



Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология машиностроения»

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК

*Методические указания*

Минск  
БНТУ  
2010

**Министерство образования Республики Беларусь**  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

Кафедра «Технология машиностроения»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК**

Методические указания  
по выполнению контрольной работы для студентов специальности  
1-36 01 01 «Технология машиностроения» заочной формы обучения

Минск  
БНТУ  
2010

УДК 621.7/.9.002.63 (075.8)

ББК 34.51

П 479

С о с т а в и т е л и :

*А.А. Ярошевич, Е.Н. Сташевская*

Р е ц е н з е н т ы :

*О.Г. Девойно, Г.Я. Беляев*

Методические указания включают варианты заданий, требования к содержанию, выполнению и оформлению контрольной работы студентами специальности 1-36 01 01 заочной формы обучения по курсу «Проектирование и производство заготовок».

# В в е д е н и е

Контрольная работа выполняется с целью освоения студентами различных методов и способов получения заготовок в машиностроении, которая может быть достигнута при использовании полученных знаний по дисциплинам «Проектирование и производство заготовок», «Технология конструкционных материалов», «Материаловедение» и др.

При выполнении контрольной работы все рассматриваемые вопросы и выполненные расчеты должны быть изложены в краткой и последовательной форме.

Графическая часть выполняется в соответствии с ЕСКД карандашом, тушью или с использованием ПК.

Пояснительная записка должна содержать все необходимые расчеты, схемы, эскизы.

Выбор варианта выполнения контрольной работы производится в соответствии с двумя последними цифрами индивидуального шифра студента.

## **1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Изучить и кратко изложить теоретический вопрос согласно варианту задания.
2. Изучить чертеж детали, дать предложения по его усовершенствованию (при возможности), определить поверхности, для которых необходимо обеспечить наибольшую точность.
3. Дать качественную и количественную оценку технологичности детали согласно методике, изложенной в учебных пособиях по курсовому проектированию технологических процессов механической обработки.
4. В соответствии с объемом выпуска деталей дать предложения по выбору метода получения заготовки и обоснование по принятому решению, выбрать оборудование, оснастку.
5. Начертить чертеж детали в соответствии с ЕСКД (возможно использование ПЭВМ).
6. В соответствии с действующими стандартами назначить или рассчитать по формулам припуски, допуски, радиусы скруглений, уклоны и т.д. Определить размеры заготовки.
7. Вычертить чертеж заготовки со всеми техническими требованиями.
8. Определить коэффициент использования материала и коэффициент весовой точности.

## **2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **2.1. Получение заготовок методом обработки металла давлением**

#### ***2.1.1. Исходные данные для разработки чертежа заготовки***

Для разработки чертежа заготовки необходимо иметь следующие данные:

- чертеж детали;
- годовой или месячный объем выпуска изделий;
- для деталей ответственного назначения – требования по макро- и микроструктуре материала (ориентация волокна, величина уковки, степень карбидной неоднородности).

#### ***2.1.2. Выбор способа изготовления поковки***

Покówki могут быть изготовлены свободной ковкой, ковкой в подкладных штампах, штамповкой, прессованием, прокаткой, методами специального или узкого назначения. Выбор метода получения заготовки производится исходя из технических возможностей каждого из них, требований по обеспечению необходимого уровня механических свойств материала детали за счет регулирования его структуры, на основе технико-экономических расчетов.

Свободная ковка и ковка в подкладных штампах применяется при небольших годовых программах (до нескольких десятков или сотен штук в месяц), а также в тех случаях, когда поковка не может быть изготовлена другими способами (крупногабаритные поковки). Большие годовые программы требуют применения высокопроизводительных методов получения заготовок.

Выбор способа изготовления поковки во многом зависит от формы, размеров, материала и требований к точности изделия.

#### ***2.1.3. Выбор типа оборудования***

Для свободнойковки иковки в подкладных штампах используют ковочные гидравлические прессы и ковочные молоты. Более мелкие поковки получают на ковочных молотах.

Для горячей штамповки могут быть использованы штамповочные молоты, кривошипные горячештамповочные молоты и прессы (КГШП), горизонтально-ковочные машины (ГКМ), фрикционные прессы и молоты.

В современном машиностроении в практике кузнечно-штамповочного производства применяют машины специального и узкого назначения, такие как ковочные вальцы, раскатные станы, электровысадочные машины и др.

Выбор машины производится исходя из технологических возможностей различных типов оборудования и их производительности.

#### **2.1.4. Разработка чертежа поковки**

Чертеж поковки выполняется согласно чертежу детали. При этом назначаются или рассчитываются припуски, напуски, допуски.

**Размерные допуски** – это отклонения от номинальных размеров поковки, обусловленные неточностью выполнения кузнечных операций, дозировки металла, изготовления, а также износом штампов, колебанием температурной усадки в процессе охлаждения поковки.

Если допуски на размеры поковки, шероховатость ее поверхностей, качество поверхностного слоя удовлетворяют требованиям, предъявляемым к готовым деталям, то эти поверхности в дальнейшем не подвергаются механической обработке. В остальных случаях предусматривают припуск на механическую обработку.

**Припуск на механическую обработку** – это слой металла, предназначенный для снятия при механической обработке для получения детали с заданной точностью, шероховатостью и качеством ее поверхностей.

Величина припусков и допусков определяется по таблицам государственных стандартов в соответствии с размерами, нормами точности и шероховатости поверхностей готовых деталей:

- ГОСТ 7062-90 – для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на прессах;
- ГОСТ 7829-70 – для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на молотах;
- ГОСТ 7505-89 – для поковок, изготавливаемых объемной горячей штамповкой.

Величину припусков можно определить приближенно по следующим формулам:

а) при ковке на молотах (мм):

- припуск на диаметр или толщину поковки

$$z_1 = 0,06D + 0,0017L + 2,8; \quad (2.1)$$

- припуск на длину поковки

$$z_2 = 0,008D + 0,002L + 10; \quad (2.2)$$

б) при ковке на гидравлических прессах (мм):

$$z_1 = 0,06D + 0,002L + 24; \quad (2.3)$$

$$z_2 = 0,05D + 0,05L + 26, \quad (2.4)$$

где  $D$  – диаметр или толщина детали;  $L$  – длина детали.

Приближенные значения допусков могут быть определены по следующим формулам:

– допуск на диаметр или толщину поковки

$$\pm T = 0,028D + 0,0004L + 0,5; \quad (2.5)$$

– допуск на длину заготовки

$$\pm T = 0,03D + 0,003L + 1,2; \quad (2.6)$$

в) при штамповке средний припуск на сторону можно определить по формуле

$$z = 0,4 + 0,015h + 0,0015D, \quad (2.7)$$

где  $z$  – припуск, мм;  $h$  – габаритный размер поковки в направлении движения деформирующего механизма машины, мм;  $D$  – габаритный размер (диаметр или длина) в плоскости разъема штампа, мм.

Значения допусков определяют по следующим формулам:

а) верхнее и нижнее отклонения допуска на размер в направлении удара пуансона, мм:

$$E_s = (0,7 - 1,0) \cdot z, \quad (2.8)$$

$$E_i = (0,4 - 0,6) \cdot z, \quad (2.9)$$

б) верхнее и нижнее отклонения допуска на размер в направлении плоскости разъема, мм:

$$E_s = (0,6 - 0,8) \cdot z, \quad (2.10)$$

$$E_i = (0,5 - 0,8) \cdot z. \quad (2.11)$$

Свободной ковкой, штамповкой или другими процессами получения заготовки давлением не всегда удается получить все элементы детали (канавки, уступы, поднутрения и др.), а в некоторых случаях оформление таких элементов при изготовлении заготовки экономически нецелесообразно.

Поэтому чертеж поковки часто упрощают. Такое упрощение сводится к назначению напусков. К напускам относятся также штамповочные уклоны, обеспечивающие извлечение поковки из штампа.

### **2.1.5. Выбор способа нагрева и температурного интервала при получении заготовки**

При единичном и мелкосерийном производствах, а также для нагрева заготовок больших габаритов используют камерные пламенные печи, работающие на жидком или газообразном топливе.

В массовом производстве применяются нагревательные устройства с непрерывной загрузкой и выгрузкой (проходного типа), к которым относятся методические или полуметодические печи, электроиндукционные и электроконтактные нагреватели и другие установки.

Температура нагрева заготовок перед обработкой давлением, также как и режим охлаждения, зависит от материала, размера заготовки, способа и времени деформирования. С увеличением температуры нагрева снижается сопротивление деформированию, повышается, как правило, пластичность.

Температурный интервал при горячей обработке давлением находится ниже линии солидуса на 100–150 °С (верхний предел) и выше линии критических точек  $A_3$  на 25–50 °С (нижний предел).

Для углеродистых сталей температурный интервал горячей обработки давлением определяют по диаграмме состояния в зависимости от содержания углерода.

Основными способами термообработки стальных поковок являются: отжиг; нормализация; нормализация с отпуском; улучшение (закалка с высоким отпуском). Сущность процессов термообработки освещается в соответствующем курсе и рекомендуемой литературе, где также даны необходимые сведения относительно выбора способов обработки, режимов, подбора оборудования и другие вопросы технологии термообработки.

Существуют основные способы очистки поковок от окалины: дробью, травлением, в галтовочных барабанах.

### ***2.1.6. Получение заготовок методом поперечно-клиновой прокатки***

В условиях массового и крупносерийного производства наиболее широкое распространение получили процессы обработки давлением, так как они придают изделиям повышенные механические свойства и обеспечивают высокую производительность труда и экономное использование металла. Особое место среди них занимает поперечно-клиновая прокатка (ПКП). От других процессов ее выгодно отличает высокий коэффициент использования металла, возможность полной автоматизации процесса, максимальное приближение прокатанной заготовки к профилю изделия, широкие технологические возможности, высокая стойкость инструмента, отсутствие источников виброколебаний. По экономическим показателям горячая ПКП превосходит штамповку на молотах и прессах, ГКМ и уступает только холодным операциям высадки и выдавливания.

Технологический процесс ПКП включает следующие операции: рубка штучных заготовок на прессе, нагрев их токами высокой частоты (ТВЧ), прокатка, термообработка, механическая обработка отдельных поверхностей, защита поверхности от коррозии.



Имеются станы, позволяющие прокатывать заготовки с диапазоном диаметров 0,5–130 мм и длиной 5–630 мм. Применяются станы с двух- и трехвалковым, валково-сегментным и двухсегментным, а также плоским инструментами. Наиболее широко распространены станы с плоским инструментом и двухвалковые.

Специфическая особенность ПКП – разрушение металла в виде вскрытия осевой полости, известное как эффект Маннесмана. Схемы ПКП и схемы станов ПКП представлены на рис. 2.1 и 2.2.

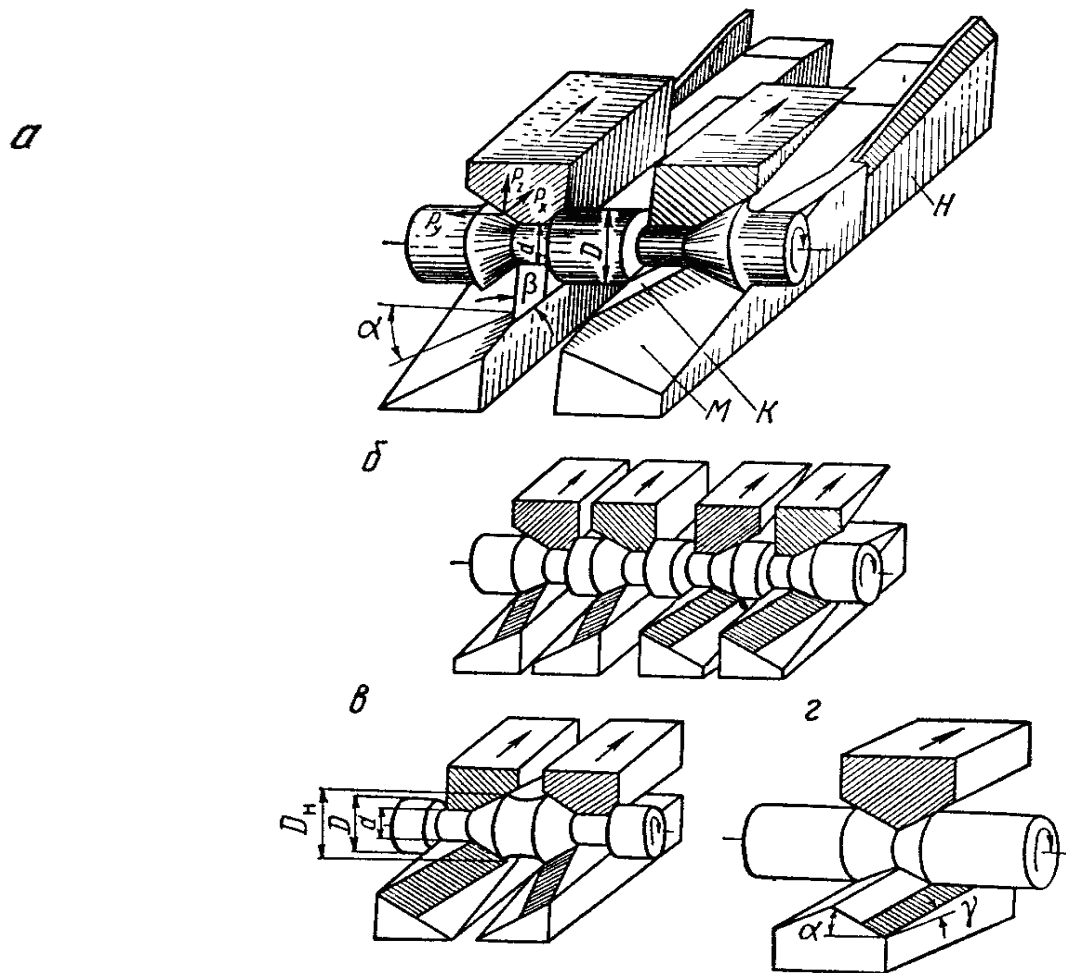


Рис. 2.1. Схема поперечно-клиновой прокатки (*a*) и способы ПКП:

*б* – параллельный; *в* – обратный; *г* – с разделительными ребрами;

*М* – боковые грани клинового инструмента; *К* – калибрующие поверхности инструмента;

*Н* – специальные ножи для отрезки избытка металла;  $\beta$ ,  $\alpha$  – угол клинового инструмента

Значения припусков на сторону приведены в табл. 2.1.

При проектировании заготовки, получаемой ПКП, необходимо учитывать радиусы скруглений углов (табл. 2.2), допуски на износ рабочего инструмента, погрешность изготовления рабочего инструмента, отклонение от параллельности опорных поверхностей, отклонения по температурному интервалу, которые выбираются из таблиц.

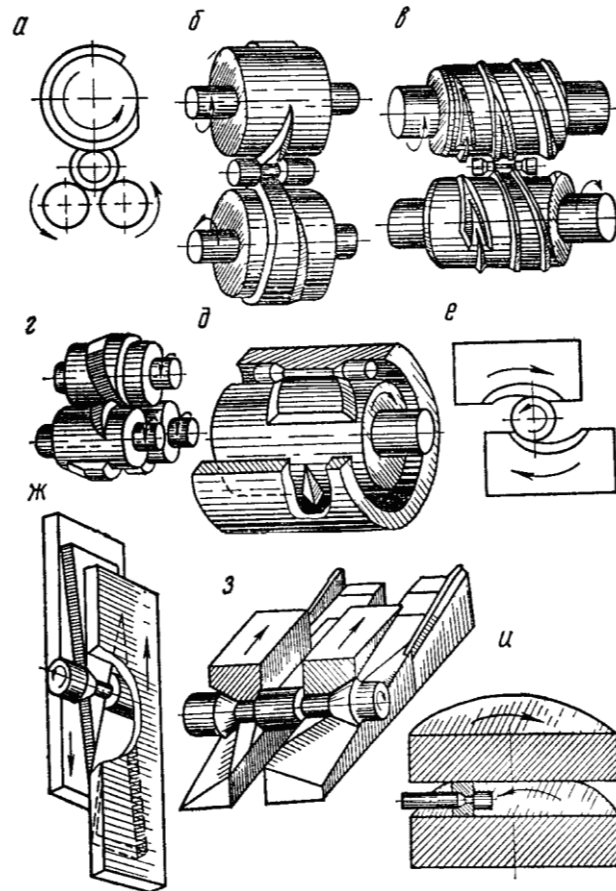


Рис. 2.2. Схемы станов ПКП:

*a* – одновалковая; *б* – двухвалковая; *в* – с винтовыми калибрами; *г* – трехвалковая; *д* – валково-сегментная; *е* – двухсегментная; *ж* – плоская; *з* – плоская с неподвижной плитой; *и* – дисковая

Таблица 2.1

Припуски на механическую обработку на сторону для заготовок, получаемых методом поперечно-клиновой прокатки для деталей с шероховатостью  $Ra\ 80\dots20$

Масса прокатанной заготовки, кг	Диаметр заготовки, мм		Длина прокатанной заготовки, мм							
	До 50	От 50 до 120	До 50	От 50 до 120	От 120 до 180	От 180 до 260	От 260 до 360	От 360 до 500	От 500 до 630	От 630 до 800
До 0,25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3
0,25–0,63	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5
0,63–1,60	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6
1,60–2,50	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
2,50–4,00	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9
4,00–6,30	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
6,30–10,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
10,0–16,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3

Примечание: при меньшей шероховатости обрабатываемых поверхностей к припускам прибавляют:

- а) при шероховатости  $Ra$  10...2,5 – 0,3...0,5 мм;
- б) при шероховатости  $Ra$  1,25 и менее – 0,5...0,8 мм.

Таблица 2.2

Радиусы скруглений углов прокатанных заготовок

Масса прокатанной заготовки, кг	Радиусы скруглений	
	внешних	внутренних

0,25–0,63	0,8	1,1
0,63–1,6	1,0	1,5
1,6–2,5	1,2	1,9
2,5–4,0	1,5	2,2
4,0–6,3	1,5	2,2
6,3–10,0	1,7	2,6
Свыше 10	1,7	2,6

Отклонения номинальных диаметров прокатанной заготовки определяют по формулам:

$$ES = ES_{u1} + ES_{u2} + ES_p + ES_t, \quad (2.12)$$

$$EI = EI_{u2} + EI_t, \quad (2.13)$$

где  $ES_{u1}$  – отклонение на износ рабочего инструмента, мм;  $ES_{u2}$ ,  $EI_{u2}$  – отклонения, учитывающие погрешность изготовления рабочего инструмента;  $ES_p$  – отклонение от параллельности опорных поверхностей поперечно-клинового стана;  $ES_t$ ,  $EI_t$  – отклонения по температурному интервалу, учитывающие усадку инструмента.

Допускаемые отклонения номинальных продольных размеров:

$$ES_l = ES_{u1} + ES_{u2} + ES_t, \quad (2.14)$$

$$EI_l = EI_{u2} + EI_c + EI_t, \quad (2.15)$$

где  $EI_c$  – отклонение, учитывающее взаимное смещение клинового инструмента вдоль оси заготовки.

Значения отклонений размеров заготовки приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Отклонение размеров заготовки, получаемой ПКП, мм

Определяемые по массе заготовки			
Масса прокатанной заготовки, кг	$ES_{u1}$	$ES_p$	$EI_c$

1	2	3	4
0,25–0,63	+0,38	+0,06	–0,15
0,63–1,6	+0,47	+0,1	–0,2
1,6–2,5	+0,60	+0,1	–0,2

Окончание табл. 2.3

1	2	3	4
2,5–4,0	+0,67	+0,2	–0,3
4,0–6,3	+0,75	+0,2	–0,3
6,3–10,0	+0,82	+0,2	–0,3
10,0–16,0	+0,90	+0,2	–0,3

Определяемые по размерам заготовки

Диаметр или длина, мм	$ES_t$	$El_t$	$ES_{\varnothing 2}$	$El_{\varnothing 2}$	Кривизна заготовки, мм
До 50	+0,05	–0,05	+0,05	–0,05	0,3
50–120	+0,12	–0,12	+0,07	–0,07	0,4
120–180	+0,18	–0,18	+0,08	–0,08	0,5
180–260	+0,26	–0,26	+0,09	–0,09	0,6
260–360	+0,36	–0,36	+0,1	–0,10	0,8
360–500	+0,50	–0,50	+0,12	–0,12	1,0
500–630	+0,63	–0,63	+0,14	–0,14	1,2
630–800	+0,80	–0,80	+0,15	–0,15	1,5

### 2.1.7. Определение размеров прутка под прокатку заготовки

Расчетный размер прутка под прокатку

$$d_p = d_{\max} + ES_{d_{\max}}, \quad (2.16)$$

где  $d_{\max}$  – максимальное значение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;  $ES_{d_{\max}}$  – верхнее отклонение этого диаметра.

Номинальный диаметр прутка  $d_0$  выбирается из сортамента по ГОСТ 2590-2006 как ближайшее большее значение по отношению к  $d_p$ . При этом должно выполняться условие

$$d_{\max} - EI_{d_{\max}} \leq \frac{d_0 - EI_{d_0}}{K_y}, \quad (2.17)$$

где  $EI_{d_{\max}}$  – нижнее отклонение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;  
 $EI_{d_0}$  – нижнее отклонение диаметра прутка;  $K_y = 1,01$  – коэффициент угара металла.

Номинальный размер прутка по длине

$$L_0 = 1,27 \cdot \frac{V_0}{\left( d_0 - 0,5 EI_{d_0} \right)^2}, \quad (2.18)$$

где  $V_0$  – объем прутка:

$$V_0 = K_y \cdot V_{п.з} + V_k, \quad (2.19)$$

где  $V_{п.з}$  – объем прокатанной заготовки, рассчитанный по наибольшим предельным размерам;  $V_k$  – объем концевых отходов:

$$V_k = 0,75\pi (K_{h1} \cdot d_{k1}^3 + K_{h2} \cdot d_{k2}^3), \quad (2.20)$$

где  $K_{h1}$ ,  $K_{h2}$  – коэффициенты, зависящие от степени обжатия заготовки.

Коэффициенты  $K_{h1}$  и  $K_{h2}$  определяются по графику (рис. 2.3).

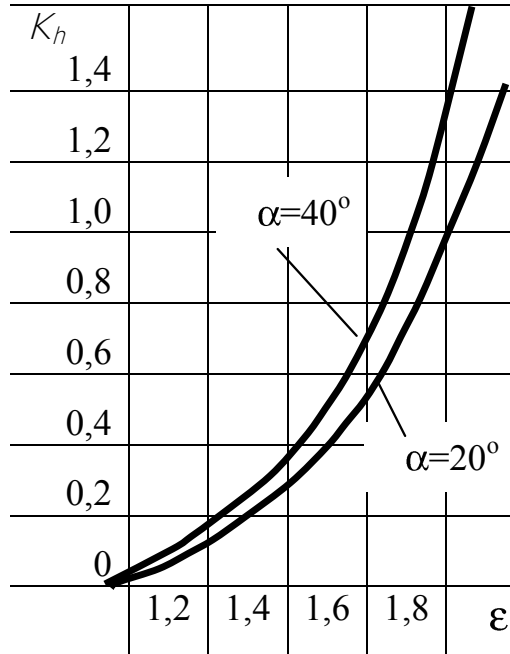


Рис. 2.3. График зависимости коэффициента  $K_h$  от степени обжатия заготовки  $\epsilon$  и угла наклона  $\alpha$  деформируемой грани клинового инструмента

На длину прутка установлено симметричное расположение пола допуска  $\pm 1,0$  мм

### **2.1.8. Номенклатура заготовок, получаемых штамповкой на молотах, механических и гидравлических прессах**

Различают две основные группы заготовок:



**1 группа** – круглые и квадратные в плоскости разъема или близкие к ним с двумя примерно равными в плане во взаимно перпендикулярных направлениях или с основными элементами круглой (квадратной) формы, имеющими отrostки. Сюда относят поковки зубчатых колес, дисков, фланцев, втулок, ступиц, чашек и др., штампуемые осадкой в торец;

**2 группа** – поковки, удлиненной в плоскости разъема формы, характеризующиеся значительной величиной отношения длины к средней ширине в плане (штамуются плашмя). Последние могут быть с прямой или изогнутой в плоскости разъема осью и могут иметь отrostки и развилины, расположенные также в плоскости разъема. Сюда относят валы, рычаги, прямые балки и т.д. Удлиненные с изогнутой осью – кривошипные, изогнутые рычаги, коленчатые валы. К поковкам с развилинами относят вилки, шатуны и детали с развилинами на конце.

**Смешанная группа** – заготовки круглые в плоскости разъема, но имеющие, кроме того, отrostок в виде стержня, расположенный также в плоскости разъема.

### ***2.1.9. Разработка чертежа заготовки, полученной штамповкой на молотах и прессах***

При разработке чертежа необходимо:

1. Учесть эксплуатационные требования к детали, ее отдельным частям, требуемое расположение волокон.
2. Определить плоскость разъема и установить, какая часть поковки будет размещаться в нижней, а какая в верхней половине штампа.
3. Назначить допуски на изготовление и припуски на механическую обработку обрабатываемых поверхностей детали.
4. Установить базы первой операции механической обработки, а также целесообразность увеличенных припусков, напусков или выступов на заготовке с целью исключения поломки режущего инструмента.
5. Определить штамповочные уклоны, радиусы закруглений, установить форму и размеры наметок отверстий и перемычки под пробивку отверстия.

**Плоскость разъема** проходит по контуру среза заусенца. При определении положения плоскости разъема необходимо учитывать:

- полное заполнение полости штампа металлом легче обеспечивается путем осаживания (плашмя), а не вдавливанием заготовки (на ребро);
- полость верхней половины штампа молота заполняется легче и качество поверхности заготовки в ней выше, поэтому участки в виде бобышек, ребер следует располагать в верхней половине штампа;
- возможность свободного извлечения заготовки из полости штампа за счет разъема его половин в вертикальном направлении.

Общее правило: разъем устанавливается в плоскости двух наибольших взаимно перпендикулярных габаритных размеров. Допускается

исключение из правил: а) уменьшение массы заготовки; б) если на той или иной поверхности не должно быть напусков, образуемых штамповочными уклонами (данную поверхность следует располагать перпендикулярно ходу бабы молота).

**Допуски и припуски** регламентированы ГОСТ 7505-89.

Допуски включают недоштамповку по высоте, неточность изготовления, износ и неполное заполнение полостей штампа, эксцентricность при прошивке, поверхностные дефекты.

К напускам относятся штамповочные уклоны, радиусы закруглений, назначаемые в соответствии с ГОСТ 7505-89, и перемычки отверстий.

### 2.1.10. Разработка чертежа заготовки, получаемой на ГKM

Метод позволяет получать заготовки диаметром 20–250 мм и больше, массой 0,1–100 кг (чаще всего до 30 кг), длиной до 3–4 м. Минимальная толщина стенки  $S = 0,15D$ , где  $D$  – наружный диаметр заготовки. Отход металла – 0,5 – 1,0%. Метод применяется в массовом и крупносерийном производствах ( $K_{3,0} = 1–10$ ). Номенклатура заготовок – детали типа тел вращения в виде стержней с головками, сквозными и глухими отверстиями, боковыми выступами, фланцами, цилиндрические и конические шестерни с валом, кольца, втулки с квадратным фланцем, гайки.

При составлении чертежа заготовки разъем между матрицами устанавливается в плоскости осевого сечения заготовки, а разъем между пуансоном и матрицей – в плоскости наибольшего поперечного сечения. Расположение наиболее утолщенной части в матрице освобождает в этой части от штамповочных уклонов, но не исключает возможности сдвига ее фигуры в плоскости разреза матрицы.

Штамповка в пуансоне исключает возможность сдвига, но необходимо предусматривать уклоны со стороны пуансона.

Внешние штамповочные уклоны по ГОСТ 7505-89 составляют  $5^\circ$ , внутренние –  $7^\circ$ ; уклоны на поверхностях впадины или отверстий – не более  $3^\circ$ . Уклоны не требуются на наружных поверхностях заготовки, параллельных ее оси, если они оформляются в матрицах. Если наружная поверхность заготовки полностью или частично оформляется в пуансоне, то штамповочные уклоны можно уменьшать и выбирать в зависимости от отношения  $L/D$  (табл. 2.4) где  $L$  – длина участка, высаживаемого в пуансоне;  $D$  – диаметр этого участка

Таблица 2.4

Зависимость штамповочных уклонов от соотношения  $L/D$

$L/D$	0,3	0,3–1,2	1,2–2,2	2,2–3,2	3,2–4,2
$\beta$	$0^\circ$	$15'$	$30'$	$45'$	$1^\circ$

Минимально допустимые штамповочные уклоны на поверхностях выемок или отверстий принимают в зависимости от  $l/d$  (табл. 2.5), где  $l$  – длина полости (или отверстия);  $d$  – ее диаметр.

Зависимость минимальных штамповочных уклонов от соотношения  $l/d$ 

$l/d$	0,5	0,5–1,5	1,5–2,5	2,5–3,5	3,5–4,5	4,5–5,5	5,5–6,5	6,5–7,5	7,5–8,5
$\alpha$	0°	15′	30′	45′	1°	1°15′	1°30′	1°45′	2°

Глубокие полости следует разделять по высоте на несколько участков, чтобы уменьшить величину уклона  $\alpha$ . Наружные радиусы принимают равными величине припуска на механическую обработку, внутренние – в 1,5–2 раза большими.

Другие правила конструирования заготовок и составления их чертежа, получаемых на ГКМ, являются такими же, как для заготовок, получаемых штамповкой на молотах и прессах.

Примеры оформления чертежей, получаемых штамповкой на ГКМ, даны в ГОСТ 7505–89.

### 2.1.11. Правила оформления чертежа поковки

Чертеж рекомендуется выполнять в масштабе 1:1.

Исключения допустимы при вычерчивании заготовок простой формы или больших размеров. Заготовки сложных форм размерами менее 50 мм вычерчиваются в масштабе 2:1.

На чертеже заготовки готовую деталь показывают штрих-пунктирной линией в том положении, которое заготовка занимает в штампе, указывая лишь контуры детали. Проставляют размеры заготовки с предельными отклонениями и припуски. Не следует проставлять размеры от линии разъема. Над угловым штампом чертежа необходимо указать основные технические требования на приемку заготовки (заголовок «Технические требования» не пишется). Технические требования указываются в следующей последовательности (п.13 ГОСТ 2.316-68):

- 1) термообработка и твердость (например, нормализация с отпуском, 197–210 НВ);
- 2) предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения (например, допускаемая величина заусенца по периметру среза – не более 1,5 мм; смещение по линии разъема штампа – не более 1,0 мм; допустимое отклонение от соосности прошиваемого отверстия относительного внешнего контура – не более 1,5 мм; овальность отверстия и наружного диаметра в пределах допуска; кривизна или стрела прогиба не более 5 мкм (1 мм); неуказанные штамповочные уклоны – 7°; неуказанные радиусы закруглений – 1–2 мм);
- 3) требования к качеству поверхностей (например, допустимая глубина залегания поверхностных дефектов, рисок, волосовин, плен, вмятин, забоин, зажимов не более 0,5 припуска на механическую обработку, а на необрабатываемых поверхностях – в пределах допуска; способ зачистки дефектов, оставшихся после удаления окалины и зачистки; очистка поверхностей от окалины – травление);

- 4) места клеймения и отпечатка при испытании на твердость; базы черновые, т. е. базы первой операции механической обработки;
- 5) категория поковок по ГОСТ 7505-89. Например, класс точности Т1, группа стали М2, степень сложности С3, исходный индекс 8 по ГОСТ 7505-89, группа поковок по ГОСТ 8479-70 п. 1.12 (например, гр. III 143–179 НВ ГОСТ 8479-70);
- б) остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.

Типовые примеры оформления чертежей заготовок, получаемых штамповкой, приведены в ГОСТ 7505-89.

## **2.2. Получение заготовок методами литья**

### **2.2.1. Литье в песчано-глинистые формы**

Метод применяется в единичном и мелкосерийном производствах и реже – в серийном и массовом.

Коэффициент использования металла  $K_{и.м} = 0,4–0,5$ . Точность изготовления согласно ГОСТ 26645–85. Шероховатость поверхностей  $R_z$  10–320. Сумма  $(R_z + h) – 600–700$  мкм. Масса получаемых отливок – от нескольких килограммов до 2 т при машинной формовке до 200 т.

*Применяемые материалы:* сталь 15Л – 55Л, чугун (серый, ковкий, высокопрочный), цветные сплавы (медные, магниевые, алюминиевые).

*Номенклатура заготовок:* станины, траверсы, суппорты, шестерни, диски, шкивы, маховики, головки и блоки цилиндров, цилиндры, плиты, втулки, рычаги, муфты, крышки, подшипники.

### **2.2.2. Точное литье в неразъемные формы**

Применяется в серийном и массовом производствах. Этот метод обеспечивает получение заготовок сложной конфигурации длиной до 100 мм, массой от 50–500 г до 50 кг с минимальной толщиной стенки 0,3 – 0,5 мм и отверстиями 2–3 мм. Точность размеров IT 12–13, шероховатость поверхности от  $R_z$  10 – 40 до  $Ra$  1,25–2,5 мкм. Величина дефектного слоя  $T = 170$  мкм. Литейные уклоны – 0,25°, литейные радиусы – 0,25 мм. Можно получить резьбу.

*Номенклатура заготовок* – шестерни, лопасти турбин, режущий инструмент, детали приборов, велосипедные детали.

### **2.2.3. Литье в металлические формы (кокили)**

Применяется в массовом и серийном производствах. Метод экономически целесообразен при величине партии 300–500 штук для мелких отливок и 50–300 для крупных.

*Преимущества:* не требуется процесс формовки, что повышает производительность в 1,5–3 раза и снижает трудоемкость в 1,5 раза, брак снижается на 20–30%.

*Недостатки:* трудоемкость изготовления форм и отбеливание чугуна.

Масса заготовок: чугун – от 10 г до 7 т, сталь – от 0,5 кг до 4 т, цветные металлы и сплавы – от 5 г до 0,5 т. Точность размеров IT 13–14, шероховатость поверхности от  $R_z$  10–40 до  $Ra$  1,25–2,5 мкм. Величина дефектного слоя  $T = 300$  мкм. Припуски на механическую обработку 1–2 мм, уклоны – от  $2^\circ$  до  $7^\circ$ . Минимальная толщина стенки: для стали – 8 мм, чугуна и бронзы – 4–6 мм, алюминиевых сплавов – 8–10 мм, медных сплавов – 10–12 мм.

*Номенклатура деталей:* поршни, головки блоков двигателей, корпуса, столы, диски и другие толстостенные отливки.

#### **2.2.4. Литье под давлением**

Применяется в крупносерийном и массовом производствах при изготовлении небольших деталей любой сложности с многочисленными отверстиями в различных плоскостях, тонкостенные с глубокими полостями и сложными пересечениями стенок, в основном корпусные.

*Преимущества:* высокая точность форм и размеров (0,02–0,04 мм); снижается трудоемкость по сравнению с другими методами литья; отливки имеют мелкозернистую структуру, что повышает их прочность на 25–40%.

*Недостатки:* низкая стойкость пресс-форм и получение заготовок только из цветных металлов.

Масса заготовок – до 100 кг (обычно 6–10 кг), минимальная толщина стенок – 0,5 мм (оптимальная 1,5–4,5 мм). Минимальный диаметр отверстия 1,2 мм (оптимальный 2,5 мм). Глубина отверстий – не более 5 диаметров. Припуски на механическую обработку – 0,3–1,0 мм, уклоны 0,4–1,8°. Коэффициент использования металла  $K_{и.м} = 0,80–0,92$ . Точность размеров IT 9–13, шероховатость поверхности от  $R_z$  20 мкм и менее. Величина дефектного слоя  $T = 140$  мкм.

*Материалы:* магниевые, медные, алюминиевые, цинковые, свинцово-оловянистые сплавы, сталь.

*Номенклатура:* тройники, шестерни, рейки, кольца, блоки двигателей, детали приборов.

#### **2.2.5. Разработка чертежа отливки**

Производится анализ конструкции детали с целью полного представления о конфигурации детали, наличии плавных переходов, радиусов закруглений, уклонов на боковых поверхностях, отверстий. При конструировании необходимо проверить конструкцию на технологичность методом световых лучей: отсутствие теневых участков при воображаемом освещении детали параллельными лучами в направлении, перпендикулярном к плоскости разъема формы, указывает на правильность конструкции. Следует избегать участков с резким утолщением металла, чтобы предотвратить появление раковин. Для предупреждения коробления необходимо симметричное расположение

элементов конструкции (объема металла) относительно оси. Приливы и бобышки располагаются таким образом, чтобы можно было свободно извлечь модель. Сопряжения толстой стенки с тонкой должно быть плавным с  $R = 0,2 - 0,3 \sqrt{\frac{S_1 + S_2}{2}}$ , где  $S_1$  и  $S_2$  – толщины сопрягаемых стенок. Если стенки встречаются под прямым или острым углом, то  $R = 1,5S$  и  $r = 0,5S$ , где  $R$  и  $r$  – соответственно наружный и внутренний радиусы сопряжений. Толщину ребер принимают  $0,7S$  и  $0,8S$  соответственно.

**Определение плоскости разъема и положения отливки** проводится с учетом того, что металл в нижней части отливки получается более плотным и чистым от примесей, чем в верхней. Поэтому менее ответственные поверхности детали должны быть обращены при заливке вверх, где качество металла хуже. Наибольшая сторона заготовки в форме должна располагаться горизонтально. Плоскость разъема должна быть параллельна стенкам, на которых расположены выступающие наружу приливы и бобышки. Припуски на механическую обработку назначаются по ГОСТ 26645-85. Формовочные уклоны предусматривают для предотвращения разрушения рабочих поверхностей при извлечении моделей или отливок из формы и применяют в тех случаях, когда на чертеже детали нет конструктивных уклонов.

Уклоны задаются в направлении извлечения моделей из формы. Формовочные уклоны должны быть выполнены:

- а) на обрабатываемых поверхностях – сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размеров отливки;
- б) на необрабатываемых поверхностях, которые сопрягаются с другими деталями, за счет одновременного увеличения или уменьшения размеров отливки.

На чертеже заготовки контуры детали показывают штрих-пунктирной линией в том положении, которое заготовка занимает в форме. Проставляют размеры с предельными отклонениями и припуски, а также указывают технические требования:

1. Твердость материала отливки и термообработка.
2. Точность отливки по ГОСТ 26645-85.
3. Требования к структуре и дефектам отливки и требования к отдельным поверхностям.
4. Требования к расположению отдельных поверхностей.
5. Неуказанные литейные уклоны, радиусы скруглений.
6. Требования к плоскостности и параллельности отдельных поверхностей.
7. Допуски на необрабатываемые поверхности.
8. Места клеймения и отпечатка при испытании на твердость; знаки базовых поверхностей первой операции механической обработки.

### 3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ варианта	Годовой выпуск	№ чертежа	№ вопроса для теоретического изложения		
			обработка металлов давлением	конструирование отливок	заготовки из порошковых материалов, сварка
01, 02, 03	100000	1	1	35	13
04, 05	2000	1	21	15	
06, 07, 08	200000	2	2	34	11
09, 10	1500	2		14	10
11, 12, 13	3000	3	3	33	9
14, 15	150000	3	23	13	
16, 17, 18	100000	4	4	32	7
19, 20	5000	4	24	12	
21, 22, 23	90000	5	5	31	5
24, 25	9000	5	25	11	
26, 27, 28	5000	6	6	30	3
29, 30	150000	6		10	2
31, 32, 33	70000	7	7	29	1
34, 35	700	7	27	9	
36, 37, 38	100000	8	8	28	16

39, 40	3000	8	28	8	
41, 42, 43	200000	9	9	27	15
44, 45	4000	9		7	13
46, 47, 48	120000	10	10	26	10
49, 50	1200	10	30	6	
51, 52, 53	140000	11	11	25	8
54, 55	14000	11	31	5	
56, 57, 58	250000	12	12	24	24
59, 60	2500	12	32	4	
61, 62, 63	95000	13	13	23	3
64, 65	3000	13		3	17
66, 67, 68	160000	14	14	22	13
69, 70	6000	14	34	2	
71, 72, 73	180000	15	15	21	15
74, 75	7000	15	35	1	
76, 77, 78	7000	16	16	20	16
79, 80	180000	16	1	3	
81, 82, 83	5000	17	17	19	19
84, 85	120000	17	2	5	
86, 87, 88	3000	18	18	18	21
89, 90	300000	18	3	6	
91, 92, 93	20000	19	19	17	23



94, 95	200000	19	4	7	
96, 97, 98	4000	20	20	16	25
100	140000	20		10	

#### **4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИЗЛОЖЕНИЯ В КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

##### **4.1. Обработка металлов давлением**

1. Холодная пластическая деформация и ее влияние на механические свойства.
2. Влияние холодной пластической деформации на механические свойства металлов.
3. Зачистка, резка металла на заготовки.
4. Нагрев металла, требования, предъявляемые к нагреву металла.
5. Определение режимаковки и штамповки по диаграмме «железо – углерод».
6. Угар металла, обезуглероживание стали.
7. Способы нагрева металла, их преимущества и недостатки, область применения.
8. Способы очистки заготовок от окалины.
9. Штамповка на молотах свободнойковки.
10. Оформление чертежаковки, полученной на молотах. Допуски, припуски, штамповочные уклоны, радиусы закруглений.
11. Факторы, влияющие на выбор плоскости разъема штампов.
12. Как влияют внутренние радиусы закруглений на заполняемость штамповочных ручьев?
13. Классификацияпоковок, полученных на молотах.
14. Штамповка на кривошипно-горячештамповочных прессах (КГШП).
15. Преимущества и недостатки прессы по сравнению с молотом.
16. Классификацияпоковок, полученных на прессах.
17. Штампы для облойной и безоблойной штамповки.
18. Выбор плоскости разъема штампов при облойной и безоблойной штамповке.
19. Припуски и напуски при штамповке заготовок.

20. Штамповка на ГКМ, сущность метода.
21. Классификация поковок, полученных на ГКМ.
22. Правила высадки в цилиндрических и конических ручьях, линии разъема штампов.
23. Правила прошивки на ГКМ.
24. Прямое и обратное выдавливание, особенности процессов.
25. Точность поковок при выдавливании.
26. Конструкции пуансонов при прямом и обратном выдавливании.
27. Штамповка на гидравлических прессах.
28. Штамповка на фрикционных прессах.
29. Точная раскатка валов и осей, особенности процесса, механика процесса.
30. Поперечно-клиноватая прокатка.
31. Поперечно-винтовая прокатка.
32. Методы прокатки зубчатых колес, характер течения металла при накатке, обеспечение правильности формы зуба. Штамповка с применением термомеханической обработки.
33. Накатывание резьб, шлицев.
34. Накатывание конических зубчатых колес.
35. Калибровка, чеканка, обрезка облоя при штамповке, основные дефекты поковок и способы их устранения.

#### 4.2. Конструирование отливок

1. Литейные материалы и их свойства.
2. Основы проектирования и изготовления модельных комплектов.
3. Формовочные материалы и смеси.
4. Формовочные, стержневые смеси.
5. Ручная формовка, машинная формовка, изготовление форм на автоматических формовочных линиях.
6. Изготовление стержней.
7. Конструирование отливки: толщина стенок, сопряжения стенок отливки, уменьшение усадочных напряжений, правило световых теней, внутренние напряжения.
8. Чугуны для получения отливок, механические свойства чугуна для отливок.
9. Дефекты отливок, их исправление.
10. Производство отливок из ковкого чугуна, особенности технологии.

11. Отжиг отливок, интенсификация процесса отжига ковкого чугуна.
12. Производство отливок из стали. Литейные стали.
13. Особенности изготовления литейных форм для стальных отливок.
14. Термическая обработка стальных отливок.
15. Производство отливок из цветных сплавов.
16. Отливки из медных сплавов. Состав и свойства медных сплавов. Особенности литейной формы. Заливка форм.
17. Отливки из алюминиевых сплавов. Особенности литейной формы, заливка форм.
18. Отливка из магниевых сплавов. Состав и свойства магниевых сплавов. Особенности литейной формы.
19. Литье в оболочковые формы.
20. Литье по выплавляемым моделям.
21. Литье в кокиль.
22. Литье под давлением.
23. Штамповка жидких сплавов.
24. Центробежное литье.
25. Непрерывное литье.
26. Электрошлаковое литье.
27. Литье выжиманием.
28. Перспективы развития современных способов литья.
29. Литейные базы. Базы механической обработки. Черновые базы.
30. Колебание размеров отливки и их влияние на конструкцию.
31. Простановка размеров на чертеже отливок.
32. Припуски на механическую обработку и способы их определения.
33. Уменьшение усадочных напряжений, предупреждение газовых раковин.
34. Ранты, фланцы, отверстия, ребра их конструкции, назначение, толщина стенок отливки.
35. Охрана природы и защита окружающей среды в литейном производстве.

#### **4.3. Получение заготовок из порошковых материалов, сварные соединения**

1. Технологические свойства металлических порошков, методы их определения.
2. Область применения заготовок, полученных из порошковых материалов.

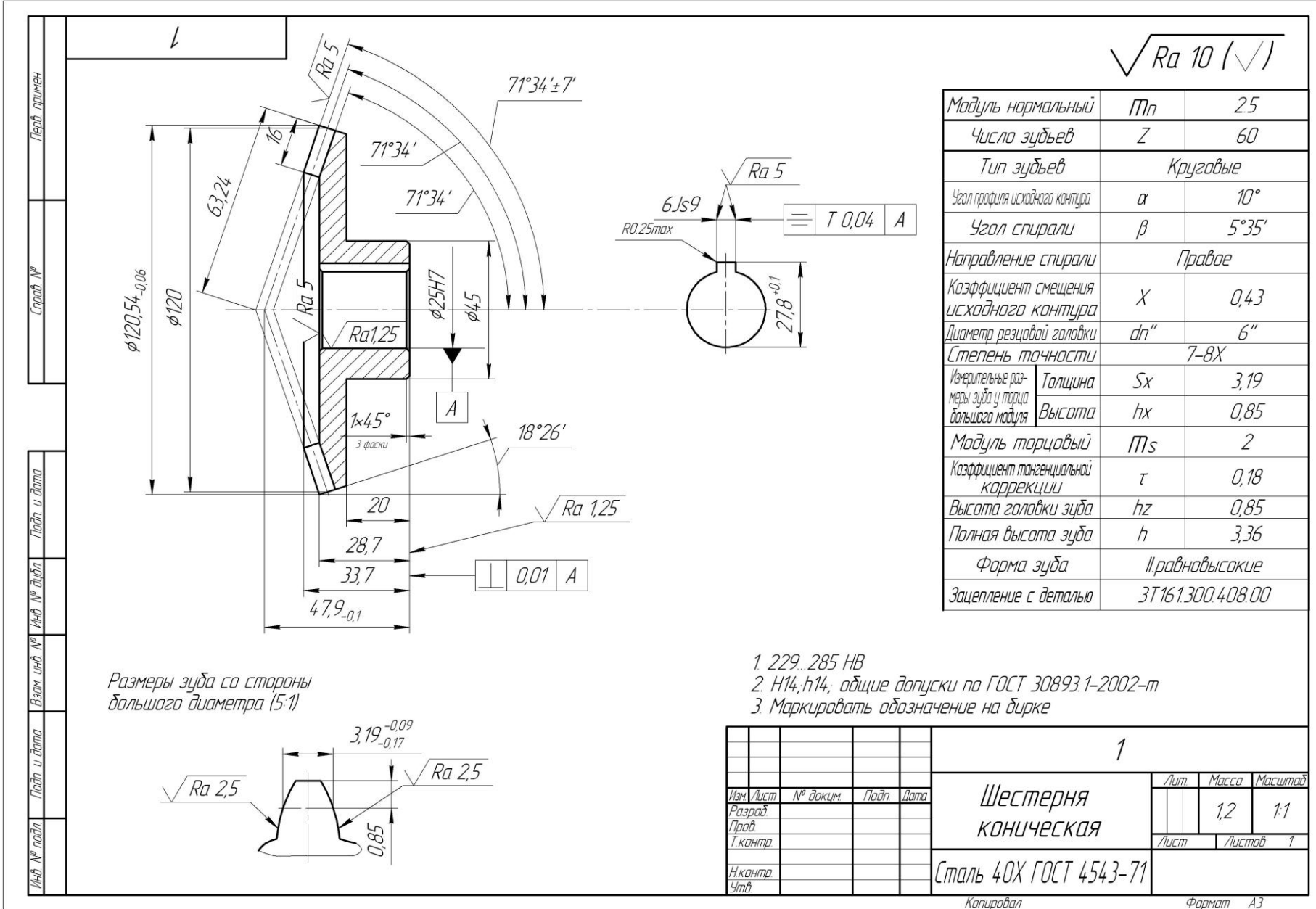
3. Методы получения заготовок из порошковых материалов, технология прессования.
4. Холодная штамповка порошковых формовок.
5. Прессование сплошных и пустотелых порошковых изделий.
6. Выдавливание многокомпонентных порошковых формовок.
7. Энергоемкость штамповки порошковых заготовок.
8. Статическая и динамическая прочность сварного соединения.
9. Виды сварных соединений.
10. Изображение сварных швов на чертежах.
11. Правила конструирования.
12. Соединения контактной электросваркой.
13. Сварка труб.
14. Приварка фланцев.
15. Приварка втулок.
16. Приварка стержней.
17. Сварные рамы.
18. Сварные узлы.
19. Чертежи сварных соединений.
20. Технологичность сварных соединений.
21. Автоматизация сварочных работ.
22. Разделка сварочных швов.
23. Правило свариваемости заготовок.
24. Дефекты сварных соединений.
25. Контроль сварных соединений.

## Л и т е р а т у р а

1. Степанов, Ю.А. Технология литейного производства / Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин. – М.: Машиностроение, 1983. – 285 с.
2. Технологичность конструкции изделий: справочник / под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1985. – 353 с.
3. Косилова, А.Г. Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 287 с.
4. Ковка и объемная штамповка стали: справочник: в 2 т. / под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1968. – Т.2. – 411 с.

5. Брюханов, А.Н. Ковка и объемная штамповка / А.Н. Брюханов. – М.: Машиностроение, 1975. – 402 с.
6. Клушин, В.А. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки / В.А. Клушин, Е.М. Макушок, В.Я. Щукин. – М.: Наука и техника, 1980. – 280 с.
7. Методические рекомендации. Расчет технологических процессов и проектирование инструмента поперечно-клиновой вальцовки. – Воронеж: ЭНИКМаш, 1976. – 99 с.
8. Лабораторный практикум по курсу «Проектирование и производство заготовок». – Минск: БПИ, 1985. – 74 с.
9. Технологичность литых деталей / Н.Ф. Косариков [и др.]. – Машгиз, 1954. – 301 с.
10. Емельянова А.П. Технология литейной формы. – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.
11. Фельдман, Г.Д. Холодное выдавливание стальных деталей / Г.Д. Фельдман. – М.: Машиностроение, 1963. – 150 с.
12. Николаев, Г.А. Сварные конструкции / Г.А. Николаев. – Машгиз, 1953. – 216 с.
13. Кипарисов, С.С. Порошковая металлургия / С.С. Кипарисов. – М., 1972. – 143 с.
14. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на прессах. Припуски и допуски: ГОСТ 7062-90. – Изд-во стандартов, 1989.
15. Скорбинский, И. Конструирование отливок / И. Скорбинский. – М.: Машгиз, 1961. – 220 с.
16. Конструирование литых деталей: РТМ ОАА 684.057-68. – М.: Машиностроение, 1968.
17. Обработка металлов давлением: операцииковки и штамповки. Термины и определения: ГОСТ 18970-73.
18. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски: ГОСТ 7505-89.
19. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах: ГОСТ 7289-70.
20. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Технические условия: ГОСТ 8479-70.
21. Могилев, В.К. Справочник литейщика / В.К. Могилев, О.И. Лев. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 656 с.
23. Правила графического выполнения элементов литейной формы и отливок: ГОСТ 3.1125-88.
24. Отливки из металлов и сплавов: ГОСТ 26645-85.
25. Орлов, П.И. Основы конструирования / П.И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1972. – Кн. 2. – 519 с.
26. Технология и организация производства. – Киев, 1986. – Кн. 1. – 34 с.

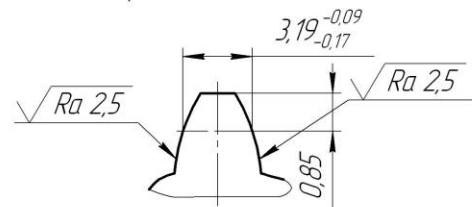
# **ПРИЛОЖЕНИЕ**



$\sqrt{Ra 10 (\checkmark)}$

Модуль нормальный	$M_n$	25	
Число зубьев	$Z$	60	
Тип зубьев	Круговые		
Угол профиля исходного контура	$\alpha$	10°	
Угол спирали	$\beta$	5°35'	
Направление спирали	Правое		
Коэффициент смещения исходного контура	$X$	0,43	
Диаметр резцовой головки	$dn''$	6"	
Степень точности	7-8X		
Измерительные размеры зуба у торца большого модуля	Толщина	$S_x$	3,19
	Высота	$h_x$	0,85
Модуль торцовый	$M_s$	2	
Коэффициент тангенциальной коррекции	$\tau$	0,18	
Высота головки зуба	$h_z$	0,85	
Полная высота зуба	$h$	3,36	
Форма зуба	Правновысокие		
Зацепление с деталью	3Т161.300.408.00		

Размеры зуба со стороны большого диаметра (5:1)



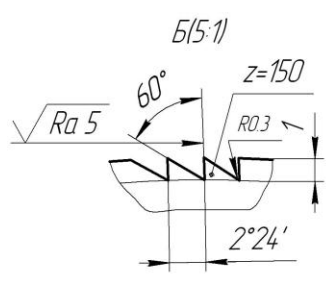
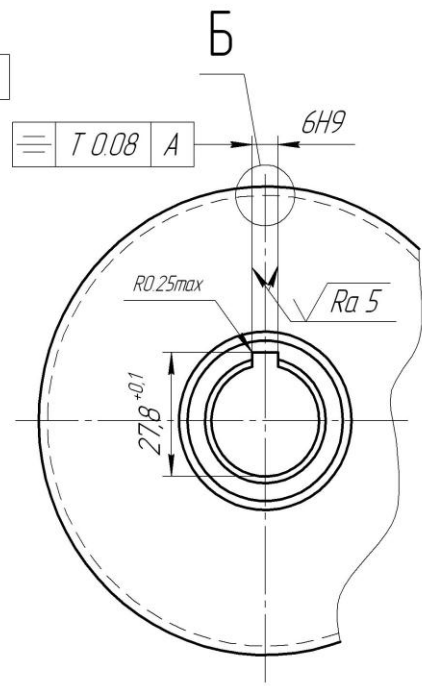
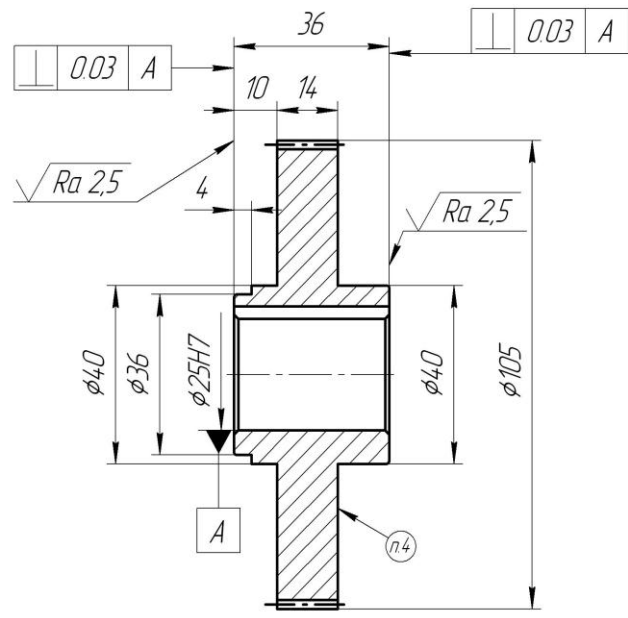
1. 229..285 НВ
2. Н14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
3. Маркировать обозначение на бирке

1			
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб			
Проб			
Т. контр			
Н. контр			
Чтв			
<b>Шестерня коническая</b>			Лит
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			Масса
			Масштаб
			Лист
			Листов
			1

Копировал

Формат А3

$\sqrt{Ra 10 (\checkmark)}$



- 1. 241...285 HB
- 2. h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
- 3. Покрытие: Хим.Окс.п.рм.
- 4. Маркировать обозначение

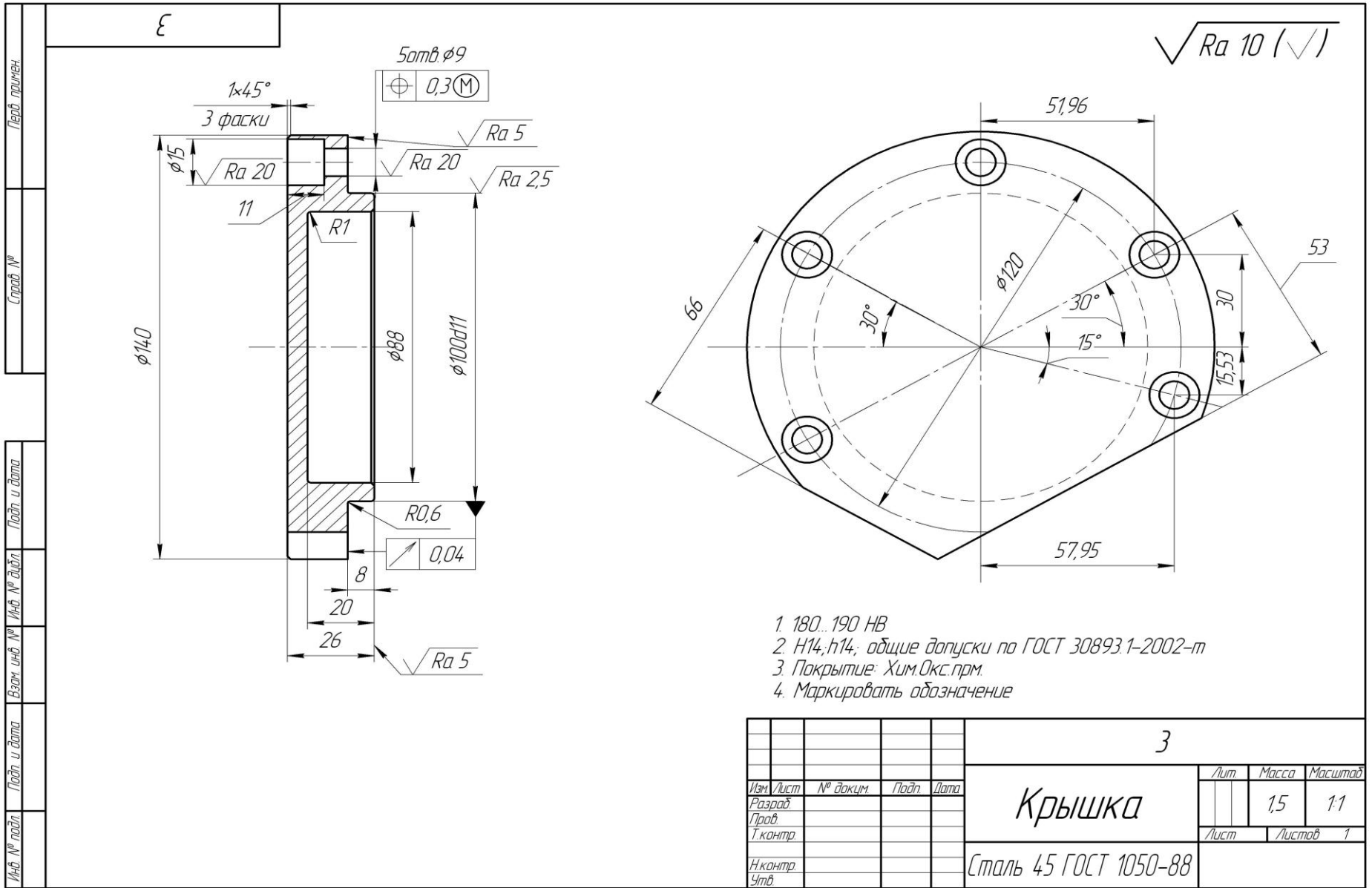
Перв. примен.	
Сталь №	
Подп. и дата	
Инд. № инд.	
Взам. инд. №	
Инд. № инд.	

				2			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
						1,02	1:1
Колесо храповое Сталь 45 ГОСТ 1050-88					Лист	Листов 1	

Копировал

Формат А3



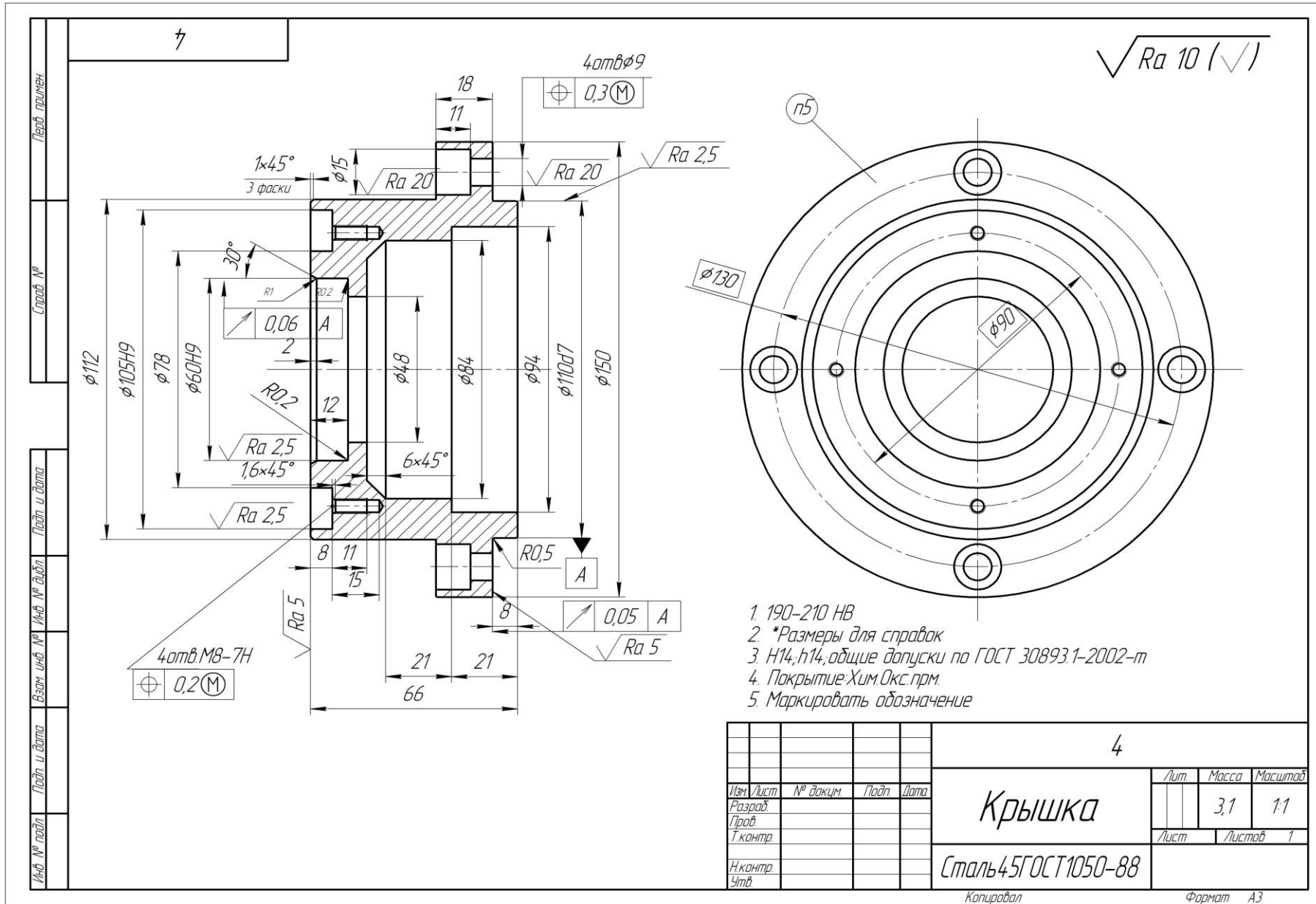


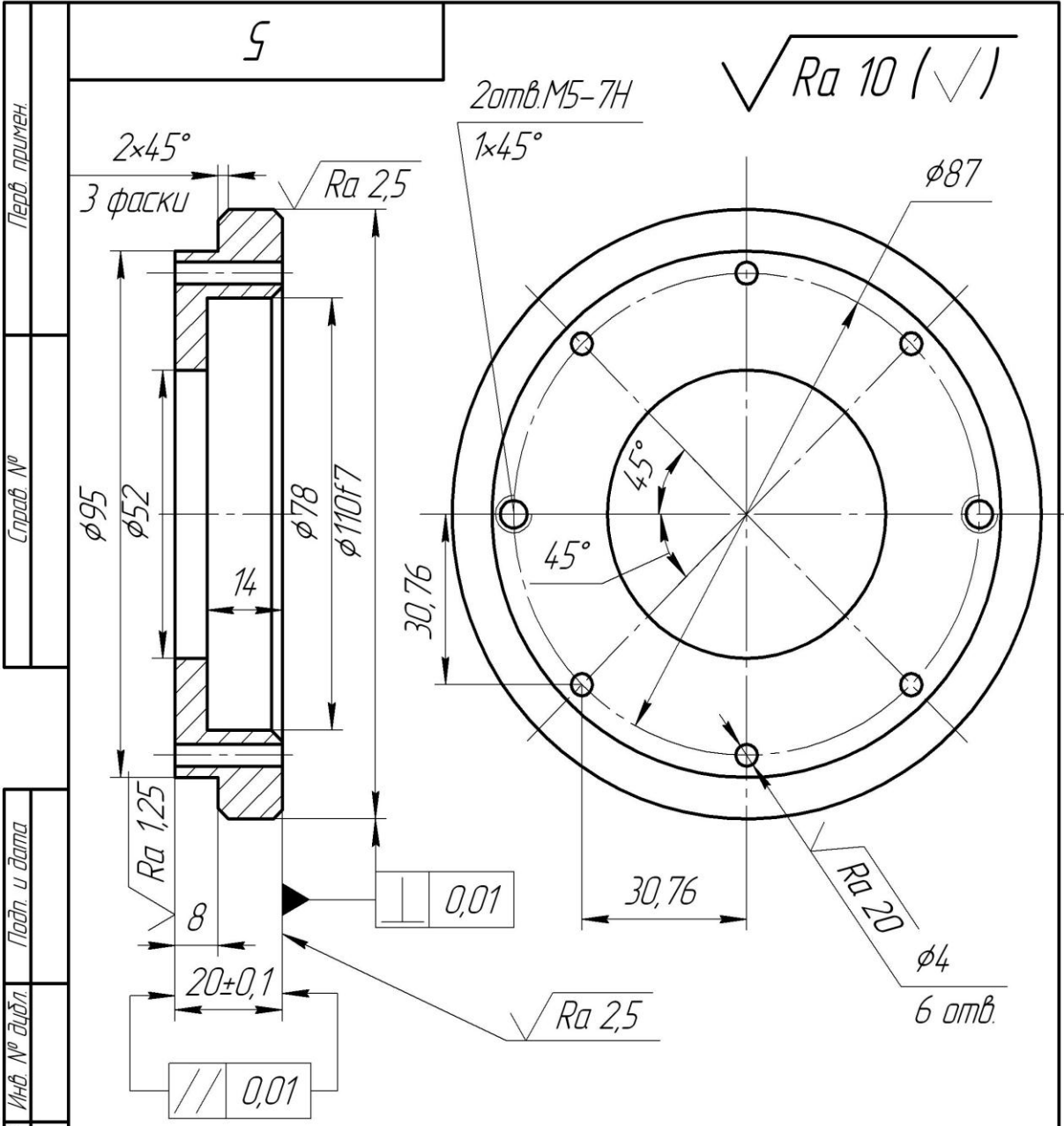
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.
Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.
Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.	Утверд.

				3			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.						1,5	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
И.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

Копировал

Формат А3





Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дцкл.

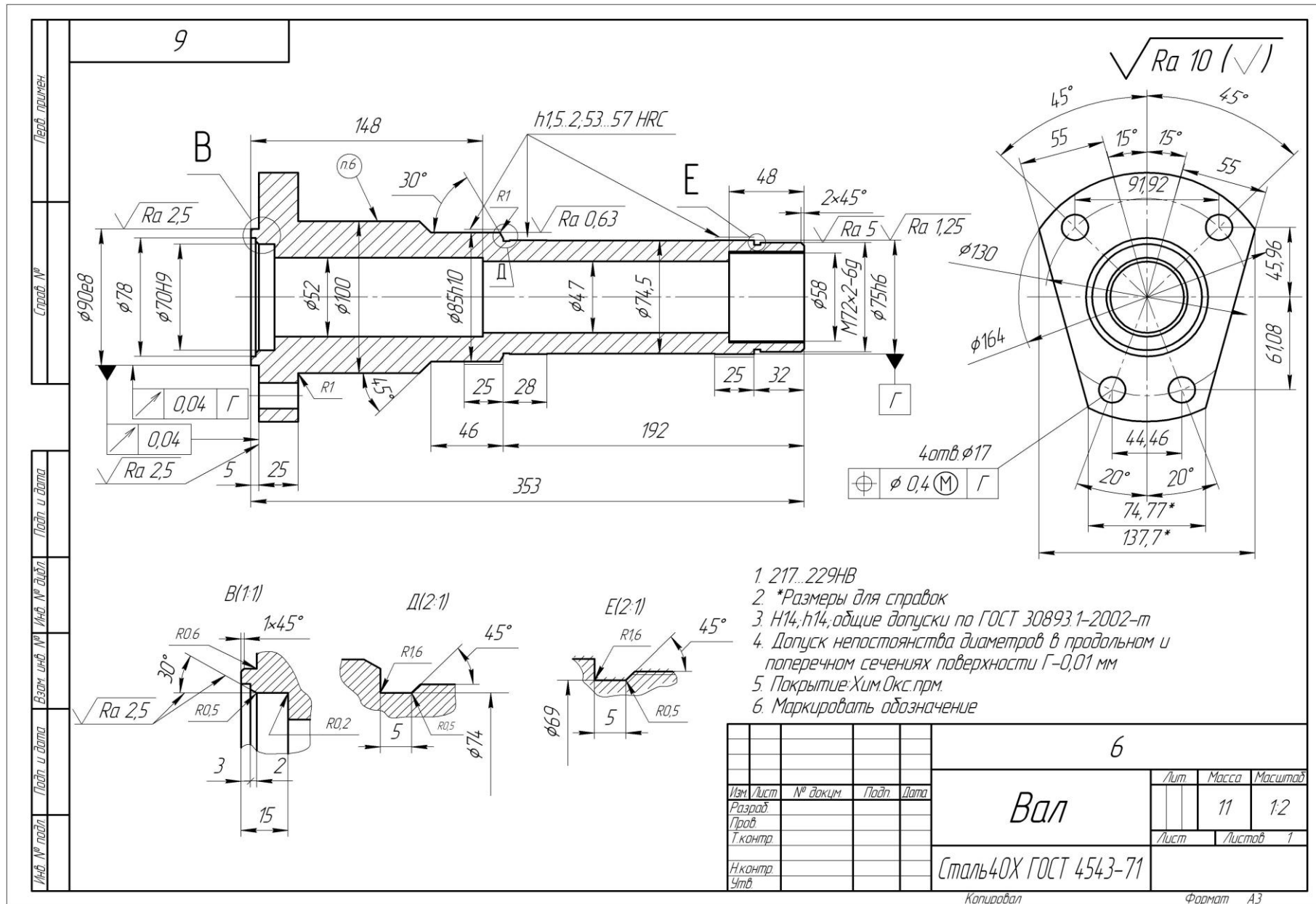
Взам. инв. №

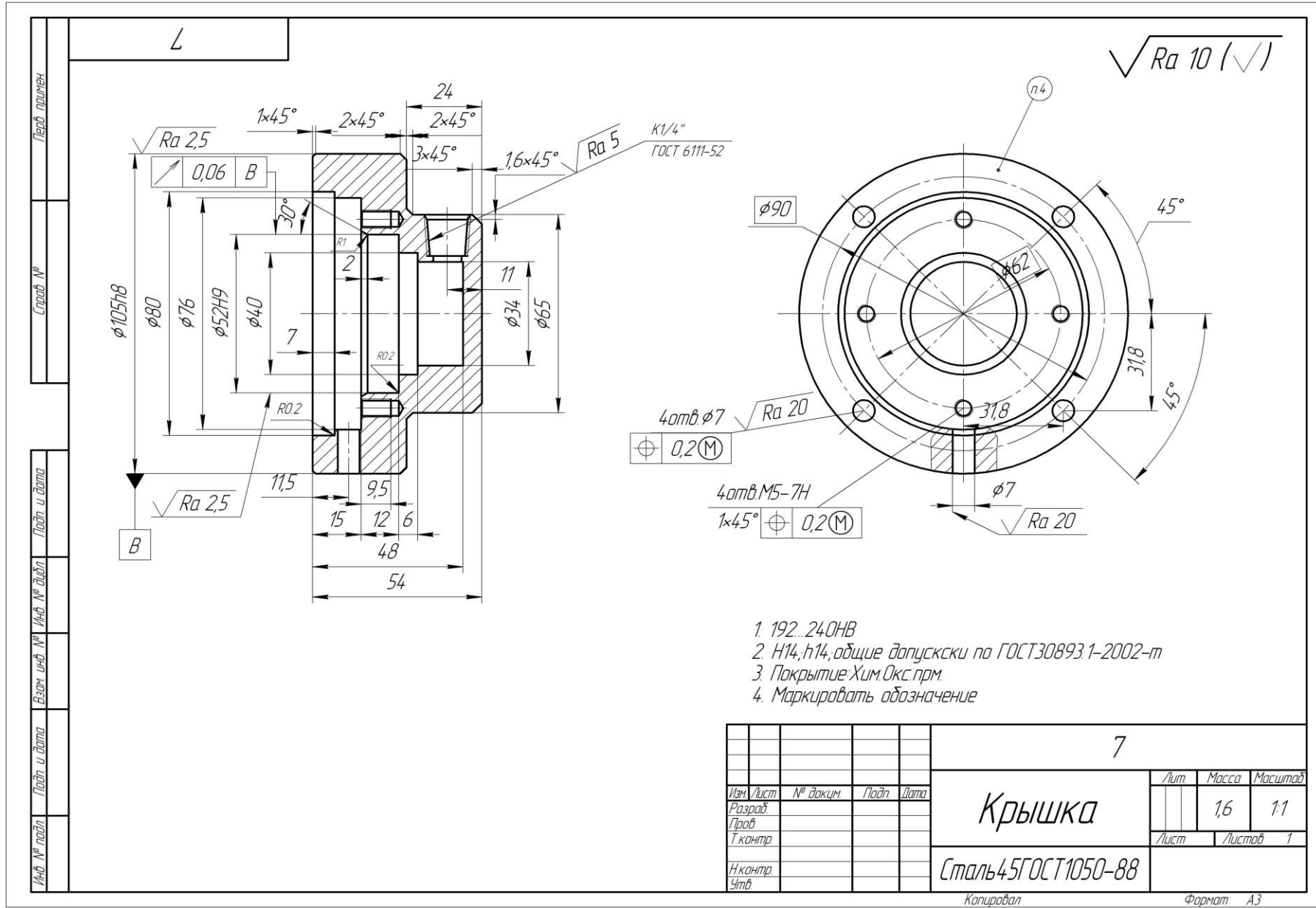
Подп. и дата

Инд. № подл.

1. 180...190 НВ
2. H14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
3. Маркировать обозначение на бирке

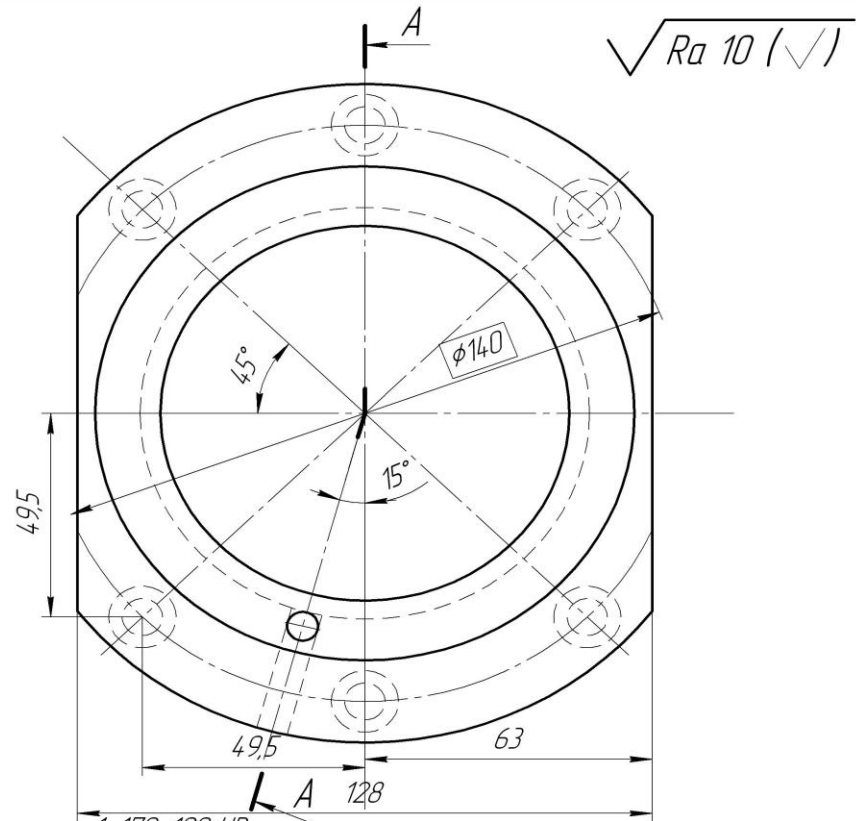
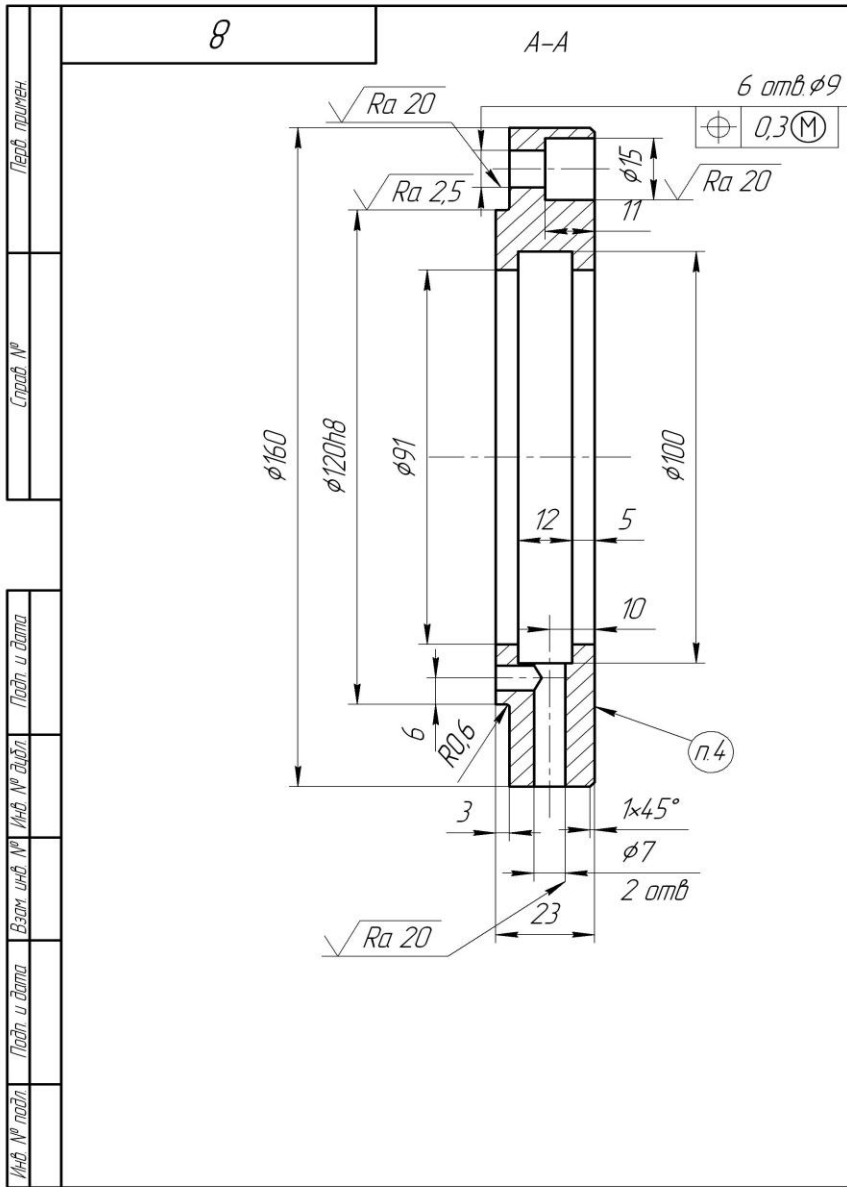
5							
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	5		
Фланец					Лист	Масса	Масштаб
Сталь 45 ГОСТ 1050-88					0,7	1:1	
Копировал					Лист	Листов	1
Формат А4							





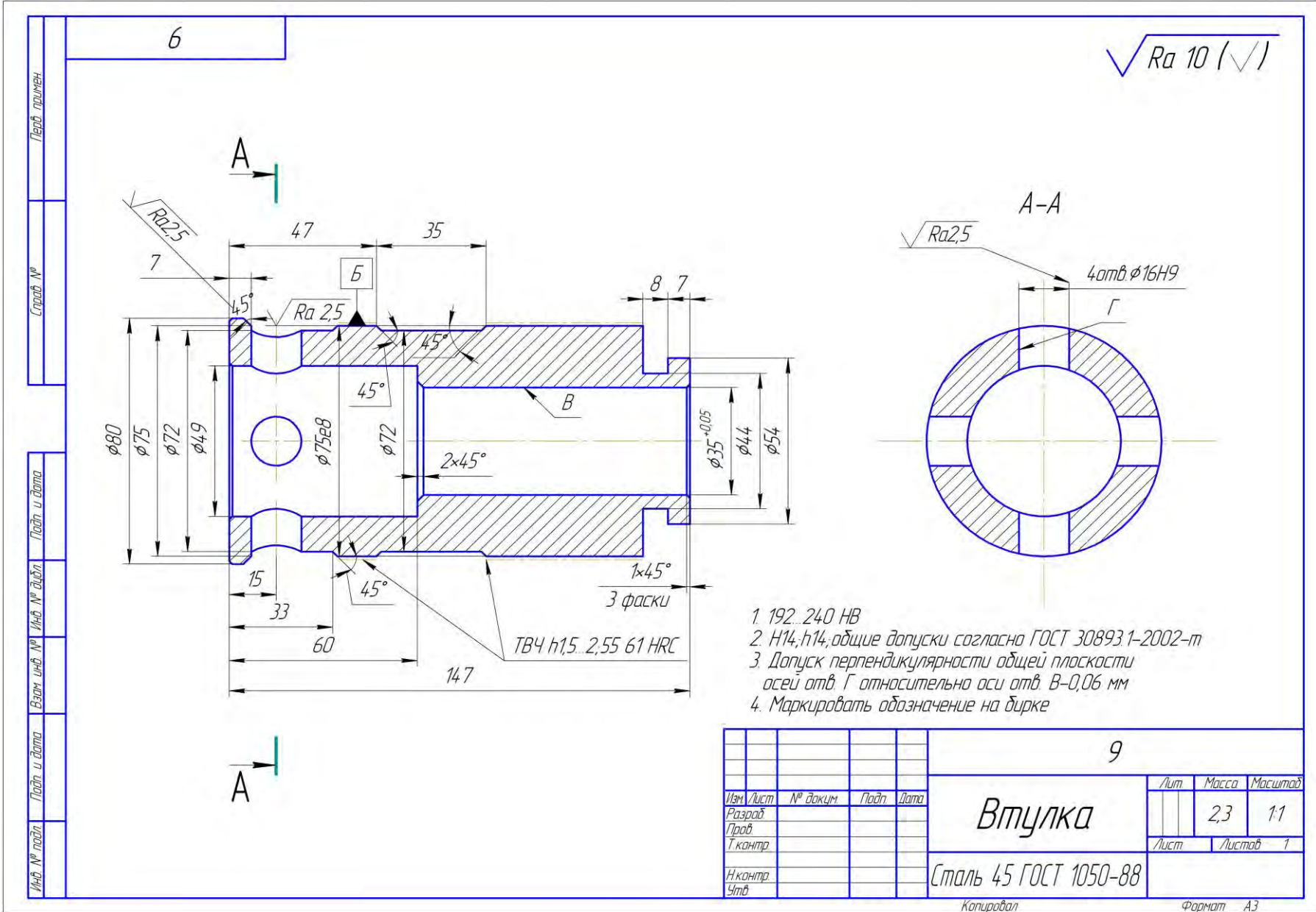
- 1 192...240HV
- 2 H14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
- 3 Покрытие: Хим.Окс прм.
- 4 Маркировать обозначение

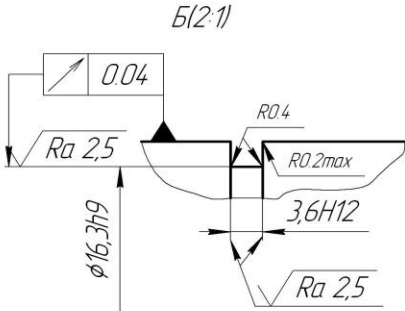
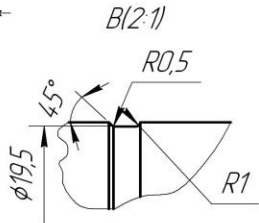
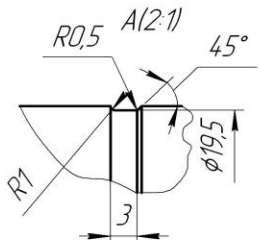
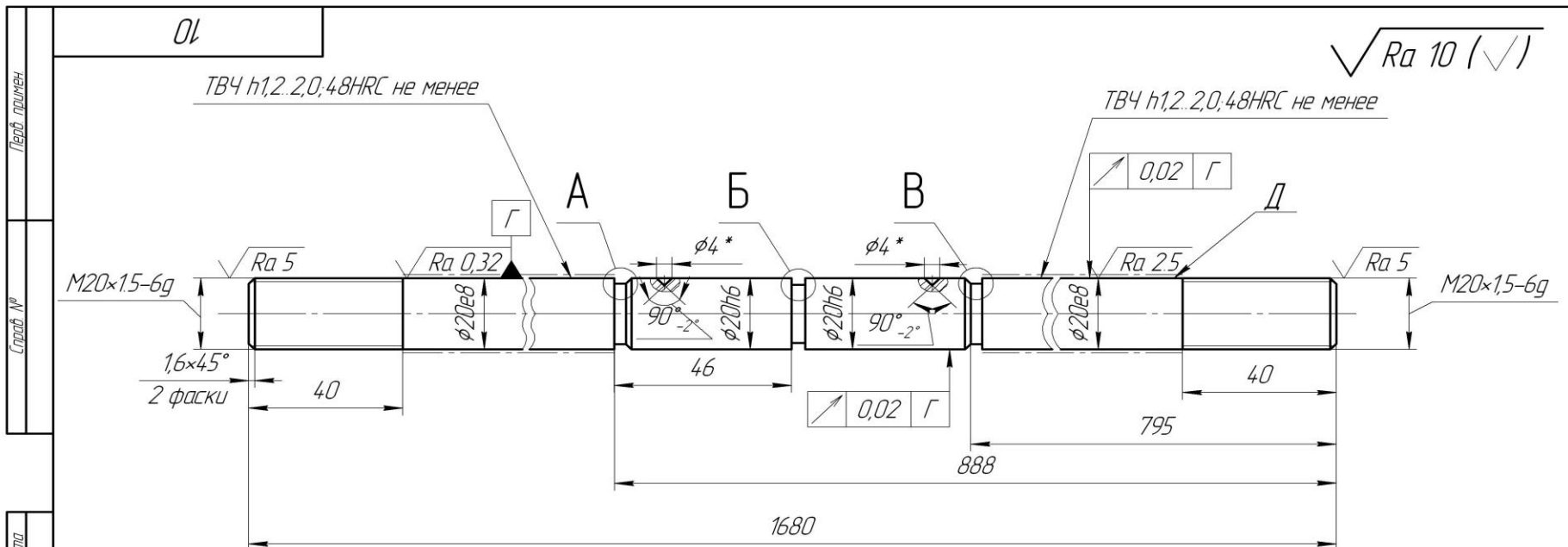
				7			
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	<b>Крышка</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб						1,6	1:1
Проб					Лист	Листов	1
Т.контр							
Н.контр				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Чтв				Копировал			Формат А3



- 170..190 HB
- H14, h14, общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
- Покрытие: Хим. Окс. прм.
- Маркировать обозначение

				8			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						1,66	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Н. контр.					Копировал		
Утв.					Формат А3		





1. 190-210 HB
1. \*Обработать по сопрягаемой детали
2. H14, h14, общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
3. Допуск овальности и конусообразности поверхностей Г и Д 0,02 мм (полуразность диаметров)
4. Покрытие поверхностей Г и Д-Хтв.24
5. Маркировать обозначение на бирке

				10			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб						4,1	1:1
Проб					Лист	Листов	1
Т.контр					Шток Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Н.контр							
Утв					Копировал Формат А3		



Перв. примен.

Справ. №

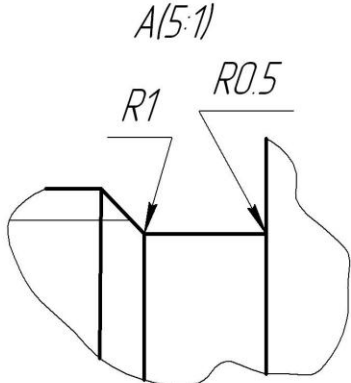
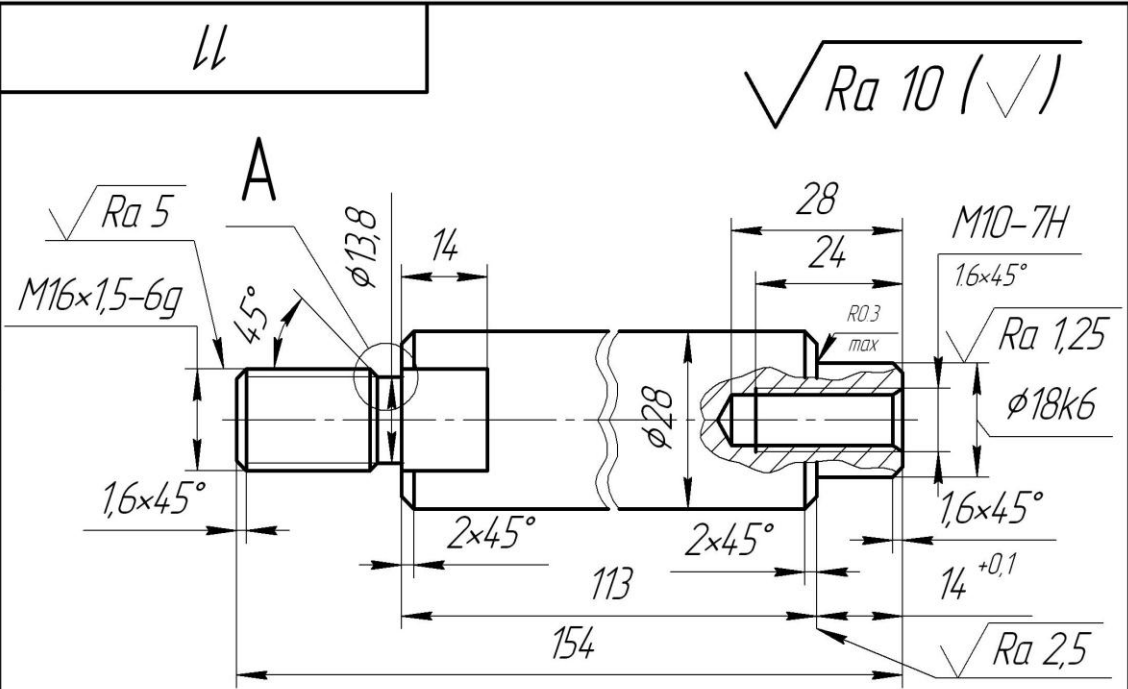
Подп. и дата

Инв. № дцкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

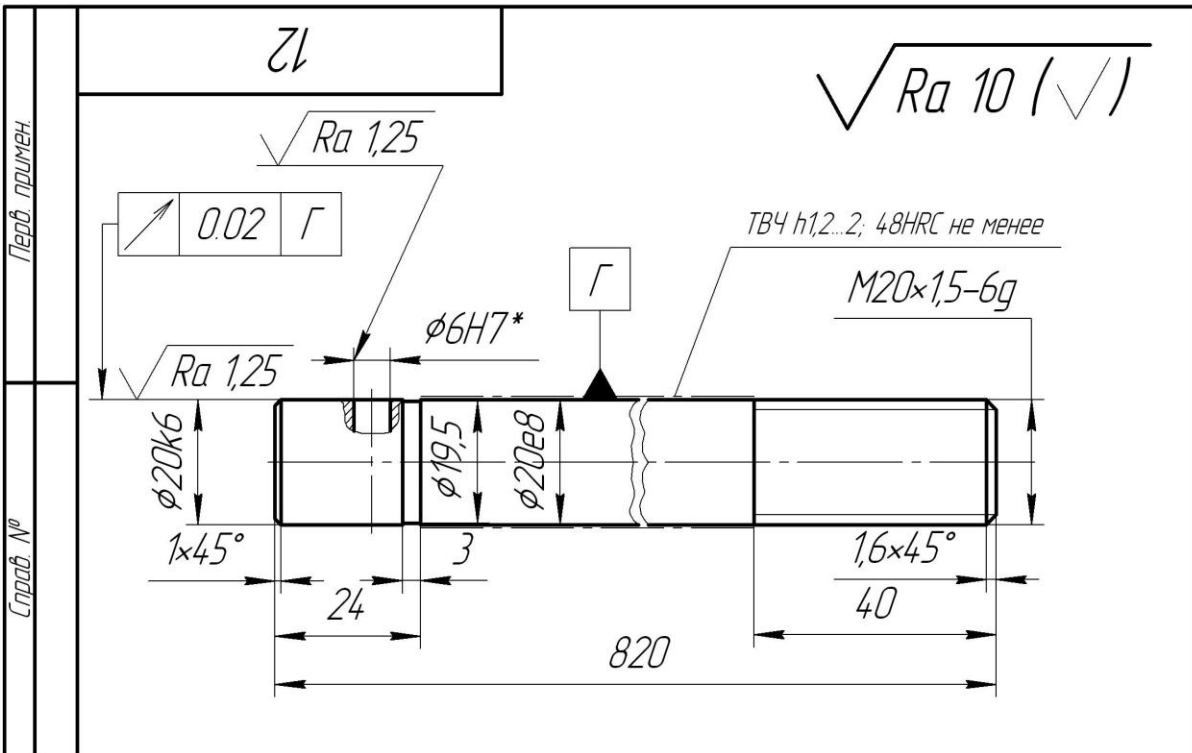


1. 229...285 HB
2. H14; h14; общие допуски ГОСТ 30893.1-2003-т
3. Покрытие: Хим.Окс.пкм.

11				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Вал			Лист	Масса
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			0,58	1:1
			Листов	1

Копировал

Формат А4



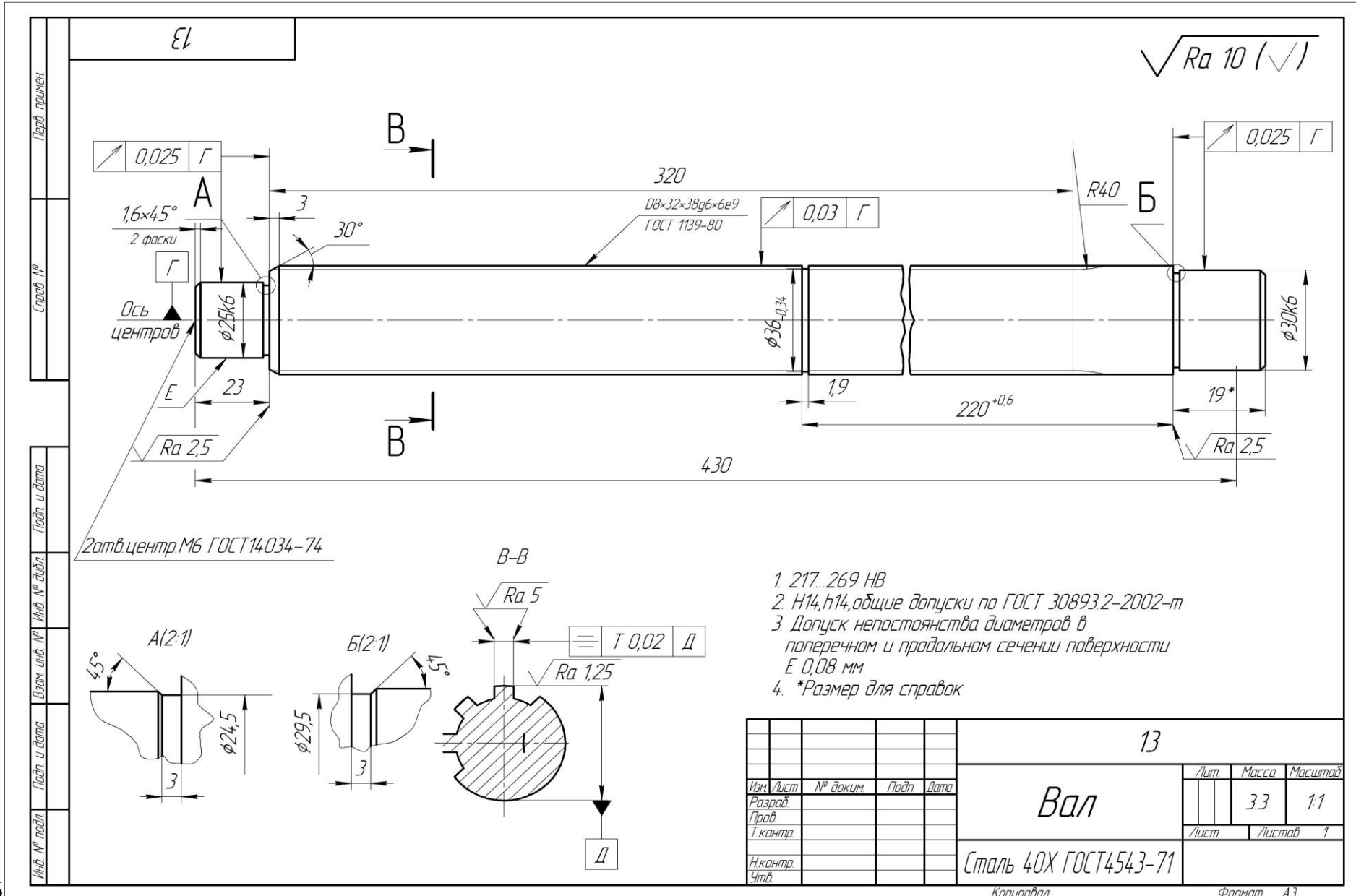
Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Инв. № подл.
---------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------

- 190-210 HB
- \*Обработать по сопрягаемой детали
- H14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
- Допуск овальности и конусообразности поверхности  $\Gamma$  0,02 мм (полуразность диаметров)
- Покрытие поверхности  $\Gamma$ -Хтв 24.
- Маркировать обозначение на бирке

				12			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						2	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
<b>ШТОК</b>							
Сталь 45 ГОСТ 1050-88							

Копировал

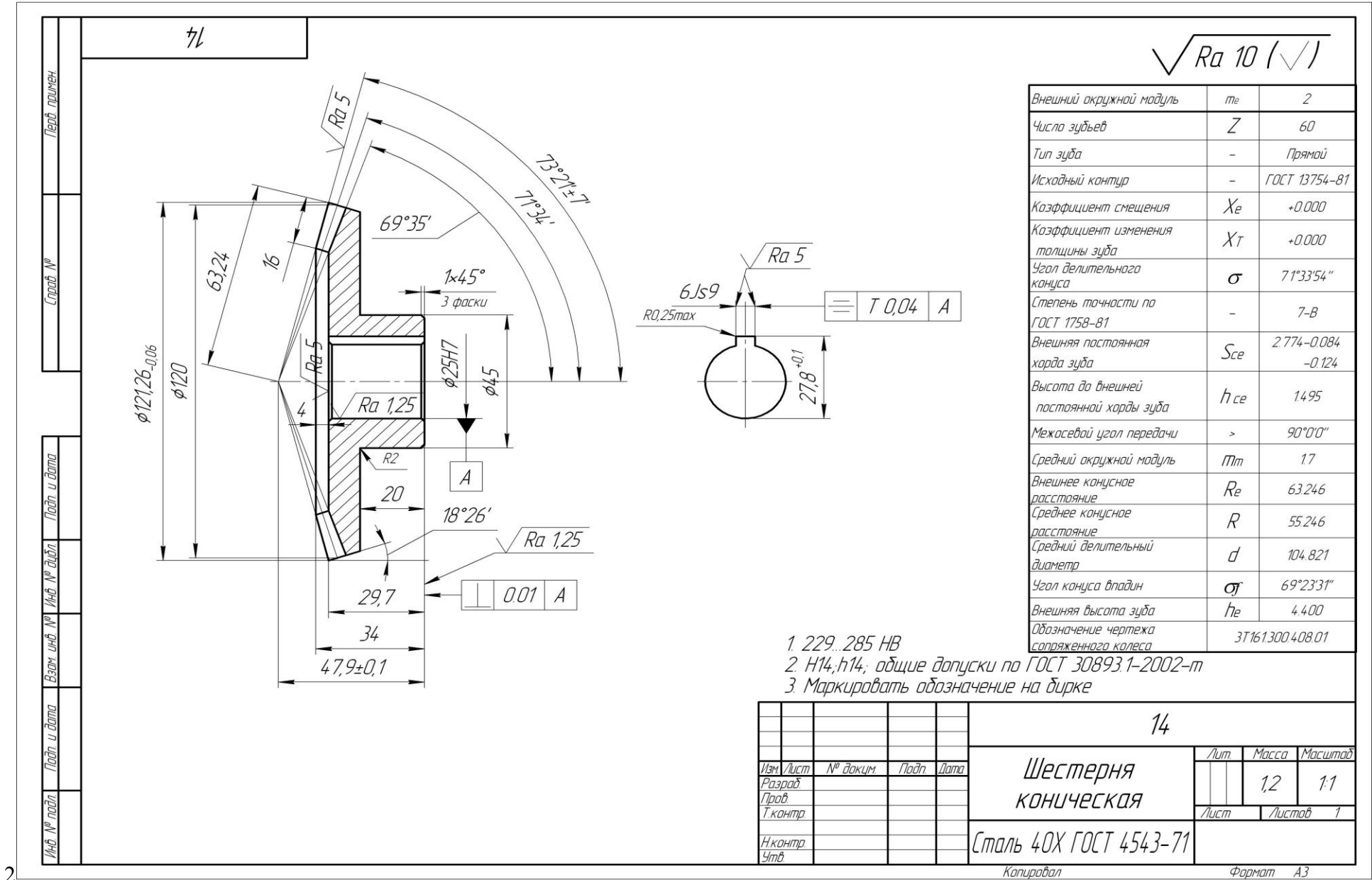
Формат А4



2 отв. центр М6 ГОСТ 14034-74

- 217...269 HB
- H14, h14, общие допуски по ГОСТ 30893.2-2002-т
- Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечении поверхности E 0,08 мм
- \*Размер для справок

				13				
Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата	<b>Вал</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							3,3	1:1
Пров.						Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 40X ГОСТ 4543-71			
Утв.					Копировал _____ Формат А3			



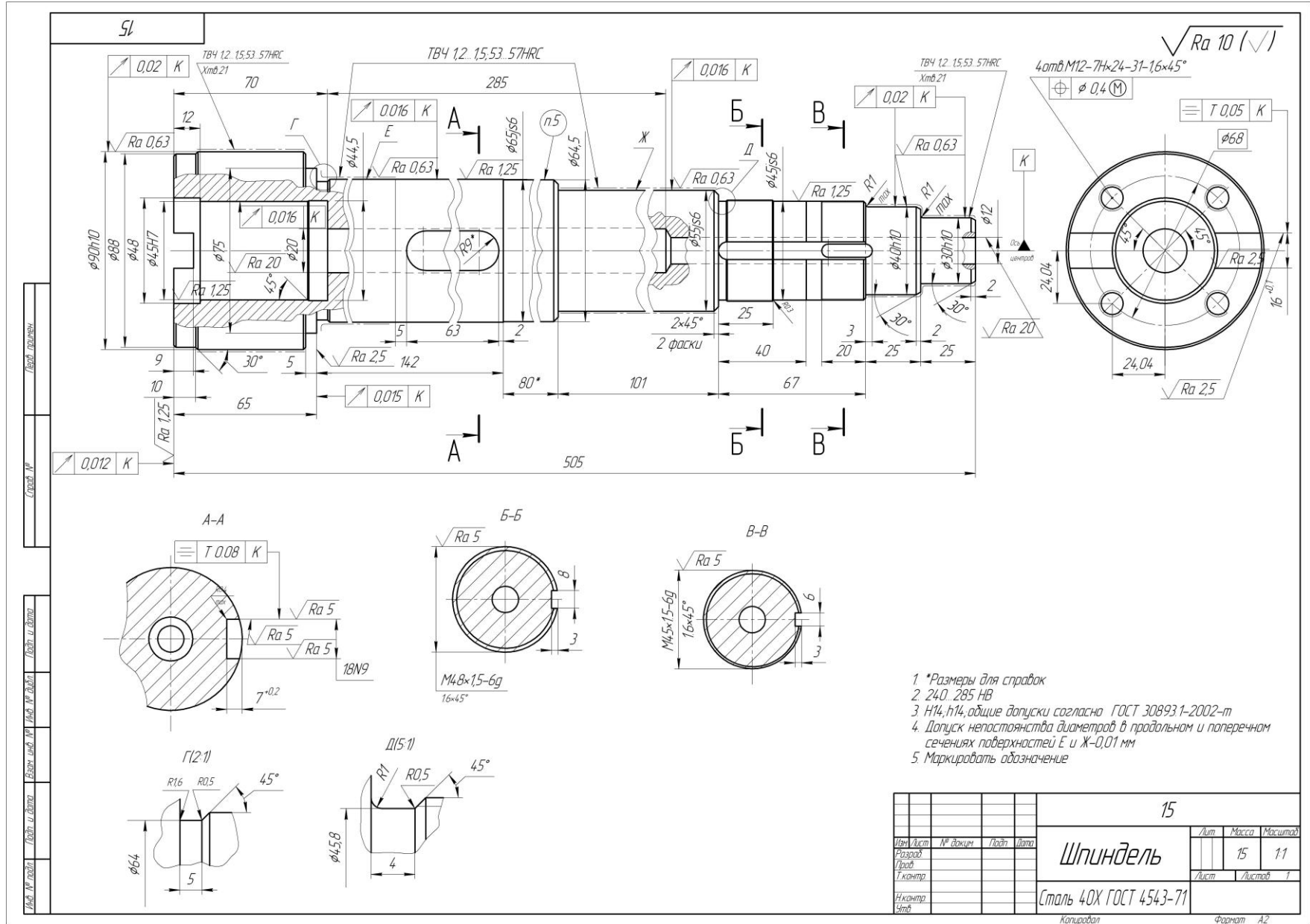
$\sqrt{Ra 10 (\checkmark)}$

Внешний окружной модуль	$m_e$	2
Число зубьев	$Z$	60
Тип зуба	-	Прямой
Исходный контур	-	ГОСТ 13754-81
Коэффициент смещения	$X_e$	+0.000
Коэффициент изменения толщины зуба	$X_T$	+0.000
Угол делительного конуса	$\sigma$	71°33'54"
Степень точности по ГОСТ 1758-81	-	7-B
Внешняя постоянная хорда зуба	$S_{ce}$	2.774-0.084 -0.124
Высота до внешней постоянной хорды зуба	$h_{ce}$	14.95
Межосевой угол передачи	$\gamma$	90°0'0"
Средний окружной модуль	$m_m$	17
Внешнее конусное расстояние	$R_e$	63.246
Среднее конусное расстояние	$R$	55.246
Средний делительный диаметр	$d$	104.821
Угол конуса впадин	$\sigma_f$	69°23'31"
Внешняя высота зуба	$h_e$	4.400
Обозначение чертежа сопряженного колеса		3Т161300408.01

1. 229...285 НВ
2. H14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
3. Маркировать обозначение на бирке

				14				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Шестерня коническая</b>	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.							1,2	1:1
Проб						Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 40X ГОСТ 4543-71			
Утв.					Копировал			

Формат А3



				15		
Иван	№ докум	Лист	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ				15	11	
Провер				Лист	Листов	1
Т.контр				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		
Н.контр				Копировал		
Этп				Формат А2		

Лист примен	9/
Справ №	
Подп и дата	
Взам инв №	
Инв № дубл	
Подп и дата	
Инв № подл	

$\sqrt{Ra\ 10\ (\checkmark)}$

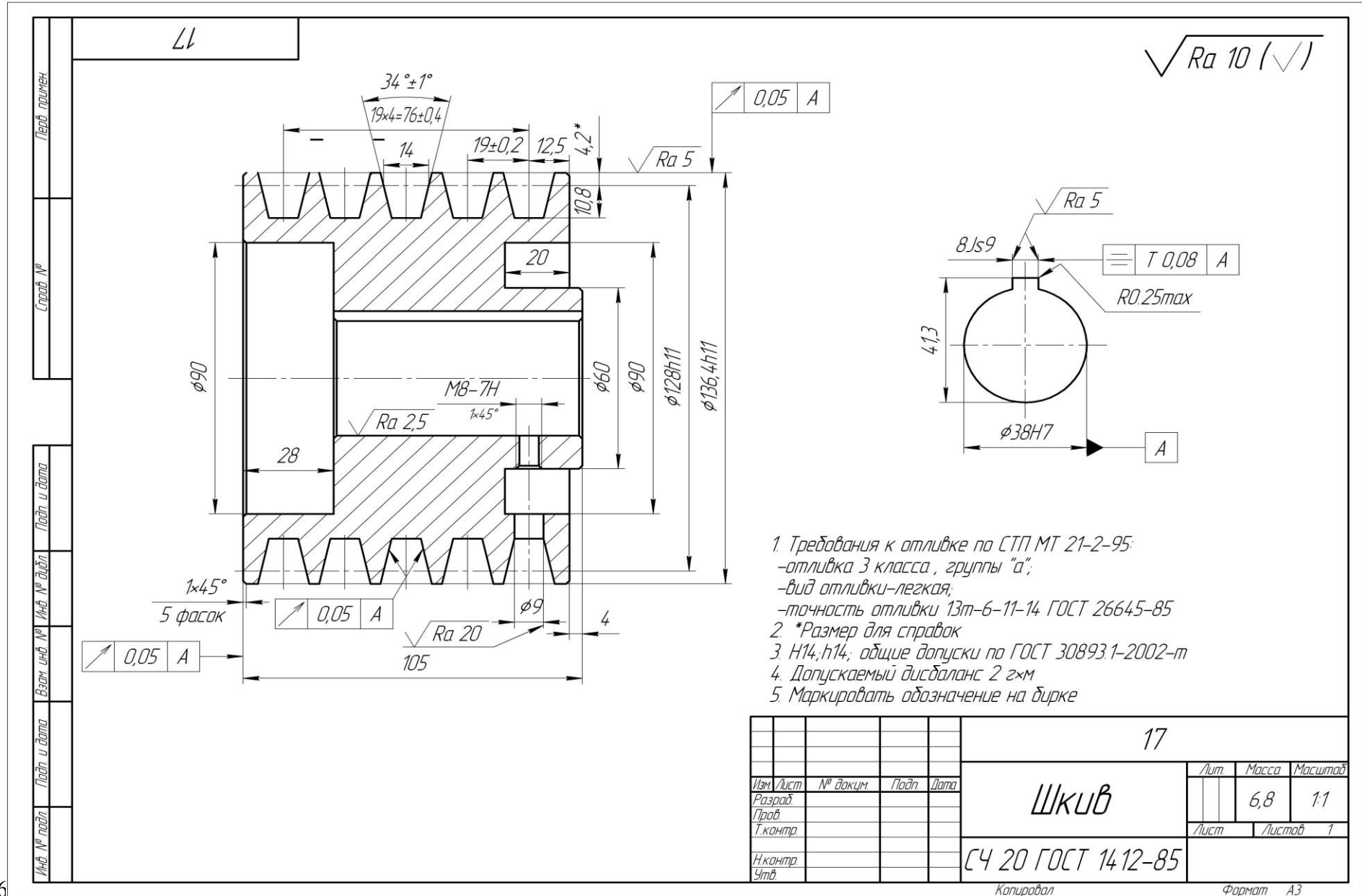
Модуль	m	3
Число зубьев	Z	10
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	X	+0,416
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Длина общей нормали	W	14,558-0,111 -0,181
Делительный диаметр	d	30,000
Обозначение чертежа сопряженного колеса	361514.00.4.02.00	

Подп	Дата

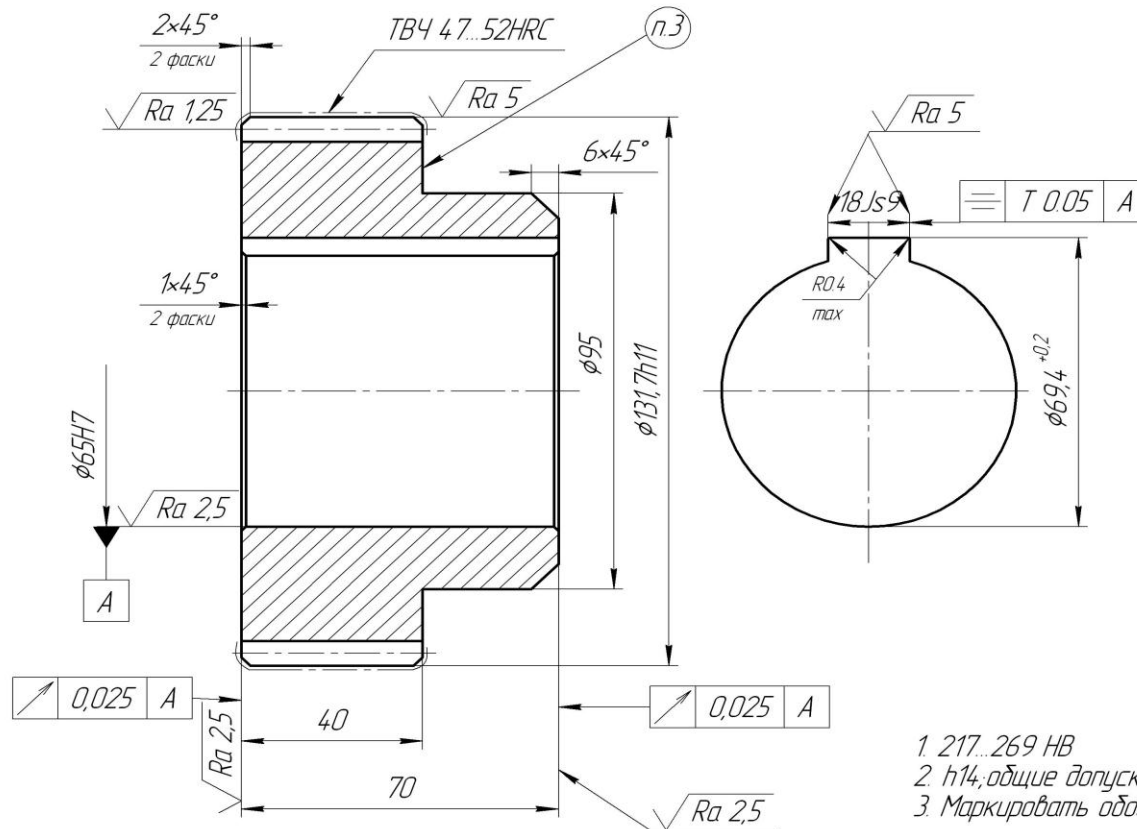
1. \*Размеры для справок  
2. \*\*Обработать по сопрягаемой детали  
3. 229..285 НВ  
4. H14, h14, общие допуски ГОСТ 30893.1-2002-т  
5. Допуск непостоянства диаметров в продольном и поперечном сечениях поверх. В и Г-0,007 мм  
6. Маркировать обозначение на дирке

16				
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит
Разраб				Масса
Пров				1,1
Т.контр				Лист
				Листов
Н.контр	Вал-шестерня			1
Чтб	Сталь 40X ГОСТ 4543-71			

Копировал \_\_\_\_\_      Формат А3



8/

 $\sqrt{Ra 10 (\checkmark)}$ 

Модуль	<i>m</i>	3
Число зубьев	<i>Z</i>	41
Угол наклона	$\beta$	12° 0' 0"
Направление линии зуба	-	Правое
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	<i>X</i>	+0.000
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-B
Длина общей нормали	<i>W</i>	4.1689-0.131 -0.201
Делительный диаметр	<i>d</i>	125.748
Обозначение чертежа сопряженного колеса	МП6-1968.220.4.16.00	

1. 217...269 HB
2. h14, общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002-т
3. Маркировать обозначение, *m, z, \beta*

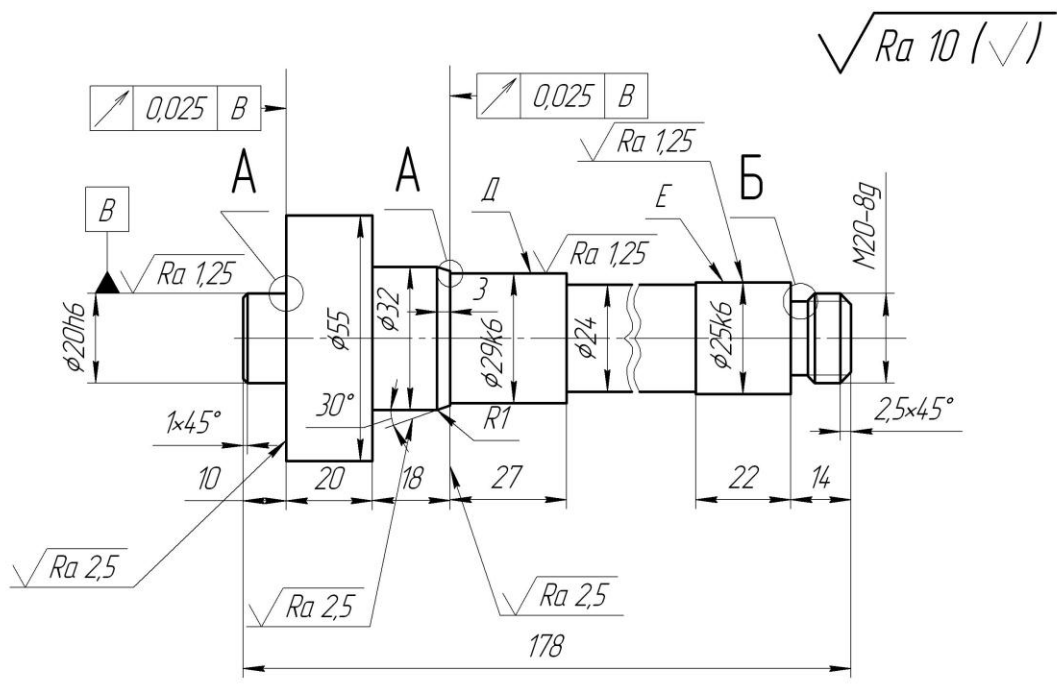
18

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо зубчатое	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Проб.	Т.контр.	Н.контр.	Утв.			3,9	1:1
Сталь 40X ГОСТ 4543-71						Лист	Листов	1

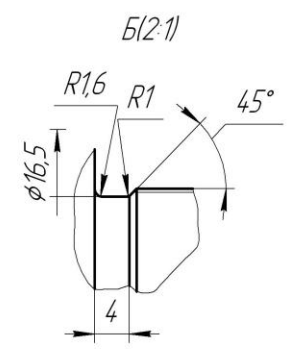
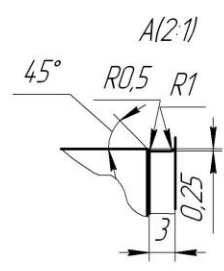
Копировал

Формат А3





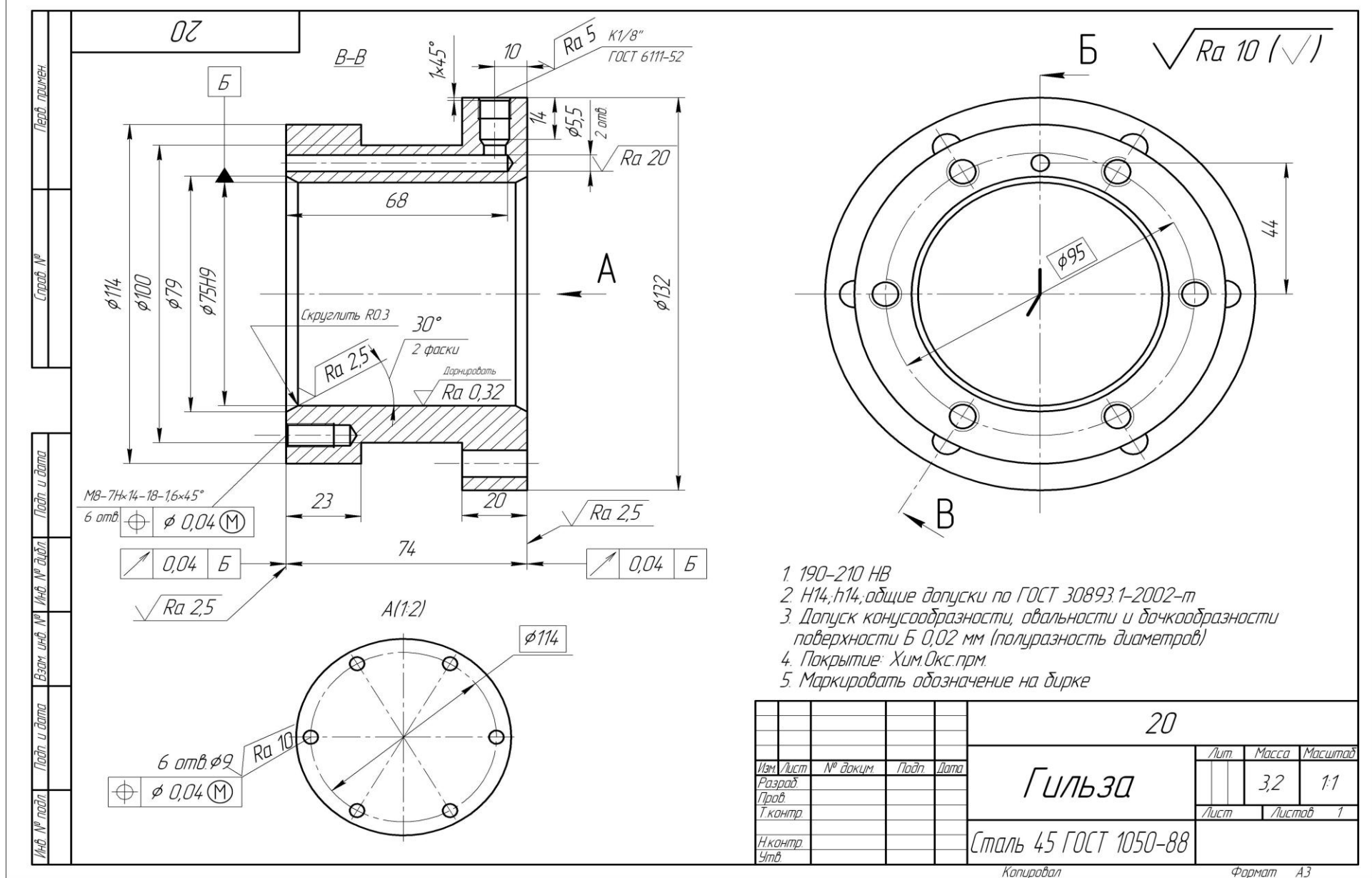
19



1. 241..285 HB
2. H14; h14; общие допуски по ГОСТ 30893 1-2002-т
3. Допуск непостоянства диаметров в поперечном и продольном сечениях поверхностей Д, Е 0,01 мм
4. Покрытие: Хим.Окс.прм
5. Маркировать обозначение на бирке

Перв. приняен	
Стр. №	
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	

				19				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ось	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							0,9	1:1
Проф.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
Утв.					Копировал			
						Формат А3		



## С о д е р ж а н и е

Введение.....	3
1. Последовательность выполнения контрольной работы.....	3
2. Основные положения....	4
2.1. Получение заготовок методом обработки металла давлением.....	4
2.1.1. Исходные данные для разработки чертежа заготовки....	4
2.1.2. Выбор способа изготовления поковки.....	4
2.1.3. Выбор типа оборудования.....	4
2.1.4. Разработка чертежа поковки.....	5
2.1.5. Выбор способа нагрева и температурного интервала при получении заготовки.....	6
2.1.6. Получение заготовок методом поперечно-клиновой прокатки.....	7
2.1.7. Определение размеров прутка под прокатку заготовки.....	11
2.1.8. Номенклатура заготовок, получаемых штамповкой на молотах, механических и гидравлических прессах.....	12
2.1.9. Разработка чертежа заготовки, полученной штамповкой на молотах и прессах.....	13
2.1.10. Разработка чертежа заготовки, получаемой на ГКМ.....	14
2.1.11. Правила оформления чертежа поковки.....	15
2.2. Получение заготовок методами литья.....	16
2.2.1. Литье в песчано-глинистые формы ...	16
2.2.2. Точное литье в неразъемные формы.....	16
2.2.3. Литье в металлические формы (кокили).....	16
2.2.4. Литье под давлением .....	17
2.2.5. Разработка чертежа отливки .....	17
3. Варианты заданий.....	19
4. Вопросы для теоретического изложения в контрольной работе.....	20
4.1. Обработка металлов давлением.....	20
4.2. Конструирование отливок.....	21
4.3. Получение заготовок из порошковых материалов, сварные соединения .....	22
Литература.....	23
Приложение.....	25

Учебное издание

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК

Методические указания  
по выполнению контрольной работы для студентов специальности  
1-36 01 01 «Технология машиностроения» заочной формы обучения

Составители:  
ЯРОШЕВИЧ Александр Александрович  
СТАШЕВСКАЯ Евгения Николаевна

Редактор Л.Н. Шалаева  
Компьютерная верстка Д.К. Измайлович

---

Подписано в печать 06.04.2010.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 2,09. Тираж 200. Заказ 520.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.