37	≤ 0.3	0.50-0.80	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0,3	0,8-1,1	решта

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 40Х ГОСТ 1058-88

Густина ρ кг/м ³	Границя міцності на розтяг σ_B , МПа	Модуль пружності E, МПа	Ударна вязкість a_n , Дж·м ²	НВ	
				до т/о	після т/о
7850	981	212000	6	184	217

Запропонована марка сталі найкраще підходить для виробництва даної деталі (шток), оскільки вона має високі механічні властивості, які забезпечують надійність і довговічність експлуатації даної деталі.

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Методи обробки для досягнення заданої точності деталі

Методи обробки кожної поверхні вибираємо згідно з вимогами досягнення точності і шорсткості поверхонь [10], ст.3-4. При цьому записуємо повну послідовність видів обробки і заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Методи досягнення заданої точності та шорсткості поверхонь деталі (шток).

№ поверхні	Розмір, точність та шорсткість поверхні	Вид обробки	Тип верстату, пристрій
1	1,6×45°±IT14/2 Ra 12,5	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
2	M20x1,5-6g Ra 3,2	Токарна Точіння чорнове Нарізання різьби	Токарно-гвинторізний, центри
3	Ø17,8 h14 Ra 12,5	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
4	3x15°±15' Ra 3,2	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
5	Ø25 e8 Ra 1,6	Токарна Точіння чорнове Точіння напівчистове Точіння чистове Шліфування однократне	Токарно-гвинторізний, центри
6	0,6×45°±IT14/2 Ra 3,2	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
7	Ø30 e8 Ra 0,2	Токарна Точіння чорнове Точіння напівчистове Точіння чистове Шліфування однократне Полірування	Токарно-гвинторізний, центри
8	3x15°±15' Ra 3,2	Токарна Точіння чорнове Полірування	Токарно-гвинторізний, центри
9	Ø17,8 h14 Ra 12,5	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
10	M20x1,5-6g Ra 3,2	Токарна Точіння чорнове Нарізання різьби	Токарно-гвинторізний, центри
11	1,6×45°±IT14/2 Ra 12,5	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний, центри
12	27h11 Ra 6,3	Фрезерна Чорнове фрезерування	Вертикально-фрезерний, призма
13	3,5x5±IT14/2 Ra 6,3	Фрезерна Чорнове фрезерування	Вертикально-фрезерний, призма

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Деталь шток (аркуш 1) відноситься до класу «вали». Деталь не є складної конфігурації, матеріал деталі – сталь 40Х, коефіцієнт оброблюваності якої – 2 (з масовою часткою вуглецю від 0,35% до 0,65%). Згідно цього показника визначаємо, що обробка не потребуватиме особливих умов. Шийки штока зменшуються до країв, що в свою чергу зручно для обробки. Розміри представлені, з урахуванням розмірних ланцюгів що полегшує планування технологічного процесу. Можливість використання центрових отворів спрощує технологію обробки деталі. Всі елементи деталі можна обробити і виміряти універсальним інструментом.

Для даної деталі через те що в неї порівняно невеликі перепади між ступенями найдоцільнішою заготовкою є прокат, що дозволяє проводити швидко обробку деталі, і це не потребує використання додаткового обладнання для виготовлення заготовок.

Отже, можна зробити висновок, що для обробки деталі достатньо буде використати 3-4 різнойменних операцій.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення організаційних умов виробництва

1.3.1 Організаційні умови

Тип виробництва: середньосерійний.

Режим роботи підприємства: дві зміни за добу.

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [6, с.22, табл 1,5]:

$F_d = 4029$ год.

Число робочих днів у році: $F = 255$ днів.

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

$a = 6$ днів.

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_0 = 480$ хв.

Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8.

Коефіцієнт серійності $K_c = 13$.

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі за [6,с.146-147,дод.1]

№ операції	Назва операції	Розрахунок основного часу T_0 , хв	φ_k	$T_{ш-к} = \varphi_k \cdot T_0$
010	Заготівельна			3
015	Токарно-гвинторізна	$T_0=0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}=0,1047$	1,36	0,1424
020	Токарно-гвинторізна	$T_0=0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}=0,0928$	1,36	0,1262
025	Фрезерна	$T_0=7 \cdot l \cdot 10^{-3}=0,266$	1,51	0,4017
030	Фрезерна	$T_0=4 \cdot l \cdot 10^{-3}=0,152$	1,51	0,2295
035	Покриття			
040	Шліфувальна	$T_0=0,15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}=0,3024$	1,55	0,4687
045	Слюсарна (полірування)			
050	Контрольна			

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2 Розрахунок програми випуску і партії деталей

Число операцій обробки (за табл. 1.5): $n = 6$.

Сумарний штучно-калькуляційний час, хв: $\sum T_{шт-к.} = 4,3685$.

Середній штучно-калькуляційний час, хв: $T_{шт-к.сер} = \sum T_{шт-к.} / n = 4,3685 / 6 = 0,728$.

Такт випуску деталей, хв: $tв = Kс \cdot T_{шт-к.сер} = 13 \cdot 0,728 = 9,464$.

Річна програма випуску деталей, штук за рік:

- розрахункова: $N = F_{д} \cdot 60 / tв = 4029 \cdot 60 / 9,464 = 25543,11$;

- прийнята: $N = 25500$.

Розрахункова кількість деталей в партії, шт. :

$$n_p = N \cdot a / F = 25500 \cdot 6 / 255 = 600.$$

Розрахункове число змін для обробки партії :

$$C_p = T_{шт-к.сер} \cdot n_p / (F_0 \cdot 0,8) = 0,728 \cdot 600 / (480 \cdot 0,8) = 1,14.$$

Прийнята кількість змін : $C_{пр} = 1$.

Прийнятий обсяг партії деталей, шт. :

$$n_{д} = C_{пр} \cdot F_0 \cdot 0,8 / T_{шт-к.сер} = 1 \cdot 480 \cdot 0,8 / 0,728 = 527.$$

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Вибір заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливають такі фактори: вид матеріалу, його марка, фізико-механічні властивості, програма випуску, тип виробництва, серійність випуску, економічність виготовлення, розміри і конструктивна форма деталі. До заготовки ставляться такі основні вимоги: форма заготовки повинна максимально наближуватися до форми готової деталі; заготовка повинна мати мінімальну кількість поверхонь що обробляються, припуски мають бути мінімальні та розподілені рівномірно. Спосіб отримання заготовки повинен бути простим.

Правильність вибору заготовки впливає на число операцій, трудомісткість процесу та вартість обробки деталі. Отже, вибір заготовки проводиться з врахуванням всіх вищеперерахованих факторів, які взаємопов'язані.

При середньо-серійному виробництві розрізняють наступні методи одержання заготовок:

- з прокату;
- литво в металеві форми (кокіль);
- литво в оболонкові форми;
- гаряче штампування на молотах, пресах, ГKM.

Найбільш ефективні способи одержання заготовки зі сталі 40X:

- литво в кокіль;
- одержання з прокату;
- штампування.

Ці способи одержання заготовки є відносно не дорогими і дозволяють максимально наблизити розміри заготовки до розмірів деталі.

Враховуючи особливості форми деталі при виготовленні заготовки литтям довелося б робити її такої самої конфігурації, що і заготовка з прокату, а це зайві витрати, які особливо не допустимі при середньо-серійному виробництві.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сортові прокати бувають різного профілю, але найбільш наближеним до готового виробу є прокат круглого січення. Оскільки при виборі прокату слід враховувати ціну його виготовлення і потрібну точність, то в даних умовах найбільш доцільним буде гарячекатаний прокат звичайної точності.

Штапування заготовок круглого січення найбільш доцільно виготовляти на молотах і пресах, відкритих і закритих штампах, видавлюванням, гнучким куванням та з використанням різних пресів. Більш габаритні деталі штампують у відкритих штампах (масою до 3 т), а менші деталі переважно штампують у штампах з роз'ємними матрицями та на горизонтально-ковальських машинах. Штапування частіше використовується у велико-серійному і масовому виробництві.

Обґрунтування вибраного варіанту заготовки

Враховуючи, що для даної деталі при середньо-серійному типі виробництва найоптимальніше в якості заготовки використовувати круглий прокат, то в нашому випадку будемо застосовувати даний вид заготовки.

Визначення розміру і допуску заготовки

За ГОСТ 2590-88 вибираємо гарячекатаний прокат круглого січення звичайної точності $\varnothing 32$ мм з граничними відхиленнями $\varnothing 32^{+0,4}_{-0,7}$.

Розрахунок довжини заготовки

Заготовкою для виготовлення даної деталі служить круглий прокат. Ми її отримуємо шляхом відрізання на фрезерно-відрізнаму верстаті моделі 8Г663 діаметром до 500 мм з точністю відрізання $\pm 1,5$ мм [19, с. 170].

Припуски на торці деталі будуть рівними $Z=3$ мм. Тому довжина заготовки буде дорівнювати $2Z+L_{д=6}+319=325$ мм [6, с.33]. Отже довжина буде $325\pm 1,5$ мм.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

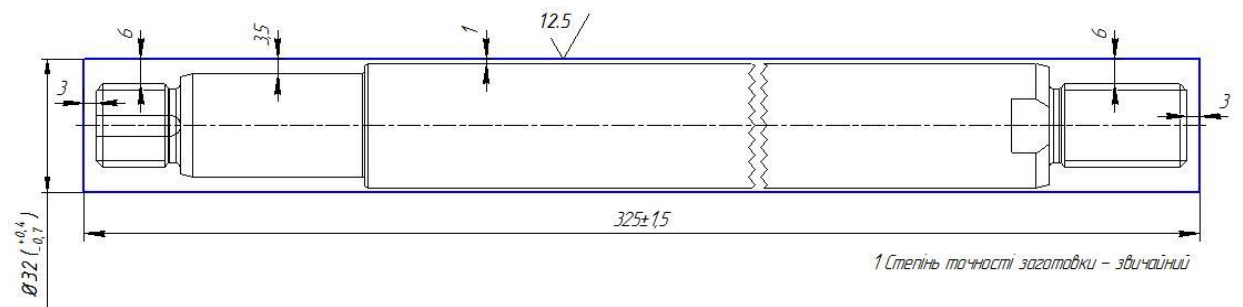


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Розробка послідовності механічної обробки із вказанням обладнання, присторойів на яких буде вестися обробка

При середньо-серійному типі виробництва механічну обробку деталі в більшості здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну продуктивність виготовлення деталі.

В першу чергу обробляємо торці деталі на фрезерно-центрувальному автоматі МР-71М, спочатку проводимо підрізання торців, а потім центрування торцевих поверхонь. На токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК моделі 16К20Ф3, закріплюючи в центрах проводимо обробку поверхні 10 проводячи чорнове точіння і канавки 9 проводячи чорнове точіння. Після обробки цих поверхонь проводимо обробку фасок 8 і 11 чорнове точіння, та нарізаємо різьбу на поверхні 10.

Потім на тому ж верстаті, закріплюючи в центрах проводимо обробку поверхні 2 проводячи чорнове точіння, поверхні 7 проводячи чорнове, напівчистове і чистове точіння, канавки 3 проводячи чорнове точіння і поверхні 5 проводячи чорнове, напівчистове і чистове точіння. Після обробки цих поверхонь проводимо обробку фасок 1, 4 і 6 чорнове точіння, та нарізаємо різьбу на поверхні 2.

Після обробки цих поверхонь проводимо фрезерування пазу начорно і лиски начорно на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Р13.

Наступною операцією буде фрезерування лиски з іншої начорно на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Р13.

Всі вище перераховані операції проводились до операції покриття.

Оскільки до поверхонь 5 і 7 ставляться високі вимоги щодо шорсткості, то як викінчувальну обробку проводимо їх шліфування на круглошліфувальному верстаті моделі 3151, на якому деталь закріплюється в центрах.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Розробка операційної технології кожної операції і схеми установки заготовки

Таблиця 1,6 – Операційна технологія кожної операції і схеми установки заготовки

№ операції	Назва та зміст операції	Обладнання, оснастка	Схема базування
010	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці в розмір $325 \pm 1,5$ мм. 2. Центрувати шток з торців свердлом $\varnothing 6,3$ на глибину 3 мм.	МР-71М призма	Рисунок 2.2.1.1
015	Токарна з ЧПК 1. Точіння чорнове поверхні 10 на довжину 33мм, канавки 9 і фасок 8, 11. 2. Нарізати різьбу М20х1,5-6g на поверхні 10 довжиною 29мм.	16К20Ф3 центри	Рисунок 2.2.1.2
020	Токарна з ЧПК 1. Перевстановити деталь. 2. Точіння чорнове поверхні 2 на довжину 20 мм, поверхні 5 на довжину 41мм, поверхні 7 на довжину 218,4 мм, канавки 3 і фасок 1, 4, 6. 3. Точіння напівчистове поверхні 5 на довжину 41 мм і поверхні 7 на довжину 218,4 мм. 4. Точіння чистове поверхні 5 на довжину 41 мм і поверхні 7 на довжину 218,4 мм. 5. Нарізати різьбу М20х1,5-6g на поверхні 2 довжиною 16мм.	16К20Ф3 центри	Рисунок 2.2.1.3

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

025	Фрезерна 1. Фрезерування начорно пазу розміром 3,5×5 мм на довжину 20 мм, лиски 12.	6P13 призма	Рисунок 2.2.1.4
030	Фрезерна 1. Перевстановити деталь. 2. Фрезерування начорно лиски 12.	6P13 призма	Рисунок 2.2.1.5
035	Покриття		
040	Круглошліфувальна 1. Врізне шліфування поверхні 1 довжиною 41 мм. 2. Поздовжнє шліфування поверхні 7 на довжину 218,4 мм.	3151 центри	Рисунок 2.2.1.6

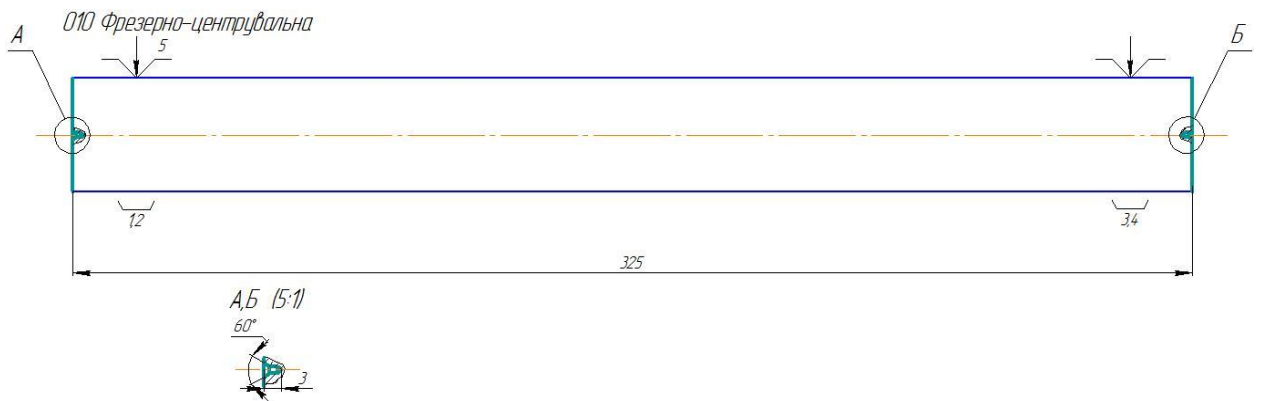


Рисунок 1.4 – Схема базування деталі на операції 010

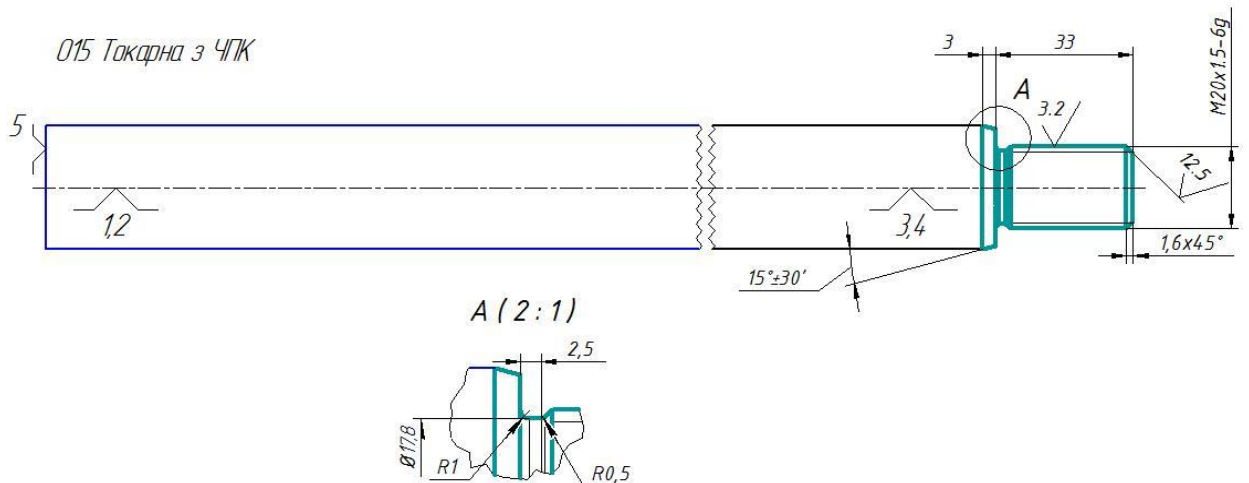


Рисунок 1.5 – Схема базування деталі на операції 015

					БДР.110.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

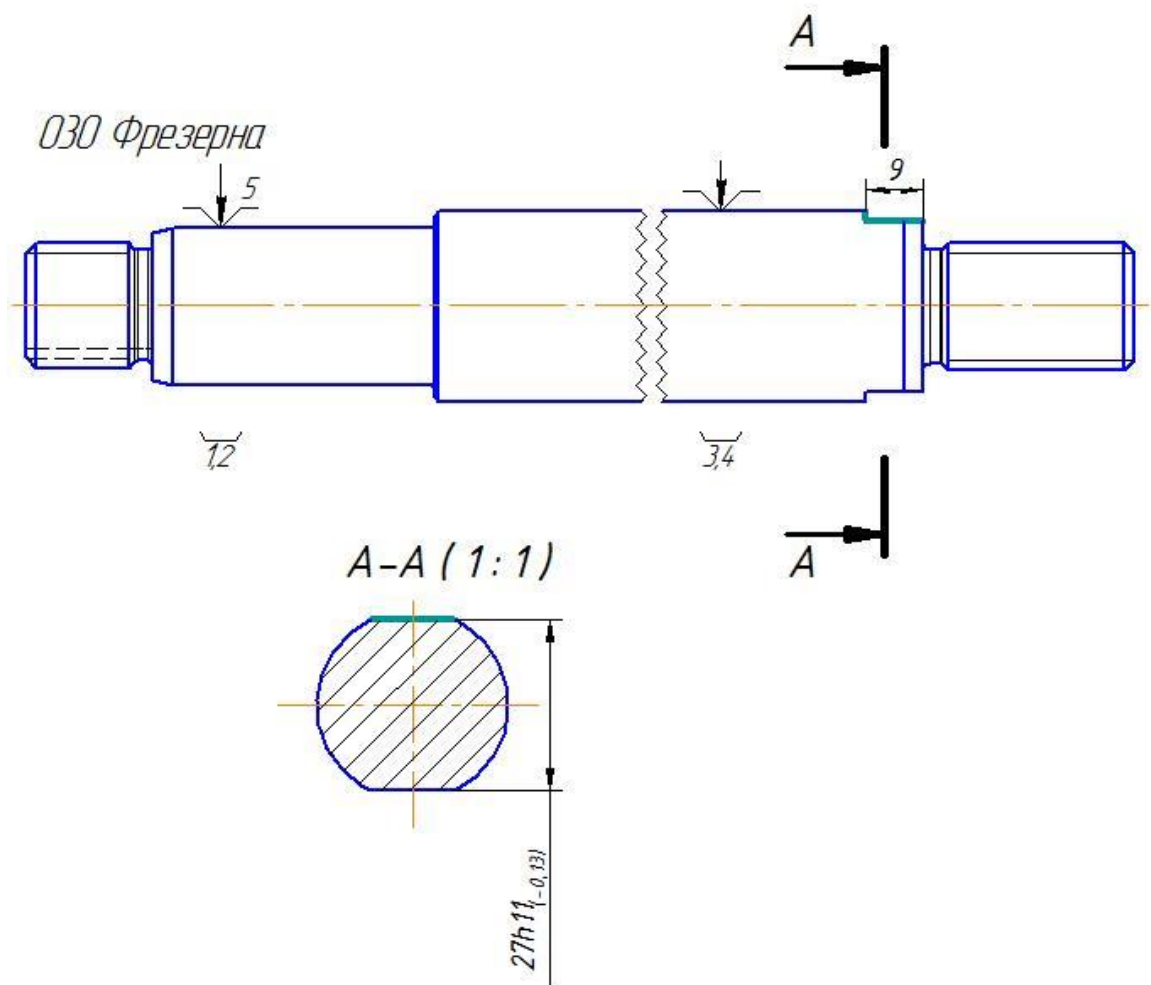


Рисунок 1.8 – Схема базування деталі на операції 030

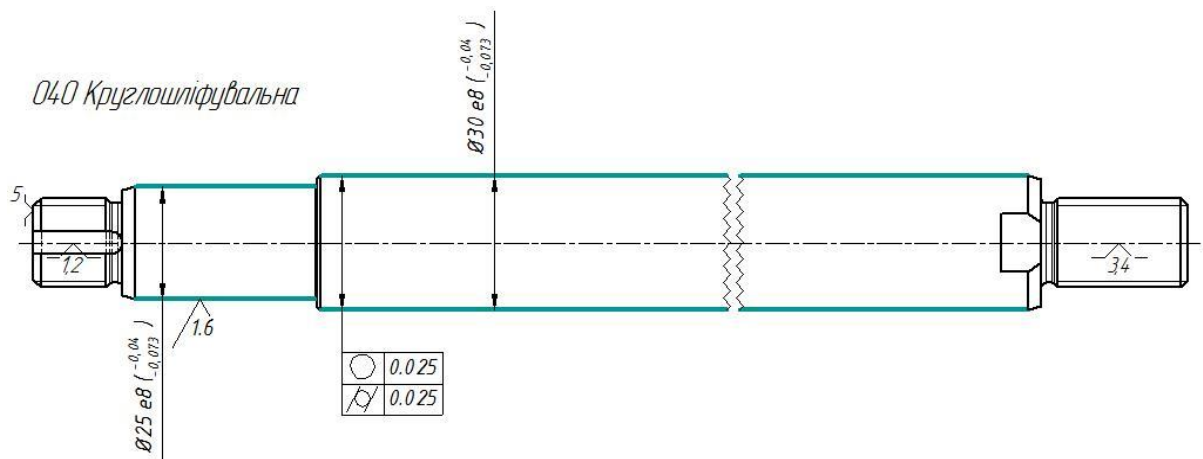


Рисунок 1.9 – Схема базування деталі на операції 040

					БДР.110.00.000.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.7 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки штока

Технологічний маршрут обробки поверхні $5 \text{ } \varnothing 25e8 \begin{pmatrix} -0,04 \\ -0,073 \end{pmatrix}$ складається із чотирьох переходів: чорного, напівчистового, чистового точіння та шліфування.

Закріплення заготовки в центрах використовується при точінні (операція 020) і при шліфуванні (операція 040). Розрахунок припусків на обробку проводимо за табличним методом, а дані зводимо в таблицю 2.3, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки даних поверхонь і значення припусків.

При обробці зовнішніх поверхонь обертання назначасмо симетричний припуск за методикою професора В. М. Кована [20, с.162].

Номінальний припуск на сторону дорівнює:

$$Z_{\text{ннo}} = \frac{d_{\text{за}} - d_{\text{дет}}}{2} = \frac{32 - 25}{2} = 3,5 \text{ мм},$$

де $d_{\text{за}}$ – діаметр заготовки;

$d_{\text{дет}}$ – діаметр деталі.

Розподіляємо припуск між переходами на сторону:

$$Z_{\text{чор.}} = 0,45 \cdot 3,5 = 1,575 \approx 1,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{напівчис.}} = 0,3 \cdot 3,5 = 1,05 \approx 1,0 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чистове}} = 0,15 \cdot 3,5 = 0,525 \approx 0,6 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{шліфув.}} = 0,10 \cdot 3,5 = 0,35 \approx 0,4 \text{ мм}$$

Знаходимо номінальні діаметри:

$$d_{\text{ном.чорн.}} = d_{\text{ном.заг.}} - 2Z_{\text{ном.чорн.}} = 32 - 3 = 29 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ном.напівчис.}} = d_{\text{ном.чорн.}} - 2Z_{\text{ном.напівчис.}} = 29 - 2 = 27 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ном.чист..}} = d_{\text{ном.напівчис.}} - 2Z_{\text{ном.чист..}} = 27 - 1,2 = 25,8 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ном.шліф}} = d_{\text{ном.чист..}} - 2Z_{\text{ном.шліф}} = 25,8 - 0,8 = 25 \text{ мм}.$$

Розприділяємо точність виготовлення поверхні 1 за квалітетами по переходах у відповідності з класом точності того чи іншого виду обробки:

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- - заготовка IT15;
- - чорнове точіння IT12;
- - напівчистове точіння IT10;
- - чистове точіння IT9;
- - шліфування IT8.

Знаходимо значення діаметрів з відхиленням:

$$d_{заг.} = \varnothing 32_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм} - \text{діаметр заготовки};$$

$$d_{чорн.} = \varnothing 29h12_{(-0,21)} \text{ мм} - \text{діаметр після чорнкової обробки};$$

$$d_{напівчис.} = \varnothing 27h10_{(-0,084)} \text{ мм} - \text{діаметр після напівчистової обробки};$$

$$d_{чис.} = \varnothing 25,8h9_{(-0,052)} \text{ мм} - \text{діаметр після чистової обробки};$$

$$d_{шліф.} = \varnothing 25e8_{(-0,073)}^{-0,04} \text{ мм} - \text{діаметр після шліфування (готової деталі)}.$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

$$d_{\max}^{заг.} - d_{\max}^{дет.} = \sum_2^n 2Z_{роз.і}$$

$$32,4 - 25,4 = 3 + 2 + 1,2 + 0,8 = 7$$

Зображаємо графічно схему розміщення полів допусків для розміру $\varnothing 25e8_{(-0,073)}^{-0,04}$.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

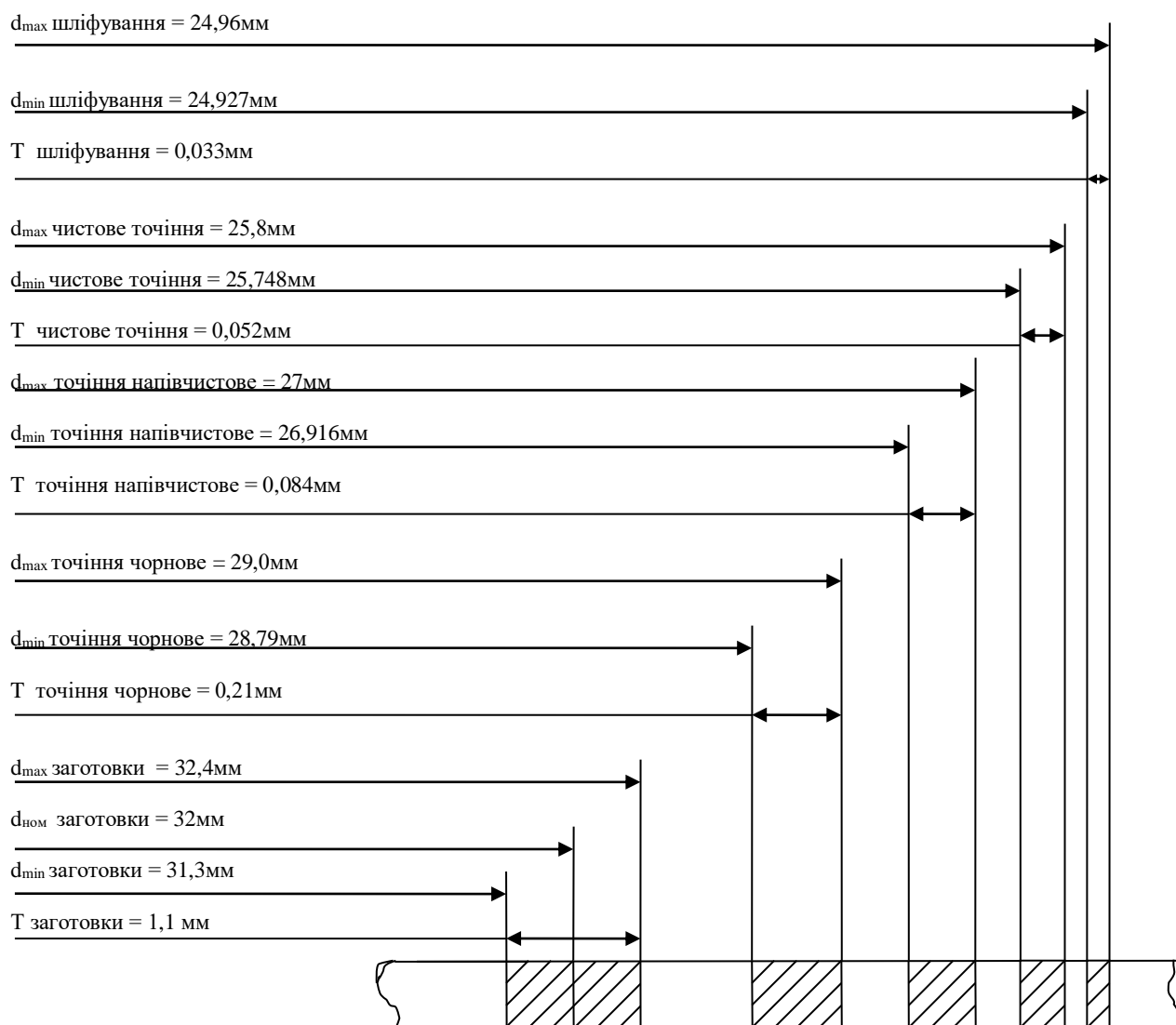


Рисунок 1.10 Схема графічного розміщення допусків на обробку
поверхні 5

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На інші оброблювані поверхні припуски і допуски вибираємо за ГОСТ26645–85, [21] с. 581-583, табл. 1,2,3 і заносимо в таблицю 1,7.

Таблиця 1,7 – Міжопераційні припуски і розміри обробки.

Розмір	Переходи	Розрахунковий припуск	Номінальний розмір	Допуск	Граничний розмір, мм		Технологічний розмір, мм
		2Z, мм	dном., мм	T, мкм	d _{min} , мм	d _{max} , мм	
Ø25e8	Заготовка	-	32	1100	31.3	32.4	Ø 32 ^{+0,4} _{-0,7}
	Чорнове точіння	3	29	210	28,79	29	Ø29h12 _(-0,21)
	Напівчис. точіння	2	27	84	26,916	27	Ø 27h10 _(-0,084)
	Чистове точіння	1,2	25,8	52	25,748	25,8	Ø 25,8h9 _(-0,052)
	Шліфув.	1	25	33	24,927	24.96	25e8 ^(-0,04) _(-0,073)
Ø30e8	Заготовка	-	32	1100	31.3	32.4	Ø 32 ^{+0,4} _{-0,7}
	Чорнове точіння	1	31	250	30,75	31	Ø31h12 _(-0,25)
	Напівчис. точіння	0,6	30,4	100	30,3	30,4	Ø30,4h10 _(-0,1)
	Чистове точіння	0,3	30,1	62	30,038	30,1	Ø 30,1h9 _(-0,062)
	Шліфув.	0,1	30	33	29,927	29,96	Ø 30e8 ^(-0,04) _(-0,073)

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.8 Визначення режимів різання

Обробка поверхні 5.

Початкові дані:

- 1) Матеріал заготовки – сталь 40Х;
- 2) Вид заготовки – гарячекатаний прокат звичайної точності;
- 3) Діаметр заготовки – $d_{\text{зар}}=32$ мм;
- 4) Діаметр і точність оброблюваної поверхні – $d_{\text{дет}}=25e8$;
- 5) Шорсткість обробленої поверхні - $R_a=1,6$ мм ;
- 6) Довжина обробки – 41 мм;
- 7) Верстат 16К20Ф3 ($N_B=11$ кВт; $\eta=0,75$).
- 8) Деталь: шток.
- 9) Інструмент:

а) для чорнової і напівчистої обробки: різець токарний прохідний, прямий, правий складений з припаяною пластиною із твердого сплаву; матеріал різальної частини - Т15К8; переріз кріпильної частини - $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$; стійкість різця приймаємо $T=60$ хв; ([2] с. 120-125)

б) для чистої обробки: різець токарний ,прохідний, упорний з припаяною пластиною із твердого сплаву; матеріал різальної частини – Т30К4; переріз кріпильної частини $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$; радіус закруглення при вершині $r=1$ мм; стійкість різця приймаємо $T=60$ хв. ([2] с. 120-125)

Розрахунок режимів різання при чорновому точінні

1. Глибина різання $t_{\text{чорн}}=1,5$ мм

2. Визначення допустимої подачі. Подача на оберт шпинделя

$S_{0 \text{ чорн}} = 0,3 - 0,7$ мм/об ([2], стор. 266, т.11);

Приймаємо $S_{0 \text{ чорн}} = 0,5$ мм/об

3. Визначення допустимої швидкості різання. Швидкість різання визначаємо за емпіричною формулою:

$$v_{\text{чорн}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо коефіцієнти:

$$C_v = 350; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35; \quad m = 0,20; \quad ([2], \text{ стор. 269, т.17}).$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

K_{mv} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу; ([2], стор. 261, т.1);

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1,0 \left[\frac{750}{981} \right]^{1,0} = 0,76$$

де $n_v = 1,0$, $K_r = 1,0$ ([2], стор. 262, т.2)

$K_{nv} = 0,9$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки ; ([2], стор. 263, т.5);

$K_{uv} = 0,8$ - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту ; ([2], стор. 263, т.6);

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,55$$

$$v_{чорн} = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,55 = 101,8 \quad \text{м/хв.}$$

4. Визначення частоти обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 101,8}{3,14 \cdot 29} = 1117,9 \approx 1118 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Визначаємо тангенційну складову сили різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Вибираємо коефіцієнти $C_p = 300$; $X_p = 1,0$; $Y_p = 0,75$; $n_p = -0,15$; ([2], стор. 273, т.22);

Поправочний коефіцієнт K_p який враховує фактичні умови різання рівний

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{np} \cdot K_{lp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{981}{750} \right)^{0,75} = 1,223; \quad ([2], \text{ стор. 264, т.9});$$

$n_p = 0,75$; ([2], стор. 264, т.9);

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{фр}}=1,0; \quad K_{\text{пр}}=1,1; \quad K_{\lambda\text{р}}=1,0; \quad ([2], \text{ стор. 275, т.23});$$

$$K_p = 1,223 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1,345$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 101,8^{-0,15} \cdot 1,345 = 1798,8 \text{ Н} \approx 1799 \text{ Н};$$

Визначення крутного моменту при різанні:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d}{2000} = \frac{1799 \cdot 29}{2000} = 26,08 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad ([2], \text{ стор. 271});$$

6. Розрахунок ефективної потужності різання

$$N_E = \frac{P_z \cdot V}{61200} = \frac{1799 \cdot 101,8}{61200} = 3,99 \text{ кВт} \approx 4 \text{ кВт}$$

7. Визначення розрахункової потужності різання:

$$N_{p,p} = \frac{N_E}{\eta} = \frac{4}{0,75} = 5,333 \text{ кВт}$$

Слід здійснити перевірку по умові $N_B \geq N_{p,p}$:

$$N_B = 11 \text{ кВт} \geq N_{p,p} = 5,333 \text{ кВт} - \text{умова виконується, процес обробки}$$

МОЖЛИВИЙ.

Приймаємо за паспортом верстата $S_{0 \text{ чорн}} = 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{\text{кор}} = 1000 \text{ хв}^{-1}$

8. Визначення дійсної швидкості різання:

$$V_{\text{Дчорн}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{кор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29 \cdot 1000}{1000} = 91,06 \text{ м/хв.}$$

9. Визначення крутного моменту на шпинделі вибраного верстата та перевірка можливості процесу різання за крутним моментом:

$$M_B = 9740 \cdot \frac{N_B \cdot \eta}{n_{\text{кор}}} = 9740 \cdot \frac{11 \cdot 0,75}{1000} = 80,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Слід здійснити перевірку по умові $M_B \geq M_p$

$$M_B = 80,35 \text{ Н} \cdot \text{м} \geq M_p = 26,08 \text{ Н} \cdot \text{м} - \text{умова виконується, процес обробки}$$

МОЖЛИВИЙ.

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розрахунок дійсної стійкості інструмента:

$$T_D = T \cdot \left(\frac{v}{v_D} \right)^m = 60 \cdot \left(\frac{101,8}{91,06} \right)^{0,20} = 61,33 \text{ хв}$$

11. Визначення коефіцієнта використання верстата:

$$K_B = \frac{N_{P.P}}{N_B} = \frac{5,333}{11} = 0,49$$

$$K_{ш} = \frac{v_D}{v} = \frac{91,06}{101,8} = 0,89$$

12. Визначення основного часу обробки:

$l = 41 \text{ мм}$ - довжина обробки;

$\Delta = 3 \text{ мм}$ - величина перебігу;

$y = t \cdot ctq\varphi = 5 \cdot ctq45^0 = 5 \text{ мм}$ - величина врізання;

$L_1 = l + \Delta + y_1 = 41 + 3 + 5 = 49 \text{ мм}$;

$$T_{01} = \frac{L_1}{S_{01} \cdot n_1} = \frac{49}{0,5 \cdot 1000} = 0,1 \text{ хв}$$

1.9 Розрахунок режимів різання при напівчистовому точінні

1. Глибина різання $t_{\text{нівчист}} = 1 \text{ мм}$

2. Визначення допустимої подачі. Подача на оберт шпинделя

$S_{0 \text{ нівчист.}} = 0,3-0,4 \text{ мм/об}$ ([2], стор. 266, т.11);

Приймаємо $S_{0 \text{ нівчист.}} = 0,4 \text{ мм/об}$.

3. Визначення допустимої швидкості різання. Швидкість різання визначаємо за емпіричною формулою:

$$v_{\text{нівчист}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

Вибираємо коефіцієнти:

$C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$; ([2], стор. 269, т.17);

Вибираємо коефіцієнти K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{mv} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу; ([2], стор. 261, т.1);

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv} = 1,0 \left[\frac{750}{981} \right]^{1,0} = 0,76$$

$K_{nv} = 0,9$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки; ([2], стор. 263, т.5);

$K_{uv} = 0,8$ коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту; ([2], стор. 263, т.6);

$$K_v = 0,76 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,55$$

$$v_{\text{дів.чист}} = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,55 = 116,97 \text{ м/хв.}$$

4. Визначення частоти обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,97}{3,14 \cdot 27} = 1379 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Коректуємо частоту обертання за паспортом верстата і приймаємо

$$n_{\text{кор}} = 1250 \text{ хв}^{-1}$$

5. Визначення дійсної швидкості різання

$$V_{\text{Днів.чист}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{кор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 1250}{1000} = 105,98 \text{ м/хв.}$$

6. Визначення основного часу обробки деталі:

$l = 41 \text{ мм}$ - довжина обробки;

$\Delta = 3 \text{ мм}$ - величина перебігу;

$y = t \cdot ctq\varphi = 3 \cdot ctq45^0 = 3 \text{ мм}$ - величина врізання;

$L_1 = l + \Delta + y_1 = 41 + 3 + 3 = 47 \text{ мм}$;

$$T_{02} = \frac{L_1}{S_{01} \cdot n_1} = \frac{47}{0,4 \cdot 1250} = 0,094 \text{ хв}$$

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.10 Розрахунок елементів режимів різання:

1) Врізне шліфування поверхні 5:

$$V=35 \text{ м/хв}; S_t=0.0025 \text{ мм/об}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 25} = 445,86 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 445,86 = 490,45 \approx 490 \text{ хв}^{-1}. \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k=500 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 500}{1000} = 39,25 \text{ м/хв}.$$

2) Точіння поверхні 7:

$$V_{\text{чор.}}=75 \text{ м/хв}; S_{\text{чор.}}=0.4 \text{ мм/об}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n_{\text{чор.}} = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 31} = 770,5 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 770,5 = 847,55 \approx 848 \text{ хв}^{-1}; \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k=800 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 31 \cdot 800}{1000} = 78 \text{ м/хв};$$

$$V_{\text{нівчис.}}=105 \text{ м/хв}; S_{\text{чор.}}=0.3 \text{ мм/об}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n_{\text{нівчис.}} = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 105}{\pi \cdot 30,4} = 1099,98 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 1099,98 = 1210 \text{ хв}^{-1}; \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k=1200 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 30,4 \cdot 1200}{1000} = 114,55 \text{ м/хв}.$$

$$V_{\text{чис.}}=120 \text{ м/хв}; S_{\text{чис.}}=0.15 \text{ мм/об}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n_{\text{чис.}} = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 120}{\pi \cdot 30,1} = 1257,12 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 1257,12 = 1383 \text{ хв}^{-1}; \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k=1250 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 30,1 \cdot 1250}{1000} = 118,4 \text{ м/хв}.$$

3) Поздовжнє шліфування поверхні 7:

$$V=30 \text{ м/хв}; S=10 \text{ мм/об}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 30} = 318,47 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 318,47 = 350,317 \text{ хв}^{-1}. \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k=350 \text{ хв}^{-1}$.

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 350}{1000} = 32,97 \text{ м/хв}.$$

					БДР.110.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Фрезерування паза 13:

$$V_{фр.} = 110 \text{ мм/хв}; S_z = 0.1 \text{ мм/зуб}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n_{фр.} = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 1,10}{\pi \cdot 5} = 70,06 \text{ хв}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 70,06 = 77 \text{ хв}^{-1}; ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k = 80 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 80}{1000} = 125,6 \text{ мм/хв}.$$

8) Підрізання торців:

$$V = 208 \text{ мм/хв}; S_z = 0.06 \text{ мм/зуб}; \quad ([22], \text{ ст.250, дот.2})$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 2,08}{\pi \cdot 32} = 20,7 \text{ в}^{-1}; n_p = 1,1 \cdot n = 1,1 \cdot 20,7 = 22,77 \approx 23 \text{ хв}^{-1}. \quad ([22], \text{ ст.41})$$

Коректуємо за паспортом верстата $n_k = 25 \text{ хв}^{-1}$;

$$V_k = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 32 \cdot 25}{1000} = 251,2 \text{ мм/хв}.$$

Режими різання на інші операції назначаємо згідно довідникової літератури [3], стр. 646–676. Всі результати заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 1,8 – Режими різання

№ операції	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основний час
		D, мм	L, мм	t, мм	s, мм/об	v, м/хв	n, хв ⁻¹	T ₀ , хв ([22], ст.250, дот.2)
010	Фрезерно-центрувальна	32	-	3	0,06	251,2	25	3,88
015	Точити начорно поверхню 10	25	33	3,5	0,5	78,5	1000	0,093
	Точити канавку 9	17,8	3	2	0,08	327,1	1000	0,04
	Точити фаску 8	-	3	3	0,08	327,1	1000	0,01
	Нарізати різьбу М20х1,5-6g	20	29	0,6	0,6	9,4	250	0,12
	Точити фаску 11	-	1,6	1,6	0,04	163,6	1000	0,025
020	Точити начорно поверхню 2	25	20	3,5	0,5	78,5	1000	0,07

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Точити поверхню 5	25	41	1,5	0,5	91,06	1000	0,317
	Точити поверхню 7	30	218,4	0,5	0,4	78	800	0,532
	Точити канавку 3	17,8	3	2	0,08	327,1	1000	0,04
	Точити фаску 4	-	3	3	0,08	327,1	1000	0,01
	Точити фаску 6		0,6	0,6	0,08	327,1	1000	0,086
	Нарізати різьбу М20х1,5-6g	20	16	0,6	0,6	9,4	250	0,08
	Точити фаску 1	-	1,6	1,6	0,04	163,6	1000	0,025
025	Фрезерування паза	5	20	3,5	0,1	125,6	80	0,25
	Фрезерування лиски	-	13	1,5	0,1	163,3	40	0,13
030	Фрезерування лиски	-	13	1,5	0,1	163,3	40	0,13
035	Покриття	-	-	-	-	-	-	-
040	Шліфування	30	218,4	0,1	10	32,97	350	0,19

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.11 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 модел заготовки для токарної операції на верстаті з ЧПК. Вони мають такий вигляд (рис. 2.11).

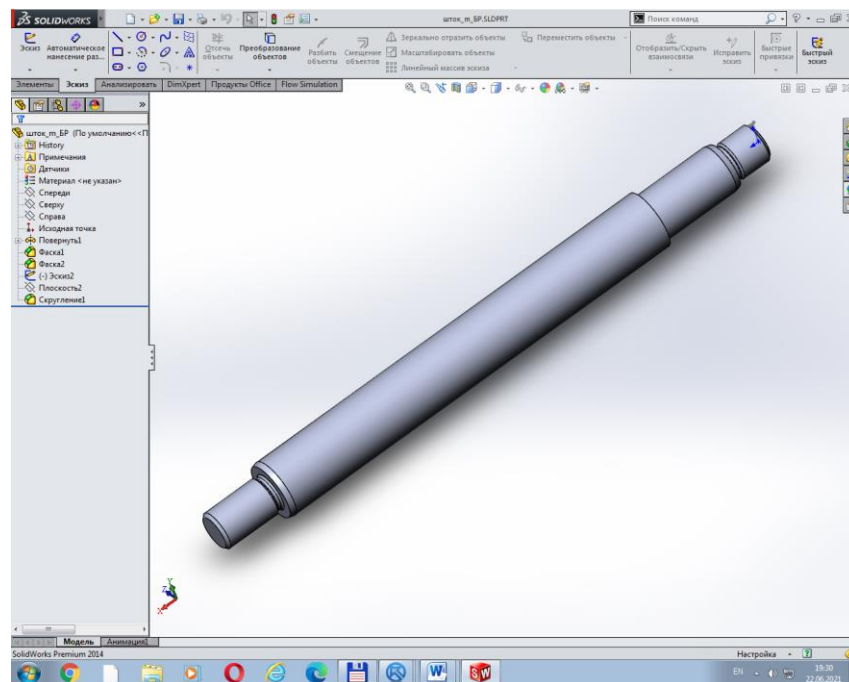


Рис.1.11 – Модель деталі для обробки циліндричних поверхонь

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

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N026F70000
N027X-03204
N028S000G25X+999999
N029G25Z+999999
N030M002

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Конструкторська частина

2.1 Призначення будова і робота токарного пристрою

Трикулачковий самоцентруючий патрон призначений для точіння деталі «Шток» на токарно-гвинторізному верстаті 16К20Ф3. Пристрій складається з корпусу 1, який кріпиться до шпинделя за допомогою фланця 7 і чотирьох болтів 8. Закріплення деталі безпосередньо здійснюється за допомогою накладних кулачків 4, які в свою чергу кріпляться на кулачках 2 за допомогою двох гвинтів 3. Рух кулачків здійснюється за допомогою поступального руха муфти 5, яка приводиться в дію штоком 12. Шток працює за допомогою переміщення поршня який рухається під дією стисненого повітря. Подача повітря до поршня здійснюється за допомогою муфти 15, яка кріпиться на корпусі 10 за допомогою гайки 14 і опорного валика 13.

2.2 Визначення діючих сил.

Схематично зображаємо пристрій і його елементи під час роботи, на схемі вказуємо всі діючі при цьому сили.

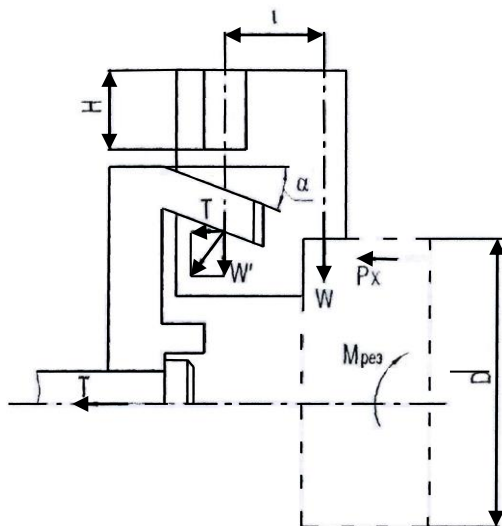


Рисунок 2.1 Схема діючих сил

Знаходимо момент опору різанню.

$$M_{рез} = P_x \cdot (d/2) = 155,2 \cdot (50/2) = 3880 \text{ кгс} = 38800 \text{ Н} \quad ([2, \text{с.84-85, табл.9}])$$

$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$ – осьова складова сили різання;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.110.00.000.ПЗ				

$$C_p = 33,9; \quad X_p = 1,0; \quad Y_p = 0,5; \quad n_p = -0,4; \quad ([2], \text{ стор. } 273, \text{ т.} 22);$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{570}{750} \right)^{0,75} = 0,814; \quad ([2], \text{ стор. } 264, \text{ т.} 9);$$

$$n_p = 0,75; \quad ([2], \text{ стор. } 264, \text{ т.} 9);$$

$$K_{\varphi p} = 1,0; \quad K_{\gamma p} = 1,1; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad ([2], \text{ стор. } 275, \text{ т.} 23);$$

$$K_p = 0,814 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,895;$$

$$P_x = 10 \cdot 33,9 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,5^{0,5} \cdot 125,6^{-0,4} \cdot 0,895 = 155,2 \text{ Н}$$

2.3 Силовий розрахунок механізму і привода

Необхідну силу закріплення заготовки W визначаємо за формулою:

$$W = \frac{k \sqrt{\left(\frac{2M}{d} \right)^2 + P_x^2}}{f_3} = \frac{0,033 \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 3880}{50} \right)^2 + 155,2^2}}{0,16} = 45,3 \text{ кг} \quad ([2, \text{ с.} 86, \text{ табл.} 10])$$

де k_1 - коефіцієнт який враховує передаточне відношення $k_1=0.033$;

f – коефіцієнт тертя $f=0.16$;

d – діаметр поверхні по якій зажимається заготовка, $d=70\text{мм}$.

Так як сила яку ми розраховуємо W та W_1 лежать в різних площинах, то по принципу Γ – подібного прихвата визначаємо значення сили W_1 :

$$W_1 = \frac{W}{1 + 3 \frac{l}{H} f_2} = \frac{45,3}{1 + 3 \frac{87}{55} 0,16} = 26 \text{ кгс}$$

де f_2 – коефіцієнт тертя $f_2=0.16$

$$l=87$$

$$H=55$$

Сила тяги на штоці T визначається за формулою:

$$T = W_1 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) = 26 \cdot \text{tg}19 = 8,9 \text{ кгс} = 89 \text{ Н}$$

де α – кут нахилу клина, $\alpha=10^\circ$;

$$\varphi = \arctg f_1 = 9^\circ; \quad f_1 = 0,16.$$

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Проектування контрольного пристрою

Для контролю радіального биття циліндричних поверхонь штока ми спроектували пристрій, зображений на аркуші 5 графічної частини роботи.

На основі 4 закріплені передня бабка 9 та задня бабка 1. Передня бабка має в собі центр 11, а задня – піноль 8 з маховиком 15, втулками 5 та пружиною 14. На стояках 23 змонтовані штанги 2 з індикаторними головками 22.

Контроль радіального биття виконують так. Поверхні центрових отворів штока та центрів ретельно очищують від бруду і металу. Відводять маховиком піноль задньої бабки та встановлюють шток на центри пристрою. Обертають маховик до стискання пружини 14 і надійної фіксації деталі. Підводять наконечники індикаторних головок до контакту з контрольованими поверхнями і обертають шток навколо осі. Одночасно фіксують покази індикаторів, різниця яких буде власне і величиною радіального биття контрольованих поверхонь. Зафіксувавши покази індикаторів у певних положеннях, можемо знати відносне радіальне биття поверхонь.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В бакалаврській державній роботі було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі «Шток».

В роботі також було вивчено конструкцію і технологічні вимоги до штока, призначено припуски на механічну обробку, розраховано режими різання і проведено технічне нормування операцій.

В середовищі SprutCAM розроблено токарну операцію для верстату з ЧПК та керуючу програму до неї.

В конструкторській частині було описано призначення, конструкцію і принцип роботи спроектованого мною пристрою для закріплення штока при точінні. Також було визначено силу затиску деталі на даній операції.

Для контролю радіального биття поверхонь деталі сконструйовано контрольний пристрій.

					<i>БДР.110.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

											<i>1</i>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--

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

***КОМПЛЕКТ
технологічної
документації***

*Технологічний процес
механічної обробки деталі:
Шток 4828.02.421*

Розробив: ст. гр. ПМ-19-1К
Федорович В.Я.
Перевірів: ***Борушак Л.О.***

--	--

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
A1				Складальне креслення		
<u>Деталі</u>						
		1	БДР.ПМК-102.06.001	Бабка задня	1	
		2	БДР.ПМК-102.06.002	Штанга	1	
		3	БДР.ПМК-102.06.003	Рукоятка	1	
		4	БДР.ПМК-102.06.004	Основа	1	
		5	БДР.ПМК-102.06.005	Втулка	2	
		6	БДР.ПМК-102.06.006	Шпindelь	1	
		7	БДР.ПМК-102.06.007	Упор	2	
		8	БДР.ПМК-102.06.008	Піноль	2	
		9	БДР.ПМК-102.06.009	Бабка передня	1	
		11	БДР.ПМК-102.06.011	Центр	2	
		12	БДР.ПМК-102.06.012	Вісь	1	
		13	БДР.ПМК-102.06.013	Тримач	2	
		14	БДР.ПМК-102.06.014	Пружина	2	
		15	БДР.ПМК-102.06.015	Маховик	2	
		23	БДР.ПМК-102.06.023	Стояк	1	
		25	БДР.ПМК-102.06.025	Втулка	2	
<u>Стандартні вироби</u>						
		18		Гвинт М8х25		
				ГОСТ4489-85	4	
		19		Гайка М8 ГОСТ 8788-75	4	
БДР.ПМК-102.06.000.СК						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разрад.		Федорович В.			Лит.	Лист
Пров.		Борущак Л.О.				1
Реценз.					Листов	
Н.контр.					2	
Утв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ	
Пристрій					ПМ-19-1К	
КОНТРОЛЬНИЙ						

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

											<i>1</i>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--

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

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

***КОМПЛЕКТ
технологічної
документації***

*Технологічний процес
механічної обробки деталі:
Шток 4828.02.421*

*Розробив: ст. гр. ПМ-19-1К
Федорович В.Я.
Перевірив: Борушак Л.О.*

--	--

БДР.ПМ-110.02.000.М

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дораб.

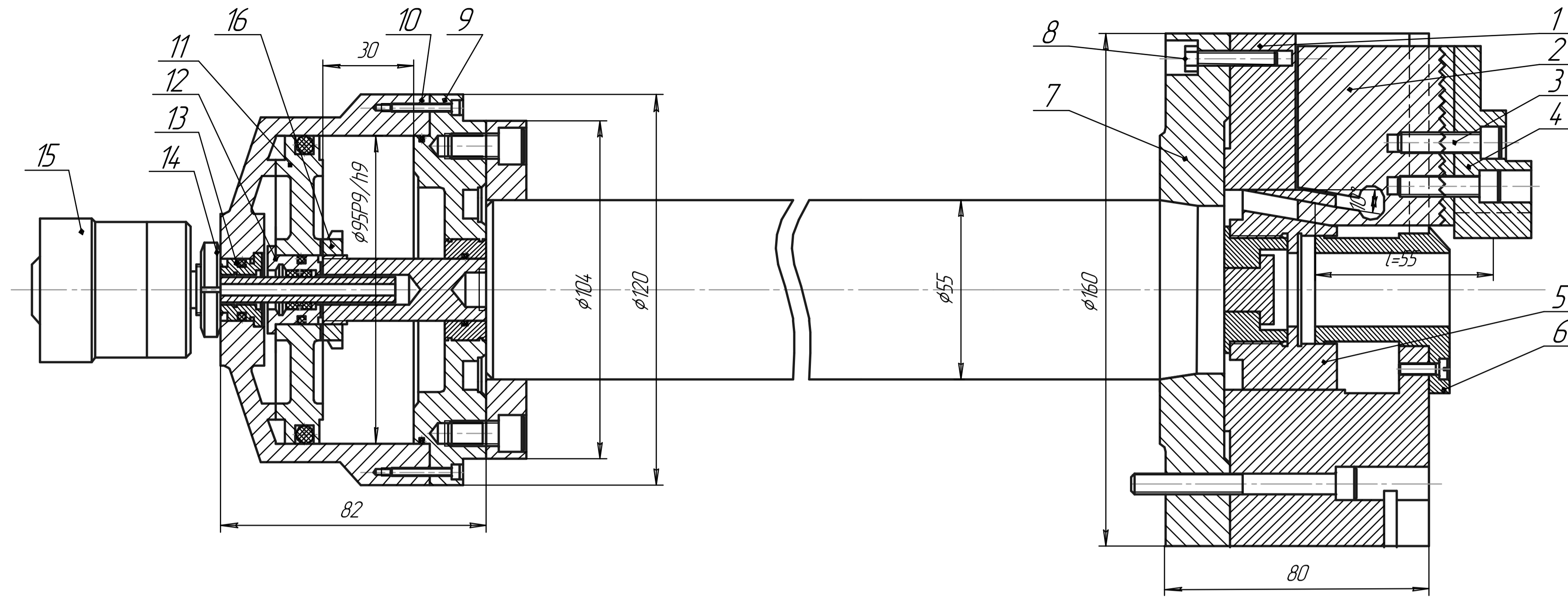
Взам. инв. №

Подп. и дата

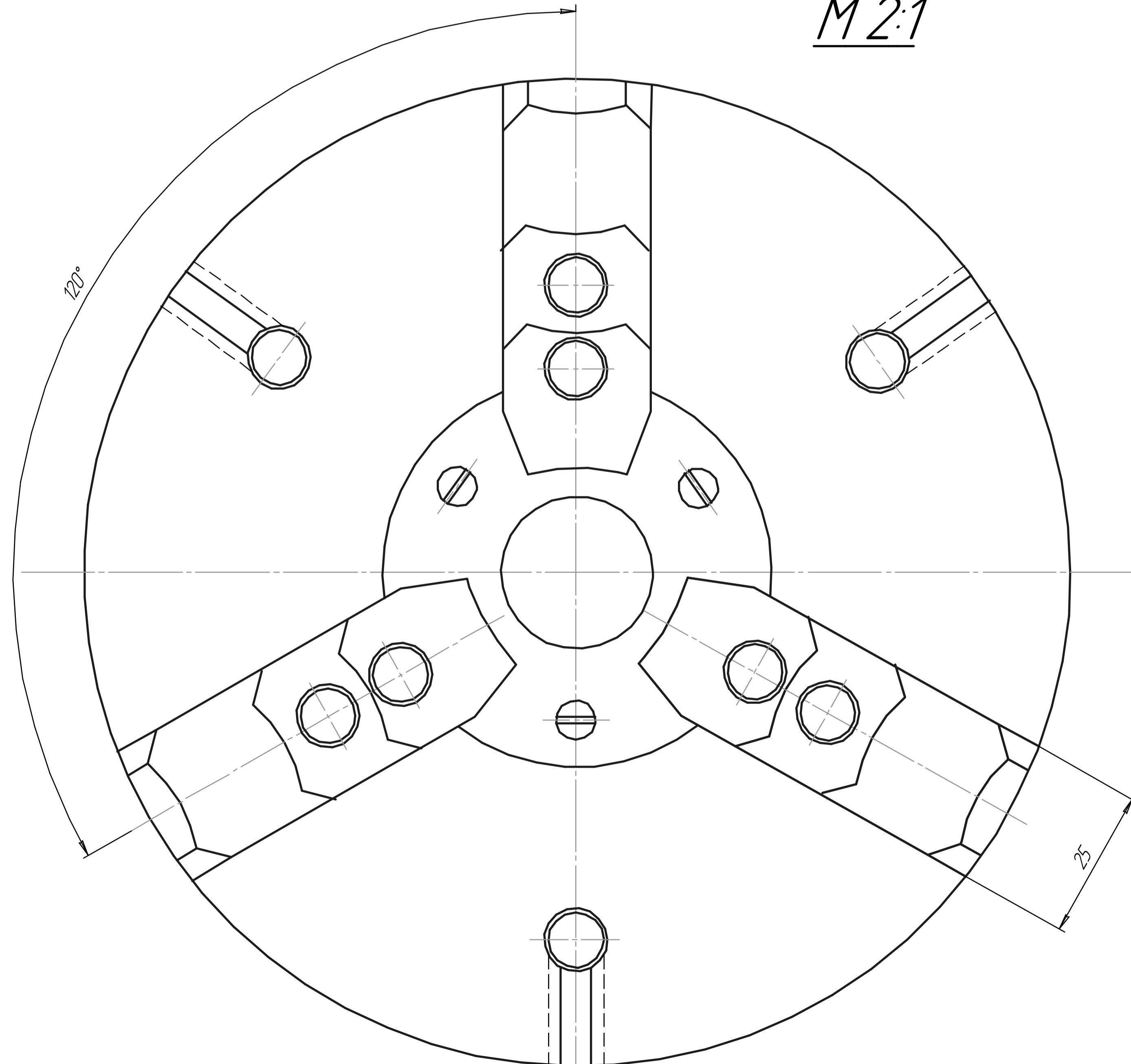
Изм. № подл.



					БДР.ПМ-110.02.000.М			
					Компьютерная 3D-модель штыка	Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:1
Разраб.		Федорович В.Я.						
Проб.		Борщак Л.О.						
Т.контр.		Борщак Л.О.						
Н.контр.								
Утв.		Панчук В.Г.						
Solid Works 2014						Лист	Листов	1
ИФНТУНГ						ПМ-19-1К		
<i>Копировал</i>						<i>Формат А3</i>		



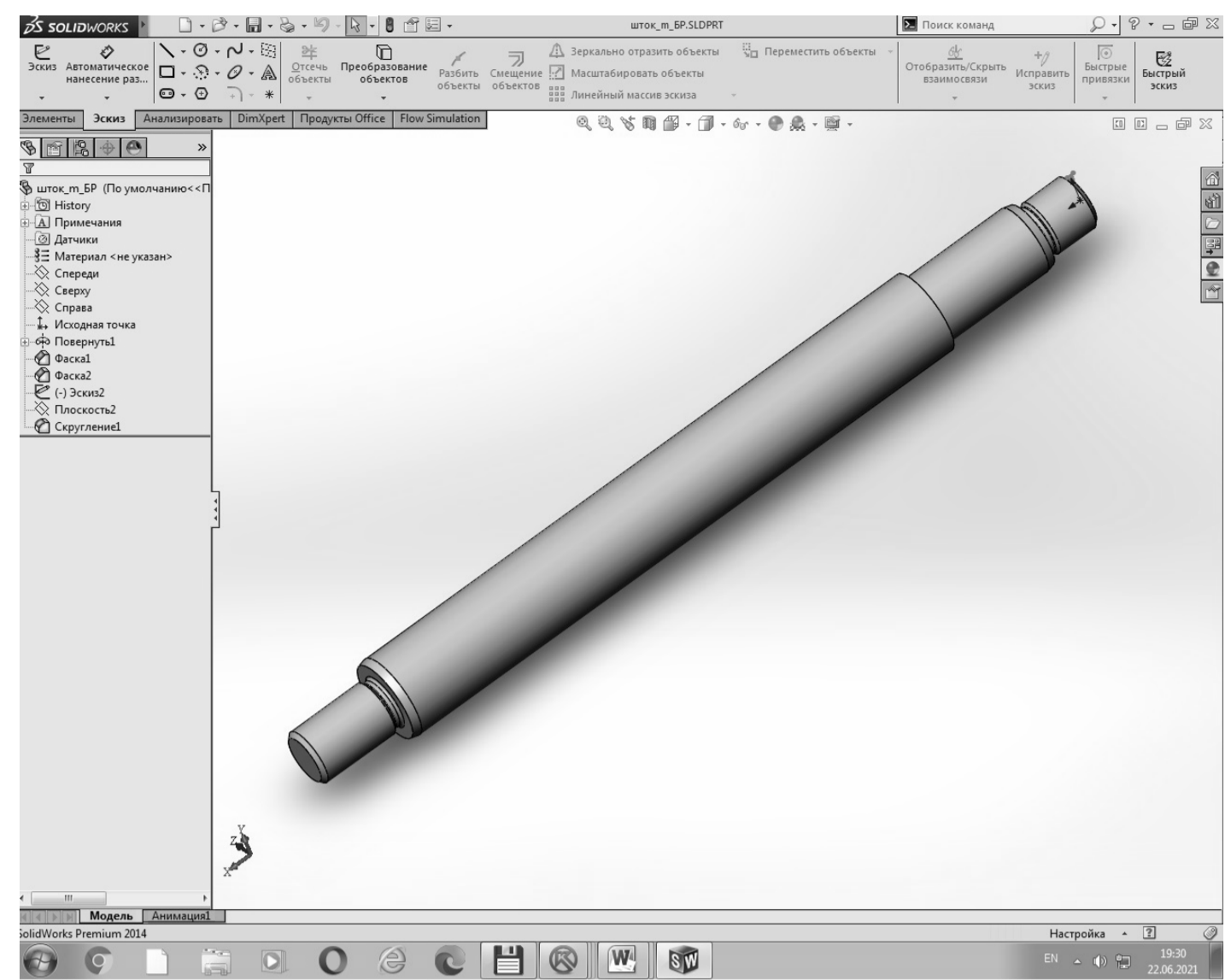
M 2:1



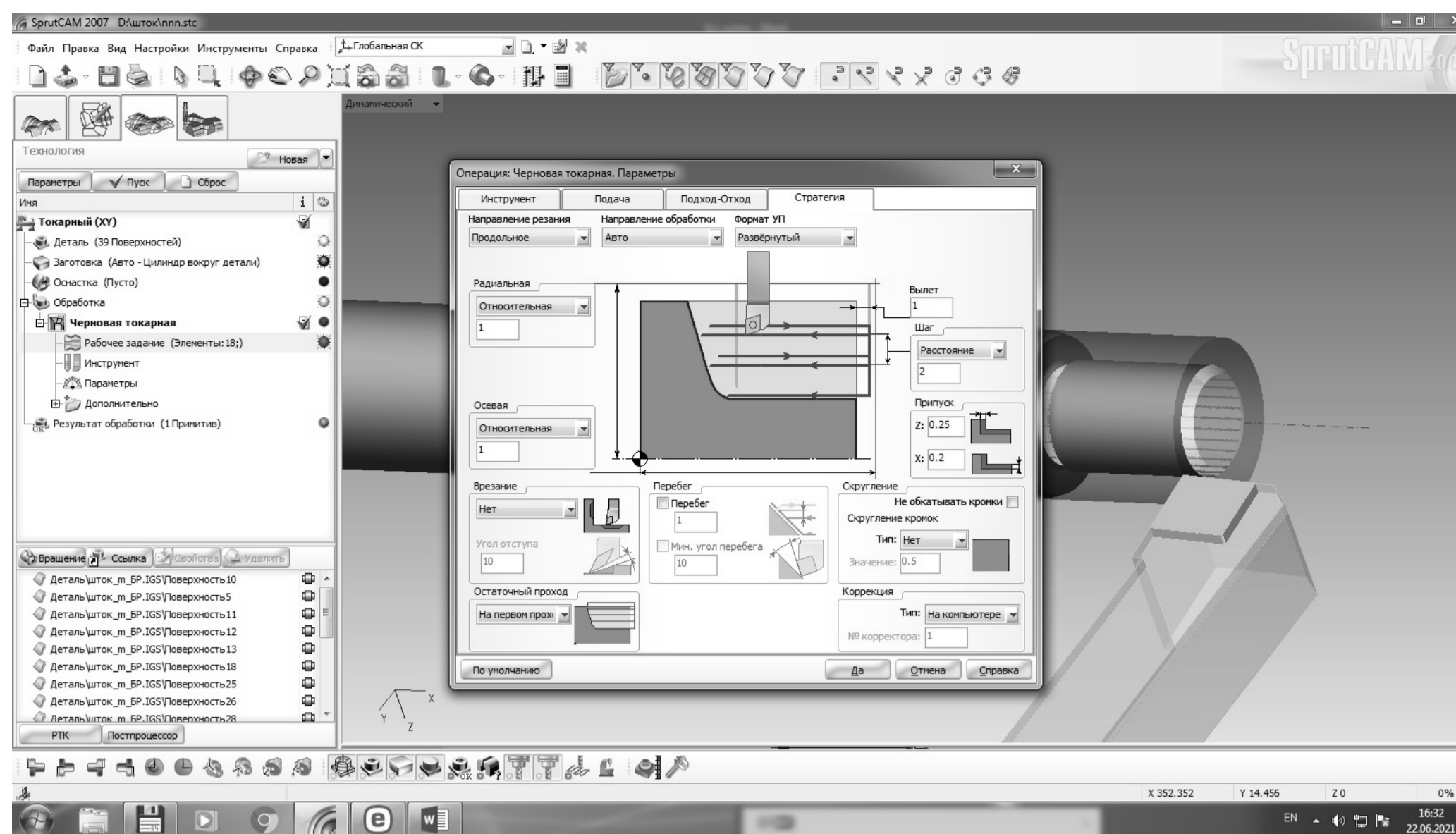
1. Пристрій, трикутчастий самоцентруючий патрон з приводом на задньому торці шпинделя, призначений для обробки деталі "Штак 4828.02.421" на токарно-гвинтарізному верстаті мод. 16К20Ф3.
2. Тиск у пневмомагістралі 0,63 МПа

				БДР.ПМ-110.04.000.СК		
Вид	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Розроб	Федорюк В.Я.				Н	1:1
Проб	Боришак Л.О.				Лист	1
Текст	Боришак Л.О.				Листов	2
Реценз					ІФНТУНГ	
Уклад	Панчук В.Г.				ПМ-19-1К	
				Формат А1		

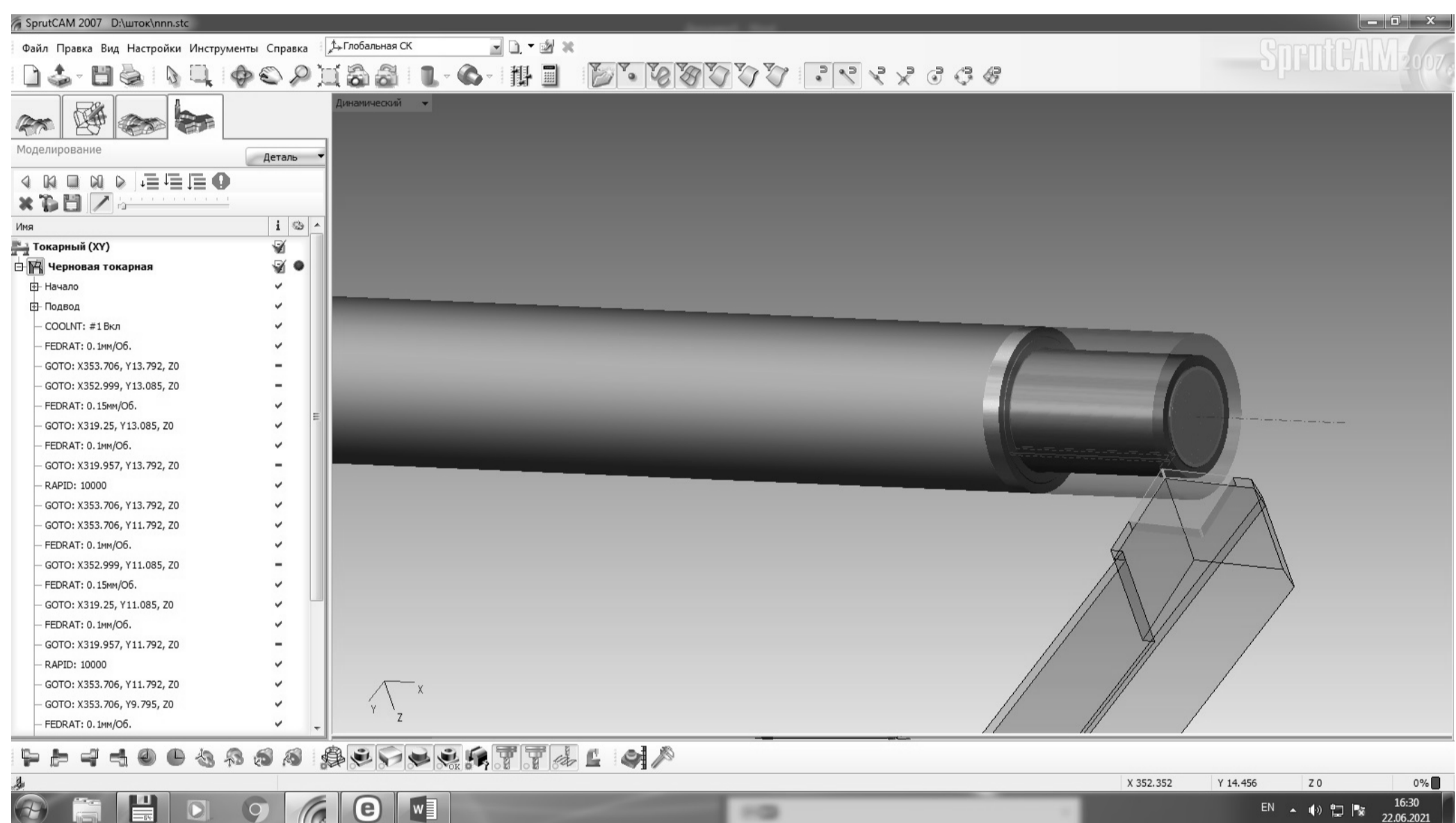
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20



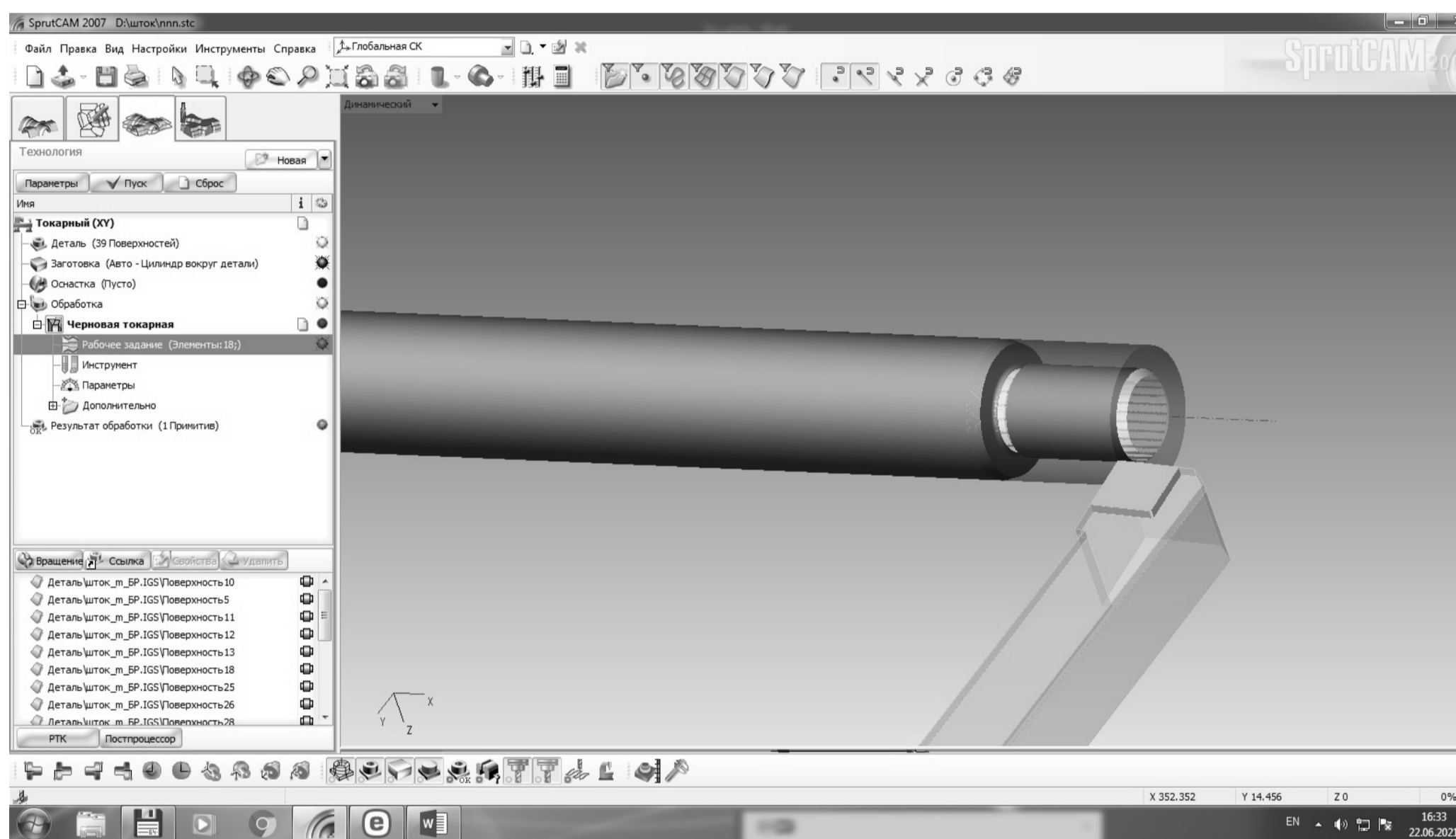
3D-модель для токарної обробки



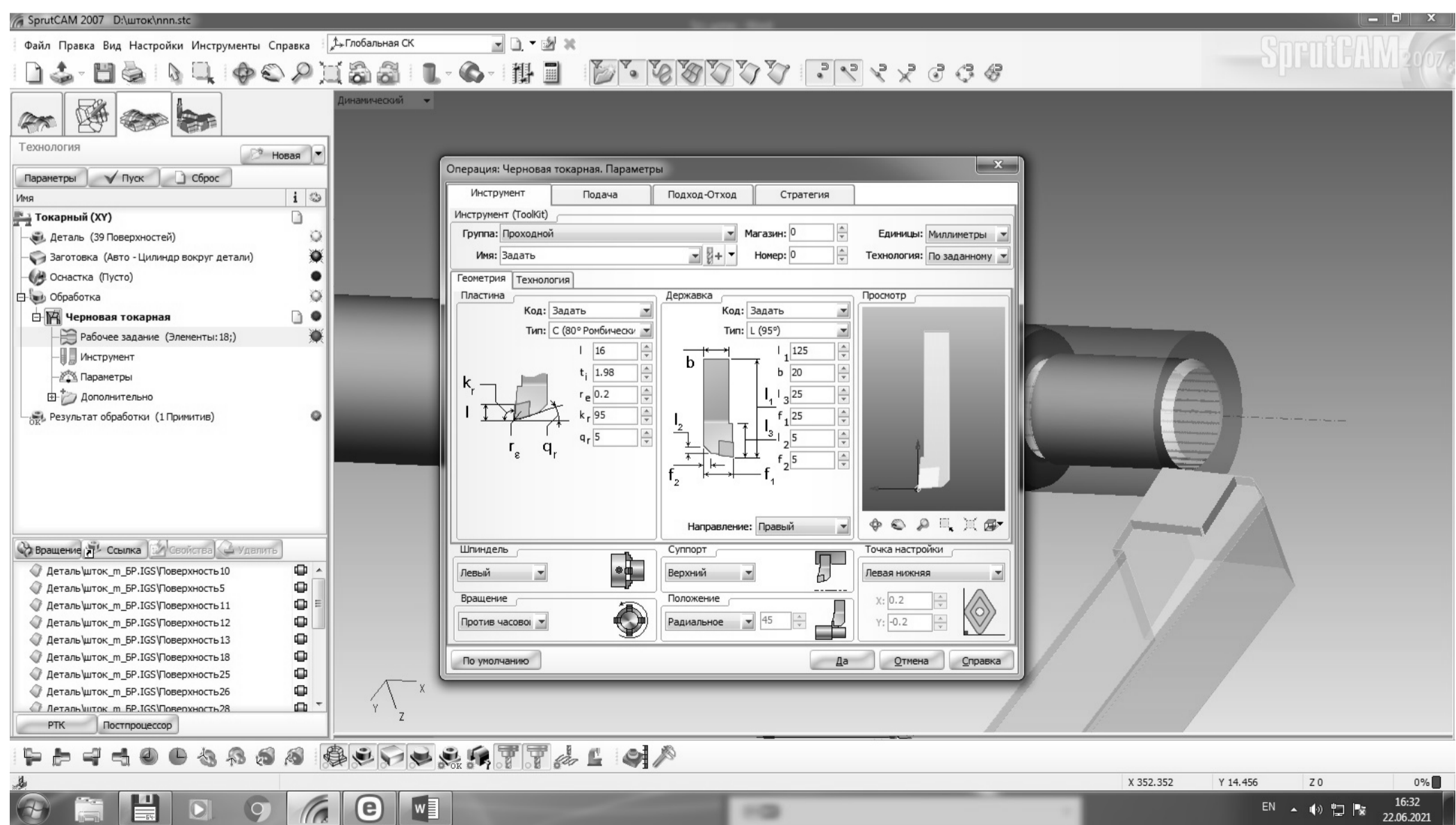
Призначення параметрів обробки



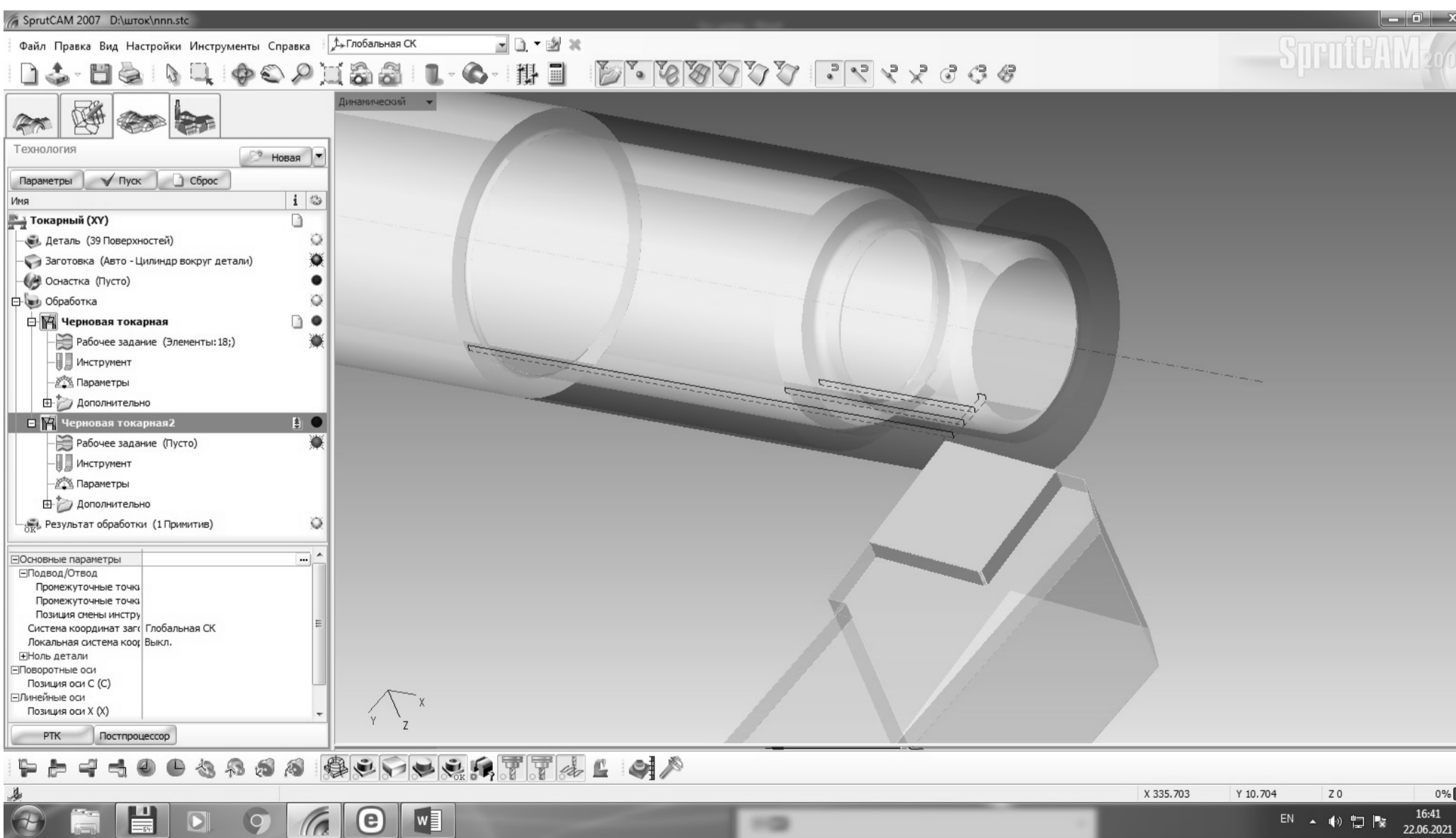
Інструмент та заготовка перед початком обробки



Траекторія обробки штока з правого боку

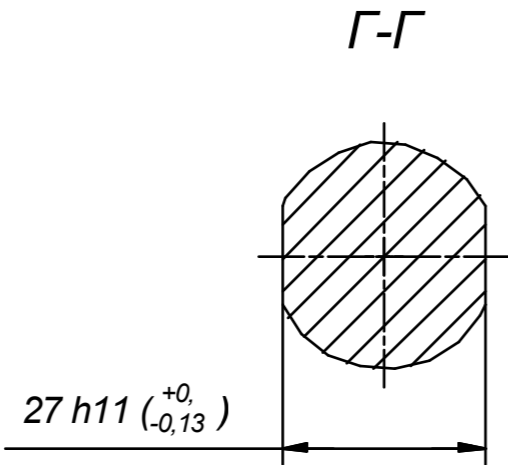
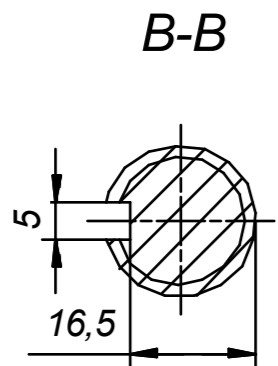
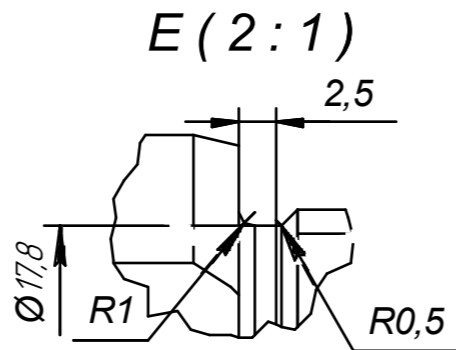
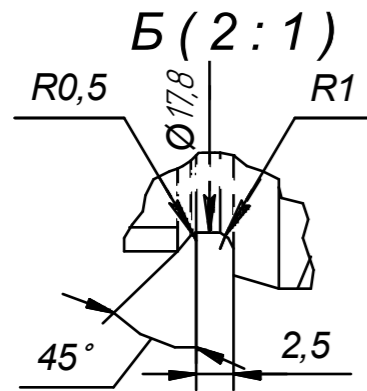
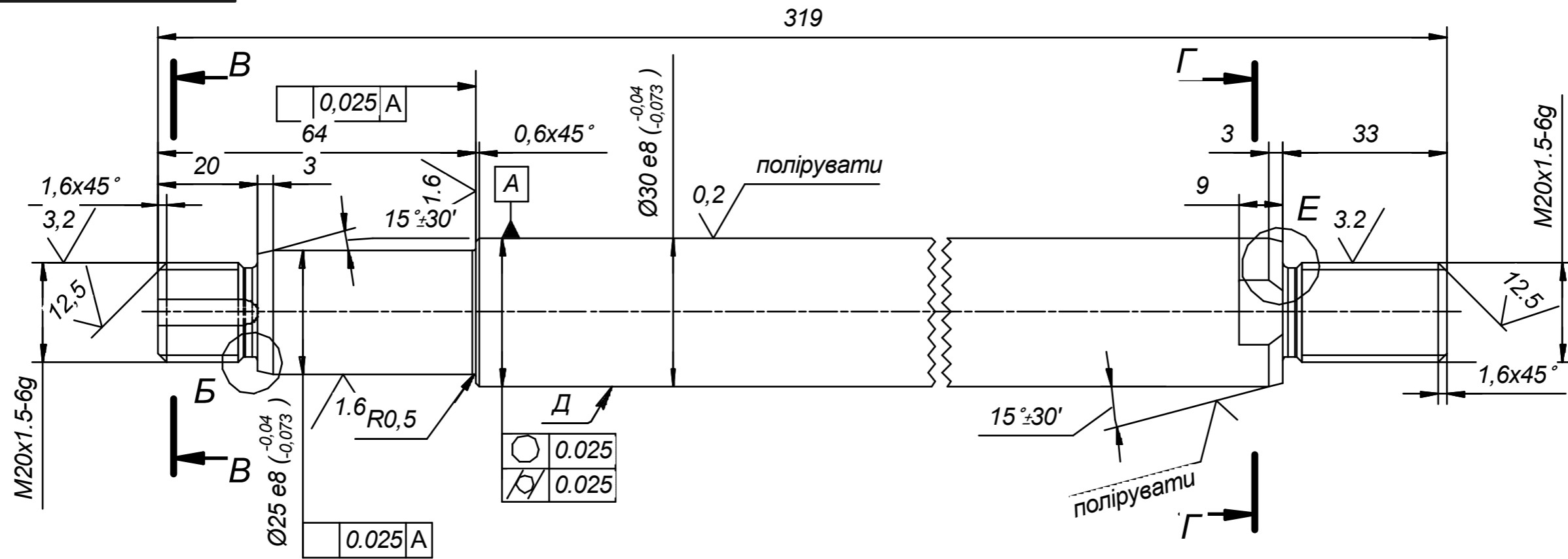


Вибір параметрів токарного прохідного різця



Вікно програми для верстата з ЧПК

				БДР.ПМ-110.07.000.ЧПК			
Вид	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технологія чорної токарної обробки на верстаті з ЧПК	Лист	Масштаб
Разраб		Федорюк В.Я.					1:1
Проб		Борисюк Л.В.					
Т.контр.		Борисюк Л.В.					
Н.контр.							
Утв.		Панчук В.Г.					
						Лист	Листов 1
						ІФНТУНГ	
						ПМ-19-1К	
						Формат А1	
Копіювати							



1. Н14, h14, ±t14/2.
2. Покриття поверхні Д - Х36 тв.
3. Маркувати РЛС 4.01.05.425 на бірці.

				БДР.ПМ-110.05.000.1			
				Шток			
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Федорович В.Я.			Н	1,51	1:1
Проб.		Борщак Л.О.					
Т.контр.		Борщак Л.О.					
Рецензент					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		
Утв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ ПМ-19-1К		