

В. В. ЕРМОЛАЕВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Рекомендовано

*Федеральным государственным автономным учреждением
«Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО»)
в качестве учебного пособия для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы среднего профессионального образования
по специальности 051901 «Технология машиностроения»,
ОП.09 «Технологическая оснастка»*

Регистрационный номер рецензии 440 от 12 декабря 2011 г. ФГАУ «ФИРО»



Москва
Издательский центр «Академия»
2012

УДК 621.7.07(075.32)

ББК 30.605я723

Е 741

Рецензент —

кандидат технических наук, доцент, преподаватель высшей категории
ГОУ СПО «Московский государственный техникум технологий и права»
А. И. Ильянков

Ермолаев В. В.

Е 741 Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование : учеб. пособие для учреждений сред. проф. образования / В. В. Ермолаев. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 320 с.

ISBN 978-5-7695-8437-4

В пособии показаны примеры расчета погрешностей при установке заготовок в приспособление, приведены методические указания и примеры расчетов различных зажимов и силовых приводов, используемых в станочных приспособлениях, представлены общие вопросы организации выполнения курсового проекта, технологические расчеты, схемы технологических наладок оборудования, последовательность и методика проектирования станочных приспособлений.

Учебное пособие может быть использовано при изучении общепрофессиональной дисциплины ОП.09 «Технологическая оснастка» в соответствии с ФГОС СПО для специальности 151901 «Технология машиностроения».

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 621.7.07(075.32)

ББК 30.605я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение
любым способом без согласия правообладателя запрещается*

© Ермолаев В. В., 2012

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012

ISBN 978-5-7695-8437-4

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

Данное учебное пособие является частью учебно-методического комплекта общепрофессиональной дисциплины «Технологическая оснастка» для специальности «Технология машиностроения».

Учебно-методический комплект по специальности — это основная и дополнительная литература, позволяющая освоить специальность, получить профильные базовые знания. Комплект состоит из модулей, сформированных в соответствии с учебным планом, каждый из которых включает в себя учебник и дополняющие его учебные издания — лабораторный практикум, курсовое проектирование, плакаты, справочники и многое другое. Модуль полностью обеспечивает изучение каждой дисциплины, входящей в учебную программу. Все учебно-методические комплекты разработаны на основе единого подхода к структуре изложения учебного материала.

Важно отметить, что разработанные модули дисциплин, входящие в учебно-методический комплект, имеют самостоятельную ценность и могут быть использованы при выстраивании учебно-методического обеспечения образовательных программ обучения смежным специальностям.

При разработке учебно-методического комплекта учитывались требования Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование» предназначено для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности «Технология машиностроения» и освоивших курсы «Материаловедение», «Техническая механика», «Метрология и сертификация», «Процессы формообразования и инструменты», «Технологическое оборудование». В материалах книги широко использованы положения общепрофессиональных дисциплин: «Детали машин», «Сопротивление материалов», «Теоретическая механика», «Гидравлика» и др.

Курсовое проектирование является важной составной частью учебного процесса. В ходе курсового проектирования студенты приобретают опыт самостоятельного решения практических задач, в том числе с использованием средств вычислительной техники, изучают современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития. Работа над курсовым проектом является тем процессом, который дает возможность студентам проявить свои творческие способности, интуицию и фантазию, поскольку принятие решений в проектах не ограничено выбором современного технологического оборудования и средств технологического оснащения.

Учебное пособие поможет студентам выработать умение решать разнообразные технологические задачи, выполнять соответствующие расчеты, оформлять технологическую документацию и тем самым даст возможность быстрой адаптации молодых специалистов на производстве.

Звездочкой (*) отмечены задания, которые можно использовать при формировании вариативной части основной профессиональной программы СПО.

В различных отраслях экономики используются высокопроизводительные современные машины и механизмы. Для их создания необходимы технологическая подготовка производства и реализация разработанных технологических процессов при условии обеспечения качества изделий на всех этапах производства. Большое значение в совершенствовании производства машин и механизмов имеет технологическая оснастка.

Использование приспособлений для станочной обработки различных заготовок позволяет:

- повысить производительность и точность обработки;
- расширить технологические возможности обрабатывающих станков;
- сократить число рабочих с низкой квалификацией;
- облегчить условия труда рабочих;
- регламентировать длительность выполняемых операций;
- повысить безопасность работы и снизить аварийность.

Применение станочного оборудования, станочных приспособлений и вспомогательного инструмента образует единую технологическую систему: станок — приспособление — инструмент — деталь. Расчет такой системы позволяет получить заданную точность обработки.

Процесс проектирования приспособлений для механической обработки заготовок на металлорежущих станках можно разделить на два этапа. Первый этап — подготовительный, связанный со сбором и анализом сведений конструктивно-технологического характера, касающихся деталей, для обработки которых предназначено приспособление. Второй этап — окончательный, связанный с созданием конструкции приспособления. Проектирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления конкретной детали.

Технологическая часть проекта разработки технологической оснастки включает в себя:

- выбор заготовки и технологических баз;

- установление маршрута обработки;
- уточнение содержания технологических операций с разработкой эскизов обработки, дающих представление об установке и закреплении заготовки;
- определение промежуточных размеров по всем операциям и допусков на них;
- установление режимов резания;
- выбор типа и модели станка.

Конструкторская часть проекта разработки технологической оснастки включает в себя:

- конкретизацию принятой технологической схемы установки заготовки;
- выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления;
- определение величины необходимой силы закрепления;
- уточнение схемы и размеров зажимного приспособления;
- прочностной расчет приспособления;
- расчет точности приспособления.

Для расчета конструкции приспособления разработчику проекта необходимо иметь чертежи заготовки и детали с техническими требованиями их приемки, операционные чертежи на предшествующую и выполняемую операцию, операционные карты технологического процесса обработки детали.

Построение технологического процесса обработки детали и проектирование технологической оснастки должны обеспечить большое разнообразие конструкций технологической оснастки и высокий уровень требований, предъявляемых к ней.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ БАЗИРОВАНИЯ (Базовый уровень подготовки)

Цель занятия. Научить студентов по различным заданным схемам базирования и размерам заготовки определять погрешности базирования.

Программа занятия

1. Определить погрешности базирования при базировании заготовки на плоскость.
2. Определить погрешность базирования при базировании в призму.
3. Определить погрешность базирования при базировании втулки на цилиндрический палец.
4. Определить погрешность базирования при базировании комбинированным способом.
5. Проанализировать полученные результаты с точки зрения возникновения погрешности базирования в зависимости от положения технологической и измерительной баз. Расчеты и анализ заданий записать в отчет.

Порядок выполнения

Каждому студенту предлагается вариант исходных данных согласно рис. 1 — 4 и номер варианта.

Задание № 1

На горизонтально-фрезерном станке набором фрез одновременно обрабатывают поверхности 1, 2, 3, 4 (см. рис. 1). Построить схему базирования и указать расчетные зависимости для определения погрешности базирования при выполнении размеров $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$. Размеры A_7 и A_8 выполнены соответственно с отклонениями $(\pm 1/2) T_{A_7}, (\pm 1/2) T_{A_8}$; P_3 — сила зажима заготовки.

Задание № 2

В торце валов, обработанных в размер $\varnothing(65_{-0,2})$ мм, требуется просверлить отверстие $\varnothing 12,0$ мм. Положение оси отверстия опре-

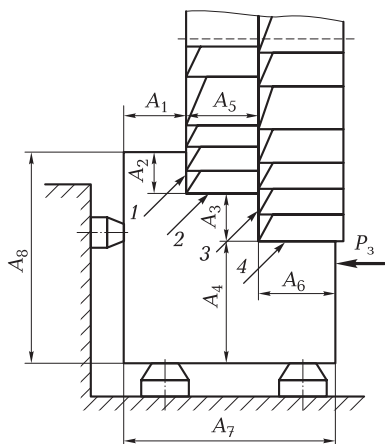


Рис. 1. Фрезерование

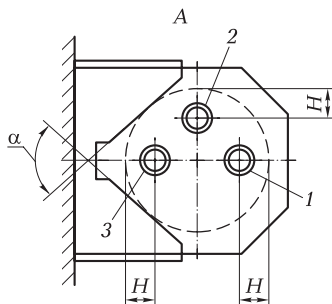
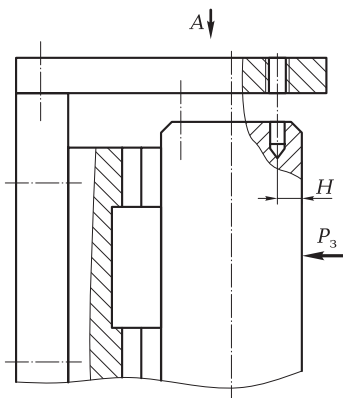


Рис. 2. Сверление

деляется размером H , заданным от образующей цилиндрической поверхности вала. При проектировании приспособления возможны три варианта (1, 2, 3) расположения втулок в кондукторной плите относительно призмы, в которую устанавливается вал (см. рис. 2). Построить схему базирования и определить, при каком положении кондукторной втулки обеспечивается наименьшая погрешность базирования для размера H . Угол призмы $\alpha = 90^\circ$; P_3 — сила зажима заготовки.

Задание № 3

Построить схему базирования и определить погрешность базирования для размера C , выдерживаемого при фрезеровании лыски в партии заготовок, устанавливаемых на палец по посадке $H7/g7$, при $C = 45$ мм, $D = \varnothing 100\ h7$, $d = \varnothing 30\ H7$, $d_{\text{п}} = \varnothing 30\ g7$ (см. рис. 3).

Задание № 4

При установке заготовок на плоскость и два отверстия обрабатывают поверхности $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ и A_7 (см. рис. 4). Требуется построить схему базирования и определить погрешность базирования для указанных размеров, если известно, что базовые отверстия

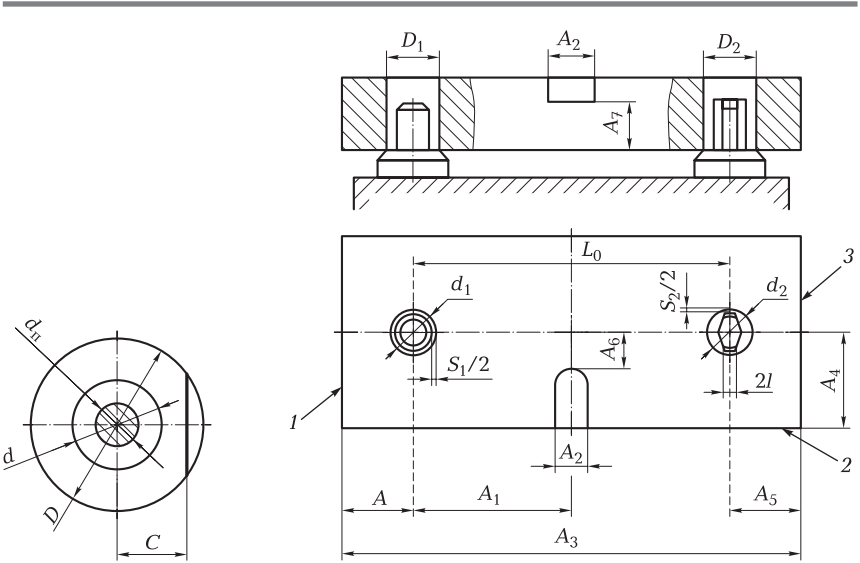


Рис. 3. Деталь на оправке

Рис. 4. Базирование по цилиндрическому и срезанному пальцам

заготовок D_1 и 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 $L_0 = (150 \pm 0,05)$ мм; $A = A_5 = (30^{+0,15})$ мм.

Анализ результатов занятия (отчет)

1. Для каждого задания проводят анализ схем базирования (письменно) и графически показывают возможные варианты.
2. Для каждого задания представляют в отчете формулы и расчеты погрешности базирования.
3. Проводят анализ (письменно) правильности выбора схемы базирования и путей ее улучшения. Делают выводы.

Отчет по практическому занятию № 1 «Расчет погрешностей базирования»

Фамилия, имя, отчество студента _____

Группа _____ Дата выполнения работы _____

Схема базирования заготовки _____

Формулы и расчеты погрешности базирования _____

Анализ правильности схемы базирования _____

Выводы по работе _____

Подпись студента _____

Заключение преподавателя _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется погрешностью базирования и когда она возникает?
2. Каковы основные принципы базирования?
3. Назовите виды баз по назначению.
4. Назовите виды баз по лишаемым степеням свободы.
5. Назовите виды баз по характеру проявления.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ (Базовый уровень подготовки)

Цель занятия. Научить студентов по различным схемам установки одной и той же заготовки в приспособлениях выбирать схему, для которой расчетная погрешность базирования будет минимальной.

Теоретические сведения

Допустим, что у шайбы, показанной на рис. 5, а, нужно просверлить отверстие и выдержать размер m с соответствующим допуском T_D . Сравним погрешности базирования двух схем кондукторов, схематически показанных на рис. 5, б и в.

Погрешность базирования при схеме кондуктора, показанной на рис. 5, б:

$$\varepsilon'_6 = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right).$$

Погрешность базирования при схеме кондуктора, показанной на рис. 5, в:

$$\varepsilon''_6 = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right).$$

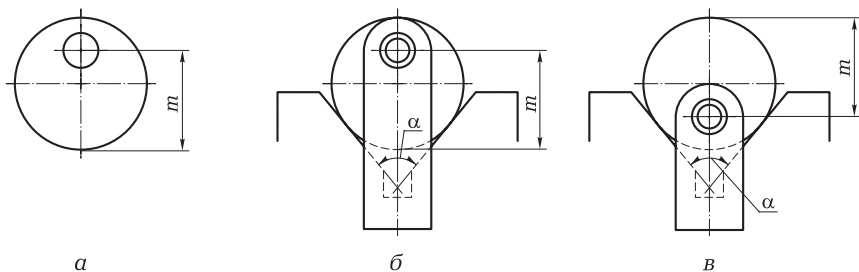


Рис. 5. Схемы установки шайбы

$$\frac{\varepsilon''_6}{\varepsilon'_6} = \frac{\frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right)}{\frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)} = \frac{1 + \sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

При $\alpha = 90^\circ$

$$\frac{\varepsilon''_6}{\varepsilon'_6} = \frac{1 + 0,7}{1 - 0,7} = 5,7 \approx 6.$$

Таким образом, незначительная на первый взгляд разница в схемах конструкций кондукторов ведет к увеличению значения ε_6 при второй схеме по сравнению с первой почти в 6 раз.

Программа занятия

1. Рассчитать по формуле предложенные варианты базирования.
2. Проанализировать схемы базирования для определения схемы с наименьшей погрешностью.
3. Выбрать рациональную схему базирования и обосновать ее выбор. Расчеты и анализ заданий записать в отчет.

Порядок выполнения

Каждому студенту выдаются задания с вариантами схемы базирования (рис. 6—10). Студент анализирует схемы, определяет геометрию базовых поверхностей установочных элементов, выбирает формулы для расчета погрешности базирования и подставляет свои данные на представленных схемах установки в расчетные формулы. Вычисляет погрешность базирования по различным схемам. Делает вывод о том, какая схема обеспечивает большую точность.

Задание № 1

Вывести расчетные зависимости для погрешностей базирования при выполнении размеров A и B для каждой схемы установки (см. рис. 6). Определить, какая из схем обеспечит наибольшую точность выполнения обоих размеров.

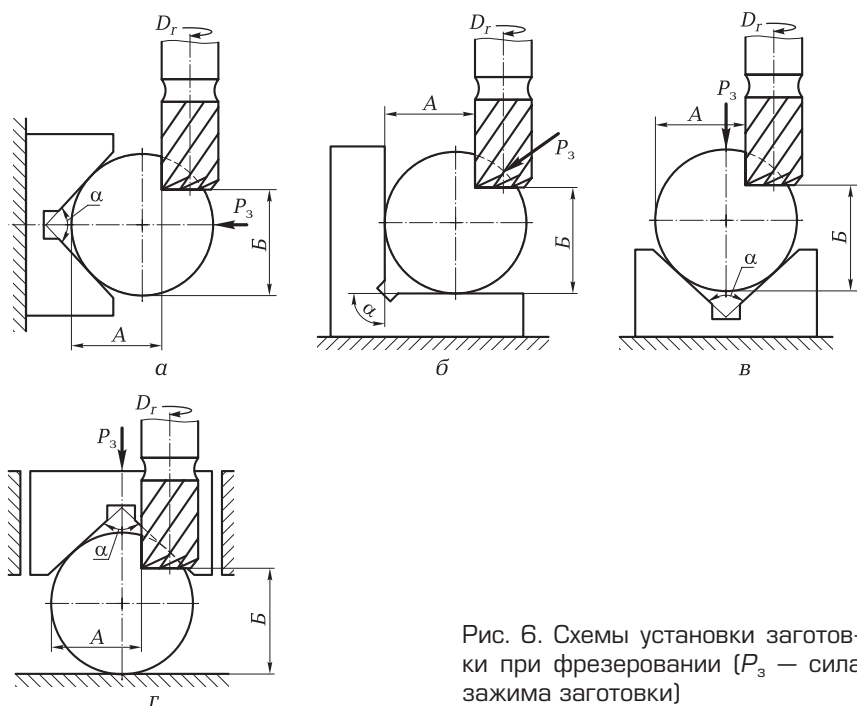


Рис. 6. Схемы установки заготовки при фрезеровании [P_3 — сила зажима заготовки]

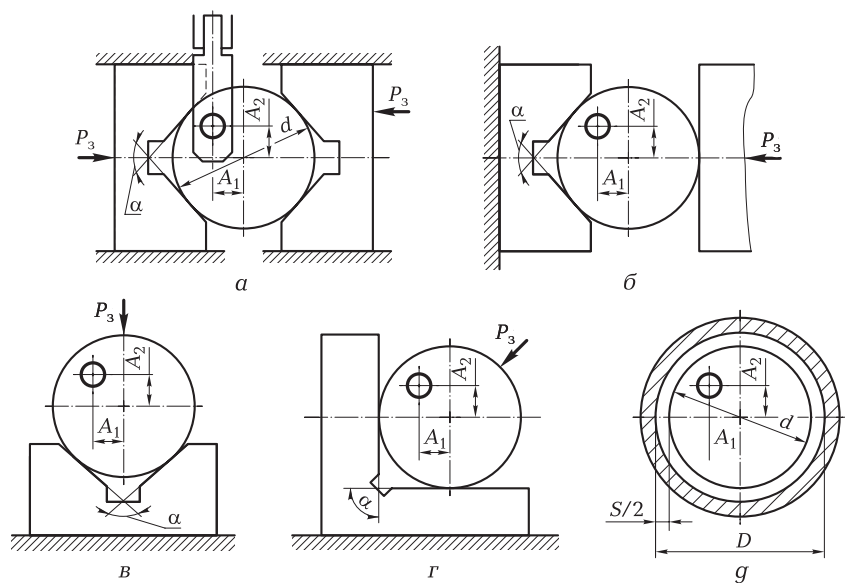


Рис. 7. Схемы установки диска [P_3 — сила зажима заготовки]

Задание № 2

В торцевой поверхности диска (см. рис. 7) через кондукторную втулку сверлят отверстие, положение оси которого относительно оси наружной поверхности диска определяется размерами A_1 и A_2 . Выполнение операции сверления возможно при различных схемах

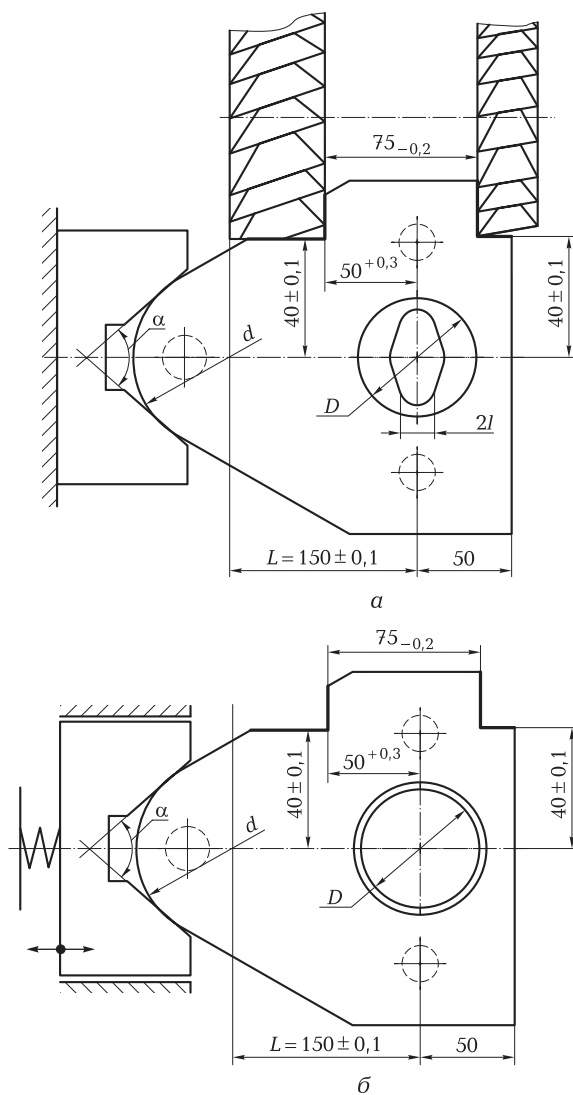


Рис. 8. Схемы обработки заготовки набором фрез

установки. Вывести расчетные зависимости для определения погрешности базирования для размеров A_1 и A_2 диска при различных схемах установки и определить, какая из приведенных схем базирования обеспечивает бóльшую точность. Диаметр заготовки выполнен в размер $\varnothing(75_{-0,074}^{+0,029})$ мм, угол призмы $\alpha = 90^\circ$, диаметр центрирующей втулки $D = (75_{-0,010}^{+0,029})$ мм.

Задание № 3

При обработке поверхностей заготовки на горизонтально-фрезерном станке набором фрез возможны два варианта установки

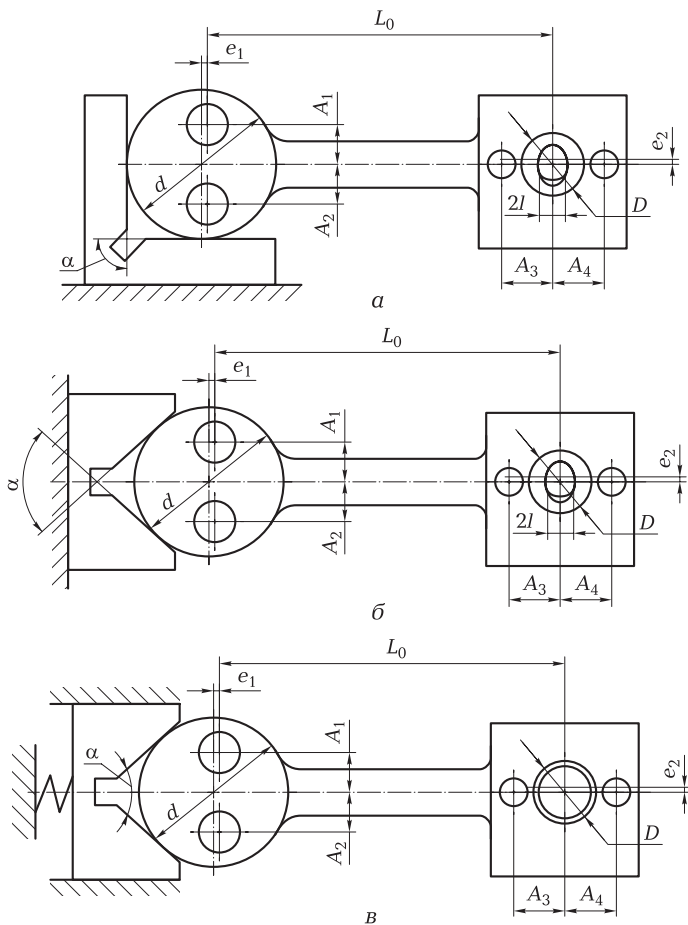


Рис. 9. Схемы установки шатуна при сверлении отверстий

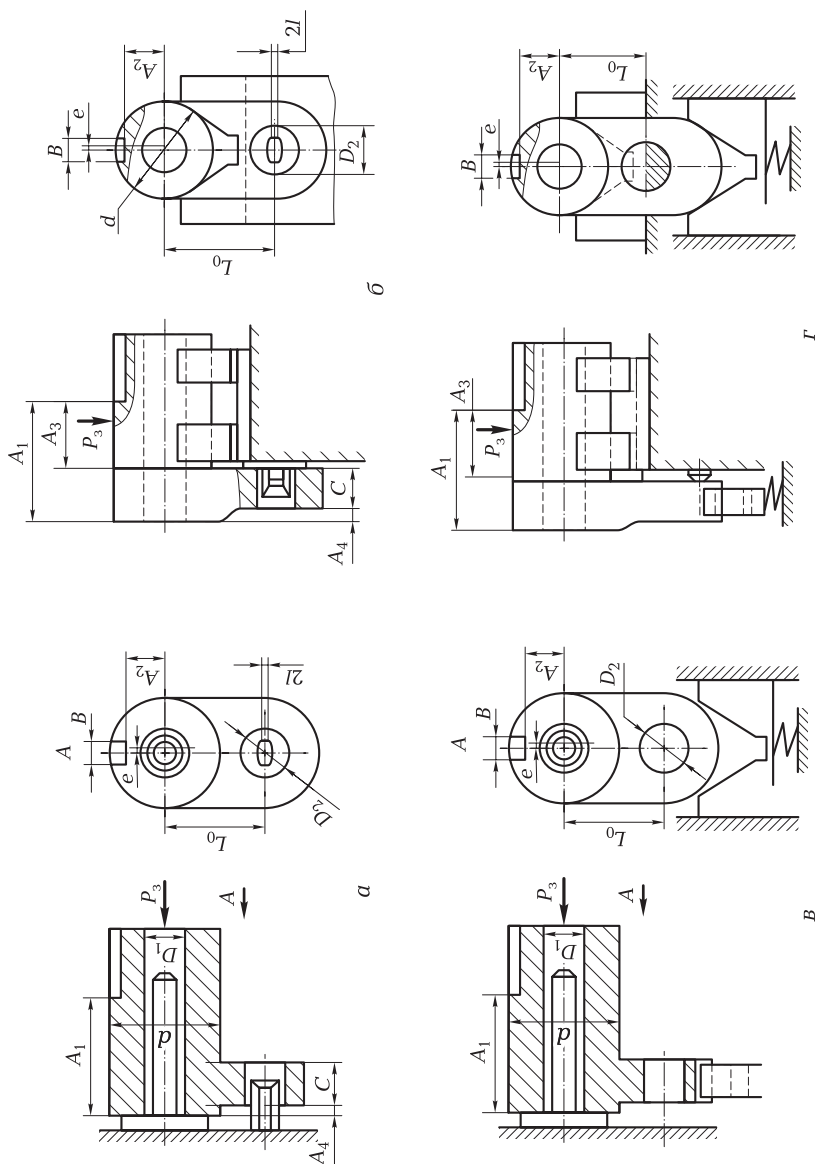


Рис. 10. Схема установки заготовки при обработке шпоночного паза (P_3 — сила зажима заготовки)

(см. рис. 8). 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 $d = 60_{-0,2}$ мм. Угол призмы $\alpha = 90^\circ$. Средняя точность метода обработки $\omega = 0,05$ мм. Погрешностями закрепления и положения заготовки в приспособлении пренебречь.

Задание № 4 *

На рис. 9 приведены возможные схемы установки шатуна в приспособлении для сверления четырех отверстий через кондукторные втулки. Кондукторная плита имеет жесткую связь с корпусом приспособления. Требуется с учетом 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 погрешности базирования при выполнении размеров A_1, A_2, A_3, A_4 и возможное отклонение от соосности обрабатываемых поверхностей e_1 и e_2 . Выбрать, какая из приведенных схем базирования обеспечивает наибольшую точность.

Задание № 5 *

Для обработки паза концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке (см. рис. 10) возможны различные схемы установки. Определить погрешность базирования для размеров A_1, A_2 и B , а также погрешность базирования, обуславливающую появление отклонения от соосности оси шпоночного паза относительно осей отверстий D_1 и D_2 по следующим данным: диаметр наружной цилиндрической поверхности заготовки $d = (80_{-0,2})$ мм; диаметры внутренних цилиндрических поверхностей $D_1 = (40^{+0,05})$ мм и $D_2 = (30^{+0,33})$ мм, диаметры установочных пальцев $d_1 = (40_{-0,029}^{+0,010})$ мм, $d_2 = (30_{-0,016}^{+0,007})$ мм, межосевое расстояние $L_0 = (100^{+0,1})$ мм, размеры $A_2 = (34 \pm 0,1)$ мм, $A_4 = (5^{+0,1})$ мм и $C = (20 \pm 0,05)$ мм; угол призмы $\alpha = 90^\circ$. Выбрать схему, обеспечивающую минимальные погрешности базирования для всех выполняемых размеров.

Анализ результатов занятия (отчет)

1. Для каждого задания проводят анализ схем базирования (письменно) и графически показывают возможные варианты.
2. Для каждого задания представляют в отчете формулы и расчеты погрешности базирования.
3. Проводят анализ (письменно) правильности выбора схемы базирования и путей ее улучшения. Делают выводы.

Отчет по практическому занятию № 2 «Выбор рациональных схем базирования»

Фамилия, имя, отчество студента _____

Группа _____ Дата выполнения работы _____

Выбранная схема базирования заготовки _____

Анализ схем базирования и выбор варианта базирования _____

Расчет погрешности базирования по выбранной и сравниваемой
схеме _____

Выводы по работе _____

Подпись студента _____

Заключение преподавателя _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изложите правило шести точек для базирования заготовок.
2. Какие поверхности заготовки используются в качестве баз?
3. Какие преимущества имеет призма перед другими установочными элементами?
4. Как рассчитывают погрешность базирования заготовки при установке на призму?
5. Почему применяются комбинированные методы расчета погрешностей базирования?