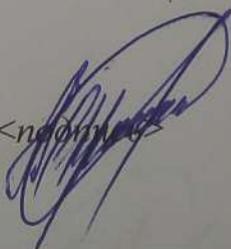


Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт металлургии, машиностроения и транспорта
Кафедра «Технология машиностроения»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

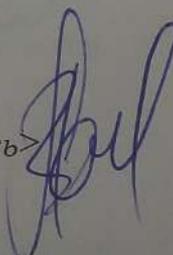
Проектирование технологии производства ступенчатого вала
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»

Выполнил
студент гр.33331/3


<подпись>

Креницын А. С.

Проверил
преподаватель


<подпись>
Хор

Анухин И. В.

«13» 06 2019 г.

Санкт-Петербург

2019

1. Анализ исходных данных

1.1. Анализ исходных данных

Данный вал является промежуточным валом в коробке передач и предназначен для передачи крутящего момента выходному валу посредством зубчатого колеса, соединённого с валом с помощью шлицевого соединения. Так же, несколько колёс соединены с помощью шпоночного соединения. На концах на оси установлены по болту для крепления конического зубчатого колеса с одной стороны, и заглушки – с другой стороны. Вал изготовлен из малолегированной стали 40Х ГОСТ 4543-71 и должен пройти термическую обработку для увеличения твёрдости.

Рассматриваемая модель состоит из цилиндрических поверхностей различных диаметров, ограниченных торцами. Основные конструкторские базы ВГ выполнены по 7 качеству точности. Назначены допуски радиального и торцевого биения, профиля продольного сечения и допуски круглости. Боковые плоскости шпоночных пазов имеют допуск симметричности относительно плоскости симметрии вала.

Шероховатость несопрягаемых поверхностей детали составляет 1, 25 мкм. Под ступицами зубчатых колёс шероховатость 0,8 мкм. Заданный вал является ответственной деталью коробки передач, поэтому на рабочие поверхности назначаются сравнительно высокие степени точности.

1.2. Определение объёма выпуска

Годовой объём выпуска зависит от типа производства детали. Приблизительно пассу данного изделия можно рассчитать по формуле:

$$M_{\text{дет}} = \rho V,$$

где ρ – плотность стали 40Х, г/см³, ($\rho=7,85$ г/см³), а V – объём вала, см³. Рассчитаем его, представив в виде суммы нескольких цилиндров:

$$V_{\text{вал}} = [3^2 \cdot 2,2 + 3,5^2 \cdot 2 + 4^2 \cdot (22,4 - 2,2 - 2 - 1,4 - 6 - 1,6 - 1,6 - 2,1) + 3,5^2 \cdot 7,4 + 3,2^2 \cdot 1,6 + 3^2 \cdot 3,7] = 273 \text{ см}^3,$$

соответственно, масса вала:

$$M = 7,85 \text{ г/см}^3 \cdot 273 \text{ см}^3 = 2,14 \text{ кг}.$$

Тип производства – среднесерийное, годовой объём выпуска 501..5000 шт. Примем годовой объём равным 2000 шт.

Рассчитаем количество деталей в партии n :

$$n = \frac{N \cdot a}{T},$$

где N - объём выпуска; T – количество рабочих дней в планируемом периоде выпуска, a – периодичность запуска в днях.

$$n = \frac{2000 \cdot 5}{240} = 42 \text{ шт}$$

1.3. Анализ технологичности детали

Вал представляет собой ступенчатую деталь с цилиндрическими поверхностями, шпоночным пазом, резьбой для крепления колёс с помощью гаек и шлицами. На валу, так же, присутствуют канавки для выхода шлифовального круга. Данный вал является ступенчатым, его диаметральные размеры уменьшаются от бурта к концам, что позволяет обрабатывать его поверхности проходными резцами, так как выход инструментов обеспечен.

Деталь считается достаточно жёсткой для получения 6 и 7 квалитетов при соотношении длины к диаметру $l/d \leq 10$. В данном случае:

$$l=224 \text{ мм}, d_{\text{ср}} = (30+35+40+35+35+32+30+30)/8=33,4 \text{ мм},$$

$$l/d=224/33,4=6,71.$$

При таком результате и достаточной жёсткости, вал можно обрабатывать в центрах. Нетехнологичным элементов в данной детали является шпоночный паз и невозможность его обработки более производительной дисковой фрезой. В остальном, деталь достаточно технологична.

1.4. Формирование основных технологических задач

1. Точность размеров.

Данная деталь является достаточно точной и может нести значительные знакопеременные нагрузки, вследствие чего, к ней предъявляются достаточно высокие требования точности. В данном случае, это поверхность под посадку зубчатых колёс: $\varnothing 95k6$, так же, поверхности под подшипники качения $\varnothing 35k6$ (2 поверхности) и $\varnothing 30k6$. Несопрягаемая поверхность выполняется по 14 квалитету.

2. Точность взаимного расположения

Симметричность стенок шпоночного паза относительно плоскости симметрии – 0,008 мм; радиальные биения поверхности под зубчатые колёса – 0,012 относительно базы ВГ; торцевое биение бурта вала – 0,03 мм, радиальное биение поверхности под подшипники качения – 0,012 мм относительно базы ВГ.

3. Шероховатость поверхностей

Шероховатость поверхностей под подшипники качения $R_a = 1,25$ мкм, под зубчатые колёса: $R_a = 0,8$ мкм, дно шпоночного паза: $R_a = 6,3$ мкм, боковые поверхности шпоночного паза: $R_a = 3,2$ мкм, торцы шпоночного паза: $R_a = 1,6$ мкм. Шероховатость несопрягаемых поверхностей $R_a = 12,5$ мкм.

4. Твёрдость рабочих поверхностей

Необходимая твёрдость: 260..285 НВ достигается для стали 40Х путём проведения закалки и отпуска.

2. Выбор метода получения заготовки

Рассмотрим два метода получения заготовки:

1 – из горячего проката;

2 – штамповкой на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ).

Сравним два варианта технологического процесса при различных способах получения заготовки. Исходные данные:

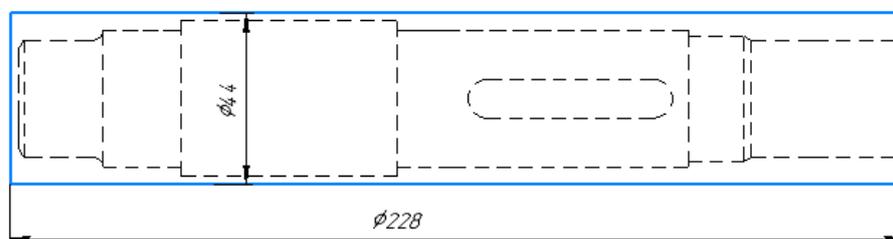
- материал детали: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
- масса детали: $M=2,14$ кг.

1. Прокат

Заготовка: круглый пруток диаметра $\varnothing 50$ мм, и длиной 234 мм из горячекатанной стали.

$$V = (228 \text{ мм} \cdot (44 \text{ мм})^2) \frac{\pi}{4} = 3,47 \cdot 10^5 \text{ мм}^3 = 347 \text{ см}^3 - \text{объём}$$

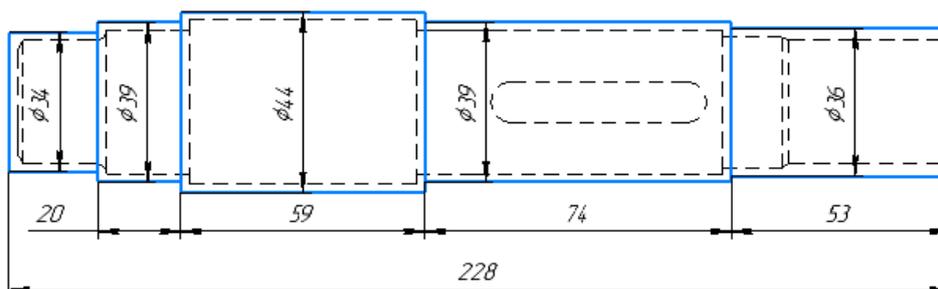
$$M_3 = V \cdot \rho = 347 \text{ см}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2720 \text{ г} = 2,72 \text{ кг} - \text{масса заготовки}$$



Коэффициент использования материала:

$$k = \frac{M_{\text{дет}}}{M_3} = \frac{2,14}{2,72} = 0,79$$

2. Штамповка



$$V = (34^2 \cdot 22 + 39^2 \cdot 20 + 44^2 \cdot 59 + 39^2 \cdot 74 + 36^2 \cdot 53) \cdot \frac{\pi}{4} = 2,76 \cdot 10^5 \text{ мм}^3 \\ = 273 \text{ см}^3$$

$$M_3 = V \cdot \rho = 276 \cdot 7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2170 \text{ г} = 2,17 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала:

$$k = \frac{M_{\text{дет}}}{M_3} = \frac{2,14}{2,17} = 0,99$$

Таким образом, мы видим, что наиболее экономичным, по материалу, методом является штамповка.

Расчёт стоимости заготовки с учётом её черновой обработки

$$C_M = g_H \cdot C_M - g_0 \cdot C_0 + C_{\text{зч}} \cdot T \cdot \left(1 + \frac{C_H}{100}\right), \text{ где}$$

$C_{\text{зч}}$ – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, Р/чел.ч;

C_H – цеховые накладные расходы, %;

C_0 – цена 1 кг отходов, Р;

C_M – оптовая цена на материал в зависимости от методе получения заготовки, Р/кг;

g_0 – масса отходов материала, кг;

g_H – норма расходов материала, кг;

T – время черновой обработки заготовки (основное технологическое время),

Общие данные: $C_H = 70\%$, $C_{\text{зч}} = 0,55 \text{ Р/чел.ч.}$, $C_0 = 0,0298 \text{ Р/кг.}$

1. Прокат:

$$C_M = 0,13 \text{ Р/кг}, g_0 = M_3 - M_{\text{дет}} = 2,72 - 2,14 = 0,58, \text{ кг}, g_H = 3,53 \text{ кг.}$$

- отрезание $D = 44 \text{ мм}^2$
 $T_{01} = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 44^2 = 0,37 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=40 \text{ мм}$, $l=224 \text{ мм}$
 $T_{02} = 0,00017 \cdot d \cdot l = 0,00017 \cdot 40 \cdot 224 = 1,52 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d= 35 \text{ мм}$, $l=42 \text{ мм}$

$$T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 35 \cdot 42=0,25 \text{ мин}$$

- обточка цилиндров $d=30 \text{ мм}$, $l=18 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 30 \cdot 18=0,1 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=35 \text{ мм}$, $l=127 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 35 \cdot 127=0,76 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=32 \text{ мм}$, $l=53 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 32 \cdot 53=0,29 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=30 \text{ мм}$, $l=37 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 30 \cdot 37=0,19 \text{ мин}$

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,37+1,52+0,25+0,1+0,76+0,29+0,19=3,48 \text{ мин}=0,06 \text{ ч.}$$

$$C_M^{(1)} = 3,53 \cdot 0,13 - 0,58 \cdot 0,0298 + 0,55 \cdot 0,06 \cdot (1+70/100) = 0,498 \text{ Р}$$

2. Штамповка

$$Ц_M = 0,35 \text{ Р/кг}, g_0 = M_3 - M_{\text{дет}} = 2,17 - 2,14 = 0,03, \text{ кг}, g_H = 2,17 \text{ кг.}$$

Основное технологическое время рассчитывается аналогично предыдущему варианту, но всё выполняется в один подход.

- подрезка торцев $D = 36 \text{ мм}^2$
 $T_{01} = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 36^2 = 0,25 \text{ мин}$
- подрезка торцев $D = 36 \text{ мм}^2$
 $T_{01} = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 34^2 = 0,22 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=40 \text{ мм}$, $l=59 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 40 \cdot 59=0,40 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=35 \text{ мм}$, $l=76 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 35 \cdot 76=0,45 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=32 \text{ мм}$, $l=53 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 32 \cdot 53=0,29 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=30 \text{ мм}$, $l=37 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 30 \cdot 37=0,19 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=35 \text{ мм}$, $l=22 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 35 \cdot 22=0,12 \text{ мин}$
- обточка цилиндров $d=30 \text{ мм}$, $l=22 \text{ мм}$
 $T_{02}=0,00017 \cdot d \cdot l=0,00017 \cdot 30 \cdot 22=0,11 \text{ мин}$

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,25 + 0,22 + 0,4 + 0,45 + 0,29 + 0,19 + 0,12 + 0,11 = 2,03 \text{ мин} = 0,034 \text{ ч.}$$

$$C_M^{(2)} = 2,17 \cdot 0,35 - 0,03 \cdot 0,0298 + 0,55 \cdot 0,034 \cdot (1+70/100) = 0,79 \text{ Р}$$

Вывод.

Коэффициент использования материала больше в штамповке, нежели в прокате, с другой стороны, если сравнить стоимость заготовки при этих способах получения, (стоимость при прокате $C_M^{(1)} = 0.498$ Р, а стоимость при штамповке $C_M^{(2)} = 0.79$ Р). Таким образом, из экономических соображений, рациональнее получать заготовку из проката.

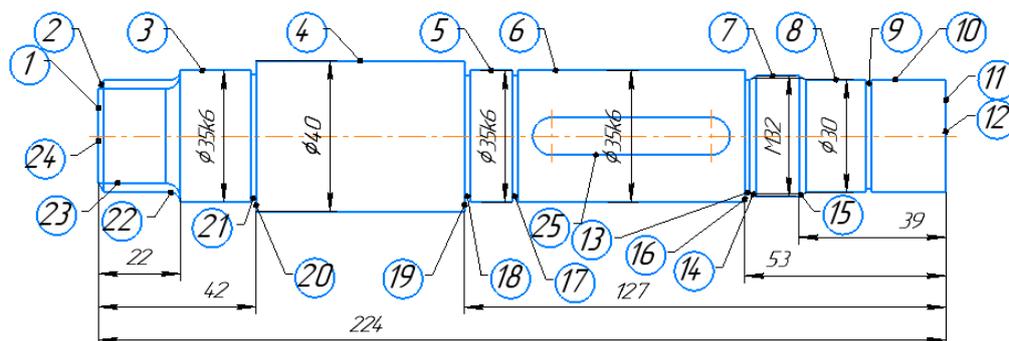
3. Проектирование маршрута изготовления детали

3.1 Проектирование маршрута обработки отдельных поверхностей

Все поверхности данной детали цилиндрические. Заготовкой для вала является прокат, необходимо предусмотреть заготовительную операцию. Данный вал имеет достаточно высокую точность (6..7 квалитет), поэтому, окончательную обработку вала нельзя проводить на токарном станке (необходимо использовать шлифовальный станок). Вал должен иметь сравнительно большую прочность, поэтому нужно предусмотреть так же и термическую обработку, т.е. закалку, которая будет производиться непосредственно перед отделочной обработкой вала. Следовательно, технологический процесс обработки данного ступенчатого вала следующий:

- заготовительный этап;
- черновой этап;
- термический этап;
- отделочный этап.

Рассмотрим операции, необходимые для получения точности Т и шероховатости поверхностей ступенчатого вала.



Поверхность	Операция	IT	Ra, мкм
1	Точение черновое	14	12,5
2	Точение получистовое	12	6,3
3	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Шлифование предварительное	8	2,5
	Шлифование чистовое	7	0,8
4	Точение черновое	14	12,5
5	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Шлифование предварительное	8	2,5
	Шлифование чистовое	7	0,8
6	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Шлифование предварительное	8	2,5
	Шлифование чистовое	7	0,8
7	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Нарезание резьбы	7	0,8
8	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Шлифование предварительное	8	2,5
	Шлифование чистовое	7	0,8
9	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2

10	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
	Шлифование предварительное	8	2,5
	Шлифование чистовое	7	0,8
11	Точение черновое	14	12,5
12	Фрезерно-центровальная	14	12,5
13	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
14, 15	Точение получистовое	12	6,3
16	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	1,6
17, 18	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
19, 20	Точение черновое	14	12,5
	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	1,6
21	Точение получистовое	12	6,3
	Точение чистовое	10	3,2
22, 23	Фрезерование черновое	12	6,3
	Фрезерование получистовое	10	3,2
24	Фрезерно-центровальная	14	12,5
25	Шпоночно-фрезерная	10	3,2

3.2 Выбор баз

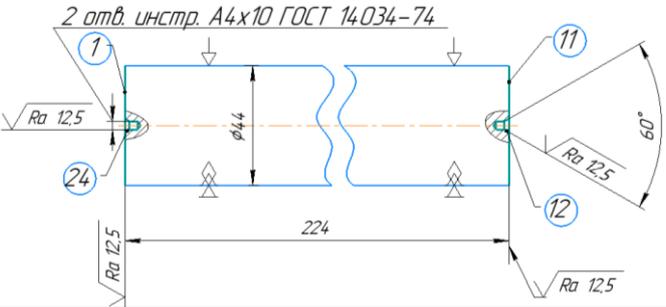
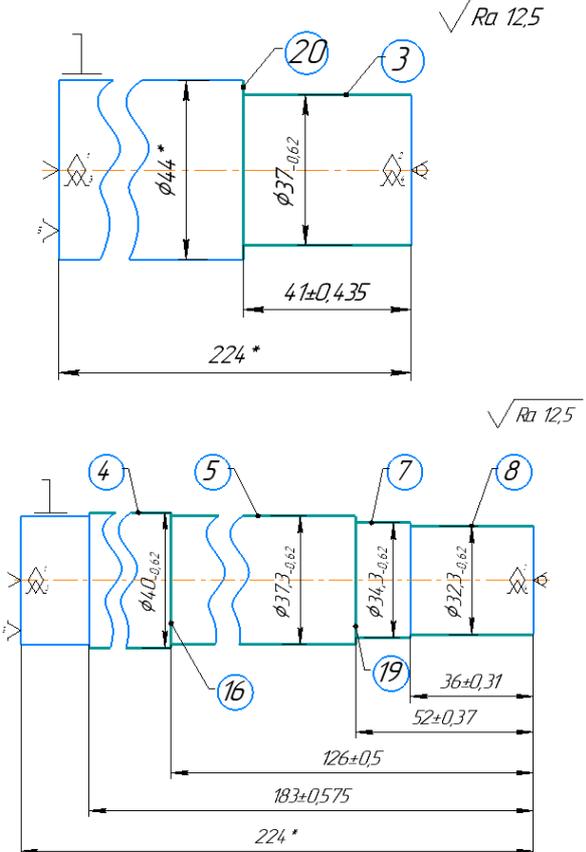
В типовом маршруте обработки вала указаны центровые отверстия, общая ось которых может использоваться в качестве технологической базы, обработка относительно которой обеспечит обработку ступеней вала за один установ и заданные требования по соосности поверхностей и точности диаметров.

В качестве черновой обработки базы на фрезерно-центральной операции используется общая ось баз Ж и К заготовки для получения общей оси центровых отверстий.

Промежуточные базы: при токарной обработке общая ось центровых отверстий будет использована как промежуточная база.

Чистовые базы: для данного ступенчатого вала предусмотрена термическая обработка (твёрдость 260..285 НВ), поэтому, в качестве чистовых баз, будут использоваться центровые отверстия, предварительно обработанные на центрально-шлифовальной операции на специальном станке.

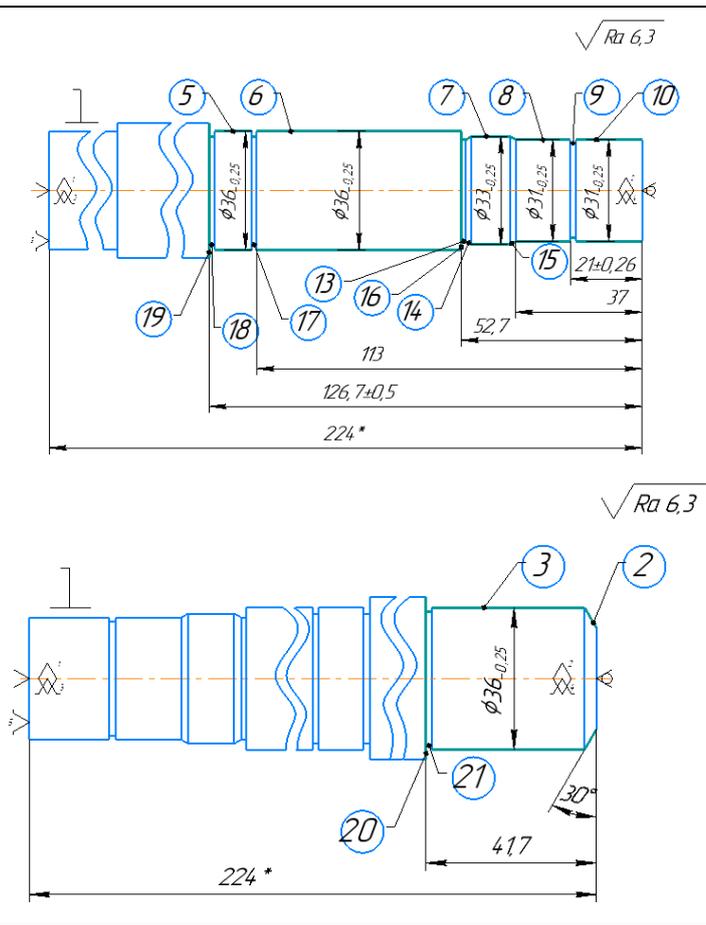
3.3 Оформление маршрута изготовления детали

№	Наименование и содержание операции	Операционный эскиз
005	Заготовительная. Отрезать заготовку	
010	Правильная. Правка заготовки на прессе	
015	Термическая. Улучшение, нормализация	
020	Фрезерно-центровальная Подготовка технологических баз	
025	Токарная (черновая) Точить за 2 установа: 1 установ: Точить поверхность 3 Подрезать торец 20 2 установ: Точить поверхность 4 Точить поверхность 5 Точить поверхность 7 Точить поверхность 8 Подрезать торец 19 Подрезать торец 16	

030 Токарная (получистовая)
Точить за 2 установа:

1 установ:
Точить поверхность 5
Точить поверхность 6
Точить поверхность 7
Точить поверхность 8
Точить канавку 18
Точить канавку 17
Точить канавку 13
Точить канавку 9
Подрезать торец 19
Подрезать торец 16
Точить фаску 14
Точить фаску 15

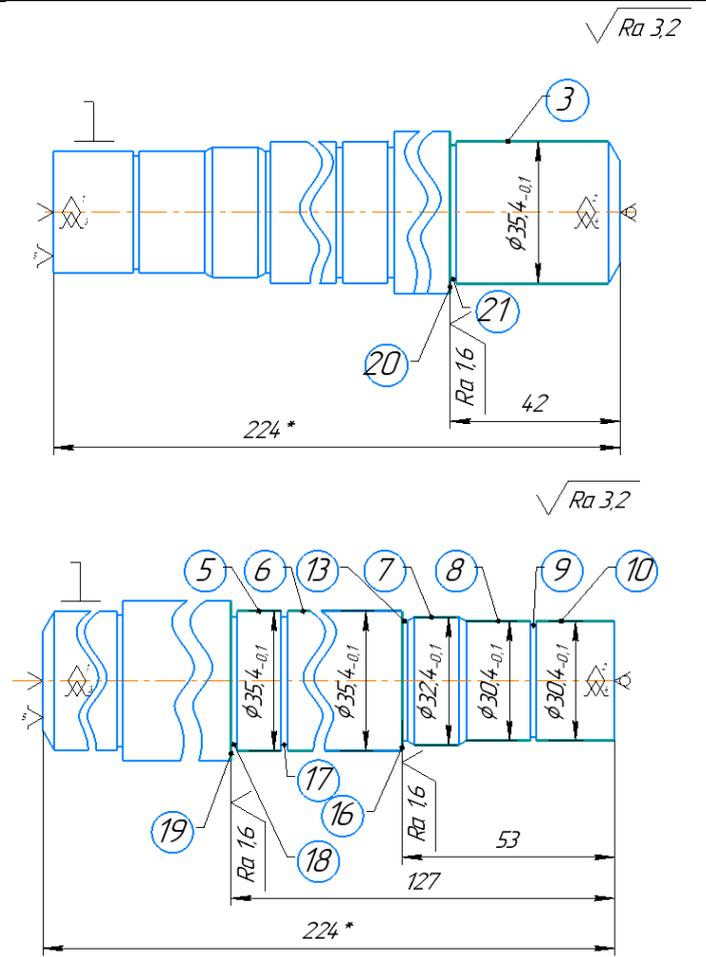
2 установ:
Точить поверхность 3
Точить канавку 21
Подрезать торец 20
Точить фаску 2

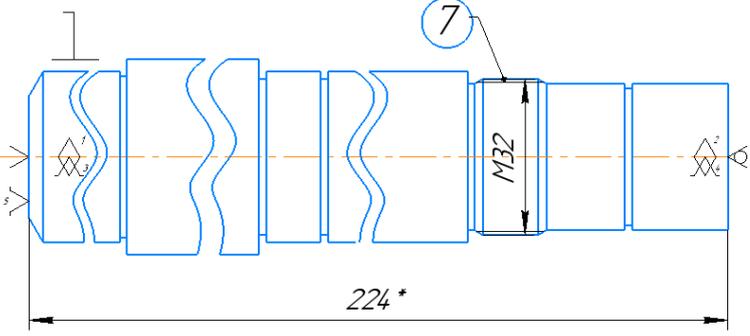
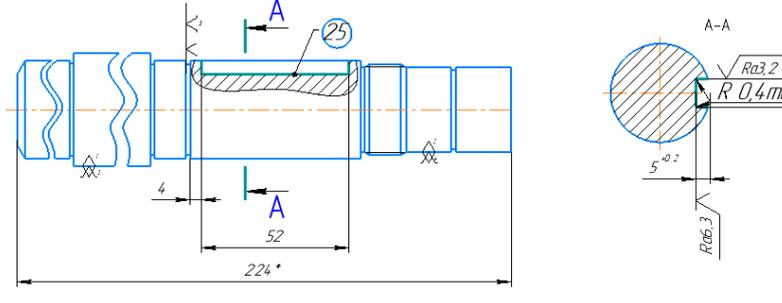
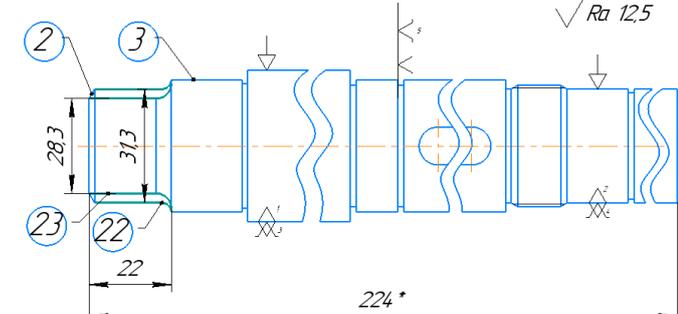
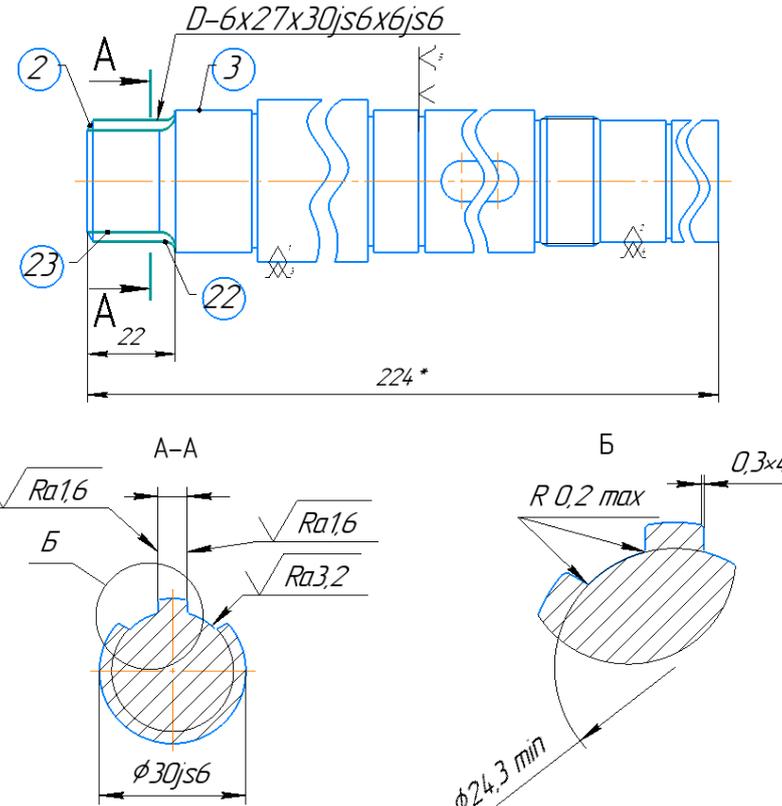


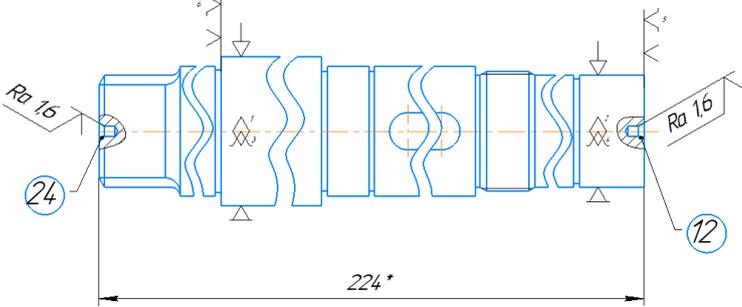
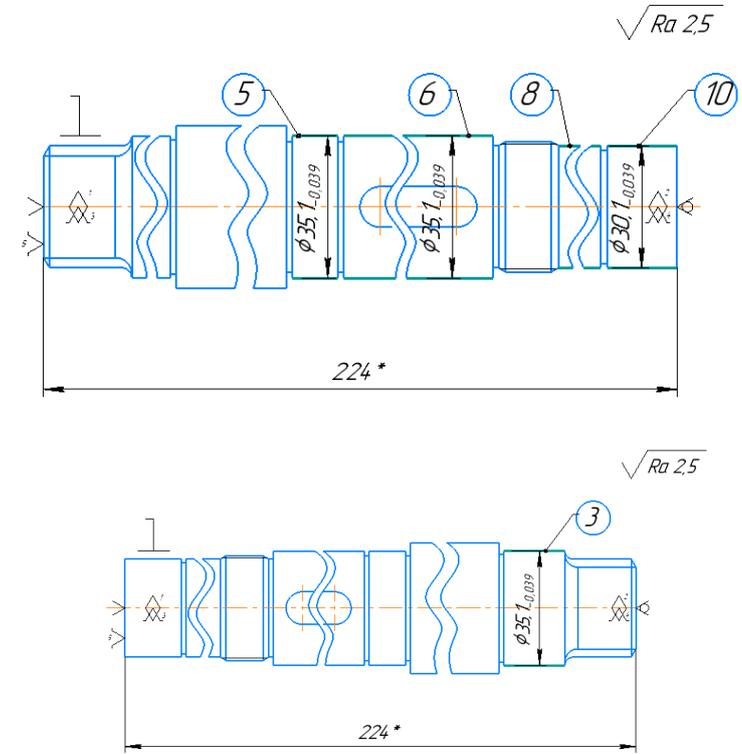
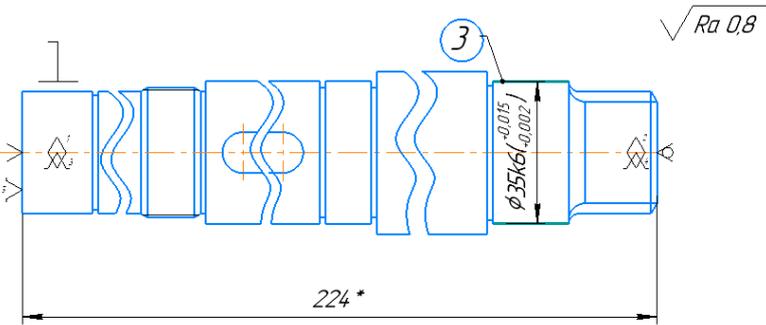
035 Токарная (чистовая)
Точить за 2 установа:

1 установ:
Точить поверхность 3
Точить канавку 21
Подрезать торец 20

2 установ:
Точить поверхность 5
Точить поверхность 6
Точить поверхность 7
Точить поверхность 8
Точить поверхность 10
Точить канавку 18
Точить канавку 17
Точить канавку 13
Точить канавку 9
Подрезать торец 19
Подрезать торец 16



040	<p>Резьбо-нарезная</p> <p>Нарезать резьбу на поверхности 7</p>	
045	<p>Шпоночно-фрезерная</p> <p>Фрезеровать шпоночный паз 25</p>	
050	<p>Фрезерование (черновое)</p> <p>Нарезать шлицы 22-23</p>	
055	<p>Фрезерование (получистовое)</p> <p>Нарезать шлицы 22-23</p>	

060	<p>Термическая обработка</p> <p>Закалка и высокий отпуск</p> <p>НВ 260..285, согласно чертежу</p>	
065	<p>Центрошлифовальная</p> <p>Шлифовать центровые фаски 12, 24</p>	
070	<p>Круглошлифовальная (предварительная)</p> <p>Выполнить за 2 установа:</p> <p>1 установ: Шлифовать пов-ть 5 Шлифовать пов-ть 6 Шлифовать пов-ть 8 Шлифовать пов-ть 10</p> <p>2 установ: Шлифовать пов-ть 3</p>	
075	<p>Круглошлифовальная (чистоавя)</p> <p>Выполнить за 2 установа</p> <p>1 установ: Шлифовать пов-ть 3</p> <p>2 установ: Шлифовать пов-ть 5 Шлифовать пов-ть 6 Шлифовать пов-ть 8 Шлифовать пов-ть 10</p>	

		<p>Technical drawing of a shaft with the following specifications:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total length: 224* Section 5: Diameter $\phi 35_{+0.015}^{-0.029}$ Section 6: Diameter $\phi 35_{+0.015}^{-0.002}$ Section 8: Diameter $\phi 30_{+0.015}^{-0.002}$ Section 10: Diameter $\phi 30_{+0.015}^{-0.002}$ Surface texture: $\sqrt{Ra 0.8}$
080	Стесарная Притупить кромки, снять заусенцы	
085	Моечная На моечной машине	
090	Контрольная	

4. Проектирование отдельных технологических операций

4.1 Выбор основного оборудования, оснастки, режущего и мерительного инструмента

Типоразмер (модель) станка можно выбрать на основании следующих данных: метода обработки и требуемой точности размеров обрабатываемой поверхности, габаритных размеров детали, по каталогу станков, или на основании имеющегося оборудования на предприятии, для которого разрабатывается технологический процесс механической обработки, если не требуется его замена на более эффективное.

020. Фрезерно-центровальная операция

Станок: фрезерно-центровальный полуавтомат МР71;

Приспособление: две призматические губки, прижим;

Базирование: по наружным поверхностям и одному торцу заготовки;

Режущий инструмент: фреза торцевая Ø100 мм с числом зубьев 12 по ГОСТ 9304-69 из материала Т15К6, свёрла центровочные Ø4 мм по ГОСТ 14952-75;

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-2-300-0.05.

025. Токарная операция с программным управлением (черновая)

Станок: токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3;

Приспособление: неподвижный центр по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и по левому торцу;

Режущий инструмент: резец проходной по ГОСТ 23075-78, подрезной по ГОСТ 23076-78 с механическим креплением пластин из твёрдого сплава Т5К10, прорезной с шириной режущей 3 мм, фасонные левый и правый резцы с $\phi=45^{\circ}$.

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-2-300-0.05, калибры-скобы.

030. Токарная операция с программным управлением (получистовая)

Станок: токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3;

Приспособление: центр неподвижный по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и по левому торцу;

Режущий инструмент: резец проходной по ГОСТ 23075-78, подрезной по ГОСТ 23076-78, канавочный (материал Т14К8, Т5К10, Т15К6);

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-2-300-0.05, калибры-скобы.

035. Токарная операция с программным управлением (чистовая)

Станок: токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3;

Приспособление: центр неподвижный по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и по левому торцу;

Режущий инструмент: резец проходной по ГОСТ 23075-78, подрезной по ГОСТ 23076-78 (материал Т5К10, Т15К6, Т14К8), канавочный (материал Т14К8, Т5К10, Т15К6);

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-2-300-0.05, калибры-скобы.

040. Резьбо-нарезная операция

Станок: токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3

Приспособление: центр неподвижный по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и по левому торцу;

Режущий инструмент: резец токарный резьбовой по ГОСТ 18876-73 (материалы: Т15К6, Т14К8, Т30К4 и Т15К6);

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-2-300-0.05, калибры-скобы.

045. Шпоночно-фрезерная операция

Станок: Шпоночно-фрезерный мод. 692М;

Приспособление: тески станочный самоцентрирующие с призматическими кубками и пневматическим приводом;

Режущий инструмент: шпоночная фреза Ø10 мм (материал Р6М5);

Измерительный инструмент: штангенглубиномер, штангенциркуль, калибр-пробка Ø10Р9, Штатив ШМ-1 или Ш-1 с измерительной головкой 2 МИГ

050. Фрезерование черновое

Станок: Шлицефрезерный мод. 5350А;

Приспособление: тески станочный самоцентрирующие с призматическими кубками и пневматическим приводом;

Режущий инструмент: фреза червячная черновая для шлицевых валов

Измерительный инструмент: штангенглубиномер, штангенциркуль, калибр-пробка Ø10Р9, Штатив ШМ-1 или Ш-1 с измерительной головкой 2 МИГ.

055. Фрезерование получистовое

Станок: Шлицефрезерный мод. 5350А;

Приспособление: тески станочный самоцентрирующие с призматическими кубками и пневматическим приводом;

Режущий инструмент: фреза червячная получистовая для шлицевых валов

Измерительный инструмент: штангенглубиномер, штангенциркуль, калибр-пробка Ø10Р9, Штатив ШМ-1 или Ш-1 с измерительной головкой 2 МИГ.

065. Центрошлифовальная операция

Станок: центрошлифовальный станок типа МВ119;

Приспособление: тески станочный самоцентрирующие с призматическими кубками и пневматическим приводом;

Базирование: по общей оси базовых поверхностей Ж и К;

Режущий инструмент: шлифовальная головка;

Измерительный инструмент: конусный калибр-пробка.

070. Круглошлифовальная операция (предварительная)

Станок: круглошлифовальный станок 3А151;

Приспособление: центр неподвижный по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и левому торцу;

Режущий инструмент: шлифомальный круг ПП 250х8 24А 25П С8 35 м/с;

Измерительный инструмент: скобка рычажная типа СР по ГОСТ 11098-75 с ценой деления 0,001 мм, биенометр с измерительной головкой.

075. Круглошлифовальная операция (чистовая)

Станок: круглошлифовальный станок 3А151;

Приспособление: центр неподвижный по ГОСТ 2575-79, вращающийся центр по ГОСТ 8742-75, поводковое устройство;

Базирование: по общей оси центровых отверстий и левому торцу;

Режущий инструмент: шлифомальный круг ПП 250х8 24А 25П С8 35 м/с;

Измерительный инструмент: скобка рычажная типа СР по ГОСТ 11098-75 с ценой деления 0,001 мм, биенометр с измерительной головкой.

4.2. Выбор режимов резания для отдельных поверхностей

Определим режимы резания для операций, образующих поверхность 10 под внутреннее кольцо подшипника качения Ø30k6 (операции 025, 030, 035, 070, 075)

1) Токарная (черновая) операция (025)

$$S=0.5 \text{ мм/об, } t=2\text{мм}$$

Скорость резания при наружном продольном точении:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}$$

где $C_V=340$, $x=0.12$, $y=0.45$, $m=0.2$, $T=60$ мин.

$K_{mv}=K_t(750/\sigma_B)^{nv}$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки (саль 40Х);

$K_{nv}=0.8$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;
 $K_{uv}=0.65$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента Т5К10;

$$K_v=1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,65=0,65$$

$$V = \frac{340 \cdot 0,65}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,45}} = 120 \text{ м/мин}$$

Для $\varnothing 30$:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 30} = 1270 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=1250$ об/мин:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1250}{1000} = 118 \text{ м/мин}$$

2) Токарная (получистовая) операция (030)

$$S=0.4 \text{ мм/об}, t=0,4 \text{ мм}$$

$$C_v=350, x=0.15, y=0.35, m=0.2$$

$$V = \frac{350 \cdot 0.65}{06^{0,2} \cdot 0.4^{0,15} \cdot 0.4^{0,35}} = 158 \text{ м/мин}$$

Для $\varnothing 30$:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 158}{3,14 \cdot 30} = 1677 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=1600$ об/мин:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1600}{1000} = 151 \text{ м/мин}$$

3) Токарная (чистовая) операция (035)

$$S=0.25 \text{ мм/об}, t=0,2 \text{ мм}$$

$$C_v=350, x=0.15, y=0.35, m=0.2$$

$$V = \frac{350 \cdot 0.65}{06^{0,2} \cdot 0.2^{0,15} \cdot 0.4^{0,35}} = 206 \text{ м/мин}$$

Для $\varnothing 30$:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 206}{3,14 \cdot 30} = 2186 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=2100$ об/мин:

$$V = \frac{3.14 \cdot 30 \cdot 2100}{1000} = 198 \text{ м/мин}$$

4) Круглошлифовальная (предварительная) операция (070)

$S=0.7$ мм/об, $t=0,15$ мм $V_3=25$ м/мин, $V_{кр}=30$ м/с

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 30} = 265 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=250$ об/мин

5) Круглошлифовальная (окончательная) операция (075)

$S=0.2$ мм/об, $t=0,05$ мм $V_3=55$ м/мин, $V_{кр}=40$ м/с

$$n = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 30} = 584 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=550$ об/мин

Операция	t, мм	s, мм/об (мм/зуб)	n, мм/об	V, м/мин (м/с)
020 Фрезерно-центровальная фрезерование	2	0,2 (мм/зуб)	1250	88
сверление	2	0,12	1500	19
025 Токарная (черновая)				
точение Ø44	2	0,5	850	118
точение Ø35	2	0,5	1000	110
точение Ø32	2	0,5	1150	116
точение Ø30	2	0,5	1250	118
030 Токарная (получистовая)				
точение Ø35	0,4	0,4	1400	154
точение Ø32	0,4	0,4	1500	151
точение Ø30	0,4	0,4	1600	151
035 Токарная (чистовая)				
точение Ø35	0,2	0,25	1850	203
точение Ø32	0,2	0,25	2000	201
точение Ø30	0,2	0,25	2100	198

040 Резьбо-нарезная Нарезание резьбы М32	1,25	0,28	30	3
045 Шпоночно-фрезерная	0,3	0,12	1000	31
050 Фрезерование (черновое)	0,5	0,2	300	28
055 Фрезерование (получистовое)	0,3	0,12	300	28
065 Центрошлифовальная	0,012	0,1	200	$V_z=25\text{м/мин}$ $V_{кр}=15\text{м/с}$
070 Круглошлифовальная (предварительная)	0,015	0,7	250	$V_z=25\text{м/мин}$ $V_{кр}=30\text{м/с}$
075 Круглошлифовальная (окончательная)	0,005	0,2	550	$V_z=55\text{м/мин}$ $V_{кр}=40\text{м/с}$

4.3. Расчёт силы резания для отдельных поверхностей

Определим силу резания для операций, образующих поверхность 10 под внутреннее кольцо подшипника качения Ø30k6 (операции 025,030, 035, 070, 075)

1) Токарная (черновая) операция (025)

Силу резания раскладывают на составляющие силы, направленные по осям координат станка: тангенциальная P_z , радиальная P_y , осевая P_x :

$$P_{xyz}=10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$\text{где } K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{gp} \cdot K_{lp} \cdot K_{ip}$$

$$t=2 \text{ мм}; S=0,5 \text{ мм/об}; V=118 \text{ м/мин}$$

При точении коэффициенты равны:

$$X: C_p=67; x=1,2; y=0,65; n=0$$

$$Y: C_p=125; x=0,9; y=0,75; n=0$$

$$Z: C_p=200; x=1; y=0,75; n=0$$

$$K_p=0,75 \cdot 1,00 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1,0=1,28 \text{ – для } P_x$$

$$K_p=0,75 \cdot 1,00 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 0,82=1,12 \text{ – для } P_y$$

$$K_p=0,75 \cdot 1,00 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,93=0,8 \text{ – для } P_z$$

$$P_x=10 \cdot 67 \cdot 2^{1,2} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 118^0 \cdot 1,28=1256 \text{ Н – осевая составляющая}$$

$$P_y=10 \cdot 125 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 118^0 \cdot 1,12=1775 \text{ Н – радиальная составляющая}$$

$$P_z=10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 118^0 \cdot 0,8=1903 \text{ Н – тангенциальн. составляющая}$$

2) Токарная (получистовая) операция (030)

$$t=0,4 \text{ мм}; S=0,4 \text{ мм/об}; V=151 \text{ м/мин}$$

$$X: C_p=67; x=1,2; y=0,65; n=0$$

$$Y: C_p=125; x=0,9; y=0,75; n=0$$

$$Z: C_p=200; x=1; y=0,75; n=0$$

$$P_x=10 \cdot 67 \cdot 0,4^{1,2} \cdot 0,4^{0,65} \cdot 151^0 \cdot 1,28=157 \text{ Н – осевая составляющая}$$

$P_y = 10 \cdot 125 \cdot 0.4^{0.9} \cdot 0.4^{0.75} \cdot 151^0 \cdot 1.12 = 309 \text{ Н}$ – радиальная составляющая

$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 0.4^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 151^0 \cdot 0.8 = 322 \text{ Н}$ – тангенциальн. составляющая

3) Токарная (чистовая) операция (035)

$t = 0,2 \text{ мм}; S = 0,25 \text{ мм/об}; V = 198 \text{ м/мин}$

X: $C_p = 67; x = 1,2; y = 0,65; n = 0$

Y: $C_p = 125; x = 0,9; y = 0,75; n = 0$

Z: $C_p = 200; x = 1; y = 0,75; n = 0$

$P_x = 10 \cdot 67 \cdot 0.4^{1.2} \cdot 0.4^{0.65} \cdot 151^0 \cdot 1.28 = 50 \text{ Н}$ – осевая составляющая

$P_y = 10 \cdot 125 \cdot 0.4^{0.9} \cdot 0.4^{0.75} \cdot 151^0 \cdot 1.12 = 133 \text{ Н}$ – радиальная составляющая

$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 0.4^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 151^0 \cdot 0.8 = 137 \text{ Н}$ – тангенциальн. составляющая

4.4. Расчёт норм времени на операции

Штучно-калькуляционное время в серийном производстве определяется по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_b + T_{\text{орг. обл.}} + T_{\text{тех. обл.}} + T_{\text{отл.}} + T_{\text{п.з.}}/n$$

T_o – основное время на выполнение операционного перехода

T_b – вспомогательное время

$T_{\text{орг. обл.}}$ – время организационного обслуживания

$T_{\text{тех. обл.}}$ – время технологического обслуживания

$T_{\text{отл.}}$ – время отлучения по личным потребностям

$T_{\text{п.з.}}$ – подготовительно-заключительное время на партию.

1) Токарная операция (черновая 025)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \text{ мин, где}$$

l – длина обрабатываемой поверхности;

l_1 – величина врезания и пробега инструмента;

l_2 – дополнительная величина на взятие пробной стружки, учитываемая при точении резцами, кроме отрезных и фасонных.

$$T_o = \frac{41 + 4}{1250 \cdot 0,5} \cdot 2 + \frac{183 + 4}{850 \cdot 0,5} + \frac{126 + 4}{1000 \cdot 0,5} + \frac{52 + 4}{1150 \cdot 0,5} + \frac{36 + 4}{1250 \cdot 0,5} = 1 \text{ мин}$$

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{из}}, \text{ где}$$

$t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали

$t_{\text{упр}}$ – время управления станком, связанное с переходом

$t_{\text{из}}$ – время на контрольные измерения

$$T_B = 0,95 + 0,06 + 1,07 = 2,08 \text{ мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{\text{опер}} = T_o + T_B = 1 + 2,08 = 3,08 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг. обл}} = 0,08 \cdot T_{\text{опер}} = 0,08 \cdot 3,08 = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех. обл}} = 0,06 \cdot T_{\text{опер}} = 0,06 \cdot 3,08 = 0,19 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отл}} = 0,04 \cdot T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 3,08 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_B + T_{\text{орг. обл}} + T_{\text{тех. обл}} + T_{\text{отл}}$$

$$T_{\text{шт}} = 1 + 2,08 + 0,25 + 0,19 + 0,12 = 3,64 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 0,04 \cdot T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 3,08 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}} / n = 3,64 + 0,12 / 21 = 3,64 \text{ мин}$$

2) Токарная операция (получистовая 030)

$$T_o = \frac{(41 + 4) + (74 + 4)}{1400 \cdot 0,4} + \frac{14 + 4}{1500 \cdot 0,4} + \frac{37 + 4}{1600 \cdot 0,4} = 0,48 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,95 + 1,07 + 0,06 = 2,18 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_B = 0,48 + 2,18 = 2,66 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг. обл}} = 0,08 \cdot T_{\text{опер}} = 0,08 \cdot 2,66 = 0,21 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех. обл}} = 0,06 \cdot T_{\text{опер}} = 0,06 \cdot 2,66 = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отл}} = 0,04 \cdot T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 2,66 = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,66 + 0,21 + 0,16 + 0,11 = 3,14 \text{ мин}$$

$$T_{шк} = 0,11/21 + 3,14 = 3,15 \text{ мин}$$

3) Токарная операция (чистовая 035)

$$T_o = \frac{(41 + 4) + (74 + 4)}{1850 \cdot 0,25} + \frac{14 + 4}{2000 \cdot 0,25} + \frac{37 + 4}{2100 \cdot 0,25} = 0,38 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,95 + 1,07 + 0,06 = 2,18 \text{ мин}$$

$$T_{опер} = T_o + T_B = 0,38 + 2,18 = 2,56 \text{ мин}$$

$$T_{орг. \text{ обсл}} = 0,08 \cdot T_{опер} = 0,08 \cdot 2,56 = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{тех. \text{ обсл}} = 0,06 \cdot T_{опер} = 0,06 \cdot 2,56 = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{отгл} = 0,04 \cdot T_{опер} = 0,04 \cdot 2,56 = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,56 + 0,2 + 0,15 + 0,1 = 3,01 \text{ мин}$$

$$T_{шк} = 0,1/21 + 3,01 = 3,01 \text{ мин}$$

4) Шпоночно-фрезерная операция

$$T_o = \frac{36 + 4}{1000 \cdot 0,12} = 0,33 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,95 + 0,9 + 0,06 = 1,91 \text{ мин}$$

$$T_{опер} = T_o + T_B = 0,33 + 1,91 = 2,24 \text{ мин}$$

$$T_{орг. \text{ обсл}} = 0,08 \cdot T_{опер} = 0,08 \cdot 2,24 = 0,18 \text{ мин}$$

$$T_{тех. \text{ обсл}} = 0,06 \cdot T_{опер} = 0,06 \cdot 2,24 = 0,13 \text{ мин}$$

$$T_{отгл} = 0,04 \cdot T_{опер} = 0,04 \cdot 2,24 = 0,09 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,24 + 0,18 + 0,13 + 0,09 = 2,64 \text{ мин}$$

$$T_{шк} = 0,09/21 + 2,64 = 2,64 \text{ мин}$$

5) Кругло-шлифовальная операция (предварительная)

$$T_o = \frac{(20 + 4) + (74 + 4) + (37 + 4)}{250 \cdot 0,7} = 0,8 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,95 + 1,7 + 0,06 = 2,71 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_B = 0,8 + 2,71 = 3,51 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг. облс}} = 0,08 \cdot T_{\text{опер}} = 0,08 \cdot 3,51 = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех. облс}} = 0,06 \cdot T_{\text{опер}} = 0,06 \cdot 3,51 = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отл}} = 0,04 \cdot T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 3,51 = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,51 + 0,3 + 0,2 + 0,1 = 3,91 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 0,1/21 + 3,91 = 3,96 \text{ мин}$$

б) Кругло-шлифовальная операция (окончательная)

$$T_o = \frac{(20 + 4) + (74 + 4) + (37 + 4)}{550 \cdot 0,2} = 1,3 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,95 + 1,7 + 0,06 = 2,71 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опер}} = T_o + T_B = 1,3 + 2,71 = 4,01 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг. облс}} = 0,08 \cdot T_{\text{опер}} = 0,08 \cdot 4,01 = 0,32 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех. облс}} = 0,06 \cdot T_{\text{опер}} = 0,06 \cdot 4,01 = 0,24 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отл}} = 0,04 \cdot T_{\text{опер}} = 0,04 \cdot 4,01 = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 4,01 + 0,32 + 0,24 + 0,16 = 4,73 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 0,16/21 + 4,73 = 4,73 \text{ мин}$$

5. Выводы

В данном курсовом проекте был рассмотрен технологический процесс изготовления ступенчатого вала. Были выбраны необходимые инструмент, приспособления и оборудования, рассчитаны режимы резания, проведено нормирование операций, что позволяет повысить производительность обработки и обеспечить экономическую эффективность предлагаемого технологического процесса по сравнению с типовым.

Поставленные технологические процессы задачи решались следующим образом:

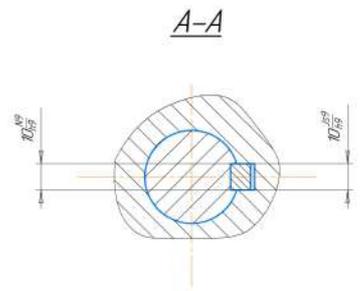
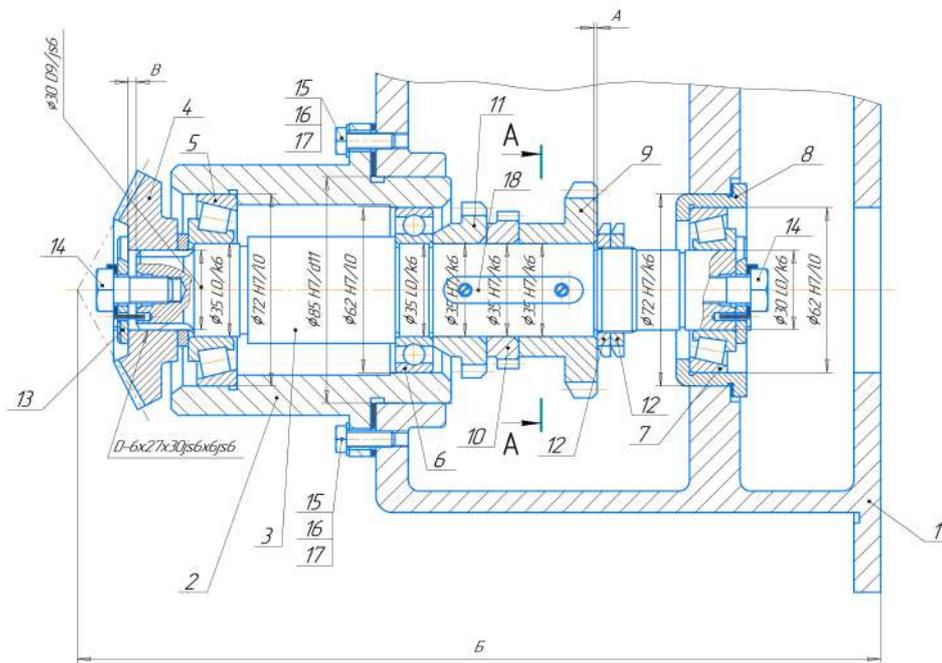
- ✓ Точность размеров цилиндрических поверхностей достаточно высокая, в качестве основной конструкторской базы использовалась общая ось посадочных поверхностей под подшипники качения $\text{Ø}30\text{k}6$. В связи с этим, обработка поверхностей производилась в 5 этапов: черновое точение (14 квалитет), получистовое точение (12 квалитет), чистовое точение (10 квалитет), предварительное шлифование (8 квалитет), чистовое шлифование (6 квалитет).
- ✓ Точность взаимного расположения цилиндрических поверхностей задана допусками на радиальное биение, точность взаимного расположения торцов задана допусками на торцевое биение. Решением данной задачи является правильный выбор инструмента, приспособлений, а так же схем базирования на всех операциях, соблюдение принципа постоянства баз. Сначала была подготовлена база для последующих операций – общая ось центровых отверстий. На последующих этапах обработки в качестве технологических баз использовалась эта ось и левый торец. Использование такого способа базирования позволяет исключить погрешность, равную величине несовпадения общей оси опорных шеек вала и общей оси центровых отверстий, эта погрешность влияет на точность взаимного расположения шеек вала. Обработка вала на токарных операциях производилась в центрах (один неподвижный, другой - вращающийся), отделочная оболочка вала производилась в двух неподвижных центрах. В обоих случаях так же использовалось поводковое устройство.

- ✓ Требуемая шероховатость посадочных поверхностей под подшипники $R_a=2,5$ мкм, достигается за счёт предварительного и чистого шлифования.
- ✓ Требуемая твёрдость 260..282 НВ обеспечивается закалкой на термической операции, проводимой перед отделочной обработкой вала.

6. Список литературы

1. Горбацкевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, Минск, «Высшая школа», 1975.
2. Технология машиностроения. Часть II: Проектирование технологических процессов. Под редакцией С. Л. Мурашкина. Санкт-Петербург, издательство Политехнического университета, 2005.
3. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. Москва, «Машиностроение», 1988.

КТМ015.000

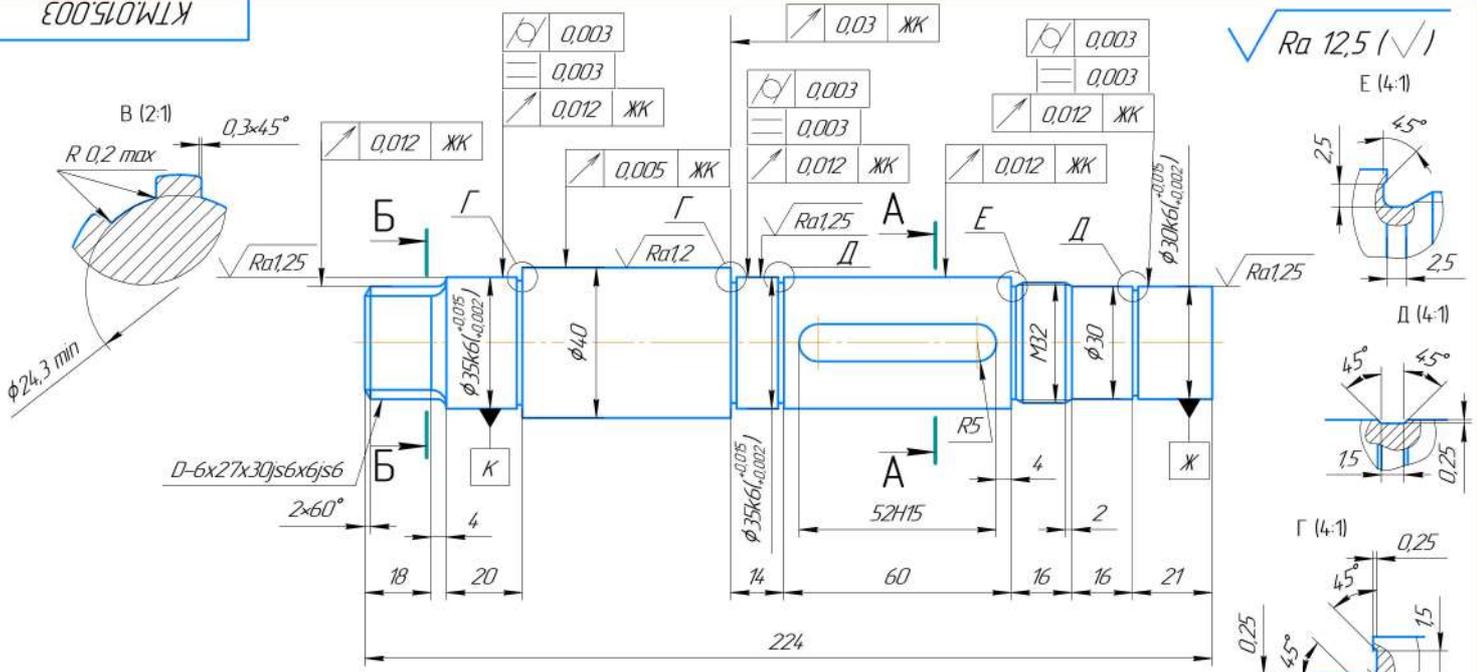


Изм. № 001
Изм. № 002
Изм. № 003
Изм. № 004
Изм. № 005
Изм. № 006
Изм. № 007
Изм. № 008
Изм. № 009
Изм. № 010
Изм. № 011
Изм. № 012
Изм. № 013
Изм. № 014
Изм. № 015
Изм. № 016
Изм. № 017
Изм. № 018
Изм. № 019
Изм. № 020
Изм. № 021
Изм. № 022
Изм. № 023
Изм. № 024
Изм. № 025
Изм. № 026
Изм. № 027
Изм. № 028
Изм. № 029
Изм. № 030
Изм. № 031
Изм. № 032
Изм. № 033
Изм. № 034
Изм. № 035
Изм. № 036
Изм. № 037
Изм. № 038
Изм. № 039
Изм. № 040
Изм. № 041
Изм. № 042
Изм. № 043
Изм. № 044
Изм. № 045
Изм. № 046
Изм. № 047
Изм. № 048
Изм. № 049
Изм. № 050

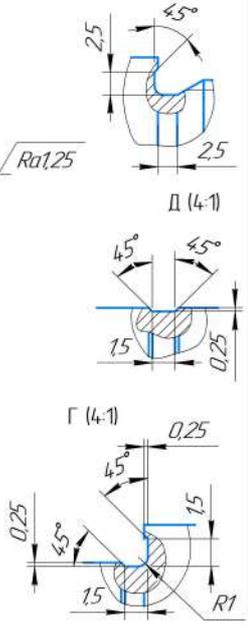
А	
Б	
В	

				КТМ015.000			
Имя	Акт	№ докум.	Лист	Всего	Головка коническая 11		
Разработ	Корсаков А. С.	Лист	Всего	Всего			
Провер	Андреев И. В.					С/И/П/П Петра Великая зр. 33331/3 Испрост АЗ	
Исполн							
Упр.							

KT.M.015.003

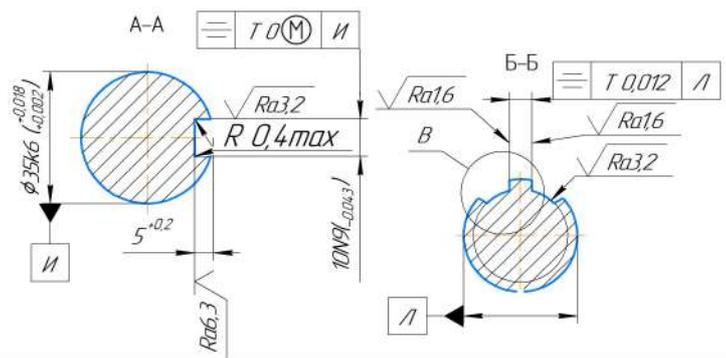


$\sqrt{Ra 12,5}$ (✓)
E (4-1)



D-6x27x30js6xjs6

1. 260...285 HB
2. ГОСТ 30893.2 - mH.



KT.M.015.003

Вал

Сталь 40X ГОСТ 4543-71

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
							1:1
Разработ		Крицкий А. С.					
Проб		Андреев И. В.					
Техничер							
Начинчер							
Чир							

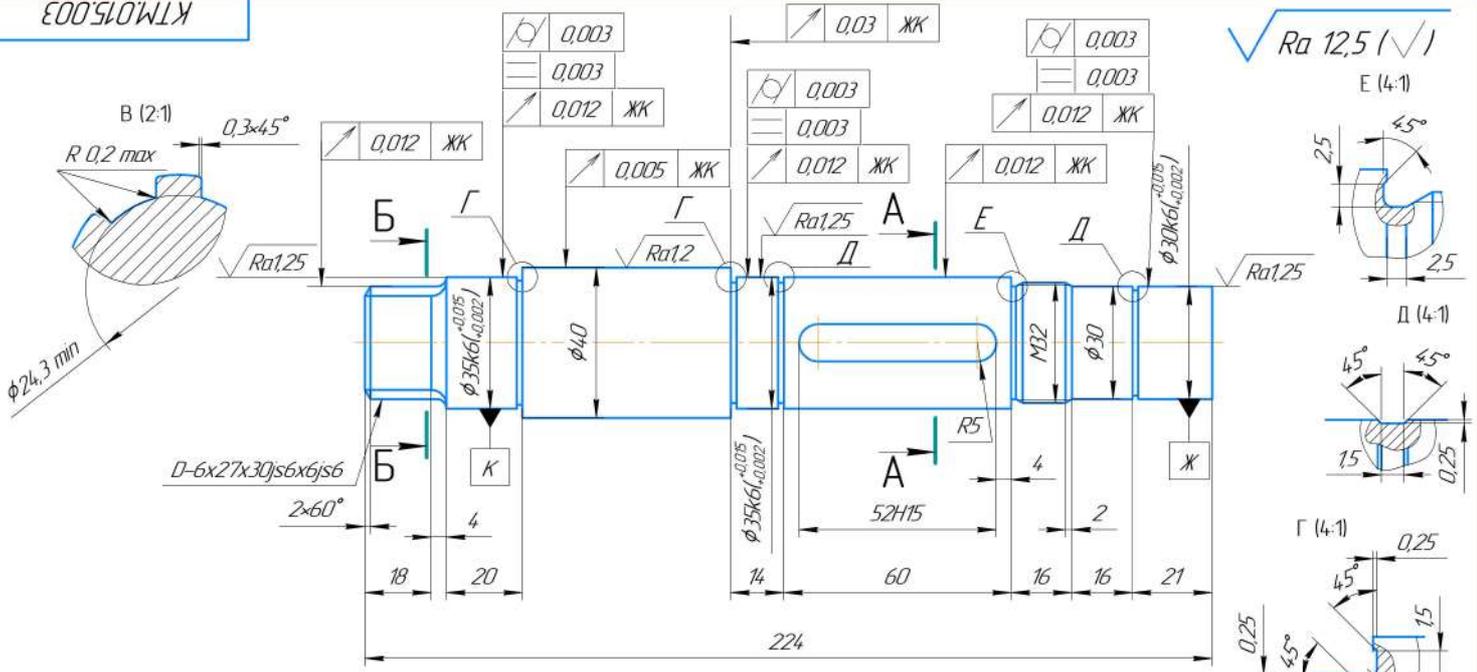
Копирован

СПбПУ Петра Великого
гр. 33331/3
Формат А3

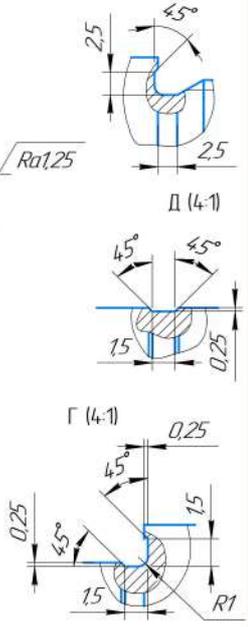
Разр. номер
Сред. №
Лист в докум.
Лист в докум.
Лист в докум.
Лист в докум.
Лист в докум.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			<i>КТМ.015.000 СБ</i>	<i>Сборочный чертёж</i>		
<i>Детали</i>						
		1	<i>КТМ.015.001</i>	<i>Корпус</i>	1	
		2	<i>КТМ.015.002</i>	<i>Стакан</i>	1	
A3		3	<i>КТМ.015.003</i>	<i>Вал</i>	1	
		4	<i>КТМ.015.004</i>	<i>Колесо зубчатое коническое</i>	1	
		8	<i>КТМ.015.005</i>	<i>Стакан</i>	1	
		9	<i>КТМ.015.006</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		10	<i>КТМ.015.007</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		11	<i>КТМ.015.008</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		12	<i>КТМ.015.009</i>	<i>Гайка</i>	2	
		13	<i>КТМ.015.010</i>	<i>Шайба</i>	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		4		<i>Подшипник 7207А ГОСТ 27365-78</i>	1	
		6		<i>Подшипник 107 8338-75</i>	1	
		7		<i>Подшипник 7206А ГОСТ 27365-78</i>	1	
				<i>Болт ГОСТ 7798-70</i>		
		14		<i>М10х1,2-6gx22</i>	2	
КТМ.015.000						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Креницын А. С.				
Пров.		Анцухин И. В.				
Н.контр.						
Утв.						
Головка коническая				Лит.		
				Лист	Листов	
				1	2	
СПбПУ Петра Великого				гр. 33331/3		

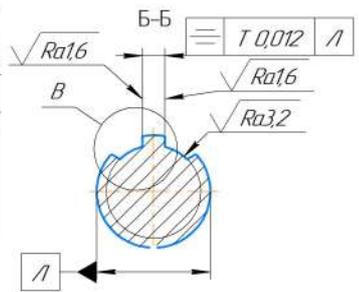
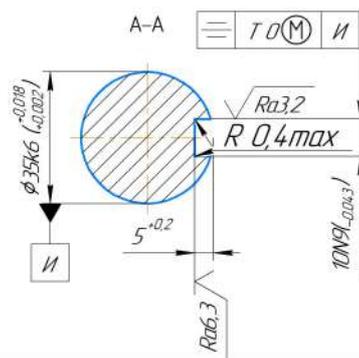
KT.M.015.003



$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (✓)
E (4-1)



D-6x27x30js6xjs6



1. 260..285 HB
2. ГОСТ 30893.2 - mH.

KT.M.015.003

				KT.M.015.003			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал			
Разработ.	Крицкий А. С.						
Проб.	Андреев И. В.						
Техникр.							
Исполн.				Сталь 40X ГОСТ 4543-71	Лист	Масса	Масштаб
Читб.							
				СПбПУ Петра Великого гр. 33331/3			
				Копирован Формат А3			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			<i>КТМ.015.000 СБ</i>	<i>Сборочный чертёж</i>		
<i>Детали</i>						
		1	<i>КТМ.015.001</i>	<i>Корпус</i>	1	
		2	<i>КТМ.015.002</i>	<i>Стакан</i>	1	
A3		3	<i>КТМ.015.003</i>	<i>Вал</i>	1	
		4	<i>КТМ.015.004</i>	<i>Колесо зубчатое коническое</i>	1	
		8	<i>КТМ.015.005</i>	<i>Стакан</i>	1	
		9	<i>КТМ.015.006</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		10	<i>КТМ.015.007</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		11	<i>КТМ.015.008</i>	<i>Шестерня</i>	1	
		12	<i>КТМ.015.009</i>	<i>Гайка</i>	2	
		13	<i>КТМ.015.010</i>	<i>Шайба</i>	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		4		<i>Подшипник 7207А ГОСТ 27365-78</i>	1	
		6		<i>Подшипник 107 8338-75</i>	1	
		7		<i>Подшипник 7206А ГОСТ 27365-78</i>	1	
				<i>Болт ГОСТ 7798-70</i>		
		14		<i>М10х1,2-6gx22</i>	2	
КТМ.015.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Креницын А. С.			Лит.	Лист
Пров.		Анцухин И. В.				1
Н.контр.						2
Утв.					<i>СПбПУ Петра Великого гр. 33331/3</i>	

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
											4	1		
Разраб.	Креницын А. С.			СПБПУ			КТМ							
Провер.	Анухин И. В.													
Т. контр.														
Н. контр.														
Утв.							Вал			КП		035-2		
Наименование операции		Материал			Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ (чистовая)		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			НВ 260..285		116	2,14	ø 44x224			2,72	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначения и параметры			T ₀	T _и	T _{п.з.}		T _{шт}		СОЖ			
Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3					0,38	2,18	0,1		3,01		Эмульсия ХХХ			
Р		ПИ	D или B		L	t	i	s	p	v				
01			мм		мм	мм	-	мм/об	об/мин	м/мин				
О 02	1. Установить и закрепить заготовку													
Т 03	382840.ХХХХ центры; 396115.ХХХХ патрон поводковый													
04														
О 05	2. Точить поверхности 3, подрезать торец 20, точить канавку 21													
Т 06	392190.ХХХХ р. проходной Т5К10; 392190.ХХХХ р. подрезной Т5К10; 392190 ХХХХ р. канавочный Т5К10; 382840.ХХХХ центры; 396115.ХХХХ патрон поводковый;													
Р 07			35,4		74	0,2	1	0,25	2000	200				
08														
09	3. точить поверхность 6, 7, 9, подрезать торец 16, точить канавку 13, 9, точить фаску 14, 15													
10	392190.ХХХХ р. подрезной Т5К10; ,392190.ХХХХ р. проходной Т5К10; 392190 ХХХХ р. канавочный Т5К10; 382840.ХХХХ центры; 396115.ХХХХ патрон поводковый;													
11			35,4		113	0,2	1	0,25	2000	200				
ОК														

