

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Методические указания и задания
к контрольной работе № 2
для студентов заочных отделений специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»
и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»

Минск
БНТУ
2014

УДК 621.785.5 (075.8)

ББК 34.6я7

М 54

С о с т а в и т е л и:

Г.Я. Беляев, Ю.В. Моргун, А.О. Романовский,

Ю.В. Синькевич, А.А. Ярошевич

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры
«Технология металлов» Белорусского аграрного технического
университета *Л.М. Акулович;*

профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей»

Белорусского национального технического университета,

доктор технических наук, профессор *В.С. Ивашко*

Даны основы выбора технологических маршрутов обработки элементарных поверхностей деталей машин табличным методом. Приведены примеры выбора маршрутов обработки применительно к плоскости, наружной и внутренней цилиндрическим поверхностям. Экономическое сравнение маршрутов обработки производится на основе расчета суммарного коэффициента трудоемкости.

Цель работы: получить практические навыки выбора способа получения заготовок и разработки маршрута обработки элементарных поверхностей с использованием табличного способа выбора варианта маршрута и его оценки по трудоемкости.

1 Основные положения

Предварительный выбор соответствующего маршрута обработки конкретной поверхности может производиться на основе данных справочных таблиц экономической точности обработки [1] или на основе обобщенных таблиц примерных маршрутов обработки [2] или на основе расчетов коэффициентов точности и трудоемкости обработки различных методов обработки [3, 4].

В основу разработки такого рода таблиц положены следующие положения. Для каждого типа поверхностей находят типичного представителя, т. е. такую поверхность, которая удовлетворяет наиболее жестким требованиям по точности взаимного положения поверхностей, формы, размеров и шероховатости. Исходя из этого, назначают несколько вариантов окончательной обработки (последнюю операцию или переход). К этому времени уже известен метод получения заготовки, что дает основание определить первую операцию обработки данной поверхности. Количество и состав промежуточных операций (переходов) зависит от точности исходной заготовки и требований к точности и качеству обрабатываемой поверхности. В зависимости от требований, предъявляемых к точности размеров, формы, расположения и параметров шероховатости поверхностей детали с учетом ее размеров, массы и конфигурации, типа производства, выбирают один или несколько вариантов обработки и тип соответствующего оборудования. Число предполагаемых вариантов обработки может быть достаточно большим. Путем логических рассуждений стремятся ограничить их количество, принимая во внимание следующее:

- возможность обработки данной поверхности за несколько последовательных переходов на одном станке за один установ;
- возможность параллельной обработки ее совместно с другими поверхностями за один установ;
- ограничения из-за недостаточной жесткости детали, допустимой глубиной дефектного слоя;

- ограничения, которые накладывает шероховатость поверхности и т. д.

Каждому методу обработки соответствует определенный диапазон значений параметров точности. Для черновых операций это обусловлено в основном различной точностью исходных заготовок, получаемых различными методами, для чистовых – различиями в условиях обработки. Точность линейных размеров в результате выполнения каждого последующего технологического перехода обработки данной элементарной поверхности обычно повышается на два-четыре квалитета при черновой обработке и на один-два квалитета при чистовой и отделочной обработке [5].

Как было сказано выше, маршрут обработки отдельной поверхности выбирают исходя из требований чертежа детали и принятого метода получения заготовки. При выборе маршрута обработки в первую очередь намечается план обработки – структура операции. Последняя характеризуется ее построением, обеспечивающим рациональное сочетание и взаимосвязь основных и вспомогательных переходов.

Возможны структуры операций двух типов: простая, состоящая из одного – двух переходов, и сложная. Кроме того, для обоих типов структур обработка может быть одно- и многопоточной. При многопоточной обработке несколько деталей изготавливают по одинаковым переходам. К тому же, технологический процесс может осуществляться по одно- и многоместной схеме, т. е. на каждой рабочей позиции может обрабатываться одна или несколько деталей одновременно.

Проектирование операционного технологического процесса обработки элементарной поверхности состоит из трех этапов. На первом этапе формируют элементарные структуры, реализующие простейшие технологические операции. На втором рассматривают возможность и целесообразность их укрупнения путем объединения элементарных однотипных операций, сочетающих обработку отдельных поверхностей. На третьем этапе формируют структуру операции за счет объединения различных методов и видов обработки.

Усложнение структуры операции является одним из важнейших резервов повышения производительности труда. Это достигается применением многоинструментной, многопозиционной, многоместной и многопоточной обработок, совмещением рабочих пере-

ходов, рациональным распределением по времени основных и вспомогательных рабочих ходов.

Обычно все переходы операции распределяются на три последовательных этапа:

1. Предварительная обработка.
2. Чистовая обработка.
3. Нарезание (накатывание) резьбы и отрезка.

Канавки и фаски рекомендуется выполнять после предварительной обработки перед чистовой.

Порядок и особенности обработки поверхностей внутри каждого из названных этапов выбираются в соответствии со следующими рекомендациями:

1. Чтобы уменьшить суммарную длину рабочих ходов при обработке ступенчатых поверхностей, наружное продольное точение необходимо начинать с меньшей ступени (если нет ограничения по глубине резания), а затем последовательно увеличивать диаметр обработки; последовательное сверление набором сверл осуществляют в обратном порядке (от большего диаметра к меньшему).

2. Перед сверлением отверстия диаметром менее 10 мм проводится центрование коротким жестким сверлом с углом в плане 90° на глубину, обеспечивающую образование фаски заданного размера.

3. При сверлении глубоких отверстий (отношение длины к диаметру более 10) необходимо предусматривать промежуточный вывод сверла для его очистки от стружки (первый – после достижения глубины отверстия $l = 3d$, второй – после приращения длины на $l = 2d$, третий и последующие – после каждого приращения на $l = d$).

4. При работе фасонным инструментом, центровании, точении канавок и фасок, а также при поперечном накатывании необходимо предусматривать останов суппорта на 4–5 оборотов шпинделя.

5. Обтачивание заготовок с отношением длины к диаметру, большим 5, следует выполнять с применением люнетных державок, люнетов или заднего центра.

6. Применять комбинированный инструмент (сверло-зенкер, зенкер-развертку и т. д.) следует при нехватке числа позиций на станке.

Существует достаточно много способов выбора маршрута и структуры операции обработки элементарных поверхностей. Одним из наиболее простых и наглядных является табличный способ. Он позволяет назначать рациональные маршруты обработки плоских, а

также наружных и внутренних цилиндрических поверхностей деталей машин. Этот способ учитывает вид заготовки, шероховатость, точность размеров, формы и относительного расположения обрабатываемых поверхностей, позволяет дать экономическую оценку различным вариантам маршрута, назначить технические требования на каждый переход или операцию. Исходными данными для разработки маршрута являются чертеж детали и технические требования, определяющими из которых являются точностные, вид, метод получения, точностные параметры заготовки и технические требования, предъявляемые к ней.

2 Методические указания

При выборе заготовки возможны два варианта ее получения:

1. Рассматриваются несколько альтернативных методов получения заготовки, не приводящих к изменению в технологическом процессе механической обработки.

2. Рассматриваются несколько вариантов получения заготовки, каждый из которых влечет за собой изменения в технологическом процессе механической обработки.

2.1 Выбор методов получения заготовок, не приводящих к изменениям в технологическом процессе механической обработки

В этом случае выбирают заготовку с лучшим коэффициентом использования материала и меньшей стоимостью. Во втором случае окончательно метод получения заготовки определяется на основе расчета технологической себестоимости заготовки и механической обработки по отличающимся операциям или по описанной ниже методике или по приведенным затратам [7]. Предпочтение следует отдавать заготовке с меньшей себестоимостью детали. В случае если технологические себестоимости по сравниваемым вариантам одинаковы, выбирают заготовку с большим коэффициентом использования материала. Последний рассчитывается по формуле

$$K_{И.М.} = \frac{g}{G_M},$$

где g – масса детали, кг; G_M – масса заготовки с учетом потерь, кг.

Ориентировочно коэффициент использования материала заготовки должен находиться в пределах:

- 0,74–0,80 – для заготовок, полученных литьем;
- 0,65–0,75 – для штампованных заготовок;
- 0,38–0,40 – для заготовок, полученных свободной ковкой;
- 0,45–0,50 – для заготовок из проката.

Общие припуски на механическую обработку следует назначать по стандартам:

- ГОСТ 2590–88 – для горячекатаного проката;
- ГОСТ 7505–89 – для штампованных заготовок;
- ГОСТ 7062–98 – для заготовок, полученных свободной ковкой;
- ГОСТ 7417–88 – для калиброванного круглого проката;
- ГОСТ 8731–87 – горячекатаные трубы;
- ГОСТ 8734–87 – холодноотянутые трубы;
- ГОСТ 26645–85 – отливки черных и цветных металлов;
- ГОСТ 2591–88 – горячекатаная квадратная сталь.

Себестоимость заготовок $C_{заг}$, р., полученных литьем в землю, кокиль, по выплавляемым моделям, под давлением, полученных горячей штамповкой на молотах и прессах, горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) и электровысадкой можно определять по формуле

$$C_{заг} = 0,001[(C_1 \cdot G_M \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}) - (G_M - g)C_{отх}],$$

где C_1 – базовая стоимость 1 т заготовок, р/т, по данным предприятий; G_M – норма расхода материала, кг; K_T , K_C , K_B , K_M , $K_{п}$ – коэффициенты, зависящие от точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства (приводятся в таблицах 2.1–2.5); $C_{отх}$ – стоимость 1 т отходов, руб./т, по данным предприятий; g – масса детали, кг.

Если имеется возможность разделить стоимость отходов по заготовительному и механическому производству, то себестоимость заготовки определяется по формуле

$$C_{заг} = 0,001[(C_1 \cdot G_M \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}) - (G_M - G_3)C_{отх1} - (G_3 - g)C_{отх2}],$$

где G_3 – чистая масса заготовки по чертежу, кг; $C_{отх1}$ – стоимость 1 т отходов заготовительного производства, кг; $C_{отх2}$ – стоимость 1 т отходов (сружки) механического производства.

Таблица 2.1 – Значения коэффициента точности K_T

Материал	Класс точности заготовок	K_T
1. Отливки из черных и цветных металлов и сплавов с размерной точностью (кроме п. 2)	11 и грубее	1
	9–10	1,05
	7–8	1,1
2. Отливки из черных и цветных металлов и сплавов, получаемых литьем под давлением и по выплавляемым моделям	Независимо от точности	1
3. Штамповки, получаемые: свободной ковкой	-	1
в закрепленных штампах	T 5	1
	T 4	1,02
	T 3	1,03
	T 2	1,04
	T 1	1,05

Таблица 2.2 – Значения коэффициента материала, K_M

Метод получения заготовки	Материал	K_M
1. Отливки (кроме п. 2.3)	Чугун серый, высокопрочный	1,19
	Углеродистые стали	1,22
	Низколегированные стали	1,26
	Легированные стали	1,93
	Алюминиевые сплавы	5,94
	Медноцинковые сплавы	5,53
	Бронзы свинцовисто-оловянистые	6,72
2. Отливки под давлением	Алюминиевые сплавы	1
	Медные сплавы	1,11
	Цинковые сплавы	1,29

Окончание таблицы 2.2

Метод получения заготовки	Материал	K_M
3. Отливки по выплавляемым моделям	Углеродистые стали	1
	Низколегированные стали	1,08
	Высоколегированные стали	1,1
	Медные сплавы	2,44
	Бронзы безоловянистые	2,11
	Бронзы оловянистые	2,4
4. Штамповки	Углеродистые стали	1
	Стали 15Х–50Х	1,13
	Стали 18ХГТ–30ХГТ	1,27
	Сталь ШХ15	1,77
	Стали 12ХН3А–30ХН3А	1,79

Таблица 2.3 – Группы сложности отливок

Группа сложности	Технологические характеристики деталей
1	Удлиненные детали типа тел вращения, которые можно отливать не только стационарным, но и центробежным способом. К ним относятся простые и биметаллические вкладыши, отдельные втулки и гильзы, трубы, цилиндры, некоторые типы шпинделей. Отношение длины к диаметру больше единицы
2	Детали типа дисков: маховики и основные диски муфт сцепления, шкивы, диски, корпуса подшипников, зубчатые колеса, короткие втулки, фланцы, стаканы, ступицы
3	Простые по конфигурации коробчатые плоские детали, для формовки которых не требуется большого количества стержней. К этой группе относятся передние, боковые, нижние крышки двигателей, крышки коробок скоростей, передних бабок и других корпусных деталей, суппорты станков, кронштейны. Планки, вилки. Рычаги

Окончание таблицы 2.3

Группа сложности	Технологические характеристики деталей
4	Закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри которых монтируются механизмы машин: блоки и головки цилиндров автомобильных, тракторных и других двигателей; корпуса коробок передач, картеры двигателей, корпуса мостов автомобилей и тракторов, картеры рулевого управления, коробки скоростей и подач сверлильных станков и другие детали сложной формы, для изготовления которых требуется значительное количество стержней при формовке
5	Крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых монтируются узлы и механизмы машин. К ним относятся коробчатые литые рамы тракторов и сельскохозяйственных машин, станины металлорежущих станков и литейных машин, прессов, компрессоров и т. д. Внутри таких деталей какие-либо механизмы обычно не монтируются, т. е. они служат в качестве несущих конструкций

Группы сложности штамповок зависят от сложности формы заготовки и количества переходов при штамповке.

Группа первая – штамповки гладкие, прямоугольные, без выступающих частей (один–два перехода штамповки); группа вторая – штамповка с незначительно меняющимися сечениями (три перехода штамповки): валы, оси и т. д.; группа третья – штамповки, имеющие выступающие части или отверстия (четыре перехода штамповки): зубчатые колеса, различного рода рычаги и им подобные детали; группа четвертая – штамповки сложной конфигурации (пять и более переходов): вилки, рычаги и др.

Коэффициент K_c , зависящий от группы сложности заготовок, приводится ниже в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Значения коэффициента K_c

Материал	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
1. Отливки (кроме п.2 и 3)					
Чугун, сталь	0,7	0,83	1	1,3	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1	1,1	1,32
Медные сплавы, бронза	0,97	0,98	1	1,02	1,04
2. Отливки по выплавляемым моделям					
Сталь углеродистая	0,86	0,92	1	1,12	1,24
Сталь низколегированная	0,86	0,93	1	1,11	1,23
Сталь высоколегированная	0,85	0,90	1	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1	1,15	1,26
Бронза безоловянистая	0,9	0,95	1	1,08	1,19
Бронза оловянистая	0,92	0,95	1	1,10	1,15
3. Литье под давлением					
Алюминиевые сплавы	0,88	0,94	1	1,07	
Медные сплавы	0,90	0,95	1	1,07	
Цинковые сплавы	0,88	0,93	1	1,07	
4. Штамповки					
Сталь углеродистая 08–85	0,75	0,84	1	1,15	
Сталь 15X–50X	0,75	0,87	1	1,15	
Сталь 18ХГТ–30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14	
Сталь ШХ 15	0,77	0,89	1	1,13	
Сталь 12ХН3А–30ХН3А	0,81	0,90	1	1,10	

Коэффициент K_b , зависящий от способа получения, материала и массы заготовки, приведен в табл. 2.5.

Коэффициент K_n зависит от объема выпуска и серийности производства. Группы серийности приведены в табл. 2.6, а значения коэффициента K_n – в табл. 2.7.

12 Таблица 2.5 – Значения коэффициента K_b

Масса заготовок, кг	Материал отливок							
	Литье по выплавляемым моделям					Литье под давлением		
	Сталь углеродистая и низколегированная	Сталь высоколегированная	Медные сплавы	Бронза безоловянистая	Бронза оловянистая	Алюминиевые сплавы	Медные сплавы	Цинковые сплавы
От 0,05 до 0,1	1,37	1,31	1,20	1,30	1,30	-	-	-
От 0,1 до 0,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
От 0,2 до 0,5	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83	0,90	0,89	0,91
От 0,5 до 1,0	0,70	0,74	0,89	0,76	0,80	0,81	0,81	0,82
От 1,0 до 2,0	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76	0,75	0,75	0,75
От 2,0 до 5,0	0,50	0,53	0,82	0,64	0,70	0,69	0,71	0,71
От 5,0 до 10,0	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67	0,64	0,67	0,63
Свыше 10,0	0,38	0,40	0,72	0,57	0,64	0,62	0,65	0,61

Окончание таблицы 2.5

Масса заготовок, кг	Материал отливок				
	Остальные виды отливок				
	Чугун	Сталь	Алюминиевые сплавы	Бронза	
От 0,5 до 1,0	1,10	1,07	1,05	1,01	
Св. 1,0 до 3,0	1,00	1,00	1,00	1,00	
Св. 3,0 до 10,0	0,91	0,93	0,96	0,99	
Св. 10 до 20	0,84	0,87	0,92	0,97	
Св. 20 до 50	0,80	0,82	0,89	0,95	
Св. 50 до 200	0,74	0,78	0,85	0,93	
Св. 200 до 500	0,67	0,74	0,82	0,9	
Масса заготовок, кг	Штамповки				
	Сталь 08–85	Сталь 15Х–50Х	Сталь 18ХГТ–30ХГТ	Сталь ШХ 15	Сталь 12ХН3А–30ХН3А
До 0,25	2,00	2,00	1,94	1,82	1,62
Св. 0,25 до 0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
Св. 0,63 до 1,60	1,33	1,29	1,29	1,30	1,25
Св. 1,60 до 2,50	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
Св. 2,50 до 4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Св. 4,00 до 10,0	0,87	0,89	0,89	0,88	0,90
Св. 10 до 25	0,80	0,80	0,79	0,76	0,80
Св. 25 до 63	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
Св. 63 до 160	0,70	0,70	0,72	0,65	0,70

14 Таблица 2.6 – Группы серийности заготовок

Масса отливки, кг	Тип производства				
	Массовое	Крупносерийное	Среднесерийное	Мелкосерийное	Единичное
	Годовая программа, шт., при группе серийности				
	1	2	3	4	5
	1. Литье в землю и в кокиль				
1	2	3	4	5	6
От 0,5 до 1,0	Св. 500 000	Св. 100 000 до 500 000	Св. 15 000 до 100 000	Св. 1 000 до 150 000	До 1 000
Св. 1 до 3	Св. 350 000	Св. 75 000 до 350 000	Св. 10 000 до 75 000	Св. 750 до 10 000	Св. 750
Св. 3 до 10	Св. 250 000	Св. 40 000 до 250 000	Св. 6 000 до 40 000	Св. 500 до 6 000	Св. 500
Св. 10 до 20	Св. 200 000	Св. 30 000 до 200 000	Св. 3 000 до 30 000	Св. 300 до 3 000	Св. 300
Св. 20 до 50	Св. 100 000	Св. 15 000 до 100 000	Св. 2 500 до 15 000	Св. 150 до 2 500	Св. 150
Св. 50 до 200	Св. 60 000	Св. 10 000 до 60 000	Св. 2 000 до 10 000	Св. 100 до 2 000	Св. 100
Св. 200 до 500	Св. 40 000	Св. 6 000 до 40 000	Св. 1 000 до 6 000	Св. 75 до 1 000	Св. 75

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
2. Литье по выплавляемым моделям					
От 0,1 до 0,2	Св. 400 000	Св. 300 000 до 400 000	До 300 000		
Св. 0,2 до 0,5	Св. 300 000	Св. 225 000 до 300 000	Менее 225 000		
Св. 0,5 до 1,0	Св.15 000	Св. 1 000 до 15 000	Менее 11 000		
Св. 1 до 2	Св. 12 000	Св. 9 000 до 12 000	Менее 9 000		
Св. 2 до 5	Св. 12 000	Св. 9 000 до 12 000	Менее 7 000		
Св. 5 до 10	Св. 4 000	Св. 3 000 до 4 000	Менее 3 000		
Св. 10	Св. 3 000	Св. 2 000 до 3 000	Менее 2 000		
3. Литье под давлением					
От 0,1 до 0,2	Св. 600 000	Св. 450 000 до 600 000	До 450 000		
Св. 0,2 до 0,5	Св. 500 000	Св. 375 000 до 500 000	До 375 000		
Св. 0,5 до 1,0	Св. 400 000	Св. 300 000 до 400 000	До 300 000		
Св. 1 до 2	Св. 300 000	Св. 225 000 до 300 000	До 225 000		
Св. 2 до 5	Св. 200 000	Св.150 000 до 200 000	До 150 000		
Св. 5 до 10	Св. 100 000	Св. 75 000 до 100 000	До 75 000		
Св. 10	Св. 50 000	Св. 35 000 до 50 000	До 35 000		

Объем производства штамповок, соответствующий второй группе серийности	
Масса штамповок, кг	Годовая программа выпуска, шт.
Не более 0,25	15 000–500 000
Св. 0,25 до 0,63	8 000–300 000
Св. 0,63 до 1,6	5 000–150 000
Св. 1,6 до 2,5	4 500–120 000
Св. 2,5 до 4,0	4 000–100 000
Св. 4,0 до 10	3 500–75 000
Св. 10 до 25	3 000–50 000
Св. 25 до 63	2 000–30 000
Св. 63 до 160	600–1 000

Примечание: для штамповок, годовая программа выпуска которых больше значений, указанных в таблице, коэффициент серийности $K_{п} = 0,8$, для остальных $K_{п} = 1,0$.

Таблица 2.7 – Коэффициент серийности отливок K_{Π}

Материал отливки	Группы серийности				
	1	2	3	4	5
1. Литье в землю и кокиль					
Чугун	0,52	0,76	1,0	1,2	1,44
Сталь	0,50	0,77	1,0	1,2	1,48
Алюминиевые сплавы	0,77	0,90	1,0	1,11	1,22
Медно-цинковые сплавы, бронза	0,91	0,96	1,0	1,05	1,08
2. Литье по выплавляемым моделям					
Для всех материалов	0,83	1,0	1,23	-	-
3. Литье под давлением					
Алюминиевые сплавы	0,92	1,0	1,09	-	-
Медные сплавы	0,93	1,0	1,07	-	-
Цинковые сплавы	0,93	1,0	1,07	-	-

Стоимость заготовок из проката

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{м}} + \sum S_{0,3}$$

где $S_{\text{м}}$ – затраты на материал заготовки, р.; $\sum S_{0,3}$ – технологическая себестоимость заготовительных операций (правки, калибрования, разделения прутков на штучные заготовки и т. д.). По данным [7], приведенные затраты за один час работы заготовительного оборудования принимаются для операций отрезки заготовок диаметром до 55 мм сортовыми ножницами модели Н 1834-883, отрезки заготовок диаметром до 140 мм сортовыми ножницами модели 1838-1629, разрезание на отрезных станках дисковыми пилами – 121 коп./ч, правка на автоматах – 200–250 коп./ч (в ценах 1991 г.).

Длина потерь проката $l_{\text{л.пр}}$, мм, приходящаяся на одну заготовку, определяется по формуле

$$l_{\text{л.пр}} = l_{\text{н/к}} + l_{\text{р}}$$

где $l_{\text{н}}$ – величина некратности в зависимости от принятой длины проката; $l_{\text{р}}$ – ширина реза, мм; k – количество заготовок, полученное из прутка принятой длины (целое число, округленное в меньшую сторону). Припуски на разрезку и обработку торцов проката приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8 – Припуски на разрезку и обработку торцов проката, мм

Вид проката	Способ резки	Номинальный диаметр d или ширина b				
		До 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 150
1. Припуски на разрезку или вырубку						
Сортовой	1.1 Механической ножовкой	2	2	2	2	2
	1.2 Дисковой пилой на отрезном станке	-	-	-	6	6–7
	1.3 Резцом на токарном станке	3	4	5	6	-
	1.4 Дисковой фрезой на фрезерном станке	3	4	-	-	-
	1.5 На абразивно-отрезном полуавтомате	4	5	6	6	6
	1.6 На механических ножницах и рубке на прессе	0	0	0	0	0
	1.7 На ленточно-отрезных станках	2	2	2	2	2
	1.8 Газовая резка автоматическая	3–4	5	5	6	7
	1.9 Ручная газовая резка	3–5	3–7	7	8	10
2. Припуски на механическую обработку торцов						
	2.1 Подрезка торца после отрезки по п. 1.1–1.4	2	2	3	3	3
	и по п. 1.5 и 1.7	0	0	0	0	0
	2.2 Подрезка торца после отрезки по п. 1.6					
	для деталей типа дисков для валов (всех размеров)	$0,1d$	$0,1d$	$0,15dx$ $\times \operatorname{ctg}3^\circ$	$0,2d$	$0,2d$
	2.3 На обработку по контуру после вырубki	4–5	6	7	9	9

Необходимо отметить, что при выборе способа получения заготовки по приведенной методике приходится пользоваться данными устаревших стандартов на отливки и штамповки. Однако для предварительной оценки в пределах требований к контрольной работе это вполне допустимо.

2.2 Выбор методов получения заготовок, приводящих к изменениям в технологическом процессе механической обработки

2.2.1 Методика выбора способа получения заготовки пластическим деформированием

Заготовки из круглого проката применяются в основном в единичном и мелкосерийном производстве, а также в тех случаях, когда разность в диаметрах отдельных ступеней невелика (ходовые винты, риф-цилиндры прядильных машин, каландровые валы, штоки и т. п.).

Обработка заготовок давлением реализуется путемковки, штамповки в открытых и закрытых штампах, штамповки выдавливанием и прошивкой, штамповки в штампах с разъемными матрицами или на горизонтально-ковочных машинах, на ковочных вальцах. штамповки на радиально-обжимных машинах (ротационная ковка), штамповки с комбинированием нескольких способов.

Ниже в табл. 2.9 приводятся основные данные по точности и шероховатости стальных поковок.

Таблица 2.9 – Точность размеров и шероховатость поверхности стальных поковок [5]

Способ обработки давлением	Квалитет точности	Шероховатость Ra , мкм
Свободная ковка:		
стержней, валов, дисков	18–19	30–60
полых валов, цилиндров	19–20	30–60
Штамповка:		
в открытых штампах	16–17	6–12
с горячей калибровкой	13–16	1–2,5
на ГКМ	13–15	2,5–5
Ротационная ковка	10–12	1–2,5
Холодная объемная штамповка выдавливанием	8–11	0,8–1,6
Холодная высадка	8–9	0,8–2,5

Точность изготовления заготовки в открытых штампах зависит от группы материала, массы и степени сложности. Группа материала определяется по процентному содержанию углерода и легирующих элементов в материале заготовки. К первой группе материалов М1 относятся стали, содержащие до 0,35 % углерода и до 2 % легирующих элементов, ко второй М2 – свыше 0,35 % С и 2–5 % легирующих элементов, к третьей М3 – свыше 0,65 % С и более 5 % легирующих элементов. Степень сложности регламентируется отношением массы заготовки к массе простой фигуры, в которую вписывается заготовка. Если отношение составляет 0,63–1, то заготовка первой группы сложности, 0,32–0,63 – второй, 0,16–0,32 – третьей, менее 0,16 – четвертой.

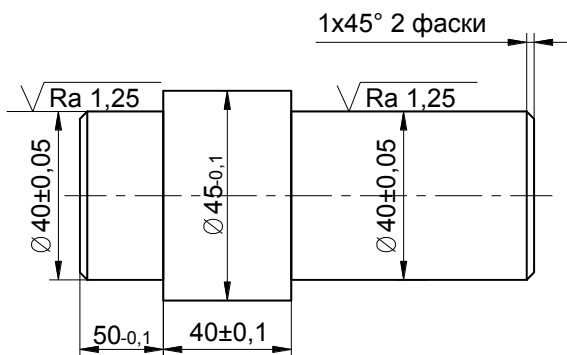
Допуски на изготовление заготовок из материалов второй группы в открытых штампах на 20–30 % больше, чем из материалов первой группы. Допуски на изготовление заготовок четвертой степени сложности на 30–40 % больше, чем допуски первой степени сложности. С увеличением массы заготовок с 10–20 до 100–160 кг их точность при изготовлении в открытых штампах снижается на два качества [3, 4, 5].

Поэтому выбор рационального метода получения заготовки является одной из главных задач технологического проектирования.

Для предварительной экономической оценки нескольких вариантов техпроцесса обработки элементарных поверхностей нерационально использование подробного расчета по всем статьям себестоимости. Предлагается следующая методика упрощенных расчетов, часто применяемых на предприятиях.

Порядок расчетов рассмотрим на конкретном примере при различных методах получения заготовок и вариантах механической обработки.

1. Деталь – ось, сталь 45 ГОСТ1050–88, масса детали – 1,5 кг.
2. Масса заготовки при методе ее получения: прокат – 2,75 кг.
3. Коэффициент использования материала $K_{им}$ при различных методах получения заготовки составляет: прокат – 0,54, свободная ковка – 0,6, штамп – 0,652, поперечно-клиновой прокат – 0,72.
4. Тип производства – серийный.



свободная ковка – 2,5 кг, штамповка – 2,3 кг,
поперечно-клиновой прокат – 2,1 кг

5. Формы и системы оплаты труда:

- для основных рабочих: сдельно-премиальная плюс 30 % премия;
- вспомогательных рабочих: повременно-премиальная плюс 30 %

премия;

- руководителей и специалистов – оклады плюс 30 % премия.

6. Часовые тарифные ставки по разрядам работ

Ставка рабочих, руб.						
Разряд	1	2	3	4	5	6
основных	1281,17	1486,16	1729,58	2011,44	2216,42	2434,22
вспомога- тельных	1281,17	1486,16	1729,58	2011,44	2216,42	2434,22

7. Стоимость:

- электроэнергии – 186,35 руб. за 1 кВт·ч;
- пара для отопления – 70134 руб. за 1 Гкал.;
- сжатого воздуха 28,75 руб. за 1 м³;
- воды для хозяйственных целей – 596 руб. за 1 м³.

8. Цена 1 кг проката Цм = 3400 руб., поковки – 3400 руб., штамповки – 3600 руб., поперечно-клинового проката – 3600 руб. Стоимость 1 кг отходов 290 руб.

Расчет себестоимости детали по различным вариантам
получения заготовки

9. Стоимость основных материалов за вычетом отходов

$$M = Q \cdot ЦМ - (Q - q) \cdot ЦОТХ;$$

прокат – $M_1 = 2,75 \cdot 3400 - (2,75 - 1,5) \cdot 290 = 8987,5$ руб.;

ковка – $M_2 = 2,5 \cdot 3600 - (2,5 - 1,5) \cdot 290 = 8710$ руб.;

штамповка – $M_3 = 2,3 \cdot 3600 - (2,3 - 1,5) \cdot 290 = 8048$ руб.;

поперечно-клиновой прокат – $M_4 = 2,1 \cdot 3600 - (2,1 - 1,5) \cdot 290 = 7386$ руб.

10. Стоимость транспортно-заготовительных расходов $T_{зр}$ (принимается в размере 5–8 % от стоимости основных материалов). Принимаем для расчета 6 %. Тогда

$$T_{зр1} = 8987,5 \cdot 0,06 = 539,25 \text{ руб.};$$

$$T_{зр2} = 8710 \cdot 0,06 = 522,6 \text{ руб.};$$

$$T_{зр3} = 8048 \cdot 0,06 = 482,88 \text{ руб.};$$

$$T_{зр4} = 7386 \cdot 0,06 = 443,16 \text{ руб.}$$

11. Основная зарплата производственных рабочих

$$ЗП_{осн} = \sum P_i \cdot K_{пр},$$

где P_i – расценка соответствующего разряда работы; $K_{пр}$ – коэффициент премирования; $K_{пр} = 1,3$.

$$P_i = \frac{\sum T_{штi} \cdot Cч}{60},$$

где $T_{шт}$ – штучное (штучно-калькуляционное) время выполнения i -й операции; $Cч$ – часовая тарифная ставка соответствующего разряда работы.

$T_{шт1} = 13,25$ мин; $T_{шт2} = 7,03$ мин; $T_{шт3} = 5,03$ мин; $T_{шт4} = 2,94$ мин. Принимаем четвертый разряд работы ($Cч = 2011,44$ руб./ч). Тогда

$$P_1 = \frac{13,25 \cdot 2011,44}{60} = 444,2 \text{ руб.};$$

$$P_2 = \frac{7,03 \cdot 2011,44}{60} = 235 \text{ руб.};$$

$$P_3 = \frac{5,03 \cdot 2011,44}{60} = 168,7 \text{ руб.};$$

$$P_4 = \frac{2,94 \cdot 2011,44}{60} = 98,6 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Посн.1}} = 444,2 \cdot 1,3 = 577,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Посн.2}} = 235,7 \cdot 1,3 = 306,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Посн.3}} = 168,7 \cdot 1,3 = 219,3 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Посн.4}} = 98,6 \cdot 1,3 = 128,2 \text{ руб.}$$

12. Дополнительная заработная плата $З_{\text{Доп}}$ производственных рабочих составляет 20–26 % от основной (принимаем 23 %):

$$З_{\text{Доп.1}} = 577,5 \cdot 0,23 = 132,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Доп.2}} = 306,4 \cdot 0,23 = 70,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Доп.3}} = 219,3 \cdot 0,23 = 50,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{Доп.4}} = 128,2 \cdot 0,23 = 29,5 \text{ руб.}$$

13. Отчисления на социальное страхование $C_{\text{с.стр}}$ составляют 35 % от основной заработной платы. Тогда $T_{\text{шт1}}$

$$C_{\text{с.стр.1}} = 577,5 \cdot 0,35 = 202,125 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{с.стр.2}} = 306,4 \cdot 0,35 = 107,24 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{с.стр.3}} = 219,3 \cdot 0,35 = 76,8 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{с.стр.4}} = 128,2 \cdot 0,35 = 44,9 \text{ руб.}$$

14. Расходы на топливо и энергию $T_{\text{иЭ}}$ на технологические цели принимаются в размере 180–250 % от основной заработной платы производственных рабочих.

$$T_{иЭ1} = 577,5 \cdot 2,15 = 1241,16 \text{ руб.};$$

$$T_{иЭ2} = 306,4 \cdot 2,15 = 658,76 \text{ руб.};$$

$$T_{иЭ3} = 219,3 \cdot 2,15 = 471,5 \text{ руб.};$$

$$T_{иЭ4} = 128,2 \cdot 2,15 = 275,63 \text{ руб.}$$

15. Затраты, связанные с износом инструмента и приспособлений Ии.и пр, принимают в размере 200–300 % от размера основной заработной платы производственных рабочих.

$$И_{и. и пр.1} = 577,5 \cdot 2,5 = 1443,75 \text{ руб.};$$

$$И_{и. и пр.2} = 306,4 \cdot 2,5 = 766 \text{ руб.};$$

$$И_{и. и пр.3} = 219,3 \cdot 2,5 = 548,25 \text{ руб.};$$

$$И_{и. и пр.4} = 128,2 \cdot 2,5 = 320,5 \text{ руб.}$$

16. Технологическая себестоимость может быть рассчитана с достаточной для предварительных расчетов точностью по формуле:

$$C_T = M + TЗР + T_{иЭ} + 3П_{осн} + 3П_{доп} + C_{с.стр} + И_{и и пр.}$$

Тогда

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 8987,5 + 539,25 + 577,5 + 132,4 + 202,13 + 1241,16 + 1443,75 = \\ &= 13123,69 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 8710 + 522,6 + 306,4 + 70,5 + 107,24 + 658,76 + 766 = \\ &= 11044,5 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T3} &= 8048 + 482,88 + 219,3 + 50,5 + 76,8 + 471,5 + 548,25 = \\ &= 9897,23 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T4} &= 7386 + 443,16 + 128,2 + 29,5 + 44,9 + 275,63 + 320,5 = \\ &= 8627,89 \text{ руб.} \end{aligned}$$

17. Общехозяйственные расходы $C_{ох}$ принимаются в размере 180–250 % от $ЗП_{осн}$. Берем $C_{ох} = 200\%$ от $ЗП_{осн}$

$$C_{ох1} = 577,5 \cdot 2 = 1155 \text{ руб.};$$

$$C_{ох2} = 306,4 \cdot 2 = 612,8 \text{ руб.};$$

$$C_{ох3} = 219,3 \cdot 2 = 438,6 \text{ руб.};$$

$$C_{ох4} = 128,2 \cdot 2 = 256,4 \text{ руб.}$$

18. Общепроизводственные расходы принимаются в размере 750–900 % от основной заработной платы производственных рабочих. Берем $C_{пр} = 800\%$ от $ЗП_{осн}$

$$C_{опр.1} = 577,5 \cdot 8 = 4620 \text{ руб.};$$

$$C_{опр.2} = 306,4 \cdot 8 = 2451,2 \text{ руб.};$$

$$C_{опр.3} = 219,3 \cdot 8 = 1754,4 \text{ руб.};$$

$$C_{опр.4} = 128,2 \cdot 8 = 1025,6 \text{ руб.}$$

19. Налоги, относимые на себестоимость, в местный и республиканский бюджеты берутся в размере 4 % от $ЗП_{осн}$

$$H_{мп1} = 577,5 \cdot 0,04 = 23,1 \text{ руб.};$$

$$H_{мп1} = 306,4 \cdot 0,04 = 12,3 \text{ руб.};$$

$$H_{мп1} = 219,3 \cdot 0,04 = 8,8 \text{ руб.};$$

$$H_{мп1} = 128,2 \cdot 0,04 = 5,2 \text{ руб.}$$

20. Прочие производственные расходы $C_{прч}$ составляют 120–180 % от $ЗП_{осн}$. Принимаем $C_{прч} = 150\%$ от $ЗП_{осн}$

$$C_{прч.1} = 577,5 \cdot 1,5 = 866,3 \text{ руб.};$$

$$C_{прч.2} = 306,4 \cdot 1,5 = 459,6 \text{ руб.};$$

$$C_{прч.3} = 219,3 \cdot 1,5 = 329 \text{ руб.};$$

$$C_{прч.4} = 128,2 \cdot 1,5 = 192,3 \text{ руб.}$$

21. Производственная себестоимость

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{т}} + C_{\text{опр}} + C_{\text{ох}} + H_{\text{мр}} + C_{\text{прч.}}$$

Тогда:

$$C_{\text{пр}1} = 13123,69 + 1155 + 23,1 + 4620 + 866,3 = 19008 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}2} = 11044,5 + 612,8 + 12,3 + 2451,2 + 459,6 = 14580,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}3} = 9897,23 + 438,6 + 8,8 + 1754,4 + 329 = 12428,03 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}4} = 8627,89 + 256,4 + 5,2 + 1025,6 + 192,3 = 10107,39 \text{ руб.}$$

22. Затраты на коммерческие расходы $Z_{\text{ком}}$ принимаются в размере 6–10 % от производственной себестоимости. Выбираем $Z_{\text{ком}} = 10\%$ от $C_{\text{пр}}$.

$$Z_{\text{ком.1}} = 19008 \cdot 0,1 = 1900,8 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{ком.2}} = 14580,4 \cdot 0,1 = 1458,04 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{ком.3}} = 12428,03 \cdot 0,1 = 1242,8 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{ком.4}} = 10107,39 \cdot 0,1 = 1010,74 \text{ руб.}$$

23. Полная себестоимость одной детали $C_{\text{пол}} = C_{\text{пр}} + Z_{\text{ком}}$.

$$C_{\text{пол}1} = 19008 + 1900,8 = 20908,8 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пол}2} = 14580,4 + 1458,04 = 16038,44 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пол}3} = 12428,03 + 1242,8 = 13670,83 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пол}4} = 10107,39 + 1010,74 = 11118,14 \text{ руб.}$$

Маршруты обработки

1. Поковка (IT14):

1.1 Точение черновое $T_{\text{ш-к. черн}} = 0,17 d \cdot l \cdot 2,14 = 2,39 \text{ мин};$

1.2 Точение полуклиновое $T_{\text{ш-к. п/ч}} = 0,1 d \cdot l \cdot 2,14 = 1,41 \text{ мин};$

1.3 Точение чистовое $T_{\text{ш-к.чист}} = 0,17d \cdot 2,14 = 2,39$ мин.

1.4 Шлифование $T_{\text{ш-к.шл}} = 0,1d \cdot 2,14 = 0,84$ мин.

2. Штамповка (IT13):

2.1 Точение черновое $T_{\text{ш-к.черн}} = 0,17d \cdot 2,14 = 2,14$ мин.

2.2 Точение чистовое $T_{\text{ш-к.чист}} = 0,17d \cdot 2,14 = 2,09$ мин.

2.3 Шлифование $T_{\text{ш-к.шл}} = 0,1d \cdot 2,14 = 0,84$ мин.

3. Поперечно-клиновой прокат (IT112):

3.1 Точение чистовое $T_{\text{ш-к.чист}} = 0,17d \cdot 2,14 = 2,1$ мин.

3.2 Шлифование $T_{\text{ш-к.шл}} = 0,1d \cdot 2,14 = 0,84$ мин.

4. Прокат (IT15):

4.1 Точение черновое двукратное

$$T_{\text{ш-к.черн}} = 0,17d \cdot 2,14 = 0,17 \cdot 65 \cdot 140 \cdot 2,14 = 3,3 \text{ мин.}$$

4.2 Точение черновое

$$T_{\text{ш-к.черн}} = 0,17d \cdot 2,14 = 0,17 \cdot 61 \cdot 140 \cdot 2,14 = 3,1 \text{ мин.}$$

4.3 Точение получистовое $T_{\text{ш-к.п/ч}} = 0,1 \cdot 60 \cdot 140 \cdot 2,14 = 1,8$ мин.

4.4 Точение чистовое $T_{\text{ш-к.чист}} = 0,17 \cdot 58 \cdot 140 \cdot 2,14 = 2,95$ мин.

4.5 Шлифование $T_{\text{ш-к.шл}} = 0,1d \cdot 2,14 = 0,84$ мин.

Стоимость механической обработки

$$C = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot K_{\text{н}}}{60} \left(1 + \frac{\Pi}{100} \right),$$

где Π – начисления на зарплату в процентах; $K_{\text{ч}}$ – удельные часовые затраты на рабочем месте.

1. Поковка

$$1.1 C_{\text{черн}} = 24,87 \cdot 2,39 \cdot (1 + 0,12) = 67 \text{ руб.}$$

$$1.2 C_{\text{п/ч}} = 24,87 \cdot 1,41 \cdot (1 + 0,12) = 39,3 \text{ руб.}$$

$$1.3 C_{\text{чист}} = 24,87 \cdot 2,39 \cdot (1 + 0,12) = 67 \text{ руб.}$$

$$1.4 C_{\text{шл}} = 30,71 \cdot 0,84 \cdot 1,12 = 29 \text{ руб.}$$

$$C_1 = 67 + 39,3 + 67 + 29 + 25521 = 25723,3 \text{ руб.}$$

2. Штамповка

$$2.1 C_{\text{черн}} = 24,87 \cdot 2,14 \cdot 1,12 = 59,61 \text{ руб.}$$

$$2.2 C_{\text{чист}} = 24,87 \cdot 2,09 \cdot 1,12 = 58,2 \text{ руб.}$$

$$2.3 C_{\text{шл}} = 30,71 \cdot 0,84 \cdot 1,12 = 29 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 59,61 + 58,2 + 29 + 25169 = 25315,81 \text{ руб.}$$

3. Поперечно-клиновой прокат

$$3.1 C_{\text{чист}} = 24,87 \cdot 2,1 \cdot 1,12 = 59,6 \text{ руб.}$$

$$3.2 C_{\text{шл}} = 30,71 \cdot 0,84 \cdot 1,12 = 29 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 59,6 + 29 + 22355 = 22414,63 \text{ руб.}$$

4. Прокат

$$4.1 C_{\text{черн.1}} = 24,87 \cdot 3,3 \cdot 1,12 = 91,92 \text{ руб.}$$

$$4.2 C_{\text{черн.2}} = 24,87 \cdot 3,1 \cdot 1,12 = 86,35 \text{ руб.}$$

$$4.3 C_{\text{п/ч}} = 24,87 \cdot 3,06 \cdot 1,12 = 85,23 \text{ руб.}$$

$$4.4 C_{\text{чист}} = 24,87 \cdot 2,95 \cdot 1,12 = 82,17 \text{ руб.}$$

$$4.5 C_{\text{шл}} = 30,71 \cdot 0,84 \cdot 1,12 = 29 \text{ руб.}$$

$$C_4 = 91,92 + 86,35 + 85,23 + 82,17 + 29 + 24519 = 24893,67 \text{ руб.}$$

Вал	Масса детали, кг	Норма расхода V_M , кг				Коэф. использования материала $K_{им}$				Себестоимость, руб.			
		по- ков- ка	шт.	пр.	п-к пр.	по- ков- ка	шт.	пр.	п-к пр.	по- ков- ка	шт.	пр.	п-к пр.
1-ст.	4,3	6,9	6,8	7,6	6,0	0,63	0,65	0,56	0,72	29670	29240	22800	25800
2-ст.	4,3	7,1	6,1	8,3	6,0	0,6	0,7	0,48	0,72	26230	26230	24900	25800
3-ст.	4,3	7,4	6,3	12,2	5,38	0,58	0,68	0,35	0,8	31820	27090	36600	23134
4-ст.	4,3	7,8	6,5	17,2	5,38	0,55	0,66	0,25	0,8	33540	27950	51600	23134

$$M = \frac{V_M(\Pi_M + \Pi_T) - B_{отх} \cdot \Pi_{отх}}{1000} ?$$

$$M_{пок} = 0,001 \cdot 6,9 (3400000 + 3400000 \cdot 0,12) - 0,001 \cdot 2,6 \cdot 2900000 = 25521 \text{ руб.}$$

$$M_{шт} = 0,001 (6,8 (3400000 + 3400000 \cdot 0,12) - 2,5 \cdot 2900000) = 25169 \text{ руб.}$$

$$M_{п-к.п} = 0,001 (6,0 (3400000 + 3400000 \cdot 0,12) - 1,7 \cdot 2900000) = 22355 \text{ руб.}$$

$$M_{пр} = 0,001 (7,6 (3400000 + 3400000 \cdot 0,12) - 3,3 \cdot 2900000) = 24519 \text{ руб.}$$

Как видно из приведенных расчетов, для данных условий обработки наиболее выгодно получение заготовки поперечно-клиновой прокаткой.

2.2.2 Методика выбора способа изготовления отливки с помощью весовых коэффициентов

Точность размеров отливки зависит не только от технологии ее производства, но и от условий формирования элементов отливки в форме. По этому признаку установлено три вида размеров:

1. Размеры элементов отливки, образованных одной частью формы или одним стержнем.
2. Размеры элементов отливки образованных двумя полуформами, а также перпендикулярных к плоскости разъема.
3. Размеры элементов отливки, образованных тремя и более частями формы, а также толщины ребер, стенок и фланцев

По конфигурации отливки делятся на 5 групп сложности. К первой группе относятся отливки простой геометрической формы с наличием невысоких ребер, бобышек, фланцев, выступов и углублений. Наружные поверхности формируются без стержней или съемных частей. Внутренние полости неглубокие, выполняются преимущественно «болваном» или простым стержнем.

Ко второй группе относятся отливки в виде сочетания простых геометрических тел (плит, цилиндрических или открытых коробчатых форм), наружные поверхности – плоские и криволинейные при наличии ребер, бортов, бобышек, фланцев, отверстий и углублений простой конфигурации. Внутренние поверхности простые, большой протяженности или высокие. Для выполнения отдельных частей отливки применяются стержни.

К третьей группе относятся отливки простой коробчатой или другой формы. Плоские и криволинейные наружные поверхности имеют нависающие части, ребра, бобышки и фланцы с отверстиями и углублениями достаточно сложной конфигурации. Внутренние полукоробчатые полости, представляющие собой объединение нескольких простых геометрических элементов, имеют большую протяженность или высоту. В одном или двух ярусах могут быть незначительные углубления и выступы.

К четвертой группе относятся отливки закрытой коробчатой и частично открытой коробчатой и цилиндрической формы. Наружные поверхности аналогичные отливкам третьей группы. Многие части выполняются с помощью стержней. Внутренние элементы

имеют сложную конфигурацию со значительными выступами и углублениями, расположены в один-два яруса и имеют один-два свободных выхода.

К пятой группе относятся отливки закрытой коробчатой формы. Наружные поверхности имеют сложную конфигурацию с примыкающими и пересекающимися конструктивными элементами. В процессе изготовления применяются стержни. Внутренние полости имеют сложную конфигурацию с криволинейными поверхностями, пересекающимися под разными углами и имеющими выступы и выемки.

Ниже в табл. 2.10 приведены точность размеров и шероховатость поверхностей отливок. Причем качества точности, указанные в таблице, соответствуют изменению групп сложности от первой до пятой и второму виду размеров. Точность размеров первого вида на один квалитет точнее, третьего – на один квалитет грубее.

Таблица 2.10 – Точность размеров и шероховатость поверхностей отливок [1, 2, 5, 7]

Способ литья	Квалитет точности, шероховатость Ra , мкм, для материалов		
	Легкие цветные сплавы	Чугун серый	Чугун ковкий, сталь
Под давлением	11–13 до 0,63	12–14 более 1,25	–
В керамические формы и по выплавляемым моделям	12–14 1–2,5	13–15 2,5–5	14–15 2,5–5
В кокиль и оболочковые формы	13–17 2,5–5	14–17 5–10	15–18 10–20
В песчано-глинистые формы и центробежное	14–18 5–10	15–19 10–20	16–20 10–20

Для выбора способа получения заготовки можно пользоваться методом весовых коэффициентов [5]. Суть его заключается в сле-

дующем. Заготовка обладает рядом признаков, отражающих ее форму, габаритные размеры, сложность и параметры качества. Каждый критерий имеет несколько уровней значений. Каждому уровню критерия выбора и типу производства соответствует ряд весовых коэффициентов, значения которых зависят от способа изготовления заготовки. В табл. 2.11 приведены значения весовых коэффициентов для различных способов получения литых заготовок.

Таблица 2.11 – Весовые коэффициенты для выбора способа изготовления отливок [5]

Номер и наименование критерия выбора	Уровень, градация и значение критерия выбора	Способ изготовления литой заготовки							
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛПД	ПЛ	
		РФ	МФ						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Тип производства	1. Мелкосерийное	2	0	0	0	0	0	0	0
	2. Серийное	1	1	1	1	1	1	1	1
	3. Крупносерийное	0	2	2	2	1	2	1	1
2. Материал детали	1. Сталь	1	1	0	1	1	0	0	0
	2. Чугун	1	1	1	0	1	0	0	1
	3. Цветные металлы	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Масса детали	1. 50–60	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. 60–120	1	1	1	1	1	2	1	1
	3. 120–320	1	1	1	0	1	0	0	0
	4. 320–600	1	1	1	0	0	0	0	0
4. Группа сложности отливки	1. 1	1	1	0	0	11	0	0	1
	2. 2	1	1	0	0	0	1	2	2
	3. 3	1	1	1	1	0	1	0	0
	4. 4	1	1	1	1	0	1	0	0
	5. 5	1	1	0	0		0	0	0
5. <i>Ra</i> поверхности заготовки, мкм	1. 0,63–1	0	0	0	0	0	2	0	0
	2. 1,6–3,2	0	0	0	2	0	1	0	0
	3. 6,3–12	0	1	2	1	2	0	1	1
	4. 12,5–20	2	2	1	0	1	0	1	1

Окончание таблицы 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Форма детали	1. Тела вращения	1	1	1	1	1	1	1
	2. Корпусные	1	1	1	0	1	1	0
	3. Рычаги	1	1	1	1	1	1	0
	4. Фасонные	1	1	1	1	0	1	1
7. Максимальные габаритные размеры, мм	1. До 25	0	0	0	1	0	1	1
	2. 25–50	0	1	1	1	0	1	1
	3. 50–120	1	1	1	1	1	1	1
	4. 120–400	1	1	1	0	1	1	1
	5. 400–1600	1	1	0	0	0	0	0
8. Качество точности размеров	1. 11–13	0	0	0	1	0	1	0
	2. 13–15	0	0	1	1	1	1	0
	3. 15–17	0	1	1	0	1	0	1
	4. 17–20	1	1	0	0	0	0	1

Примечание: ЛПФ – литье в песчано-глинистые формы; РФ – ручная формовка; МФ – машинная формовка; ЛОФ – литье в оболочковые формы; ЛВМ – литье по выплавляемым моделям; ЛК – литье в кокиль; ЛПД – литье под давлением; ЦЛ – центробежное литье.

Пример

Допустим, что по чертежу детали, заготовку которой необходимо получить литьем, определены следующие критерии выбора [5]:

1. Тип производства – крупносерийное;
2. Материал – силумин;
3. Масса детали – 6 кг;
4. Группа сложности – третья;
5. Параметр шероховатости исходных поверхностей $Ra = 0,8$ мкм;
6. Форма детали – корпусная;
7. Максимальный габаритный размер – 240 мм;
8. Качество точности размеров, связывающих исходные поверхности – IT12.

Значения весовых коэффициентов определяем для каждого критерия по табл. 2.11, заносим их в табл. 2.12 и суммируем их по столбцам, соответствующим различным способам получения отливки. Выбирается тот способ, сумма весовых коэффициентов которого наибольшая. В нашем случае это будет литье под давлением.

Таблица 2.12 – Значения весовых коэффициентов для данной детали [5, 6]

Номер критерия по табл. 2.11	Уровень критерия	Способ литья						
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛПД	ЦЛ
		РФ	МФ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	0	2	2	2	1	2	1
2	3	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	1	1	1	0	1	0
5	1	0	0	0	0	0	2	0
6	2	1	1	1	0	1	1	0
7	4	1	1	1	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	0	1	0
Сумма		5	7	7	6	5	10	4

Может оказаться, что два или более способов получения заготовки наберут одинаковую сумму баллов. В таком случае выбирается тот, который обеспечивает минимум затрат на изготовление заготовки и ее механическую обработку. Затраты на заготовку можно определить по следующей эмпирической формуле:

$$C_3 = A \cdot m^{a_1} \cdot A_1^{a_2-1} \cdot N_2^{a_3} K_{\text{точ}} + \alpha \cdot m,$$

где A – коэффициент, зависящий от материала заготовки и способа ее получения; m – масса детали, кг; A_1 – коэффициент, учитывающий группу сложности заготовки; N_2 – годовая программа выпуска, шт.; $K_{\text{точ}}$ – коэффициент, учитывающий качество точности заготовки; α – коэффициент, учитывающий дополнительный расход материала на заготовку; a_1 и a_3 – показатели степени; a_2 – показатель степени, равный номеру группы сложности заготовки.

Для литых заготовок из черных сплавов $\alpha = 1$. Коэффициент $K_{\text{точ}}$ зависит от качества точности заготовки IT и определяется из соотношения

IT	17–20	15–16	13–14
$K_{\text{точ}}$	1	1,05	1,13

Значения других параметров, входящих в формулу, приведены в табл. 2.13.

Затраты на механическую обработку можно определить по следующей эмпирической формуле:

$$C_{\text{м.о}} = B \cdot m^{b_1} \cdot B_1^{a_2-1} \cdot N_T^{b_2},$$

где B – коэффициент, зависящий от материала заготовки и способа ее получения; B_1 – коэффициент, учитывающий группу сложности заготовки; b_1 и b_2 – показатели степени. Для литых заготовок из черных металлов указанные параметры приведены в табл. 2.13.

Таблица 2.13 – Данные для расчетов по формулам

Материал	B	b_1	B_1	b_2
Чугун	3,185	0,523	1,284	-0,197
Сталь углеродистая	5,469	0,511	1,294	-0,227

Из двух или более конкурирующих способов с одинаковой суммой весовых коэффициентов выбирается тот, для которого сумма C_3 и $C_{\text{м.о}}$ будет наименьшей.

Примечание 1. Полученные по формулам значения C_3 и $C_{\text{м.о}}$ соответствуют уровню цен 1990 г.

2. В том случае, когда в результате выбора заготовки требуется и изменения технологического оборудования механической обработки, сравнение вариантов рекомендуется производить по приведенным затратам.

2.3 Содержание таблиц для выбора маршрутов обработки

Таблицы выбора маршрута обработки состоят из основного и дополнительного полей, разделенных между собой двойной горизонтальной сплошной линией. Основное поле предназначено для выявления различных вариантов маршрутов, дополнительное – для

оценки трудоемкости, точности и качества обработки по технологическим переходам или операциям. Таблицы имеют столбцы с номерами и наименованиями переходов (операций) обработки и строки основного и дополнительного полей.

Строки основного поля характеризуют вид заготовки и ее состояние. Цифрами в клетках основного поля отмечены переходы (операции), которые относятся к данному варианту выбираемых маршрутов обработки. Строки дополнительного поля определяют коэффициент трудоемкости, точность и шероховатость обработки.

2.4 Порядок пользования таблицами и выбор маршрута обработки плоскостей

1. Определяют коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие размеры детали (последняя строка таблицы).

Для плоских поверхностей

$$K_1 = 0,002A + 1; \quad K_2 = 0,02\Gamma + 1;$$

для наружных цилиндрических поверхностей

$$K = 0,004 \Gamma + 1;$$

для отверстий

$$K_1 = 0,02 \Gamma + 1; \quad K_2 = 0,002 d + 1;$$

где A – расстояние от технологической базы; Γ – наибольший технологический размер; d – диаметр отверстия.

Коэффициенты K_1 и K_2 позволяют оценить точность обработки, так как величина погрешности во многом зависит от номинальных размеров поверхностей.

2. В соответствии с видом заготовки, материалом детали и ее состоянием в основном поле находят строку, в которой расположен искомый маршрут обработки.

3. Находят столбец, который соответствует технологическому переходу, обеспечивающему заданную точность и шероховатость

обработанной поверхности. Проверка этого условия производится в дополнительном поле таблицы. Пересечение этого столбца с соответствующей строкой таблицы образует клетку с цифрами, обозначающими варианты рекомендуемых маршрутов обработки.

4. Выбрав любую цифру, указанную в клетке, и двигаясь по данной строке слева направо, фиксируют номера столбцов, в которых имеется выбранная цифра, и записывают номера технологических переходов.

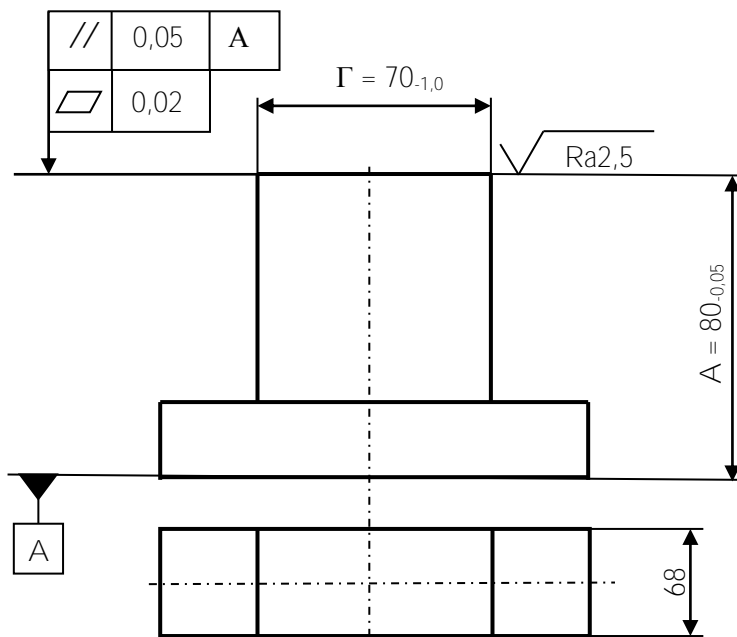
Эти действия повторяют для всех цифр, отмеченных в клетке. Таким образом формируется массив возможных вариантов маршрута обработки заданной поверхности.

5. Сравнивают варианты возможных маршрутов по величине суммарного коэффициента трудоемкости. Значения коэффициентов трудоемкости отдельных переходов (операций) приводятся в таблице.

Экономически более выгодным считается тот вариант, у которого суммарный коэффициент трудоемкости минимален.

П р и м е р.

1. Дан эскиз детали



2. Материал детали – сталь 40Х ГОСТ 4543–71, 45–50 HRC.
3. Заготовка – поковка обычной точности
4. Определяют коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие размеры детали (строка 17 табл. П1):

$$K_1 = 0,002 A + 1 = 0,002 \cdot 80 + 1 = 1,16 \approx 1,2;$$

$$K_2 = 0,02 \Gamma + 1 = 0,02 \cdot 70 + 1 = 2,4$$

5. Исходя из материала и состояния детали, вида заготовки находят рекомендуемый маршрут обработки (сталь закаленная, заготовка – штамповка) – строка 2 табл. П1.

6. Конечный технологический переход расположен в таблице левее столбца 10 (закалка), ближайший – соответствует столбцу 11 (шлифование чистовое).

7. Проверяют соответствие полученных точностных параметров при выполнении данного маршрута обработки требованиям чертежа.

Шероховатость поверхности (клетка 11–11) $Ra = 0,63–2,5$ мкм, что соответствует требованиям чертежа.

Погрешность размера, соединяющего установочную и измерительную базы, (клетка 11–12 табл. П1)

$$TA = 0,03 \cdot K_1 = 0,03 \cdot 1,2 = 0,036 < 0,05 \text{ мм,}$$

что также соответствует требованиям чертежа.

Плоскостность обрабатываемой поверхности (клетка 11–16 табл. П1)

$$0,003 \cdot K_2 = 0,003 \cdot 2,4 = 0,0072 < 0,02 \text{ мм.}$$

Таким образом, выбранный маршрут обработки данной поверхности по всем параметрам соответствует требованиям чертежа, поэтому конечный маршрут определяется клеткой 11–2. В этой клетке проставлены номера маршрутов 1; 4; 6.

Перемещаясь по строке 2, фиксируют столбцы, в которых присутствует цифра 1. Это столбцы 3; 8; 10; 11. Они определяют первый маршрут обработки: фрезерование черновое и чистовое, термообработка (закалка) и шлифование.

Далее выбирают столбцы с цифрой 4. Это 4; 8; 10 и 11. Они представляют второй маршрут обработки, состоящий из строгания, фрезерования чистового, термообработки и шлифования.

Третий маршрут исключается, так как он представляет маршрут обработки тел вращения.

Далее делается проверка 1 и 2 вариантов по трудоемкости.

Для первого варианта суммарный коэффициент трудоемкости (коэффициенты указаны в столбцах 3; 8; 11 табл. П1)

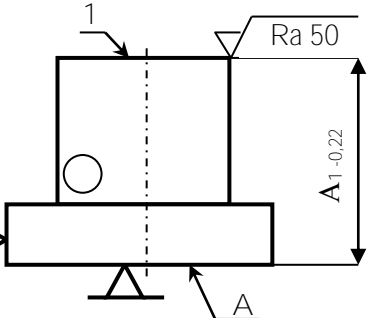
$$\sum K_1 = 1,0 + 1,5 + 1,0 = 3,5.$$

Для второго варианта коэффициенты указаны в столбцах 4; 8; 11

$$\sum K_2 = 2,0 + 1,5 + 1,0 = 4,5.$$

Окончательно выбирается первый вариант, т. к. у него суммарный коэффициент трудоемкости меньший.

Таблица 2.14 – Расчет технических требований принятого варианта обработки корпусной детали

№ операции	Эскиз обработки	Технические требования
1	2	3
1. Фрезерование черновое		$TA_1 = 0,18 \cdot$ $K_1 = 0,18 \cdot 1,2 = 0,22$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности A $0,04 \cdot K_2 = 0,04 \cdot 2,4 =$ $= 0,096 \approx 0,1$ Плоскостность поверхности 1 $0,02 \cdot K_2 = 0,02 \cdot 2,4 =$ $= 0,048$

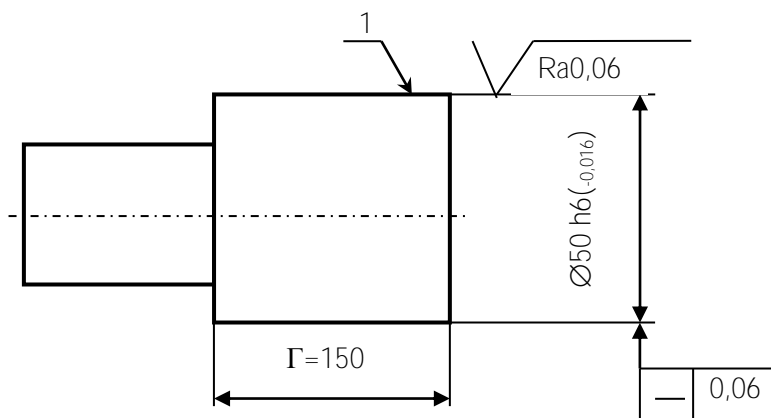
Окончание таблицы 2.14

1	2	3
2. Фрезерование чистовое		$TA_2 = 0,12 \cdot K_1 = 0,12 \cdot 1,2 = 0,15$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности A $0,02 \cdot K_2 = 0,02 \cdot 2,4 = 0,048 \approx 0,05$ Плоскостность поверхности 1 $0,01 \cdot K_2 = 0,01 \cdot 2,4 = 0,024$
3. Термообработка		$TA_3 = \text{исх.} + 0,2 \cdot K_1 = 0,15 + 0,2 \cdot 1,2 = 0,15 + 0,24 = 0,39$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности A $\text{исх.} + 0,2 \cdot K_1 = 0,05 + 0,2 \cdot 1,2 = 0,29$ Плоскостность поверхности 1 $\text{исх.} + 0,2 \cdot K_1 = 0,024 + 0,2 \cdot 1,2 = 0,26$
4. Шлифование		$0,03 \cdot K_1 = 0,03 \cdot 1,2 = 0,036$ $TA_4 =$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности A $0,006 \cdot K_2 = 0,006 \cdot 2,4 = 0,0144$ Плоскостность поверхности 1 $0,003 \cdot K_2 = 0,003 \cdot 2,4 = 0,007$

Таблицы выбора маршрута обработки позволяют выбрать оптимальную схему обработки и назначить все технические требования на каждый технологический переход и произвести экономическую оценку выбранного варианта техпроцесса на основе расчета суммарного коэффициента трудоемкости.

2.5 Выбор маршрута обработки цилиндрической поверхности

2.5.1. Дан эскиз цилиндрической детали



2.5.2. Материал детали – сталь 40Х, ГОСТ 4543–71, 45–50 HRC, заготовка – штамповка обычной точности, получаемый после штамповки размер $\varnothing 54$.

2.5.3. Коэффициент K , учитывающий наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности заготовки, определяют по строке 19 табл. П2

$$K = 0,004 \cdot \Gamma + 1 = 0,004 \cdot 150 + 1 = 1,6.$$

2.5.4. Искомый (рекомендуемый) маршрут обработки находят в строке 2 (закаленная сталь, штамповка)

2.5.5. Конечный технологический переход находится по той же таблице после столбца 8 (закалка). Ближайший переход соответствует столбцу 10 – шлифование чистовое.

2.5.6. Проверяют выполнение технических требований, который обеспечивает выбранный переход (операция).

Получаемая точность IT_6 соответствует требованиям чертежа.

Шероховатость поверхности обработки (строка 11) $Ra = 0,032-1,25$ не удовлетворяет требованиям чертежа. Таким образом, доминирующим техническим требованием является шероховатость поверхности. Требуемую шероховатость можно обеспечить отделочными методами обработки (столбцы 12–15). Среди них наименьший коэффициент трудоемкости (строка 10) имеет суперфиниширование (столбец 12).

Принимают в качестве окончательного технологического перехода суперфиниш (клетка 12–2).

В этой клетке указаны рекомендуемые номера маршрутов обработки – 1 и 2.

2.5.7. Перемещаясь по строке 2, определяют номера столбцов, в которых встречается цифра 1. Это номера 3; 7; 8; 9; 10; 11; 12. Они и определяют первый из двух возможных маршрутов обработки: точение черновое, шлифование предварительное, термообработка (закалка), исправление центровых фасок, шлифование чистовое, шлифование тонкое, суперфиниширование.

Второй маршрут определяют столбцы, в которых встречается цифра 2. Это столбцы с номерами 3; 5; 8; 9; 10; 12. Они соответствуют следующим операциям: точение черновое, точение чистовое, закалка, исправление фасок, шлифование чистовое и суперфиниширование.

2.5.8. Сопоставляют экономичность обоих вариантов по суммарному коэффициенту трудоемкости. Коэффициенты трудоемкости для каждой операции первого маршрута: Точение черновое – 1,0; шлифование предварительное – 0,9; закалка и исправление центров не нормируются, шлифование чистовое – 1,2; шлифование точное – 2,0; суперфиниш – 1,0. Суммарный коэффициент для первого маршрута обработки

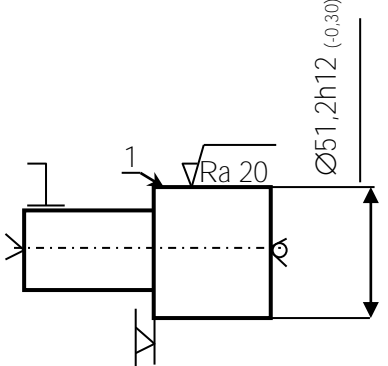
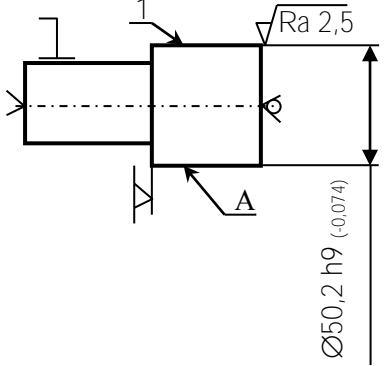
$$\sum K_1 = 1,0 + 0,9 + 1,2 + 2,0 + 1,0 = 6,1.$$

Аналогично подсчитывается суммарный коэффициент трудоемкости для второго маршрута:

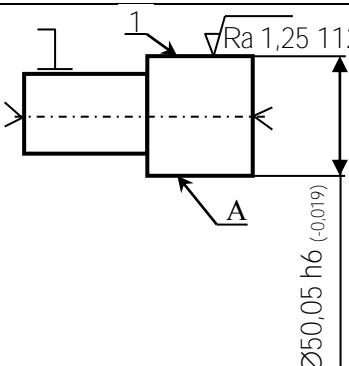
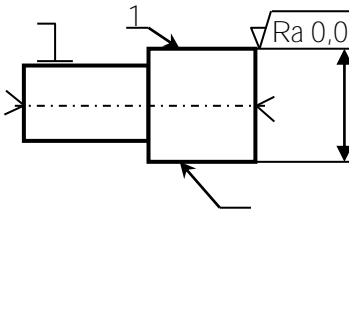
$$\sum K_2 = 1,0 + 1,2 + 1,2 + 1,0 = 4,4.$$

Так как суммарный коэффициент трудоемкости для второго варианта оказался меньшим, принимается к разработке второй вариант.

Таблица 2.15 – Расчет технических требований маршрута обработки наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 50h6$

Номер перехода или операции	Эскиз обработки	Технические требования
1	2	3
1. Точение черновое		<p>Точность IT 12</p> <p>Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности</p> $0,02 \cdot K = 0,02 \cdot 1,6 = 0,032 \text{ мм}$
2. Точение чистовое		<p>Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности</p> $0,02 \cdot K = 0,03 \cdot 1,6 = 0,032 \text{ мм}$
3. Термо-обработка	<p>Точность:</p> <p>исх. + 1 кв. = IT9 + 1 кв. = IT10</p>	<p>Прямолинейность оси</p> $\text{исх.} + 0,02 \cdot K = 0,064 \text{ мм}$

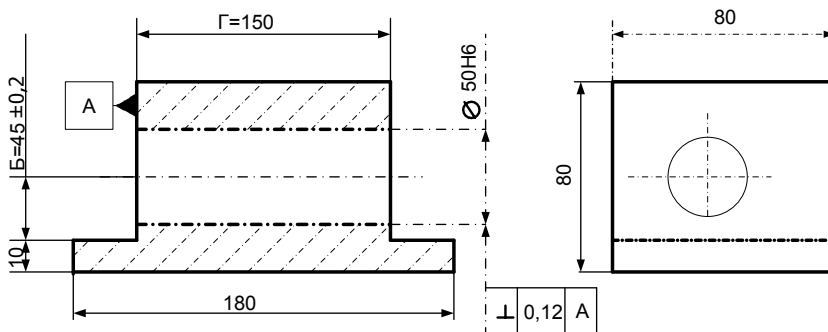
Окончание таблицы 2.5.1

1	2	3
4. Шлифование чистовое		<p>Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности $0,005 \cdot K = 0,005 \cdot 1,6 = 0,008$ мм</p>
5. Суперфинишование		<p>Точность сохраняется от предыдущей операции /76. Величина прямолинейности оси обрабатываемой поверхности сохраняется от предыдущей операции, т. е. 0,008 мм</p>

2.6 Выбор маршрута обработки детали с отверстием

Исходные данные:

1. Эскиз обрабатываемой детали с отверстием



2. Материал детали – сталь 40Х ГОСТ 4543–71, 45–50 HRC.
3. Заготовка – штамповка без отверстия.

Выбор маршрута

1. Коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие габаритные размеры обрабатываемого отверстия, выбирают по строке 22 табл. ПЗ.

$$K_1 = 0,02 \cdot \Gamma + 1 = 0,02 \cdot 150 + 1 = 4;$$

$$K_2 = 0,002 \cdot d + 1 = 0,002 \cdot 50 + 1 = 1,1.$$

2. Маршрут обработки находят в строке 2.

3. В качестве предполагаемого конечного перехода (операции) обработки выбирают ближайшую операцию или переход, следующий за термообработкой. По табл. ПЗ. термообработка (закалка) находится в 12 столбце, ближайший соответствующий порядку выбора столбец 13, который определяет конечную операцию – шлифование.

4. Проверяют выполняемость технических требований этой операцией.

Шероховатость поверхности определяется по столбцу 14. Согласно таблице шлифование отверстия дает $Ra = 0,63–1,25$ мкм, по чертежу детали требуется $Ra = 0,32$ мкм, т. е. шлифование как конечная операция не обеспечивает требований чертежа детали. В связи с этим, необходимо выбрать отделочные операции, которые в столбцах 14, 15 и 16 значатся как хонингование, доводка черновая и доводка чистовая.

5. Сопоставляют три доводочные операции по коэффициентам трудоемкости (по 13 строке). Для хонингования (клетка 13–14) коэффициент трудоемкости равен 1, для доводки черновой (клетка 13–15) – 5 и для доводки чистовой (клетка 13–16) – 10. Как видно, наименьший коэффициент трудоемкости имеет операция хонингования. Она и принимается в качестве конечной.

Конечный маршрут находим в клетке 14–2, где стоит шесть цифр: 1; 2; 3; 4; 5 и 6, что соответствует шести вариантам маршрута обработки отверстия. Как и в предыдущих примерах, окончательный выбор наиболее рационального варианта техпроцесса производят сравнивая суммарные коэффициенты трудоемкости всех выбранных маршрутов. Результаты расчетов приведены ниже в табл. 2.16.

Таблица 2.16 – Сравнение вариантов маршрута обработки отверстия по суммарным коэффициентам трудоемкости

Номер варианта	Номера операций (столбцов)	Расчет суммарных коэффициентов трудоемкости
1	4; 7; 12; 13; 14	$1,2 + 0,8 + 2,8 + 1 = 5,8$
2	4; 5; 12; 13; 14	$1,2 + 1,4 + 2,8 + 1 = 5,4$
3	4; 10; 12; 14	$1,2 + 0,3 + 1 = 2,5$
4	8; 9; 12; 14	$1 + 0,6 + 1 = 2,6$
5	4; 5; 6; 12; 14	$1,2 + 1,4 + 2,3 + 1 = 5,9$
6	4; 7; 9; 12; 14	$1,2 + 0,8 + 0,6 + 1 = 3,6$

Как видно из таблицы, наименьшей трудоемкостью обладает маршрут № 3. После этого следует произвести проверку на выполнимость выбранным маршрутом технических требований чертежа.

Позиционное отклонение (погрешность координат) оси отверстия относительно базы на первой операции (сверлении)

$$0,1 \cdot K_2 = 0,1 \cdot 1,1 = 0,11.$$

Величина этой же погрешности на второй операции (протягивании)

$$\text{Исходн.} + 0,02 \cdot K_2 = (0,11 + 0,02 \cdot 1,1) = 0,13.$$

На третьей операции (закалке)

$$\text{Исходн.} + 0,02 \cdot K_1 = (0,13 + 0,02 \cdot 4) = 0,21,$$

что соответствует требованиям чертежа.

Перпендикулярность оси отверстия относительно поверхности А (строка 18):

при сверлении – $0,12 \cdot K_2 = 0,12 \cdot 1,1 = 0,132,$

при протягивании – $0,05 \cdot K_2 = 0,05 \cdot 1,1 = 0,055,$

после закалки – $\text{Исходн.} + 0,02 \cdot K_1 = (0,055 + 0,02 \cdot 4) = 0,135.$

Для базовой поверхности с габаритами 80×80 перпендикулярность составляет

$$0,135/80 = 0,0017,$$

что больше допустимой техническими требованиями:

$$0,18/150 = 0,0012.$$

Несмотря на самую малую трудоемкость третий вариант приходится отклонить из-за невыполнения технических требований.

Ближайший по минимальной трудоемкости маршрут № 4, состоящий из операций 8; 9; 12 и 14 (сверление, развертывание, закалка и хонингование).

Как и в предыдущем случае, проверяют выполняемость технических требований чертежа по точности относительного положения отверстия.

1. Отклонение позиционное (погрешность координат):

1.1. Сверление отверстия – $0,1 \cdot K_2 = 0,1 \cdot 1,1 = 0,11$.

1.2. Развертывание – (исходн. + $0,02 \cdot K_2$) = $(0,11 + 0,02 \cdot 1,1) = 0,132$.

1.3. Хонингование – сохраняется прежняя величина.

2. Перпендикулярность оси отверстия относительно базовой поверхности А:

2.1. Сверление – $0,02 \cdot K_2 = 0,02 \cdot 1,1 = 0,022$.

2.2. Развертывание – сохраняется без изменений.

2.3. Закалка – (исходн. + $0,02 \cdot K_1$) = $(0,022 + 0,02 \cdot 4) = 0,102$.

2.4. Хонингование – сохраняется прежняя величина.

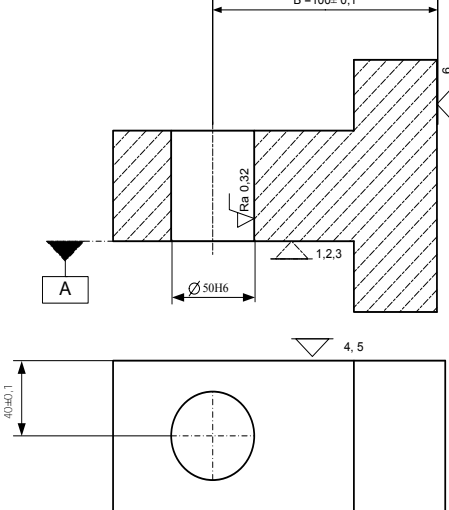
Очевидно, что четвертый вариант маршрута обработки удовлетворяет всем техническим требованиям чертежа и, одновременно, является одним из наиболее экономичных.

Ниже, в табл. 2.17, приводятся эскизы и расчет технических требований при обработке отверстия $\varnothing 60h6$.

Таблица 2.17 – Расчет технических требований при обработке по маршруту № 4

Номер операции или перехода	Эскиз обработки	Расчет технических требований
1	2	3
005 Сверление глубокое		<p> $T_B = 0,06 \cdot K_2 =$ $= 0,06 \cdot 1,1 = 0,066$ Перпендикулярность относительно поверхности А $0,02 \cdot K_2 = 0,02 \cdot 1,1 =$ $= 0,022$ </p>
010 Развертывание		<p> $T_B = \text{исх.} + 0,02 \cdot K_2$ $=$ $= 0,066 + 0,022 =$ $0,088$ Перпендикулярность оси относительно поверхности А $0,02 \cdot K_2 = 0,02 \cdot 1,1 =$ $= 0,022$ </p>
015 Закалка		<p> $T_B = \text{исх.} + 0,01 \cdot K_2 = 0,088 + 0,01 \cdot 1,1 = 0,099 \approx 0,1.$ Перпендикулярность относительно поверхности А $\text{Исх.} + 0,01 \cdot K_2 = 0,022 + 0,01 \cdot 1,1 = 0,033$ </p>

Окончание таблицы 2.17

1	2	3
<p>020 Хо- нингова- ние</p>	 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following features: - Total length: $B = 100 \pm 0,1$ - Diameter of the central section: $\varnothing 50H6$ - Surface finish symbols: $Ra\ 0,32$ on the central section, $1,2,3$ on the right step, and $4,5$ on the left step. - A feature 'A' is marked on the left end. - A cross-sectional view at the bottom shows a diameter of $40 \pm 0,1$.</p>	<p>Перпендикулярность относительно поверхности А – 0,033</p>

Вместе с тем на практике часто используется и другой метод выбора маршрута обработки элементарных поверхностей на основе таблиц экономической точности и технологических возможностей различных методов обработки и упрочнения, [9]. Выбранный маршрут должен прежде всего обеспечить заданные точность и качество поверхности. Проверка технологических возможностей принятого маршрута обработки для нормируемых по чертежу детали для данной поверхности параметров качества может быть выполнена расчетами соблюдения условия

$$K_{ис.об.} \leq K_{из.і.і} \quad (1.1)$$

где $K_{ис.об.}$ – общий коэффициент изменения параметра при реализации технологического процесса; $K_{из.і.і}$ – коэффициент изменения данного параметра на i -й операции.

$$K_{ис.об.} = T_{заг.} / T_{дет.}$$

Здесь $T_{\text{заг}}$ и $T_{\text{дет}}$ – допуски на данный параметр качества в заготовке или после первой операции формирования данной поверхности (например, сверление отверстия или обработки зубьев) и допуск на этот же параметр по чертежу детали.

$$K_{\text{из},i} = T_{i-1}/T_i$$

где T_{i-1} и T_i – допуски на данный параметр качества на предшествующей ($i-1$) и данной i -й операциях, которые могут быть обеспечены рассматриваемыми методами обработки [3]. Если условие (1.1) соблюдается для всех нормируемых для данной операции параметров качества, то данный маршрут является приемлемым с технологической точки зрения. Выбор наиболее рационального производят расчетом трудоемкости и стоимости обработки. Для этого можно использовать формулы для определения норм времени [3, 4, 7] и произвести оценку себестоимости по приведенным затратам.

П р и м е р. Требуется выбрать маршрут обработки шейки $\text{Ø}60 \pm 0,01$ мм, $L = 73$ мм, $Ra = 1,6$ мкм. Материал – сталь 15ХГН2ТА, твердость поверхности 58–63 HRC, глубина упрочнения $h = 0,5$ –1,2 мм, твердость сердцевины 240–300 НВ. Масса детали 6,6 кг, расчетная масса поковки – 7,8 кг. Штамповочное оборудование – ГКМ, класс точности заготовки Т5, группа стали М2, степень сложности С3, исходный индекс 17. Общий припуск на обработку 7 мм, допуск на $\text{Ø}67$ в заготовке $\text{Ø}67^{+2,7}_{-1,3}$.

Решение

1. По ГОСТ 25347–82 (СТ СЭВ 144–88). Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок СЭВ. Поля допусков и рекомендуемые посадки больше 1 устанавливаем, что требуемая точность обработки шейки $\text{Ø}60 \pm 0,01$ мм соответствует IT6.

2. Общий коэффициент изменения точности шейки равен $K_{\text{из об}} = 4 \text{ мм} / 0,02 \text{ мм} = 200$.

3. Учитывая рекомендации [3, 4] и положение о том, что каждый последующий переход или операция должны быть точнее предыдущей на один-два квалитета точности, принимаем два возможных маршрута обработки шейки, приведенных ниже в табл. 2.18.

Таблица 2.18 – Оценка технических возможностей маршрутов обработки поверхности $\varnothing 60 \pm 0,01$ мм [9]

Номер маршрута	Операции (переходы) обработки	Достижимый квалитет точности	Достижимый допуск, мм	Коэффициент изменения точности	Основное время обработки, мин
1	Точение черновое	13	0,46	8,7	0,75
	Точение получистовое	11	0,19	2,4	0,44
	Шлифование предварительное	9	0,074	2,6	0,44
	Цементация, закалка, отпуск	10	0,120	0,6	-
	Шлифование чистовое	8	0,046	2,6	0,44
	Шлифование тонкое	6	0,020	2,3	0,66
	Итого 194,8				2,73
2	Точение получистовое	11	0,19	1,0	0,44
	Точение чистовое	9	0,074	2,6	0,75
	Шлифование чистовое	7	0,030	2,5	0,52
	Цементация, закалка, отпуск	8	0,046	0,7	-
	Шлифование тонкое	6	0,020	2,3	0,66
		Итого 219,8			

4. Для каждой операции записывают в таблицу достижимый квалитет точности и соответствующий ему допуск, и определяют время на обработку по нормативам.

5. Для каждого маршрута определяется $K_{из. об}$ как произведение $K_{из. /}$ каждой операции.

Если оба варианта обеспечивают заданное значение $K_{из. об}$, то выбирается вариант с меньшим суммарным временем обработки.

Когда в технологических процессах применяются отличающиеся по стоимости станки, дорогостоящие приспособления и инструменты более точным способом определения технологической себестоимости является расчет по приведенным затратам [8].

3 Порядок выполнения работы

3.1 Ознакомиться с основными теоретическими положениями и методическими указаниями по выбору способа получения заготовок и табличного выбора маршрута обработки элементарных поверхностей.

3.2 Вычертить эскиз детали из приложения (в соответствии с указанием преподавателя).

3.3 В зависимости от материала детали, ее конфигурации, типа производства и годовой программы выпуска по приведенным выше таблицам произвести выбор нескольких альтернативных способов получения заготовки.

3.4 По приведенным методикам расчетов выбрать наиболее рациональный.

3.5 По таблице П1 приложения определить коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие размеры обрабатываемой поверхности (плоскости или торца).

3.6 По суммарному коэффициенту трудоемкости выбрать наиболее экономичный вариант обработки, обеспечивающий выполнение требований чертежа по точности размеров, формы и взаимному расположению поверхностей.

3.7 Вычертить эскизы обработки с указанием схемы базирования принятого маршрута и произвести расчет технических требований.

3.8 Вычертить эскиз цилиндрической детали из приложения (по указанию преподавателя).

3.9 По таблице П2 приложения определить коэффициент K , учитывающий наибольший габаритный размер обрабатываемой наружной цилиндрической поверхности.

3.10 По таблице П2 определить возможные маршруты обработки заданной поверхности.

3.11 По суммарному коэффициенту трудоемкости обработки выбрать наиболее экономичный вариант маршрута обработки, обеспечивающий выполнение требований чертежа по точности размеров, формы и взаимному расположению поверхностей.

3.12 Вычертить эскизы обработки принятого маршрута с определением технических требований.

3.13 Выполнить эскиз корпусной детали (по указанию преподавателя).

3.14 По таблице П3 приложения определить коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие размеры обрабатываемой поверхности.

3.15 По таблице П3 определить возможные маршруты обработки отверстия.

3.16 По суммарному коэффициенту трудоемкости обработки выбрать наиболее экономичный вариант обработки, обеспечивающий выполнение требований чертежа по точности размеров, формы и взаимному расположению поверхностей.

3.17 Вычертить эскизы обработки принятого маршрута с указанием схемы базирования и расчетом технических требований.

3.18 Проанализировать полученные результаты.

4 Содержание отчета по работе

4.1 Название работы.

4.2 Содержание задания и эскизы заданных деталей с необходимыми размерами и техническими требованиями.

4.3 Выбор способа получения заготовки с необходимыми расчетами.

4.4 Расчет коэффициентов и выбор маршрута обработки указанных поверхностей (плоскости, наружной цилиндрической поверхности, отверстия). Расчет суммарных коэффициентов трудоемкости и технических требований.

4.5 Эскизы обработки элементарных поверхностей с указанием схем базирования, полученных значений точности, качества обработки и технических требований.

4.6 Заключение.

5 Вопросы для самопроверки

5.1 На основании чего выбирается способ получения заготовки пластическим деформированием?

5.2 Исходя из чего определяются затраты при сравнении вариантов получения заготовки различными методами пластического деформирования?

5.3 Как выбирается и сравнивается экономически способ получения литой заготовки?

5.4 В зависимости от чего выбирается первая операция механической обработки?

5.5 Что влияет на выбор последней операции механической обработки?

5.6 Как должны выбираться промежуточные операции механической обработки?

5.7 От чего зависит выбор коэффициентов K при обработке плоскостей, наружных цилиндрических поверхностей и отверстий?

5.8 Как определяются возможные варианты маршрутов обработки названных поверхностей??

5.9 Что является определяющим при выборе наиболее рационального варианта техпроцесса?

5.10 Какие особенности накладывает конфигурация детали при выборе маршрута обработки наружных цилиндрических поверхностей?

5.11 В чем особенность выбора маршрута обработки отверстий?

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 914 с.

2. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: учебное пособие / В.И. Аверченков [и др.]; под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 204 с.

3. Беляев, Г.Я. Технология машиностроения: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта и курсовой работы для студентов дневной и заочной форм обучения / Г.Я. Беляев,

М.М. Кане, А.И. Медведев; под ред. М.М. Кане. – Минск: БНТУ, 2006. – 88 с.

4. Проектирование маршрута обработки элементарных поверхностей деталей машин: методические указания и задания к контрольной работе для студентов заочных отделений специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 02 «Технологическое оборудование» / сост. Г.Я. Беляев [и др.]. – Минск, БНТУ, 2007. – 136 с.

5. Махаринский, Е.И. Основы технологии машиностроения: учебник / Е.И. Махаринский, В.А. Горохов. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 423 с.: ил.

6. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие для вузов / И.П. Филонов [и др.]; под общ. ред. И.П. Филонова. – Минск: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.

7. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: учебное пособие / В.В. Бабук [и др.]; под ред. В.В. Бабука. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 255 с.: ил.

8. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Л.В. Худобин; под общ. ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.: ил.

9. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов: в 2 кн. / Э.Л. Жуков [и др.]; под ред. Л.С. Мурашкина. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 2005. – Кн. 1. Основы технологии машиностроения. – 278 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1 – Выбор маршрута обработки плоскостей и торцов

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ ст-рок	Технологические переходы (операции), изменяющие точность												
			Черновые, термические, чистовые										Отделочные		
			Фрезерование черновое	Строгание	Шлифование черновое	Точение торцов черновое	Точение торцов чистовое	Фрезерование чистовое	Протягивание	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование чистовое	Шлифование тонкое	Полирование	Доводка неразмержная	Доводка размержная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Отливка, поковка, штамповка	Сталь незакаленная	1	1; 2; 3	4; 5	-	6	6	1; 2; 3; 4	2; 5	-	1; 3; 4	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Сталь закаленная	2	1; 2; 3	4; 5	3	6	6	1; 2; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Чугун	3	1; 2	3; 4	-	5	5	1; 3	2; 4	-	1; 3; 4; 5	1; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5

Продолжение таблицы III

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Точная отливка, точная штамповка	Сталь незакаленная	4	1*; 2*; 3*	4*; 5*	-	6	6	1; 2; 3; 4	2; 5	-	1; 3; 4	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Сталь закаленная	5	1*; 2*; 3*	4*; 5*	3	6	6	1; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Чугун	6	1*; 2*	3*; 4*	-	5	5	1; 3	2; 4	-	1; 3; 4; 5	1; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5
	Цветные металлы	7	1*	3*	-	2*	2	1; 3	1; 3	-	-	-	1; 2; 3	-	-
Прокат	Сталь незакаленная	8	1*; 2*; 3*	4*; 5*	6	7	7	1; 2; 3	2; 5	-	1; 3; 4; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7
	Сталь закаленная	9	1*; 2*	4*; 5*	3	6	6	1; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Продолжение таблицы П1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Коэффициент трудоемкости	10	1,0	2,0	0,8	1,0	1,5	1,5	0,6	-	1,0	1,5	3,0	5,0	10,0
Шероховатость Ra	11	12,5-20	12,5-20	2,5-6,3	12,5-20	1,25-2,5	1,25-2,5	0,63-2,5	Сохраняется	0,63-2,5	0,16-1,75	0,02-0,1	0,02-0,1	0,02-0,1
Погрешность размера (от технологической базы)	12	0,18 K ₁	0,35 K ₁	0,05 K ₁	0,2 K ₁	0,12·K ₁	0,12·K ₁	0,1·K ₁	Исх.+ +0,2 K ₁	0,03·K ₁	0,01 K ₁	Сохраняется	Сохраняется	0,001·K ₁
Погрешность размера от настроечной базы (в одной позиции)	13	0,15 K ₁	0,2 K ₁	0,04·K ₁	0,12·K ₁	0,08·K ₁	0,08·K ₁	0,06 K ₁	Исх.+ +0,2 K ₁	0,02 K ₁	0,01·K ₁	Сохраняется	Сохраняется	Сохраняется

Окончание таблицы П1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Погрешность размера от настроечной базы (с разных поз-й)	14	-	-	-	$0,2 \cdot K_1$	$0,12 \cdot K_1$	-	-	Исх.+ $+0,2 K_1$	-	-	-	-	-
Перпендикулярность и параллельность относительно базы	15	$0,04 K_2$	$0,06 \cdot K_2$ 2	$0,02 K_2$	$0,04 K_2$	$0,02 K_2$	$0,02 K_2$	$0,01 K_2$	Исх.+ $+0,2 K_1$	$0,006 \cdot K_2$ 2	$0,003 \cdot K_2$ 2	Сохраняется	Сохраняется	$0,02 \cdot K_2$ 2
Плоскостность	16	$0,02 K_2$	$0,02 \cdot K_2$ 2	$0,01 K_2$	$0,02 \cdot K_2$ 2	$0,01 \cdot K_2$ 2	$0,01 \cdot K_2$ 2	$0,004 \cdot K_2$ 2	Исх.+ $+0,2 K_1$	$0,003 \cdot K_2$ 2	$0,002 \cdot K_2$ 2	$0,002 \cdot K_2$ 2	$0,0005 \cdot K_2$ 2	$0,0005 K_2$
Коэффициенты, учит. размеры	17	$K_1 = 0,002A + 1$, где A – расстояние до базы; $K_2 = 0,02\Gamma + 1$, где Γ – наибольший габаритный размер обрабатыв. поверхн.												

Примечание: * – операции (переходы), которые используются при удалении напусков или увеличенных припусков.

Таблица П2 – Выбор маршрута обработки наружных цилиндрических поверхностей

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ ст-рок	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические и чистовые										Отделочные		
			Точение черновое	Шлифование черновое	Точение чистовое	Точение тонкое	Шлифование предварительное	Закалка, закалка с цементацией	Исправление центровых фасок	Шлифование чистовое	Шлифование точное	Суперфиниш	Полирование	Доводка неразмержная	Доводка размержная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Отливка, поковка, штамповка	Сталь незакаленная	1	1; 2; 3; 4; 5; 6	-	1; 2; 4; 5	4; 5	3; 6	-	-	1; 2; 3; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6
	Сталь закаленная	2	1; 2	-	2	-	1	1; 2	1; 2	1; 2	1	1; 2	1; 2	1; 2	1
	Чугун	3	1; 2; 3	-	1; 3	1	2	-	-	2; 3	1	1; 2; 3	1; 2; 3	1; 2; 3	1

Продолжение таблицы П2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Точная отливка, точная штамповка	Сталь незакаленная	4	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	-	1; 2; 4; 5	4; 5	3; 6	-	-	1; 2; 3; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6
	Сталь закаленная	5	1*; 2*	-	2	-	1	1; 2	1; 2	1; 2	1	1; 2	1; 2	1; 2	1
	Чугун	6	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	-	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3	4; 6	-	-	4; 5; 6	1; 2; 3; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 6
	Цветные металлы	7	1*; 2*	-	1; 2	1; 2	-	-	-	-	-	-	1	2	-
Круглый прокат	Сталь незакаленная	8	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	1; 2	4; 5	4; 5	3; 6	-	-	1; 2; 3; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6
	Сталь закаленная	9	1*; 2*; 3*; 4*	4	2; 3	-	1; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3	1; 2; 3; 4	1; 2; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 4

Продолжение таблицы П2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Коэффициент трудоемкости	10	1	0,8	1,2	2,0	0,9	-	-	1,2	2,0	1,0	2,0	5,0	10,0
Шероховатость Ra	11	Ra125-20	Ra 2,5-6,3	Ra1,25-2,5	Ra0,63-2,5	Ra1,25-2,5	Сохр.	-	Ra0,32-1,25	Ra0,08-0,32	Ra0,02-0,08	Rz0,02-0,1	Rz0,02-0,1	Rz0,02-0,1
Точность (квалитет) диаметра	12	12-14	11-12	9-11	6-7	9-11	Исх. + 1-й квал.	-	6-8	4-7	Сохр.	Сохр.	Сохр.	3
Отклонение соосности относительно линии центров	13	0,1·K	0,05·K	0,06·K	0,03·K	0,02·K	Исх. + 0,02·K	0,03	0,01·K	0,005·K	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Соосность относительно базы (в патроне или приспособлении)	14	0,25·K	-	0,1·K	0,05·K	0,03·K	Исх. + 0,01·K	-	0,02·K	0,02·K	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Соосность относительно базы (в цанге)	15	0,15·K	-	0,06·K	0,03·K	0,02·K	Исх. + 0,01·K	-	0,02·K	0,02·K	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.

Окончание таблицы П2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Прямолинейность оси	16	$0,02 \cdot K$	$0,02 \cdot K$	$0,02 \cdot K$	$0,015 \cdot K$	$0,01 \cdot K$	Исх.+ + $0,02 \cdot K$	-	$0,005 \cdot K$	$0,003 \cdot K$	Сохр.	Сохр.	$0,001 \cdot K$	$0,001 \cdot K$
Цилиндричность поверхности	17	$0,05 \cdot K$	$0,03 \cdot K$	$0,02 \cdot K$	$0,015 \cdot K$	$0,01 \cdot K$	Исх.+ + $0,02 \cdot K$	-	$0,006 \cdot K$	$0,004 \cdot K$	Сохр.	Сохр.	$0,001 \cdot K$	$0,001 \cdot K$
Смещение оси при бесцентровой обработке	18	-	$0,03 \cdot K$	-	-	$0,02 \cdot K$	-	-	$0,01 \cdot K$	$0,005 \cdot K$	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Коэффициенты, учитыв. размеры	19	$K = 0,004\Gamma + 1$, где Γ – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности.												

Примечание: * – отмечены операции (переходы), которые используются при удалении напусков или увеличенных припусков.

Таблица ПЗ – выбор маршрута обработки сквозных отверстий ($8 \leq d \leq 400$)

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ ст-рок	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры													
			Черновые, термические и чистовые											Отделочные		
			Растачивание	Сверление (расверливание) $d \leq 50$	Растачивание чистовое	Алмазное растачивание	Зенкерование $d \leq 50$	Сверление глубокое $d \leq 50$	Развертывание $d \leq 50$	Протягивание $l/d \leq 50$	Раскатка (дорнование)	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование	Хонингование $d \leq 40$	Доводка неразмерная	Доводка размерная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Литье в землю штампов. (без отверстий)	Сталь незакаленная	1	-	1; 2; 3; 4; 5; 7; 8	2; 3; 7; 8	2; 7	1; 4; 5	6	1; 3; 6	4; 5	4; 7	-	8	1; 2; 3; 5; 6; 8	1; 2; 3; 5; 6; 8	8
	Сталь закаленная	2	-	1; 2; 3; 5; 6	2; 5	5	1; 6	4	4; 6	3	-	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2
	Чугун	3	-	1; 2; 3; 4; 6	4; 6	4	1; 2	5	1; 5	3	1	-	2; 6	2; 3; 4; 5; 6	2; 3; 4; 5;	2; 6

Продолжение таблицы ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Литье, штамповка. с пролитым или прошитым отверстием	Сталь незакаленная	4	1; 2; 3; 6; 7	4; 5	1; 6; 7	1; 7	2; 4	-	2; 4	3; 5	3; 7	-	6	1; 2; 4; 5; 6	1; 2; 4; 5; 6	6
	Сталь закаленная	5	1; 2; 3; 5	4	1; 5	5	2; 4	6	2; 4; 6	3	-	1; 2; 3; 4; 5; 6	1	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1
	Чугун	6	1; 2; 3; 4; 5; 6	7; 8	1; 3; 5	1; 3	2; 6; 7	-	2; 7	4; 8	2; 3	-	5; 6	1; 4; 5; 6; 7; 8	1; 4; 5; 6; 7; 8	5; 6

Продолжение таблицы ПЗ

Точное литье или штамповка с пролитым или проциг. отверстием	Сталь незакаленная	7	1*; 2*; 3*; 4*	5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 6	1; 6	2; 5; 8	-	2; 5; 8	3; 7; 9	3; 8	-	4; 9	1; 2; 4; 5; 6; 7; 9	1; 2; 4; 5; 6; 7; 9	4; 9
	Сталь закаленная	8	1*; 2*	3; 4	1; 2	-	4	-	4	2; 3; 5; 6	-	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 5
	Чугун	9	1*; 2*; 3*; 4*; 5*	6; 7; 8	1; 2; 3; 4; 5	1	2; 6; 8	-	2; 6; 8	3; 4; 7; 9	4; 7; 8	-	5	1; 2; 3; 5; 6; 9	1; 2; 3; 5; 6; 9	5
	Цветные металлы	10	1*; 2*; 5*	3	1; 2; 5	1	3	-	3	2; 4; 5	2; 3; 4	-	-	1; 5	1; 5	-
Катаные заготовки, трубы	Сталь незакаленная	11	1*; 2*; 3*; 4*; 9*	5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 6; 9	1; 6; 9	2; 5; 8	-	2; 5; 8	3; 7	3; 8; 9	-	4	1; 2; 4; 5; 6; 7	1; 2; 4; 5; 6; 7	4
	Сталь закаленная	12	1*; 2*; 7*	3; 4	1; 2; 7	7	4	-	4	2; 3; 5; 6	-	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 5; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 5; 7

Продолжение таблицы ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Коэффициент трудоемкости	13	1,0	1,2	1,4	2,3	0,8	1,0	0,6	0,3	0,4	-	2,8	1,0	5,0	10,0
Шероховатость	14	Ra125-20	Ra125-20	Ra125-20	Ra0,63-1,25	Ra 10-20	Ra0,63-1,25	Ra 0,63-1,25	Ra 0,63-1,25	Ra 0,32-0,63	Сохр.	Ra0,63-1,25	Ra0,32-0,63	Rz0,02-0,1	Rz0,02-0,1
Точность диаметра (квалитет)	15	12-13	11-13	9-11	6-7	9-11	7-8	6-7	6-9	Исх. + 1-й квал.	Исх. + 1-й квал.	6-9	Сохр.	Сохр.	3
Соосность относительно базы	16	$0,08 \cdot K_2$	$0,12 \cdot K_2$	$0,04 \cdot K_2$	$0,03 \cdot K_2$	$0,06 \cdot K_2$	$0,06 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_2$	$Исх. + 0,001 \cdot K_2$	Сохр.	$0,03 \cdot K_2$	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Отклонение позиционное (отклонение координат)	17	$0,2 \cdot K_2$	$0,1 \cdot K_2$	$0,07 \cdot K_2$	$0,02 \cdot K_2$	$0,08 \cdot K_2$	$0,06 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_2$	$Исх. + 0,01 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_2$	$0,02 \cdot K_2$	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Прямолинейность оси	18	$0,015 \cdot K_1$	$0,01 \cdot K_1$	$0,01 \cdot K_2$	$0,007 \cdot K_2$	$0,01 \cdot K_2$	$0,006 \cdot K_2$	$0,004 \cdot K_2$	$0,006 \cdot K_2$	$0,006 \cdot K_2$	$Исх. + 0,02 \cdot K_1$	$0,04 \cdot K_2$	Сохр.	$0,001 \cdot K_2$	$0,001 \cdot K_2$

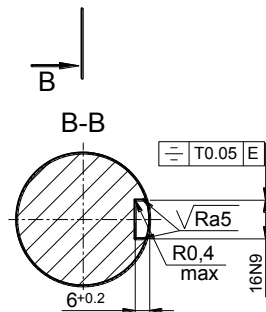
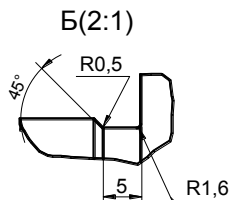
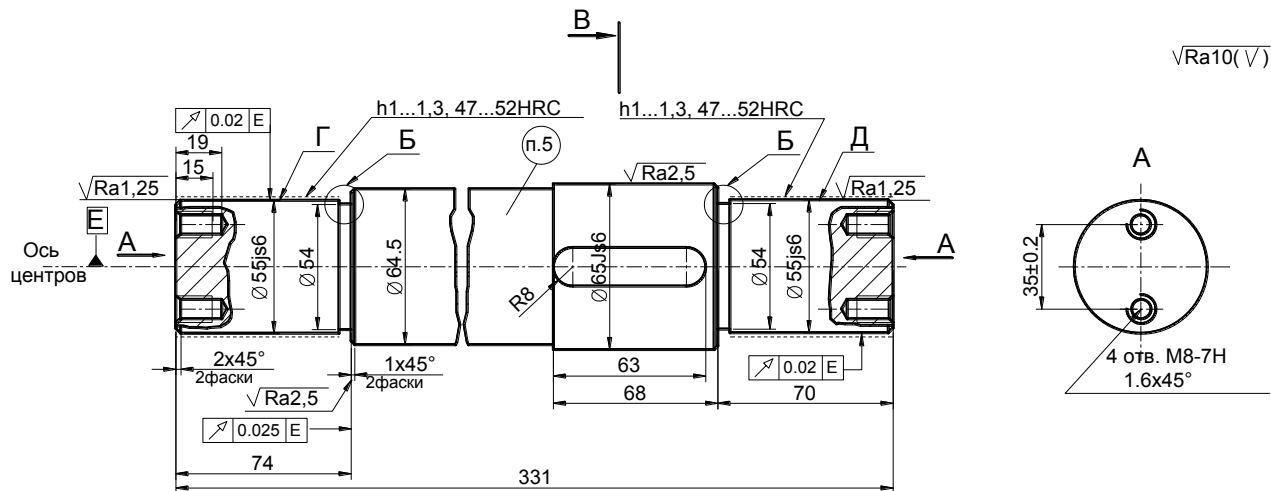
Окончание таблицы ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Параллельность и перпендикулярность относительно базы	19	$0,02 \cdot K_1$	$0,12 \cdot K_2$	$0,02 \cdot K_2$	$0,01 \cdot K_2$	$0,04 \cdot K_2$	$0,02 \cdot K_2$	Сохр.	$0,05 \cdot K_1$	Сохр.	Исх. + $+0,02 \cdot K_1$	$0,02 \cdot K_2$	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Цилиндричность отверстия	20	$0,05 \cdot K_2$	$0,04 \cdot K_1$	$0,03 \cdot K_2$	$0,005 \cdot K_2$	$0,006 \cdot K_1$ 1	$0,003 \cdot K_1$ 1	$0,002 \cdot K_1$ 1	$0,006 \cdot K_1$ 2	$0,006 \cdot K_1$ 2	Исх. + $+0,02 \cdot K_1$	$0,004 \cdot K_2$	Сохр.	$0,001 \cdot K_2$	$0,001 \cdot K_2$
Смещение оси (при плавающем креплении)	21	-	-	-	-	-	-	$0,02 \cdot K_2$	$0,02 \cdot K_2$	$0,01 \cdot K_2$	-	-	$0,001 \cdot K_2$	$0,002 \cdot K_2$	$0,002 \cdot K_2$
Коэффициенты, учитывающие размеры	22	$K_1 = 0,02 \cdot \Gamma + 1$, где Γ – наибольший габаритный размер отверстия; $K_2 = 0,002 \cdot d + 1$, где d – диаметр отверстия													

Примечание: * – операции или переходы, которые используются при удалении напусков или увеличенных припусков.

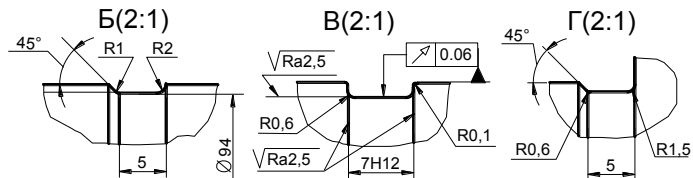
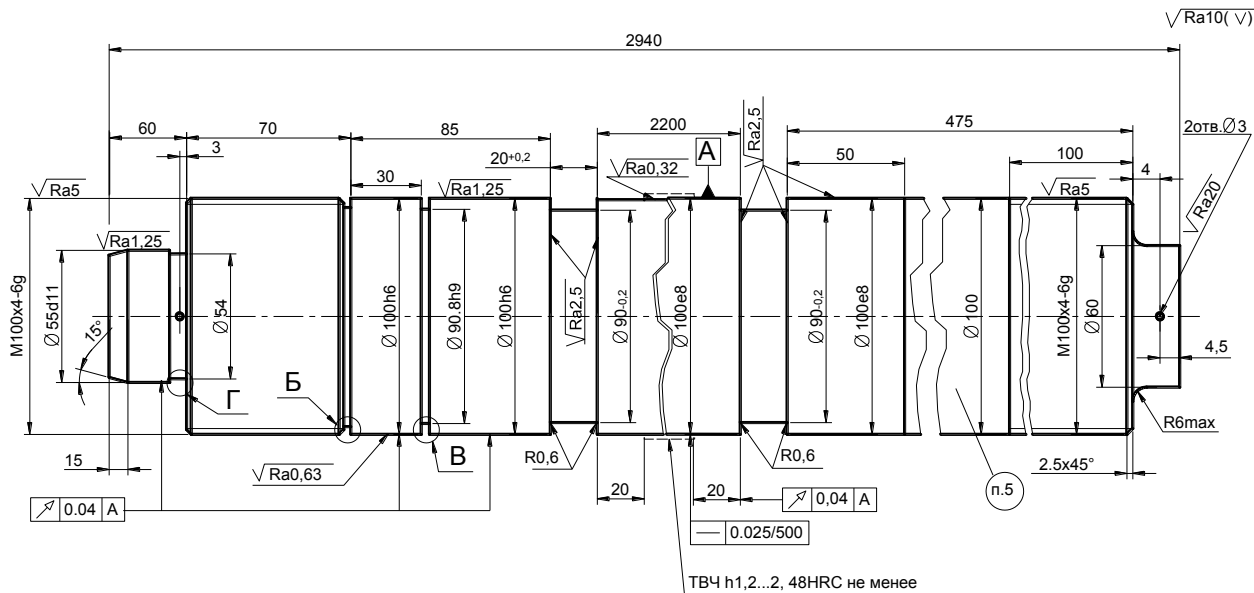
Приложение 4

Валы, оси, штоки, шпиндели



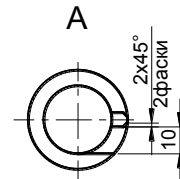
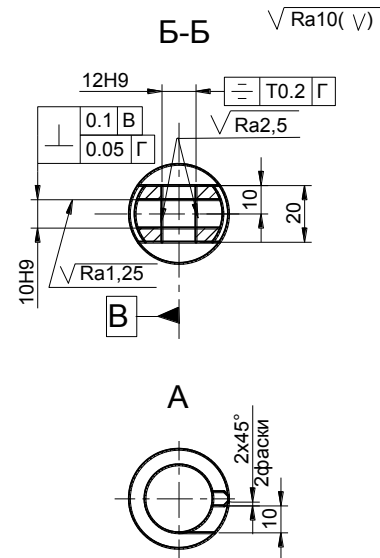
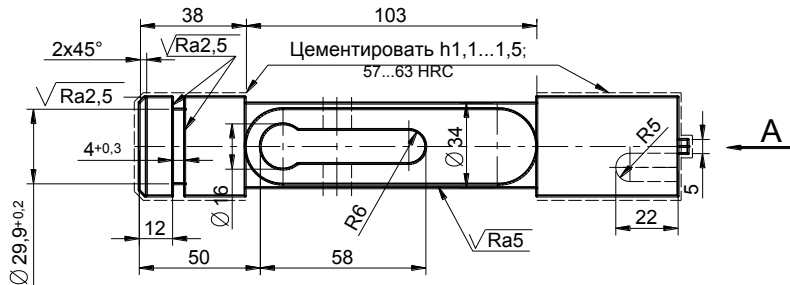
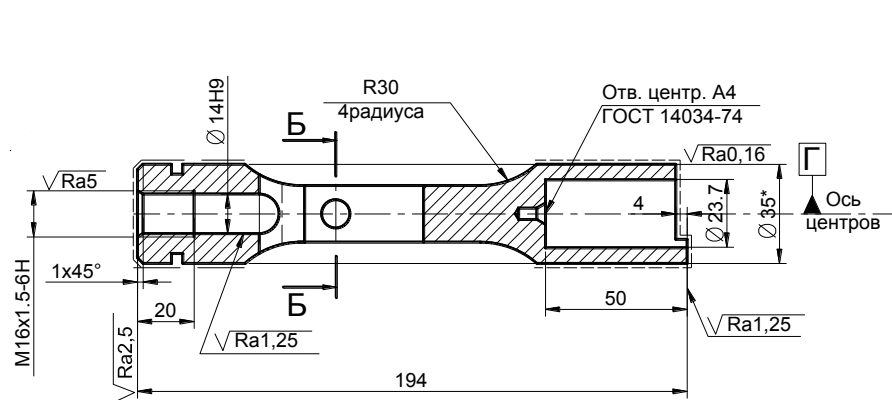
1. 241...285 НВ
2. * - размер для справоч
3. ГОСТ 30893.1-2002m
4. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхностей Г и Д - 0.01 мм
5. Маркировать обозначение

Вал КТМ 1.02
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 7.4 кг



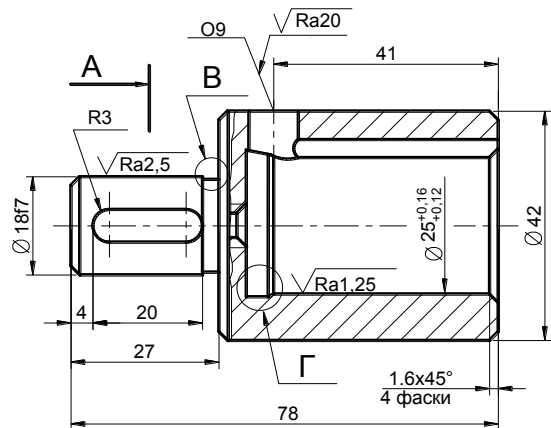
1. 192...240 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуски овальности, конусообразности и бочкообразности поверхности А - 0.025 мм (полураундность диаметров)
4. Покрытие поверхности А -Хтв 21
5. Маркировать обозначение.

Шток КТМ 1.04
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 175 кг

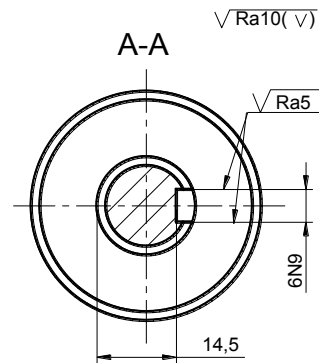


1. ГОСТ 30893.1-2002m
2. * Притереть O35 по сопрягаемой детали с зазором 0.015...0.025 мм
Конусообразность и овальность 0.01 мм
3. Маркировать обозначение на бирке

Поршень КТМ 1.05
Сталь 15 ГОСТ 1050-88
Масса 1 кг



← Б

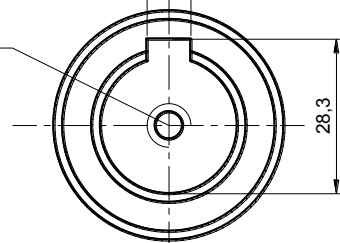


√ Ra5

Б

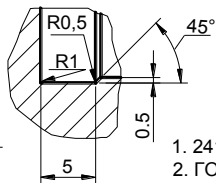
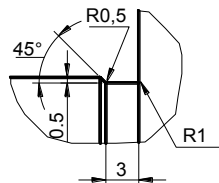
8Js9

M8-7Hx15-19
1.6x45°



В(2:1)

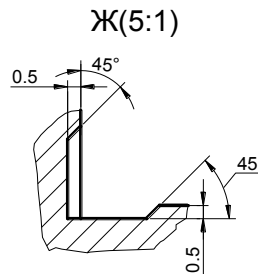
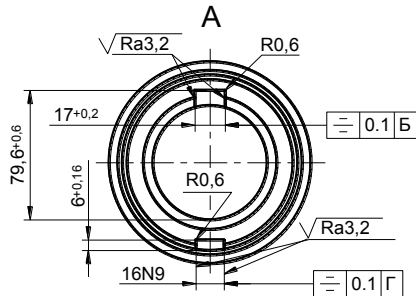
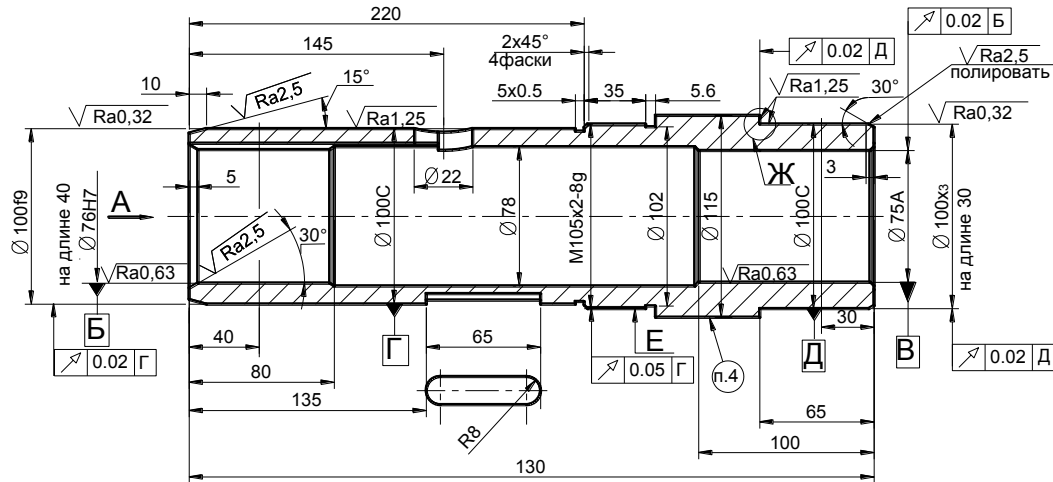
Г(2:1)



1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать обозначение

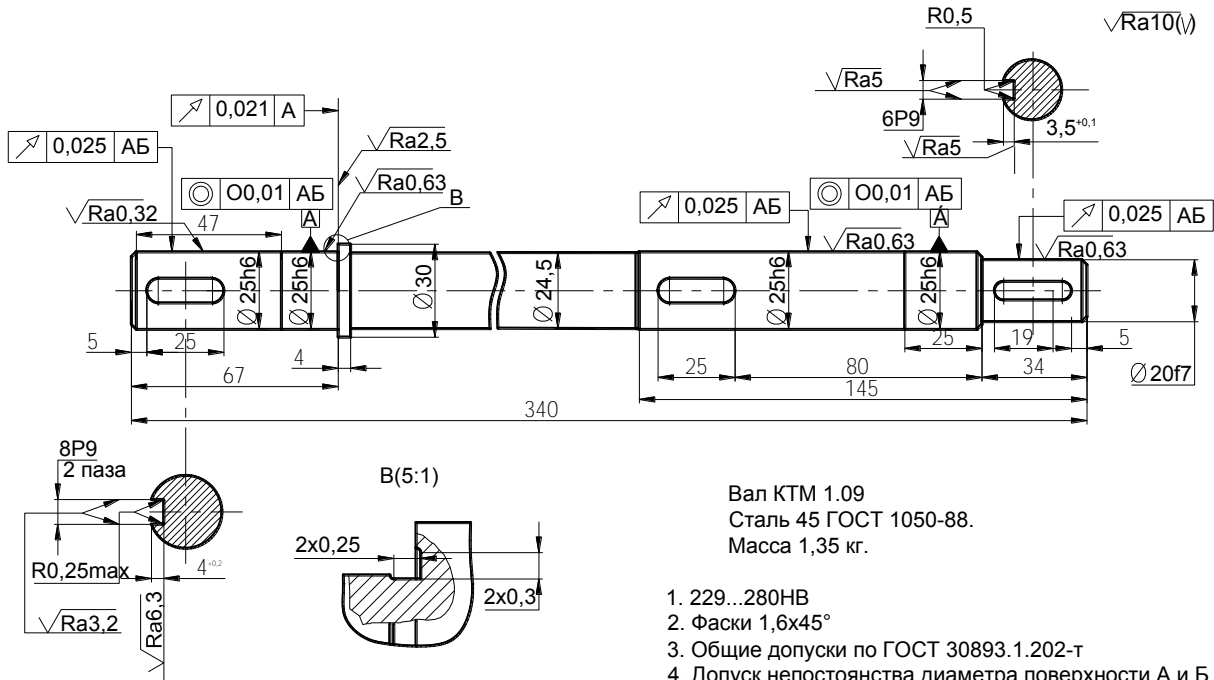
Вал переходной КТМ 1.06
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 0.35 кг

$\sqrt{Ra10(\sqrt)}$



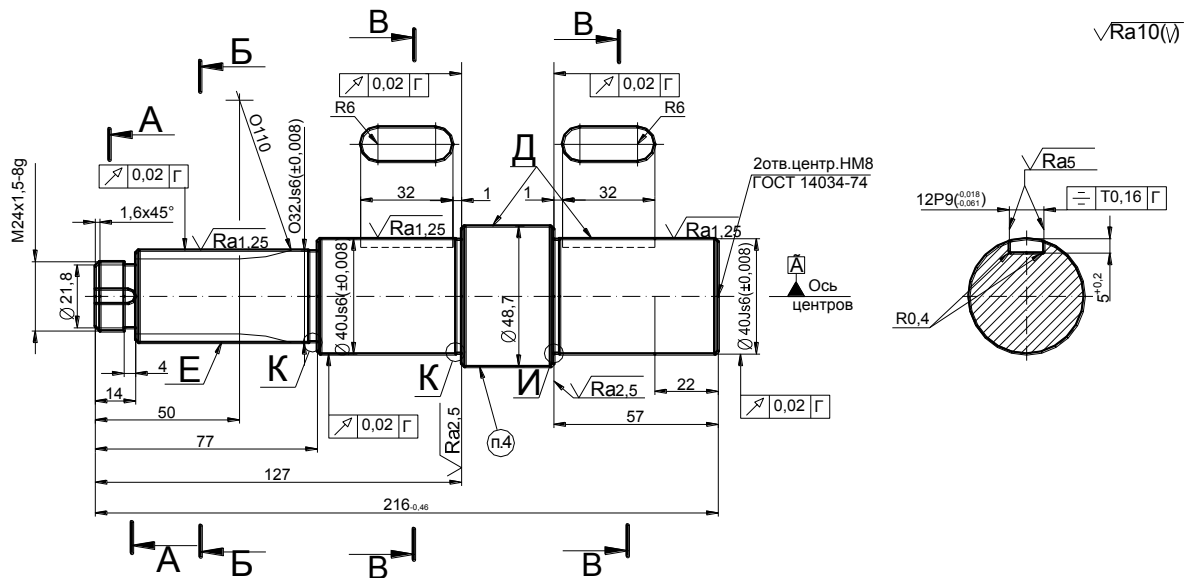
1. Цементировать h0,8...1,2 56...62 HRC
2. Поверхность Е от цементации предохранить
3. ГОСТ 30893.1-2002m
4. Маркировать

Шпиндель КТМ 1.07
Сталь 20Х ГОСТ4543-71
Масса 10,5 кг

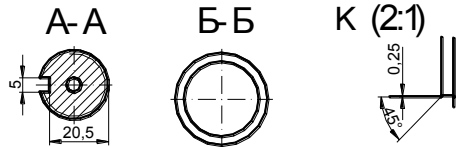


Вал КТМ 1.09
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88.
 Масса 1,35 кг.

1. 229...280НВ
2. Фаски 1,6x45°
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1.202-т
4. Допуск непостоянства диаметра поверхности А и Б в продольном и поперечном сечении 00,007 мм
5. Покрывтие.Хим.Окс.прм.

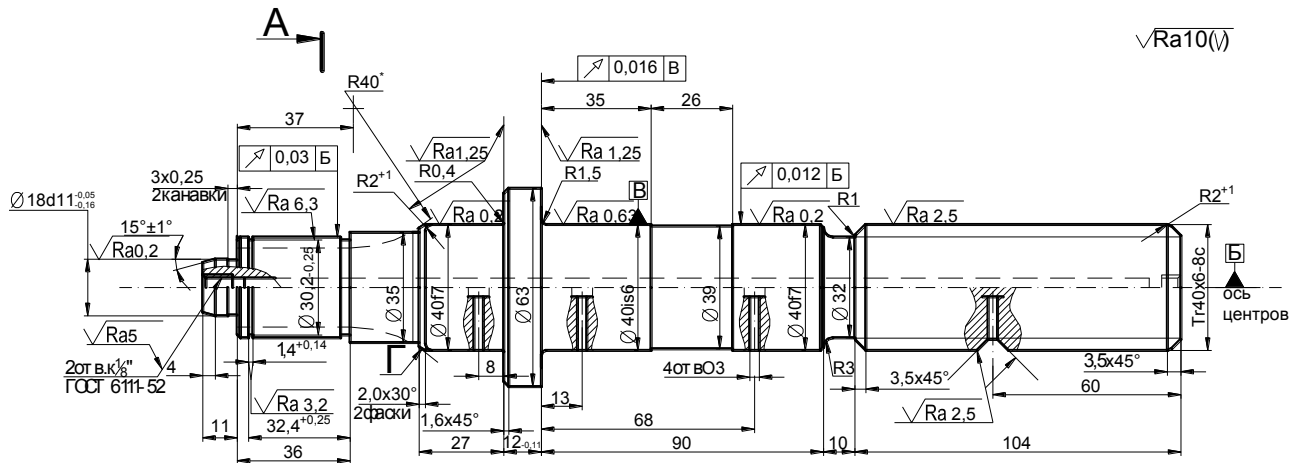


Д (2:1)

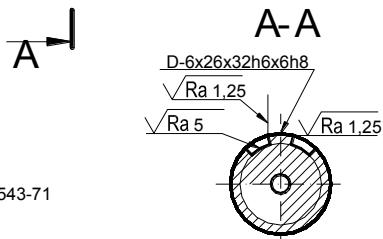


1. 229...280 HB
2. Неуказанные фаски 1x45°
3. ГОСТ 30893.1-2002m
4. Маркировать
5. Поверхность E ТВЧ h1,2...2.2 45...54 HRC.

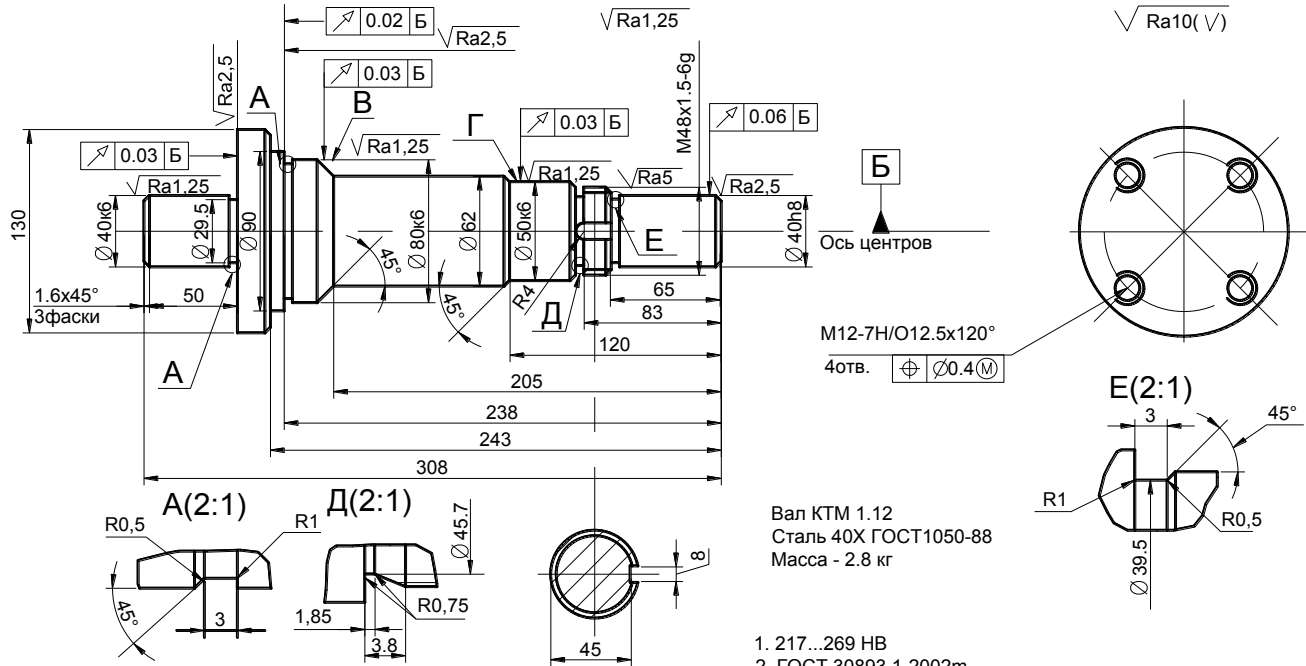
Вал КТМ 1.10
Сталь 45 ГОСТ1050-88
Масса 1,9 кг



Винт КТМ 1.11
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 2.8 кг

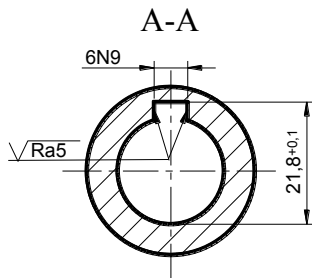
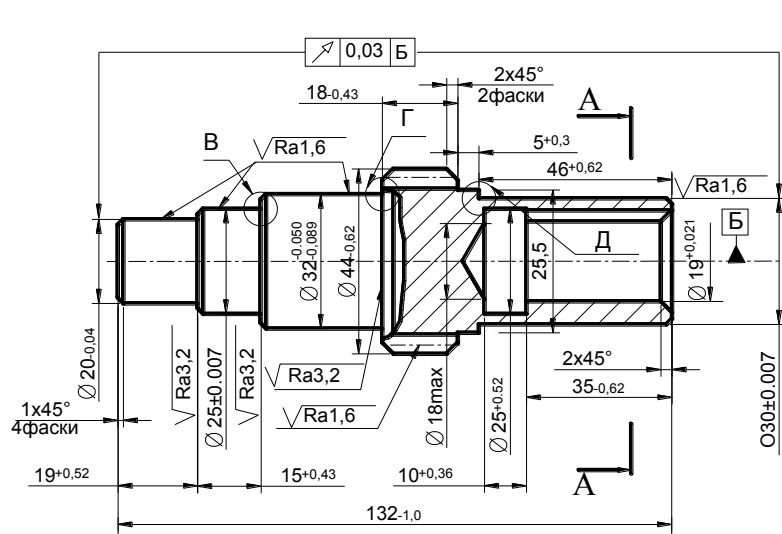


- 32...37 HRC.
- *Размер для справоч.
- Неуказанные фаски 1x45°.
- ГОСТ 30893.1-2002m
- Допуск радиального биения среднего диаметра трапецидальной резьбы относит. оси центров-0,05 мм.
- Допуски непостоянства диаметров поверхн. В продольном и поперечном сечениях - 0,008 мм.
- Допуск радиального биения поверхн. В относительно оси Б 0,012 мм.
- Выход шлицов на поверхн. Г не допускается.
- Маркировать обозначение на бирке.



Вал КТМ 1.12
 Сталь 40Х ГОСТ1050-88
 Масса - 2.8 кг

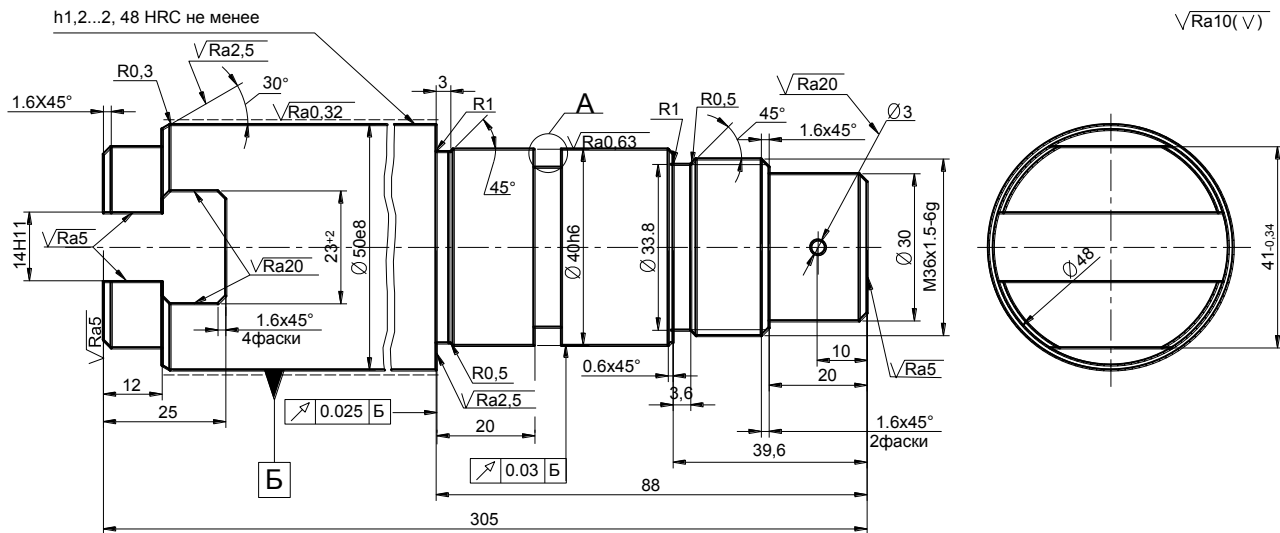
1. 217...269 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск овальности и конусообразности поверхности В и Г - 0,008 мм (полуразность диаметров)



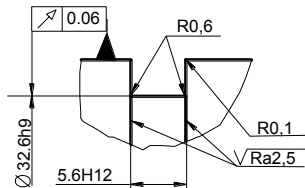
$\sqrt{Ra10(\sqrt)}$		
Модуль	m	2
Число зубьев	z	20
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения x		0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-B
Длина общей нормали	W	
Делительный диаметр	d	40
Обозначение чертежа сопряженного колеса	-	

1. 42...45 HRC
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение, m, z на бирке.

Вал ведущий КТМ 1.13
Сталь 40X ГОСТ 4543-71

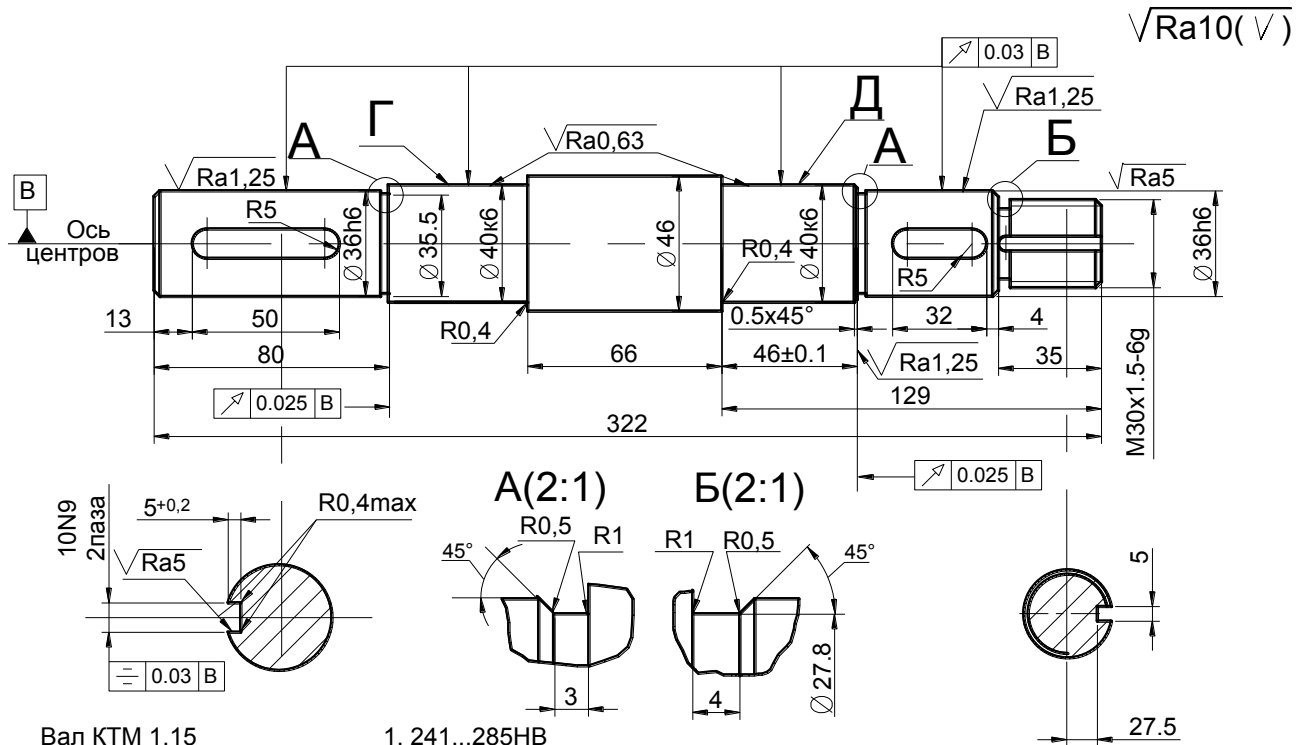


A(2:1)



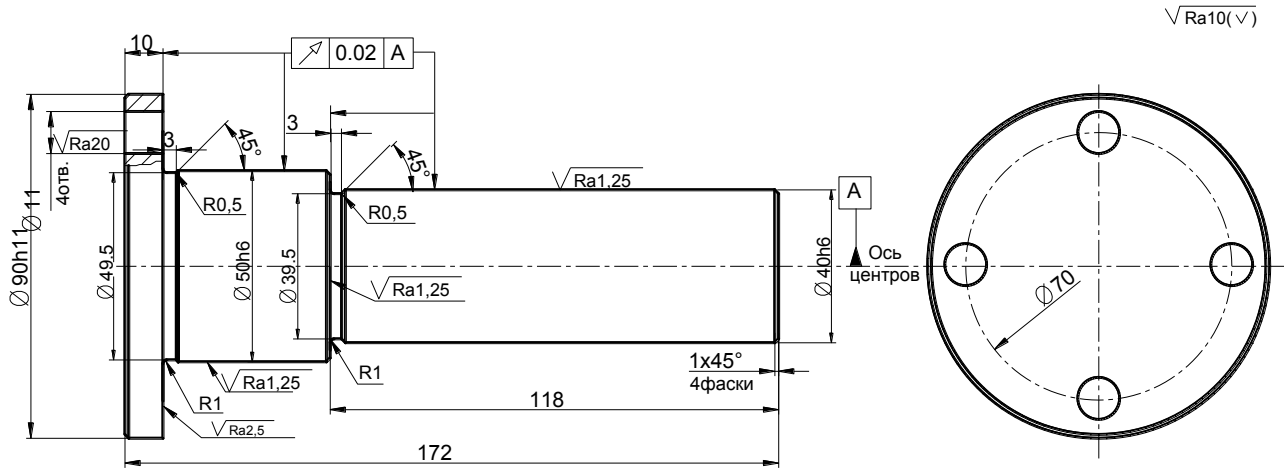
1. ГОСТ30893.1-2002m
2. Допуск овальности и конусообразности поверхности Б - 0.02 мм (полуразность диаметров)
3. Покрытие поверхности А Хтв. 24
4. Маркировать обозначение на бирке.

Шток КТМ 1.14
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 3.43 кг



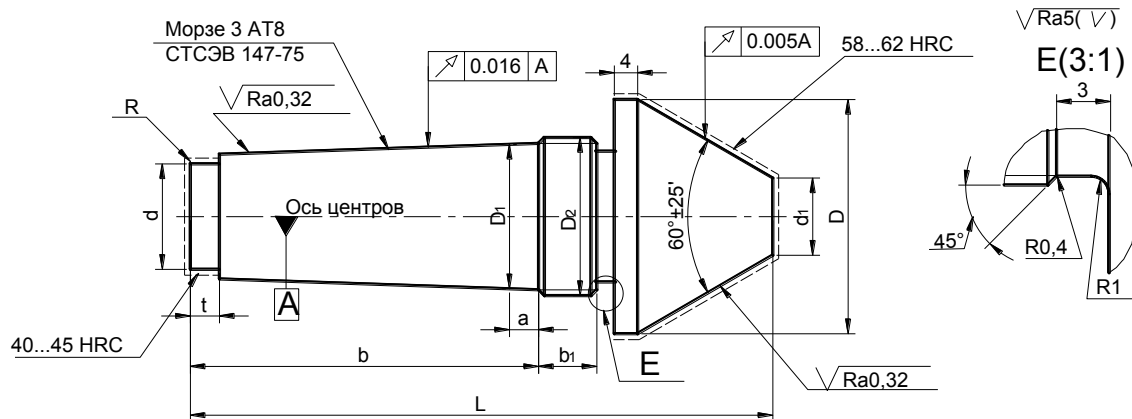
Вал КТМ 1.15
 Сталь 45 ГОСТ1050-88
 Масса - 2.8 кг

1. 241...285НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей Г и Д - 0.008 мм



1. 241...285 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

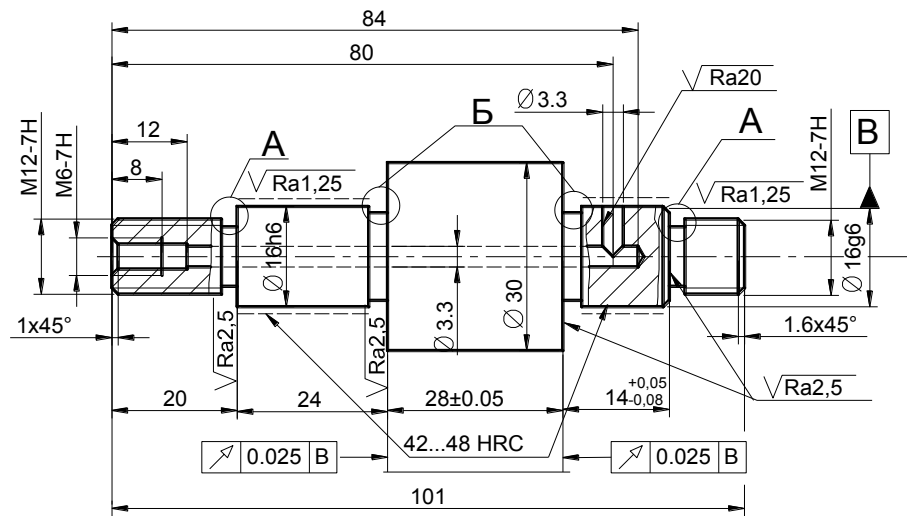
Ось КТМ 1.16
Сталь 45 ГОСТ 1050-88



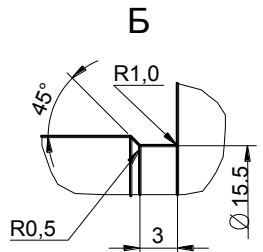
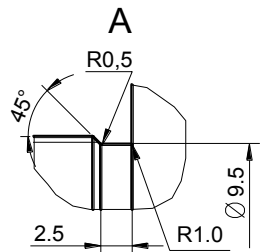
Обозначение центра	Конус Морзе	D	D ₁	D ₂ (8g)	L	R	a	d	d ₁	b	b ₁	t	Масса, кг
КТМ 1.18	2	30	17,780	M20x1,5	85	0,2	5	13	≈ 6,8	50	8	4	0,163
-01	3	40	23,825	M27x1,5	100	0,6	5	18	≈ 13,2	58	10	5	0,355
-02	3	60	23,825	M27x1,5	100	0,6	5	18	33,2	58	10	5	0,555
-03	4	80	31,267	M36x1,5	125	1,0	6,5	24	≈ 46,4	75	12	7	1,330
-04	4	100	31,267	M36x1,5	125	1,0	6,5	24	≈ 66,4	75	12	7	1,930

1. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002m
2. Центровые отверстия типа В по ГОСТ 14034-74

Центр КТМ 1.18 - 1.18.04
Сталь У10 ГОСТ 1435-74

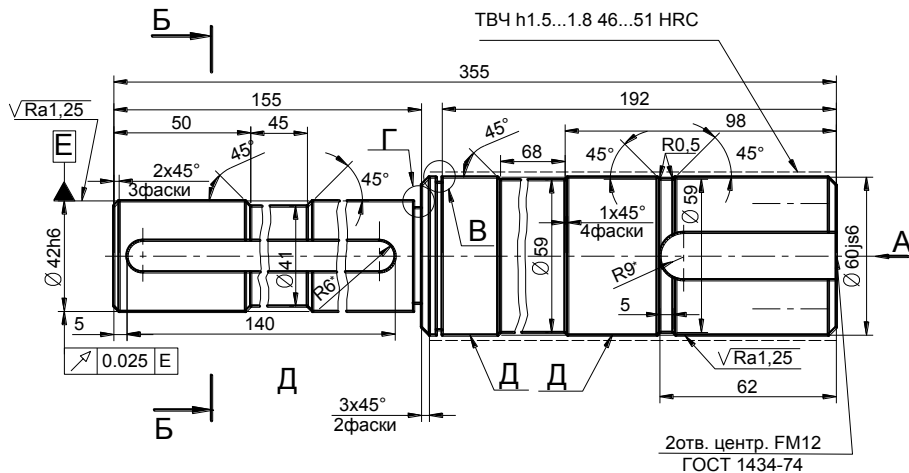


$\sqrt{Ra10(\nabla)}$

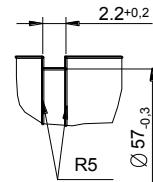


1. ГОСТ 30893.1-2002m
2. Покрытие: Хим. Окс. прм.
3. Маркировать обозначение на бирке

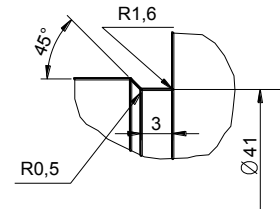
Ось КТМ 1.22
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 0.15 кг



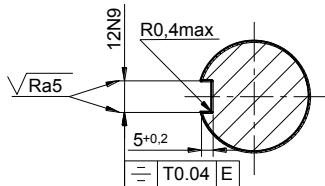
В(2:1)



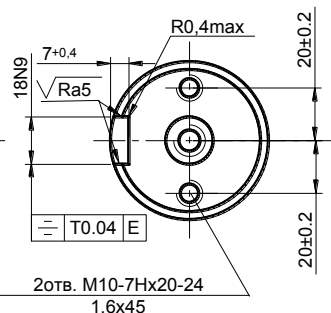
Г(2:1)



Б-Б

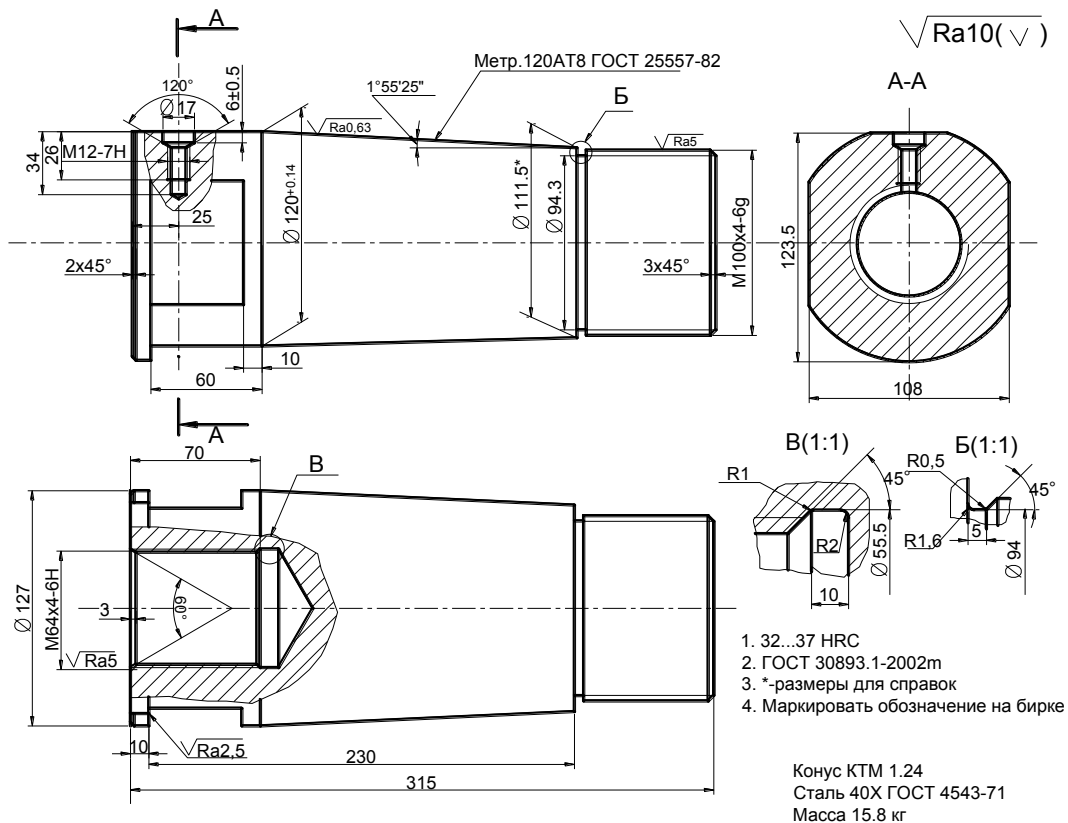


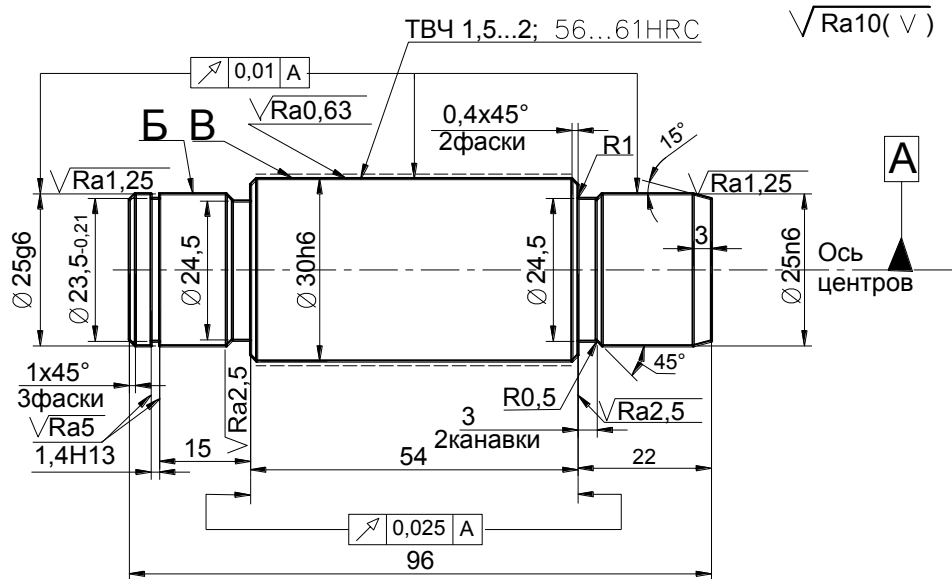
А



1. 217...269 НВ
2. * Размер для справок
3. ГОСТ 30893.1-2002m
4. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей Д - 0.01 мм
5. Маркировать обозначение на бирке

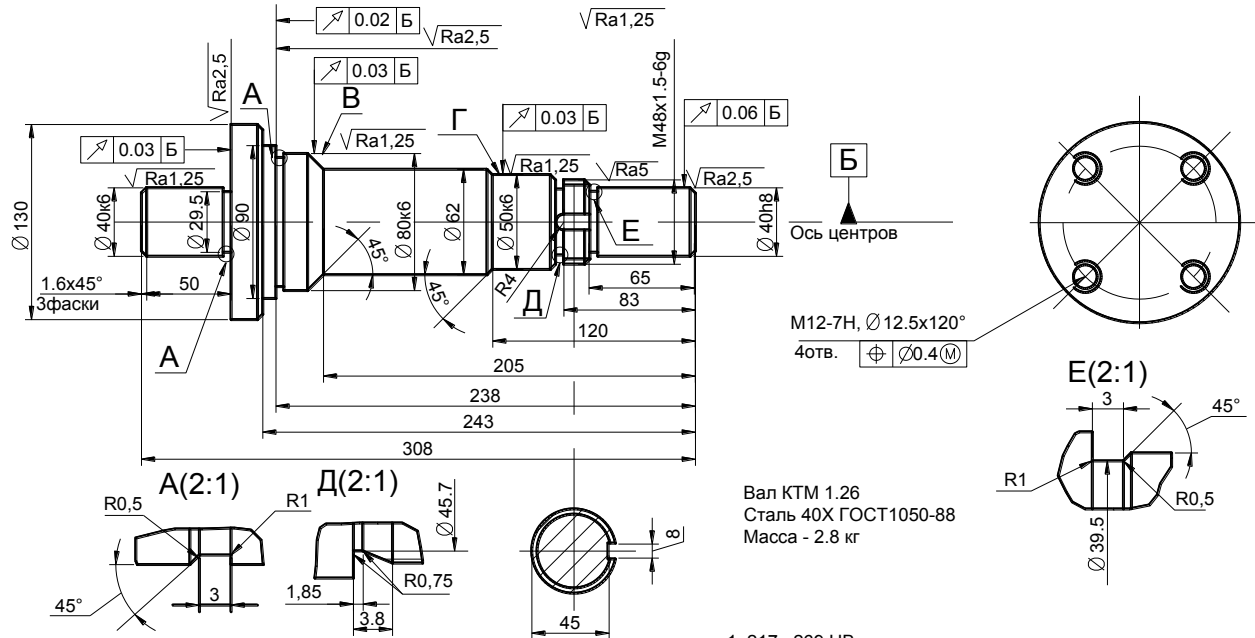
Вал КТМ 1.23
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Масса 6.1 кг



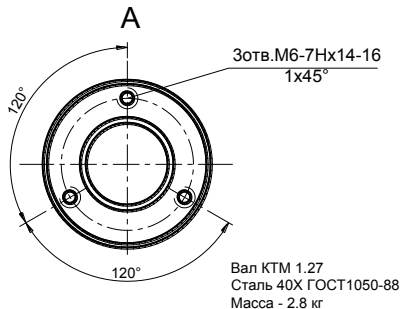
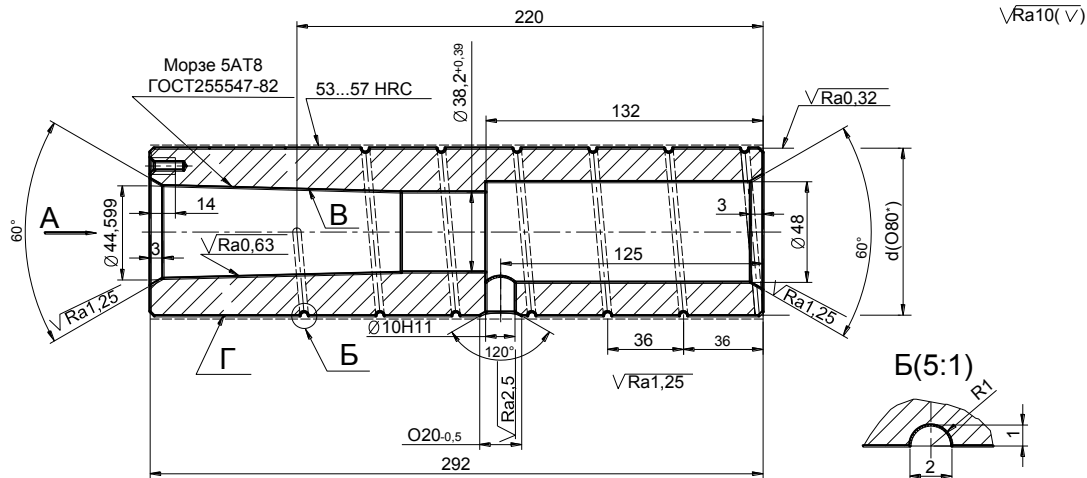


1. 241...285 НВ
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхностей Б и В - 0,007 мм
4. Маркировать обозначение на бирке

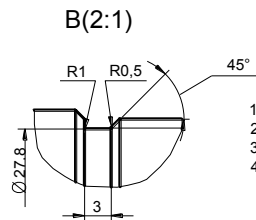
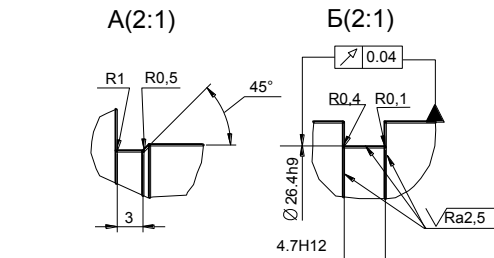
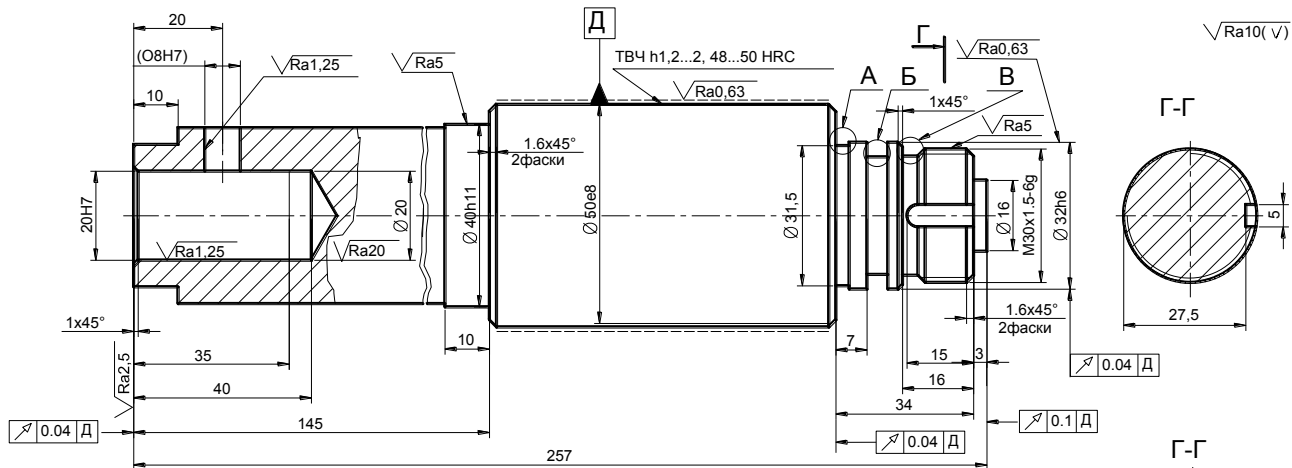
Ось КТМ 1.25
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 0,5 кг



- 1. 217...269 НВ
- 2. ГОСТ 30893.1-2002m
- 3. Допуск овальности и конусообразности поверхности В и Г - 0,008 мм (полуразность диаметров)



1. 241...285 НВ
2. * Размер для справок
3. Окончательный размер D определяется по замерам отверстия в сопрягаемой детали
4. Радиальное биение поверхности В относительно поверхности Г и торца 0,01 мм, на длине 200 мм -0,02 мм
5. Размер и шероховатость поверхности в скобках - после пригонки по сопрягаемой детали с зазором 0,006...0,008 мм. Овальность и конусообразность не более 0,002 мм
6. Конус Морзе 5 проверить калибром на краску. Прилегание должно быть не менее 85% боковой поверхности конуса
7. ГОСТ 30893.1-2002m
8. Маркировать обозначение на бирке
Пинопль КТМ 1.27 Сталь 40X ГОСТ 4543-71. Масса 8.1 кг

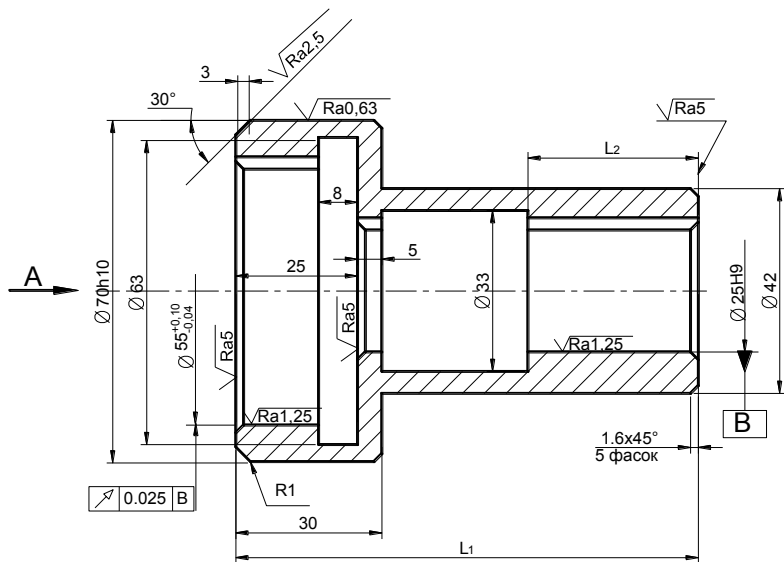


1. ГОСТ 30893.1-2002m
2. Размер в скобках - после сборки
3. Покрытие поверхности Д - Хтв. 24
4. Маркировать обозначение на бирке

Шток КТМ 1.28
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 2.5 кг

Приложение 5

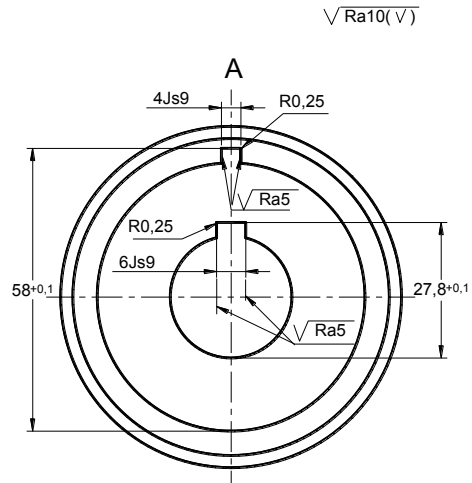
Втулки, фланцы, диски, цилиндр

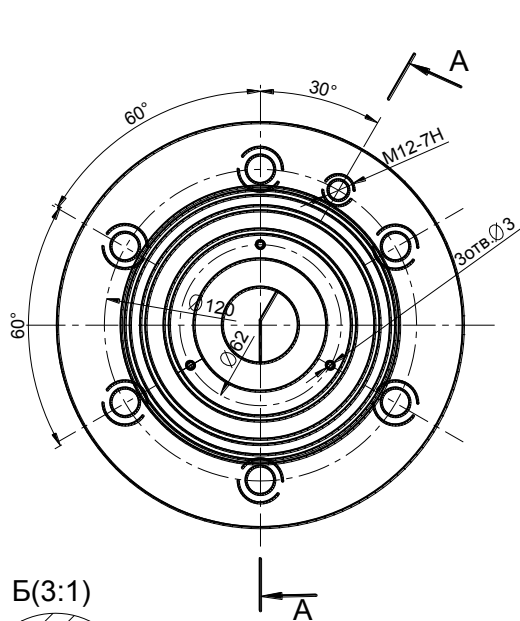
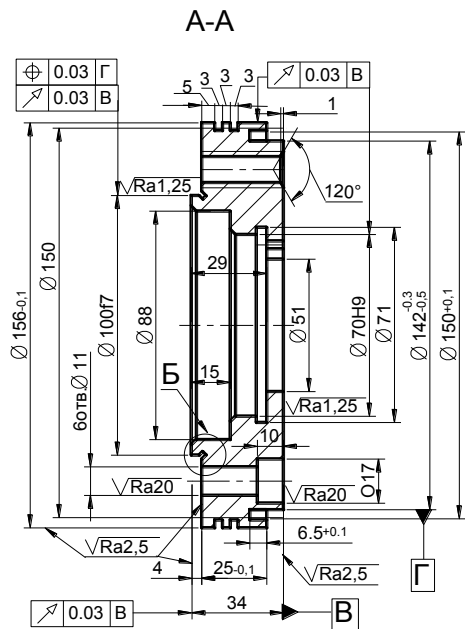


Обозначение	L ₁ , мм	L ₂ , мм	м, кг
КТМ 2.02	95	35	0.74
КТМ 2.02.01	70	10	0.56

1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002м
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

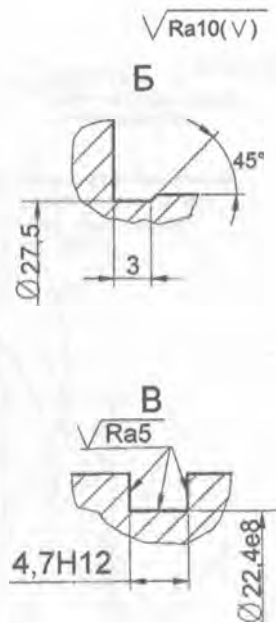
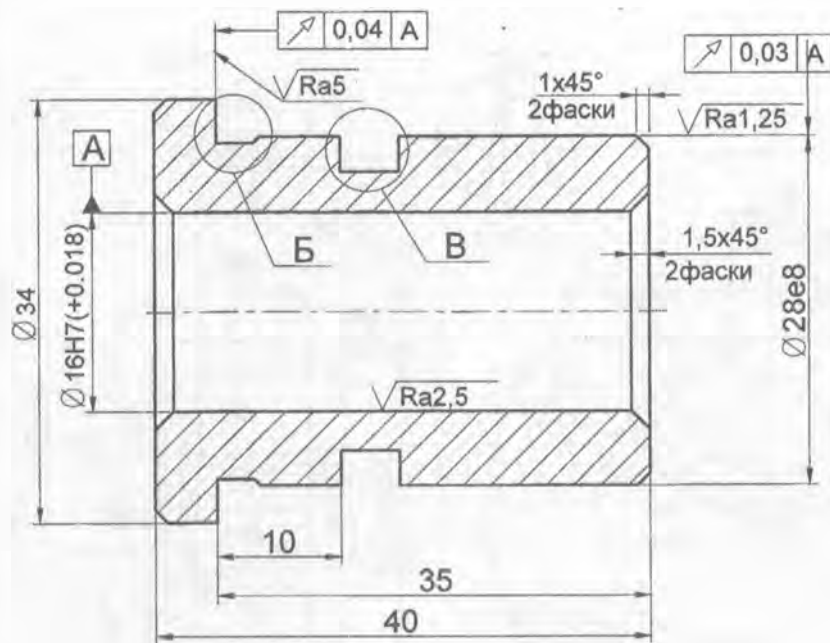
Муфта соединительная КТМ 2.02
Сталь 45 ГОСТ 1050-88





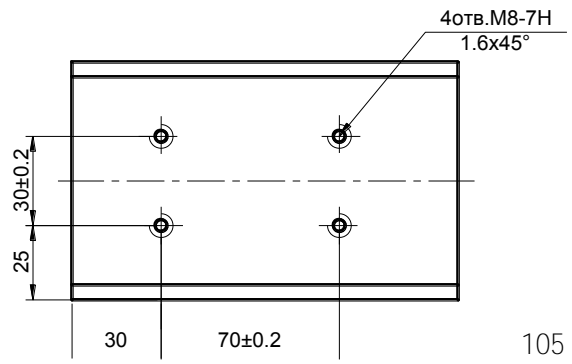
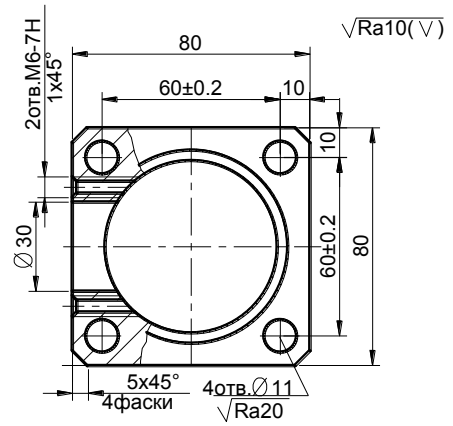
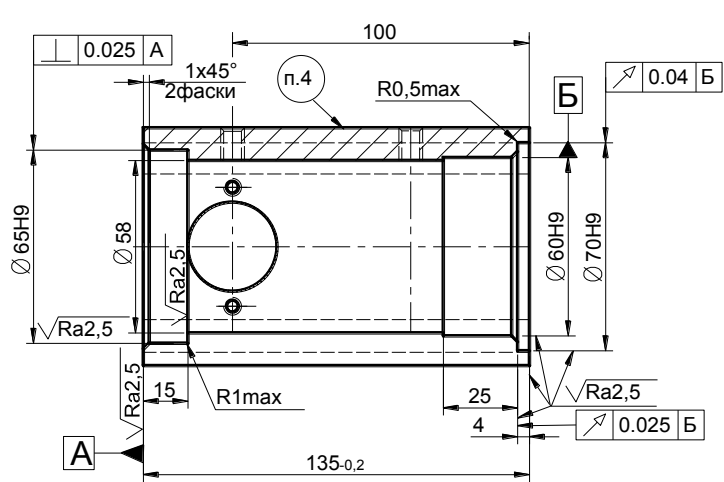
1. 241...285 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. окс. прм.
4. Маркировать: обозначение на бирке

Планшайба КТМ 2.03
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 2,9 кг



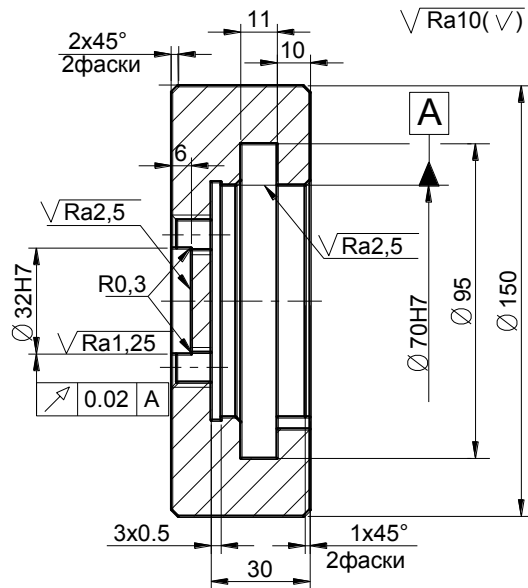
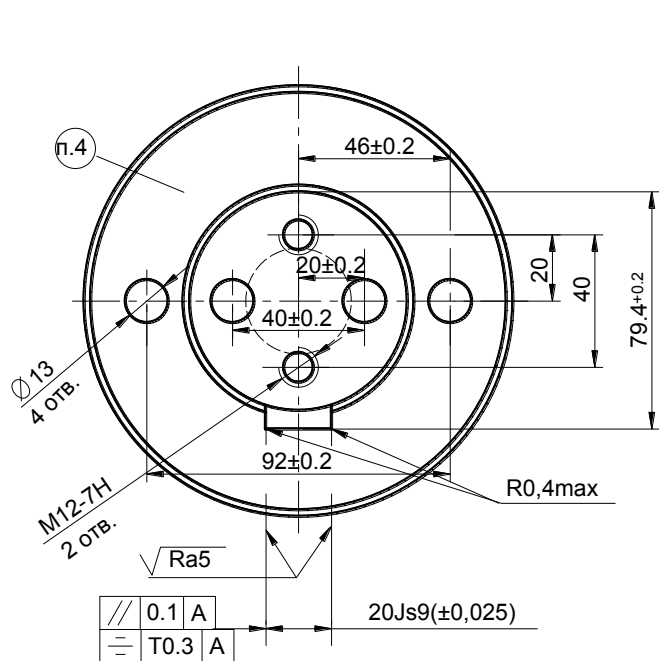
1. 40...56HRC
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать обозначение на бирке

Втулка КТМ 2.05
 Сталь 45 ГОСТ1050-71
 Масса 0,15 кг



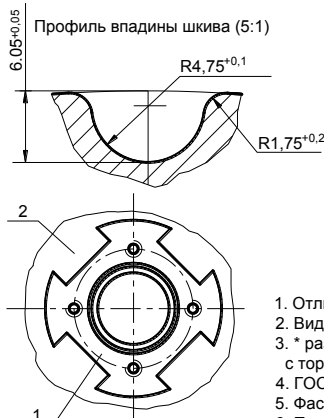
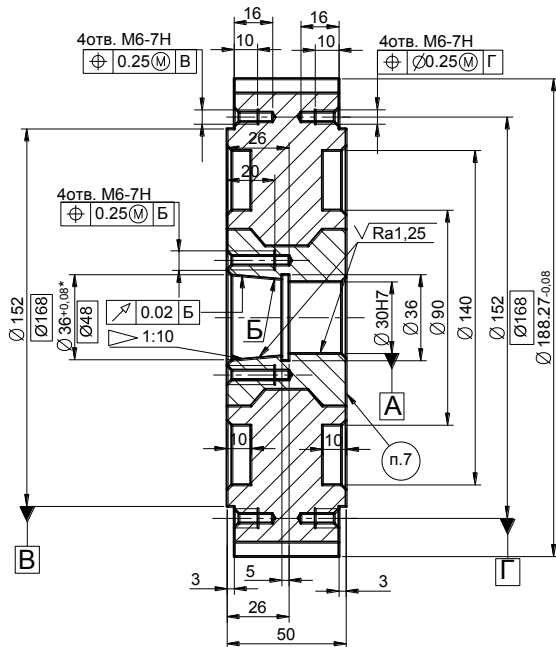
1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие:Хим. окс. прм.
4. Маркировать обозначение

Фланец КТМ 2.06
 Сталь 45 ГОСТ 1055-88
 Масса 3 кг



1. 241...285 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие хим. окс. прм.
4. Маркировать

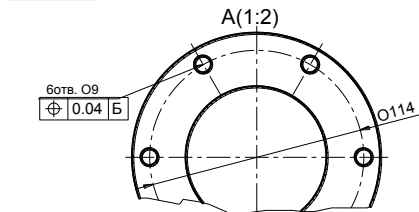
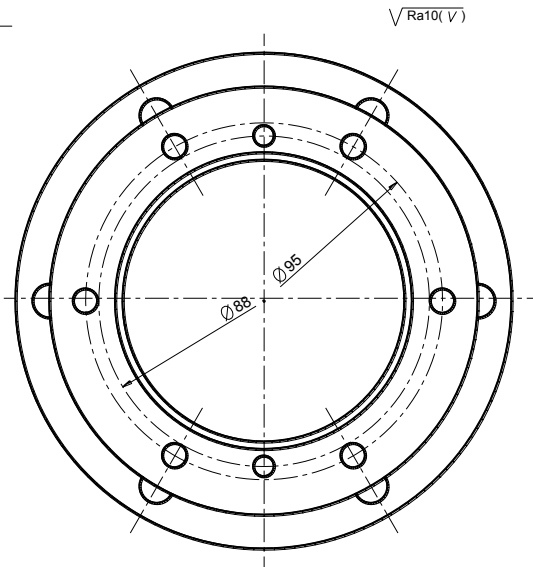
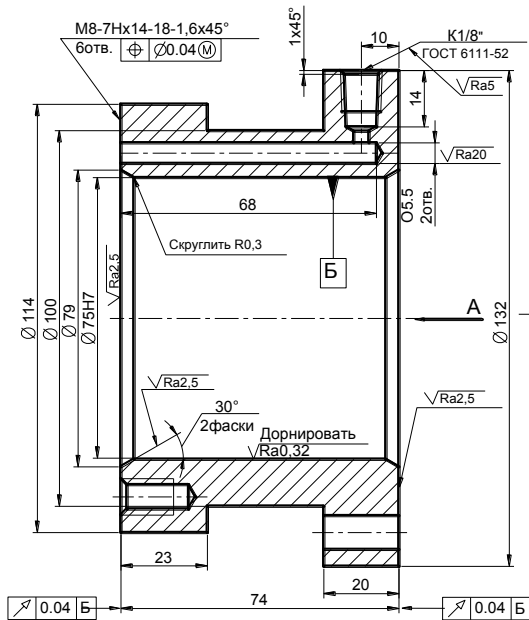
Диск КТМ 2.07
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 2.5 кг



		$\sqrt{Ra10(\sqrt{V})}$	
Модуль	m	5	
Число зубьев	Z	38	
Диаметр делительной окружности	d	190	
Окружной шаг по средней линии зубьев	ρ_t	15.064	
Отклонение шага	$f_{\rho,t}$	± 0.030	
Накопленная погрешность шага	F_{pr}	0.080	
Допуск на погрешность направления зуба	F_{ρ}	0.025	

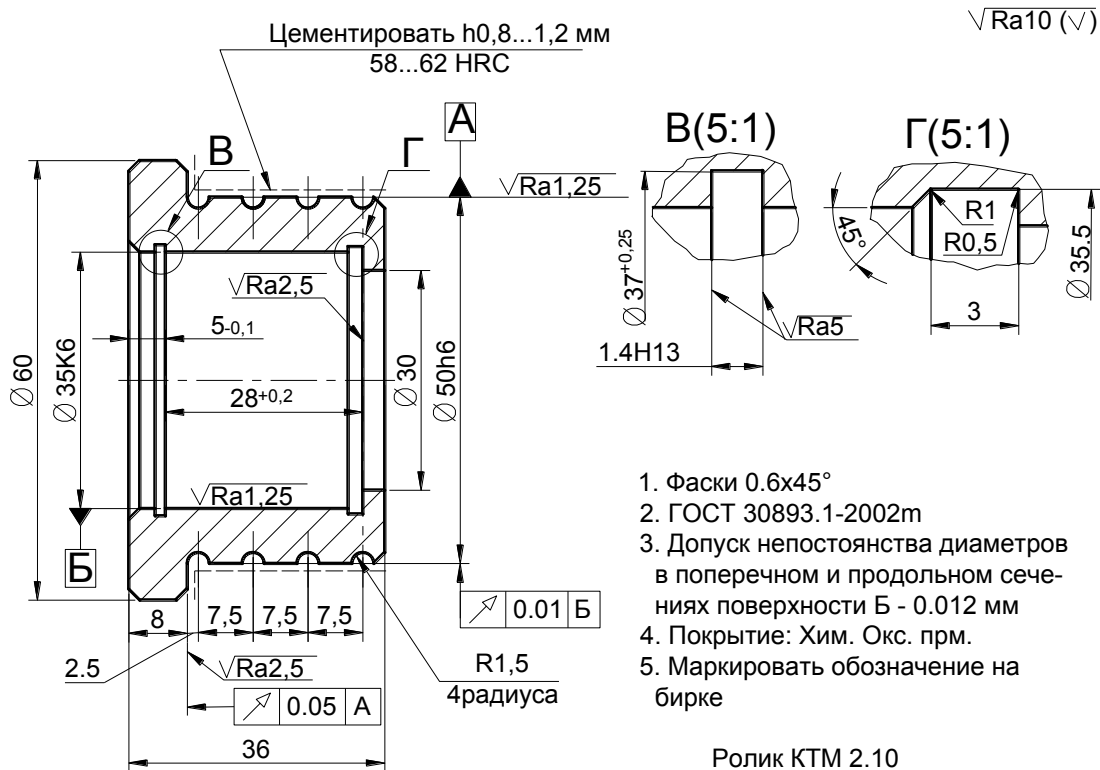
1. Отливка 11-0-0-12 ГОСТ 26645-85
2. Вид отливки - легкая
3. * размер до пересеченич линии конуса с торцем
4. ГОСТ 30893.1-2002m
5. Фаски 0,6x45°
6. Пятно контакта на поверхности конуса Б при проверке калибром по краске, нанесенной слоем 0.003...0.005 мм, не менее 85% поверхности конуса
7. Маркировать

Шкив КТМ 2.08 СБ
 Масса 5.0 кг

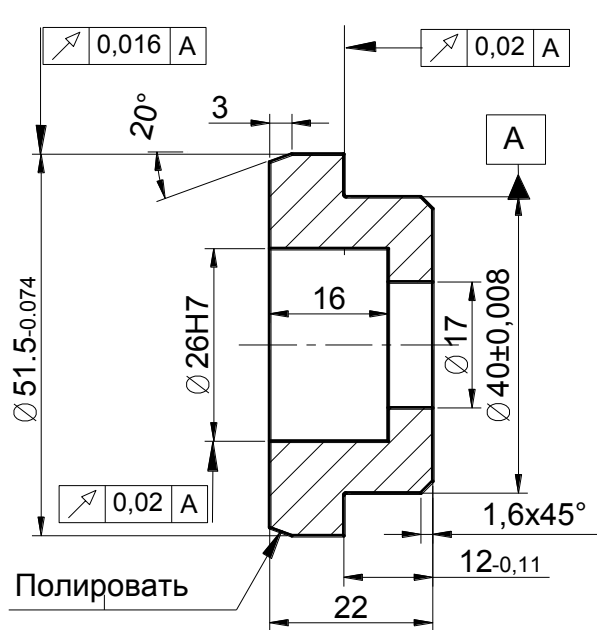


1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск конусообразности, овальности и бочкообразности поверхности Б 0,02 мм (полуразность диаметров)
4. Покрытие: Хим. окс. прм.
5. Маркировать обозначение на бирке

Гильза КТМ 2.09
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 3,2 кг

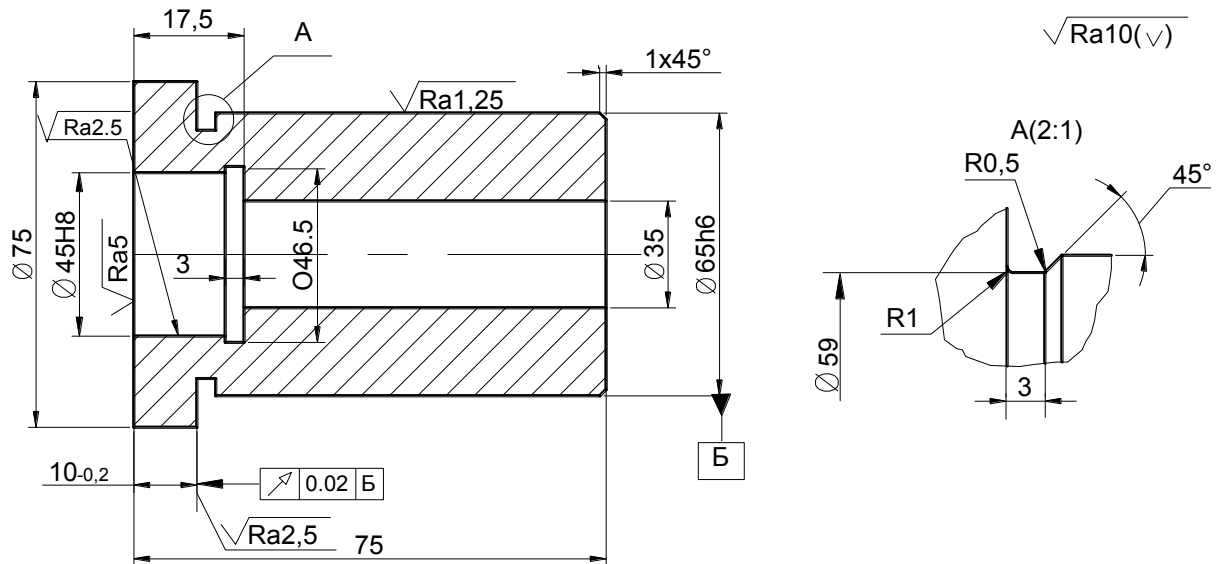


Ролик КТМ 2.10
Сталь 20Х ГОСТ 4543-71
Масса 0.4 кг



1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.2-2002mk
3. Маркировать обозначение на бирке

Втулка КТМ 2.13
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 0,058 кг



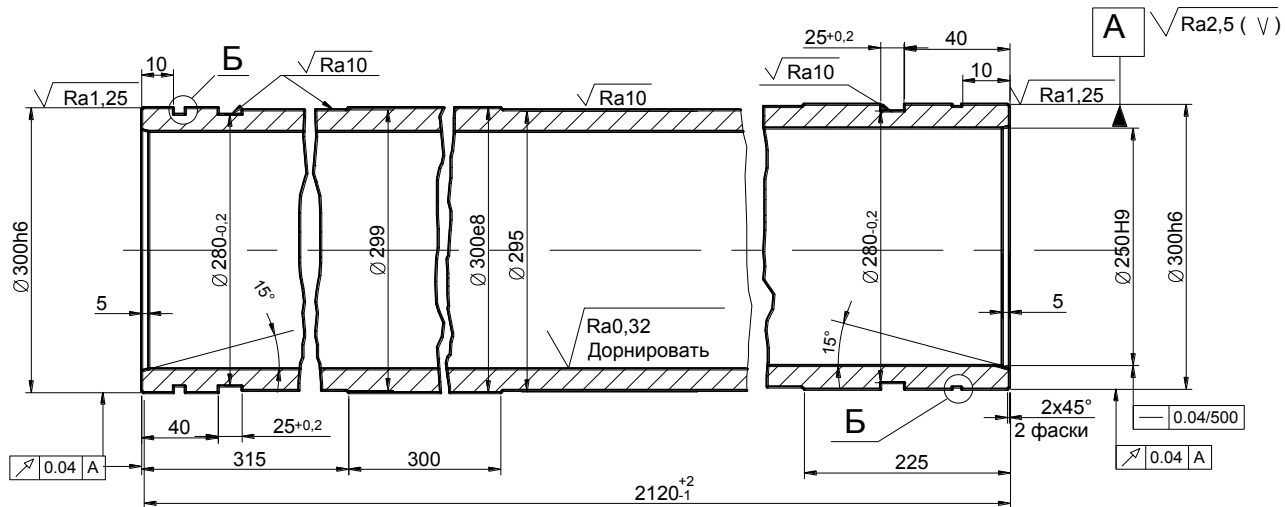
1. 241...285 HB

2. Общие допуски по ГОСТ
30893.1-2002m

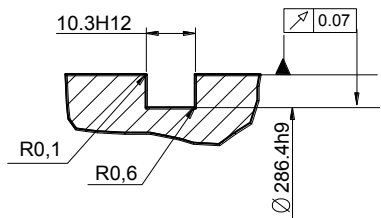
Втулка КТМ 2.14

Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Масса 0,62 кг



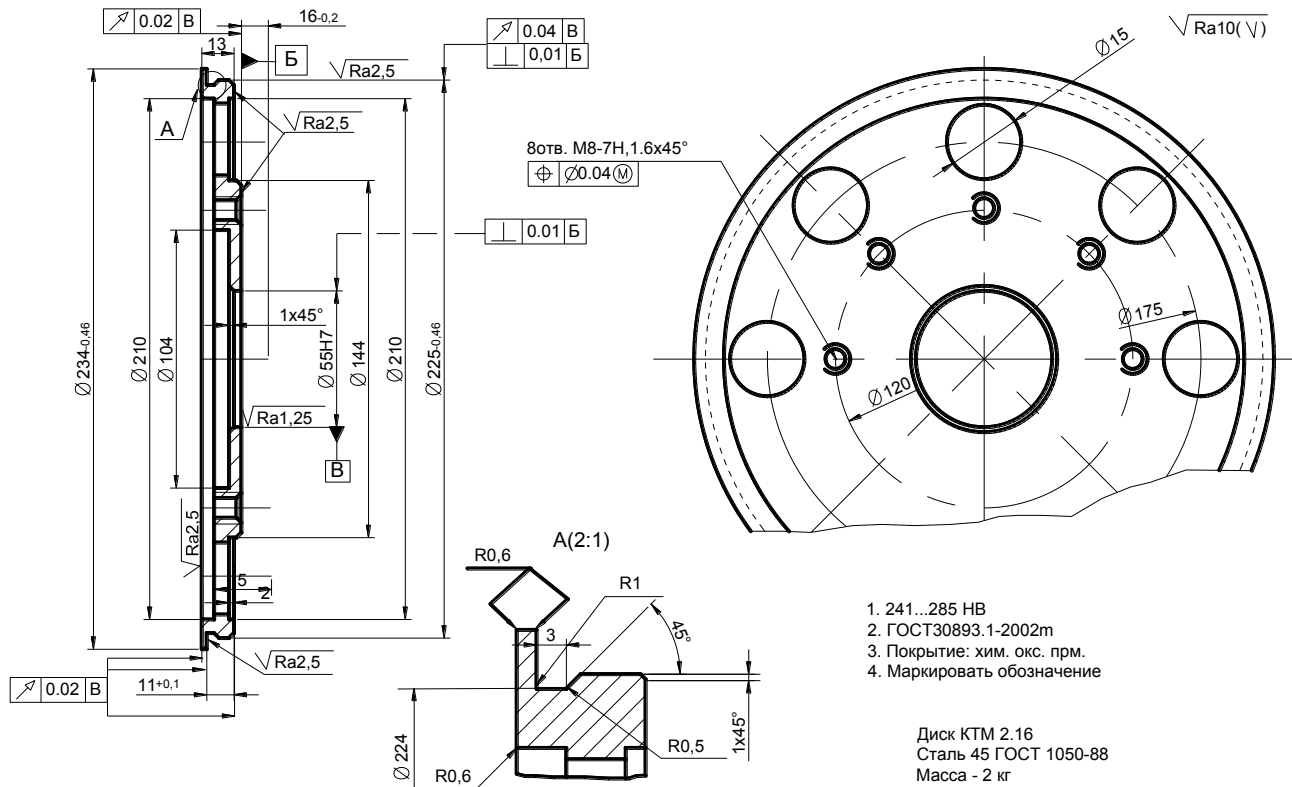
Б(1:1)

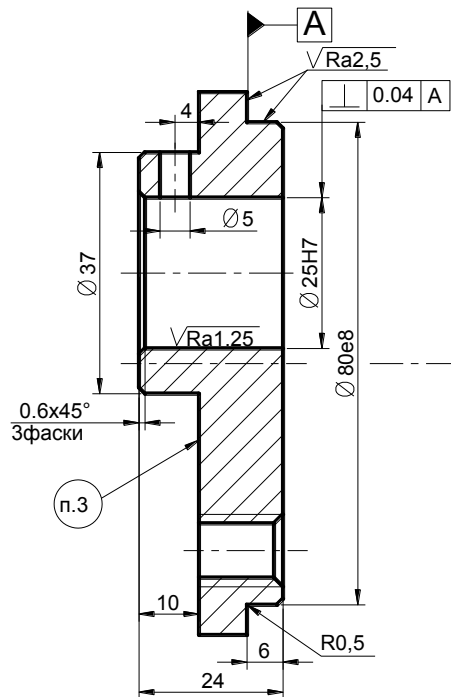


1. ГОСТ 30893.1-2002m
2. Допуск овальности, конусообразности и бочкообразности поверхности А (полуразность диаметров) - 0.025 мм
3. Маркировать обозначение

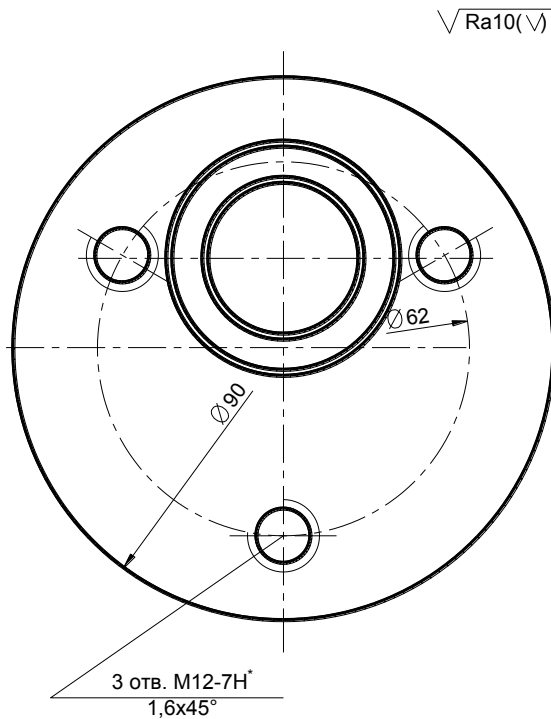
Гильза КТМ 2.15 Труба
 Масса - 345 кг

325x50 ГОСТ8752-78
 В45 ГОСТ8731-74

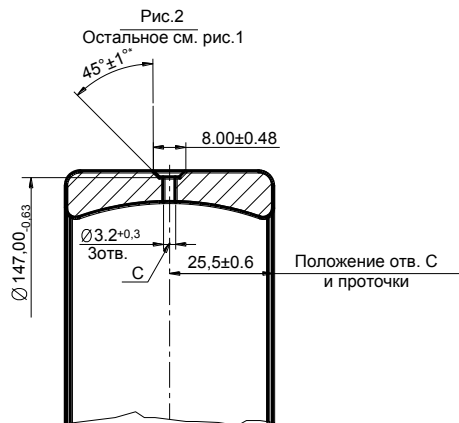
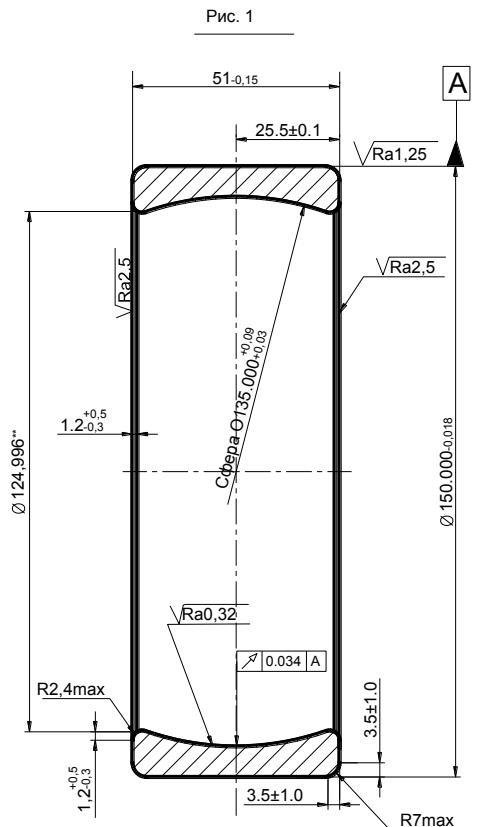




1. 241...285 НВ
2. * обработать по сопрягаемой детали
3. Покрытие: Хим. окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке



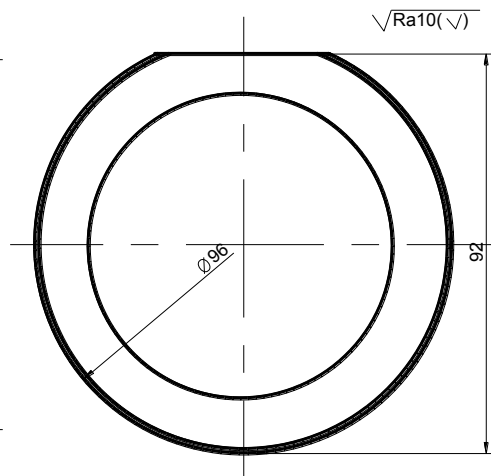
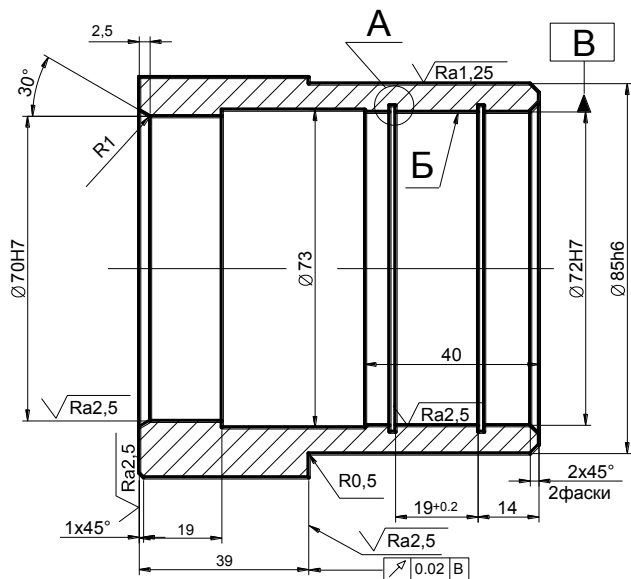
Диск эксцентриковый КТМ 2.17
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0.5 кг



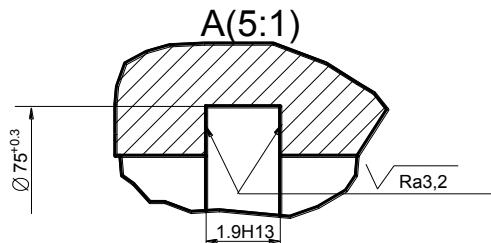
1. 62...66 HRC
2. Непостоянство дорожки качения не более 0.014 мм
3. Разность диаметра сферы в среднем сечении и диагонального размера ±0.01 мм
4. Угловое смещение отверстий C от номинального положения ±2°
5. * Размеры обеспечивают инструментом
6. ** Размер для справок
7. Допускается изготовление немонтажных фасок под углом 45°
8. Остальные технические требования по ГОСТ 520-71

Кольцо наружное КТМ 2.18
Сталь ШХ 15 ГОСТ 801-78
Масса 1.56 кг

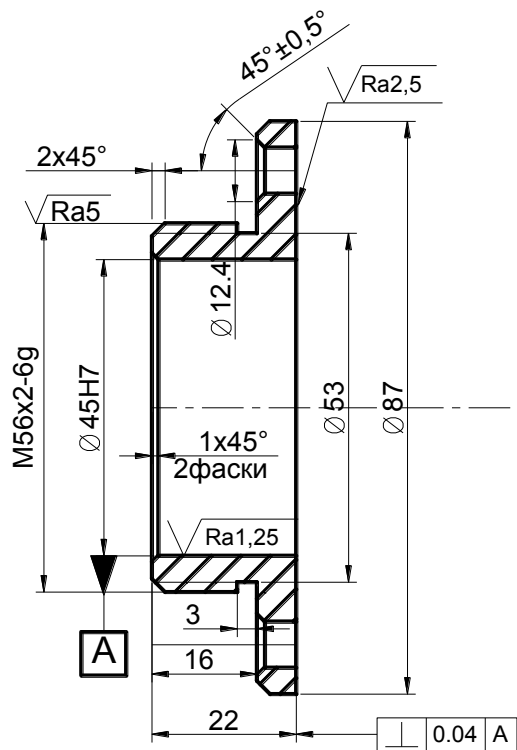
$\sqrt{Ra5 (V)}$



1. 217...229 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхности Б - 0.016 мм
4. Покрытие: Хим. Окс. прм.

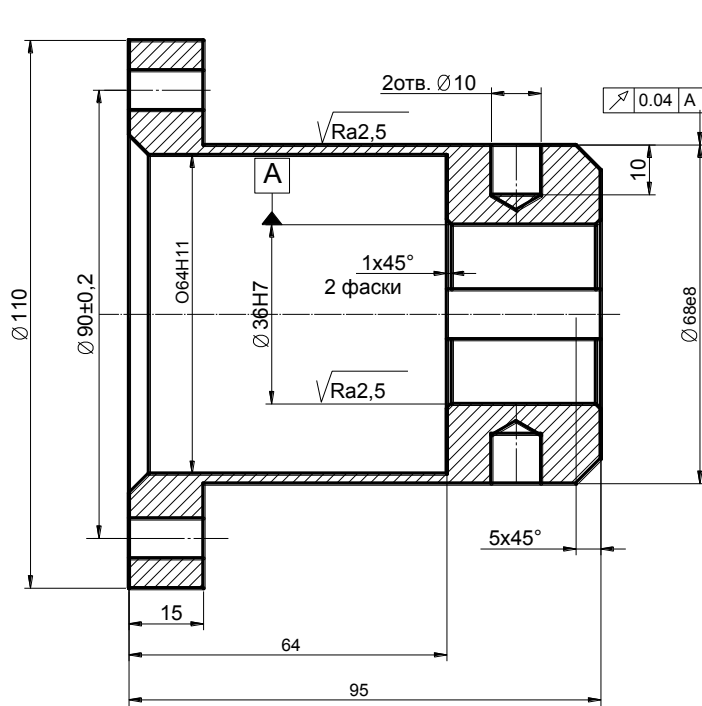


Фланец КТМ 2.19
 Материал сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 1.6 кг

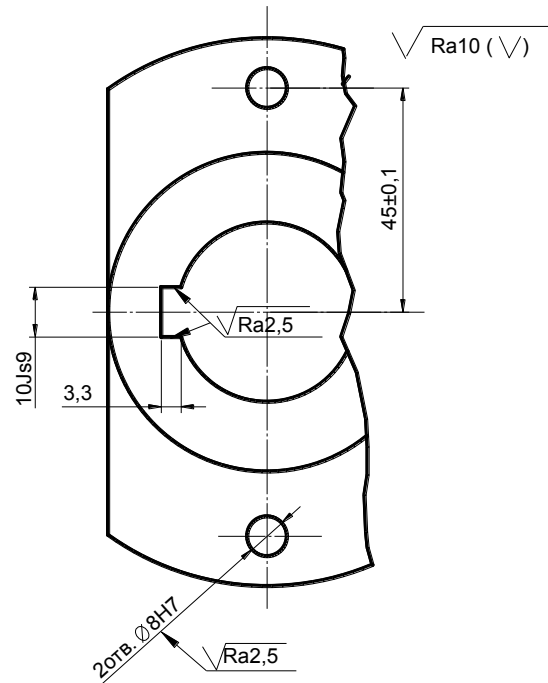


1. 241...285 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. ОКС. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

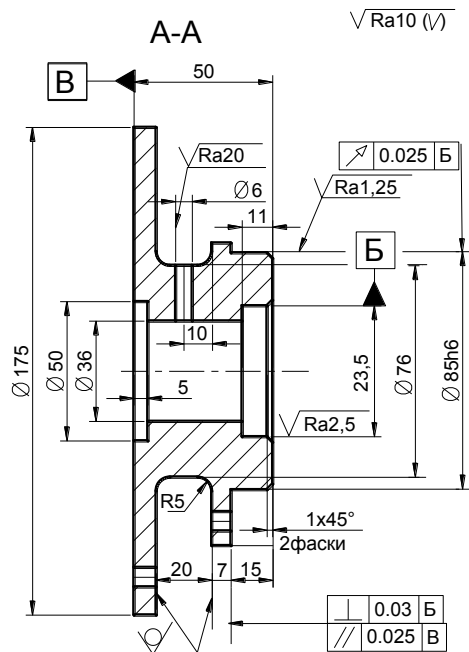
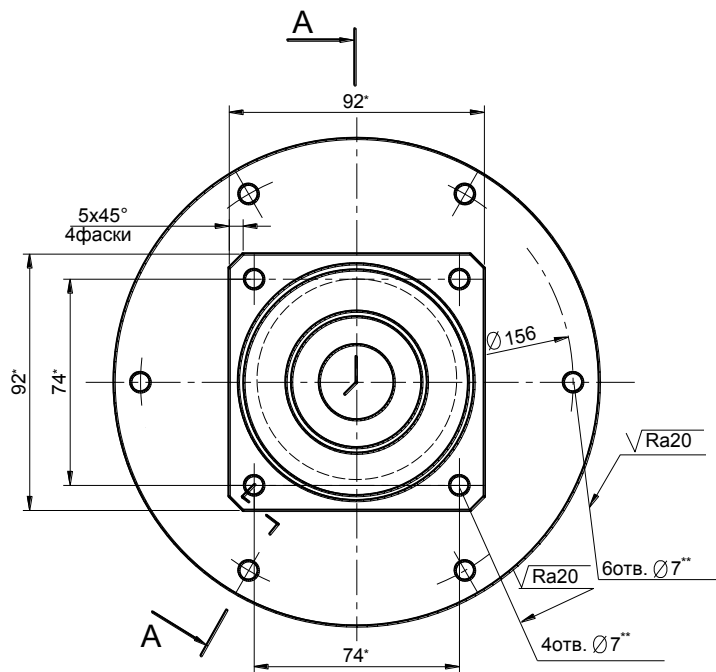
Стакан КТМ 2.20
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0.13 кг



1. 241...285HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

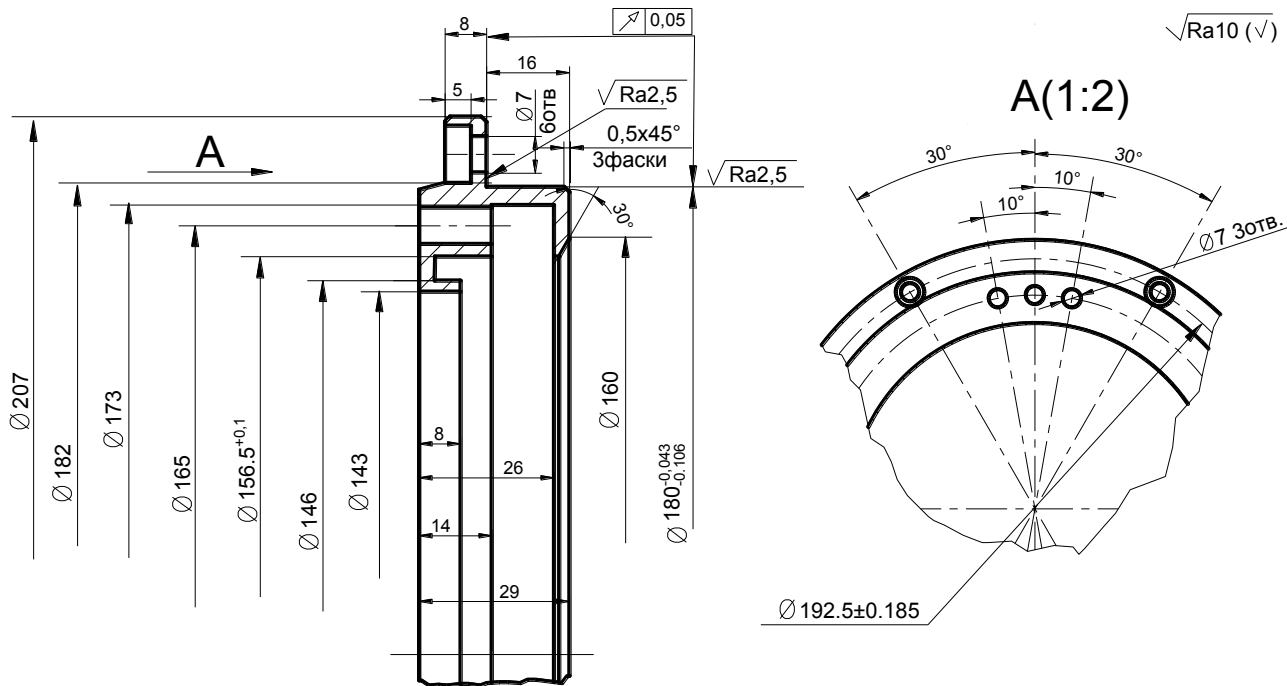


Стакан КТМ 2.21
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0.15 кг



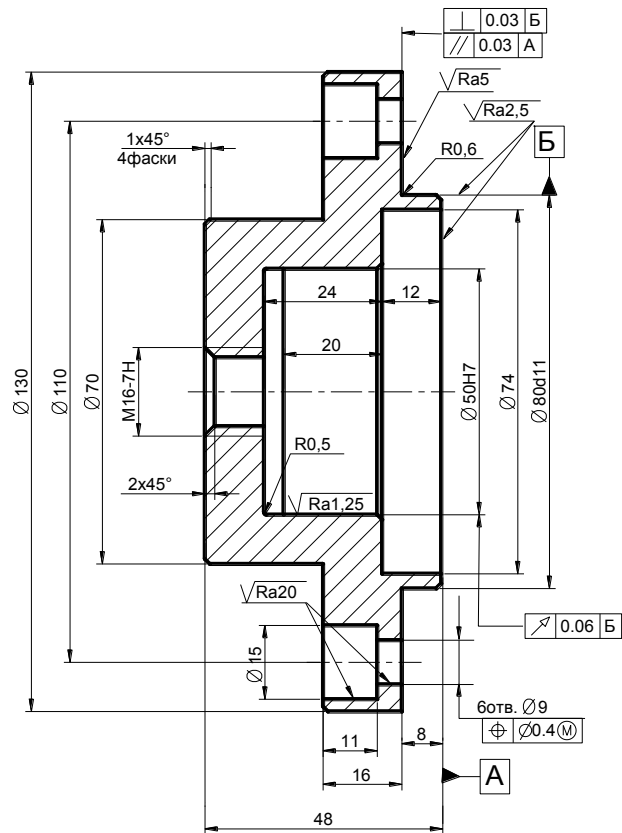
1. Отливка 3 класса, группы "а", вид отливки
- легкая, точность отливки 13Т-5-17-14 ГОСТ 26645-85
2. * Размеры для справок
3. ** Обработать по сопрягаемой детали
4. ГОСТ 30893.1-2002m
5. Мапркировать обозначение на бирке

Фланец КТМ 2.23
Чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85
Масса - 1.97 кг



1. 217...285 НВ
2. Общие допуски ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. окс. прм.

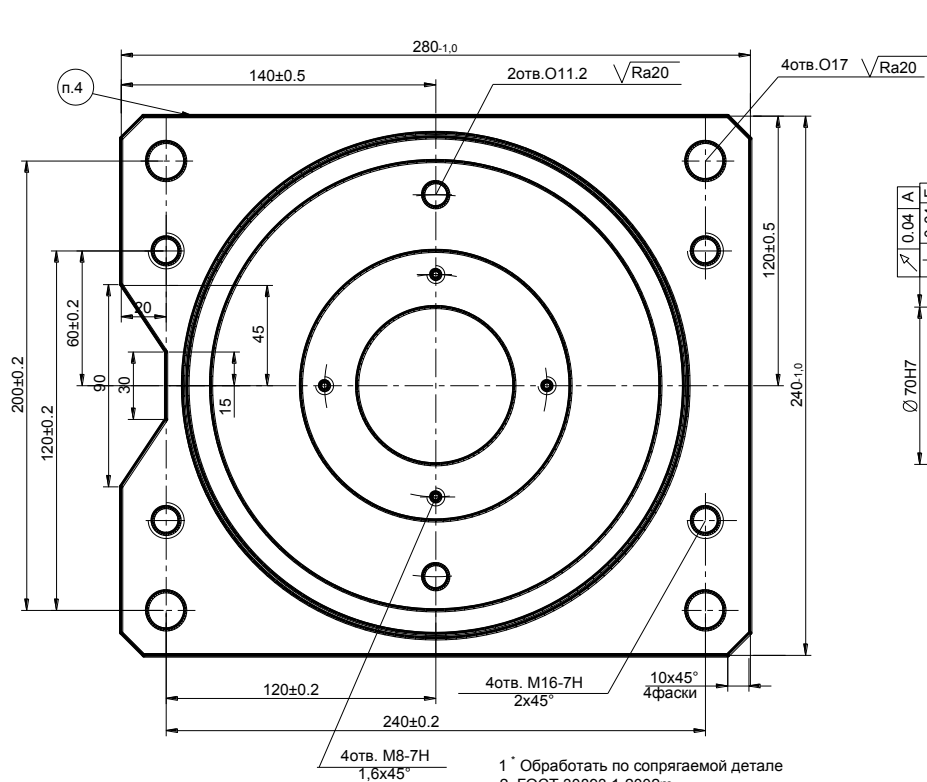
Фланец КТМ 2.24
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0,8 кг



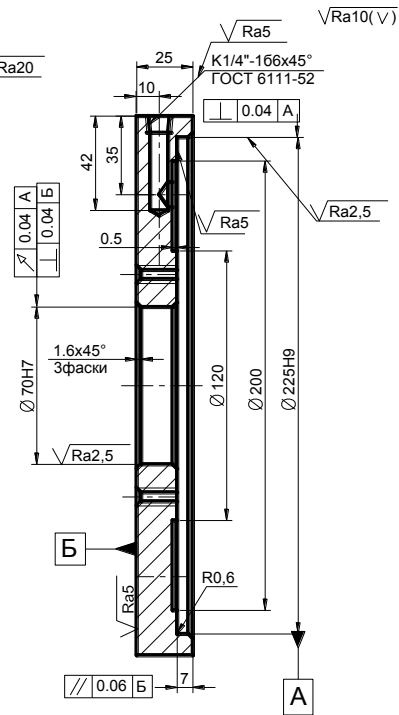
$\sqrt{Ra10(\sqrt)}$

1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

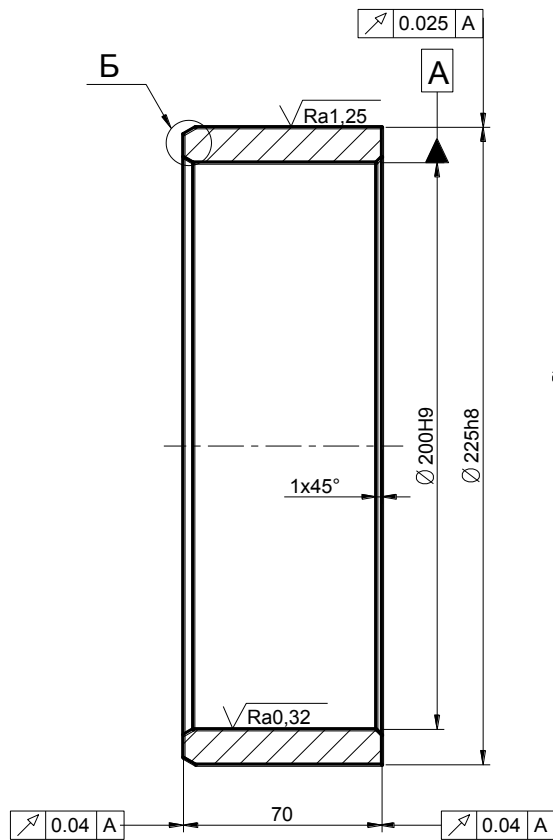
Крышка КТМ 2.25
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 1.5 кг



- 1 * Обработать по сопрягаемой детали
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
- 4 Маркировать обозначение



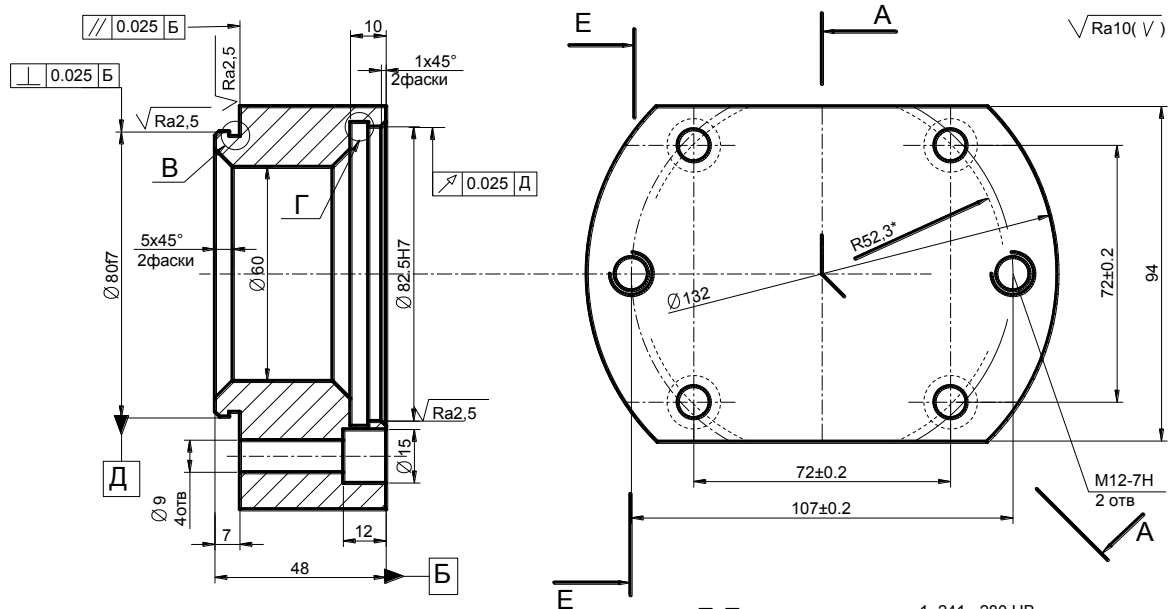
Крышка КТМ 2.26
 Сталь Ст.3 ГОСТ 380-94
 Масса 9.5 кг.



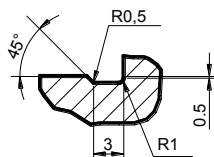
$\sqrt{Ra2,5}$ (V)

1. 32...42HRC
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие поверхности А Хтв. 24
4. Маркировать обозначение на бирке

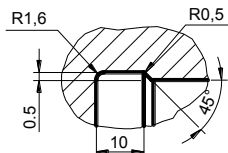
Гильза КТМ 2.28
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 4.6 кг



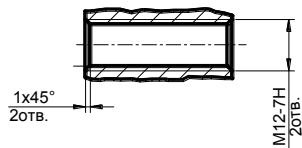
В (2:1)



Г (2:1)

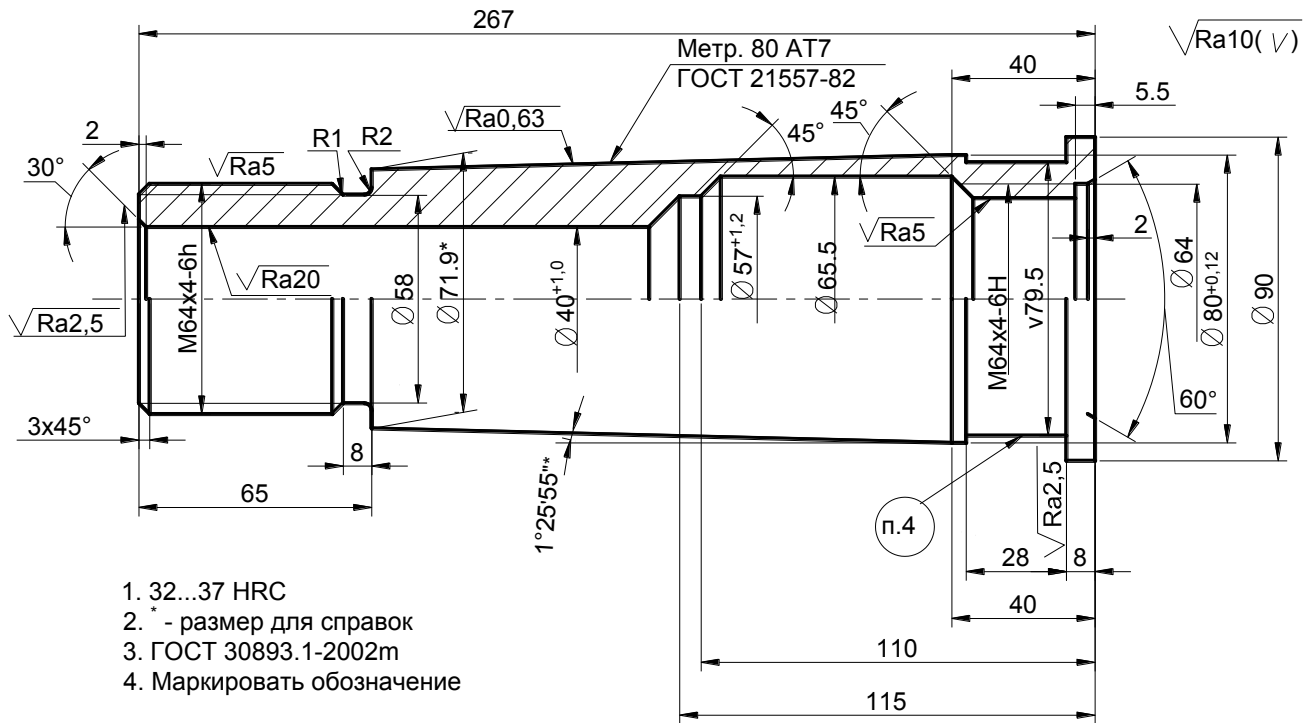


E-E



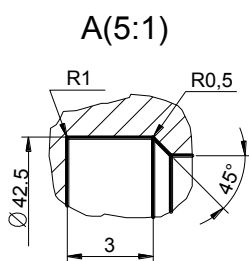
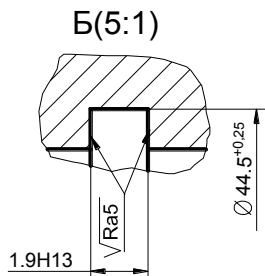
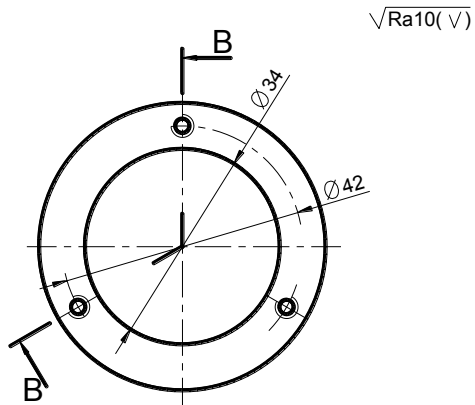
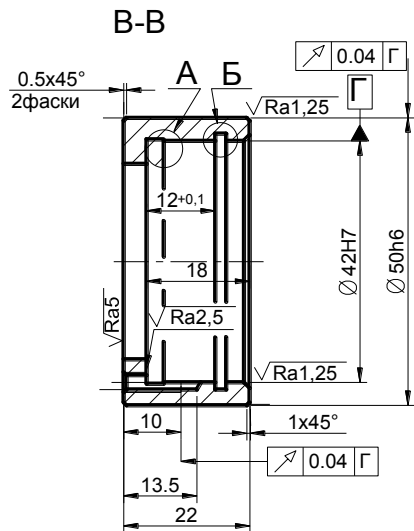
1. 241...280 НВ
2. Общие допуски ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие:хим. окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

Фланец КТМ 2.29
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Маса - 0,5 кг



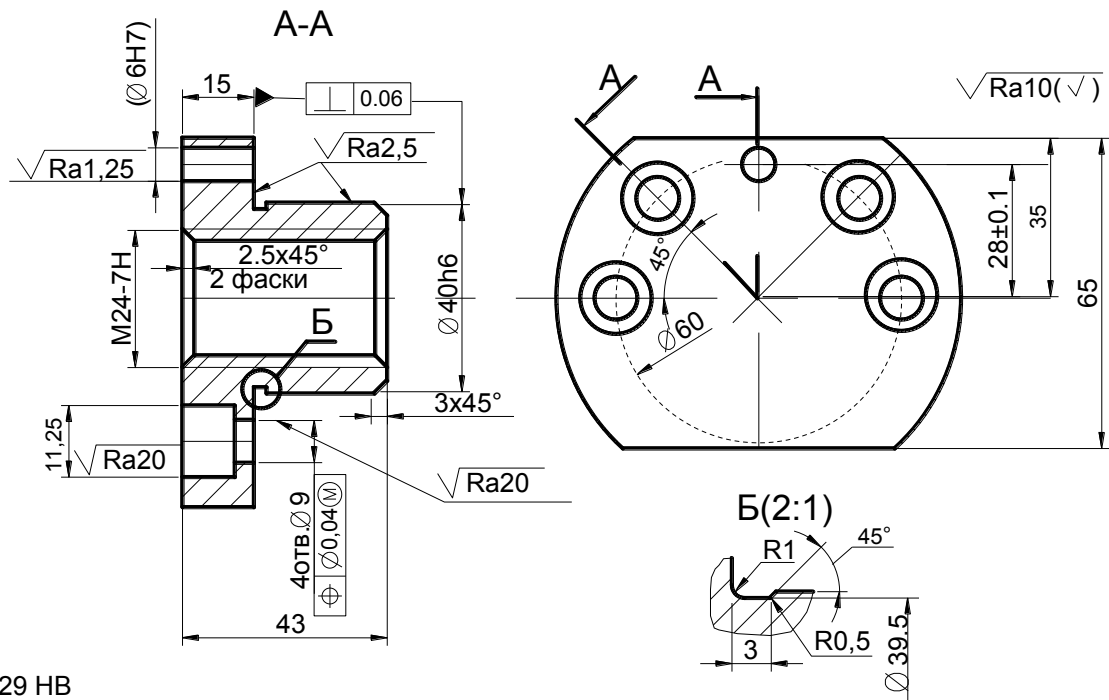
1. 32...37 HRC
2. * - размер для справок
3. ГОСТ 30893.1-2002m
4. Маркировать обозначение

Переходник для шпоночных патронов КТМ 2.30
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 5 кг



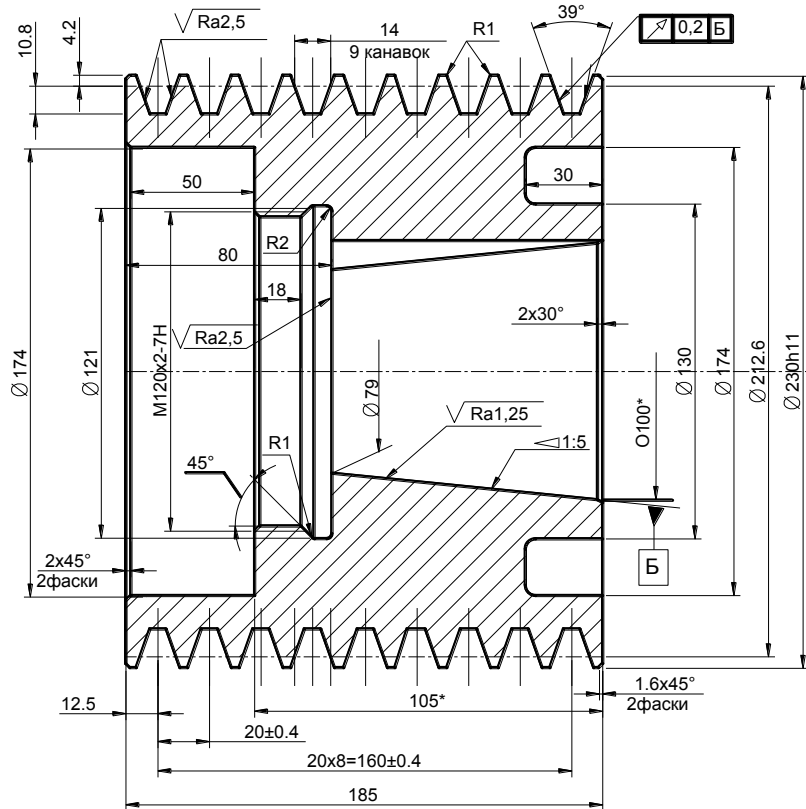
1. 241...285 НВ
2. *Размер для справок
3. **Обработать по сопряженной детали
4. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхности $\Gamma - 0.01$ мм
5. ГОСТ 30893.1-2002m
6. Покрытие: Хим. окс. прм.
7. Маркировать обозначение на бирке

Ролик КТМ 2.31
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0.12 кг

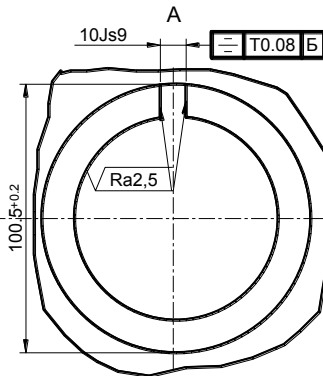


1. 217...229 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Размер в скобках - после сборки
4. Покрытие: хим. окс. прм.
5. Маркировать обозначение на бирке

Гайка КТМ 2.33
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 0.58 кг

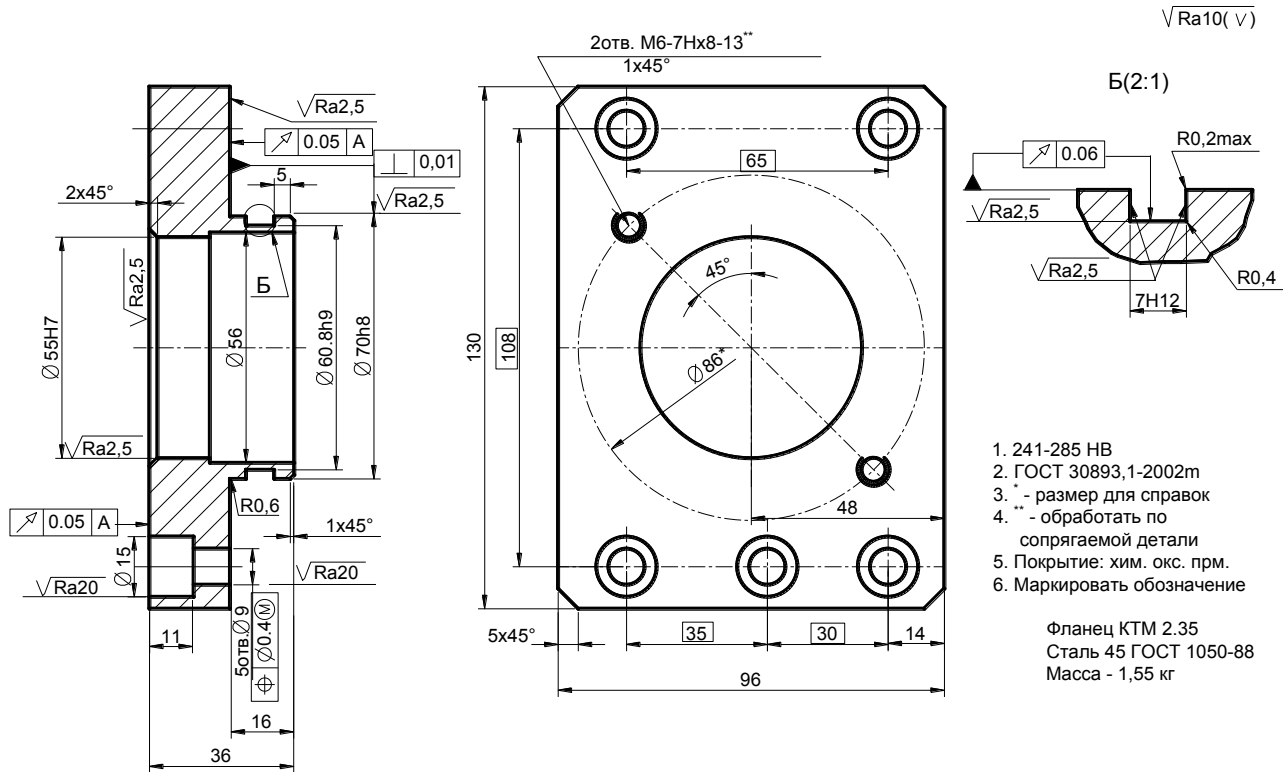


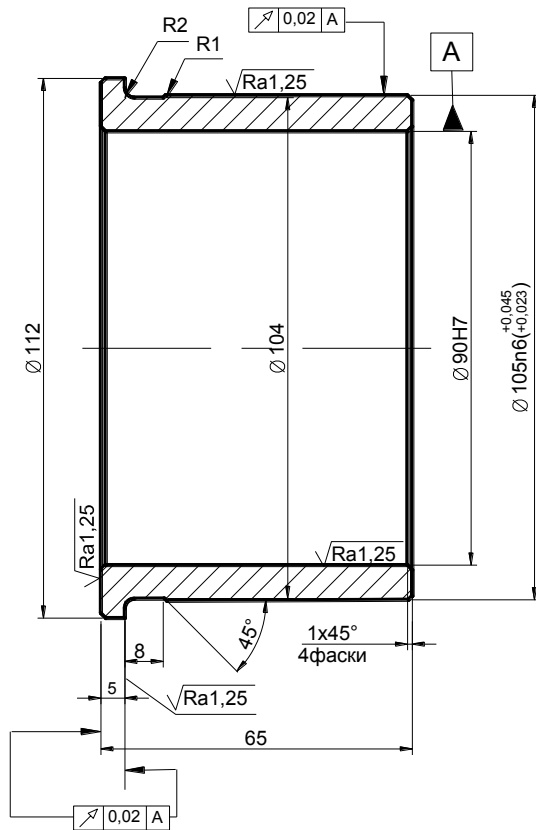
√Ra10(√)



1. 241...285 НВ
2. Требования к отливке по СТП 21-2-95:
отливка 3 класса группы "а";
точность отливки - 13Т-5-17-14
ГОСТ 26645-85
3. Допустимый дисбаланс - 3 гм
4. ГОСТ 30893.1-2002м
5. Маркировать обозначение на бирке

Шкив КТМ 2.34
СЧ 15 ГОСТ 1412-85
Масса - 8,6 кг





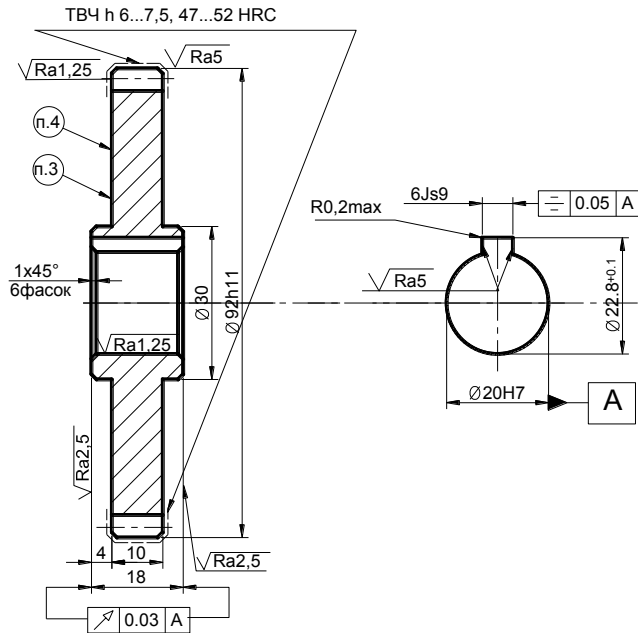
$\sqrt{Ra20 (V)}$

1. 32...42 HRC
2. Общие допуски ГОСТ30893.1-2002m

Втулка КТМ 2.36
Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Приложение 6

Зубчатые колеса

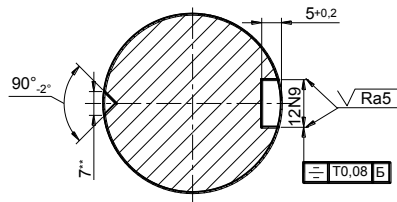
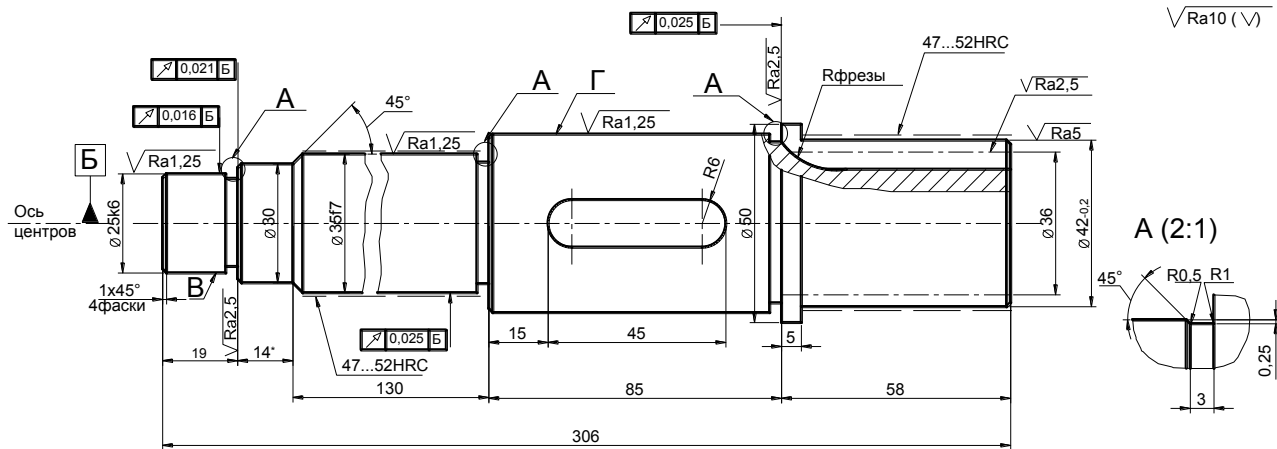


$\sqrt{Ra10}$ (V)

Модуль	m	2	
Число зубьев	z	44	
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ3755-81	
Коэффициент смещения	x	0	
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B	
Длина общей нормали	W	$27.8_{-0,191}^{+0,121}$	
Допуск на колебание длины общей нормали	F _w	0.028	
Допуск на колебание измерительного меж-центрового расстояния	За оборот колеса	F _L	0.063
	На одном зубе	f _L	0.028
Допуск на направление зуба	F _?	0.018	
Делительный диаметр	d	88	
Обозначение чертежа сопряженного колеса	MH62-01.30.214		

1. 217...269 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать обозначение
4. Клеймить

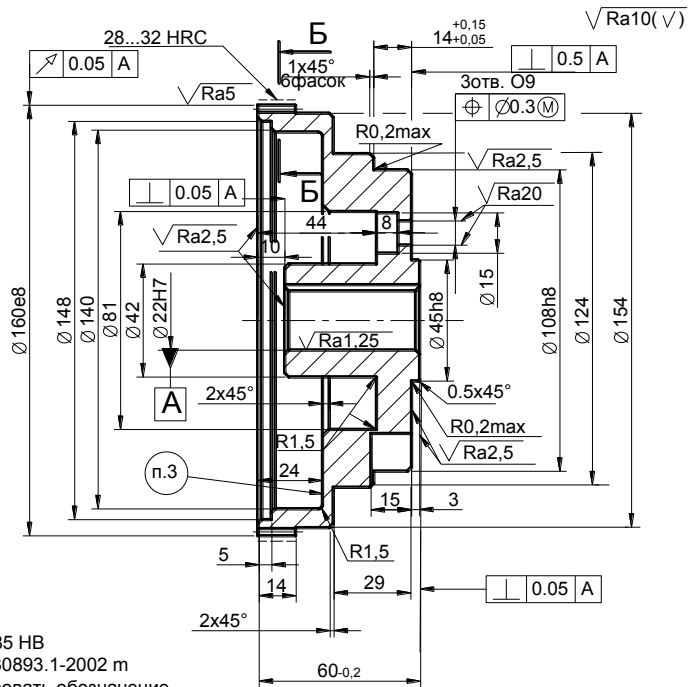
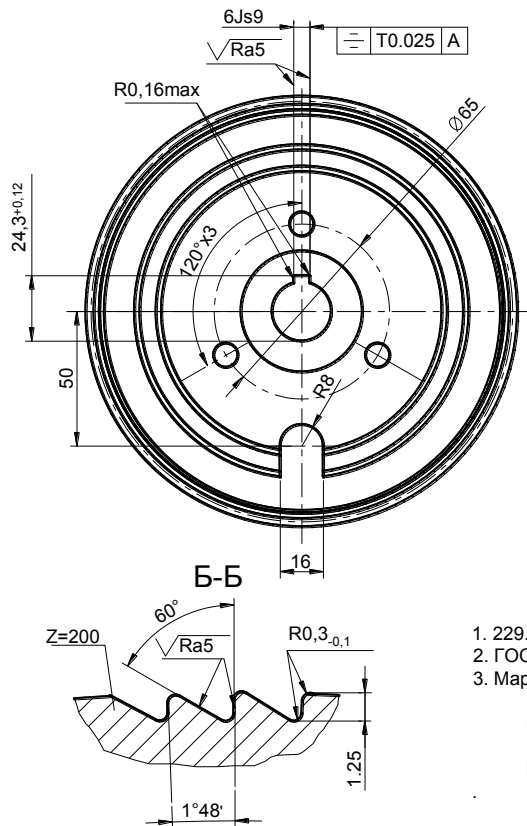
Колесо зубчатое КТМ 3.01
 Сталь 40X ГОСТ 4543-71
 Масса - 0.47 кг



1. 229...285 HB
2. * Размеры для справок
3. ** Обработать по сопряженной детали
4. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхности В не более 0,008 мм
5. ГОСТ 30893.1-2002m
6. Маркировать обозначение на бирке

Вал-шестерня КТМ 3.02
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 1,4 кг

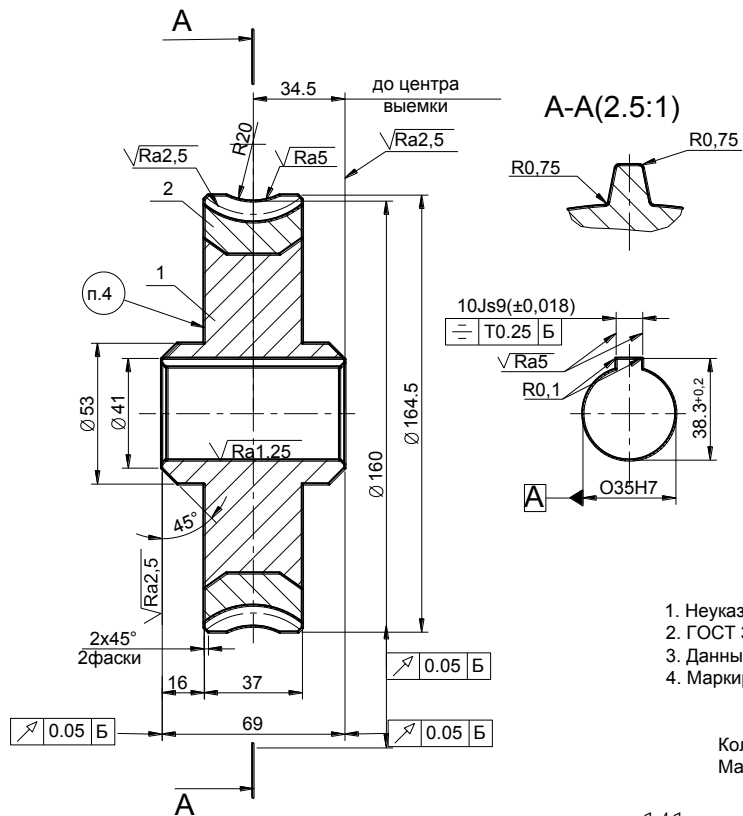
Модуль	m 3
Число зубьев	z 12
Нормальный исходный - контур	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x
Степень точности - по ГОСТ 1643-81	8-B
Длина общей нормали	W 13.789 ^{0,111} _{-0,181}
Делительный диаметр	d 36
Обозначение чертежа сопряженного колеса	



1. 229...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002 м
3. Маркировать обозначение

Колесо храповое КТМ 3.03
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 2.5 кг

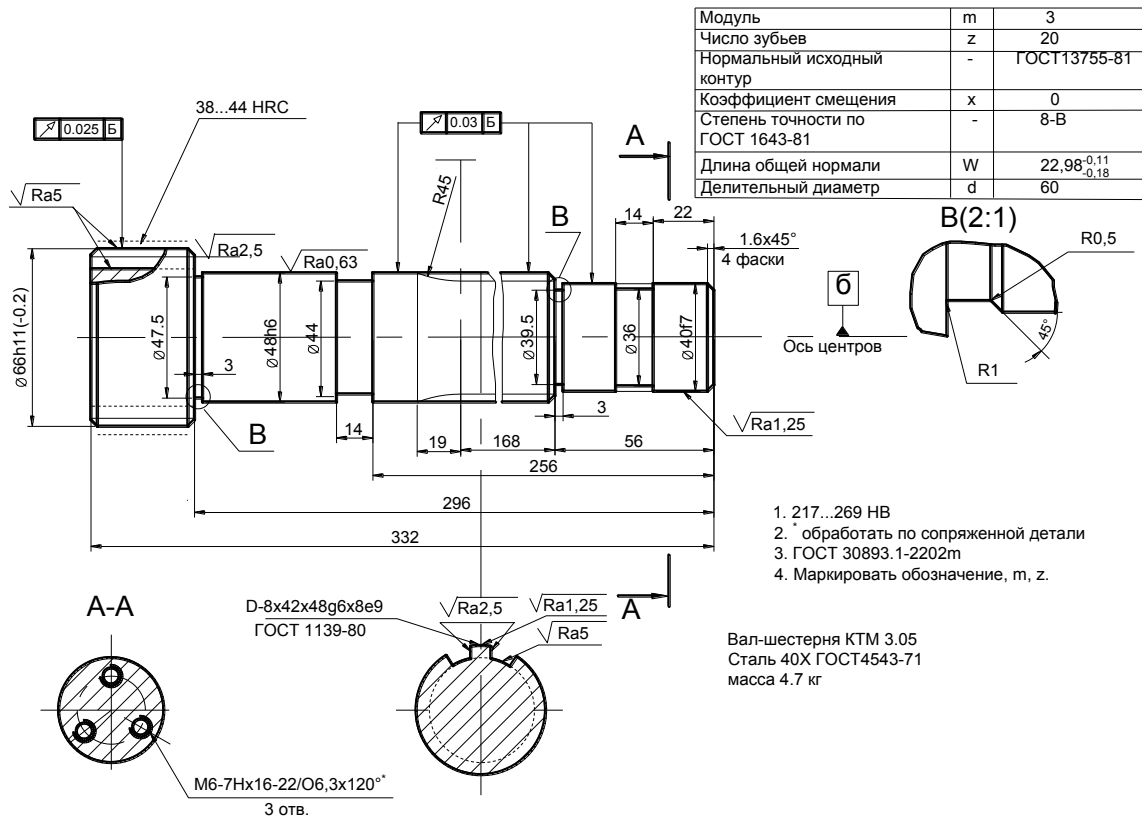
$\sqrt{Ra10}$ (v)

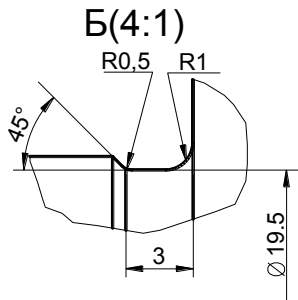
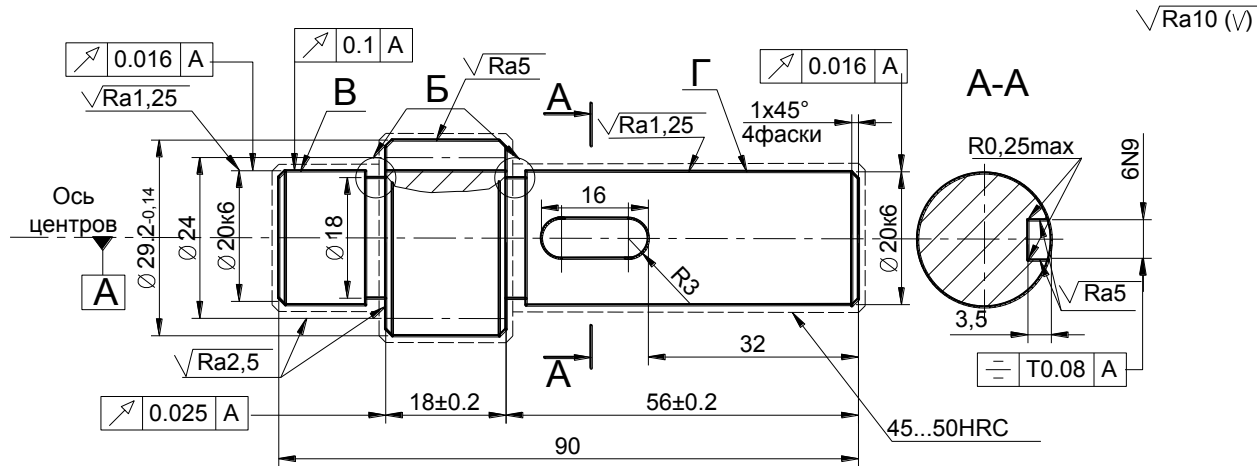


Модуль	m	2,5
Число зубьев	Z_2	62
Направление линии зуба	-	левое
Коэффициент смещения червяка	X	0
Исходный производящий червяк	-	ГОСТ 1903-81
Степень точности по ГОСТ 3675-81	-	7-B
Межосевое расстояние	d_w	$100 \pm 0,038$
Делительный диаметр червячного колеса	d_2	155
Вид сопряженного червяка	-	ZN2
Число витков сопряженного червяка	Z_1	1
Делительный угол подъема сопряженного червяка	γ	$3^\circ 10' 47''$

1. Неуказанные фаски 1.6x45°
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Данные для контроля по нормам точности по ГОСТ 3675-81
4. Маркировать СМ1736ФЗС-063.501 m $\times Z_2=2,5 \times 62:35H7$

Колесо червячное КТМ 3.04 СБ
 Масса 6.7 кг



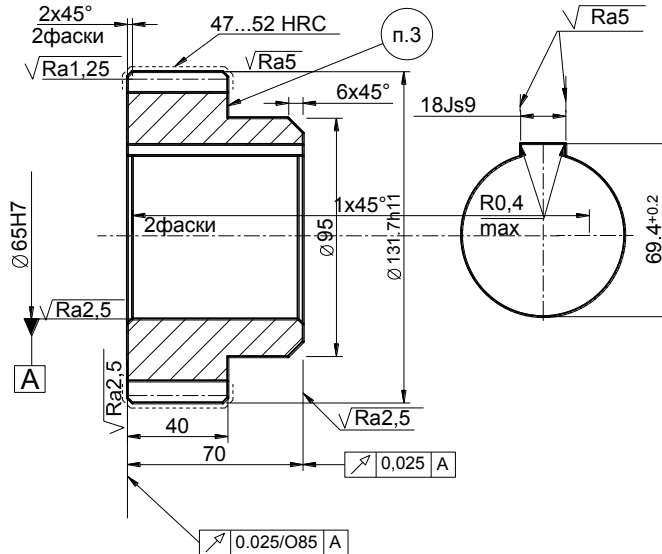


- 229...285 Нв
- ГОСТ 30893.1-2002m
- Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхностей В и Г - 0.007 мм
- Маркировать обозначение на бирке

Вал-шестерня КТМ 3.06
 Сталь 40X Гост 4543-71
 Масса - 0.35 кг

143

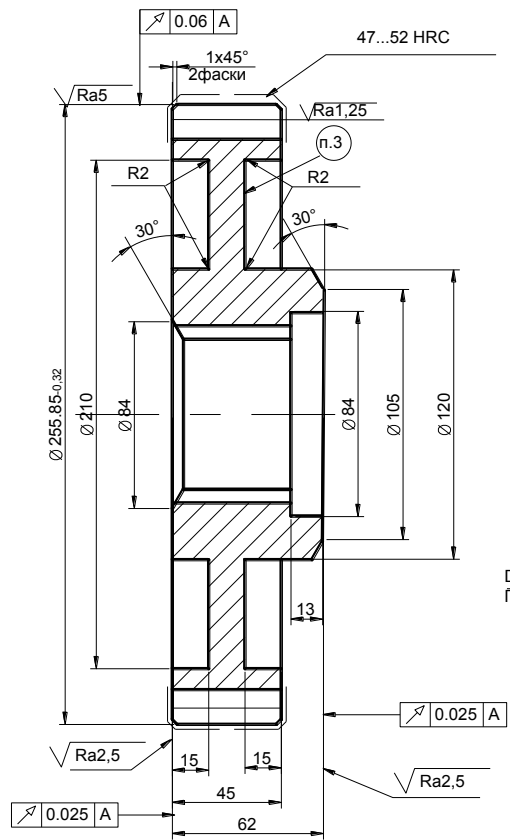
Модуль	m	2
Число зубьев	z	12
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0.300
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Длина общей нормали	W	$9.603_{-0.181}^{+0.111}$
Делительный диаметр	d	24.000
Обозначение чертежа сопряженного колеса	3Б151.400.402.00	

$\sqrt{Ra10}(\sqrt{V})$ 

Модуль	m	3
Число зубьев	z	41
Угол наклона	-	12°0'0"
Направление линии зуба	-	правое
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	X	+0,000
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-B
Длина общей нормали	W	41,689 ^{-0,131} _{-0,201}
Делительный диаметр	d	125,748
Обозначение чертежа сопряженного колеса	МП6-1968.220.416.00	

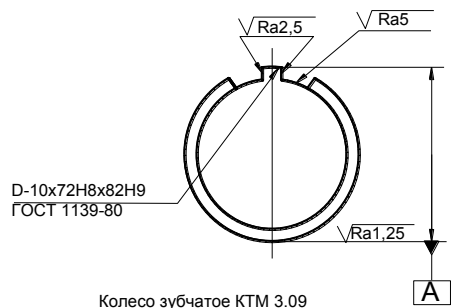
1. 217...269 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать обозначение

Колесо зубчатое МП6-1968.220.417.00
 Сталь 40X ГОСТ 4543-71
 Масса - 3.9 кг



Модуль	m	4
Число зубьев	z	61
Угол наклона		10°6'35"
Направление линии зуба	-	левое
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	K	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-7-8-B
Длина общей нормали	W	92.138 ^{-0.134} _{-0.234}
Делительный диаметр	d	247.853
Обозначение чертежа сопряженного колеса	-	НН2-1050.310.432.00

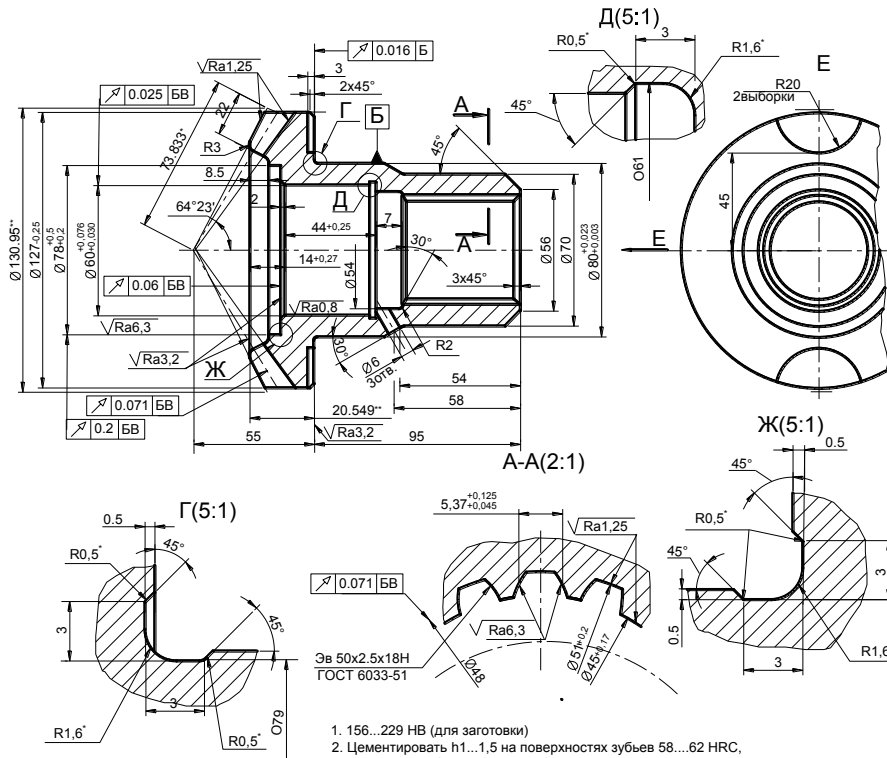
$\sqrt{Ra10(\gamma)}$



D-10x72H8x82H9
ГОСТ 1139-80

Колесо зубчатое КТМ 3.09
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. масса- 12.7 кг

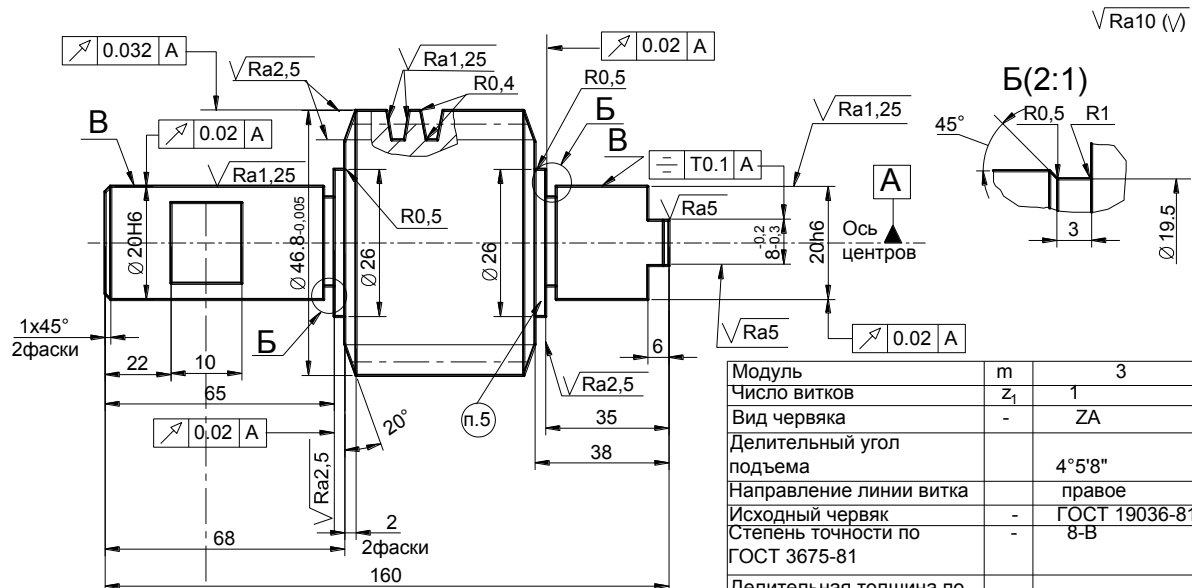
1. 167...207 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать: обозначение, m, z,



		$\sqrt{Ra25} (\sqrt{V})$	
Внешний окружной модуль		m_z	7
Число зубьев		Z	18
Тип зуба		-	прямой
Исходный вид	Угол профиля	α_n	22°30'
	Коэффициент высоты головки	h_a^*	0,918
	Коэффициент радиального зазора	C	0,211
	Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	r_f^*	0,2
Внешний окружной коэффициент смещения		X_f	-0,240
Коэффициент смещения толщины зуба		X_f	-0,025
Степень точности по ГОСТ 1758-81		-	9-8-7 Bh
Боковой зазор в паре с сопряженным колесом		J_b	0,12...0,3
Колебание бокового зазора в паре с сопряженным колесом		$F_{\text{вф}}$	0,09
Размеры зоны касания зубьев и их пред.откл.	по длине	%	60±10
	по высоте	%	75±10
Угол делительного конуса		δ	58°34'
Внешний делительный диаметр		d_e	126
Внешняя окружная толщина зуба		$S_{\text{вн}}$	9,429
Внешняя высота зуба		h_b	14,33
Внешняя нормальная толщина зуба		$S_{\text{нв}}$	9,427
Высота до хорды зуба		h_b	4,84
Угол конуса впадин		δ_r	51°10'
Угол конусности	зуба	δ_r	4°49'

- 156...229 НВ (для заготовки)
- Цементировать $h1...1,5$ на поверхностях зубьев 58...62 HRC, сердцевина зубьев - 30...42 HRC
- Размеры обеспечить инструментом
- размеры для справок
- Контроль шлицев производить комплексными калибрами по ГОСТ 6528-53
- На шлифуемых поверхностях толщина цементного слоя 0,7...1,2 мм

Шестерня заднего вала КТМ 3.10
 Сталь 20ХНЗА ГОСТ 4543-71
 Масса 2,2 кг



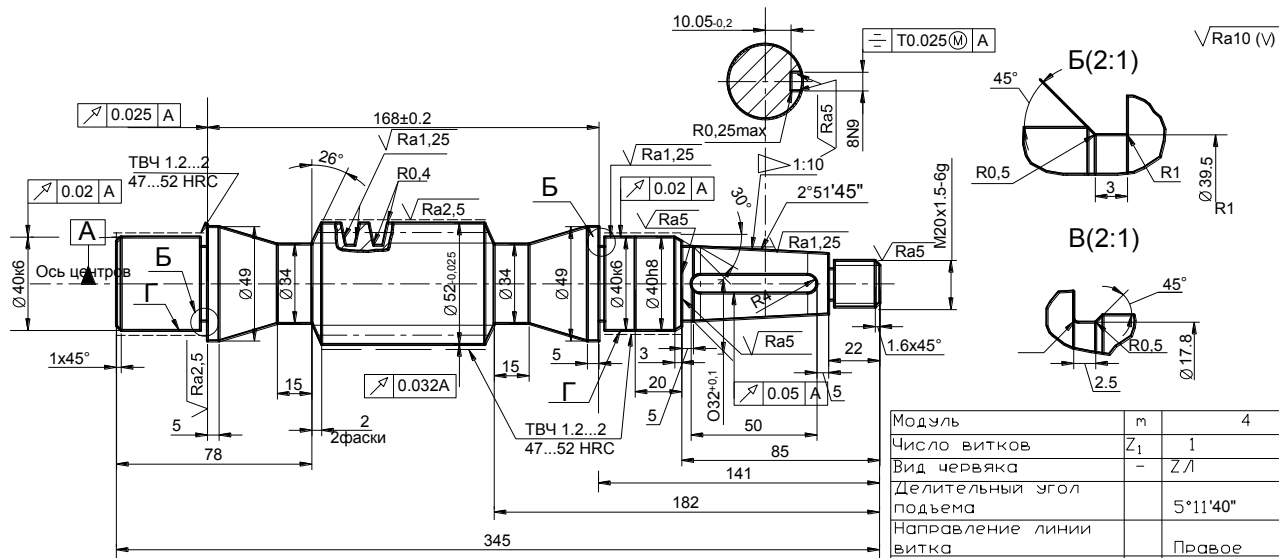
- 179...229 HB
- Неполные витки снять до толщины вершины полных витков
- Общие допуски о ГОСТ 30893.1-2002m
- Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей В - 0.007 мм
- Маркировать: обозначение, m_1 , z

Червяк КТМ 3.11

Сталь 40X ГОСТ 4543-71

Масса - 0.81 кг

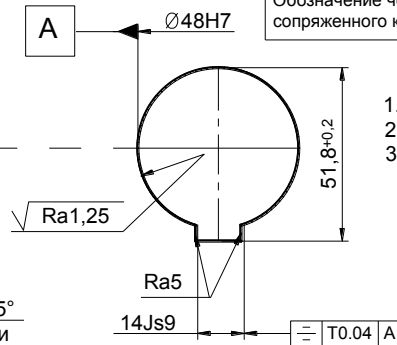
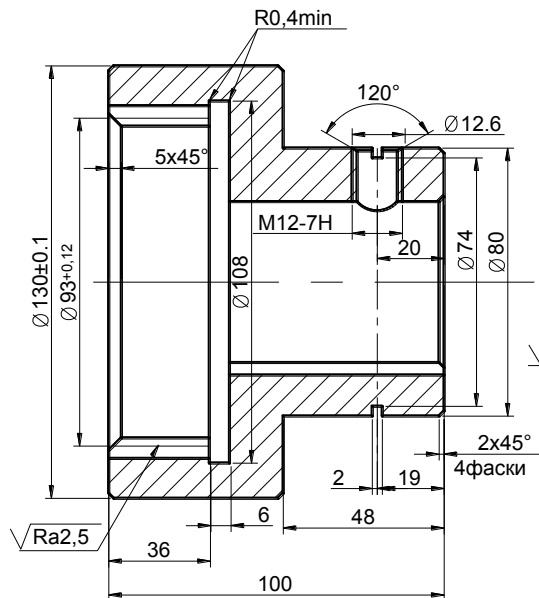
Модуль	m	3
Число витков	z_1	1
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема		4°5'8"
Направление линии витка		правое
Исходный червяк	-	ГОСТ 19036-81
Степень точности по ГОСТ 3675-81	-	8-B
Делительная толщина по хорде витка	$\bar{S}a_1$	4,7 _{0,375} ^{0,310}
Высота до хорды витка	$\bar{h}a_1$	2,4
Делительный диаметр червяка	d_1	42,000
Ход витка	P_{z1}	9,425
Обозначение чертежа сопряженного колеса		МП9-1668.360.402.01



1. 229...285 НВ
2. Неполные витки снять до толщины вершины полных витков
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002m
4. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей Г -0.008 мм
5. Маркировать обозначение, m, z₁ на бирке

Червяк КТМ 3.12
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса - 3.4 кг

Модуль	m	4
Число витков	Z ₁	1
Вид червяка	-	ZЛ
Делительный угол подъема		5°11'40"
Направление линии витка		Правое
Исходный червяк	-	ГОСТ19036-81
Степень точности по ГОСТ 3875-81	-	8-В
Делительная толщина по хорде витка	\bar{s}_a1	6,257 ^{-0,380} _{-0,445}
Высота до хорды витка	\bar{h}_a1	4,002
Делительный диаметр червяка	d ₁	44,000
Ход витка	P _{z1}	12,566
Обозначение чертежа сопряженного колеса		000.У3135.000.00.00

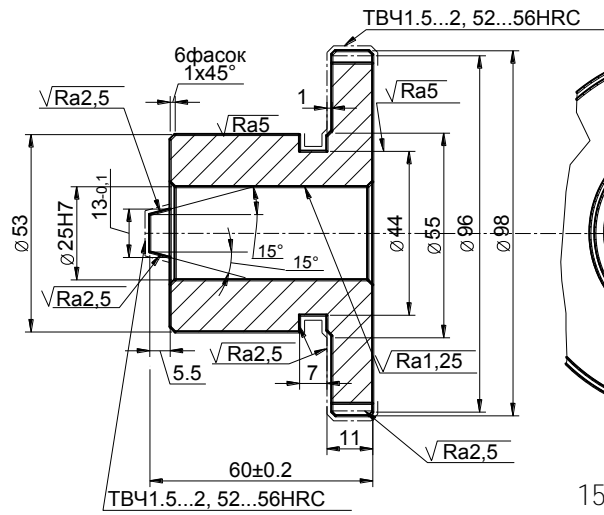


1. 235...277 НВ
2. ГОСТ30893.1-2002m
3. Маркировать: обозначение, m, z

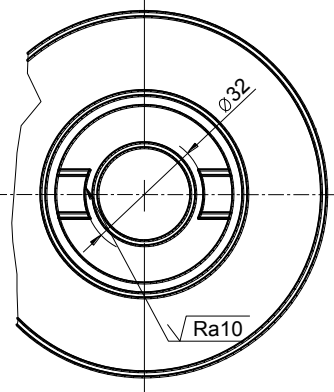
Полумуфта КТМ 3.13
 Сталь 40ХН ГОСТ4543-71
 Масса - 4.5 кг

$\sqrt{Ra10 (\vee)}$

Модуль	m	3
Число зубьев	Z	33
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ13755-81
Коэффициент смещения	X	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Торцовый размер по роликам	M	94.176
Диаметр ролика	D	4.5
Делительный диаметр	d	99
Обозначение чертежа сопряженного колеса		3Н2-1050.401.00

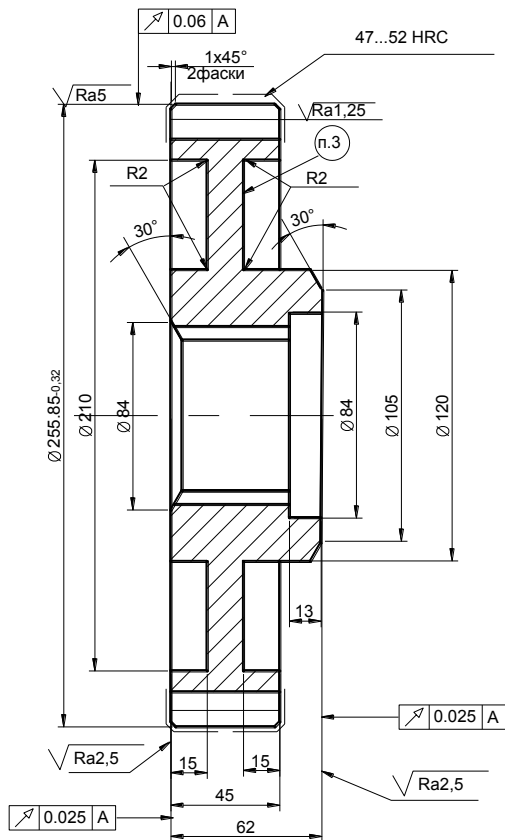


$\sqrt{Ra10}(\sqrt{V})$		
Модуль	m	2
Число зубьев	Z	48
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Кoeffициент смещения	x	-0.300
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Длина общей нормали	W	$27,503_{-0,191}^{0,121}$
Делительный диаметр	d	96.000
Обозначение чертежа сопряженного колеса	3Б151.400.402.00	



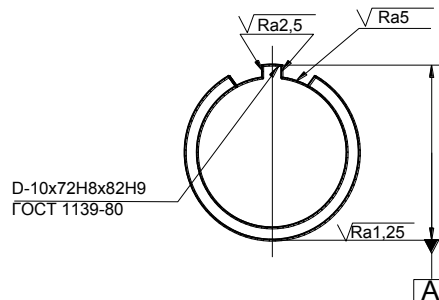
1. 229...285 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: хим. окс. прм.
4. Маркировано обозначение на бирке

Шестерня КТМ 3.14
 Сталь 40X ГОСТ 4543-71
 Масса - 0.8 кг



Модуль	m	4
Число зубьев	z	61
Угол наклона		10°6'35"
Направление линии зуба	-	левое
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	K	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-7-8-B
Длина общей нормали	W	92.138 ^{0.134} _{0.234}
Делительный диаметр	d	247.853
Обозначение чертежа сопряженного колеса	-	НН2-1050.310.432.00

$\sqrt{Ra10(\gamma)}$

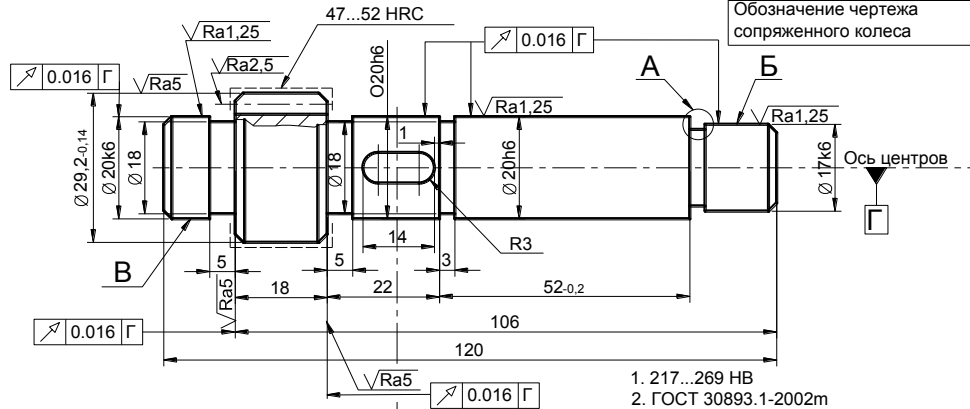


Колесо зубчатое КТМ 3.15
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. масса- 12.7 кг

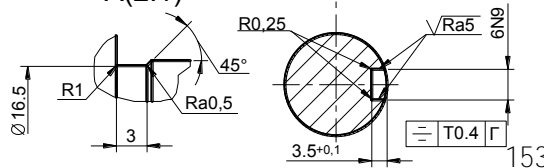
1. 167...207 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать: обозначение, m, z,

$\sqrt{Ra10} (\text{V})$

Модуль	m	2
Число зубьев	z	12
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0.300
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Длина общей нормали	w	$9,603_{-0,181}^{+0,111}$
Делительный диаметр	d	24,000
Обозначение чертежа сопряженного колеса		

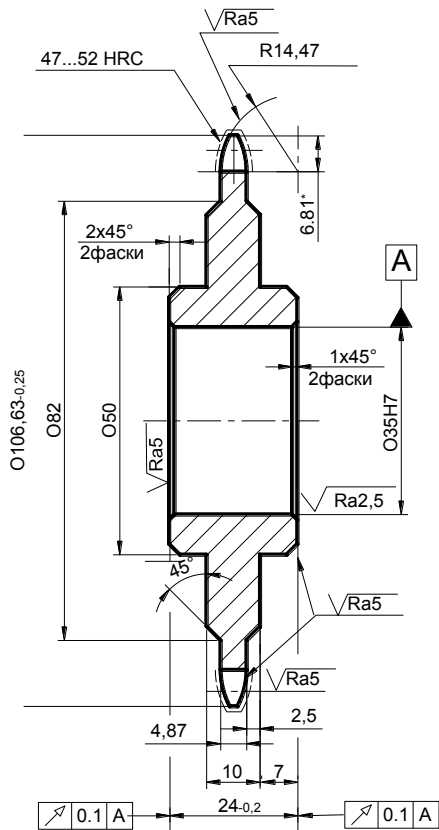


A(2:1)



1. 217...269 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей Б - 0.006 мм, В - 0.007 мм
4. Покрытие: Хим. Окс. прм.
5. Маркировать обозначение, m, z на бирке

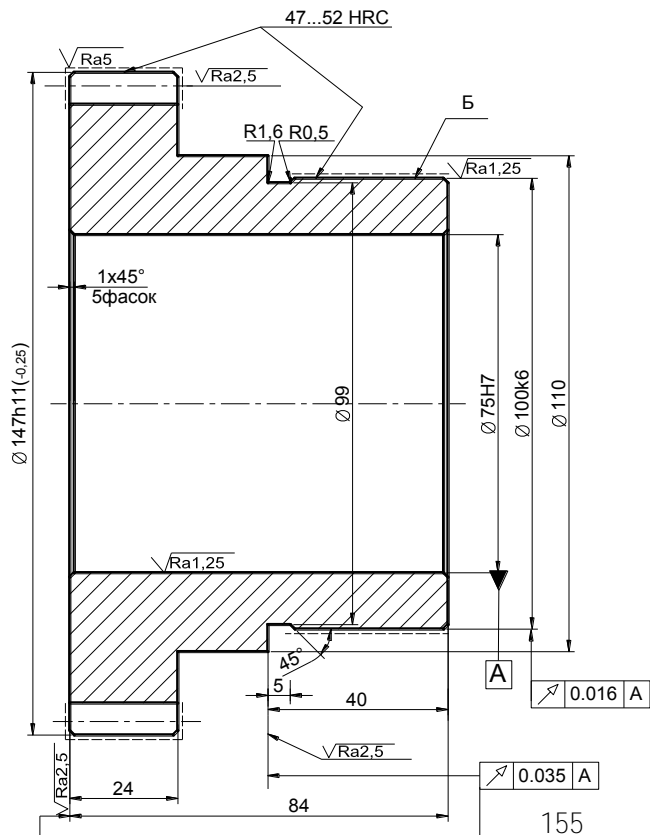
Вал-шестерня КТМ 3.16
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Масса 0.4 кг



Число зубьев	z	25	$\sqrt{Ra10(\vee)}$
Сопрягаемая цепь	шаг	t	
	диаметр ролика	D	8,51
Профиль зуба по ГОСТ 591-69			без смещения
Группа точности по ГОСТ 591-69	-	C	
Наибольшая хорда	Lx	92,48	
Допуск на разность шагов	dt	0,160	
Радиальное биение окружности впадин	Eo	0,500	
Осевое биение зубчатого венца	-	0,500	
Диаметр делительной окружности	Dd	101,33	
Сопрягаемая цепь	Ширина внутренней пластины	h	11,8
	Расстояние между внутренними пластинами	B3	5,4

1. 179...229 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие; Хим. Окс.прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

Звездочка КТМ 3.17
 Сталь 40X ГОСТ 1050-71
 Масса 0.5 кг



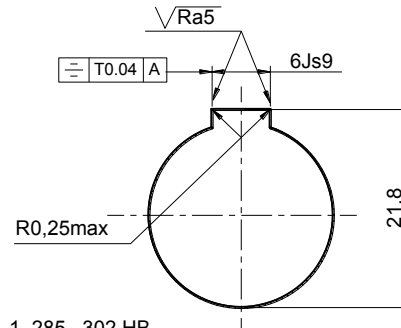
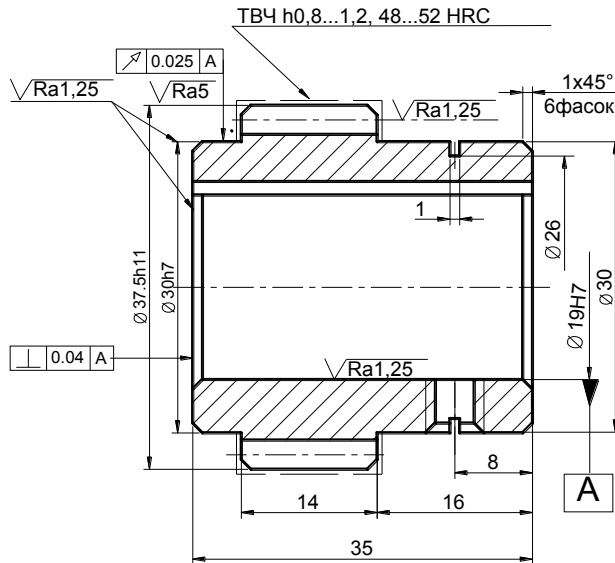
$\sqrt{Ra10(\sqrt{V})}$		
Модуль	m	3
Число зубьев	z	47
Нормальный исходный контур		ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0.000
Степень точности по ГОСТ 1643-81		8-B
Длина общей нормали	W	$50,685_{-0,258}^{0,158}$
Делительный диаметр	d	141,000
Обозначение чертежа сопряженного колеса		

- 179...229 HB
- ГОСТ 30893.1-2002m
- Допуск непостоянства диаметра в поперечном и продольном сечении поверхности Б - 0.012 мм
- Маркировать обозначение на бирке

Шестерня КТМ 3.18
 Сталь 40Х ГОСТ4543-81
 Масса 4 кг

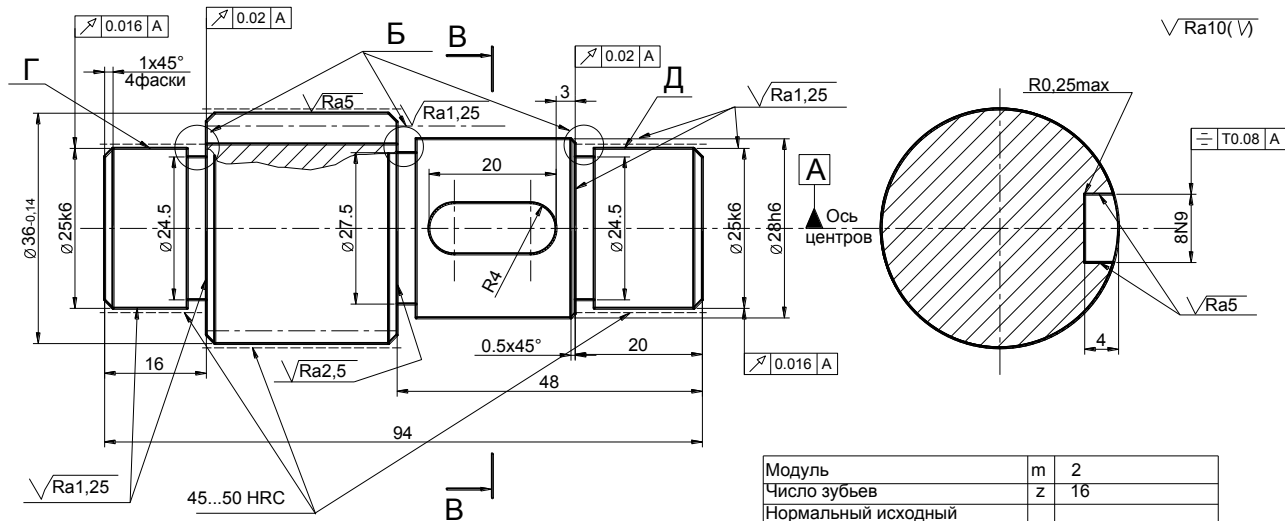
√Ra10(√)

Модуль	m	1,5
Число зубьев	z	23
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0,000
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-B
Длина общей нормали	w	11,554 ^{-0,109} _{-0,169}
Делительный диаметр	d	34,500
Обозначение чертежа сопряженного колеса		

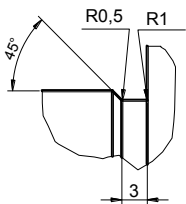


1. 285...302 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение, m, z на бирке

Шестерня КТМ 3.19
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 0.12 кг



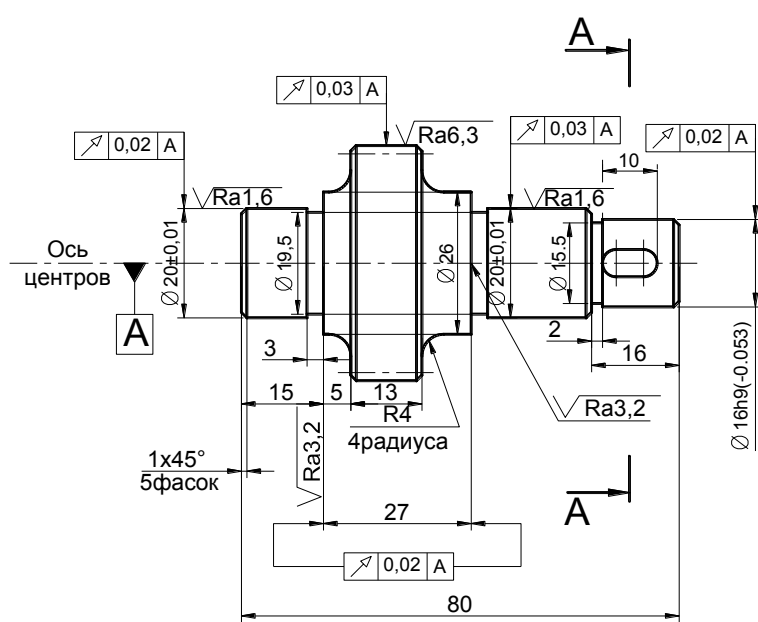
Б(2:1)



1. 229...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхностей Г и Д - 0.007 мм
4. Маркировать обозначение, m и z на бирке

Вал-шестерня КТМ 3.20
Сталь 40X ГОСТ 4543-71
Масса 0.46 кг

Модуль	m	2
Число зубьев	z	16
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0,000
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-В
Длина общей нормали	w	$9,305^{+0,111}_{-0,181}$
Делительный диаметр	d	32,000
Обозначение чертежа сопряженного колеса		

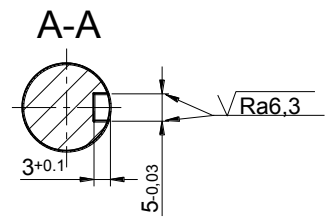


$\sqrt{Ra10(\sqrt{V})}$

Модуль	m	2
Число витков	z	1
Нормальный производный червяк	-	ГОСТ 19036-94
Делительный угол подъема	-	2°51'45"
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	9-с
Высота до хорды витка	Fa	3,153 ^{-0,265} _{-0,330}
Делительный диаметр	d _d	40,000
Ход витка	P _z	6,283
Вид сопряженного червяка	-	ZK ₁
Число витков сопряженного червяка	Z ₁	3

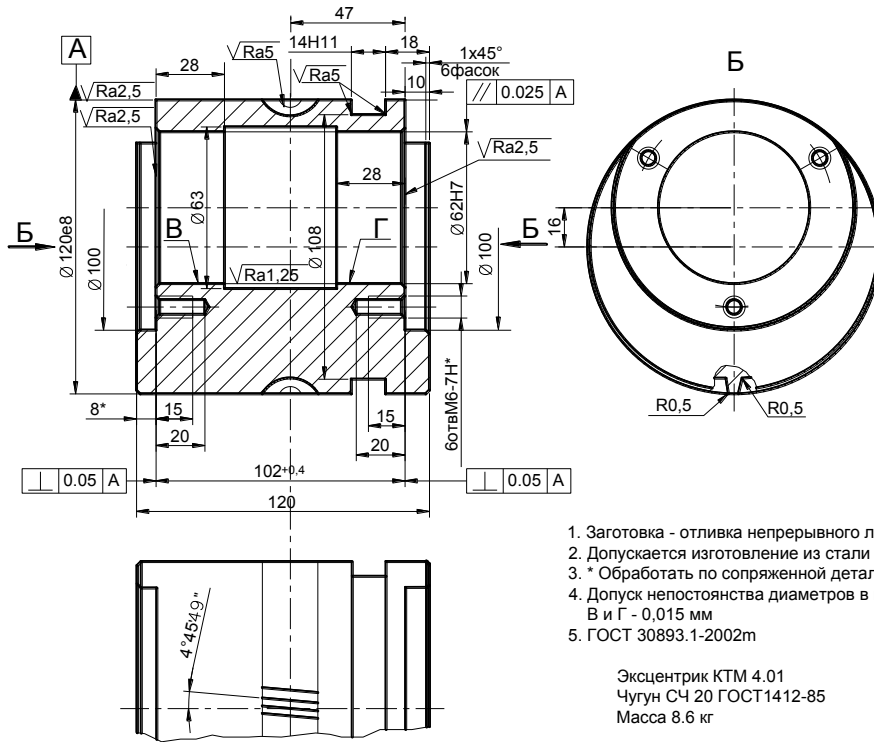
1. 37...42 HRC
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Маркировать обозначение, m, z

Валик привода КТМ 3.21
 Сталь 40X ГОСТ 4543-71
 Масса 0,26 кг



Приложение 7

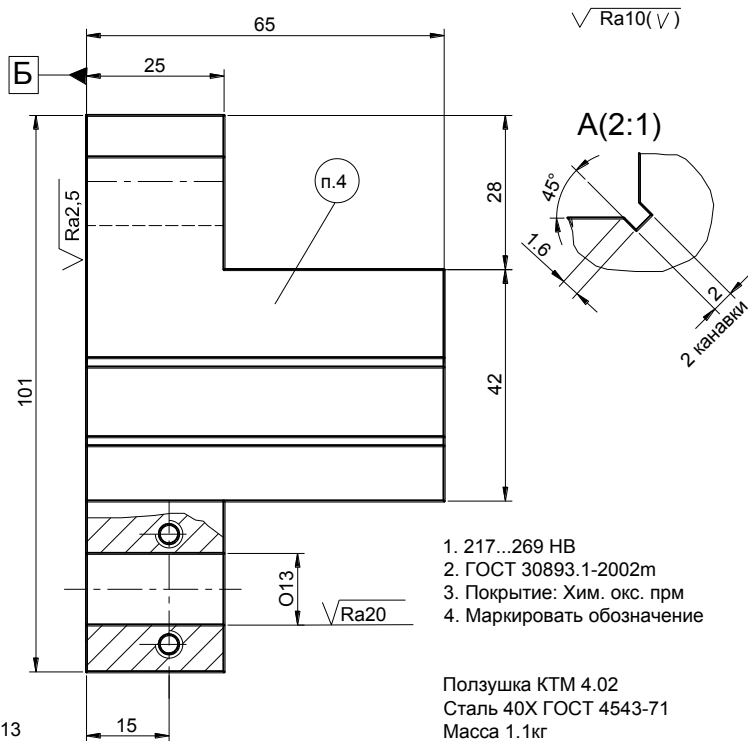
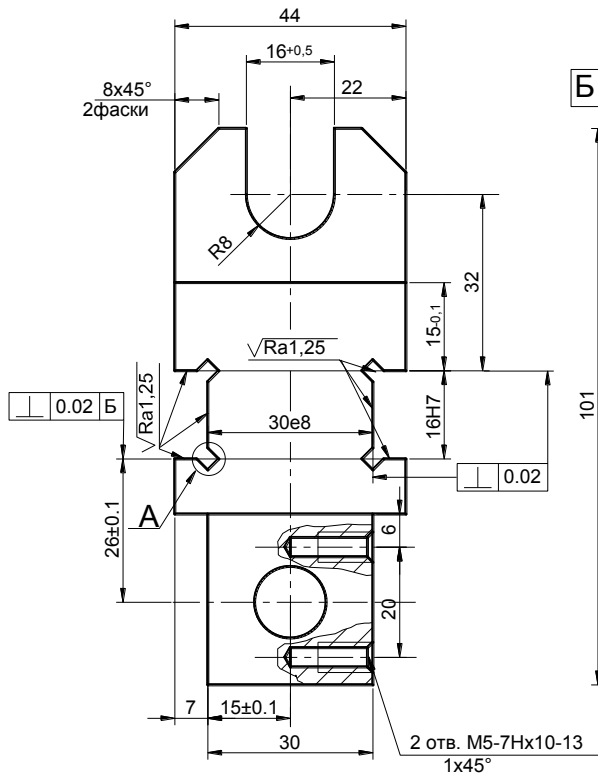
Корпусные детали

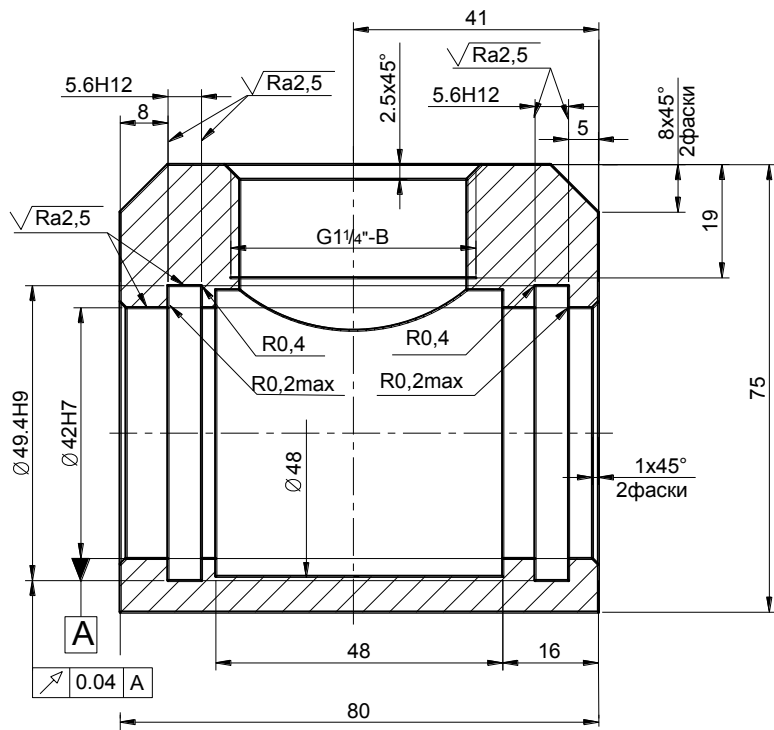


		$\sqrt{R10(\nu)}$
Модуль	m	3
Число зубьев	z_2	38
Направление линии зуба		Правое
Коэф. смещения червяка	x	+0,000
Исходный контур производящего червяка		ГОСТ 17036-81
Степень точности по ГОСТ3675-81		8-B
Межосевое расстояние	a_w	75,000±0,071
Делительный диаметр червячного колеса	d_2	114,000
Вид сопряженного червяка	ZA	
Число витков сопряженного червяка	z_1	1
Обозначение чертежа сопряженного червяка		КТМ 4.01.01

1. Заготовка - отливка непрерывного литья
2. Допускается изготовление из стали 45 ГОСТ 1050-88, 192-240 НВ
3. * Обработать по сопряженной детали
4. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверхностей В и Г - 0,015 мм
5. ГОСТ 30893.1-2002m

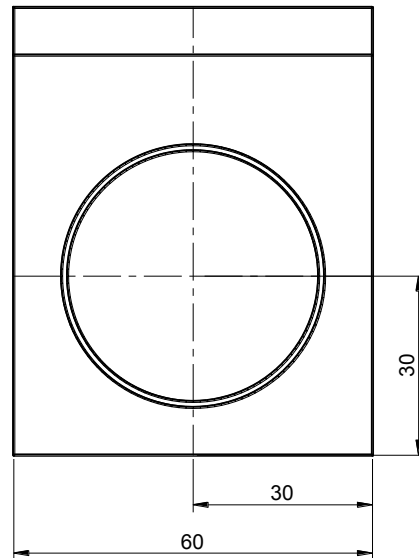
Эксцентрик КТМ 4.01
 Чугун СЧ 20 ГОСТ1412-85
 Масса 8.6 кг



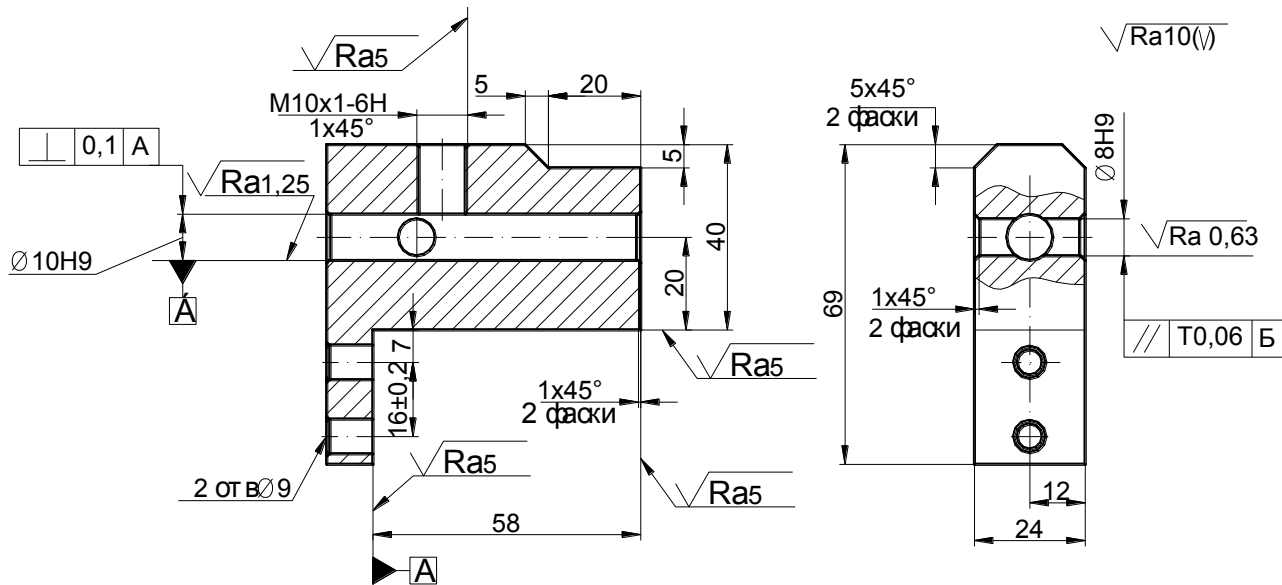


1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

$\sqrt{Ra10} (\nabla)$

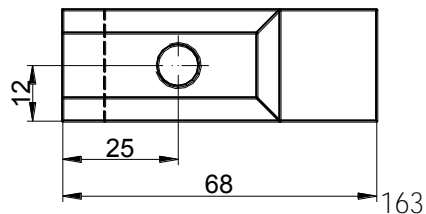


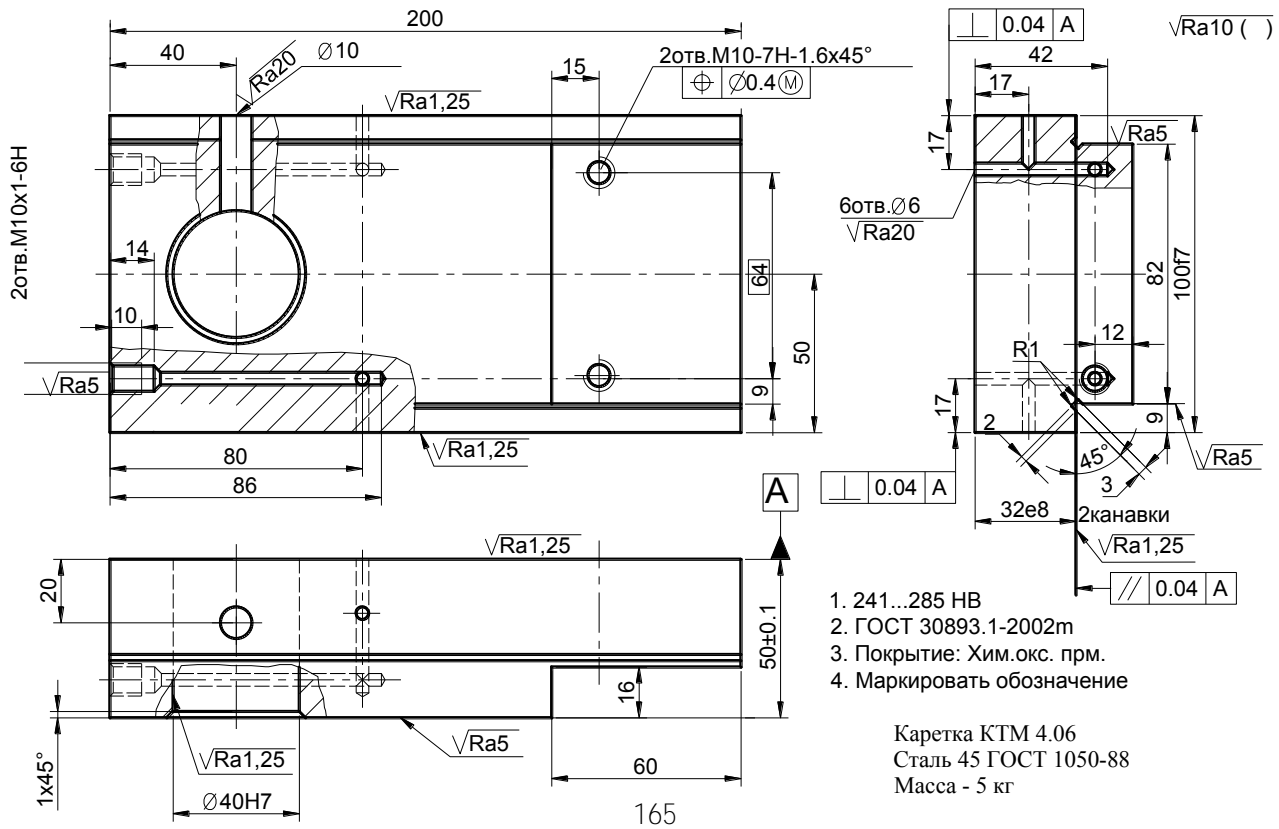
Корпус КТМ 4.03
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 1.1 кг



Корпус КТМ 4.04
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0,65 кг

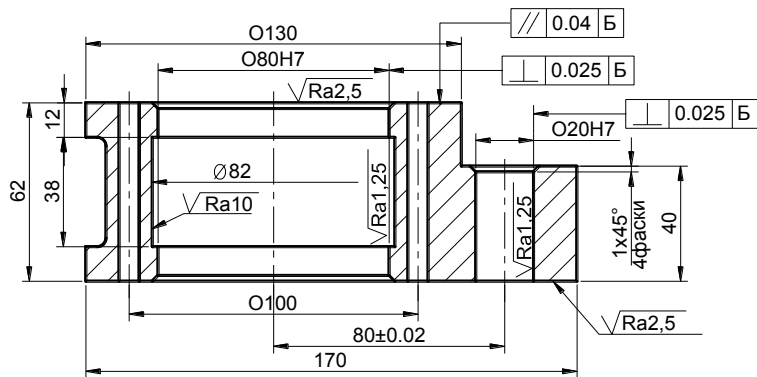
1. 241...285 НВ
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-г
3. Покрытие: Хим.Окс.прм.





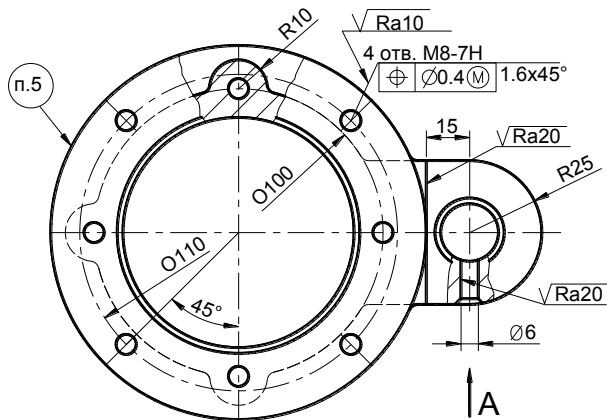
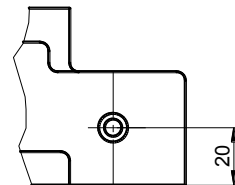
1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим.окс. прм.
4. Маркировать обозначение

Картка КТМ 4.06
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 5 кг



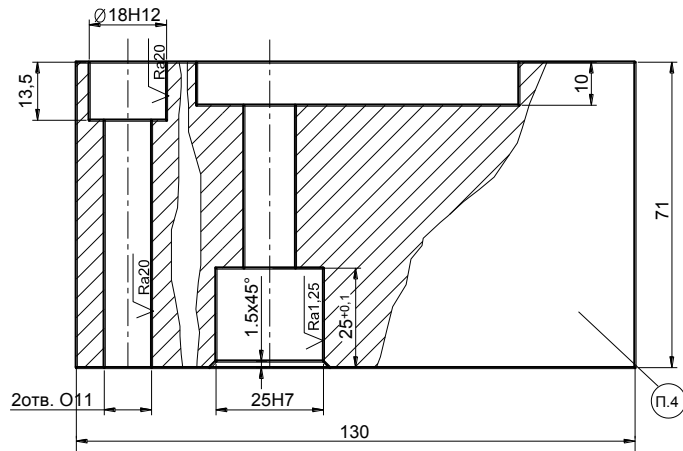
$\sqrt{Ra10}$ (V)

A

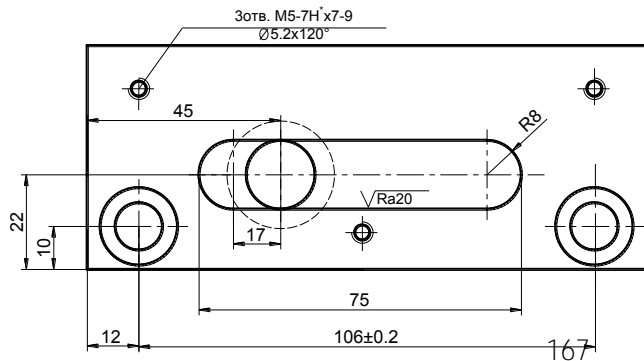


1. Требования к отливке по СТП МТ21-2-95:
 - отливка 3 класса, группы "б";
 - вид отливки - легкая;
 - категория поверхностей: наружных -2, внутренних - 3;
 - точность отливки 13Т-4-17-14 ГОСТ 26645-85.
2. Неуказанные литейные радиусы 3...5 мм.
3. Старить.
4. Гост 30893.1-2002m
5. Маркировать обозначение

Корпус КТМ 4.07
 Чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85
 Масса 3 кг

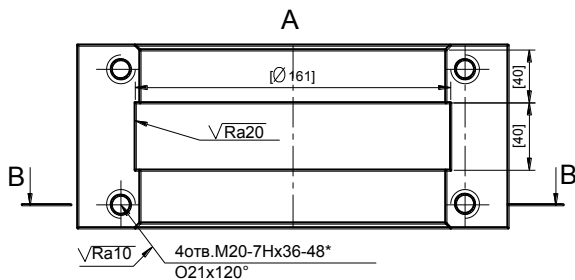
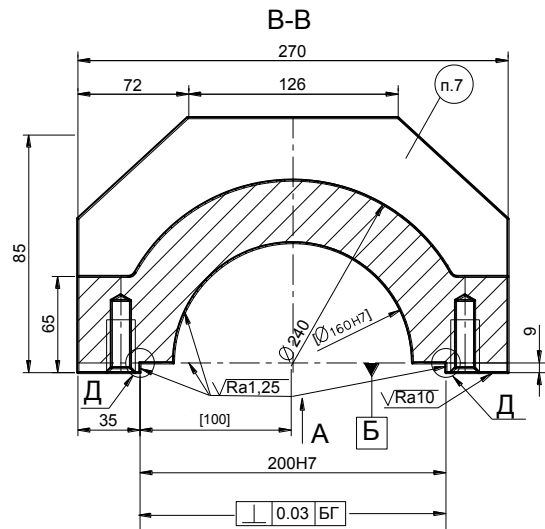


$\sqrt{Ra10(v)}$

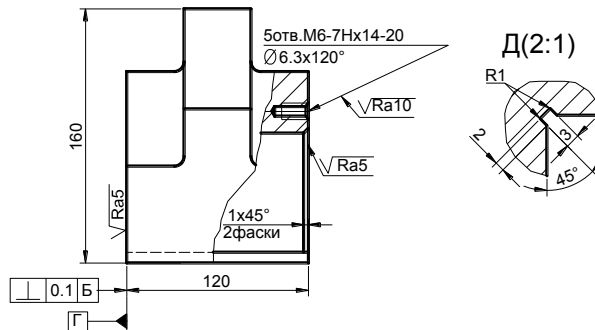


1. * Обработать по сопрягаемой детали
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение

Корпус КТМ 4.08
 Сталь Ст.3 ГОСТ 380-71
 Масса 3.0 кг

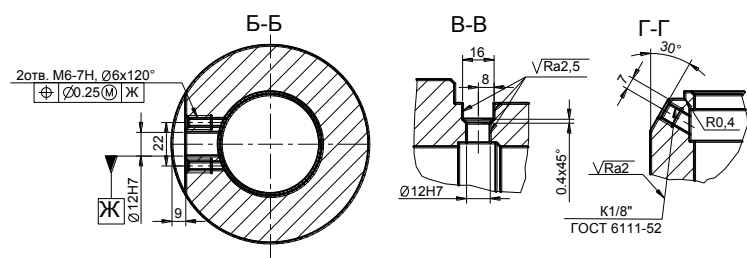
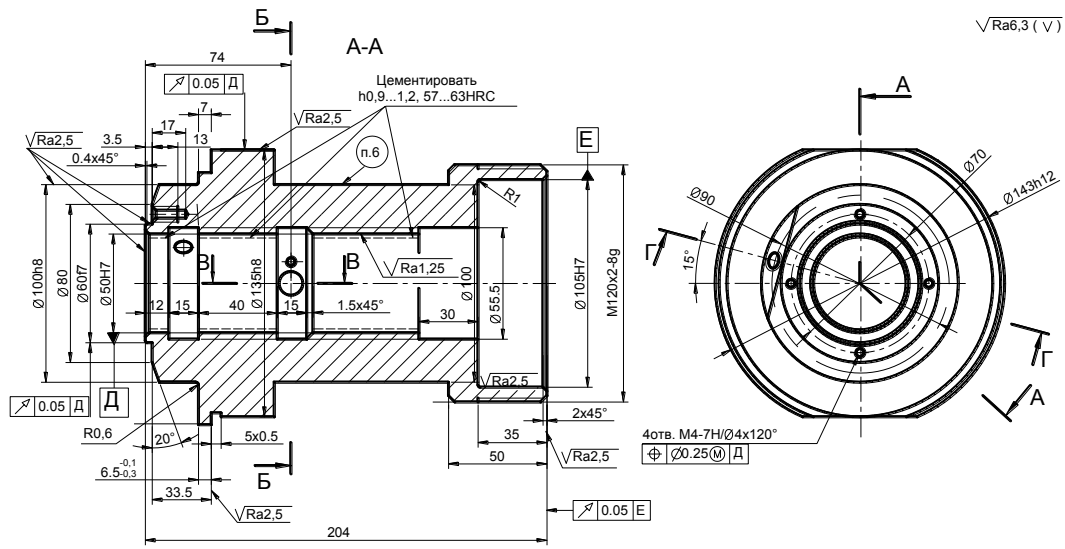


√(√)



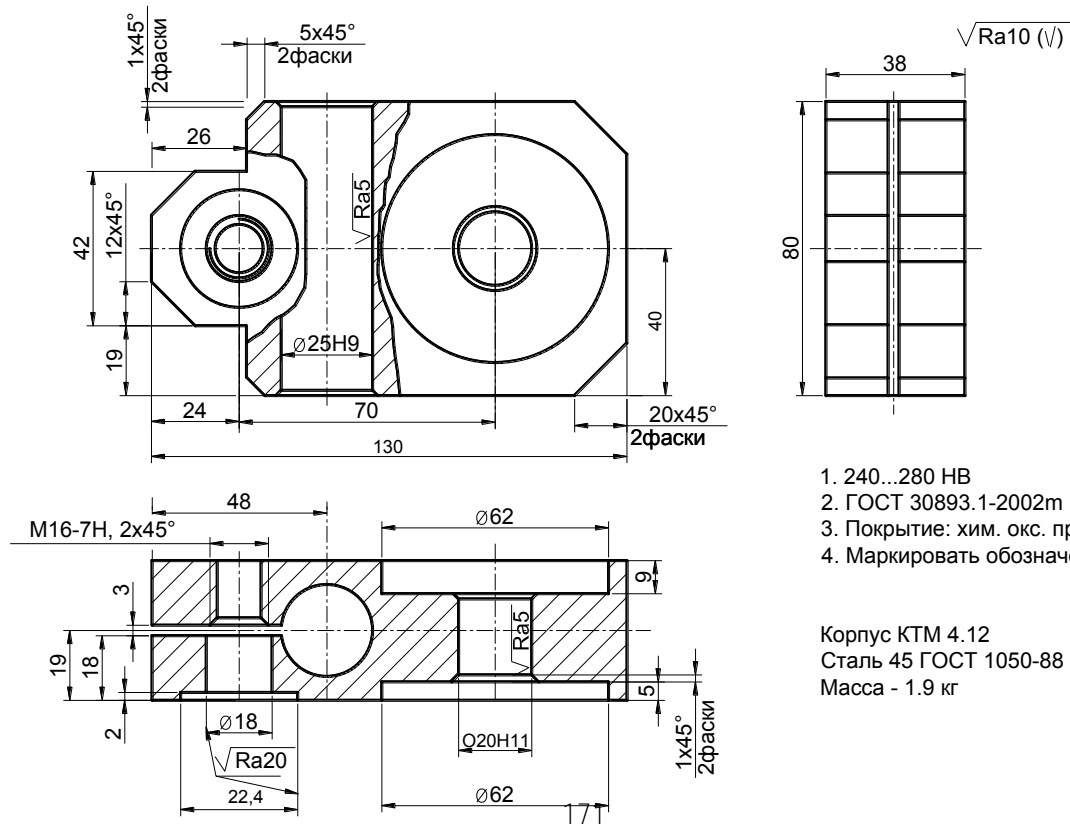
1. 217...229 НВ
2. Требования к отливке по ОСТ2 МТ21-2-83:
 - отливка 2 класса, группы "б";
 - вид отливки - легкая
3. Неуказанные литейные радиусы - 5 мм
4. * - обработать по сопрягаемой детали
5. Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с деталью 010401
6. Детали применять совместно
7. Маркировать обозначение
8. Свободные размеры по ГОСТ 30893.1-2002m

Крышка КТМ 4.10
 СЧ20 ГОСТ 1412-79
 Масса 15.5 кг



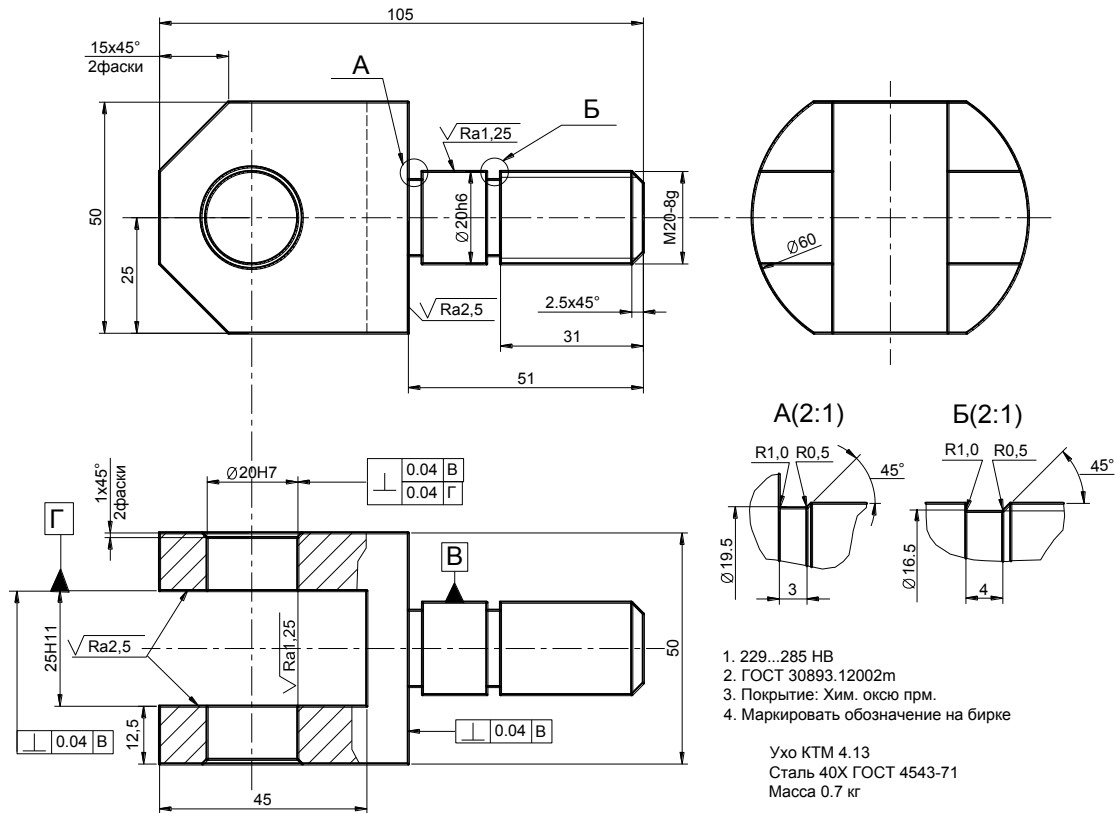
1. 156...229 НВ
2. Неуказанные фаски 1x45°
3. Допуск радиального биения среднего диаметра резьбы М20х2-8g относительно поверхности Д 0.05 мм
4. Свободные размеры по ГОСТ 30893.1-2002м
5. Покрытие: Хим. окс. прм.
6. Маркировать

Корпус КТМ 4.11
 Сталь 20Х ГОСТ 4543-71
 Масса 10.85 кг



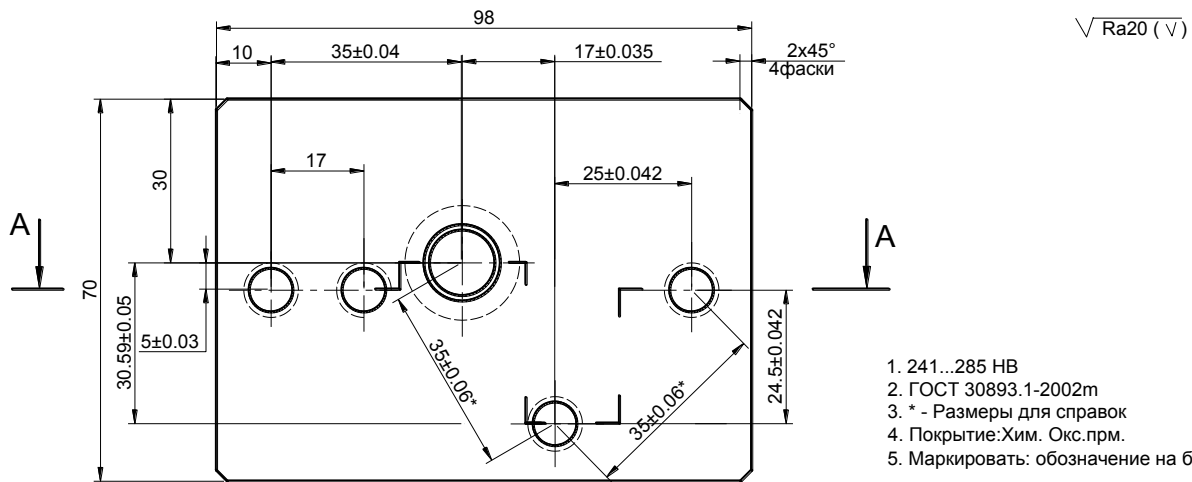
1. 240...280 HB
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: хим. окс. прм.
4. Маркировать обозначение

Корпус КТМ 4.12
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 1.9 кг

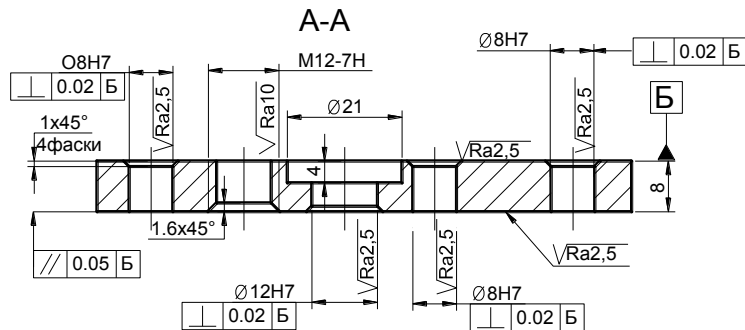


Приложение 8

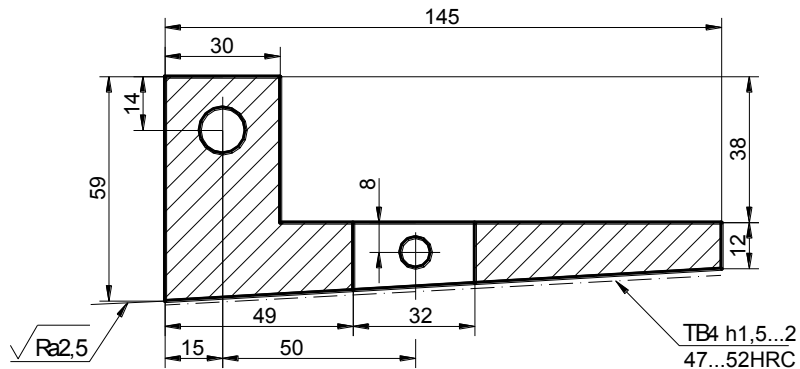
Рычаги, вилки, кронштейны



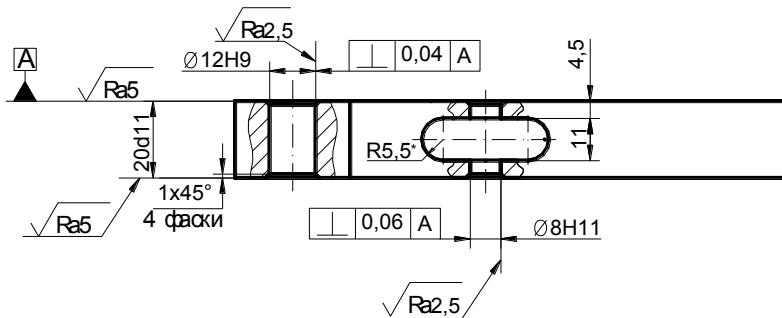
1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. * - Размеры для справок
4. Покрытие:Хим. Окс.п.рм.
5. Маркировать: обозначение на бирке



Планка КТМ 5.01
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса - 0.4 кг

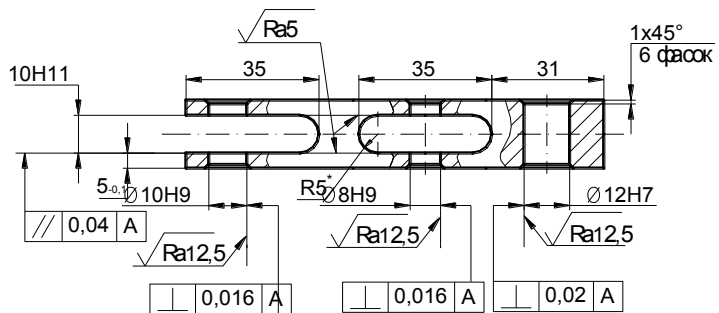
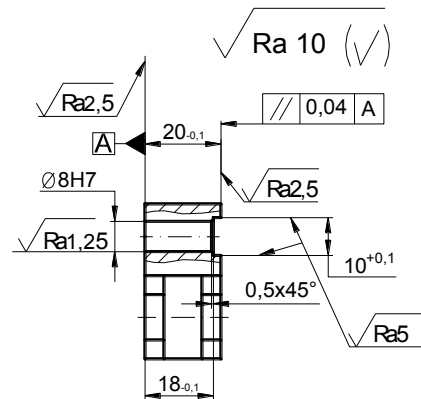
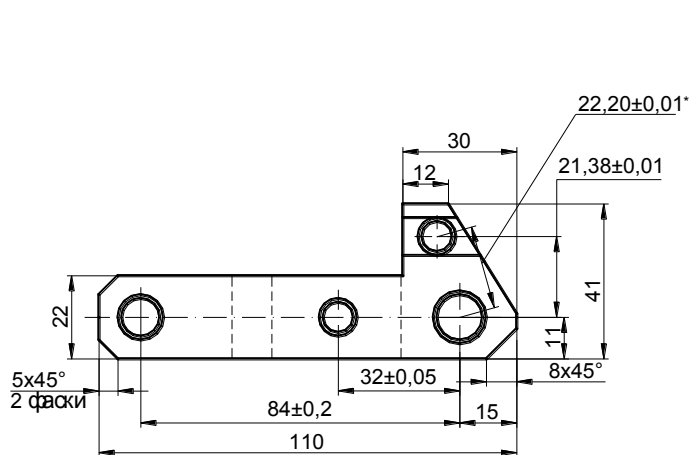


$\sqrt{Ra10(\sqrt{A})}$



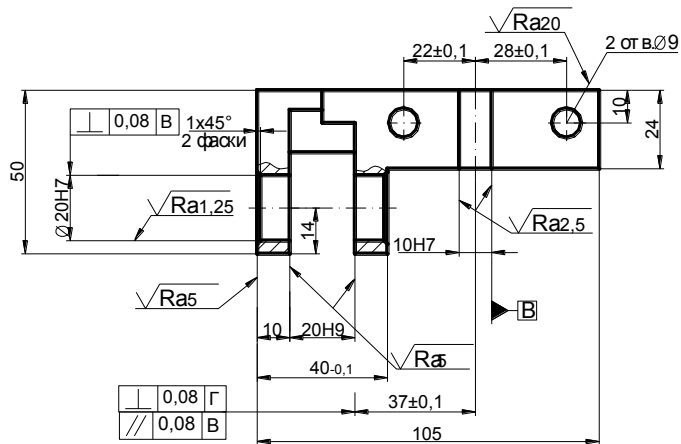
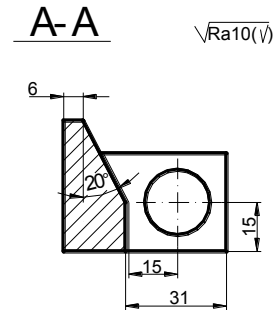
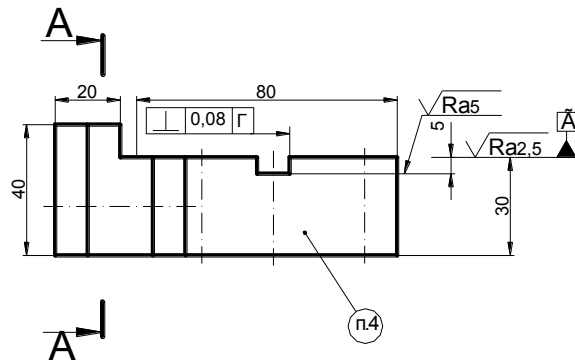
Рычаг КТМ 5.02
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 0,51 кг

1. 241...285 НВ
2. *Размер для справок
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-г
4. Покрытие: Хим.Окс.прм.



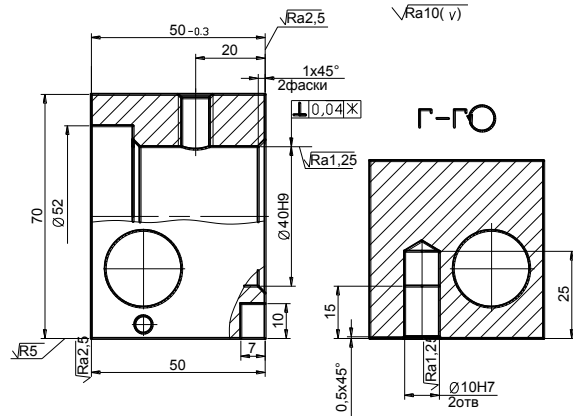
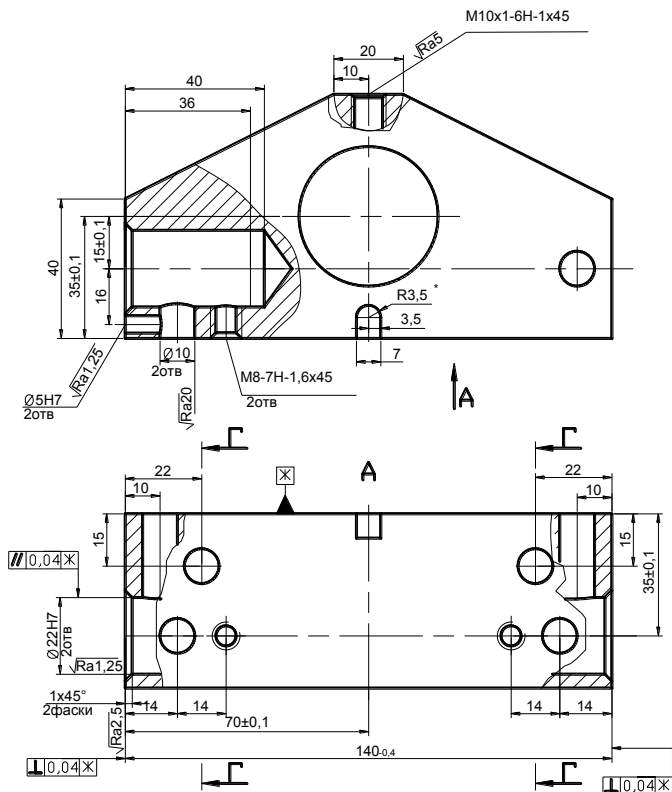
1. 192...240 НВ
2. *Размер для справок
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
4. Покрытие: Хим.Окс.прм.

Рычаг КТМ 5.03
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 0,32 кг



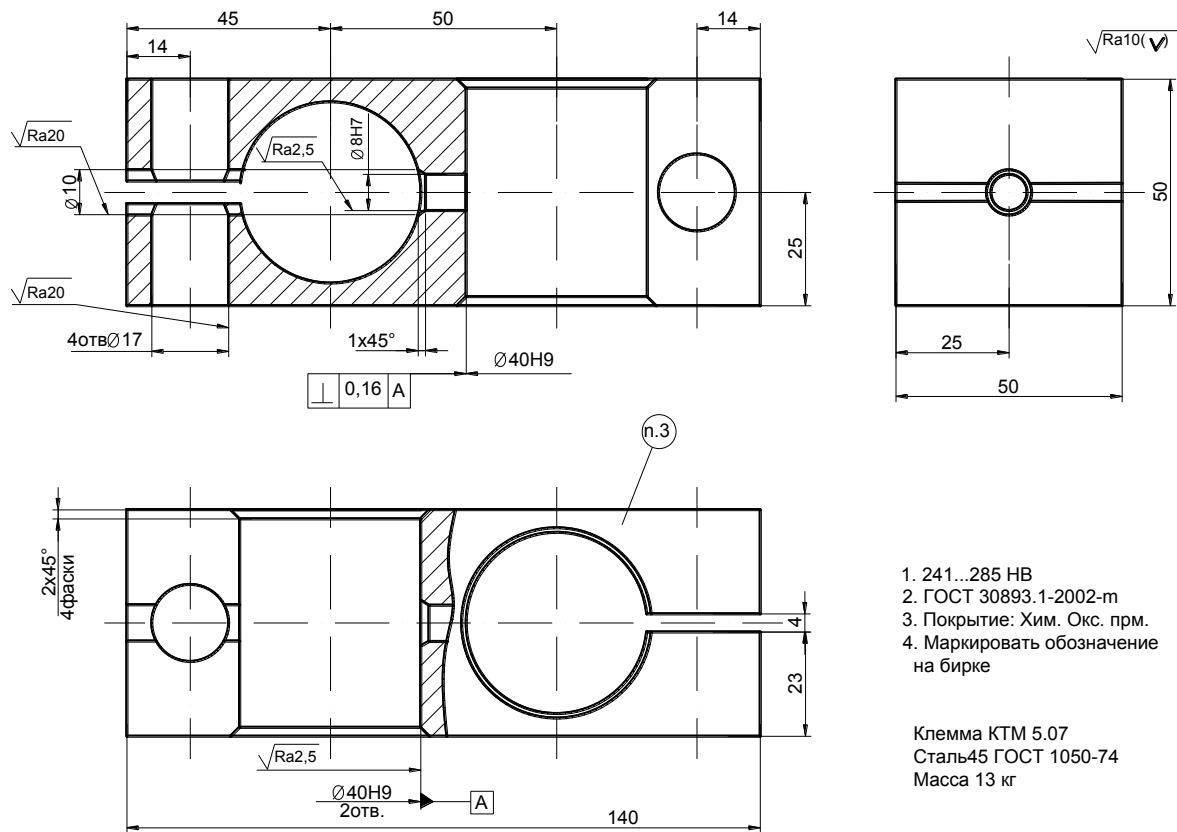
Ушко КТМ 5.04
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 0,8кг

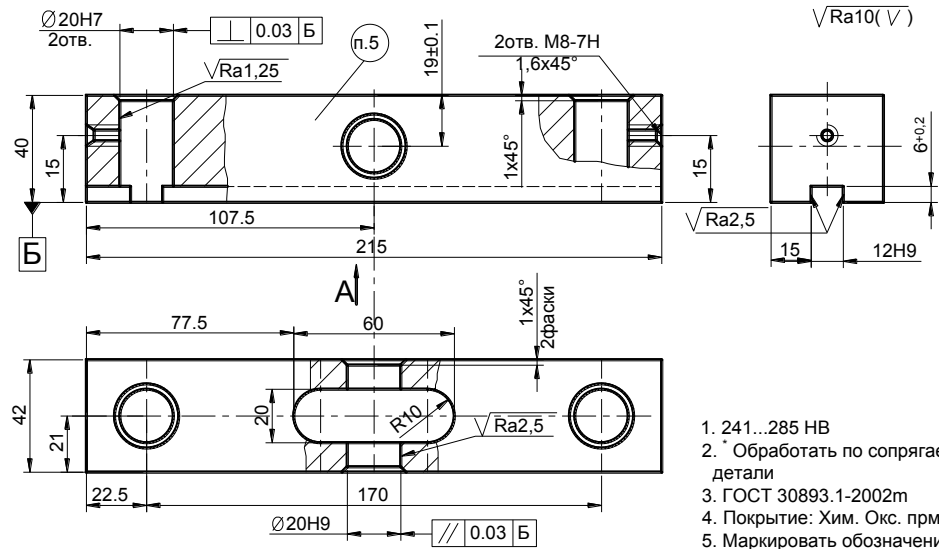
1. 32.. 42 HRC
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-г
3. Покрытие: Хим.Окс.прм.
4. Маркировать обозначение на бирке



1. 217...269HB
2. Размер для справок
3. ГОСТ 30893.1-2002т
4. Маркировать обозначение на бирке

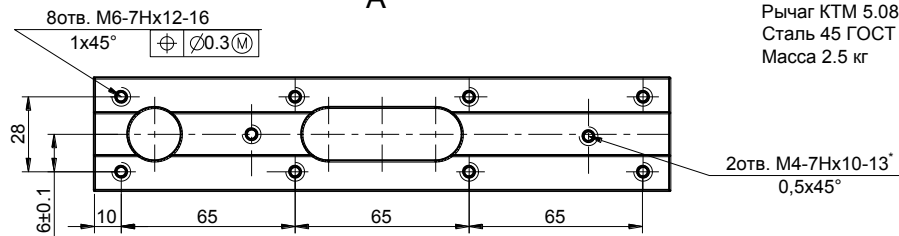
Коромысло КТМ 5.05
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 3.8 кг



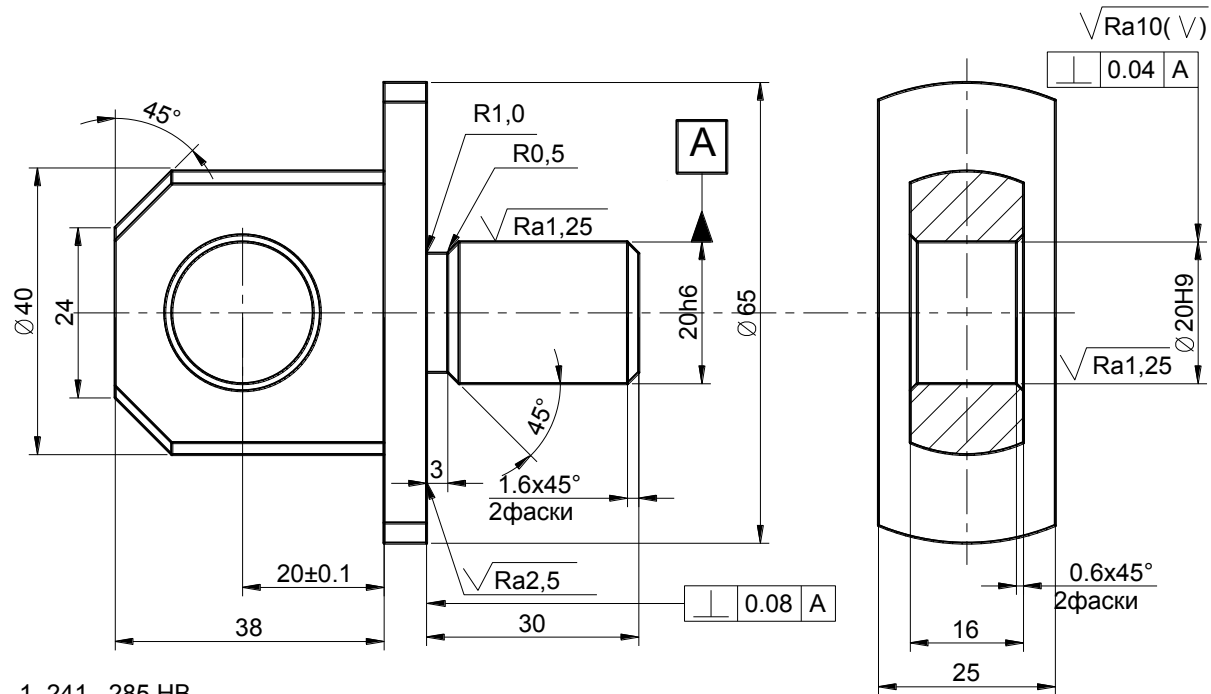


1. 241...285 НВ
2. * Обработать по сопрягаемой детали
3. ГОСТ 30893.1-2002т
4. Покрытие: Хим. Окс. прм.
5. Маркировать обозначение

А

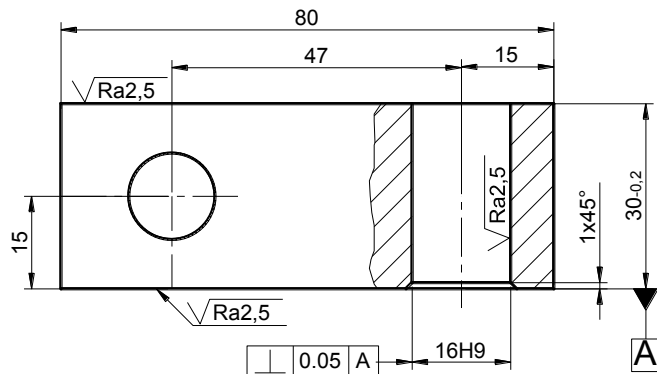


Рычаг КТМ 5.08
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 2.5 кг

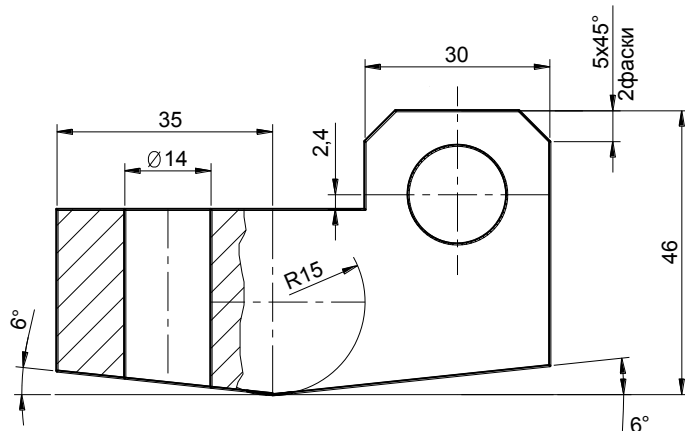


1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.12002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

Серьга КТМ 5.09
 Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
 Масса 0.4 кг

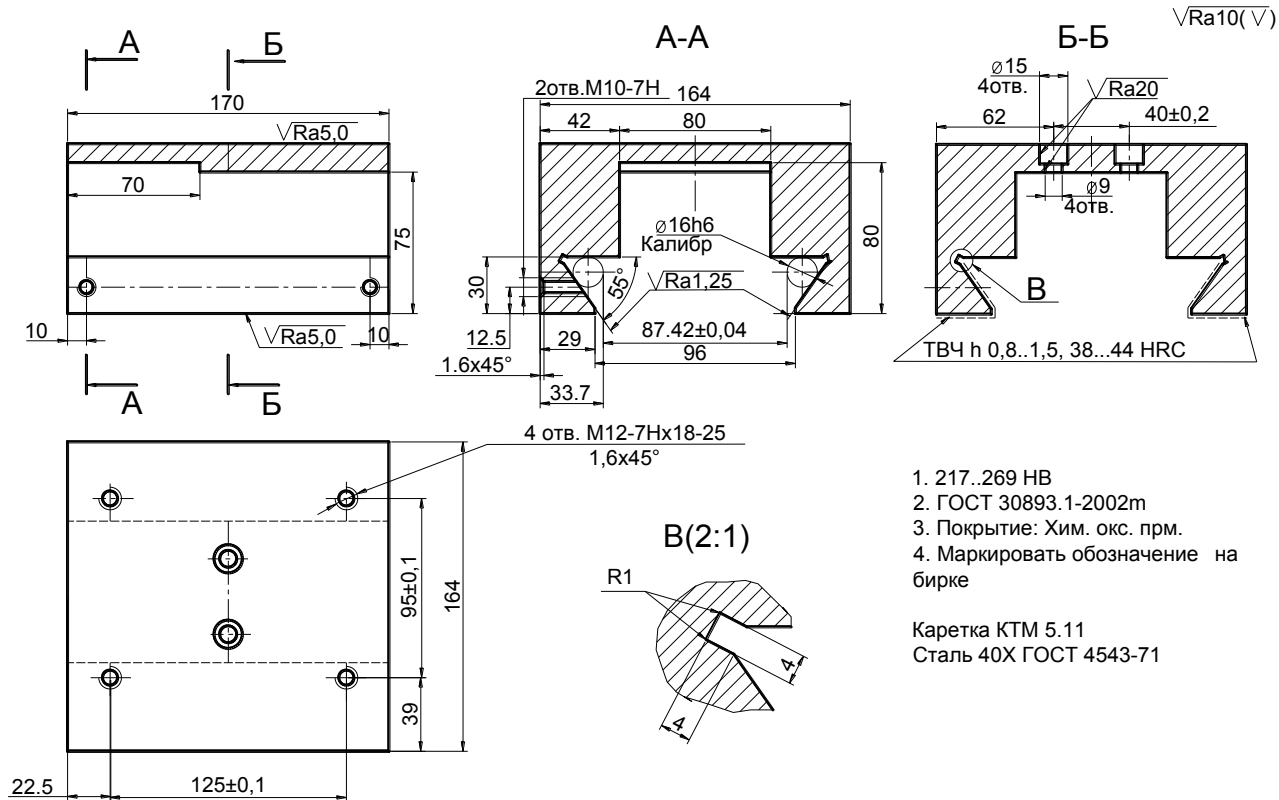


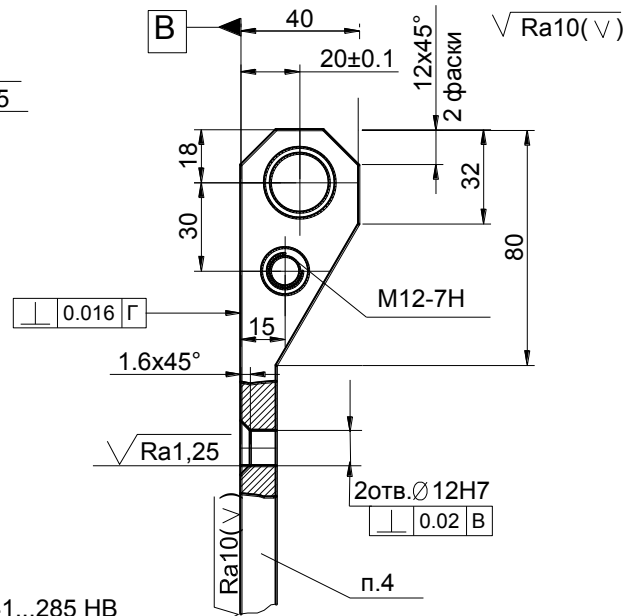
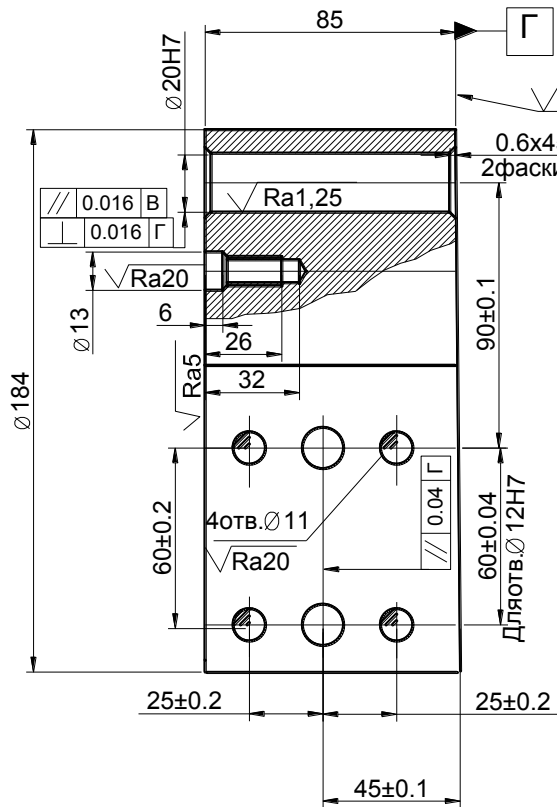
$\sqrt{Ra10(\nabla)}$



1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение на бирке

Рычаг КТМ 5.10
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масса 0.6 кг





1. 241...285 НВ
2. ГОСТ 30893.1-2002m
3. Покрытие: Хим. Окс. прм.
4. Маркировать обозначение

Консоль КТМ 5.12
 Сталь 45 ГОСТ 1050-88
 Масса 2.1 кг

Оглавление

1 Основные положения	3
2 Методические указания	6
2.1 Выбор методов получения заготовок, не приводящих к изменениям в технологическом процессе механической обработки.....	6
2.2 Выбор методов получения заготовок, приводящих к изменениям в технологическом процессе механической обработки.....	19
2.2.1 Методика выбора способа получения заготовки пластическим деформированием	19
2.2.2 Методика выбора способа изготовления отливки с помо- щью весовых коэффициентов	30
2.3 Содержание таблиц для выбора маршрутов обработки	35
2.4 Порядок пользования таблицами и выбор маршрута обработки плоскостей	36
2.5 Выбор маршрута обработки цилиндрической поверхности.....	41
2.6. Выбор маршрута обработки детали с отверстием.....	46
3 Порядок выполнения работы	54
4 Содержание отчета о работе.....	54
5 Вопросы для самопроверки	54
Литература	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	60
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Валы, оси, штоки, шпиндели	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Втулки, фланцы, диски, цилиндры	99
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Зубчатые колеса	137
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Корпусные детали	159
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Рычаги, вилки, кронштейны	175

Учебное издание

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Методические указания и задания
к контрольной работе № 2
для студентов заочных отделений специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»
и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»

Составители:

БЕЛЯЕВ Геннадий Яковлевич
МОРГУН Юлия Владимировна
РОМАНОВСКИЙ Андрей Ольгердович и др.

Компьютерная верстка *Н.А. Школьниковой*

Подписано в печать 23.05.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 10,98. Уч.-изд. л. 8,59. Тираж 300. Заказ 204.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.