

Министерство образования и науки РФ  
Тверской государственный технический университет

---

Кафедра «Технология металлов и материаловедение»

## **ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов технических специальностей и направлений

Тверь 2011

ББК 34.51 я7 + 34.618 я7  
УДК [621.74+621.771.22].001.66 (075.8)

Приведены методические указания и контрольные задания для студентов специальности ТМО по дисциплине «Технология конструкционных материалов». Студенты выполняют одно задание, содержание которого для 20 вариантов приводится в настоящей работе. Даются общие методические указания о темах и содержании вопросов, о выборе номера варианта задания, о требованиях к оформлению работы. По каждому из четырех вопросов приводится по 20 вариантов, отличающихся друг от друга технологическими параметрами и размерами изделий.

Обсуждены и рекомендованы к печати на заседании кафедры (протокол № \_\_ от « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.).

Составитель: Лаврентьев А.Ю.

© Тверской государственный  
технический университет, 2011

© Лаврентьев А.Ю., 2011

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов технических специальностей

Составитель А.Ю. Лаврентьев  
Технический редактор

---

Подписано в печать 30.09.11  
Формат 60х84/16  
Физ. печ. л. 1,75

Усл. печ. л.

Уч.-изд. л.

---

РИЦ ТГТУ

## **Общие методические указания к выполнению курсовой работы**

Курсовая работа является одним из завершающих этапов изучения курса. Ее цель – углубить, обобщить и проверить практические знания, полученные в процессе изучения дисциплины. Тема курсовой работы – разработка технологического процесса изготовления детали. Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы.

Курсовая работа состоит из 4 частей в соответствии с основными разделами дисциплины «Технология конструкционных материалов»:

1. Литейное производство.
2. Обработка металлов давлением.
3. Сварочное производство.
4. Обработка резанием.

Графическая часть курсовой работы выполняется на 1,5 - 2,0 листах формата А1 и состоит из следующих частей:

- рабочий чертеж детали;
- эскиз литой заготовки с модельно-литейными указаниями;
- эскиз литейной формы в сборе перед заливкой;
- эскиз штампованной или ковальной заготовки;
- операционные эскизы механической обработки;

Расчетно-пояснительная записка объемом 15-20 листов формата А4 содержит:

- титульный лист,
- задание на курсовую работу,
- введение,
- технологический раздел с расчетами и описанием принятых технических решений по каждой части,
- список используемой литературы,
- содержание.

Последовательность выполнения курсовой работы:

1. Описание конструкции и назначения детали на основании данных чертежа и технических требований.
2. Разработка эскиза заготовки с модельно-литейными указаниями, а также эскиза литейной формы в сборе.
3. Разработка эскиза штампованной или ковальной заготовки.
4. Оформление чертежей детали и заготовки в соответствии с требованиями ЕСКД.
5. Разработка технологического процесса изготовления сварного изделия.
6. Разработка маршрута обработки детали, обоснование и согласование его с руководителем проекта.

7. Разработка технологических операций, механической обработки: назначение установов и переходов, выбор режущего и измерительного инструмента, оборудования и приспособлений.
8. Выполнение операционных эскизов на листах.
9. Оформление расчетно-пояснительной записки.
10. Защита курсовой работы.

## **Часть 1**

### **Литейное производство**

Разработать технологический процесс изготовления отливки в песчаную форму для заданной детали. Производство крупносерийное. Формовка машинная. Чертежи деталей, в соответствии с номером варианта, помещены Приложении 1.

В графической части указать:

- эскиз литой заготовки с модельно-литейными указаниями;
- эскиз литейной формы в сборе перед заливкой.

В пояснительной записке указать:

- расшифровать марку сплава, указать его механические свойства (для чугуна) или химический состав (для стали);
- указать усадку сплава, %;
- эскизы модели и литниково-питающей системы;
- материал модели;
- тип литниковой системы;
- тип прибыли;
- эскиз стержневого ящика и стержня;
- материал стержневого ящика;
- особенность конструкции ящика, сторона набивки и площадь разъема;
- состав стержневой смеси;
- способ изготовления стержня;
- состав формовочной смеси;
- способ уплотнения формы;
- агрегат для плавки металла;
- возможные дефекты в отливке и способы контроля.

При выполнении задания используйте методические указания [7], а также стандарты: ГОСТ 2.423-73, ГОСТ 26645-85, ГОСТ 3212-80, ГОСТ 3606-80, ГОСТ 977-75.

Материал деталей всех вариантов - серый чугун марок СЧ10 - СЧ30, всех четных вариантов – АЛ1 - АЛ10.

## **Часть 2**

### **Обработка металлов давлением**

#### Общие указания.

В качестве исходных данных используется тот же чертеж детали, что и в Части 1 задания. Материал заготовки - сталь 45. Исходя из конфигурации детали, студенту необходимо самостоятельно выбрать способ получения заготовки (объемная штамповка или ковка).

В случае применения объемной штамповки по эскизу готовой детали:

- 1) выбрать тип нагревательного устройства и назначить интервал температур горячей объемной штамповки;
- 2) выбрать тип штампа и плоскость его разъема;
- 3) составить чертеж штампованной поковки по ГОСТ 7505-74 (см. методические указания [8]);
- 4) назначить завершающие и отделочные операции, выполняемые в кузнечно-штамповочном цехе;
- 5) указать другие возможные способы производства заданной детали, отметить их недостатки (или преимущества) по сравнению с объемной штамповкой).

В случае применения ковки по эскизу готовой детали и марки стали:

- 1) выбрать тип нагревательной печи и назначить интервал ковочных температур;
- 2) составить чертеж кованой поковки с назначением припусков и кузнечных напусков по ГОСТ 7829-70 (ковка из проката) или ГОСТ 7062-79 (ковка из слитков);
- 3) выбрать тип ковочного оборудования и его мощность;
- 4) по чертежу поковки определить ее массу и с учетом технологических отходов и потерь металла при нагреве и ковке рассчитать длину (для проката) или массу (для слитка) исходной заготовки для поковки;
- 5) назначить перечень кузнечных операций в необходимой последовательности дляковки требуемой поковки из заданной заготовки, привести эскизы поковки с размерами после каждой операции.

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛУ «ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ» (ко второму разделу задания)**

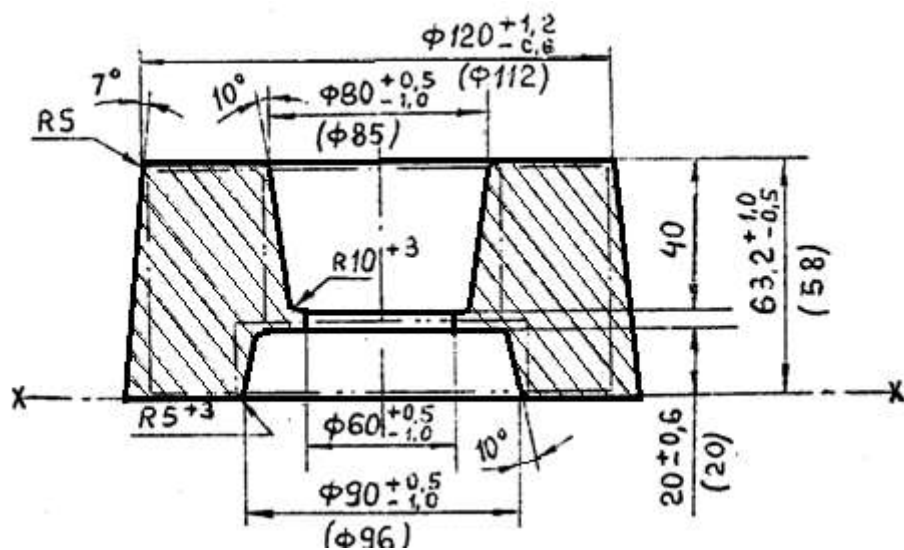
При выполнении второго раздела целесообразно использовать методические указания [8].

При изготовлении заготовки детали объемной штамповкой необходимо руководствоваться следующими основными положениями.

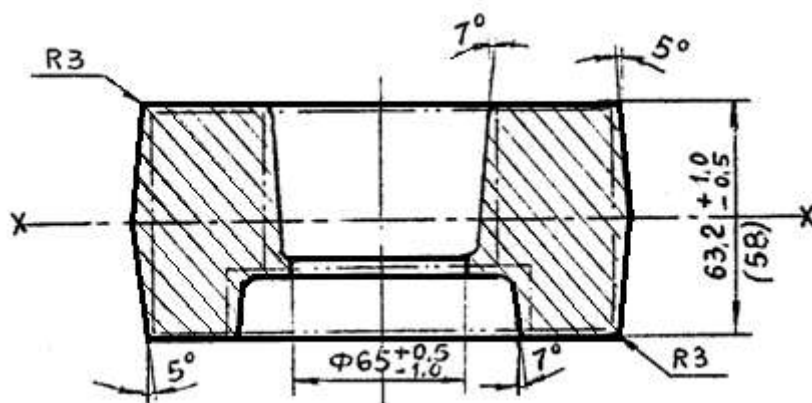
- 1) Тип нагревательного устройства выбирается в зависимости от применяемого штамповочного оборудования. При штамповке на паровоздушных молотах и ГKM нагрев заготовок выполняют в пламенных камерных печах, при штамповке на КГШП - в электроконтактных (если диаметр заготовки от 10 до 60 мм и длина  $L > d^2$ ) или индукционных установках (в остальных случаях). Температурный интервал горячей штамповки стали лежит в пределах 800-1260° С, причем верхняя граница нагрева ограничена явления перегрева или пережога, а нижняя - явлением наклёпа. Такие границы интервала ( $t_{\max}$  и  $t_{\min}$ ) можно определить по диаграмме «железо-углерод».
- 2) Тип штампа - облойный или безоблойный выбирают исходя из формы поковки. В безоблойном штампе на молотах и прессах (КГШП) штампуют только круглые в плане невысокие поковки с отношением  $D/H \geq 2$ , при этом ось поковки (и заготовки) вертикальна, т.е. поковка штампуются осадкой в торец. Все остальные поковки штампуют в облойных (открытых) штампах. При штамповке на ГKM все штампы безоблойные. Плоскость разъема открытого (облойного) штампа располагается, как правило, посередине высоты поковки, а для поволоков с вытянутой осью (валы, оси, рычаги, и т.д.) - совпадает с осью поковки, т.е. поковка штампуются «плашмя».

Плоскость разъема закрытого штампа смещается обычно к нижней торцевой плоскости поковки (см. рис. 5а), а при штамповке на ГKM штамп имеет две плоскости разъема - одну по торцу поковки, другую вдоль ее оси (рис. 5в).

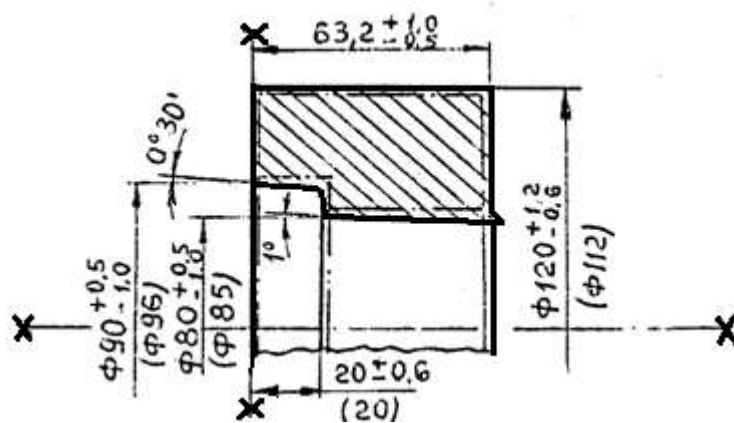
Во всех случаях плоскость разъема штампа должна совпадать с плоскостью наибольших габаритных размеров поковки, чтобы не препятствовать её удалению из штампа.
- 3) После выбора типа и плоскости разъема штампа приступают к составлению чертежа штампованной поковки по ГОСТ 7505-74, предусмотрев припуски по всем обрабатываемым поверхностям. Согласно ГОСТ 2.429-84 (СТ СЭВ 4070-38) на чертеже штампованной поковки контур детали наносят тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. Размеры детали показывают в скобках под размером поковки. Расположение плоскости разъема штампа, изображают тонкой штрихпунктирной линией со знаками «х» на концах. На рис.1 показан пример оформления чертежа штампованной поковки (причем размеры, не показанные на рис. 1 б, совпадают с размерами на рис. 1 а).
- 4) Из всех известных методов металлообработки (литье, ковка, поперечно-винтовая прокатка, холодная высадка, вальцовка, обработка резанием из проката и др.) выбрать один - для наиболее подходящих для заданной детали и сравнить с объемной штамповкой.



а.



б.



в.

Рис. 1. Чертеж поковки полученной объемной штамповкой  
а) ПШМ в закрытом штампе, б) КГШМ в открытом штампе; в)  
горизонтально-ковочной машине (ГКМ)

- 1) Заготовки из проката диаметром до 150 мм нагревают перед ковкой в пламенных нагревательных печах камерного типа, а более крупные заготовки и слитки - в методических печах. Интервал ковочных температур выбирают по аналогии с объемной штамповкой.
- 2) При составлении чертежа поковки необходимо предусмотреть не только припуски на обработку, но и кузнечные напуски для упрощения технологииковки. Численные значения припусков и напусков можно найти в упомянутых выше стандартах и. На чертеже поковки проставляют её номинальные размеры с допускаемыми отклонениями, а под размерной линией в скобках - номинальный размер детали. (рис. 2).
- 3) Тип ковочного оборудования определяется видом и массой заготовки. Поковки из проката коуют на ковочных пневматических (при массе поковки до 50...100 кг) или ковочных паровоздушных (при массе до 1000 кг) молотах). Поковки из слитков коуют на ковочных гидравлических прессах. Мощность молотов и прессов определяют расчетом или находят по таблицам справочника [12].
- 4) Массу поковки определяют умножением её объема на плотность материала. Объем поковки определяют по её номинальным размерам. Массу заготовки из проката для коротких поковок типа кубиков, сплошных цилиндров, дисков, параллелепипедов и других поковок без отверстия принимают на 2...3% больше массы поковки (учитываются только потери металла на угар). Для поковок с отверстием дополнительно учитывают потери металла на «выдру» при прошивке, равные 0,2 объема прошиваемого отверстия. Для поковок типа удлиненных валов, осей, цилиндров учитывают отходы на обрубку в пределах до 10% объема поковки. Массу слитка  $M_c$  для крупных поковок определяют с учетом отходов на угар, обсечку, выдру, прибыльную и донную часть слитка:

$$M_c = k M_n,$$

Где:  $k = 1,25 \dots 1,35$  массы поковки  $M_n$ . По величине  $M_c$  выбирают ближайший по массе слиток.

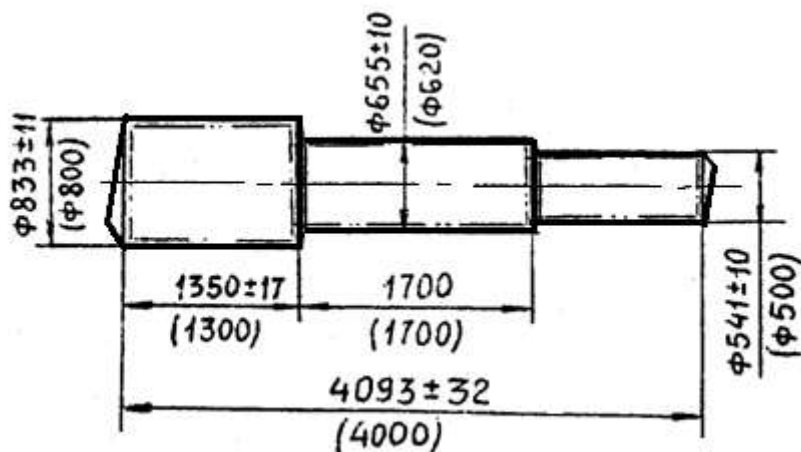


Рис. 2. Чертеж крупной поковки из слитка.



Перечень кузнечных операций и их последовательность определяют технологиюковки. Назначение и технологические возможности основных операций рассматриваются в т. I справочника [11]

### Часть 3 Сварочное производство

#### Варианты №№ 1-4 Ручная дуговая сварка

Разработайте процесс ручной электродуговой сварки цилиндрической части резервуара (рис. 3). Производство мелкосерийное. Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку и дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Подберите тип, марку и диаметр электрода. Определите режим сварки. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродов с учетом их потерь, расход электроэнергии и время сварки изделия.

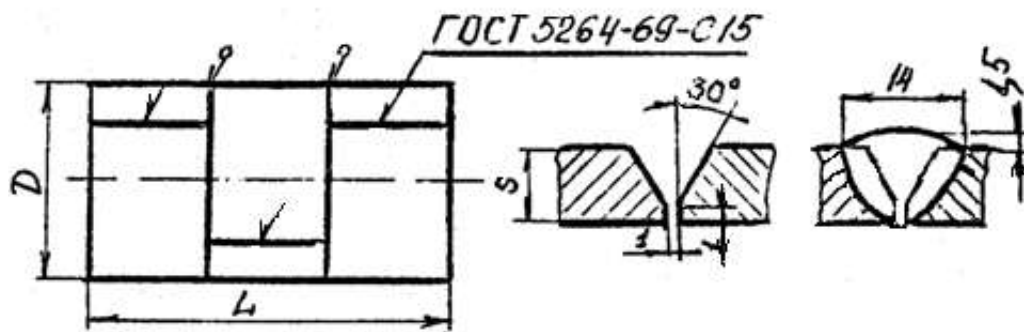


Рис. 3. Эскиз резервуара.

Таблица 1

Исходные данные к вариантам №1 – 4

№ варианта	1	2	3	4
Материал	Ст 3		12X18H9T	
D, мм	800	1000	800	1000
S, мм	6	8	6	8
L, мм	1000	1500	1000	1500

## Варианты № 5 – 8

### Автоматическая сварка под флюсом

Разработайте процесс автоматической сварки под слоем флюса плиты (рис. 4). Производство крупносерийное. Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку и дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр проволоки и флюса. Подберите режим сварки. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки и флюса с учетом потерь, расход электроэнергии и время сварки.

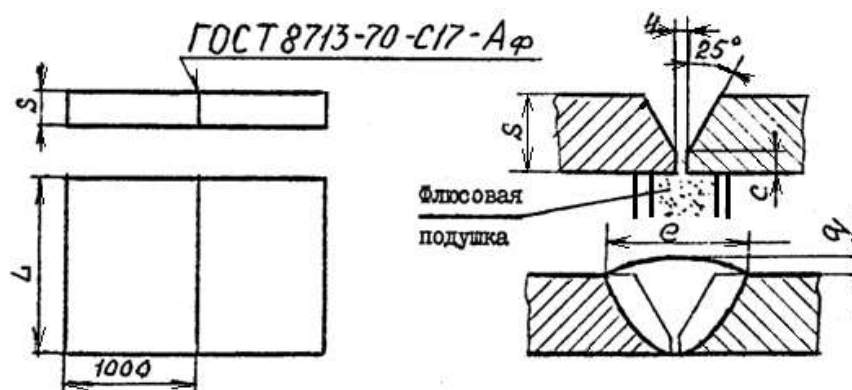


Рис. 4 Эскиз сварной плиты

Таблица 2

Исходные данные к вариантам № 5 – 8

№ варианта	5	5	7	8
Материал	Ст 3		12X18H9T	
L, мм	2000	3000	2000	3000
S, мм	10	20	10	20

## Варианты 9 – 12

### Сварка в среде защитных газов.

Разработайте процесс полуавтоматической сварки в среде углекислого газа сосуда (рис. 5). Укажите тип соединения, форму разделки кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр электродной проволоки. Подберите режим сварки. Укажите вылет электрода, род и полярность тока. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки с учетом потерь, расход защитного газа и электроэнергии, а также время сварки изделия.

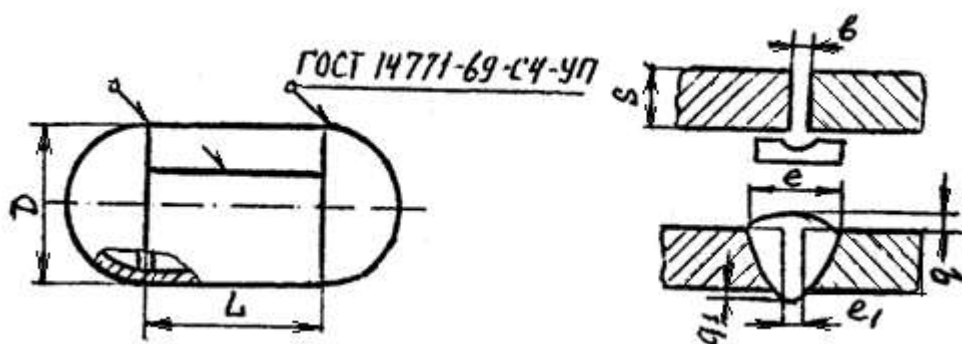


Рис. 5 Эскиз сварного сосуда

Таблица 3

Исходные данные к вариантам № 9 – 12

№ варианта	9	10	11	12
Материал	Ст 3		12X18H9T	
L, мм	1000	1400	1000	1400
D, мм	500	700	500	700
S, мм	3	5	3	5

### Варианты № 13 – 16

#### Электроконтактная сварка

Разработайте процесс точечной сварки балки (рис. 6). Шаг точек  $t = 5d_t$ . Производство крупносерийное. Укажите подготовку заготовок под сварку. По толщине свариваемых заготовок выберите тип машины и укажите ее технические данные. Рассчитайте площадь контактной поверхности электрода. По значениям плотности тока  $j$  (А/мм<sup>2</sup>) и давления  $p$  (МН/м<sup>2</sup>) определите сварочный ток и усилие, приложенное на электродах). Определите время сварки изделия. Начертите и опишите цикл точечной сварки.

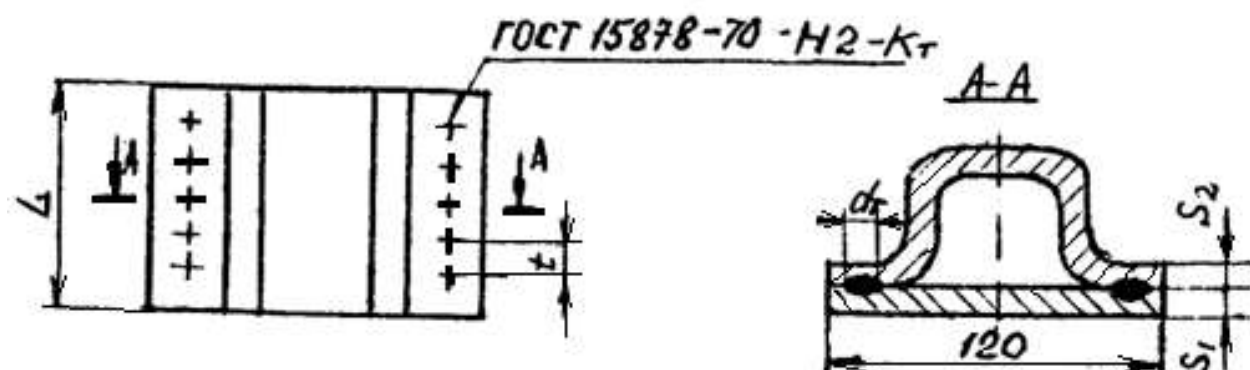


Рис. 6. Эскиз сварной балки.

Исходные данные к вариантам №13 – 16

№ варианта	13	14	15	16
Материал	Ст 3		12X18H9T	
L, мм	1000	2000	1000	2000
S <sub>1</sub> , мм	3	4	3	4
S <sub>2</sub> , мм	2	5	4	5

**Варианты №№ 17 – 20**Газовая сварка.

Разработайте процесс газовой сварки трубы (рис. 7). Производство мелкосерийное. Назначьте характер пламени газовой горелки, тип горелки и ее мощность. Выберите марку и диаметр присадочной проволоки, флюс и его состав (если он необходим). Укажите способ сварки (правый или левый). По размерам шва определите массу наплавленного металла. Установите расход присадочной проволоки с учетом потерь кислорода, ацетилена, карбида кальция и время сварки изделия.

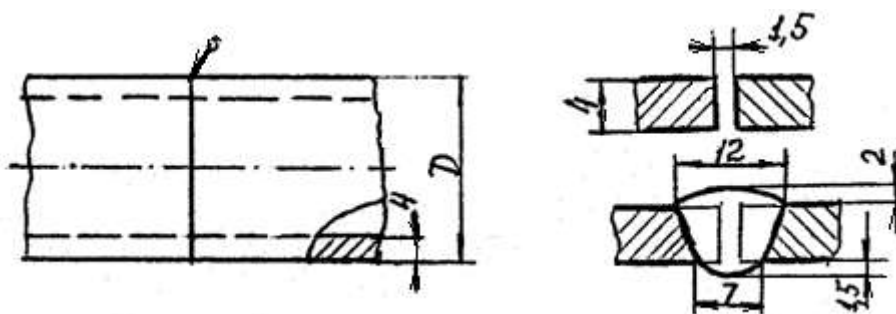


Рис. 7. Эскиз сварной трубы

Исходные данные к вариантам №17 – 20

№ варианта	17	18	19	20
Материал	Ст 3	10ХСНД	15ХМ	МЗР
D, мм	40	50	60	70

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛУ****«Сварочное производство»**

(к третьему разделу задания)

Общие указания:

Разработку процесса дуговой сварки изделия (варианты задания №№1 - 12) начинать с указания типа соединения и формы разделки кромок.

Форма разделки кромок установлена ГОСТом, номер которого указывают на чертеже. Например: на рисунке заготовки задания указано АфС17(ГОСТ 8713-70), что означает: Аф - автоматическая сварка под слоем флюса, на флюсовой подушке; С17 - условное обозначение шва сварного соединения. В этом же ГОСТе приведены поперечные сечения сварных швов с указанием геометрических размеров для заданных толщин металла.

Для выполнения сварного шва определяют режим сварки, обеспечивающий высокое качество и производительность.

При ручной дуговой сварке (варианты задания №№ 1 - 4) основные параметры режима сварки: диаметр электрода  $d_e$  (мм), сварочный ток  $I_{св}$  (А), напряжение на дуге  $U_d$  (В) и скорость сварки  $V_{св}$  (м/ч).

Определение режима начинают с выбора диаметра электрода, его типа и марки. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины  $S$  (мм) свариваемого металла, а его тип и марку - от химического состава свариваемого металла.

Значение сварочного тока  $I_{св}$  (А) определяют по формуле:

$$I_{св} = k \cdot d_e,$$

где  $d_e$  - диаметр электрода, мм;

$k$  - коэффициент, равный при сварке низкоуглеродистой стали 40-50 А/мм, а при сварке высоколегированных сталей 35-40 А/мм.

Напряжение дуги  $U_d$  (В) в среднем составляет 25-28 В.

Скорость сварки  $V_{св}$  (м/ч) вычисляют по формуле:

$$V_{св} \text{ (м/ч)} = (d_n \cdot I_{св}) / (j \cdot F_n \cdot 100),$$

где  $d_n$  - коэффициент наплавки, изменяющийся в зависимости от марки электрода в пределах 7-14 г/А·ч;

$j$  - плотность металла, г/см<sup>3</sup>;

$F_n$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва (см<sup>2</sup>), представляющая сумму площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва.

Массу наплавленного металла  $G_n$  (г) рассчитывают по формуле:

$$G_n = F_n \cdot L \cdot \gamma,$$

где  $L$  - длина сварных швов на изделии, см.

Расход толстопокрывных электродов с учетом потерь приближенно можно принимать равным 1,6-1,8 от массы наплавленного металла

Время  $t_{св}$  изделия устанавливается по формуле:

$$t_{св} = G_n / (\alpha_n \cdot I_{св}).$$

Количество электроэнергии:

$$W = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot t_{\text{св}} \cdot 10^{-3}$$

При автоматической сварке под слоем флюса (варианты 5-8) в режим входят: диаметр электродной проволоки  $d_3$  (мм), сварочный ток  $I_{\text{св}}$  (А), напряжение на дуге  $U_{\text{д}}$  (В), скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{п.п.}}$  (м/ч) и скорость сварки  $V_{\text{св}}$  (м/ч). Они назначаются в зависимости от толщины свариваемого металла по справочнику (табл.9)

Таблица 6

Режимы автоматической односторонней сварки стыковых соединений на флюсовой подушке для низкоуглеродистых сталей

Толщина металла мм	$d_3$ , мм	$I_{\text{св}}$ , А	$U_{\text{д}}$ (В)		$V_{\text{п.п.}}$ (м/ч)
			переменный ток	постоянный ток	
10	5	700-750	34-36	32-34	62
20		900-1000	40-44	36-40	92

При сварке аустенитных сталей типа 12Х18Н9Т в отличие от низкоуглеродистых сталей величину тока следует уменьшить на 10-30%.

Марку электродной проволоки и флюса назначают в зависимости от химического состава свариваемого металла.

Далее определяют массу наплавленного металла  $G_{\text{н}}$  (г) и расход электродной проволоки с учетом потерь на угар и разбрызгивание, которые составляют для сварки под флюсом от 2 до 5% от массы наплавленного металла.

Расход флюса принимают равным массе наплавленного металла. Коэффициент наплавки  $\alpha_{\text{н}}$  (Г/А·ч) выбирается в зависимости от  $I_{\text{св}}$  (А) и  $d_3$  (мм) и составляет 14-16 Г/А·ч.

$V_{\text{св}}$  (м/ч),  $t_{\text{св}}$  (ч) и  $W$  (кВт·ч) рассчитывают по той же методике, что и для дуговой сварки.

При сварке в среде защитных газов плавящимся электродом (варианты 9-12) основные параметры технологического процесса: сварочный ток  $I_{\text{св}}$  (А), напряжение на дуге  $U_{\text{д}}$  (В), скорость сварки  $V_{\text{св}}$  (м/ч), диаметр электродной проволоки  $d_3$  (мм), вылет электрода (мм), расход газа, род тока и полярность выбирают по справочнику (табл.7).

Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от химического состава свариваемого материала и вида защитного газа. При сварке в углекислом газе для предупреждения образования пор рекомендуется применять электродную проволоку с повышенным содержанием раскислителей (Si и Mn).

Затем устанавливают род и полярность тока.

Таблица 7

Режимы полуавтоматической сварки стыковых швов в углекислом газе  
для низкоуглеродистых и нержавеющих сталей.

Свариваемый материал	Толщина, мм	$d_{э}$ , мм	$I_{св}$ , А	$U_d$ (В)	Вылет электрода, мм	Расход газа л/мин	$V_{св}$ (м/ч)
Ст 3	1,2-2	0,8-10 2,0	70-100 250-300	18-20 28-30	8-15 14-25	10-12 16-18	18-24 18-22
12X18H9T	3 6	2 2	230-240 250-260	24-28 28-30	15 15	12-15 12-15	12-15 12-15

Массу наплавленного металла  $G_n$  (кг), время  $t_{св}$  и скорость сварки  $V_{св}$  (м/ч) определяют по той же методике, что и при ручной дуговой сварке. Коэффициент  $\alpha_n$  (Г/А · ч) можно принять равным при сварке в углекислом газе 18-20 г/А · ч. при определении расхода электродной проволоки следует учитывать потери металла на угар и разбрызгивание, которые составляют 5-10% от массы наплавленного металла. Расход защитного газа устанавливают по справочнику. Зная минутный расход защитного газа и время сварки, можно легко подсчитать общее количество газа, идущего на сварку изделия.

При контактной точечной сварке (варианты 13-16) тип машины выбирают в зависимости от толщины свариваемых заготовок (мм) и их химического состава [13]. После выбора типа машины необходимо указать ее техническую характеристику. В режим точечной сварки входят: плотность тока  $j$  (А/мм<sup>2</sup>), давление  $p$  (Н/мм<sup>2</sup>), длительность протекания тока  $t_{св}$  (с). Для расчета основных технологических параметров при точечной сварке необходимо определить диаметр контактной поверхности электрода, который зависит от толщины свариваемых заготовок:  $d_t = 2S + 3$ , мм; где  $S$  - толщина более тонкой заготовки, мм. Затем рассчитываем и площадь контактной поверхности:

$$F_{эл} = \pi \cdot d_t^2 / 4, \text{ мм}^2$$

Сварочный ток  $I_{св}$ , (А) и усилие  $P$  (Н), приложенное на электродах, для точечной сварки подсчитывают как произведение площади контактной поверхности  $F_{эл}$  (мм<sup>2</sup>) на плотность тока  $j$  (А/мм<sup>2</sup>) и давление  $p$  (Н/мм<sup>2</sup>):

$$I_{св} = j \cdot F_{эл} \text{ и } P = p \cdot F_{эл}.$$

При этом необходимо учитывать, какие режимы наиболее целесообразно применять – жесткие или мягкие.

Мягкие режимы характеризуются большой продолжительностью времени сварки, плавным нагревом. Эти режимы применяются для сварки углеродистых и низколегированных сталей и сталей, склонных к закалке. Диапазон значений параметров мягких режимов:  $j = 80-160 \text{ А/мм}^2$ ,  $p = 15-40 \text{ Н/мм}^2$ ,  $t_{\text{св}} = 0,5-3 \text{ с}$ .

Жесткие режимы характеризуются уменьшением времени сварки, малой зоной термического влияния и повышенной производительностью. Эти режимы применяются в основном для сварки нержавеющей сталей типа 12Х18Н9Т, алюминия, меди и медных сплавов. Параметры жестких режимов:  $j = 160-360 \text{ А/мм}^2$ ,  $p = 40-150 \text{ Н/мм}^2$ ,  $t_{\text{св}} = 0,001-0,01 \text{ с}$ . время сварки  $t_{\text{св}}$  (с) изделия определяется по формуле  $t_{\text{св}} = n \cdot t_1$ , где  $n$  – число точек на изделии,  $t_1$  – время сварки одной точки, с.

При газовой сварке (варианты 17-20) прежде всего необходимо определить тип соединения и форму разделку кромок, указать, в зависимости от химического состава свариваемого металла, характер пламени. При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей и меди используется нормальное пламя  $\beta = \text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2 = 1,1-1,2 \cdot (1)$ . Затем устанавливается в зависимости от толщины свариваемого металла способ сварки: при толщине металла до 5 мм – левый, при большей толщине – правый.

Расход ацетилена (мощность пламени) определяют по формулам: при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей левым способом  $Q_A = (100-120) \cdot S$ , л/ч; правым способом  $Q_A = (150-200) \cdot S$ , л/ч. Расход кислорода  $Q_K$  (л/ч) рассчитывают по формуле  $Q_K = Q_A \cdot (1)$ . По мощности пламени устанавливают номер наконечника газовой горелки. Марку присадочной проволоки  $d$  (мм) рассчитывают по формулам:

при левом способе  $d = (S/2) + 1$ , при правом -  $d = S/2$ ,

где  $S$  – толщина металла, мм. Массу наплавленного металла  $G_n$  (г) подсчитывают по той же методике, что и для ручной дуговой сварки. Расход присадочной проволоки  $G_{\text{пр}}$  (г) с учетом потерь металла на угар и разбрызгивание определяют по формуле:

$$G_{\text{пр}} = 1,15 G_n$$

Для приближенных расчетов можно пользоваться следующими формулами: расход ацетилена  $Q_A = 8 S$ , л/м шва; расход кислорода  $Q_K = 9,5 S$ , л/м шва; расход проволоки  $G_{\text{пр}} = 10 S$  г/м шва.

Время сварки  $t_{\text{св}} = k \cdot S \cdot L$ , мин, где  $k$  – коэффициент, зависящий от типа сварного соединения, вида шва и свариваемого металла, мм;  $L_a$ , м.

При сварке стыковых соединений из низкоуглеродистых и низколегированных сталей левым способом  $k=5$ , правым –  $k=4$ , при сварке стыковых соединений из меди левым способом  $k=4$ , правым –  $k=3,5$ .



## **Часть 4**

### **Обработка резанием**

Выполнить эскизы обработки детали на металлорежущих станках. В качестве исходной студент использует заготовку, спроектированную в 1 или 2 части задания. Эскизы разрабатываются попереходно. На эскизах указать:

- условное изображение закрепления заготовки в приспособлении;
- режущий инструмент;
- направление скорости резания и подачи;
- размеры обрабатываемой поверхности.

В пояснительной записке обосновать выбор станка описать применяемый режущий инструмент. Назначить измерительный инструмент для контроля размеров детали.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛУ**

### **«Обработка резанием»**

(к четвертому разделу задания)

При выборе способа обработки необходимо учитывать требования чертежа по точности и шероховатости обрабатываемой поверхности (см. [4]). Выбор способа обработки целесообразно согласовать с преподавателем, для исключения серьезных ошибок. Схемы закрепления детали выполняются с учетом выбранного оборудования (см. [9]).

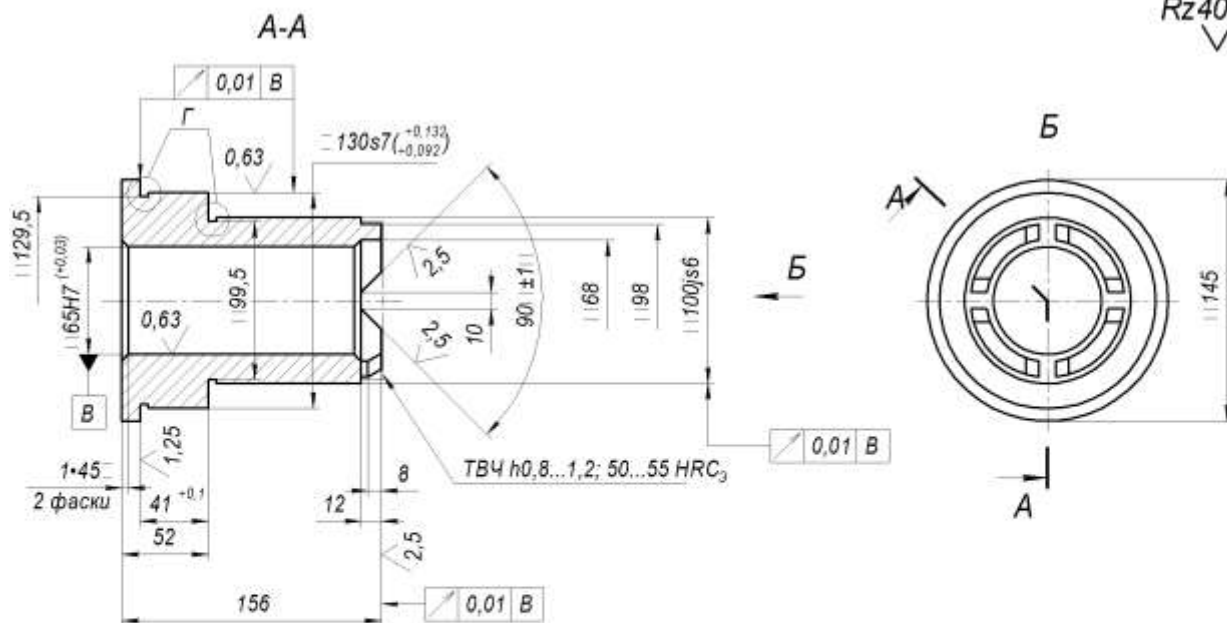
Металлорежущий инструмент изображается в начальном или конечном положении, его можно подобрать, руководствуясь методической разработкой [10]. Деталь на эскизе обработки изображается с формой и размерами обработанной поверхности на данном переходе. Обработанные поверхности выделяются утолщенной линией или красным цветом, на ней проставляются размеры и шероховатость.

### **Библиографический список рекомендованных источников**

1. Технология конструкционных материалов. Учебник / под ред. А.М. Дальского. М.: Машиностроение, 1993.
2. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. Материаловедение и технология металлов. М.: Высшая школа, 2000.
3. Солнцев Ю.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов. М.: МИСИС, 1996.
4. Технология машиностроения: учебник для вузов. [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погонин и др].- М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
5. Барон Ю.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Механические методы обработки заготовок: Лабораторный практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.
6. Барон Ю.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Упражнения и задачи для вузов. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.
7. Изготовление отливок в песчаных формах. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов технических специальностей. / сост. А.Ю. Лаврентьев; Тверь: ТГТУ, 2009.
8. Обработка металлов давлением. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов машиностроительных специальностей. Тверь: ТГТУ, 2005.
9. Механическая обработка деталей на металлорежущих станках. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов машиностроительных специальностей /Сост. Д.А. Барчуков, Тверь: ТГТУ, 2004.
10. Металлорежущий инструмент [Электронный ресурс]: метод. указ. к лаб. работе по дисциплинам "Технология конструкционных материалов" и "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для студентов техн. спец. / сост. А.Ю. Лаврентьев; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТМиМ - Тверь: ТГТУ, 2007. - (65389-1) (621.9; М 54).
11. Ковка штамповка: Справочник в 4-х томах /Ред. Е.И. Семенов –М.: Машиностроение, 1985-87 г.г.
12. Контактная сварка. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология металлов и сварка» для студентов направления 653500 – Строительство и специальностей: 290300 – Промышленное и гражданское строительство, 290500 – Городское строительство и хозяйство, 290600 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций. Составители: Д.А. Барчуков, А.В. Беляков, Тверь: ТГТУ, 2005.

# Приложение 1

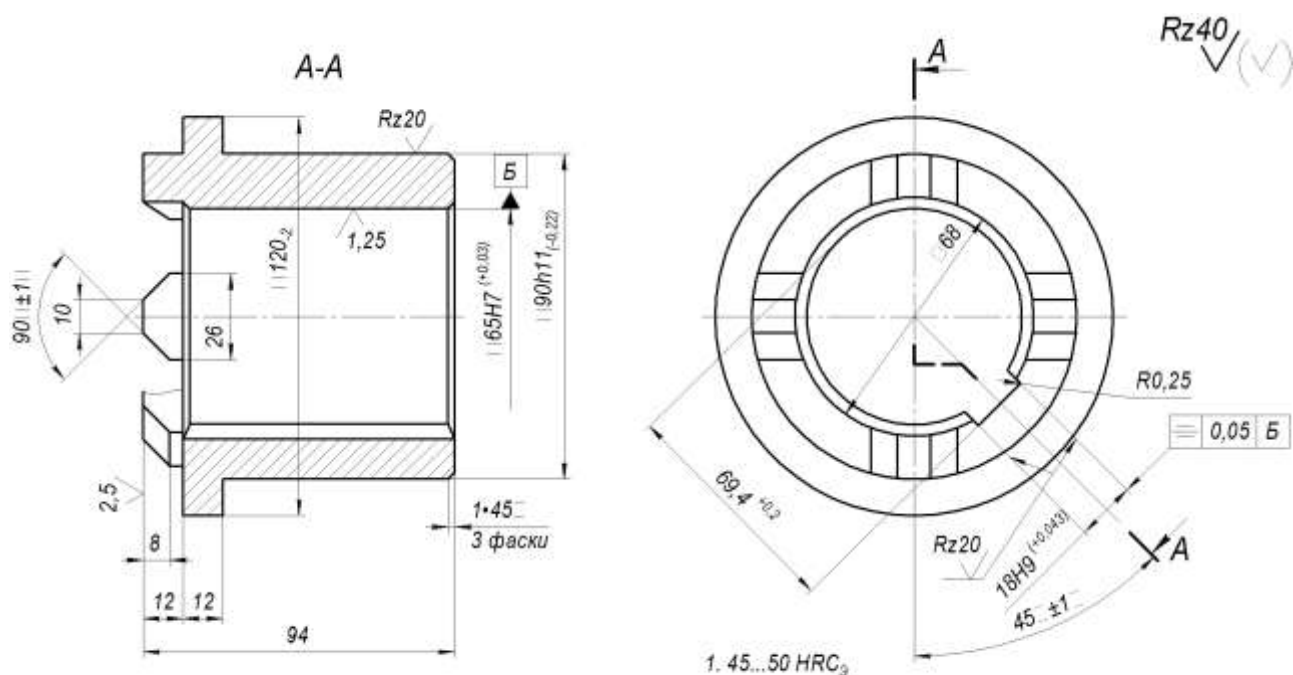
Rz40 ✓(✓)



1. 28...32 HRC<sub>3</sub>

2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14

## Вариант №1



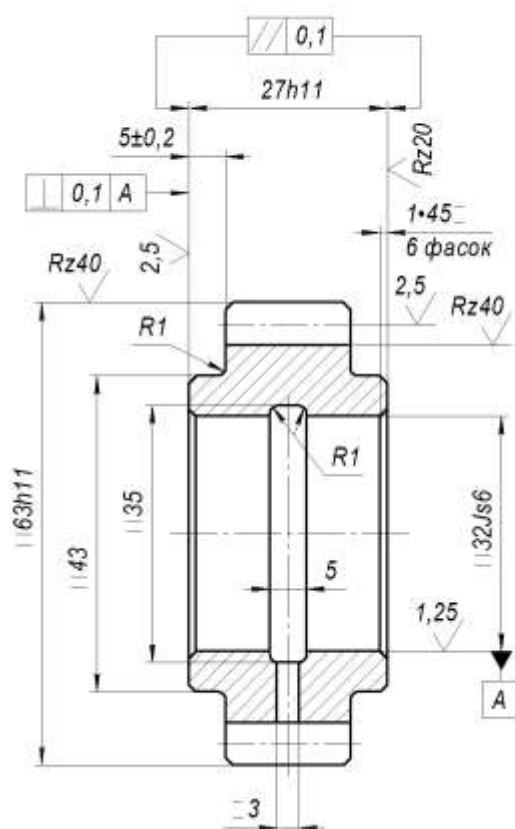
1. 45...50 HRC<sub>3</sub>

2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14

## Вариант №2



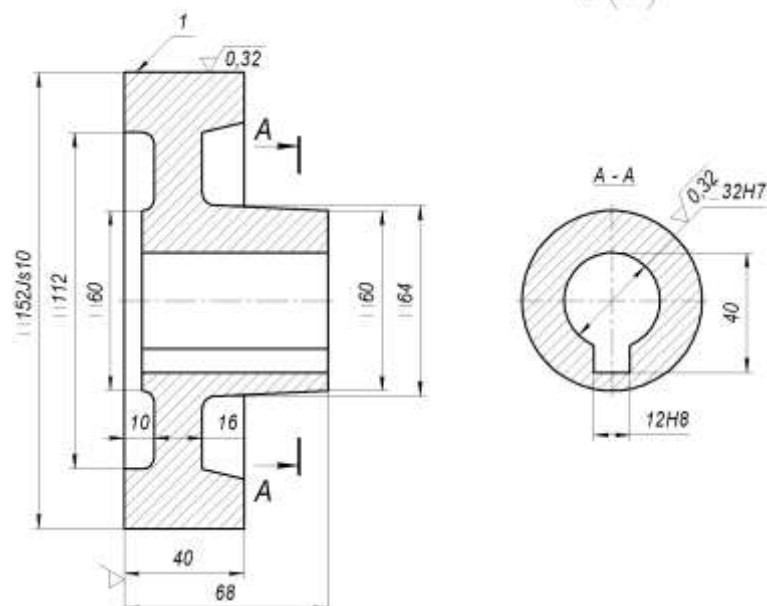
Rz80  $\sqrt{(\vee)}$



1. Цементировать h 0,6...0,9 56...63 HRC<sub>3</sub> для зубьев; HRC сердцевины и остальной части.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14,

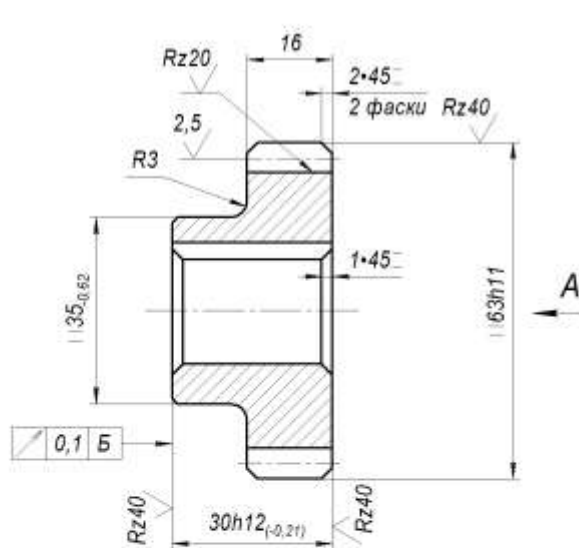
## Вариант №5

Rz80  $\sqrt{(\vee)}$



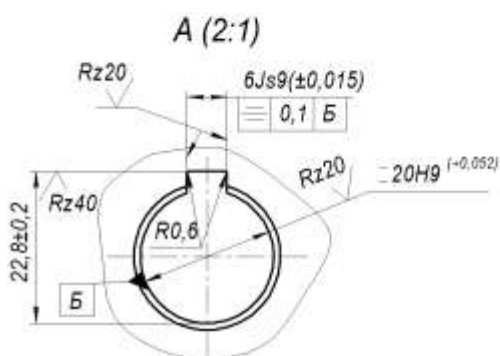
1. 40...45 HRC<sub>3</sub>;
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ ;
3. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм.

## Вариант №6



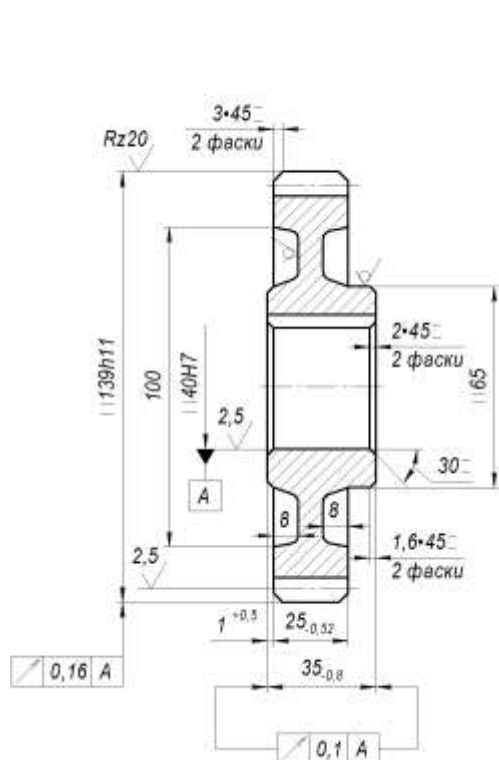
Rz80 (✓)

Модуль	m	3
Число зубьев	z	19
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	11-9-9Bd
Длина общей нормали	L	22.939 <sup>+0.115</sup> <sub>-0.100</sub>
Делительный диаметр	d	57.0



1. Цементировать h 0,6...0,9 56...63 HRC<sub>3</sub>
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14,

## Вариант №7



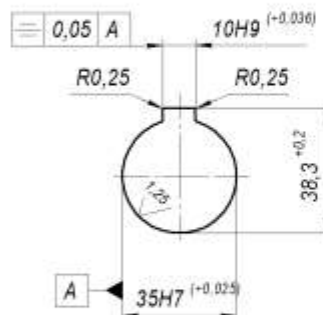
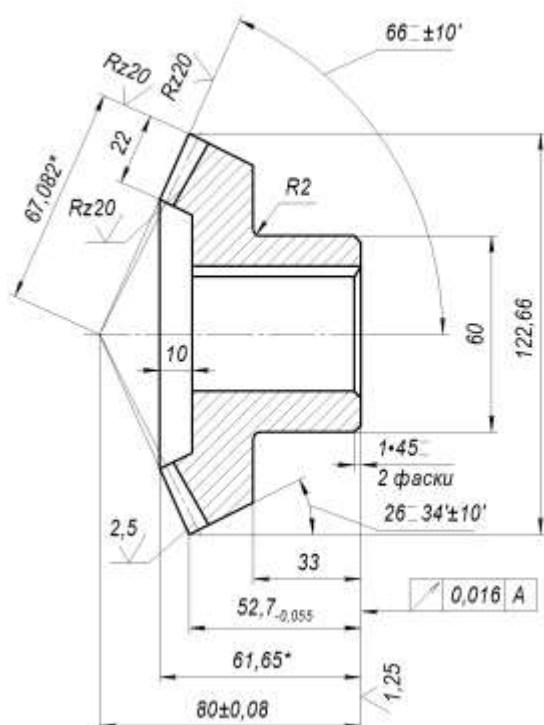
Rz40 (✓)

Модуль	m	5
Число зубьев	z	25
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	+0.535
Степень точности	-	9-C
Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния	f <sub>i</sub>	0,095
Пятно контакта с зубьями эталонного зубчатого колеса	по длине по высоте	60% min 45% min
Толщина зуба по дуге делительной окружности	s	9,801
Длина общей нормали	W <sub>тн</sub>	55,24 <sup>+0.040</sup> <sub>-0.100</sub>
Высота зуба	h	11,21
Делительный диаметр	d	125,0

1. Нитроцементировать h 0,8...1,2 58...63 HRC<sub>3</sub>
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14,

## Вариант №8

Rz40  $\sqrt{(\checkmark)}$

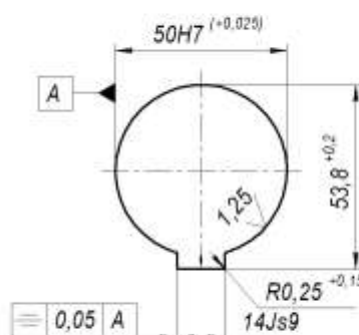
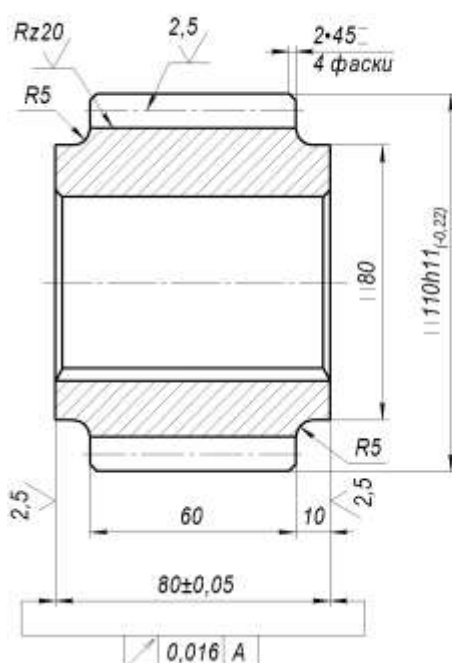


Модуль	m	5
Число зубьев	z	40
Тип зуба	-	прямой
Исходный контур	-	ГОСТ 13754-8
Коэффициент смещения	x	0
Коэффициент тангенциальной коррекции	y	0
Угол делительного контура	d	63° 26'
Угол конуса впадин	d <sub>i</sub>	60° 22'
Степень точности по ГОСТ 1758-81	-	8-C
Полная высота зуба	h <sub>c</sub>	6.6
Толщина зуба по хорде	S <sub>x</sub>	4.16 ± 0.05
Измерительная высота хорды	h <sub>c</sub>	2.2
Допуск на накопленную погрешность шага	d <sub>th</sub>	0.100
Допуск на разность окружных шагов	d <sub>i</sub>	0.030
Пятно контакта с зубьями парно-оплеча зубчатого колеса	%	0.150
Пятно контакта с зубьями парно-оплеча зубчатого колеса по высоте	%	0.070

- 28...32 HRC<sub>3</sub>
- \* Размеры для справок
- Неуказанные предельные отклонения размеров: H14 h14 ± IT/2

Вариант №9

Rz40  $\sqrt{(\checkmark)}$

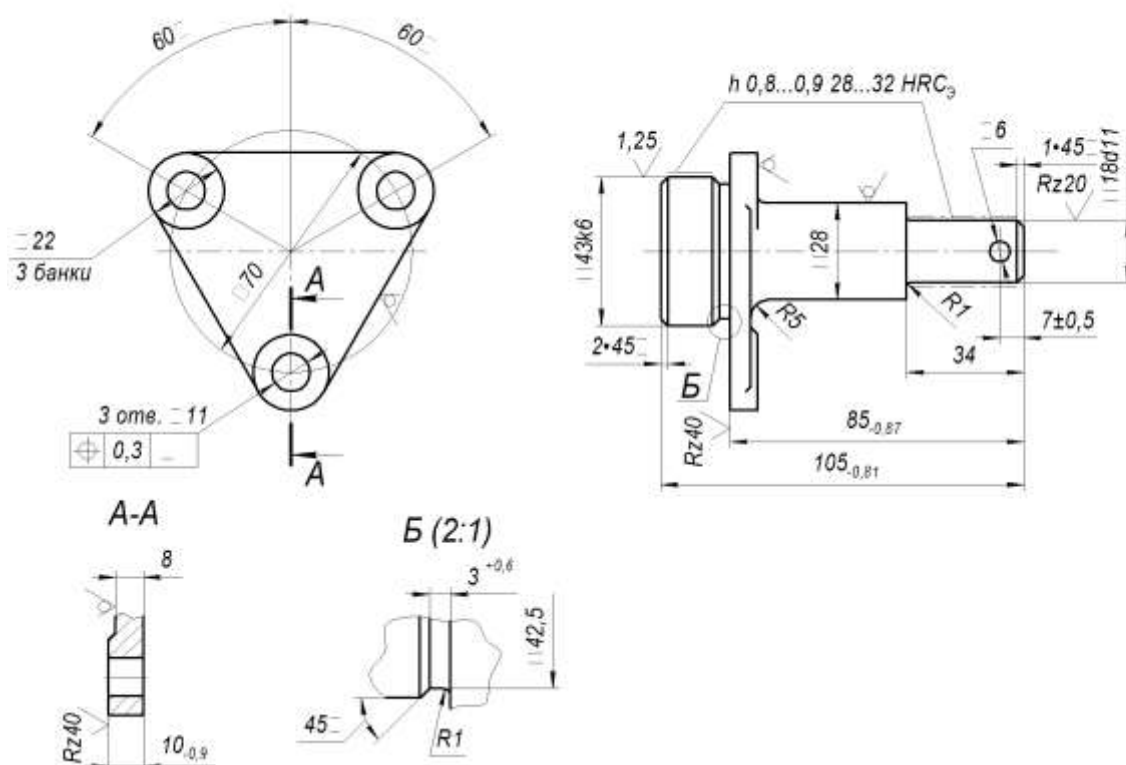


Модуль	m	5
Число зубьев	z	40
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-8
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	B-B
Длина общей нормали	L	38.302 ± 0.148
Допуск на колебание длины общей нормали	d <sub>oa</sub>	0.048
Допуск на колебание оборота измерительного колеса	d <sub>oa</sub>	0.150
Межцентровое расстояние на одном зубе	d <sub>fa</sub>	0.070
Допуск на направление зуба	d <sub>ba</sub>	0.021
Делительный диаметр	d	100.0

- 240...280 HB
- Зубья h 5,5...6,0 мм; 48...52 HRC<sub>3</sub>
- Неуказанные предельные отклонения размеров: h14, ± IT/2

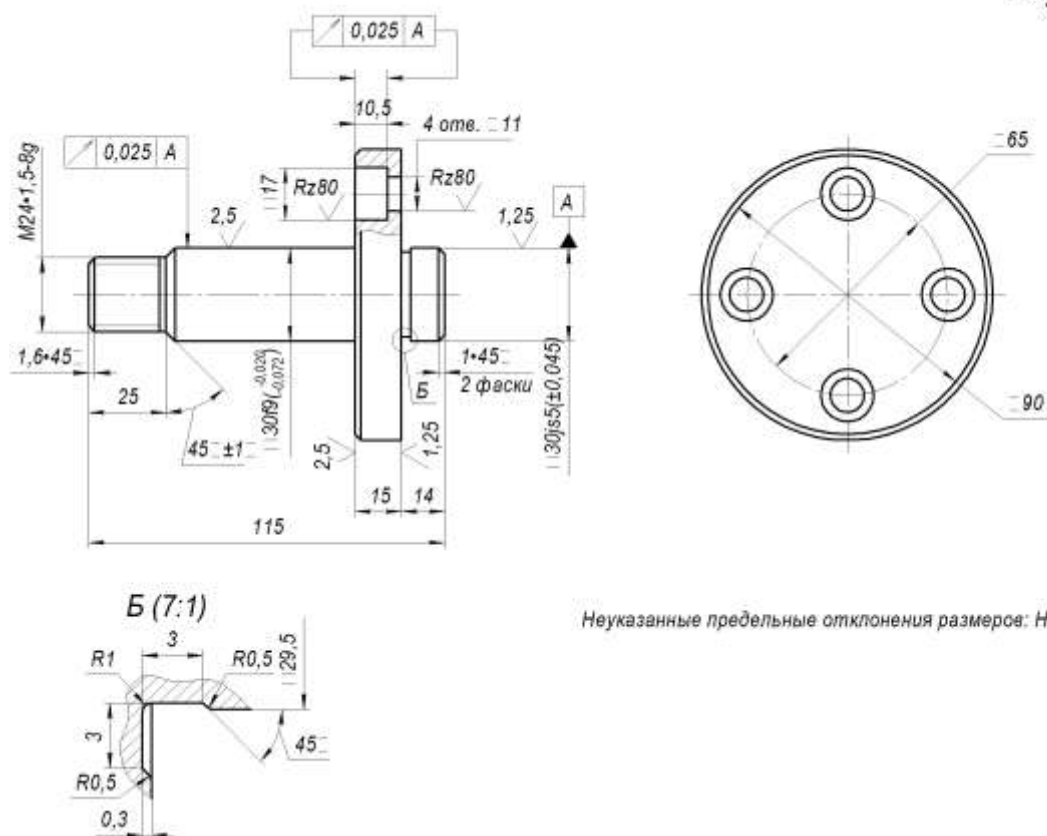
Вариант №10

Rz80 ✓(✓)



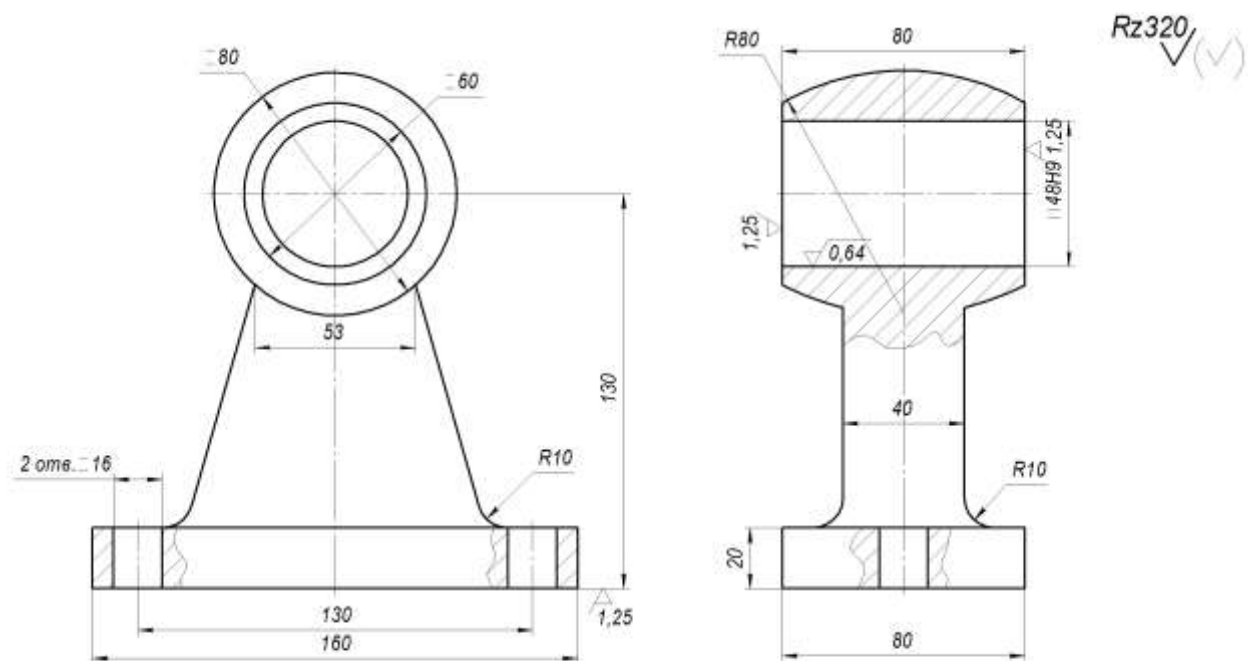
Вариант №11

Rz40 ✓(✓)



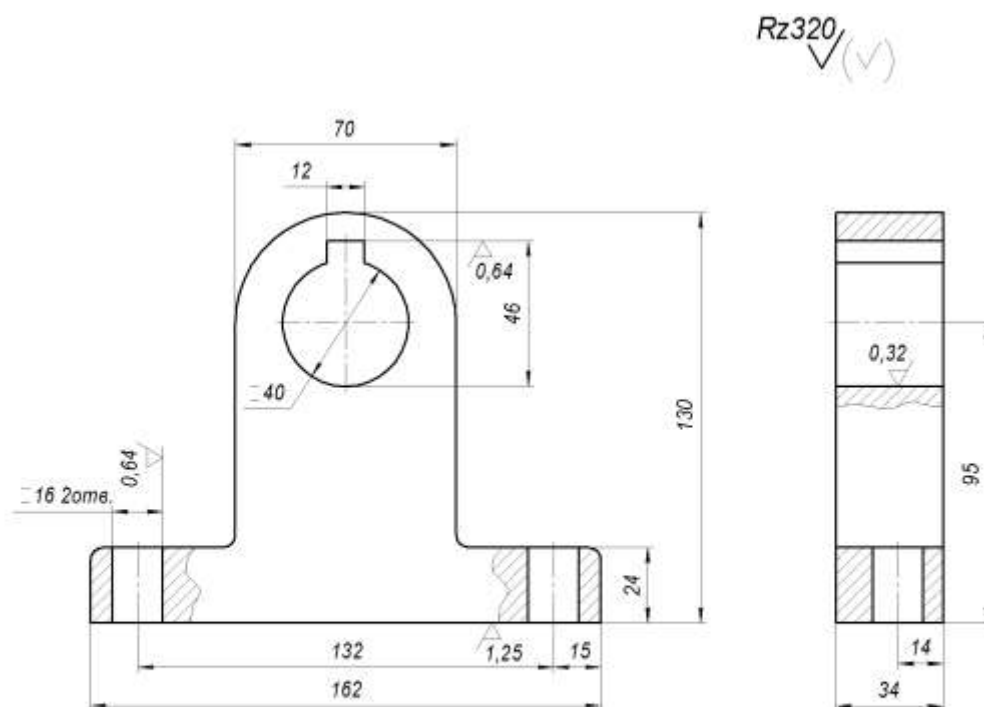
Вариант №12





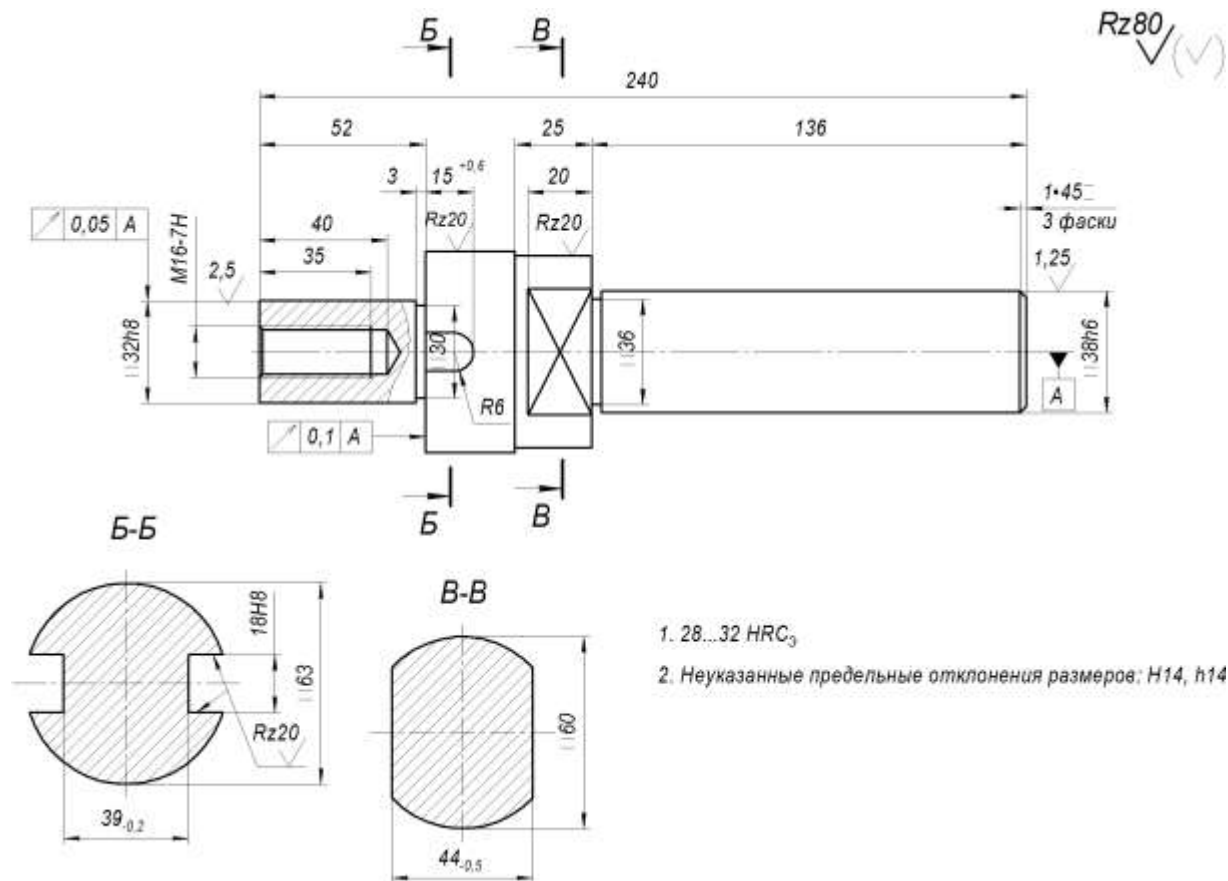
1. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, IT14,  $h14, \pm \frac{1}{2}$

Вариант №13

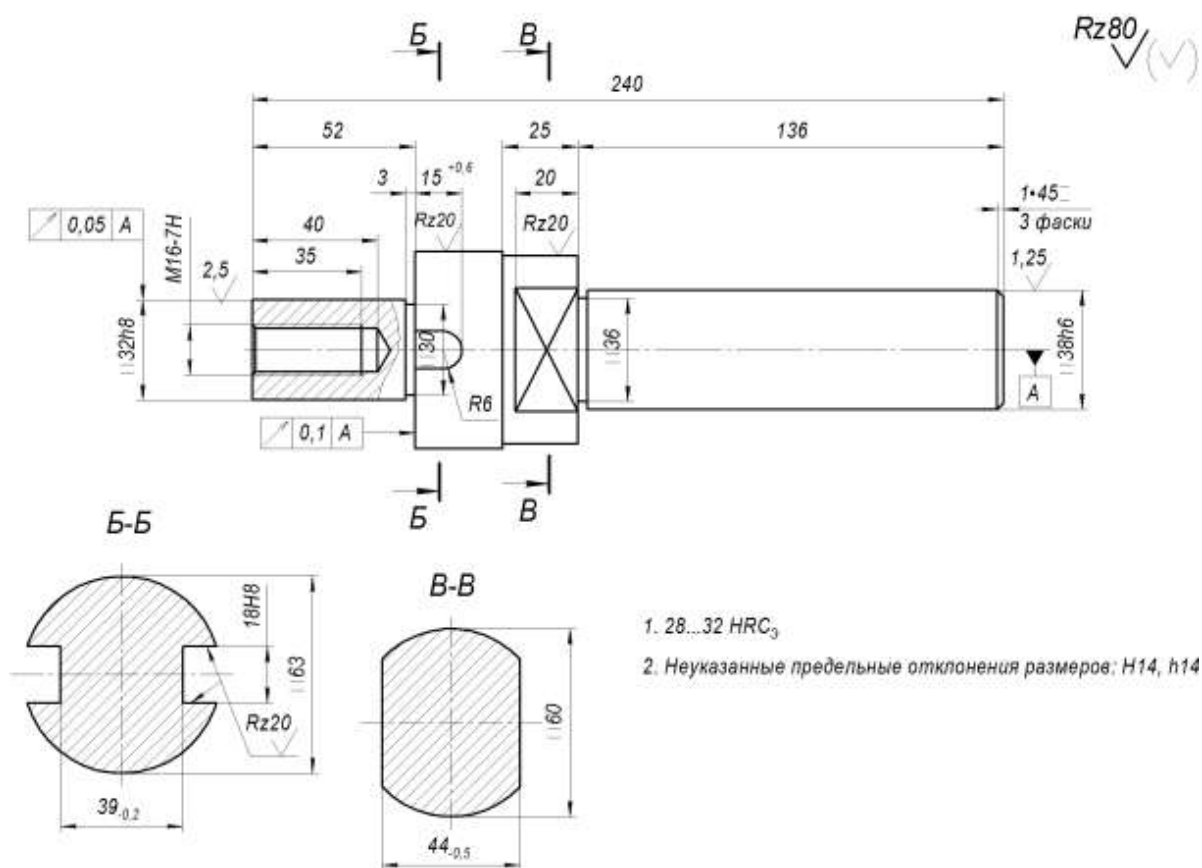


1. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, IT14,  $h14, \pm \frac{1}{2}$

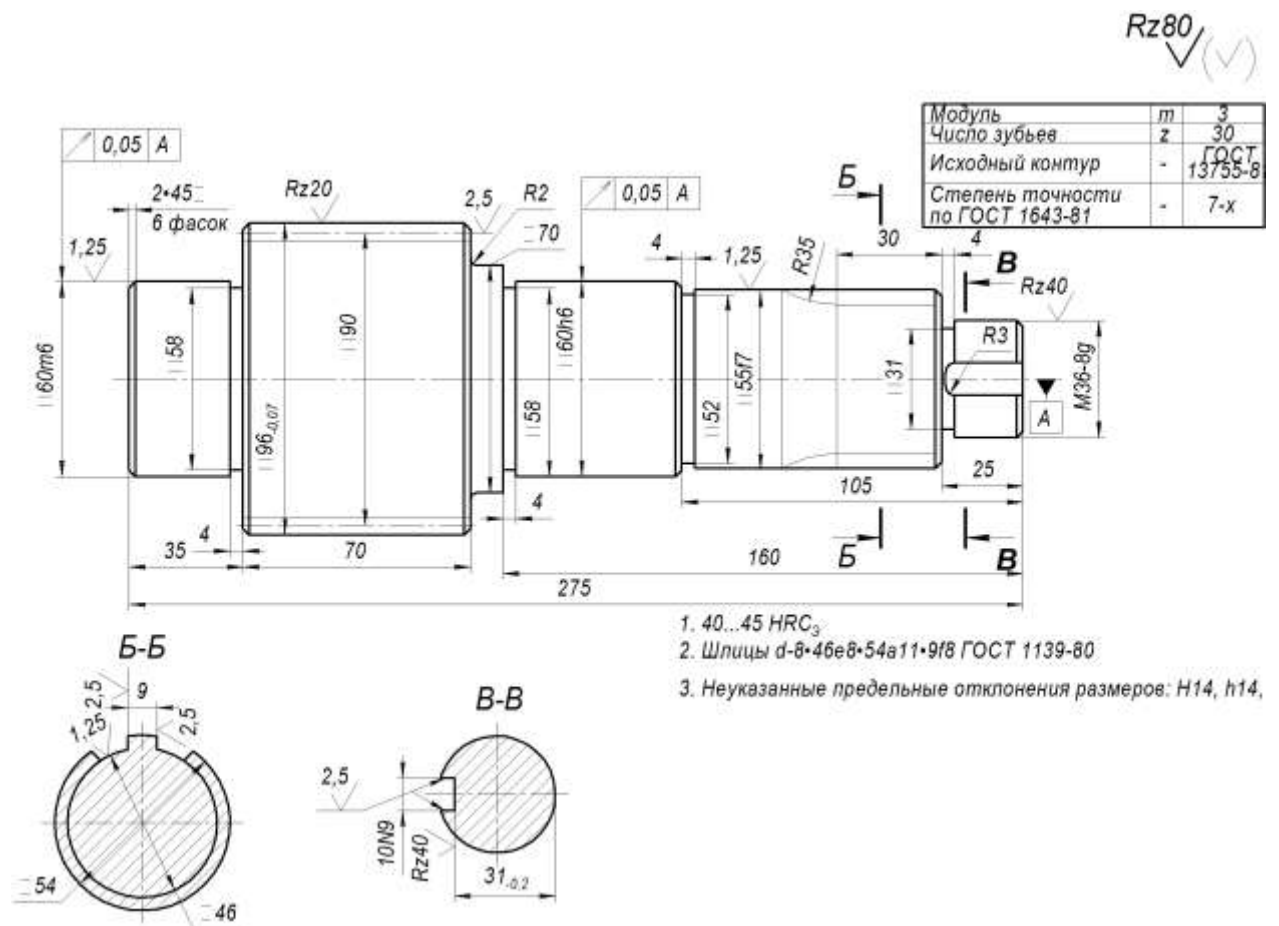
Вариант №14



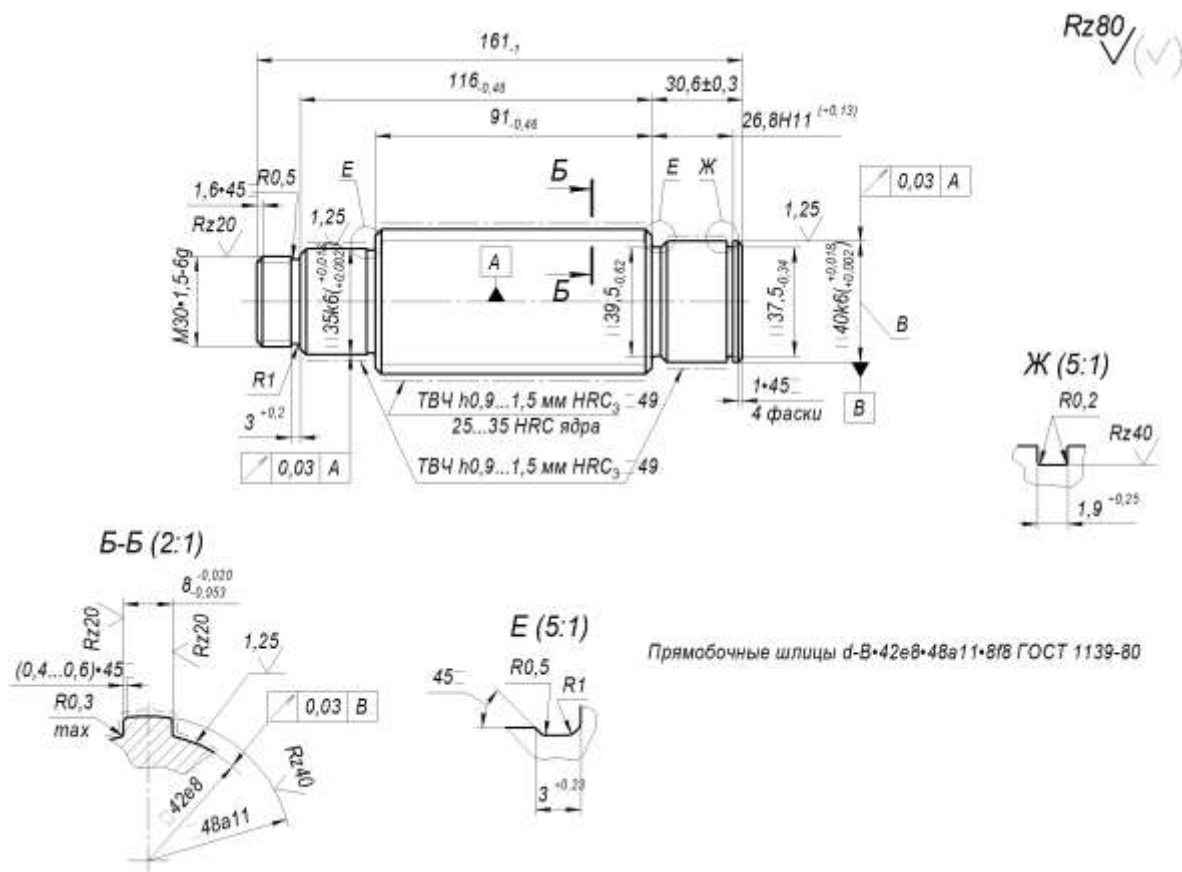
Вариант №15



Вариант №16

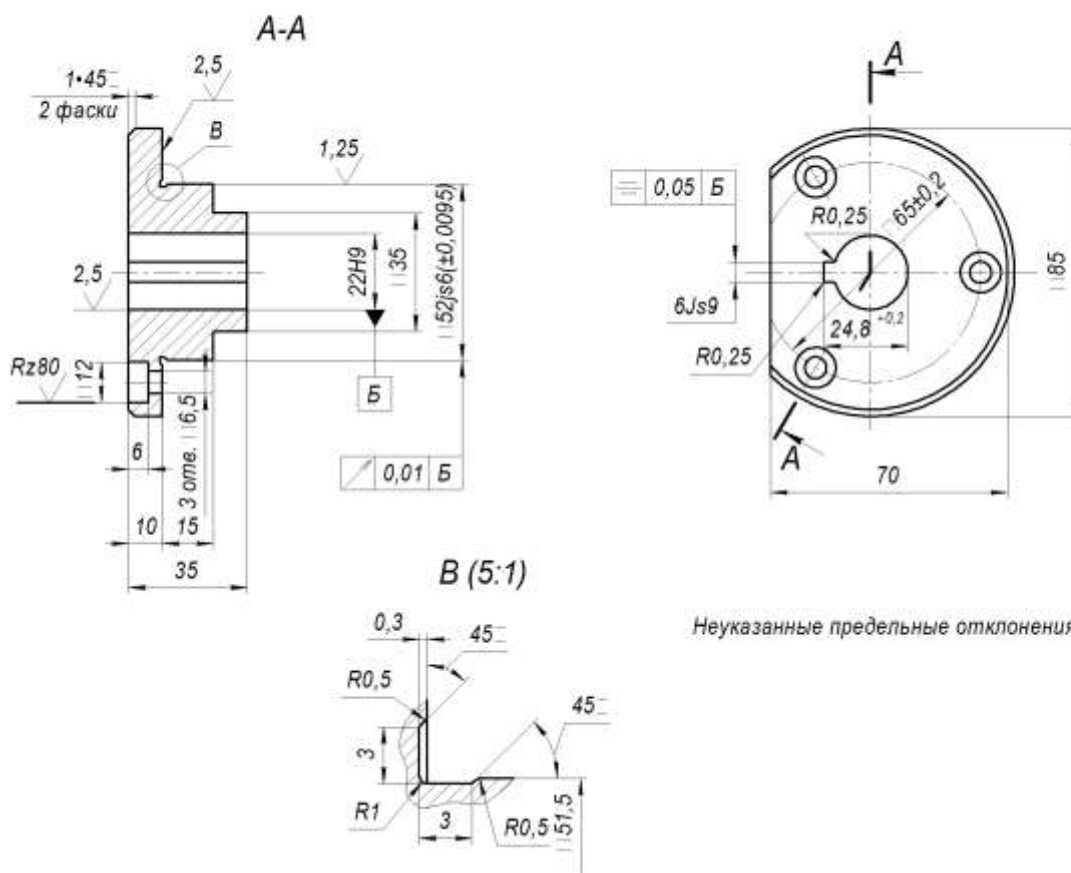


Вариант №17



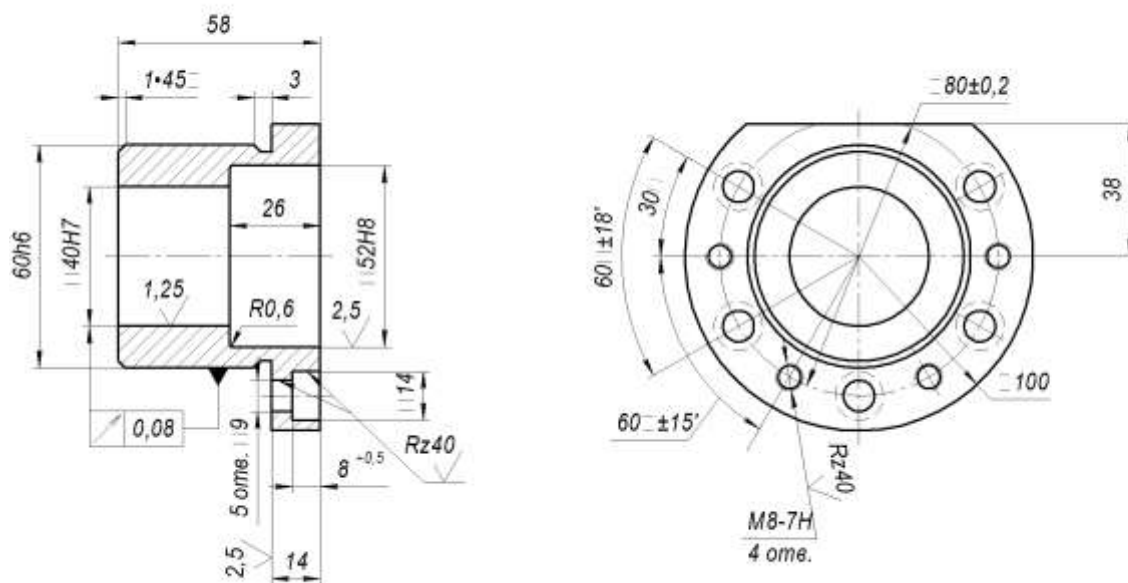
Вариант №18

Rz40 ✓(✓)



Вариант №19

Rz80 ✓(✓)



Вариант №20