

*Тема дипломного проекта:  
Усовершенствование технологического  
процесса обработки детали вал с целью  
снижения трудоемкости*

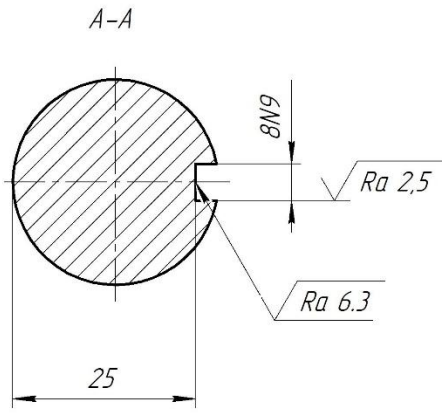
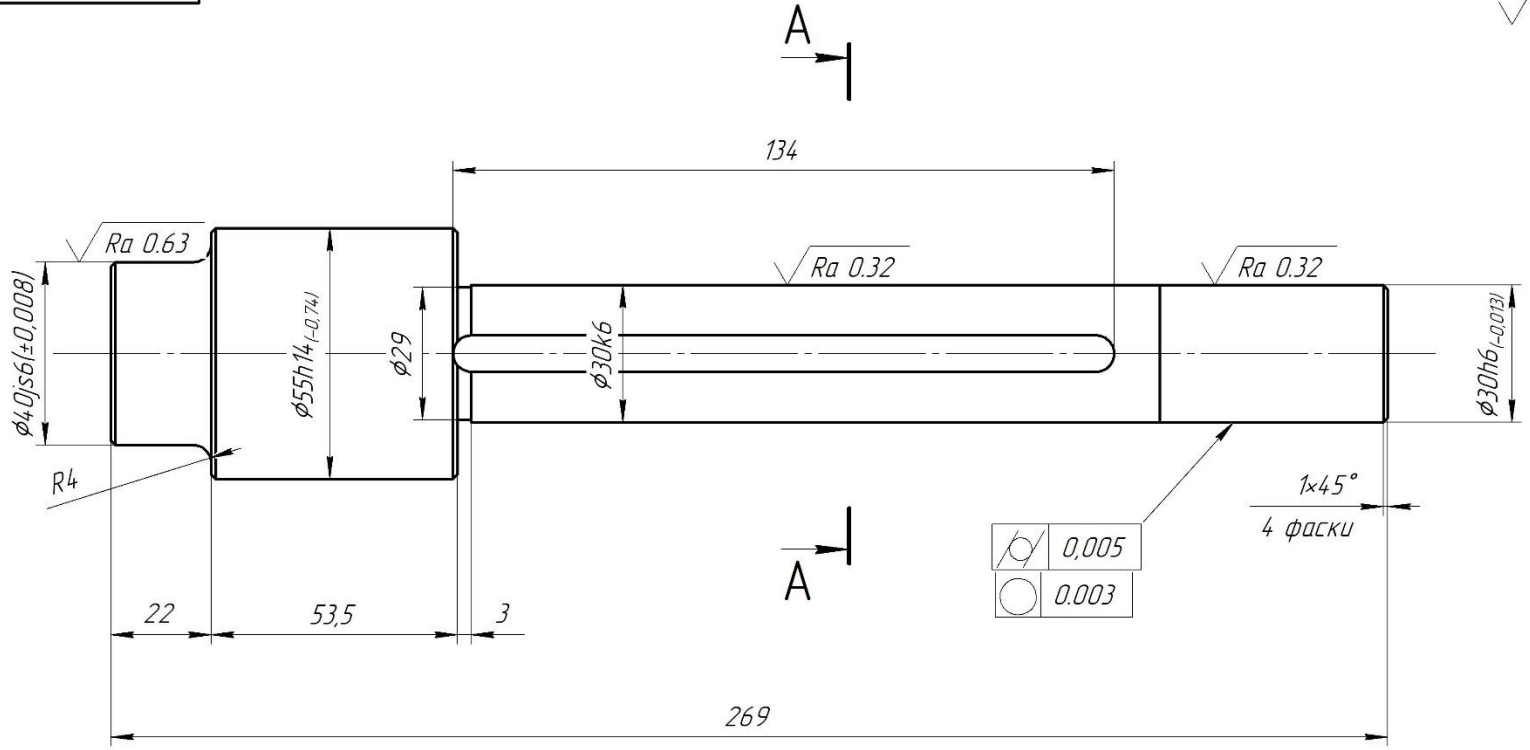
Студента группы 45-ТМС-15: Смирнов К.

Руководитель проекта: Иванова Г.Б.

Тверь 2019

ТМКД. ТМС-45200.000

$\sqrt{Ra 10.0}$



1. Неуказанные предельные отклонения размеров валов по h14, отверстий по H14, прочих по  $\pm IT14/2$

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № эццкл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

				ТМКД. ТМС-45200.000				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Вал	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Смирнов К.А					у	2.27	1:1
Пров.	Иванова Г.Б					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40X (ГОСТ-4543)	45-ТМС-15		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3

# Масса детали

$$m_g = \left( \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 22 + \frac{3,14 \cdot 55^2}{4} \cdot 53,5 + \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 193,5 \right) \times 0,0000078 = 2,27$$

где  $\pi = 3,14$

$\rho = 7,8 \cdot 10^{-6}$  кг/мм<sup>3</sup> – плотность  
стали,

$d_1, d_2, d_3$  – диаметр ступней вала,

$L_1, L_2, L_3$  – длина ступенчатого вала.

# *Анализ технологичности конструкций изделия*

- Деталь технологична по следующим показателям:
  - Небольшая масса детали, менее 5кг.
  - Удобное расположение баз.
  - Свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемой поверхности.
  - Большая часть поверхностей и конструктивных элементов унифицированы

---

# *Анализ технологичности конструкций изделия*

- Деталь не технологична по следующим показателям:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  - Высокая точность и качество поверхностей детали.
-

## *Обоснование типа производства*

*Определяем тип производства исходя из годового объёма выпуска и массы детали.*

*Масса детали равна 3,59 кг, годовой объём выпуска равен 1200 шт, что соответствует среднесерийное типу производства.*

*Для серийного производства определяем операционную партию деталей по формуле*

$$n = N \cdot t / \Phi_y$$

*где  $N$  – годовой объём выпуска, шт,*

*$t$  – количество дней, в течение которых необходимо иметь запас заготовок на складе. Для мелких и средних деталей  $t=8$  дней.*

*$\Phi_y=253$  дня – условный годовой фонд рабочего времени.*

---

$$n = 500 \cdot 8 / 253 = 16 \text{шт}$$

---

# Выбор вида заготовки и её конструирование.

## Конструирование заготовки из проката.

Круг 60 ГОСТ 2590-88

40X ГОСТ4543-16

- Норма расхода для проката

$$H_{расх.} = \frac{M_{пр.}}{n_{д.}}$$

- Масса проката

$$M_{пр.} = M_{ног.м} \cdot L_{пр.}$$

$$M_{пр.} = 22,19 * 10 = 221,9кг$$

$$H_{расх.} = \frac{221,9}{16} = 13,8кг$$

$$КИМ = 2.27 / 13,8 = 0,16$$

## Конструирование заготовки штамповки

Номинальный размер детали	Припуски					Размер заготовки	Размер с отклонением
	Z <sub>0</sub>	Z <sub>д1</sub>	Z <sub>д2</sub>	Z <sub>д3</sub>	Z <sub>общ</sub>		
Диаметральные размеры							
d <sub>1</sub> =40	2	0,3	-	-	2,3	d <sub>з1</sub> = 40+2,3*2=44,6	45 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>
d <sub>2</sub> =55	2	0,3			2,3	d <sub>з2</sub> = 55+2,3*2=59,6	60 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>
d <sub>3</sub> =30	2	0,3			2,3	d <sub>з3</sub> = 30+2,3*2= 34,6	35 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>
Линейные размеры							
L <sub>1</sub> =22	1,7	-	0,6	-	2	L <sub>з1</sub> = 22+2=24	24 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
L <sub>2</sub> =53,5	2,2		0,6		2,8	L <sub>з2</sub> = 53,5+2,8+2,8=59,1	59,1 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>
L <sub>3</sub> =193,5	2,5		0,6		3,1	L <sub>з3</sub> = 193,5+2,8+3,1=199,4	199,4 <sup>+2,4</sup> <sub>-1,2</sub>

$$m_3 = \left( \frac{(3.14 * 45^2)}{4} * 24 + \frac{(3.14 * 60^2)}{4} * 59,1 + \frac{(3.14 * 30^2)}{4} * 199,4 \right) * 7,8 * 10^{-6} = 2,7 \text{ кг}$$

$$N_{\text{расх}} = 1,1 * 2,7 = 2,97 \text{ кг}$$



## *Выбираем вид заготовки*

$$K = m_{\partial} \cdot (M_{\text{пр.}} - M_{\text{шт.}}) / M_{\text{пр.}} \cdot M_{\text{шт.}}$$

*где  $m_{\partial}$  – масса детали,*

*$M_{\text{пр}}$  – масса заготовки из проката,*

*$M_{\text{шт.}}$  – масса заготовки штамповки.*

*Если  $K \geq 0,05$ , то выбираем штамповку, если*

*$K \leq 0,05$ , то выбираем прокат.*

$$K = 2,27 \cdot (4,9 - 2,7) / 4,9 \cdot 2,7 = 0,16$$

*$K = 0,16$  – выбираем штамповку.*

---

# Расчет припусков

Переходы обработки	Припуски, мм	Расчёт промежуточных размеров, мм	Промежуточные размеры, мм
Наружная поверхность $\varnothing 40js6$			
Заготовка		45	3.1
Точение черновое h13	1.5	$40.5+2*0.75=42h13$	42h13
Точение чистовое h10	0.75	$40.16+2*0.17=40.5h10$	40.5h10
Шлифование предварительное h8	0.17	$40+2*0.08=40.16h8$	40.16h8
Шлифование чистовое js6	0.08	40js6	40js6
Наружная поверхность $\varnothing 30k5$			
Заготовка		35	3.2
Точение черновое h13	1.6	$30.4+2*0.7=31.8h13$	31.8h13
Точение чистовое h10	0.7	$30.24+2*0.08=30.4h10$	30.4h10
Шлифование предварительное h8	0.08	$30.08+2*0.08=30.24h8$	30.24h8
Шлифование чистовое h6	0.08	$30+2*0.04=30.08h6$	30.08h6
Шлифовние тонкое k5	0.04	30k5	30k5

Наружная поверхность  $\varnothing 30h6$

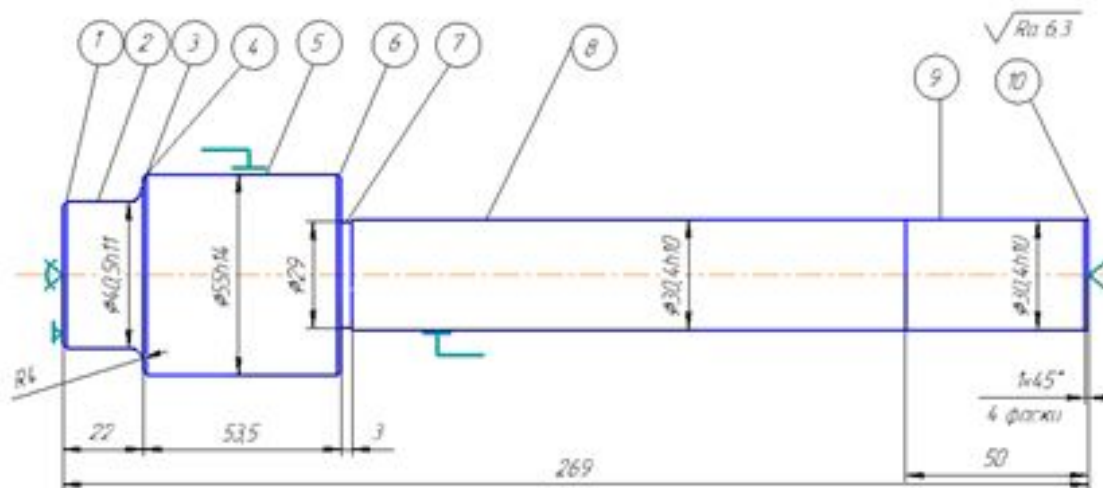
Заготовка		35	3.2
Точение черновое h13	1.6	$30.4+2*0.7=31.8h13$	31.8h13
Точение чистовое h10	0.7	$30.14+2*0.13=30.4h10$	30.4h10
Шлифование предварительное h18	0.13	$30+2*0.07=30.14h8$	30.14h8
Шлифование чистовое h6	0.07	30h6	30h6

# Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления детали на станке с ЧПУ.

010

Токарно-винторезная с ЧПУ

Станок  
токарно-  
винторезный  
16К20Ф3  
(ЧПУ)



Установ 1:

Точить пов-ть 5 начерно

Точить пов-ть 8,9 начерно, начисто

Точить канавку 7 начерно

Точить фаску 6,10

Установ 2:

Точить пов-ть 2 начерно, начисто

Точить скругление 3

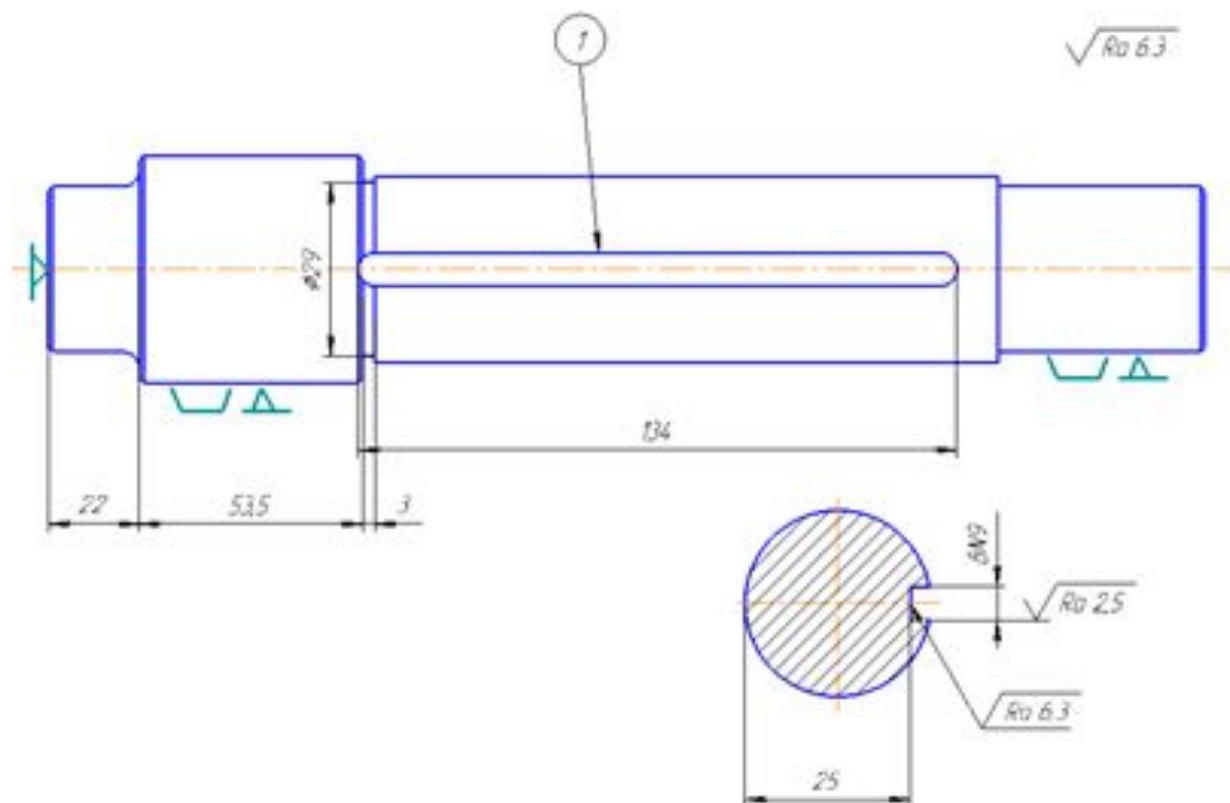
Точить фаску 1,4

015

## Вертикально-фрезерная операция

Вертикально-  
фрезерный.

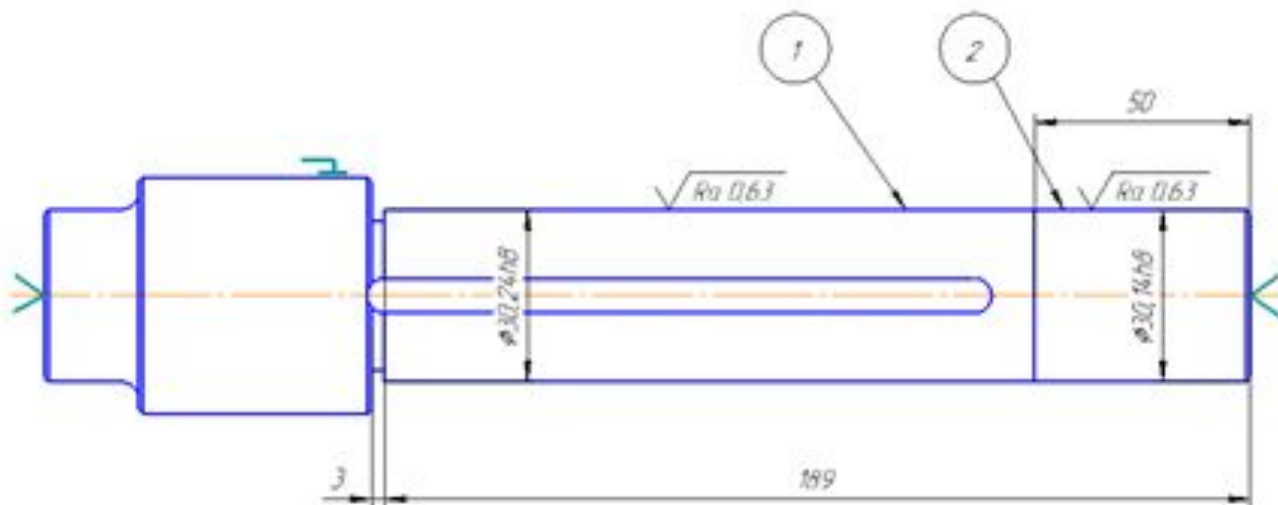
3M150



Проточить шпоночный паз 1

020

Кругло шлифовальная операция



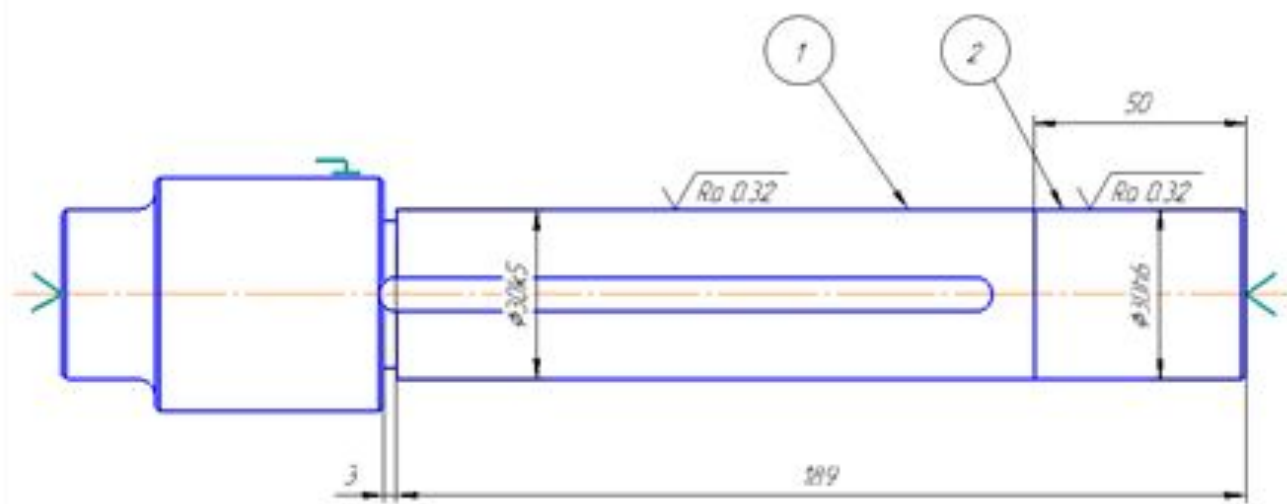
Шлифовать пов-ть 1, 2 начерно

Кругло-шлифовальный станок 6Р11

025

### Кругло шлифовальная операция

Кругло-шлифовальный станок 6Р11



Шлифовать пов-ть 1, 2 начисто

030

## Кругло шлифовальная операция

Кругло-  
шлифовальны  
й станок 6Р11

Шлифовать пов-ть 1 начисто



---

*Разработка токарных операций и расчет режимов резания  
на универсальных станках*

**Токарно-винторезная операция 010**

$$T_{\text{о. общ}} = 0.23 + 0.01 + 0.40 + 0.43 = 1.26 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш}} = 1/1 (1.26 + 1.15 \cdot 0.64) (1 + ((3 + 4) / 100)) = 2.38 \text{ мин..}$$

---

# *Разработка токарных операций и расчет режимов резания на станке с ЧПУ*

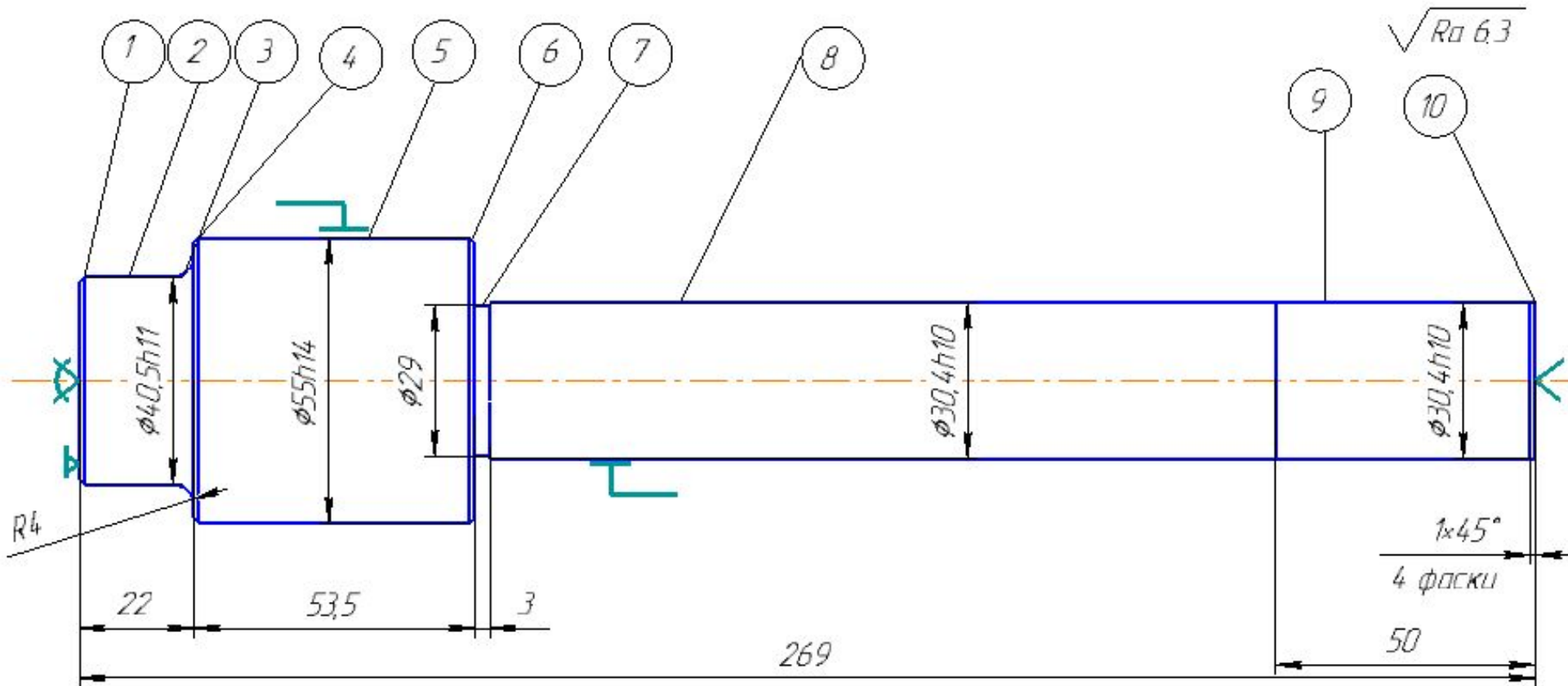
## *Токарная с ЧПУ 010*

### ■ *Основное время $T_0$*

$$T_{\text{о. общ}} = 0,1 + 0,15 + 0,23 + 0,01 + 0,9 + 1,2 = 2,39 \text{ мин.}$$

### ■ *Штучное время*

$$T_{\text{ш}} = 1/1 (2,39 + 1,15) (1 + ((3 + 4) / 100)) = 3,78 \text{ мин}$$



---

*Сравнительный анализ двух технологических процессов обработки детали на универсальных станках и станках с ЧПУ*

$T_{ш-к} У = 10,85$  мин.

$T_{ш-к} ЧПУ = 4,9$  мин .

Исходя из имеющихся данных мы можем определить, что время на обработку на универсальных станках ( $T_{ш-к} У$ ) превышает время обработки на станке ЧПУ ( $T_{ш-к} ЧПУ$ ) почти в 2,2 раза.

---

## *Экономический эффект*

№	Показатель	Ед. измерения	Вариант		Увеличение + Уменьшение -
			Базовый	Проектный	
1.	Себестоимость	руб.	407.13	309.13	-98
2.	Кап. вложения	руб.	617000	628000	+11000
3.	Количество рабочих	чел.	4	4	-
5.	Годовой экономический эффект	руб.	-	50570	-
6.	Трудоемкость детали	мин.	21.74	15,28	-6.46 (-25%)

- *Срок окупаемости равен 0,16 года, что меньше нормативного (Ток. н. = 5 лет) и годовой эффект составил 50570 руб.*

---

Спасибо за внимание

---