

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

**МДК.04.01 Производство работ по  
неразрушающему контролю, контролю качества  
продукции и технологического процесса**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ на тему: «Система допусков и посадок:  
квалитеты и параметры шероховатости» для студентов специальности  
27.02.07«Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех  
форм обучения

Воронеж 2021

УДК 621.7(07)

ББК С 409

Составитель А. В. Иванова

**Производство работ по неразрушающему контролю, контролю качества продукции и технологического процесса:** методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. С. Веденева. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Производство работ по неразрушающему контролю, контролю качества продукции и технологического процесса». Разработано на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_ПР\_ПРрНКККПиТП\_2.

УДК 621.7(07)

ББК С 409

**Рецензент** – И. В. Поцбнева, канд. техн. наук, доц. кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## Предисловие

Поверхность любого реального тела и, в первую очередь, обработанная, всегда имеет неровности и дефекты, связанные с корпускулярным строением материи и реальными возможностями технологических процессов. Требования к шероховатости поверхности устанавливаются, исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий. Параметры шероховатости поверхности назначают в зависимости от точности, характера соединения, размеров деталей.

Шероховатость поверхностей в сочетании с точностью их геометрической формы оказывает большое влияние на качество и эксплуатационные свойства неподвижных и подвижных соединений деталей.

Изменение шероховатости поверхности вносит большие изменения в характер соединения деталей.

При неподвижных посадках недостаточная шероховатость поверхностей приводит к уменьшению действительного натяга и ослаблению соединения при ударах и вибрации. В подвижных соединениях излишняя шероховатость поверхностей приводит к усиленному износу деталей и увеличению зазоров в начальный период эксплуатации изделия.

Следует отметить, что допуски натягов и зазоров увеличиваются с увеличением диаметра детали, а высота неровностей не связана с размерами обрабатываемых деталей. Следовательно, при увеличении диаметра детали влияние неровностей будет относительно уменьшаться.

Прочность деталей также зависит от шероховатости поверхности. Разрушение детали, особенно при переменных нагрузках, в большой степени объясняется концентрацией напряжений, являющихся следствием имеющихся неровностей. Чем «чище» поверхность, тем меньше возможность возникновения поверхностных трещин от усталости металла. Чистовая отделка деталей (доводка, полирование и т.п.) значительно повышает их усталостную прочность.

# Практическая работа «Система допусков и посадок: квалитеты и параметры шероховатости»

## 1 Цель практической работы

Целью практической работы является формирование умений и навыков определения параметров шероховатости поверхности, систем допусков и посадок.

## 2 Основные теоретические положения

**Шероховатость поверхности** – совокупность неровностей, образующих микрорельеф поверхности детали. Возникает главным образом вследствие пластической деформации поверхностного слоя заготовки при её обработке из-за неровностей режущих кромок инструмента, трения, вырывания частиц материала с поверхности заготовки, вибрации заготовки и инструмента и т.п.

**Квалитет** - это совокупность (ряд) допусков, соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров. Квалитеты установлены для нормирования требуемых точностей изготовления размеров элементов деталей изделий различного назначения.

**Параметр шероховатости** – важный показатель в технической характеристике изделия, влияющий на эксплуатационные свойства деталей и узлов машин – износостойкость трущихся поверхностей, усталостную прочность, коррозионную устойчивость, сохранение натяга при неподвижных посадках и т.п. Измеряется в микрометрах (мкм). Все основные определения, параметры шероховатости и их числовые значения приведены в ГОСТ 2789-73 и ГОСТ 25142-82. Для практического нормирования в большинстве стран мира, как и в России, используют шесть параметров, которые делят на три группы:

– высотные:  $R_a$  - среднее арифметическое отклонение профиля;  $R_z$  - высота неровностей профиля по десяти точкам;  $R_{max}$  - наибольшая высота профиля;

– шаговые:  $S_m$  - средний шаг неровностей профиля;  $S$  - средний шаг местных выступов профиля;

– параметр формы:  $t_p$  - относительная опорная длина профиля.

Параметры шероховатости поверхности  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ,  $S_m$ ,  $S$ ,  $t_p$  описаны в таблице 1:

Таблица 1 – Условные обозначения параметра шероховатости и их описания

Условное обозначение параметра шероховатости	Наименование параметра шероховатости	Определение параметра шероховатости
$R_a$	Среднее арифметическое отклонение профиля	Среднее арифметическое абсолютных значений (значений по модулю) отклонений профиля в пределах базовой длины. Интегральная величина.
$R_z$	Высота неровностей профиля по 10 точкам	Сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины.
$R_{max}$	Наибольшая высота поверхностей профиля	Расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.
$S_m$	Средний шаг неровностей профиля	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины.
$S$	Средний шаг неровностей профиля по вершинам	Среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины.
$t_p$	Относительная опорная длина профиля	Отношение опорной длины профиля к базовой длине, где «р» - значение уровня сечения профиля.

Пример изображения шероховатости поверхности и обозначения его характеристик приведен на рисунке 1.

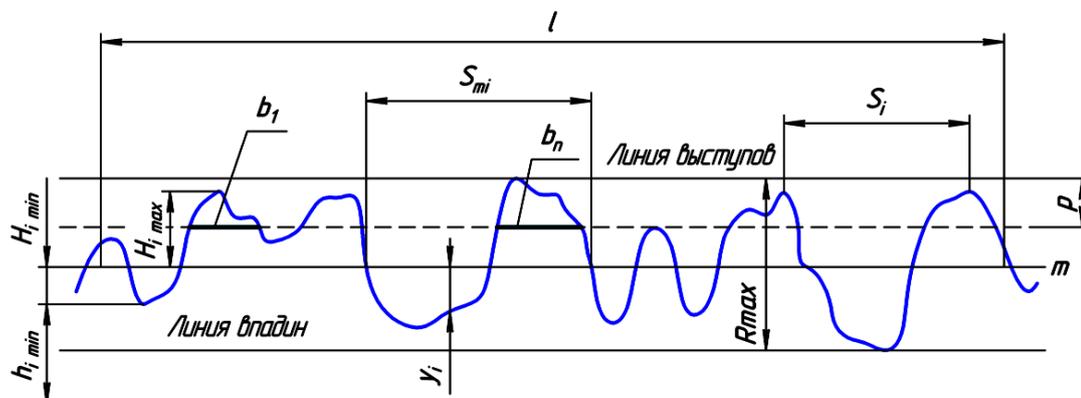


Рисунок 1 – Профиль шероховатости поверхности и обозначения его характеристик

$R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;

$$R_a = \frac{1}{l} \int_l^0 [y_i] dx$$

или

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$R_z$  — высота неровностей профиля по десяти точкам;

$R_{\max}$  — наибольшая высота профиля;

Измерение параметра шероховатости.

Значения параметров  $R_a$  и  $R_z$  для указанных классов шероховатости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения параметров  $R_a$  и  $R_z$  для указанных классов шероховатости.

Класс шероховатости	Базовая длина $l$ , мм	$R_a$ предпочт., мкм	$R_a$ допустимые, мкм	$R_z$ , мкм
1	8,0	50	80; 63; 40	320; 250; 200; 160
2	8,0	25	40; 32; 20	160; 125; 100; 80
3	8,0	12,5	20; 16,0; 10,0	80; 63; 50; 40
4	2,5	6,3	10,0; 8,0; 5,0	40; 32; 25; 20
5	2,5	3,2	5,0; 4,0; 2,5	20; 16; 12,5; 10,0
6	0,8	1,6	2,5; 2,0; 1,25	10,0; 8,0; 6,3
7	0,8	0,80	1,25; 1,00; 0,63	6,3; 5,0; 4,0; 3,2
8	0,8	0,40	0,63; 0,50; 0,32	3,2; 2,5; 2,0; 1,60
9	0,25	0,20	0,32; 0,25; 0,160	1,60; 1,25; 1,00; 0,80
10	0,25	0,10	0,160; 0,125; 0,080	0,80; 0,63; 0,50; 0,40
11	0,25	0,050	0,080; 0,063; 0,040	0,40; 0,32; 0,25; 0,20
12	0,25	0,025	0,040; 0,032; 0,020	0,20; 0,16; 0,125; 0,100
13	0,08	0,012	0,020; 0,016; 0,010	0,100; 0,080; 0,063; 0,050
14	0,08	0,012	0,010; 0,008	0,050; 0,040; 0,032

### 3 План практической работы

1. Перед выполнением чертежа необходимо изучить задание (Приложение А и Приложение Б).
2. Работа выполняется в рабочей тетради.
3. Согласно своему варианту выполнить по размерам изображение детали, на котором в последующем указать необходимую

шероховатость поверхностей А, Б и все остальные (Таблица 1) (см. Образец выполнения задания (Приложение В)).

4. Указать на чертеже необходимую шероховатость поверхностей.

#### **4 Задание для самостоятельной работы**

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо ознакомиться с теоретическим материалом по данной теме, изучить дополнительный материал, выполнить задание, ответить на контрольные вопросы:

1. Назовите высотные и шаговые параметры шероховатости поверхности. В каких единицах они измеряются?

2. Какие величины определяются по профилограмме для расчета параметра  $R_a$ ?

3. Какие величины определяются по профилограмме для расчета параметра  $R_z$ ?

4. Как определить параметр  $t_r$ ?

5. Выбор параметров нормирования шероховатости поверхности для характеристики эксплуатационных свойств поверхности?

6. Какие способы существуют для измерения шероховатости?

7. Что такое шероховатость поверхности?

8. Каким стандартом устанавливаются параметры шероховатости поверхности?

9. Сколько параметров шероховатости поверхности устанавливает стандарт, названный выше?

10. Назовите параметры шероховатости поверхности и формулы для их определения.

11. Каким образом наносятся параметры шероховатости поверхности на чертежах?

12. Как и какими приборами измеряется шероховатость поверхности?

## Библиографический список

- 1 Шероховатость поверхности: методические указания к лабораторной работе № 5 по курсу «Взаимозаменяемость и технические измерения» / А.И. Аристов [и др.]. – М.: МАДИ, 2015 – 32 с.
- 2 ГОСТ 2789-73\*. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. – Введ. 1973 – 04 – 23. – М.: Изд-во стандартов, 1973.
- 3 ГОСТ 2.309-73\*. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей. – Введ. 1973 – 11 – 09. – М.: Изд-во стандартов, 1973.
- 4 ГОСТ 2789-73\*. Шероховатость поверхности. Параметр характеристики. – Введ. 1973 – 04 – 23 – М.: Изд-во стандартов, 1973.
- 5 ГОСТ 2.309-73\*. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей. – Введ. 1973 – 11 – 9 – М.: Изд-во стандартов, 1973
6. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник. В 2 ч. / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 8-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2001 – 576 с.

## Приложение А

### Варианты заданий

Таблица А.1 – Варианты заданий

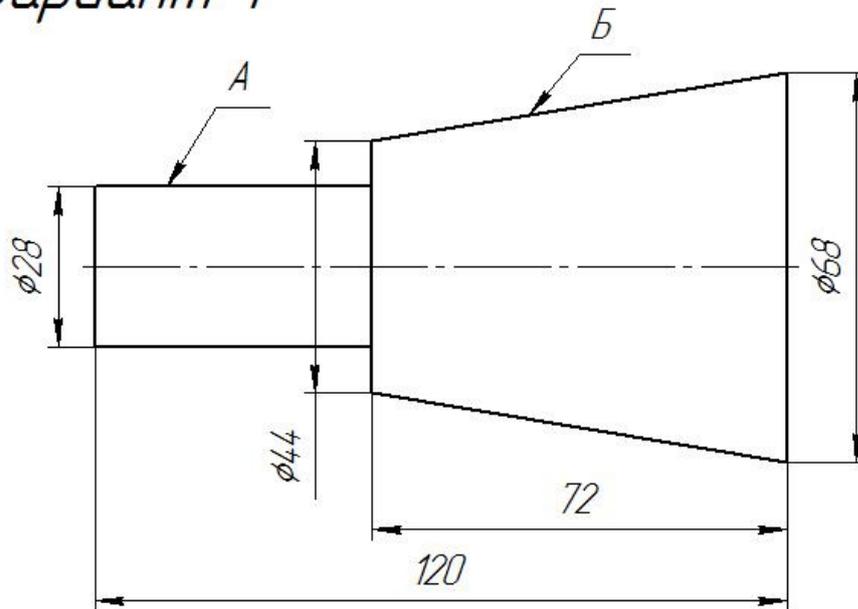
Вариант	Поверхность А	Поверхность Б	Все остальные поверхности
1	Ra 1,6 мкм	Ra 3,2 мкм	Ra 6,3 мкм (без указания способа обработки)
2	Rz 25 мкм	Rz 40 мкм	Rz 60 мкм (без указания способа обработки)
3	Ra 2,5 мкм	Ra 1,6 мкм	Rz 12,5 мкм (без указания способа обработки)
4	Rz 6,3 мкм	Rz 3,2 мкм	Rz 30 мкм (без указания способа обработки)
5	Rz 32 мкм	Rz 25 мкм	Rz 40 мкм (без указания способа обработки)
6	Ra 12,5 мкм	Ra 6,3 мкм	Ra 6,3 мкм (со снятием слоя материала)
7	Rz 25 мкм	Rz 12,5 мкм	Rz 80 мкм (со снятием слоя материала)
8	Rz 12,5 мкм	Rz 3,2 мкм	Rz 20 мкм (со снятием слоя материала)
9	Ra 0,125 мкм	Ra 0,25 мкм	Ra 0,50 мкм (со снятием слоя материала)
10	Ra 0,63 мкм	Ra 1,6 мкм	Ra 2,0 мкм (со снятием слоя материала)
11	Ra 50 мкм	Ra 25 мкм	Ra 100 мкм (без снятия слоя материала)
12	Ra 0,025 мкм	Ra 0,012 мкм	Ra 0,32 мкм (без снятия слоя материала)
13	Ra 0,32 мкм	Ra 0,20 мкм	Ra 1,6 мкм (без снятия слоя материала)
14	Ra 0,8 мкм	Ra 0,4 мкм	Ra 1,0 мкм (без снятия слоя материала)
15	Ra 0,16 мкм	Ra 0,2 мкм	Ra 0,32 мкм (без снятия слоя материала)
16	Rz 3,2 мкм	Rz 6,3 мкм	Rz 10 мкм (без указания способа обработки)
17	Rz 2,5 мкм	Rz 1,6 мкм	Rz 10 мкм (без указания способа обработки)
18	Rz 25 мкм	Rz 40 мкм	Rz 60 мкм (без указания способа обработки)
19	Rz 20 мкм	Rz 25 мкм	Rz 30 мкм (без указания способа обработки)
20	Ra 1,25 мкм	Rz 20 мкм	Rz 60 мкм (без указания способа обработки)

*Продолжение таблицы А.1*

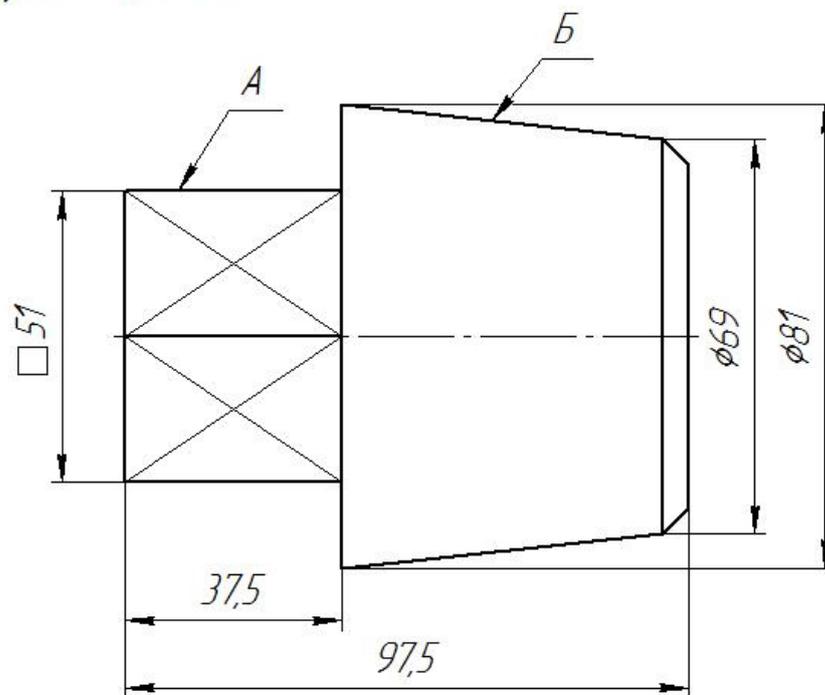
Вариант	Поверхность А	Поверхность Б	Все остальные поверхности
21	Ra 1,0 мкм	Rz 20 мкм	Rz 40 мкм (со снятием слоя материала)
22	Rz 40 мкм	Rz 25 мкм	Без обработки
23	Rz 40 мкм	Rz 80 мкм	Без обработки
24	Ra 2,0 мкм	Ra 3,2 мкм	Ra 20 мкм (со снятием слоя материала)
25	Rz 20 мкм	Rz 40 мкм	Без обработки
26	Rz 20 мкм	Rz 1,6 мкм	Rz 40 мкм (без снятия слоя материала)
27	Ra 1,25 мкм	Rz 20 мкм	Rz 60 мкм (без снятия слоя материала)
28	Rz 80 мкм		Без обработки
29	Ra 2,5 мкм	Rz 20 мкм	Без обработки
30	Ra 2,0 мкм	Rz 10 мкм	Rz 40 мкм (без снятия слоя материала)

Приложение Б  
Варианты заданий

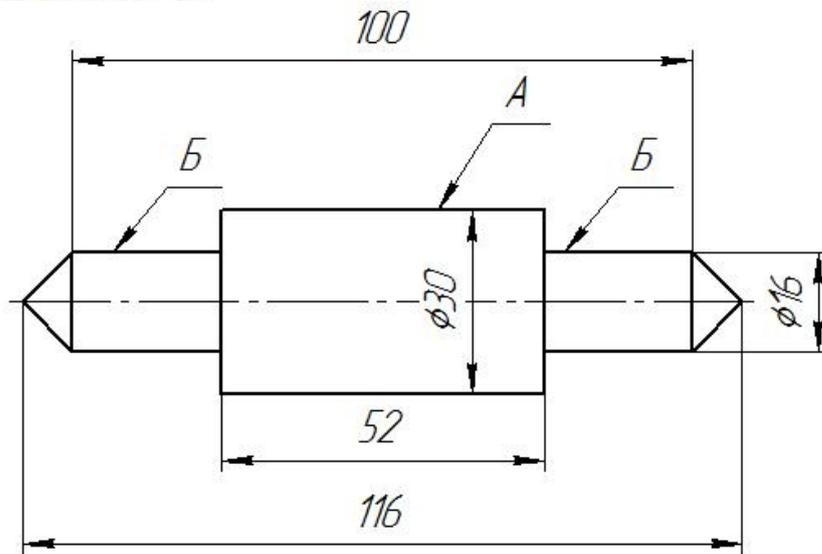
Вариант 1



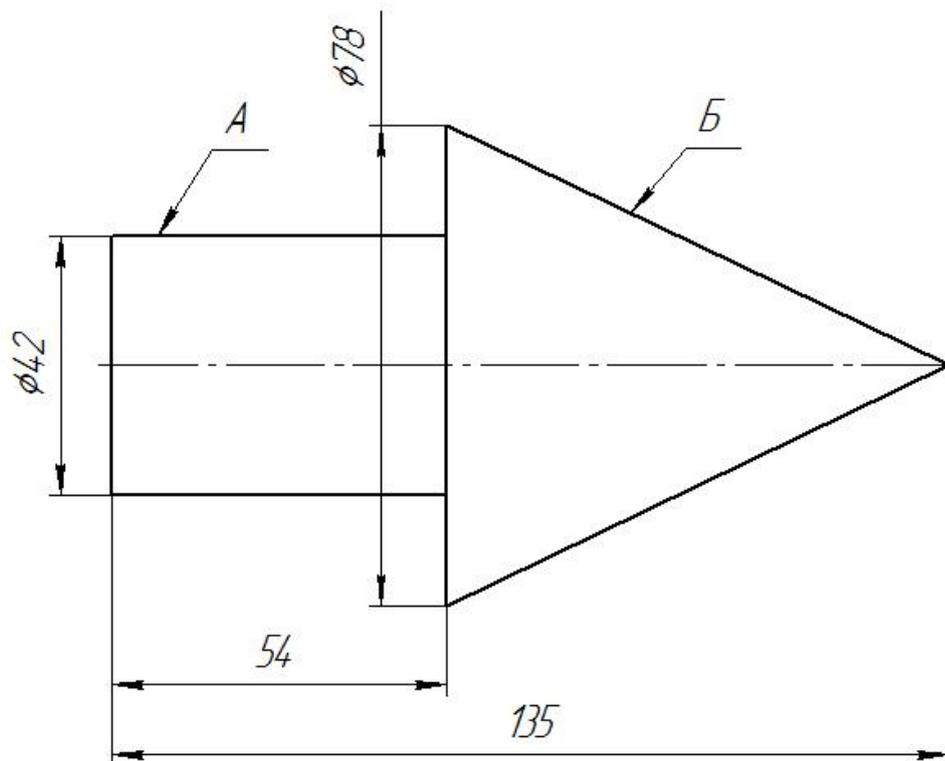
Вариант 2



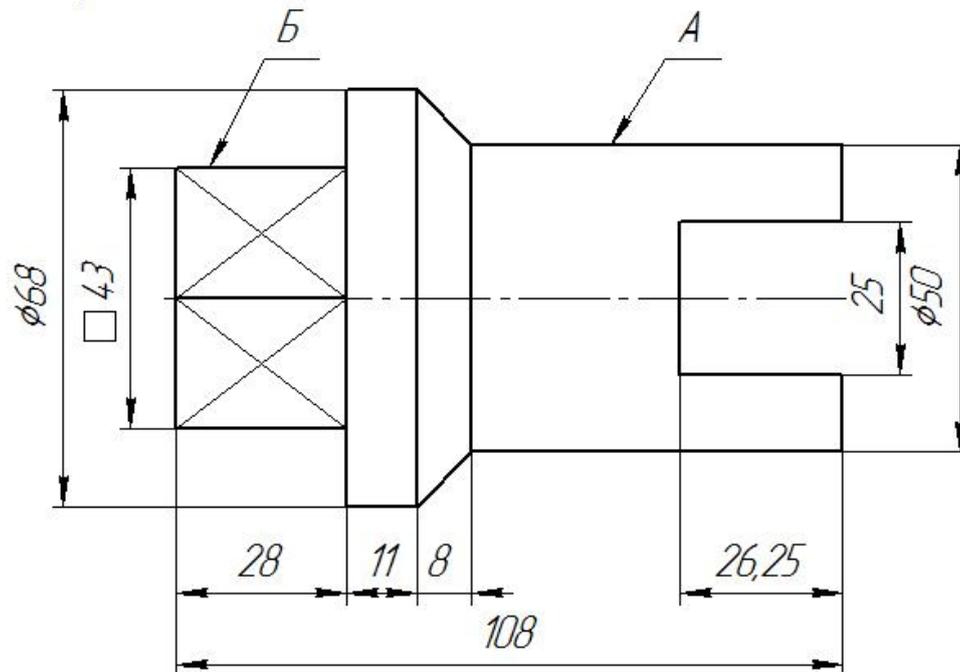
### Вариант 3



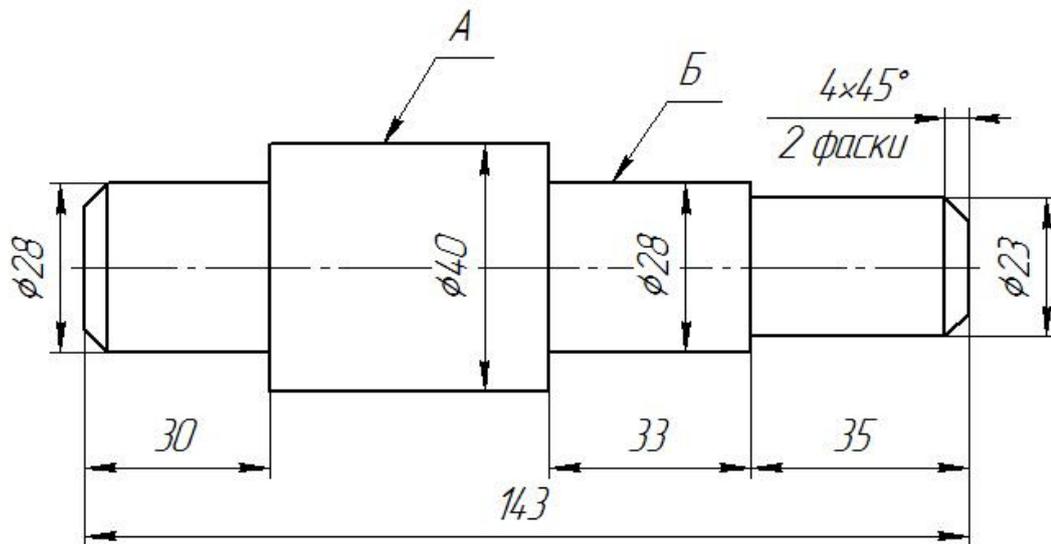
### Вариант 4



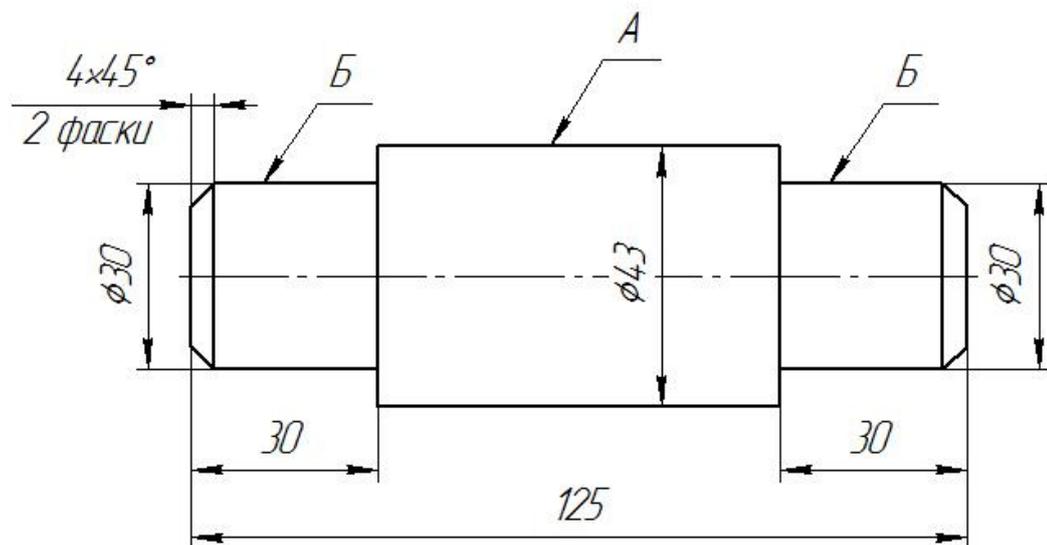
## Вариант 5



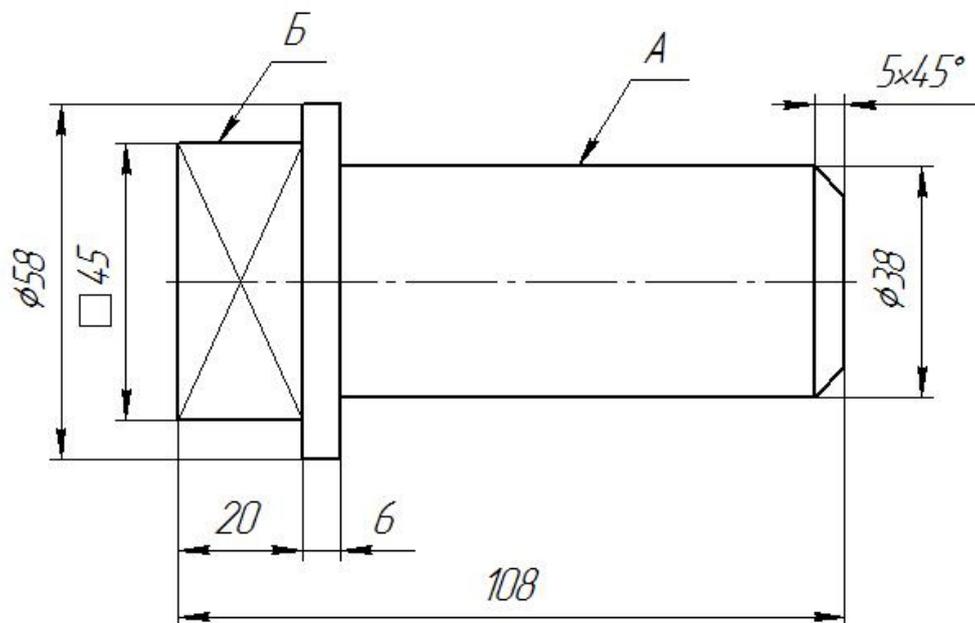
## Вариант 6



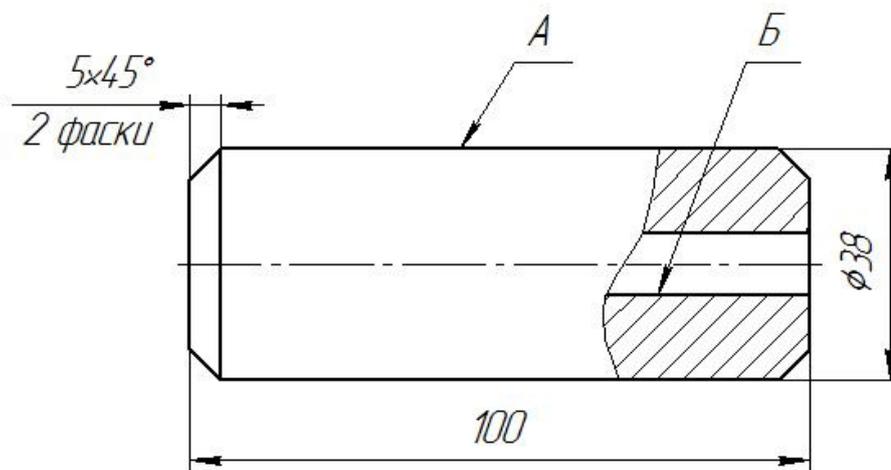
## Вариант 7



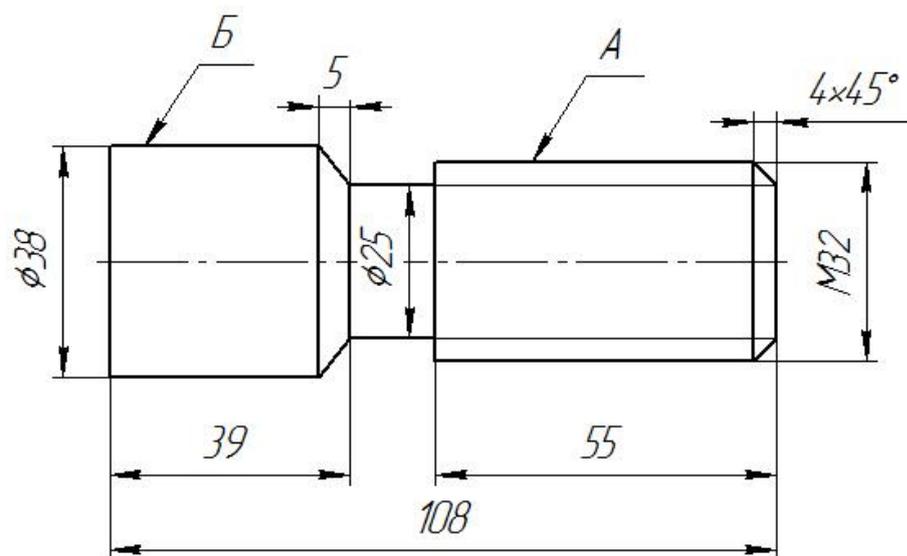
## Вариант 8



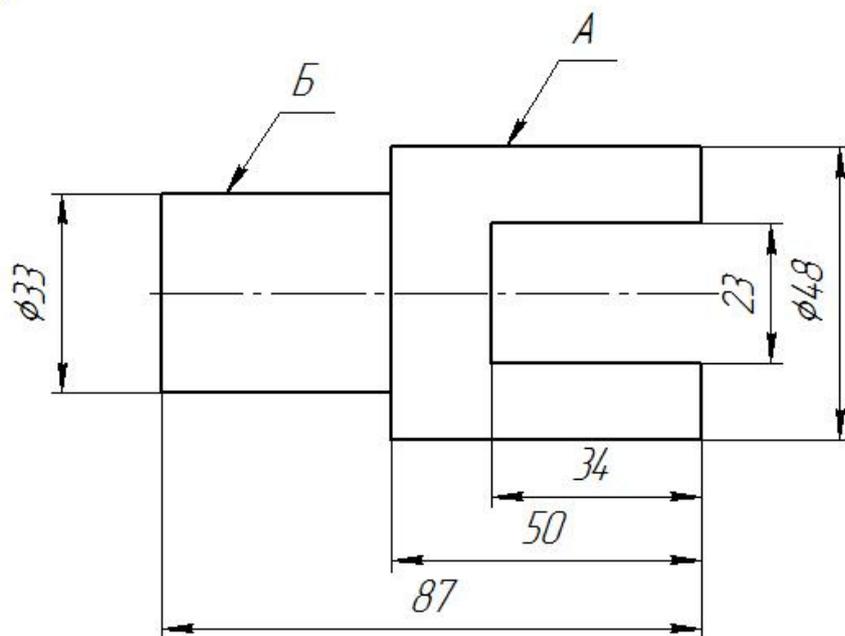
## Вариант 9



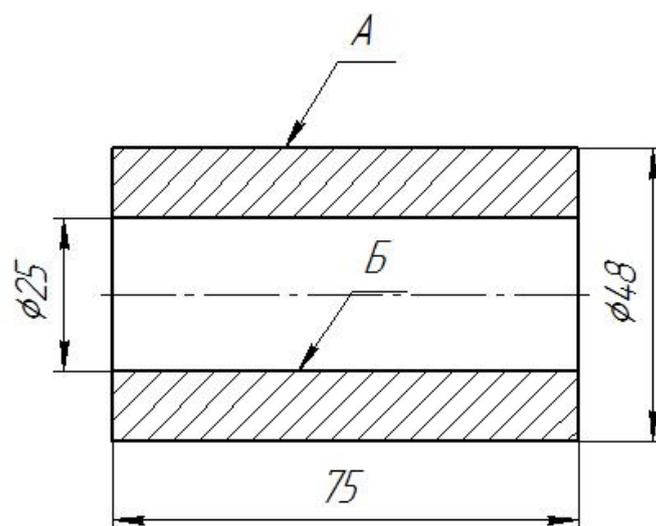
## Вариант 10



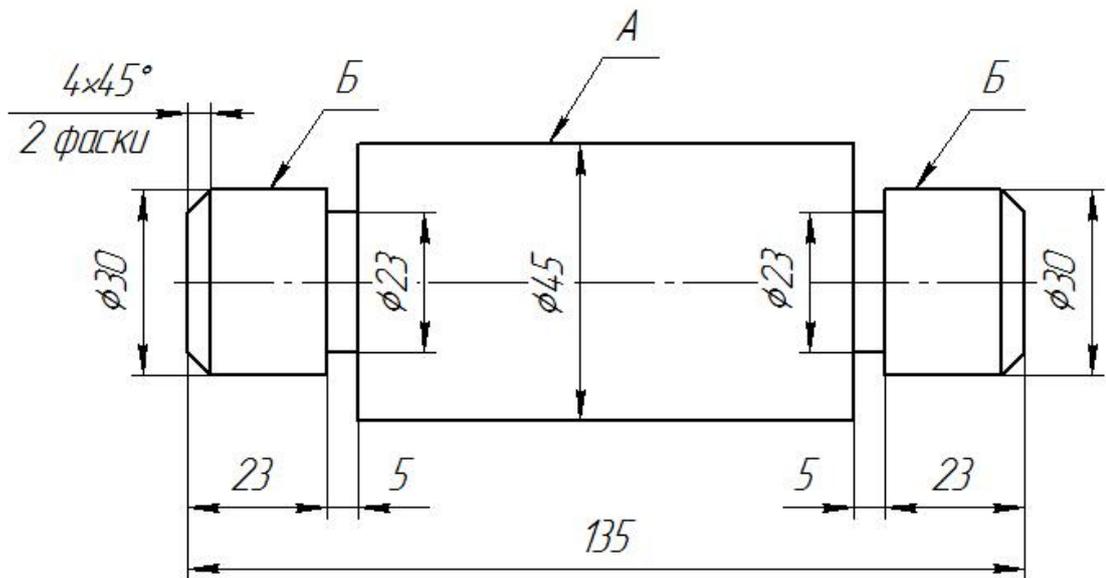
## Вариант 11



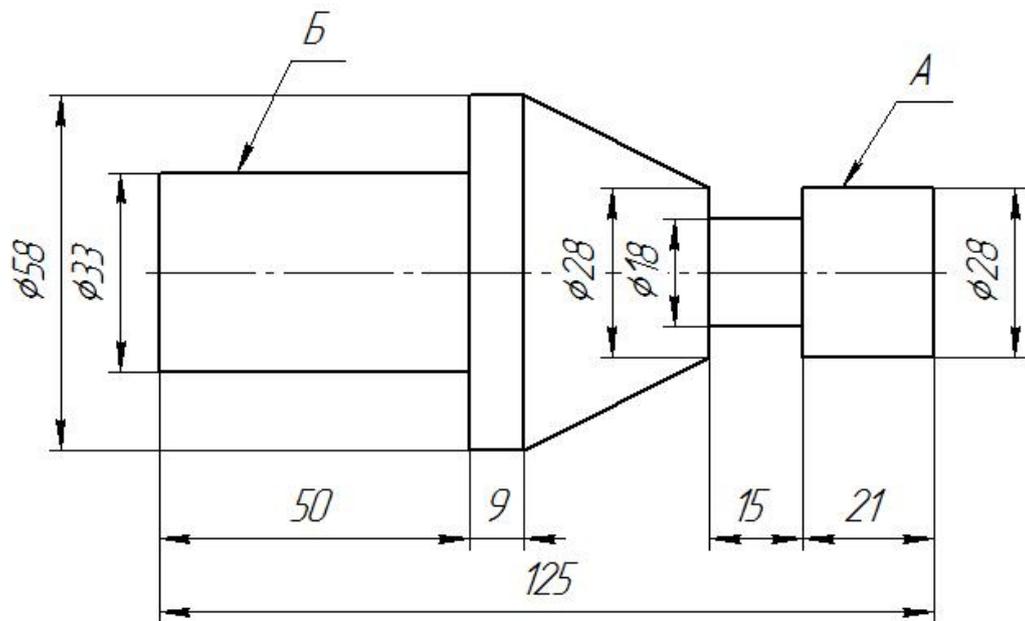
## Вариант 12



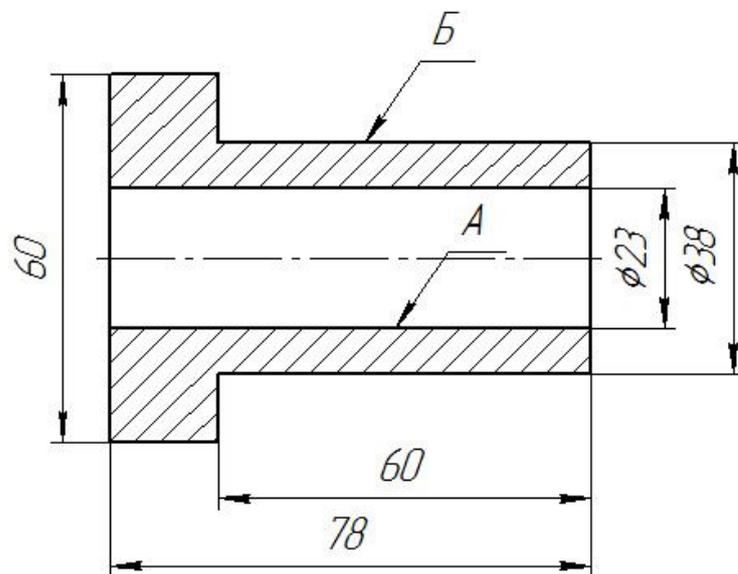
## Вариант 13



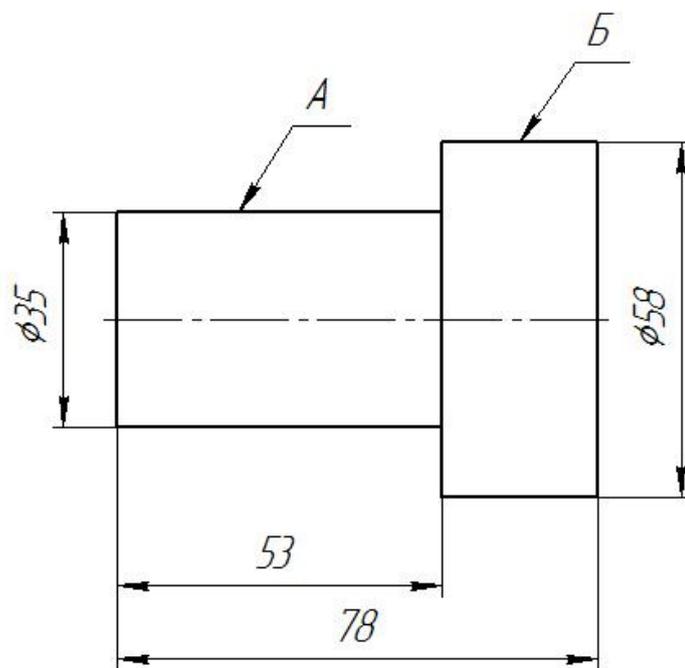
## Вариант 14



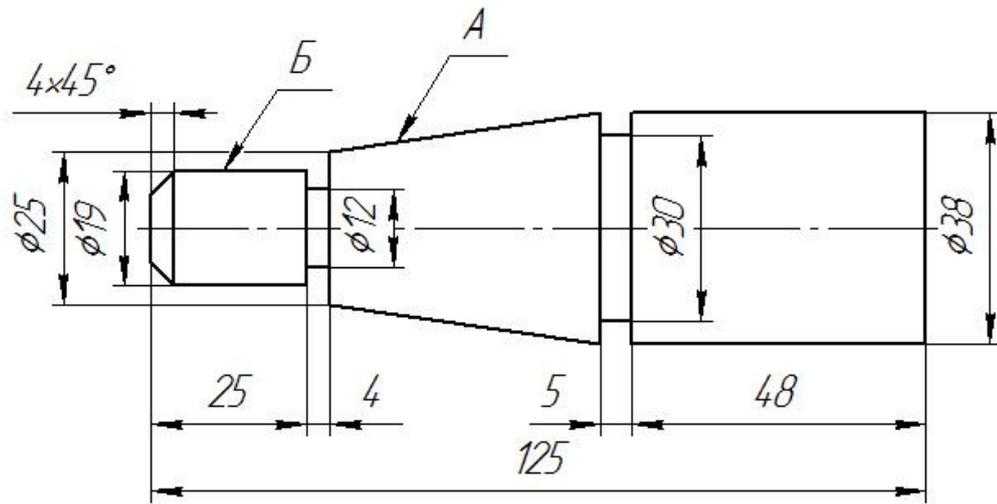
## Вариант 15



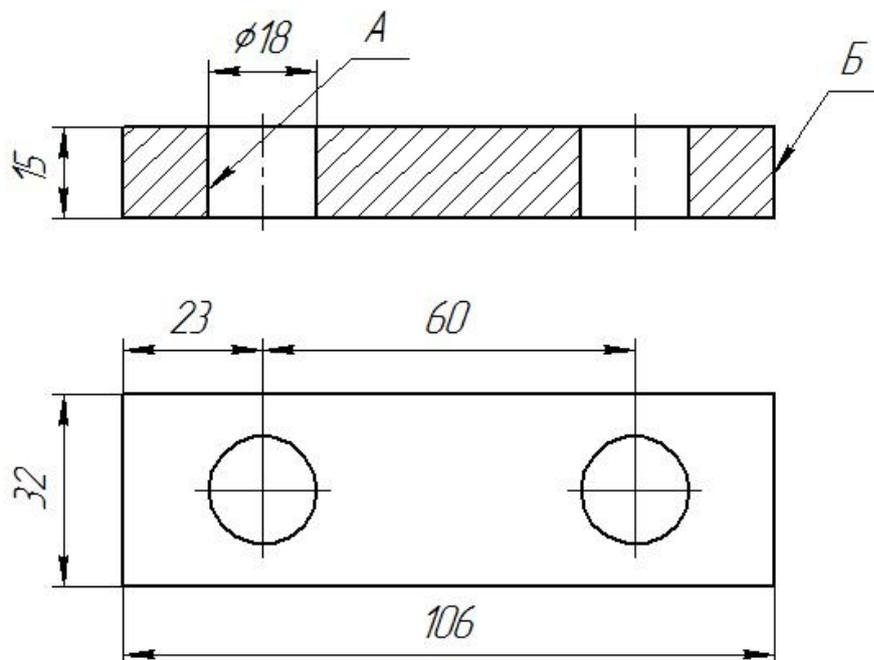
## Вариант 16



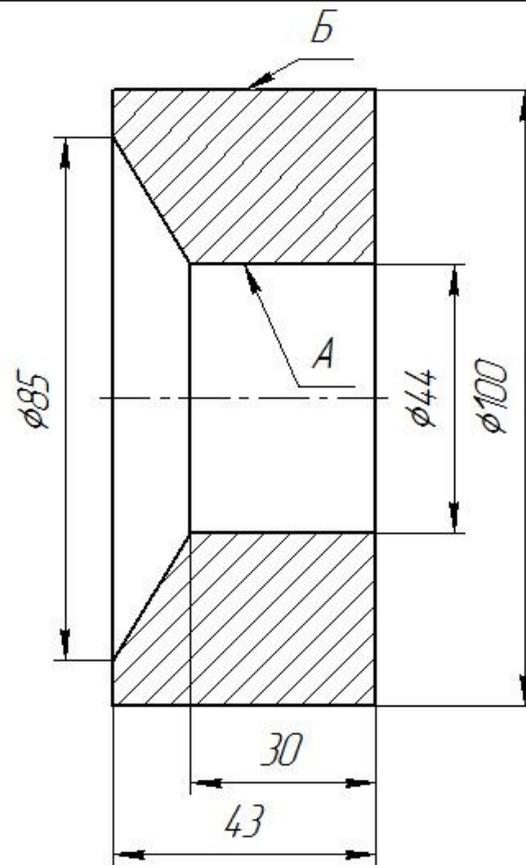
## Вариант 17



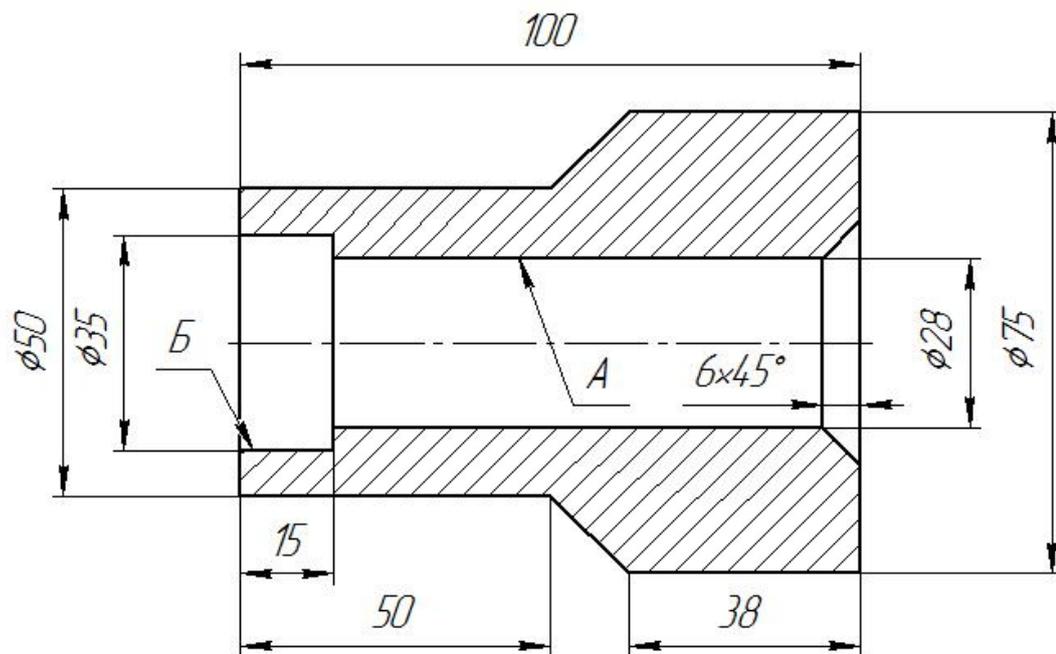
## Вариант 18



Вариант 19

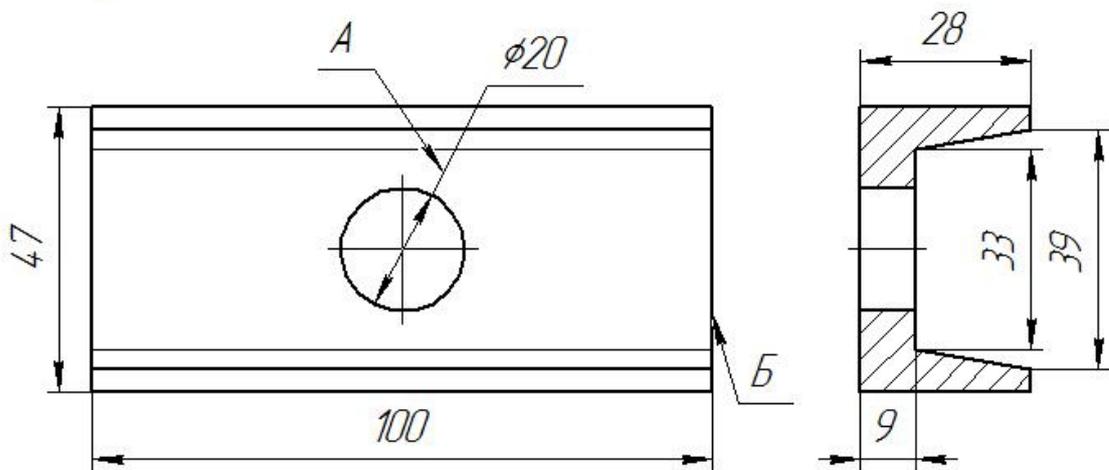


Вариант 20

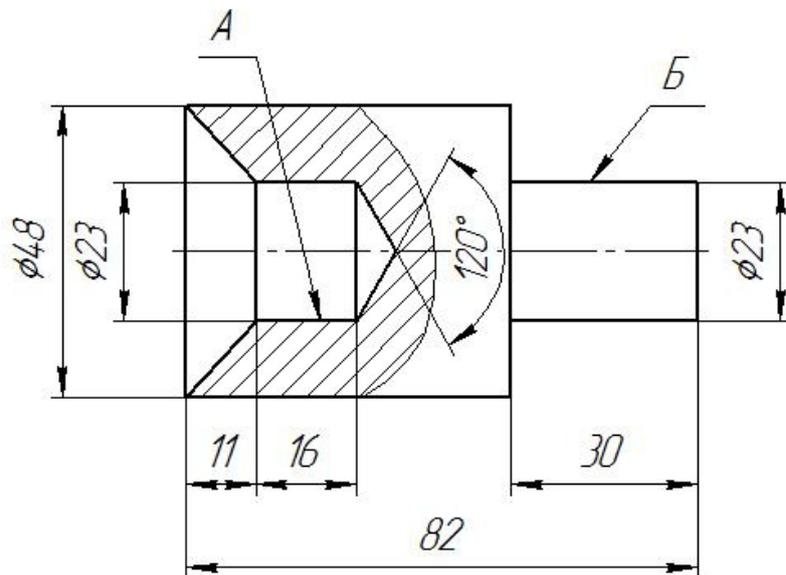




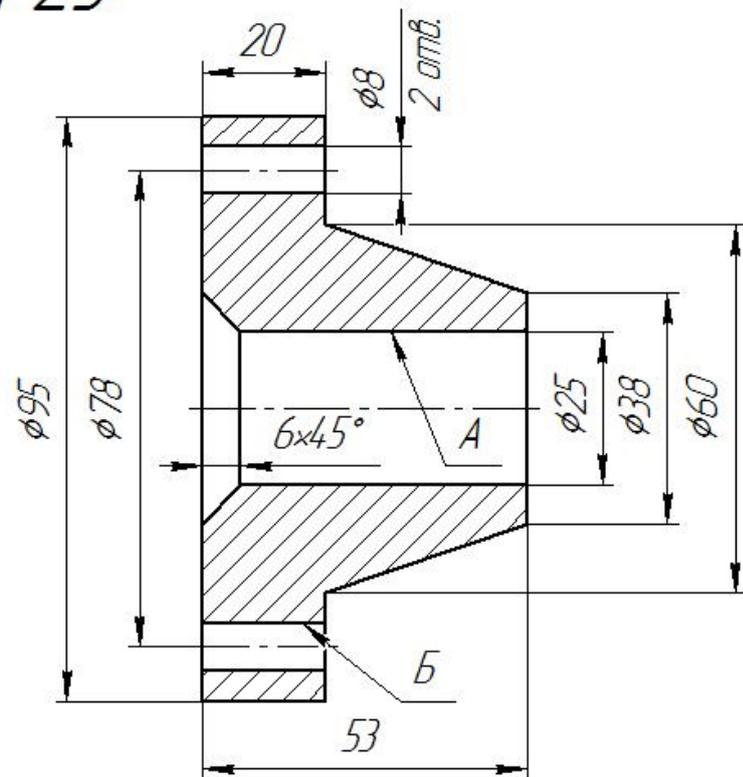
## Вариант 23



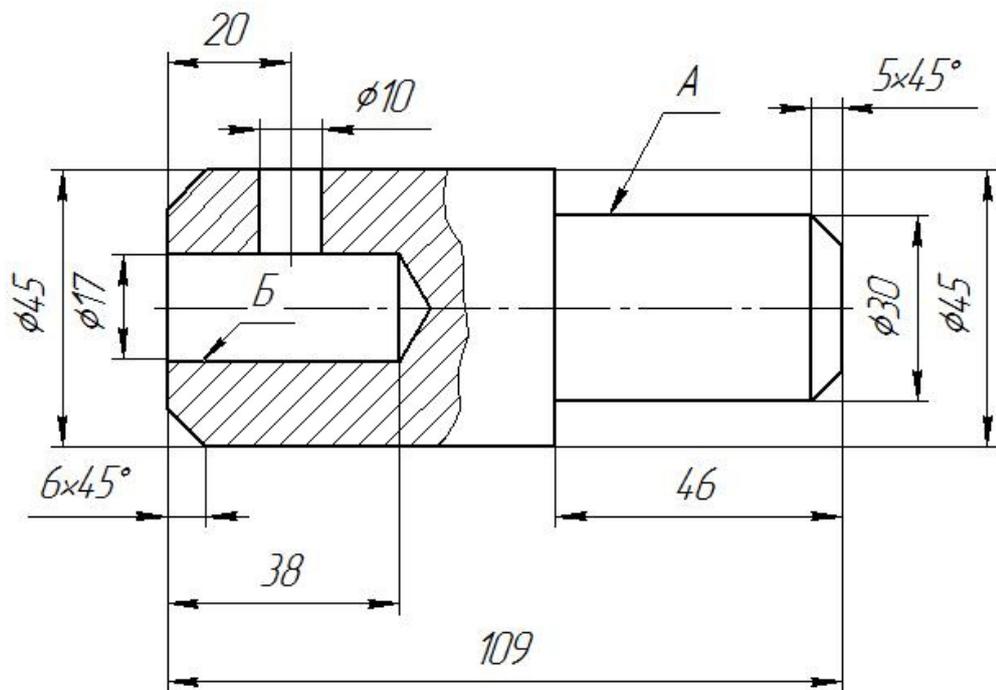
## Вариант 24



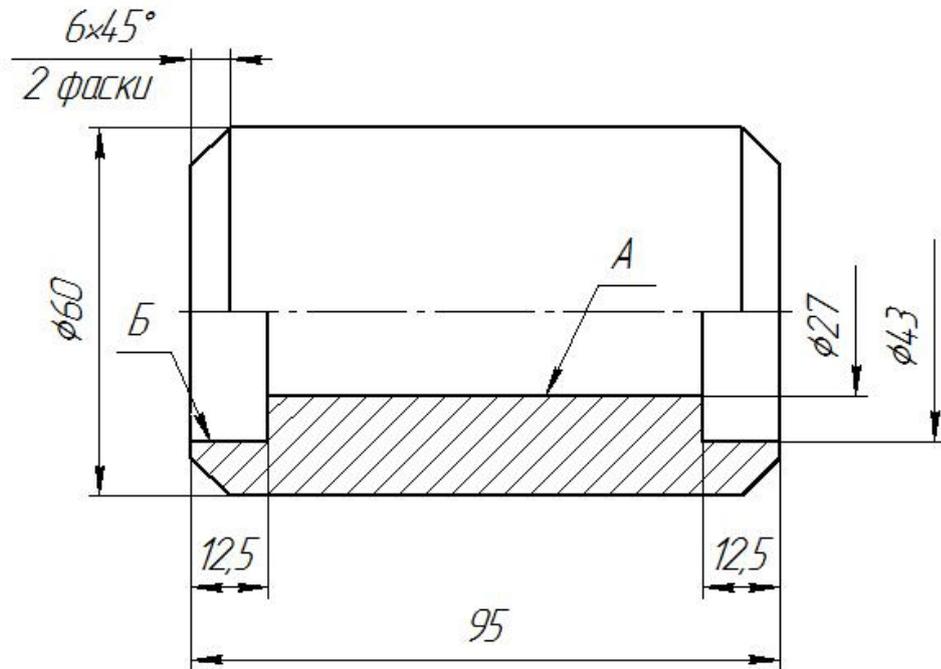
## Вариант 25



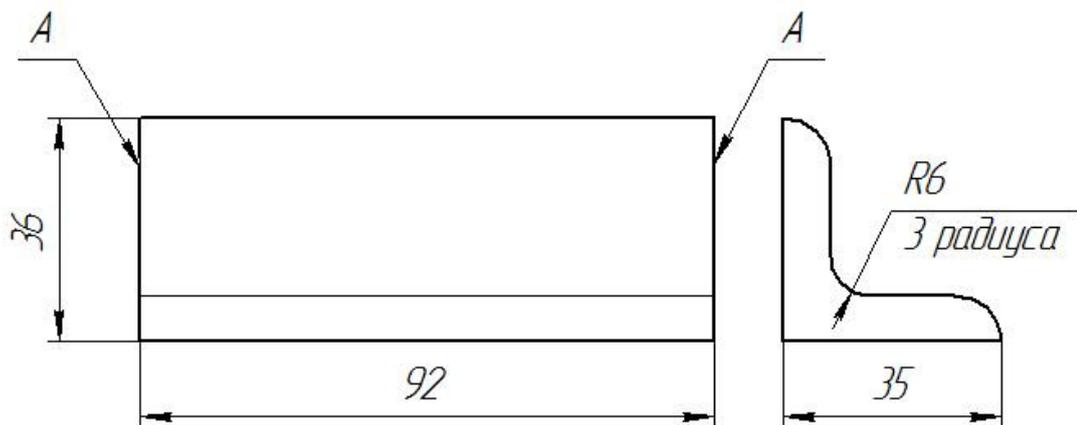
## Вариант 26



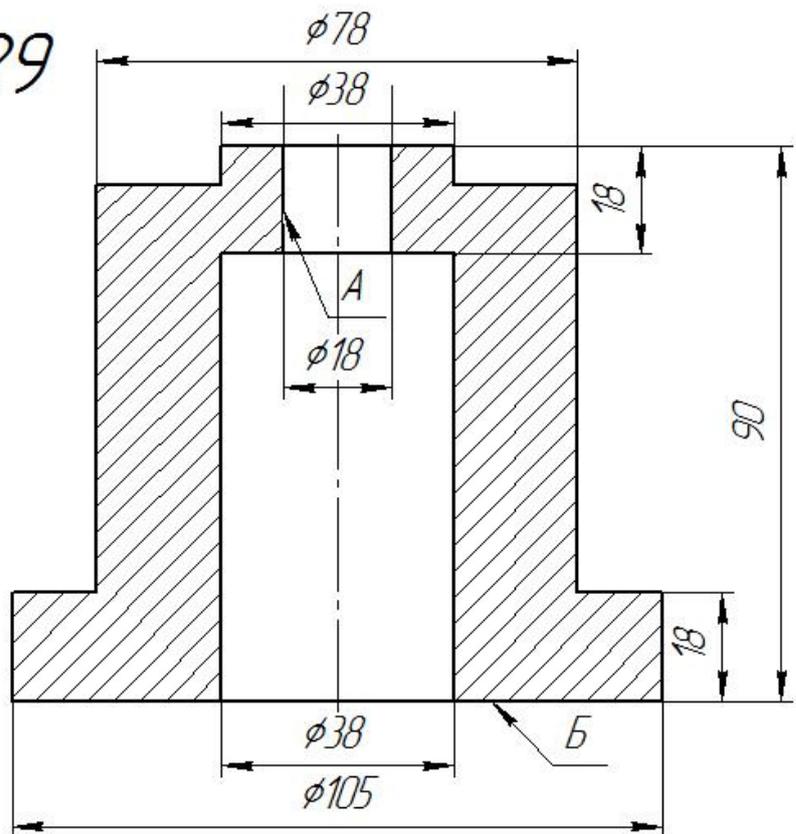
## Вариант 27



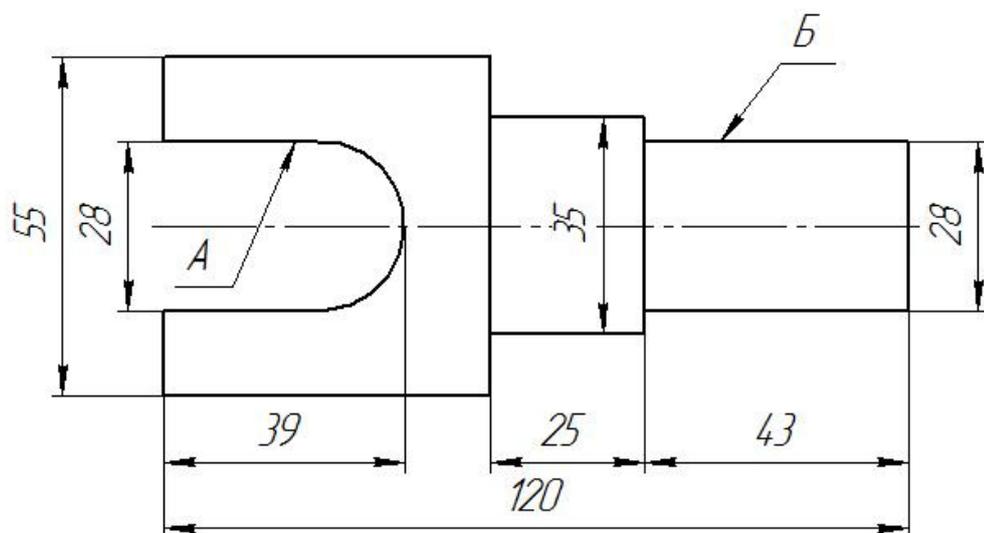
## Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



**Приложение В**  
**Образец выполнения задания**

*Вариант ХХ*

*Задание: Поверхность А – Ra 3,2 мкм со снятием  
слоя материала;  
Поверхность Б – Ra 1,6 мкм;  
Все остальные поверхности – Rz 50 мкм.*

$\sqrt{Rz\ 50\ (\checkmark)}$

