

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра информационных и автоматизированных  
производственных систем

Составители  
А. Н. Трусов, Е. В. Башкирцева

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ**

### **Методические указания к лабораторной работе**

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления  
подготовки: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов  
и производств», 09.03.02 «Информационные системы и технологии»,  
в качестве электронного издания для использования  
в образовательном процессе

Кемерово 2022

**Рецензенты:**

**Сыркин И. С.** – к.т.н., доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем

**Чичерин И. В.** – председатель учебно-методических комиссий направлений подготовки: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

**Трусов Александр Николаевич**

**Башкирцева Елена Владимировна**

**Определение погрешности базирования:** методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Проектирование автоматизированных технологических процессов» для обучающихся направлений подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Компьютерно-интегрированные производственные системы», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль «Цифровые автоматизированные производственные системы» всех форм обучения / сост.: А. Н. Трусов, Е. В. Башкирцева; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

В данных методических указаниях приведены цель и задача, общие сведения об изучаемом материале, задания для выполнения, вопросы для самопроверки. Рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки приведена в рабочей программе дисциплины.

© Кузбасский государственный  
технический университет имени  
Т. Ф. Горбачева, 2022

© А. Н. Трусов,  
© Е. В. Башкирцева,  
оставление, 2022

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – закрепить у студентов теоретические знания о расчете погрешности базирования при установке деталей в приспособлении при механической обработке, научиться определять наиболее рациональные схемы базирования. Продолжительность работы – 4 часа.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Обеспечение заданной точности механической обработки с использованием приспособлений в значительной мере зависит от выбора технологических баз и схемы установки заготовок. При обработке заготовок в приспособлениях на предварительно настроенных станках (способ автоматического получения размеров) возникает погрешность установки заготовки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{н.з.}} , \quad (1)$$

где  $\varepsilon_b$  – погрешность базирования;  $\varepsilon_z$  – погрешность закрепления;  $\varepsilon_{н.з.}$  – погрешность положения заготовки

$$\varepsilon_{н.з.} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{изг}^2} , \quad (2)$$

где  $\varepsilon_c$  – погрешность установки приспособления на станке, обычно можно принять  $\varepsilon_c = 0,01 \dots 0,02$  мм;  $\varepsilon_u$  – погрешность износа установочных элементов приспособления,  $\varepsilon_u = 0,01$  мм;  $\varepsilon_{изг}$  – погрешность изготовления и сборки приспособления (зависит от способа изготовления приспособления).

Допуск выполнения какого-либо заданного размера  $l$  может быть определен как

$$T_l = \varepsilon_y + \omega , \quad (3)$$

где  $\omega$  – средняя экономическая точность обработки на станках, данные о которой приводятся в справочниках. Точность операции обеспечивается если при принятых методах обработки и схеме установки заготовки ожидаемое расчетное значение допуска  $T_l$  меньше заданного  $[T_l]$ :

$$T_l \leq [T_l]. \quad (4)$$

Для расчета ожидаемой точности обработки технологу необходимо определить все составляющие погрешности в формулах 2.1- 2.3. Из них наибольшую трудность представляет определение погрешности базирования, так как значения остальных погрешностей с достаточной для расчетов точностью обычно можно выбрать из справочной литературы. Методы расчета погрешности базирования и является темой данной работы.

Некоторые основные понятия теории базирования:

- **база** – поверхность, принадлежащая заготовке или изделию, и используемая при базировании;
- **конструкторская база** – база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии;
- **технологическая база** - база, используемая для определения положения детали при ее изготовлении или ремонте;
- **измерительная база** - база, используемая для определения положения средств измерения при контроле расположения поверхностей заготовки или элементов изделия;
- **комплект баз** – совокупность баз, определяющих полную ориентацию предмета производства;
- **опорная точка** – точка, символизирующая каждую из связей заготовки с выбранной системой координат (связь считается жесткой и двухсторонней);
- **схема базирования** – схема расположения опорных точек на базах;
- **правило 6-и точек** – для обеспечения ориентированного положения и полной неподвижности заготовки в выбранной системе координат на нее необходимо наложить шесть двухсторонних геометрических связей.

Существует несколько основных принципов базирования, выполнение которых обеспечивает изготовление качественных деталей при их механической обработке.

Принцип **единства баз** – в качестве технологических баз надо принимать измерительные (конструкторские) базы.

Принцип **постоянства баз** – использовать один комплект баз для обработки максимально возможного количества поверхностей.

Принцип **организованной смены баз** – если невозможно обработать деталь от одного комплекта баз, то в качестве баз на следующей операции надо принимать поверхности, обработанные на предыдущей операции.

Из этих принципов вытекает и понятие погрешности базирования.

**Погрешность базирования** – погрешность, возникающая при несовпадении измерительной и технологической баз, и равная допуску на размер (цепочку размеров), соединяющий эти базы. Для типовых схем базирования следует пользоваться справочными таблицами (приложение), при этом рекомендуется принимать  $\varepsilon_{\delta} = (0,8...0,85) \varepsilon_{\text{табл}}$ .

Порядок расчета погрешности базирования для какого-либо получаемого на данной операции механической обработки размера следующий:

1. Определяются для данного размера технологическая (поверхность, которая ограничивает перемещение заготовки вдоль рассматриваемого размера) и измерительная (поверхность, от которой проставлен этот размер) базы.

2. Если эти поверхности совпадают (базы совмещены), то погрешность базирования равна нулю. Если это разные поверхности, то определяют размер или цепочку размеров (полученных ранее), связывающие эти поверхности.

3. Так как размеры (и их допуски) уже известны погрешность базирования определяется как сумма допусков размеров, входящих в выделенную в п. 2 цепочку размеров.

Для выполнения операций обработки резанием на станках часто применяют схему установки заготовок, когда комплект технологических баз состоит из плоской поверхности (поверхно-

стей) и отверстия или плоской и наружной цилиндрической поверхностей. При этом базирование заготовок производится на опорные пластины, установочные пальцы (цилиндрические и срезанные), центрирующие втулки с гарантированным зазором, а также на цилиндрические оправки (с гарантированным зазором или натягом).

Установочные пальцы (оправки) при установке заготовок с гарантированным зазором изготавливают с полями допусков  $g5$ ,  $g6$ ,  $f6$ ,  $f7$ ,  $e7$ , центрирующие втулки –  $G5$ ,  $G6$ ,  $F7$ , а цилиндрические оправки для установки заготовок с натягом изготавливают с полями допусков валов  $n$ ,  $p$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $t$  по 5-у и 6-у квалитетам. Однако для каждого конкретного случая поле допуска на исполнительные размеры установочных элементов определяется расчетом из условия обеспечения неподвижности заготовки или возможности установки заготовок и обеспечения заданной точности размеров в соответствии с уравнением (4).

При установке заготовок на отверстие с гарантированным зазором погрешность базирования является основной составляющей погрешности установки и обуславливается величиной зазора между технологической базой и установочным элементом. Максимально возможное значение зазора определяют по уравнению

$$S_{\max} = T_D + S_{\min} + T_d , \quad (5)$$

где  $T_D$  – допуск базового отверстия заготовки (или центрирующей втулки);  $S_{\min}$  – минимальный зазор в сопряжении;  $T_d$  – допуск на размер установочного элемента (или базовой поверхности заготовки).

Рассмотрим следующую задачу.

**Задача 1.** На вертикально-фрезерном станке обрабатывают ступенчатую поверхность втулки, установленную на цилиндрический палец с буртом (рис. 1). Диаметр базового отверстия  $D = 30^{+0,039}$  мм, диаметр установочного пальца  $d = 30_{-0,016}^{-0,007}$  мм. Требуется определить ожидаемую точность выполнения размеров  $A1$  и  $A2$ , если известно, что составляющие погрешности установки (погрешности закрепления и положения заготовки)

равны нулю, т. е.  $\varepsilon_3 = \varepsilon_{n.з.} = 0$ . Точность метода обработки принять равной  $\omega = 0,12$  мм.

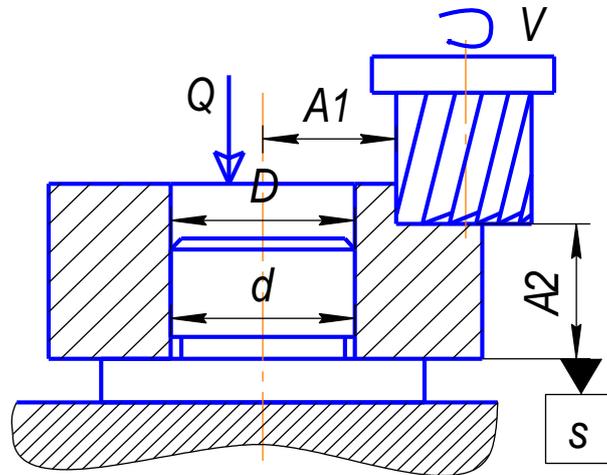


Рис. 1. Схема фрезерования втулки

**Решение.** Исходя из схемы установки заготовки в приспособлении погрешность базирования при выполнении размера  $A1$  определим по уравнению

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\delta.A1} &= S_{\max} = T_D + S_{\min} + T_d = \\ &= 0,039 + 0,007 + 0,09 = 0,055 \text{ мм,} \end{aligned}$$

а погрешность базирования при выполнении размера  $A2$   $\varepsilon_{\delta.A2} = 0$ , поскольку измерительная и технологические базы совмещены.

В соответствии с уравнениями (2.1) и (2.3) ожидаемая точность выполнения размеров будет (при  $\varepsilon_3 = \varepsilon_{n.з.} = 0$ ):

$$T_{A1} = \varepsilon_{\delta.A1} + \omega = 0,055 + 0,12 = 0,175 \text{ мм,}$$

$$T_{A2} = \varepsilon_{\delta.A2} + \omega = 0 + 0,12 = 0,12 \text{ мм.}$$

### 3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

**Задача 2.** Для фрезерования паза концевой фрезой рычаг устанавливается в призмах. Найти зависимости погрешности базирования для размеров  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  и  $A_4$ . Угол призм –  $90^\circ$ . Размер  $L_0$  между осями базовых цилиндрических поверхностей ( $d_1$  и  $d_2$ ) выполнен с отклонениями  $\pm T_{L_0}/2$  (рис. 2).

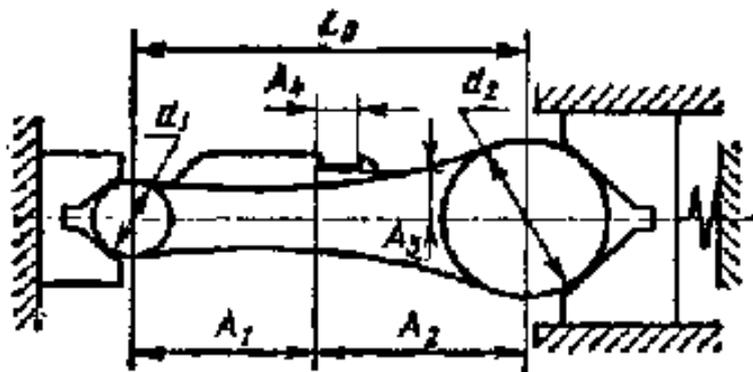


Рис. 2. Схема установки рычага

**Задача 3.** На горизонтально-фрезерном станке в головках шатуна набором фрез обрабатываются пазы шириной  $B_1$  и  $B_2$ . Вследствие неточности выполнения размеров базовых поверхностей  $d_1$  и межосевого расстояния  $L_0$  возникает отклонение от соосности пазов относительно осей головок шатуна  $e_1$  и  $e_2$ . Вывести расчетные зависимости  $\varepsilon_{\delta e_1}$  и  $\varepsilon_{\delta e_2}$  для различных схем установки и выбрать оптимальный вариант базирования шатуна для выполнения операции (рис. 3).

$A_1$  и  $A_2$  – настроечные размеры

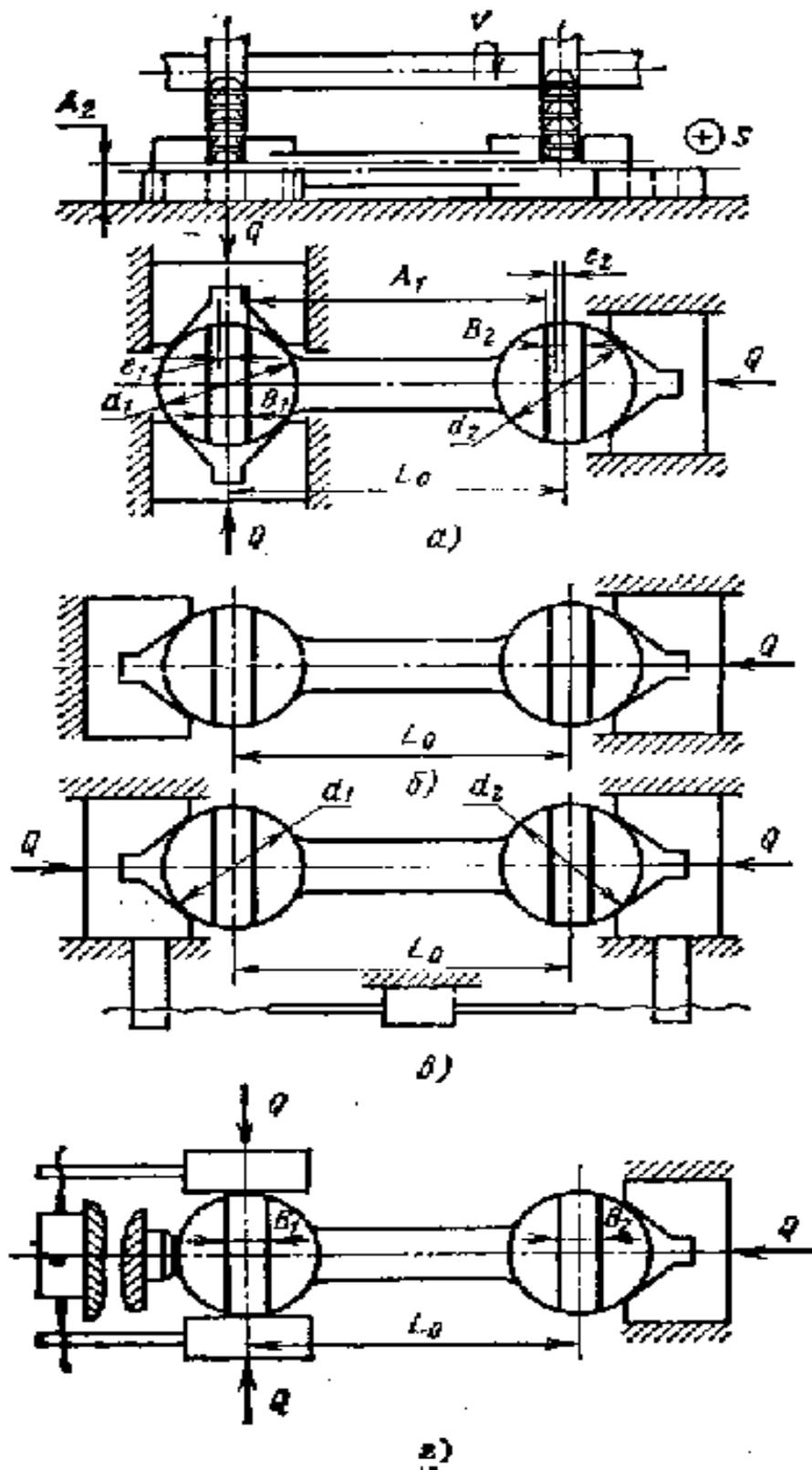


Рис. 3. Схемы обработки пазов в головках шатуна

**Задача 4.** Возможны два варианта установки корпуса для одновременной обработки поверхностей *1* и *2* на продольно-фрезерном станке (рис. 4). Найти зависимости погрешности базирования при выполнении размеров  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  для двух схем установки и определить, какая из них обеспечивает наименьшую разность размеров  $A_1$  и  $A_2$ .

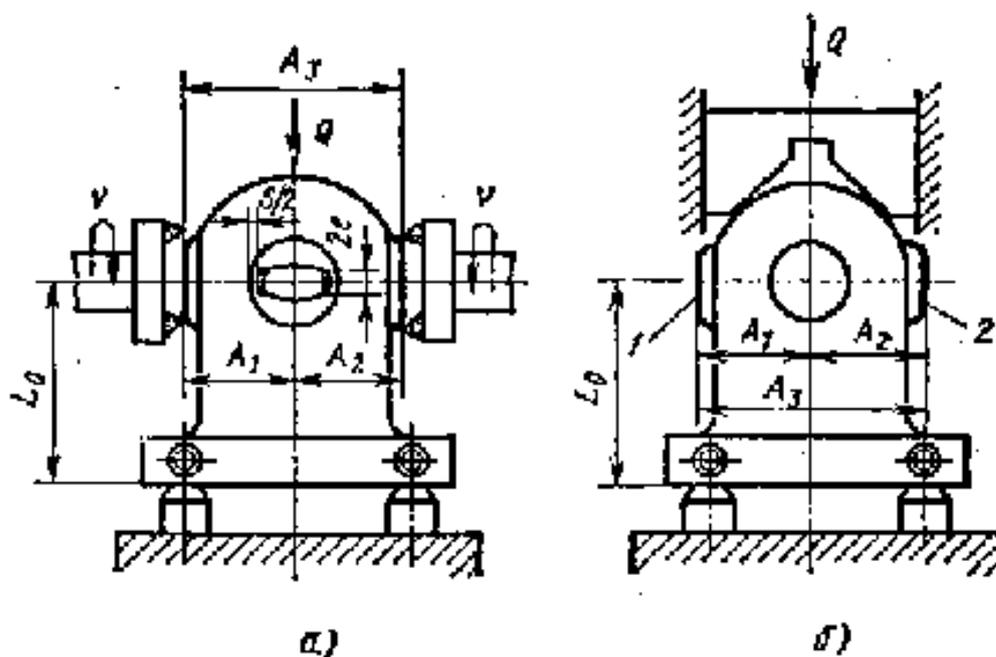


Рис. 4. Схемы обработки поверхностей корпуса

**Задача 5.** На горизонтально-фрезерном станке набором фрез одновременно производят обработку поверхностей *1*, *2*, *3*, *4* (рис 5). Вывести расчетные зависимости для определения погрешности базирования при выполнении размеров  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_5$  и  $A_6$ . Указать размеры, на точность выполнения которых будет оказывать влияние непостоянство силы зажима заготовки. Размеры  $A_7$  и  $A_8$  выполнены соответственно с отклонениями  $\pm T_{A7}/2$  и  $\pm T_{A8}/2$ .

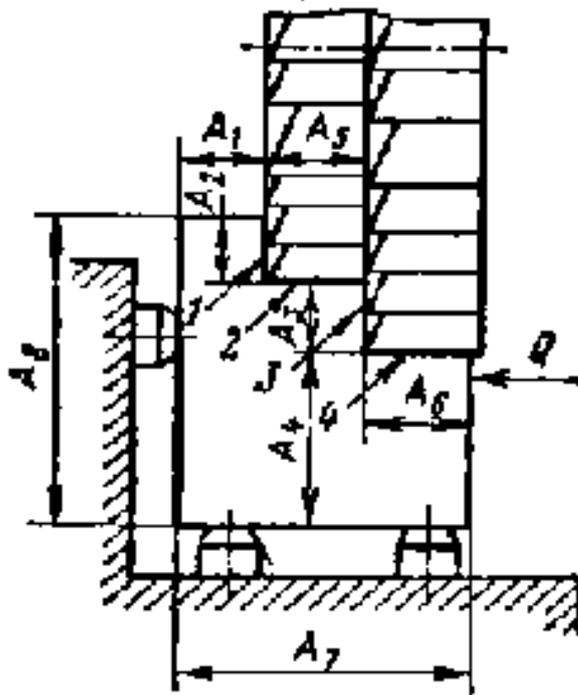


Рис. 5. Схема обработки

**Задача 6.** На вертикально-сверлильном станке производят обработку ступенчатого отверстия комбинированным зенкером (рис. 6). Вывести зависимости для определения погрешности базирования размеров  $A_1, A_2, A_3, A_5, D_1$  и  $D_2$ .

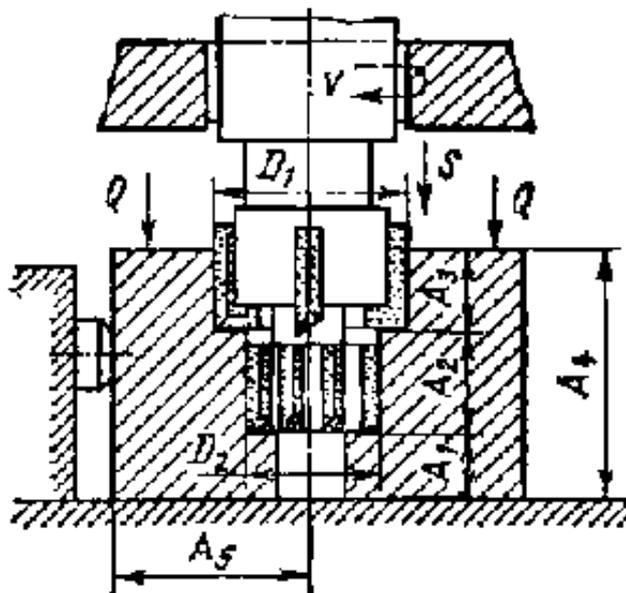


Рис. 6. Схема обработки отверстия

**Задача 7.** При обработке поверхностей заготовки на горизонтально-фрезерном станке набором фрез возможны два варианта установки (рис. 7). Требуется определить, какая схема установки обеспечивает выполнение заданной точности размеров:  $50^{+0,3}$  мм,  $75_{-0,2}$  мм и  $40 \pm 0,1$  мм. Наружная цилиндрическая поверхность заготовки  $R = 30_{-0,1}$  мм, диаметр отверстия  $D = 30^{+0,021}$  мм. Размеры установочных пальцев  $d = 30_{-0,020}^{-0,007}$  мм. Угол призмы –  $90^\circ$ . Средняя экономическая точность метода обработки  $\omega = 0,050$  мм. Погрешностью закрепления заготовки и погрешностью положения заготовки в приспособлении пренебречь, т. е. принять  $\varepsilon_3 = \varepsilon_{п.з.} = 0$ .

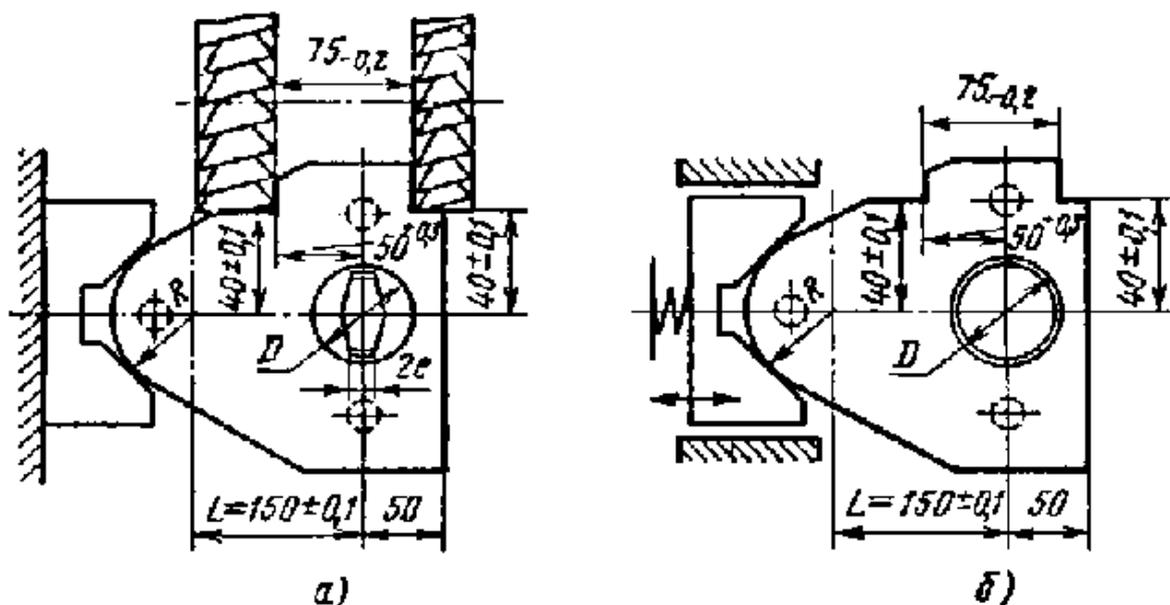


Рис. 7. Схемы установки заготовки при фрезеровании

**Задача 8.** На вертикально-сверлильном станке производят зенкерование отверстия и подрезку торца, выдерживая размеры  $A_1, A_2, A_3, A_5$  и  $D$ . Вывести расчетные зависимости для определения погрешности базирования при выполнении указанных размеров (рис. 8). Размер  $A_4$  выполнен с отклонениями  $\pm T_{A_4}/2$ .

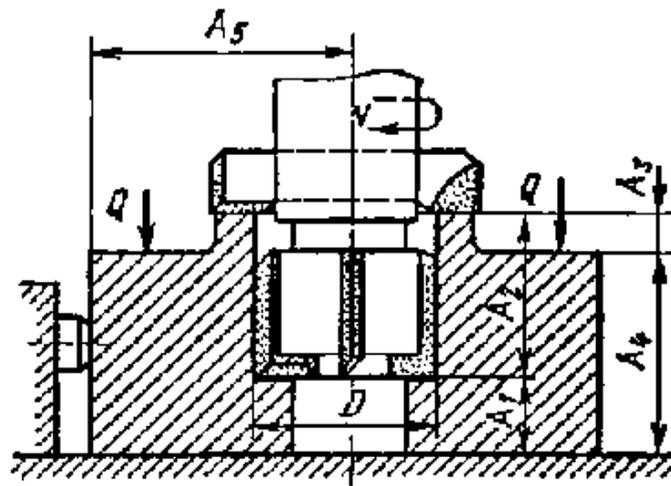


Рис. 8. Схема обработки заготовки

**Задача 9.** В шатуне сверлятся четыре отверстия через кондукторные втулки (рис. 9).

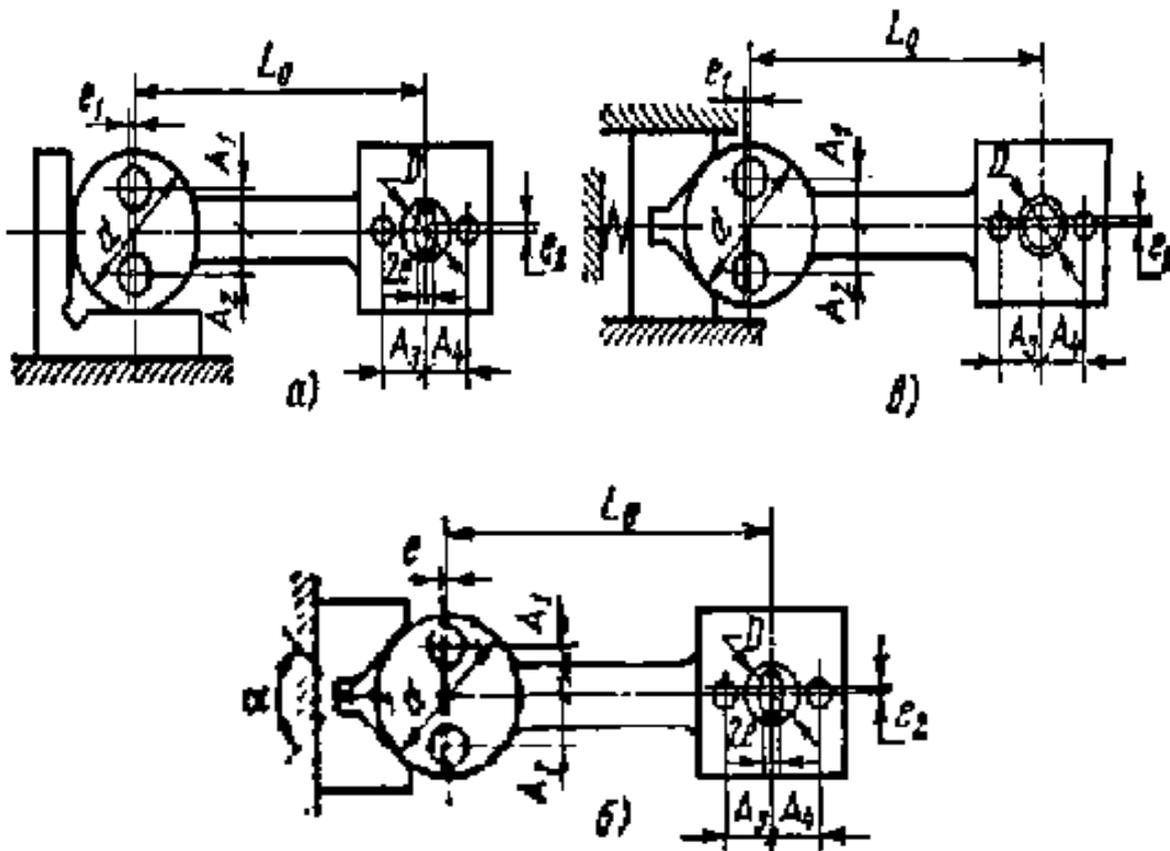


Рис. 9. Схемы установки шатуна при сверлении отверстий

Кондукторная плита имеет жесткую связь с корпусом приспособления. Требуется при точности изготовления базовых поверхностей заготовок  $d = 70_{-0,3}$  мм,  $D = 30^{+0,033}$  мм и их межосевого расстояния  $L_0 = 200 \pm 0,05$  мм определить погрешность базирования при выполнении размеров  $A_1, A_2, A_3, A_4$  и возможное отклонение от соосности обрабатываемых отверстий относительно плоскости симметрии базовых поверхностей  $e_1$  и  $e_2$ . Выбрать, какая из приведенных схем базирования обеспечивает наибольшую точность выполнения указанных размеров. Угол призм –  $90^\circ$ ; диаметр установочных пальцев  $30_{-0,016}^{-0,007}$ .

**Задача 10.** При установке заготовок на плоскую поверхность и два отверстия производят обработку поверхностей 1, 2, 3 и паза, выдерживая размеры  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$  и  $A_7$  (рис. 10).

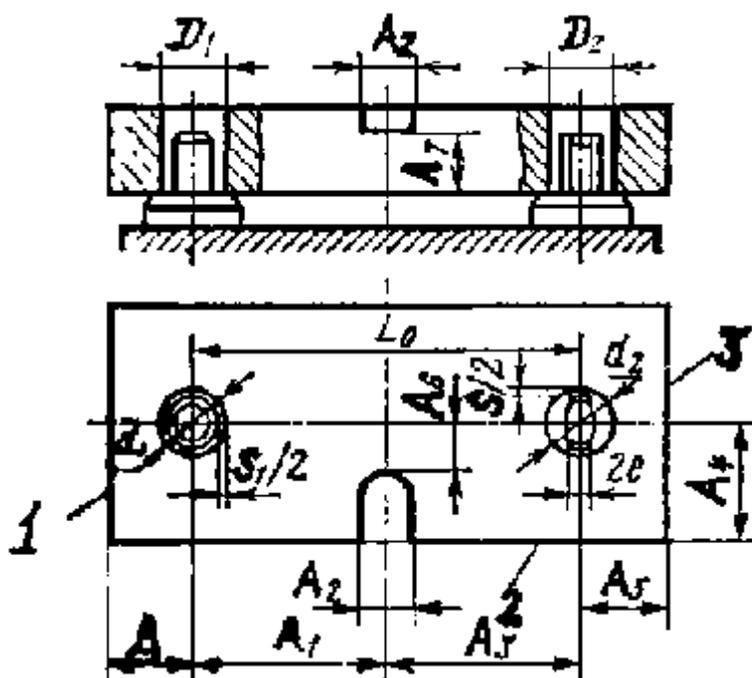


Рис.10. Схема установки заготовки (к задаче 10)

1. Определить погрешность базирования для указанных размеров, если известно, что базовые отверстия заготовок  $D_1, D_2$  выполнены с допуском  $T_{D1} = T_{D2} = 0,013$  мм, установочные пальцы  $d_1$  и  $d_2$  – с допуском  $T_{d1} = T_{d2} = 0,009$  мм, а минимальный зазор в сопряжении базовых отверстий с установочными пальцами

$S_{1\ min} = S_{2\ min} = 0,007$  мм. Размер между осями базовых отверстий выполнен с отклонениями  $\pm 0,05$  мм.

2. Определить, возможна ли обработка поверхностей **1** и **3** одновременно набором фрез, если заданная точность для размеров  $A$  и  $A_5$  составляет  $T_A = T_{A_5} = 0,15$  мм, а средняя экономическая точность метода обработки  $\omega = 0,1$  мм.

**Задача 11.** На вертикально-фрезерном станке обрабатывают ступенчатую поверхность втулки, установленной на цилиндрический палец с буртом (рис. 11). Диаметр базового отверстия  $D = 30^{+0,039}$  мм, диаметр установочного пальца  $d = 30_{-0,016}^{-0,007}$  мм. Требуется определить ожидаемую точность выполнения размеров  $A_1$  и  $A_2$ , если известно, что составляющие погрешности установки (погрешности закрепления и положения заготовки) равны нулю. Точность метода обработки принять равной  $\omega = 0,120$  мм.

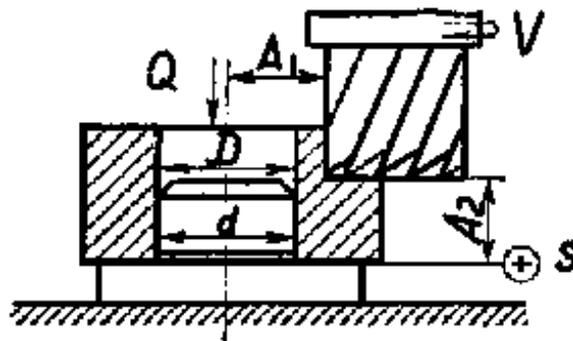


Рис.11. Схема фрезерования втулки

**Задача 12.** На горизонтально-фрезерном станке за два установка производят обработку поверхностей головок шатуна, установленного плоскостью и двумя отверстиями на цилиндрический и срезанный пальцы. Базовые отверстия выполнены в размер  $D_1 = D_2 = 50^{+0,039}$  мм. Установочные пальцы выполнены по посадке  $50f7_{(-0,050)}^{(-0,025)}$  мм (рис. 12). Определить точность выполнения размера **70** головки шатуна и возможность обработки поверхностей шатуна набором фрез при заданной точности выполнения размеров  $45^{+0,4}$  мм. Допуск на размер между осями размеров  $T_L = 0,1$  мм. Точность метода обработки  $\omega = 0,050$  мм.

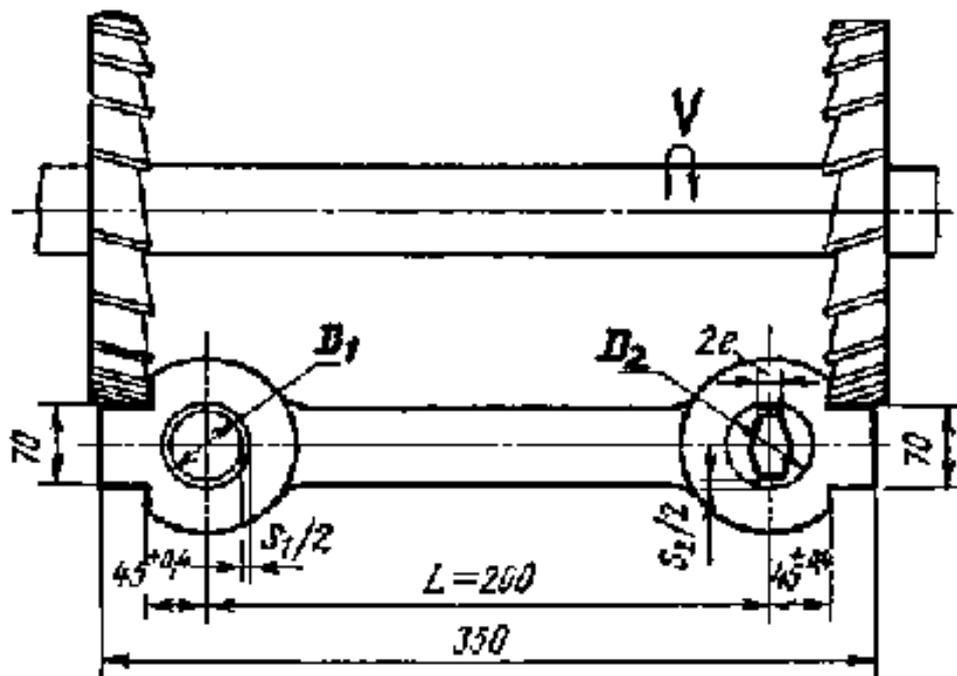


Рис 12. Схема обработки шатуна

**Задача 13.** В торце вала диаметром  $65_{-0,2}$  мм требуется просверлить отверстие диаметром  $12,0$  мм (рис. 13). Положение оси отверстия определяется размером  $H$ , заданным от образующей цилиндрической поверхности вала. При проектировании приспособления возможны три варианта 1, 2, 3 расположения втулок в кондукторной плите относительно призмы. Определить, при каком положении кондукторной втулки обеспечивается наименьшая погрешность базирования для размера  $H$ . Угол призмы –  $90^\circ$ .

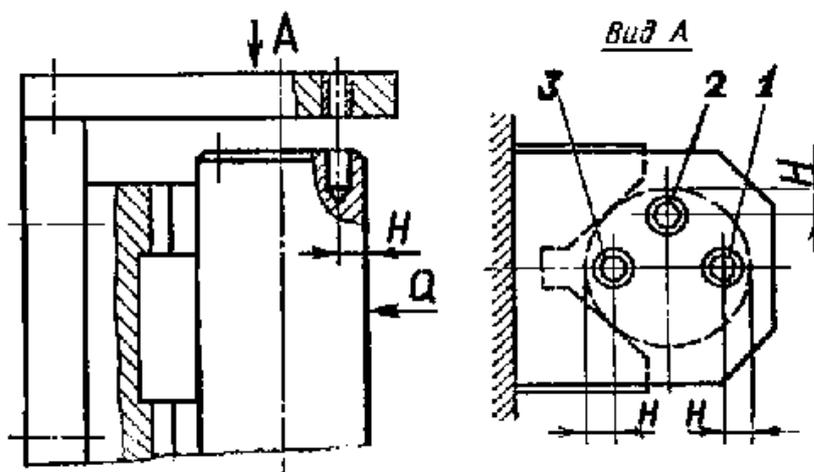


Рис. 13. Схема установки кондукторной втулки при сверлении отверстия в торце вала

**Задача 14.** У цилиндрических втулок с наружным диаметром  $d = 80_{-0,2}$  мм и внутренним  $D = 40^{+0,050}$  мм требуется фрезеровать шпоночный паз шириной  $B = 18^{+0,1}$  мм, выдерживая размеры  $H = 70_{-0,2}$  мм и  $h = 90^{+0,3}$  мм. Смещение оси шпоночного паза  $e$  относительно диаметральной плоскости втулки не должно превышать  $0,1$  мм. Выбрать такую схему установки (из шести), для которой расчетная погрешность базирования для выполняемых размеров  $B$ ,  $H$ ,  $h$  и отклонение от соосности  $e$  минимально и обеспечивается достижение заданной точности обработки (рис. 14).

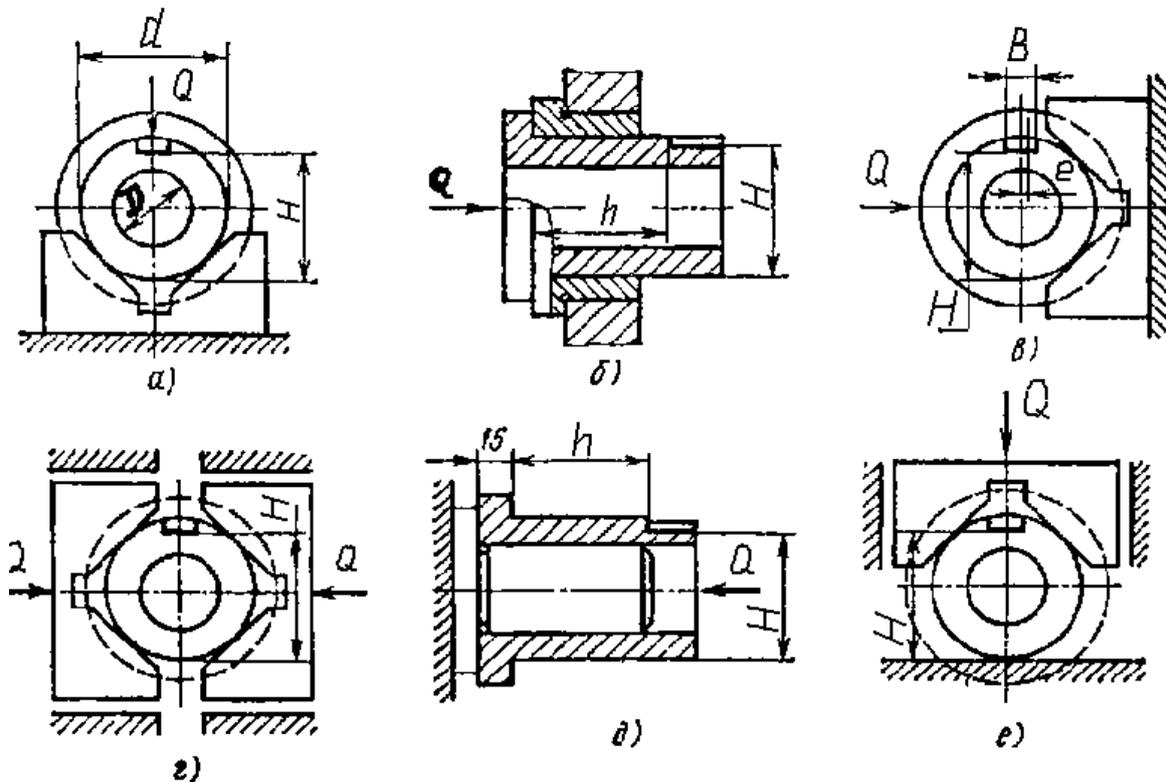


Рис.14. Схемы установки заготовки при обработке шпоночного паза

Угол призм –  $90^\circ$ , максимальный зазор при установке заготовки на палец или во втулку  $S_{max} = 0,01$  мм. Допуск на изготовление установочного пальца и центрирующей втулки равен  $0,02$  мм. Точность метода обработки  $\omega = 0,060$  мм. Погрешностью закрепления заготовки и погрешностью положения заготовки в приспособлении пренебречь, т. е. принять  $\varepsilon_3 = \varepsilon_{п.з.} = 0$ .

**Задача 15.** Для фрезерования поверхностей  $1$  и  $2$  используют две схемы установки заготовки (рис. 15). В качестве техноло-

гических баз в обоих случаях используют наружную цилиндрическую поверхность  $d$ , торцовую поверхность и отверстие заготовки. Размеры заготовок  $d$  и  $D$  выполнены с допусками  $T_d$  и  $T_D$ , отверстие центрирующей втулки  $D_1$  - с допуском  $T_{D1}$ . Требуется найти зависимости для определения погрешности базирования для размеров  $A_1, A_2, A_3$ .

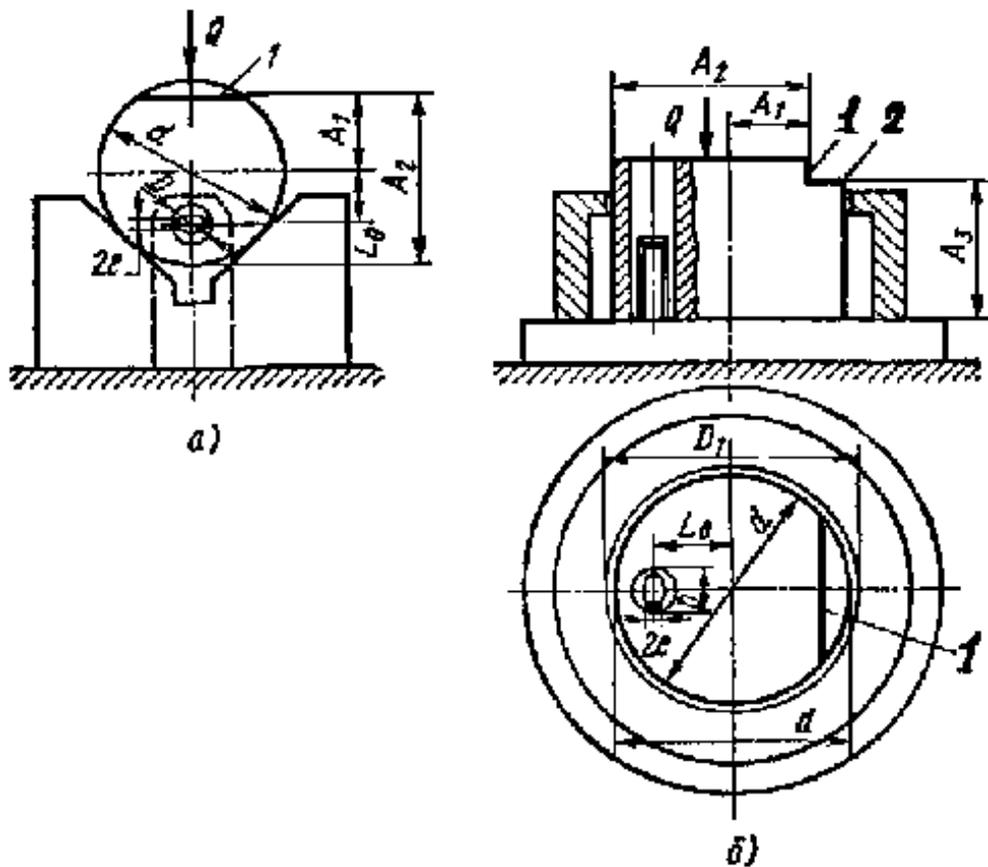


Рис.15. Схемы установки заготовки

**Задача 16.** Для фрезерования паза заготовку устанавливают в центрирующую втулку (рис. 16). Найти зависимости для определения погрешности базирования для размеров  $A_1, A_2, A_3, A_4$  и  $A_5$  при заданной точности размеров заготовки  $N, A, d$  и центрирующей втулке  $D$ .



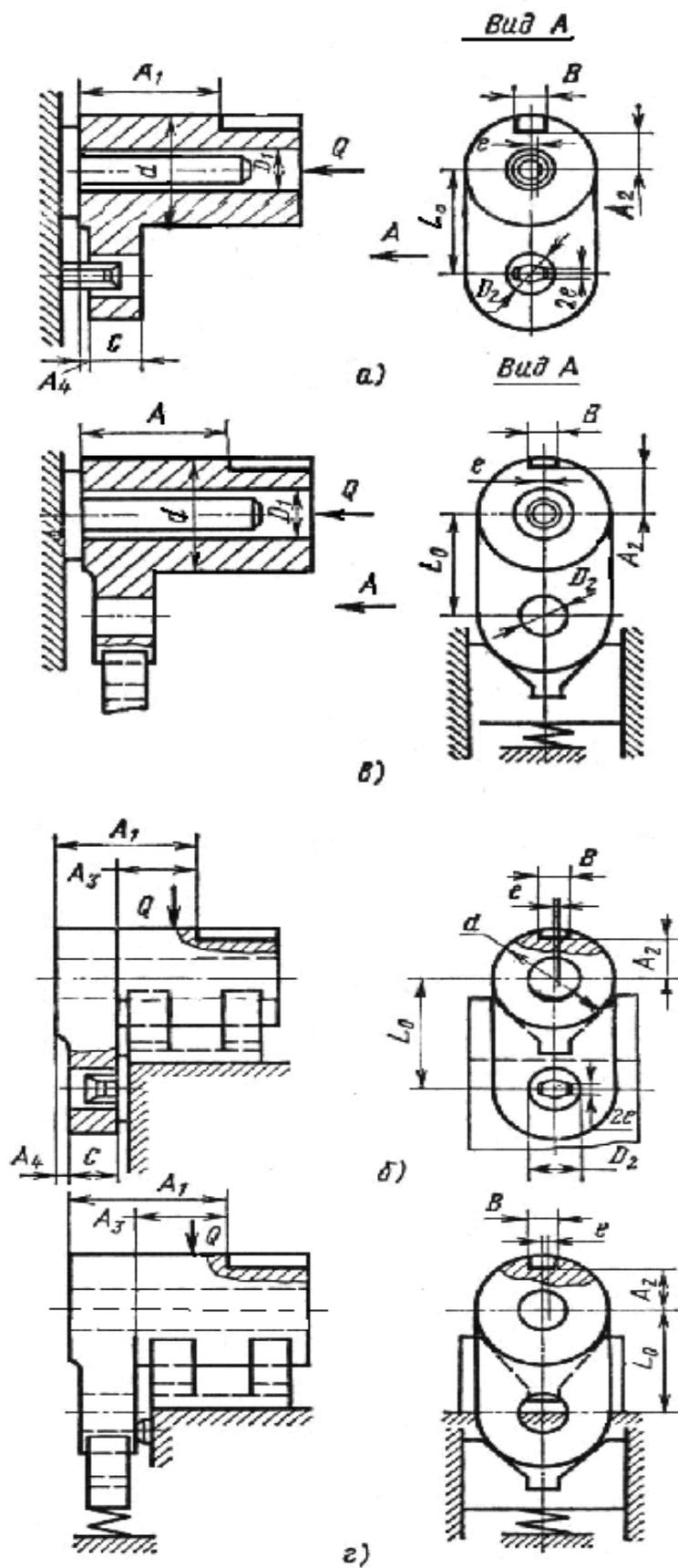


Рис.17. Схемы установки для обработки шпоночного паза

**Задача 18.** На вертикально-фрезерном станке концевой фрезой обрабатывают ступенчатую поверхность крышек, устанавливаемых в центрирующую втулку (рис. 18). Найти зависимости для определения погрешности базирования для размеров  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  при заданной точности размеров заготовки  $d$ ,  $d_1$  и центрирующей втулки  $D$ .

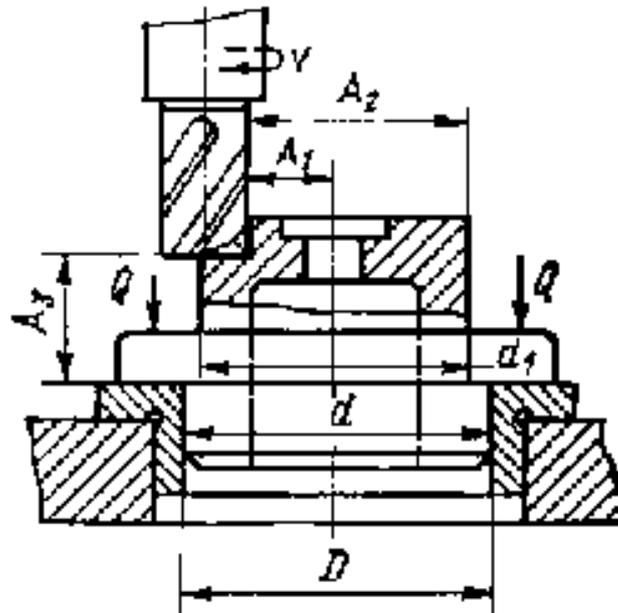


Рис.18. Расчетная схема

**Задача 19.** На торцовой поверхности валов, устанавливаемых в призму, сверлятся два отверстия диаметром  $10$  мм (рис 19). Требуется, чтобы разность размеров  $H_1$  и  $H_2$ , заданных от образующей цилиндрической поверхности до оси обрабатываемого отверстия, была минимальной. Рассчитать, при каком расположении кондукторных втулок относительно призмы данное требование будет обеспечиваться. Диаметр вала  $80^{+0,15}$  мм, угол призмы -  $90^\circ$ .

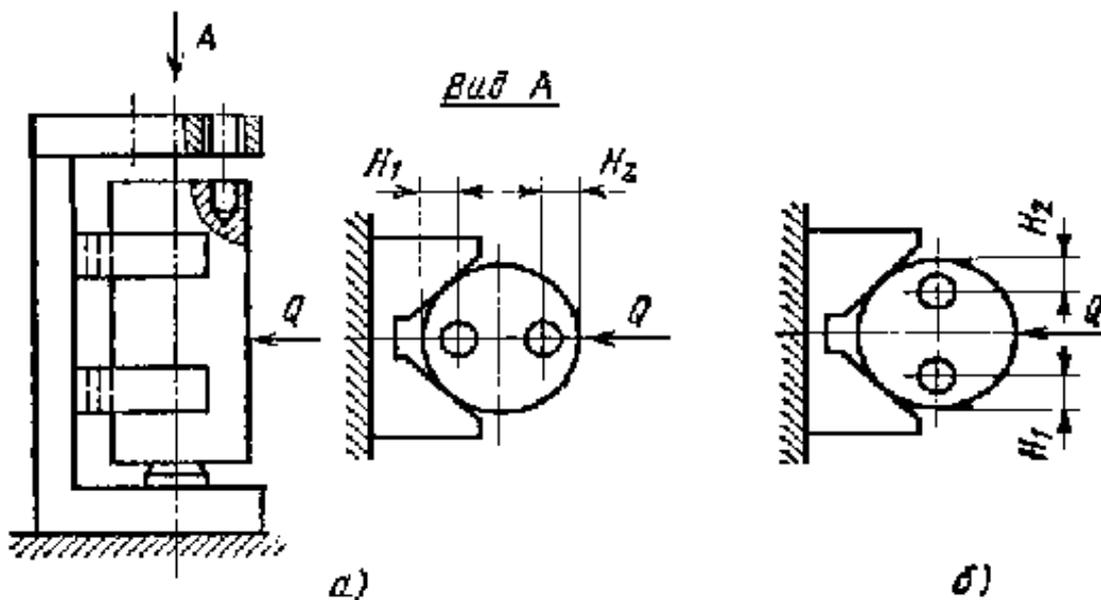


Рис.19. Схемы расположения кондукторных втулок относительно призмы

**Задача 20.** На горизонтально-протяжном станке обрабатывают шпоночный паз (рис. 20). Требуется вывести расчетные зависимости и определить погрешность базирования при выполнении размеров  $A$  и  $B$ , а также определить возможное отклонение от перпендикулярности оси шпоночного паза относительно осей отверстий  $D_1$  и  $D_2$ , если известно, что диаметры базовых отверстий выполнены с допусками  $T_{D1} = T_{D2} = 0,025$  мм, а установочных пальцев – с допусками  $T_{d1} = T_{d2} = 0,011$  мм. Минимальный зазор в сопряжении базовых отверстий рычага с установочными пальцами приспособления

$$S_{1 \min} = S_{2 \min} = 0,009 \text{ мм.}$$

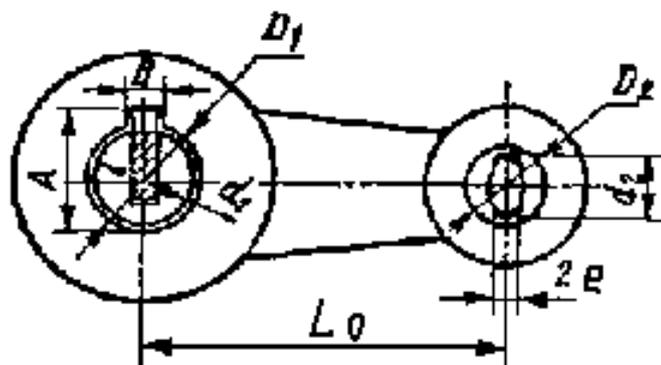


Рис.20. Схема обработки шпоночного паза

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями по расчету погрешности базирования заготовок при механической обработке.

2. По указанию преподавателя рассмотреть и решить 3-5 задач из раздела 3 (задачи для самостоятельного решения).

3. Решение задач оформить в виде отчета по работе.

#### **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Поясните основные термины теории базирования.

2. Как определяется погрешность установки заготовки в приспособлении?

3. Поясните основные принципы базирования.

4. Что такое погрешность базирования?

5. Как определяется погрешность базирования при посадке с гарантированным зазором?

## Приложение

Таблица погрешностей базирования  $\xi_{б табл}$  при обработке деталей

№	Базирование	Схема установка	Размер	Погрешность базирования $\xi_{б табл}$
1	По наружной цилиндрической поверхности – размеры <b>перпендикулярны</b> плоскости основания призмы		$H_1$	$0,5TD \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$
			$H_2$	$0,5TD \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)$
			$H_3$	$0,5TD \frac{1}{\sin \alpha}$
2	По наружной цилиндрической поверхности (в призме) – размеры <b>параллельны</b> плоскости основания призмы		$H_1$	$0,5TD$
			$H_2$	$0,5TD$
			$H_3$	0
3	По <b>двум плоскостям</b> – обработка уступа		A	0
			B	$Th \cdot \operatorname{tg} \alpha$ при $\alpha \neq 90^\circ$
				0 при $\alpha = 90^\circ$
			C	TH
K	TE			
4	На цилиндрический палец (оправку) с <b>зазором</b> при обработке плоской поверхности или паза		$H_1$ ; $H_2$	$0,5TD + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
			$H_3$	$2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
			$H_4$	$\delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
5	На цилиндрический палец (оправку) с <b>натягом</b> при обработке плоской поверхности или паза		$H_1$ ; $H_2$	$0,5TD + 2e$
			$H_3$	$2e$
			$H_4$	0

№ схе мы	Базирование	Схема установка	Раз- мер	Погрешность базирования $\xi_{\sigma}$												
6	Установка в центрах – <b>жесткий</b> передний центр		$L_1$	$\delta_L + \Delta_{Ц}$												
			$L_2, L_3$	$\Delta_{Ц} = \frac{\delta_d}{\text{tg}\alpha}$												
			$L_4$	0												
7	Установка в центрах – <b>плавающий</b> передний центр		$L_1$	$\delta_L$												
			$L_2, L_3, L_4$	0												
8	По <b>двум отверстиям</b> на пальцах при обработке верхней поверхности		$h_1$	$2\Delta + \delta_1 + \delta_2$												
			$h_2$	$(2\Delta + \delta_1 + \delta_2) \left( \frac{2l_1 + l}{l} \right)$												
<p><b>Примечание:</b></p> <p>1. На схемах 4, 5, 8: <math>H_3</math> – размер от обрабатываемой поверхности до оси наружной поверхности; <math>H_4</math> – то же, до оси отверстия; <math>e</math> – эксцентриситет наружной поверхности относительно отверстия; <math>\delta_1</math> – допуск на диаметр отверстия; <math>\delta_2</math> – допуск на диаметр пальца; <math>\Delta</math> – минимальный радиальный зазор посадки заготовки на палец; <math>\delta_l</math> – допуск на длину заготовки.</p> <p>2. Погрешность базирования в схемах 4, 5 включает погрешность приспособления <math>\xi_{пр}</math>.</p> <p>3. На схеме 6: <math>\delta_d</math> – допуск на диаметр центрального гнезда; <math>\alpha</math> - половина угла центрального гнезда; <math>\Delta_{Ц}</math> – погрешность глубины центрального гнезда (просадка центра). При угле центра <math>2\alpha = 60^\circ</math> просадку центра <math>\Delta_{Ц}</math> можно принимать:</p> <table border="1"> <tr> <td>наибольший диаметр центрального гнезда, мм</td> <td>.....1; 2; 2,5</td> <td>4; 5; 6</td> <td>7; 8; 10</td> <td>12,5; 15</td> <td>20; 30</td> </tr> <tr> <td><math>\Delta_{Ц}</math>, мм</td> <td>.....0,11</td> <td>0,14</td> <td>0,18</td> <td>0,21</td> <td>0,25</td> </tr> </table> <p>4. В расчетах рекомендуется принимать погрешность базирования <math>\xi_{\sigma} = (0,8...0,85)\xi_{\sigma\text{ табл}}</math></p>					наибольший диаметр центрального гнезда, мм	.....1; 2; 2,5	4; 5; 6	7; 8; 10	12,5; 15	20; 30	$\Delta_{Ц}$ , мм	.....0,11	0,14	0,18	0,21	0,25
наибольший диаметр центрального гнезда, мм	.....1; 2; 2,5	4; 5; 6	7; 8; 10	12,5; 15	20; 30											
$\Delta_{Ц}$ , мм	.....0,11	0,14	0,18	0,21	0,25											

## СОДЕРЖАНИЕ

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ .....	8
4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ .....	23
5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	23
Приложение.....	24