

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

ЭЛЕКТРОННОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

для студентов специальности

1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств (ма-
шиностроение и приборостроение)»

Витебск

2019

УДК 621.9

Составители:

С. В. Жерносек, Ю. Е. Махаринский

Проектирование приспособлений : электронное методическое пособие к лабораторным работам / сост. С. В. Жерносек, Ю. Е. Махаринский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2019. – 70 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу «Проектирование приспособлений» студентами специальности 1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение)» дневной формы обучения.

УДК 621.9

© УО «ВГТУ», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
2 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	9
2.1 Подготовка исходных данных для проектирования	9
2.2 Разработка компоновки станочного приспособления	10
2.3 Силовой расчет приспособления	11
2.3.1 Расчет требуемой силы закрепления	11
2.3.2 Выбор силового привода и расчет его параметров	14
2.4 Расчет приспособления на точность	14
2.5 Разработка конструкции корпуса станочного приспособления	14
2.6 Расчет деталей приспособления на прочность	14
2.7 Описание работы спроектированного приспособления	15
2.8 Оформление конструкторской документации на СП	15
2.8.1 Порядок выполнения сборочного чертежа приспособления	15
2.8.2 Правила оформления сборочного чертежа приспособления	18
2.9 Технические требования к конструкции	20
3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	21
3.1 Исходные данные	21
3.1.1 Формулирование служебного назначения приспособления	21
3.2 Разработка компоновки приспособления	22
3.2.1 Разработка принципиальной схемы приспособления	22
3.3 Силовой расчет	23
3.3.1 Определение потребной силы закрепления	23
3.3.2 Выбор и расчет привода зажимного устройства	25
3.4 Расчет приспособления на точность	28
4 СПИСОК ВОПРОСОВ К ЗАЩИТЕ	30
5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	33

Приложение 1. Варианты к лабораторной работе	34
Приложение 2. Физико-механические свойства конструкционных сталей.....	42
Приложение 5. Расчет силы резания при фрезеровании.....	46
Приложение 6. Расчет силы резания при сверлении, рассверливании, зенкерования.....	49
Приложение 7. Расчет погрешности закрепления	51
Приложение 8. Стандартизованные основные установочные элементы приспособлений.....	57
Приложение 9. Примерные схемы зажимных механизмов	67
Приложение 10. Примеры технических требований к СП	69

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие по дисциплине «Проектирование приспособлений» посвящено изучению и освоению методики проектирования станочных приспособлений (далее СП) с учетом специфики производства. Если в условиях мелкосерийного и индивидуального производства предпочтительны универсальные приспособления, то в крупносерийном и массовом – специализированные или специальные. Вместе с тем, требования мобильности и гибкости современного производства вызывают необходимость оснащения универсального приспособления необходимыми наладкой и зажимом, обеспечивающими точную установку заготовки в приспособление без выверки и ее механизированное закрепление. Те же требования в условиях массового и крупносерийного производства предполагают модульную структуру компоновок специализированных и специальных приспособлений, допускающих возможность использования их базовых конструкций и отдельных узлов в новых компоновках приспособлений для применяемого при обработке деталей технологического оборудования.

Пособие является методическим руководством для проведения лабораторных занятий, выполнения контрольных заданий и самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование приспособлений».

Цель работы – получение и развитие практических навыков разработки станочных приспособлений в соответствии с поставленными технологическими задачами.

При этом студент должен овладеть принципами выбора и обоснования элементов конструкции, современными методами расчета параметров, навыками применения стандартов, методикой экономического обоснования принимаемых решений в процессе разработки компоновок.

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для проектирования станочных приспособлений (далее СП) конструктор получает техническое задание, включающее следующую информацию:

1. Название и назначение приспособления.
2. Чертеж заготовки (детали), поступающей на операцию, для которой проектируется приспособление.
3. Чертеж детали, полученной после обработки с техническими требованиями по ее приемке.
4. Схемы базирования и закрепления заготовки.
5. Программу выпуска изделий и тип производства.
6. Маршрутный технологический процесс обработки деталей с указанием используемых станков и инструментов, режимов резания на операциях, для которых проектируется приспособление.
7. Сведения о станке, связанные с установкой приспособления (размеры стола, размеры и расположение Т-образных пазов или координатно-фиксирующих отверстий, наименьшее и наибольшее расстояния от стола до шпинделя, размеры конуса шпинделя и т. д.), и его состоянии.

Кроме технического задания конструктор должен располагать справочными данными, включающими: стандарты и нормы на детали и узлы приспособлений; каталоги и альбомы нормализованных конструкций и узлов приспособлений; справочники прогрессивного технологического оборудования и оснастки; руководящие и методические материалы по проектированию и расчету приспособлений.

Перед проектированием приспособления конструктору необходимо ознакомиться со станком, чтобы выявить особенности приспособления, связанные с оборудованием, и установить наиболее целесообразное размещение отдельных узлов и механизмов компоновки, в частности: привода, органов управления и др. Целесообразно также изучить конструкции и опыт эксплуатации аналогичных приспособлений.

При тщательной проработке исходной информации конструктор может

выбрать другую схему установки и закрепления детали и предложить технологу наиболее рациональное построение операций. Такие изменения после согласования с технологом вносят в карту технологического процесса.

Проектирование любого изделия включает разработку технической документации, содержащей чертежи, расчеты, технико-экономическое обоснование, пояснительную записку и др. [1 – 5]. В настоящее время приняты следующие стадии разработки конструкторской документации: техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. На практике при проектировании приспособлений, как правило, ограничиваются разработкой технического проекта и конструкторской рабочей документацией [3].

Непосредственно процессу проектирования предшествуют:

1. Выбор системы, вида и степени автоматизации приспособления в зависимости от типа производства, производительности и точности обработки, условий многостаночного обслуживания и других факторов.

Например, в условиях массового и крупносерийного производства используются специальные приспособления, в средне-, мелкосерийном и индивидуальном (единичном) – переналаживаемые (СНП, УНП, УСП). Переналаживаемым приспособлениям отдается предпочтение и в гибком автоматизированном производстве. Применение многоместных, многопозиционных типов приспособлений позволяет существенно повысить производительность обработки на одном и том же станке [1].

Выбор наиболее целесообразного варианта приспособления должен производиться на основе анализа структурных схем компоновки и соответствующих экономических расчетов.

2. Выбор способа установки приспособления на станке, от которого зависит общая компоновка приспособления, а также схемы закрепления заготовки, конструкция зажимных устройств и привода.

Разработка общего вида компоновки специального станочного приспособления выполняется в следующей последовательности:

1. Выбор и обоснование схемы установки заготовки (детали); при этом

осуществляются:

- а) выбор базовых поверхностей заготовки;
- б) разработка теоретической схемы базирования;
- в) разработка теоретической схемы установки;
- г) выбор типа, конструкции, количества и места расположения установочных элементов;
- д) определение возможных погрешностей схемы установки, сравнение их с допустимыми значениями и выводы о правильности ранее принятых решений.

2. Силовой расчет приспособлений предполагает:

- а) составление схемы внешних сил, действующих на заготовку в процессе обработки, определение оставляющих силы резания;
- б) выбор места приложения и направления действия силы зажима;
- в) выбор начала системы координат, составление уравнений статики, определение силы зажима;
- г) разработка компоновки зажимного устройства и его привода;
- д) расчет параметров зажима и привода;
- е) выбор стандартного исполнения привода и его параметров с учетом применяемой компоновки и выполненных расчетов.

3. После силовых расчетов в случае необходимости осуществляется выбор и обоснование:

- а) типа, конструкции и определения размеров элементов для направления и контроля положения инструмента;
- б) конструкции поворотных и делительных устройств в многопозиционных приспособлениях, исходя из условий и точности обработки;

4. Разработка общего вида компоновки путем последовательного нанесения отдельных элементов и устройств (указанных ранее) вокруг контуров заготовки, считая ее прозрачной, объединив их корпусом приспособления. Разработка компоновки переналаживаемого приспособления сводится к выбору базовой конструкции приспособления и проектированию наладки к ней [2].

5. Выбор конструкции и определение размеров вспомогательных элементов и устройств, исходя из массы заготовки, выполняемой операции, требуемой точности обработки и условий установки приспособления на станке.

6. Расчет точности приспособления, исходя из требуемой точности обработки детали и принятых посадок в сопряжениях компоновки приспособления.

7. Выбор материалов деталей компоновки приспособления, выполнение кинематических и прочностных расчетов механизмов и отдельных элементов конструкции. Разработка технических требований к компоновке и составление спецификации.

8. Выполнение расчетов, по оценке эффективности применения приспособления.

2 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Согласно присвоенным вариантам заданий, представленным в **Приложении 1** (таблица П.1) студенты разрабатывают проект приспособления.

Методика проектирования станочных приспособлений включает в себя выполнение следующих этапов.

2.1 Подготовка исходных данных для проектирования

На данном этапе необходимо собрать всю информацию, касающуюся выполняемой технологической операции. К этой информации относятся:

- конфигурация заготовки (согласно эскизу, представленному в **Приложении 1**);
- обрабатываемые поверхности и режимы резания (при проектировании можно использовать материалы, представленные в **Приложениях 2, 4 – 6**);
- используемый режущий инструмент (*выбрать самостоятельно*);
- тип и модель станка и т.д. (**Приложение 3**);

2.2 Разработка компоновки станочного приспособления

Конструкция станочного приспособления выбирается студентом самостоятельно. Для этой цели нельзя применять стандартные приспособления (например, трехкулачковые самоцентрирующие патроны, поворотные столы и т.д.). Конструкция должна являться результатом самостоятельной творческой работы и отвечать современному уровню развития техники.

На данном этапе разрабатываются (см. пример, представленный в п. 2.1):

- упрощенная конструкция приспособления, включающая текстовое описание и обоснование выбора технологических баз, разработки теоретической схемы базирования и схемы установки;
- теоретическая схема базирования и схема установки заготовки на операции (**Приложение 8**);
- принципиальная схема приспособления;
- компоновка приспособления.

При разработке принципиальной схемы условными обозначениями изображаются детали и механизмы приспособления, способы фиксирования и закрепления всех деталей, а также способы и устройства для установки, поворота, подъема, съема деталей и изделий, другие механизмы, допускается выделение цветом.

Принципиальная схема приспособления включает схему расположения установочных элементов, схему сил зажима объекта, кинематику передачи усилия от привода к зажимным элементам [3].

Схема расположения установочных элементов определяется схемой базирования объекта и типом установочных элементов. В соответствии со схемой базирования объекта и картой эскизов определяется число и тип установочных элементов, которые должны схему базирования реализовать [4]. Схема установки должна обеспечивать устойчивое положение детали и без приложения усилия закрепления.

Установочные элементы, которые применяются в проекте приспособления, изображаются в соответствии с ГОСТ 3.1107-81. При разработке принци-

пиальной схемы определяют наилучшее расположение установочных элементов. Выбирают такую схему их расположения, при которой были бы обеспечены наивысшая точность установки и наибольшая устойчивость базируемого объекта.

При необходимости отдельные механизмы приспособления на принципиальной схеме могут быть выполнены довольно подробно.

Конструкция станочного приспособления должна отвечать *требованиям технологичности*, которые необходимо учитывать, как при доработке отдельных элементов, так и в процессе разработки его общей компоновки.

Компоновка определяется исходя из информации, полученной на этапе подготовки исходных данных. Зная схему базирования заготовки, точность и шероховатость поверхностей, определяют тип и размер установочных элементов, их количество и взаимное расположение. Определяют тип зажимного механизма и место его воздействия на заготовку. Уточняют необходимость использования дополнительных элементов: кондукторных втулок, установов, делительных устройств, копиров и других элементов.

2.3 Силовой расчет приспособления

2.3.1 Расчет требуемой силы закрепления

Сила закрепления заготовки в приспособлении должна гарантировать неизменность её положения в приспособлении при обработке.

Данный этап включает (см. п. 3.3.1):

- выбор исходных данных для силового расчета;
- текстовое описание сил, действующих на заготовку (силы резания, инерции, тяжести) с указанием расчетных зависимостей для их определения и выбором расчетных факторов;
- разработка расчетной схемы, на основе которой и находят требуемую силу закрепления, решая уравнения равновесия. Расчетная схема составляется с учетом компоновки приспособления, полученной на предыдущем этапе;

- составление расчетного уравнения и нахождение необходимой силы закрепления с учетом коэффициента запаса.

Расчет усилия закрепления выполняется на основе составления уравнений равновесия заготовки. Число уравнений зависит от числа составляющих силы резания. Для каждой составляющей силы резания рассчитывается своя составляющая усилия закрепления.

Так как в производственных условиях могут иметь место отступления от тех условий, применительно к которым рассчитывались по нормативам силы и моменты резания, возможное увеличение их следует учесть путем введения коэффициента надежности (запаса) закрепления K и умножения на него сил и моментов, входящих в составленные уравнения статики.

Значение коэффициента надежности K следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить, как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса надежности закрепления, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках, $K_1 = 1,2$ – для черновой обработки, $K_1 = 1,0$ – для чистовой обработки;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании, $K_3 = 1,2$;

K_4 – учитывает непостоянство зажимного усилия, $K_4 = 1,3$ – для ручных зажимов, $K_4 = 1,2$ – для мембранных пневмокамер, $K_4 = 1,0$ – для пневматиче-

ских и гидравлических зажимов;

K_5 – учитывает степень удобства расположения рукояток в ручных зажимах, $K_5 = 1,2$ – при диапазоне угла отклонения рукоятки 90° , $K_5 = 1,0$ – при удобном расположении и малой длине рукоятки;

K_6 – учитывает неопределенность из-за неровностей места контакта заготовки с опорными элементами, имеющими большую опорную поверхность (учитывается только при наличии крутящего момента, стремящегося повернуть заготовку), $K_6 = 1,0$ – для опорного элемента, имеющего ограниченную поверхность контакта с заготовкой, $K_6 = 1,5$ – для опорного элемента с большой площадью контакта.

Величина K может колебаться в пределах 1,5...8,0. Если $K < 2,5$, то при расчете надежности закрепления ее следует принять равной $K = 2,5$ (согласно ГОСТ 12.2.029–77).

Исходными данными для расчета сил зажима и параметров силового привода являются:

- силы и моменты, действующие на объект во время технологического процесса;
- схемы расположения установочных и зажимных элементов;
- точка приложения и направление усилий закрепления.

Для выполнения расчетов усилия закрепления составляется расчетная схема. На ней показывается:

- расположение опор;
- точка приложения и направление действия усилий резания (при этом выбирается наиболее неблагоприятный вариант);
- точка приложения и направление действия усилий закрепления;
- направление реакций в опорах;
- направление сил трения в точках приложения усилий закрепления и в опорах;
- геометрические параметры, необходимые для расчета.

2.3.2 Выбор силового привода и расчет его параметров

По найденному значению силы закрепления определяют тип и конструкцию зажимного механизма с учетом типа производства, конфигурации заготовки и выбранной компоновки приспособления.

При проектировании можно использовать схемы зажимных устройств, представленные в **Приложении 9**.

Содержание данного этапа проектирования должно включать следующие шаги (см. п. 3.3.2):

- определение типа силового привода при необходимости его использования;
- выполнение анализа преимуществ и недостатков выбранного привода и зажимного механизма по сравнению с другими возможными вариантами
- выполнение расчета параметров силового привода
- уточнение компоновки приспособления, с учетом конструкции зажимных механизмов и приводов, их размеров и размещения в приспособлении.

2.4 Расчет приспособления на точность

На данном этапе выполняются точностные расчеты, целью которых является проверка возможности обеспечения точности размеров, выдерживаемых на операции (**Приложение 7**). Формируются требования к деталям приспособления и условиям его сборки (см. п. 3.4).

2.5 Разработка конструкции корпуса станочного приспособления

На данном этапе определяются очертания, размеры и конструкция корпуса. Определяется способ установки приспособления на станке. Выбираются способ установки и место расположения вспомогательных деталей приспособления.

2.6 Расчет деталей приспособления на прочность

Прочностные расчеты позволяют оценить способность приспособления и его деталей выдерживать приложенные к ним внешние нагрузки. Проверка вы-

полняется по наиболее опасным сечениям и самым нагруженным элементам. При помощи прочностных расчетов можно определить размеры различных деталей приспособления, передающих силы или крутящие моменты.

2.7 Описание работы спроектированного приспособления

После решения всех перечисленных задач приступают к описанию принципа работы приспособления и разработке его общего вида и всей необходимой конструкторской документации. Разработку общего вида приспособления ведут методом последовательного нанесения отдельных элементов приспособления вокруг контуров заготовки, причем вычерчивают сразу все проекции. Попутно вычерчивают необходимые разрезы и сечения, поясняющие конструкцию. Окончательно оформляют сборочный чертеж и спецификацию.

Не смотря на линейность изложенной методики, процесс проектирования и расчета приспособления часто не является таковым. Так при его выполнении могут осуществляться возвраты на предыдущие этапы, например для уточнения схемы установки, замены установочных элементов и зажимных устройств, изменения требований к деталям приспособления и его сборке и т. п. Причиной таких возвратов может быть недостаточная точность приспособления (из-за большой погрешности положения заготовки в приспособлении), недостаточная прочность его элементов, недопустимые габаритные размеры, невозможность изготовления корпуса или отдельных деталей, слишком большое значение требуемой силы закрепления, которую затруднительно реализовать в конструкции приспособления и т. п.

2.8 Оформление конструкторской документации на СП

2.8.1 Порядок выполнения сборочного чертежа приспособления

Сборочный чертеж приспособления должен содержать следующие элементы.

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной

единицы.

2. Размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения.

3. Указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.).

4. Номера позиций составных частей, входящих в изделие.

5. Габаритные размеры изделия.

6. Присоединительные размеры, размеры сопряжений и другие необходимые справочные размеры.

7. Координаты центра масс (при необходимости).

8. Техническую характеристику изделия (при необходимости).

Разработку сборочного чертежа рекомендуется производить в такой последовательности.

1. Установить длину рабочего и холостого хода станка, размеры стола и шпинделя станка, расстояние от стола до шпинделя, расстояние между центрами и высоту центров. Эти данные нужны для определения габаритов приспособления, размеров, зависящих от станка (ширину шпонок, основания корпуса, расстояния между проушинами для крепления приспособления на станке и т. д.), для увязки размеров режущего и вспомогательного инструмента. Например, при проектировании расточных и сверлильных приспособлений следует высоту приспособлений, длину режущего и вспомогательного инструмента сверять с длиной хода станка, который должен обеспечить установку и смену расточных борштанг.

2. Вычертить контуры детали в таком виде, в каком они поступают для обработки на данной операции, придерживаясь масштаба 1:1. Контуры детали следует изображать тонкими линиями в необходимом количестве проек-

ций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего нанесения деталей приспособления.

3. Определить местоположение установочных деталей приспособления, их количество и вычертить их контур. При расположении опор следует учитывать направление действия сил резания и располагать их так, чтобы действие этих сил воспринималось опорами, а не зажимными устройствами.

4. Нанести на чертеж детали зажимных механизмов.

5. Вычертить направляющие детали приспособления, определяющие положение режущего инструмента (кондукторные или направляющие втулки, установочные для настройки фрез, копиры).

6. Выбрать вспомогательные механизмы и детали приспособления. При определении их конструкции и размеров необходимо стремиться к получению наименьшего веса и габаритов приспособления, при этом оно должно сохранять необходимую жесткость и прочность.

7. Нанести на чертеж детали привода.

8. Нанести контуры корпуса приспособления с использованием стандартных форм заготовок корпусов

9. Вычертить три проекции приспособления и определить правильность расположения всех элементов и механизмов приспособления с учетом удобства сборки и разборки приспособления и его ремонта, а также установки и снятия детали, удаления стружки и т.п.

10. Выполнить необходимые местные виды, разрезы и сечения, поясняющие конструкцию приспособления.

11. Нанести на чертеж необходимые размеры.

12. Проставить позиции деталей.

13. Сформулировать технические характеристики приспособления и технические требования.

Приспособление показывают с закрепленной деталью. Как правило, общий вид приспособления вычерчивают в масштабе 1:1 с указанием габаритных размеров, посадок и присоединительных размеров.

2.8.2 Правила оформления сборочного чертежа приспособления

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Допускается не показывать:

- а) фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы;
- б) зазоры между стержнем и отверстием;
- в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. Над изображением делают соответствующую надпись, например, «Крышка не показана» или «Крышка поз. 3 не показана».

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

Штриховка смежных деталей в разрезах и сечениях выполняется в соответствии с ГОСТ 2.306-68 «ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах». Стандартные крепежные детали, шпонки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и тому подобные детали при продольном разрезе изображают нерассеченными.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- 1) на разрезах изображают нерассеченными составные части изделий, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;
- 2) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями, которые следует упрощать, не выполняя мелких выступов, впадин и т. и.

Номера позиций составных частей изделия на сборочном чертеже указывают на проводимых от изображений этих частей полках линий-выносок, один конец которых (пересекающий линию контура) заканчивается точкой, другой — полкой. Линии проводят от видимых проекций составных частей изделия,

изображенных на основных видах или заменяющих их разрезах.

Номера позиций сборочных единиц, деталей и тому подобных элементов наносят над полками линий-выносок в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации сборочного чертежа (на чертеже общего вида — в соответствии с номерами позиций, указанными в таблице перечня составных частей изделия). Линия выноски не должна пересекать размерные линии.

Цифры, соответствующие номерам позиций, проставляют параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения таким образом, чтобы они располагались по одной горизонтальной или вертикальной линии (насколько это возможно), шрифтом, размер которого на один - два номера больше, чем у размерных чисел.

Номер позиции наносят на чертеже один раз, в случае необходимости допускается указывать его повторно. Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций:

1) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления: причем если разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то после номера соответствующей позиции допускается проставлять в скобках число этих крепежных деталей;

2) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключаяющей различное понимание, и при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части; в этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части;

3) для отдельных составных частей изделия, которые из-за трудности их графического изображения на чертеже не показывают, местонахождение определяется с помощью линии-выноски от видимой составной части изделия, с которой данная составная часть контактирует.

Предельные отклонения размеров указывают на сборочных чертежах условными обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений.

На сборочном чертеже приспособление показывается с закрепленной за-

готовкой. Допускается дополнительно изображать перемещающиеся части изделия в промежуточном положении с соответствующими размерами, если это необходимо. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например, «Крайние положения прихвата поз.5».

2.9 Технические требования к конструкции

В технических требованиях на сборочном чертеже станочного приспособления рекомендуется отражать следующие сведения (**Приложение 10**):

1. Усилие закрепления заготовки.
2. Усилие на исполнительном элементе привода.
3. Параметры питающей сети.
4. Величину перемещения исполнительного элемента привода.

Технические требования должны определять:

1. Условия испытаний приспособления.
2. Требования к рабочим телам питающих сетей.
3. Допустимую погрешность взаимного расположения базовых поверхностей приспособления и установочных элементов приспособления.
4. Требования по дополнительной обработке элементов приспособлений при сборке.
5. Марку смазочного материала, наносимого при сборке на поверхности подвижных частей, периодичность замены смазки
6. Способ маркировки приспособления.
7. Способ защиты нерабочих поверхностей приспособления.

Для рассмотренного примера список технических требований может быть следующий.

1. После сборки приспособления должен быть обеспечен поворот прихвата 1 на шарнире и рычага 2 на оси 4 плавно, без заеданий (см. рисунок 5).
2. Предварительный натяг пружины 5 должен обеспечить поворот рычага 2 на угол, позволяющий снять обработанную заготовку и установить новую.

3. Испытать пневмосистему на герметичность при давлении воздуха 0,8 МПа в течение 7 минут. Утечки воздуха при этом не допускаются.

4. Маркировать обозначение приспособления.

5. Периодичность контрольных проверок и профилактика приспособления один раз в смену.

3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Разработать компоновку СП для обработки отверстия $\varnothing 10$ мм в пластине (рисунок 1) в условиях массового производства.

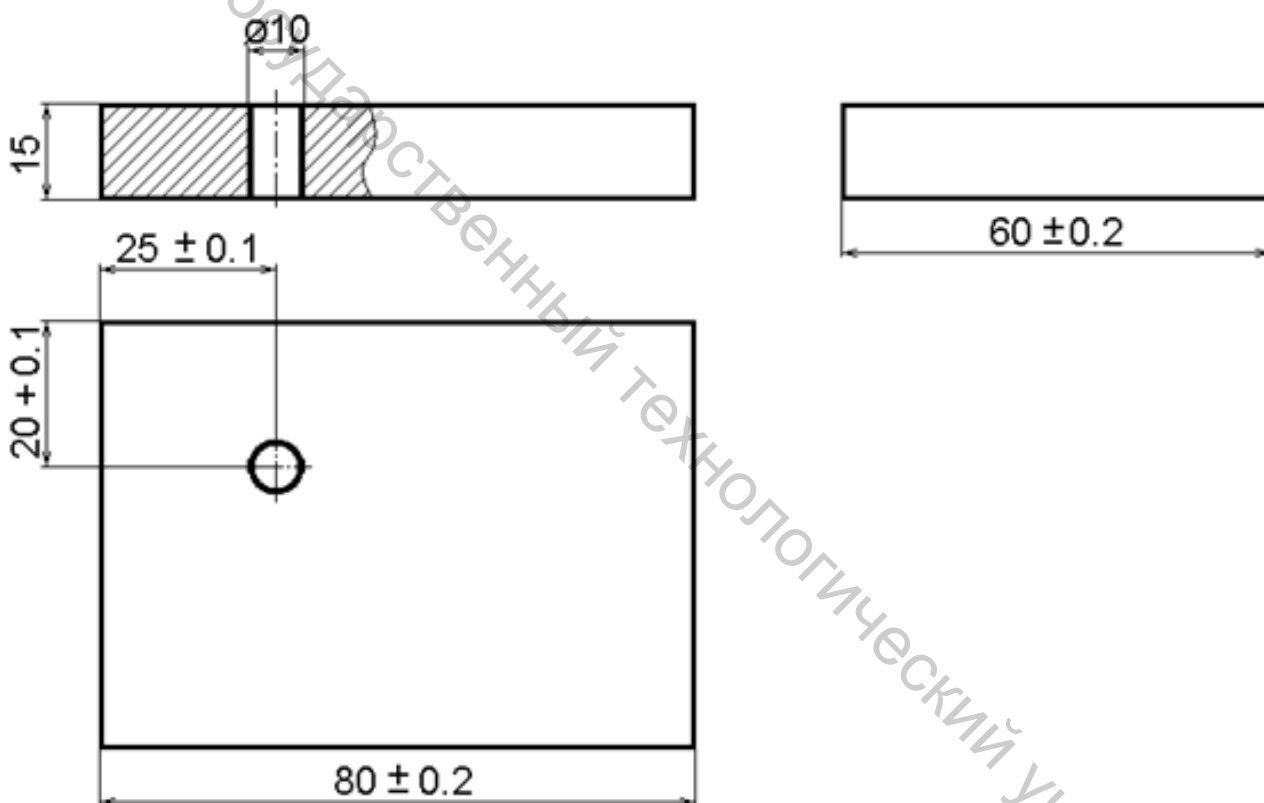


Рисунок 1 — Чертеж обрабатываемой детали

3.1 Исходные данные

3.1.1 Формулирование служебного назначения приспособления

Формулировка служебного назначения приспособления должна включать следующие данные: для какой операции проектируется приспособление; число объектов, устанавливаемых в приспособление; габаритные размеры объекта; достигаемая точность обрабатываемой поверхности; комплект баз, по которым

базируется объект; технологические размеры, выполняемые при обработке; условия, в которых приспособление эксплуатируется, и, в первую очередь особые условия: наличие высоких или низких температур, агрессивной среды и т.п.

1. У пластины (рисунок 1) предварительно обработаны все плоские поверхности.

2. Обработка отверстия осуществляется на агрегатном станке с вертикальным расположением шпинделя, спиральным сверлом 10 мм. Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5. Режимы резания: $t = 5$ мм, $S = 0,19$ мм/об, $v = 27,5$ м/мин.

Для условий массового производства проектируем неразборное специальное приспособление.

3.2 Разработка компоновки приспособления

3.2.1 Разработка принципиальной схемы приспособления

Обоснование схемы базирования:

а) в качестве технологических баз целесообразно использовать поверхности 1, 3 и 5 (рисунок 2), обеспечивающие перпендикулярность оси обрабатываемого отверстия поверхности 1 и отсутствие погрешности при выполнении линейных размеров, заданных от поверхностей 3, 5.

б) установочная база, в данном случае – поверхность 1, лишает деталь трех степеней свободы, а именно – перемещения относительно оси OZ и поворотов вокруг осей OX и OY. Направляющая база (поверхность 3) лишает деталь двух степеней свободы – перемещения относительно оси OY и поворота вокруг оси OZ; и опорная база лишает деталь одной степени свободы – перемещения относительно оси OX;

в) для реализации установочной базы используем две пластины опорные, направляющей базы – две опоры постоянные с плоской рабочей поверхностью и опорной базы – одну опору постоянную с плоской рабочей поверхностью;

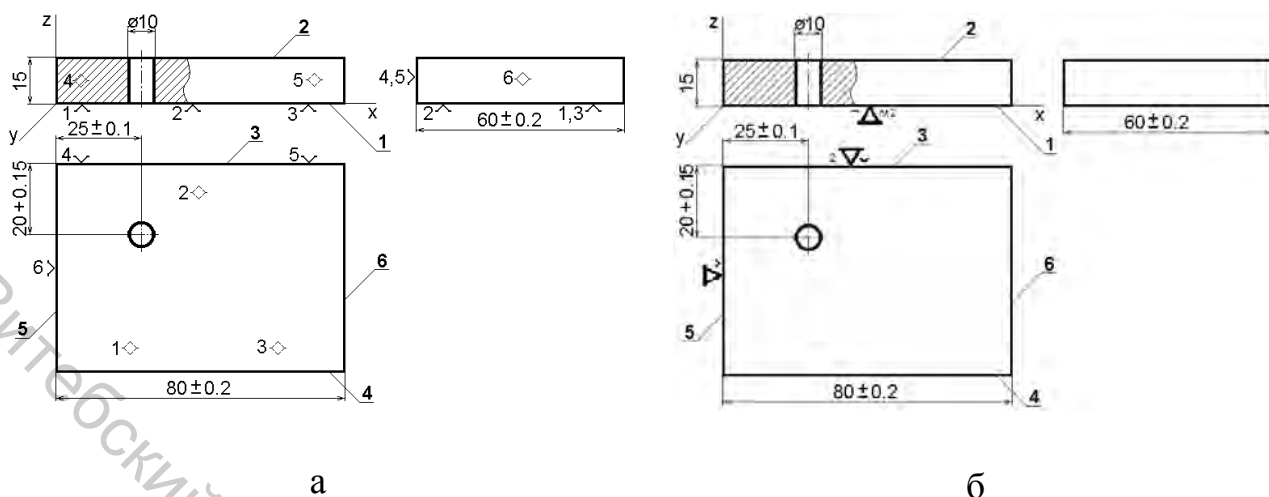


Рисунок 2 — Разработка схемы базирования (а) и схемы установки (б)

г) погрешности схемы установки для размеров $25 \pm 0,1$ и $20 + 0,15$, определяющих положение оси отверстия в пластине, равны нулю, т. к. измерительные базы в обоих случаях совпадают с технологическими базами;

д) вследствие отсутствия погрешностей схемы установки, принятые схему базирования и установочные элементы, обеспечивающие ее реализацию, следует считать обоснованными.

3.3 Силовой расчет

3.3.1 Определение потребной силы закрепления

а) на рисунке 3 показана схема внешних сил, действующих на деталь в процессе обработки отверстия в пластине. Из рисунка видно, что возмущающее действие на деталь оказывает крутящий момент (момент резания) при сверлении. Для заданных условий обработки его величина составляет порядка 10 Нм;

б) место приложения и направления действия силы закрепления выбираем из условия обеспечения надежного контакта базовых поверхностей детали с установочными элементами, как показано на схеме рисунке 3;

в) за начало системы координат принимаем ось обрабатываемого отверстия, относительно которой происходит действие всех моментов сил, действующих на деталь в процессе обработки отверстия.

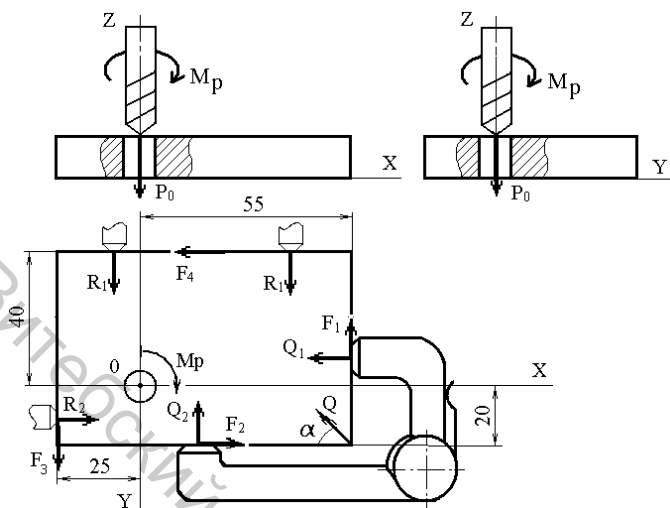


Рисунок 3 — Схема для расчета
силы закрепления

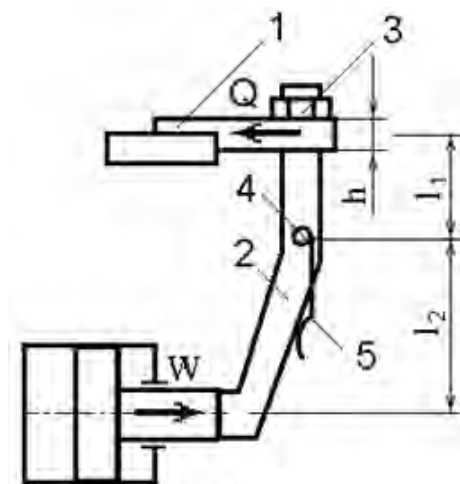


Рисунок 4 — Компонетка 3У

Тогда, рассматривая равновесие детали относительно оси OZ , будем иметь:

$$\sum M_{Oz} = 0; M_p - 55F_1 - 20F_2 - 25F_3 - 40F_4 = 0. \quad (2)$$

Моменты сил Q_1 и R_1 , а также Q_2 и R_2 взаимно уравновешиваются, поэтому в уравнении (2) не указаны. После подстановки в уравнение (2) значений F_1, F_2, F_3, F_4 :

$$F_1 = -F_3 = Q_1 f; F_2 = -F_4 = Q_2 f; Q_1 = Q \cos \alpha; Q_2 = Q \sin \alpha,$$

и проведения преобразований, получим

$$Q = \frac{1000M_p}{f(80 \cos \alpha + 60 \sin \alpha)} K, \quad (3)$$

где f — коэффициент трения в местах контакта рабочих поверхностей прихвата с поверхностями детали, для обработанных стальных поверхностей принимаем $f = 0,15$ [7];

α — угол отклонения силы закрепления от горизонтали определяется соотношением плеч рычага, размеры которых кратны длине и ширине пластины, тогда $\alpha = 37^\circ$;

K – коэффициент запаса, учитывающий динамику процесса резания. В рассмотренном примере упрощенно для сверления принимается $K = 2,5$ [7].

Подставляя численные значения в уравнение (3), получим

$$Q = \frac{10 \cdot 1000 \cdot 2,5}{0,15 \cdot (0,8 \cdot 80 + 0,6 \cdot 60)} = 1000 \text{ Н};$$

г) с учетом требований, предъявляемых к механизмам закрепления и их приводам, целесообразно применить компоновку зажимного устройства, представленную на рисунке 4.

При такой конструкции компоновки необходимо:

- выполнить установку и крепление прихвата 1 на рычаге 2 шарнирно, что обеспечивает контакт рабочих поверхностей обоих плеч прихвата с деталью;
- обеспечить расположение прихвата в верхней половине заготовки, а его ширина должна быть больше высоты, что позволит повысить жесткость прихвата и уменьшить длину хода штока привода при раскреплении детали;
- предусмотреть возможность контакта длинного плеча прихвата (на котором меньшая составляющая силы зажима) с заготовкой раньше, чем короткого, что обеспечит во всех случаях надежный контакт базовых поверхностей детали с установочными элементами.

3.3.2 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В проектируемом приспособлении предпочтительнее пневмопривод, вследствие малой величины требуемой силы зажима, доступности внешнего источника энергии и быстродействия привода (рисунок 4). Связь рабочего органа (штока) привода с прихватом 1 целесообразно осуществить посредством рычага 2. Прихват зафиксирован на рычаге гайкой 3. Возврат рычага в исходное положение производится при помощи плоской пружины 5;

д) для определения силы на штоке пневмопривода необходимо выбрать соотношение плеч рычага. При этом должно соблюдаться условие $l_1 / l_2 > 1$, что

позволит использовать рычаг как механизм-усилитель.

Исходя из условия равновесия системы имеем следующее уравнение:

$$Ql_1 = Wl_2, \quad (4)$$

откуда

$$W = Q \frac{l_1}{l_2}.$$

В реальном механизме необходимо учитывать потери на трение в шарнире 3 и оси прихвата 4 (рисунок 4). Тогда:

$$W = Q \frac{l_1}{l_2} k_1 k_2 \quad (5)$$

где l_1 / l_2 – соотношение плеч рычага, принимаем $l_1 / l_2 = 1 / 1,5$;

k_1, k_2 – потери на трение, $k_1 = k_2 = 1,05$ [7].

Подставив численные значения в уравнение (5), получим

$$W = 1000 \frac{1}{1,5} 1,05 \cdot 1,05 = 741 \text{ Н.}$$

Диаметр пневмоцилиндра (D) определяем из зависимости

$$W = \frac{\pi D^2}{4} P \eta - N, \quad (6)$$

откуда

$$D = \sqrt{\frac{4(W + N)}{\pi P \eta}}, \quad (7)$$

где N – сила, затрачиваемая на деформацию пружины, обеспечивающей возврат поршня в исходное положение, принимается $N = 0,2W = 150 \text{ Н}$;

P – рабочее давление воздуха в системе, $P = 0,4 \text{ МПа}$;

η – КПД пневмоцилиндра, $\eta = 0,8 \dots 0,9$, принимаем $\eta = 0,8$.

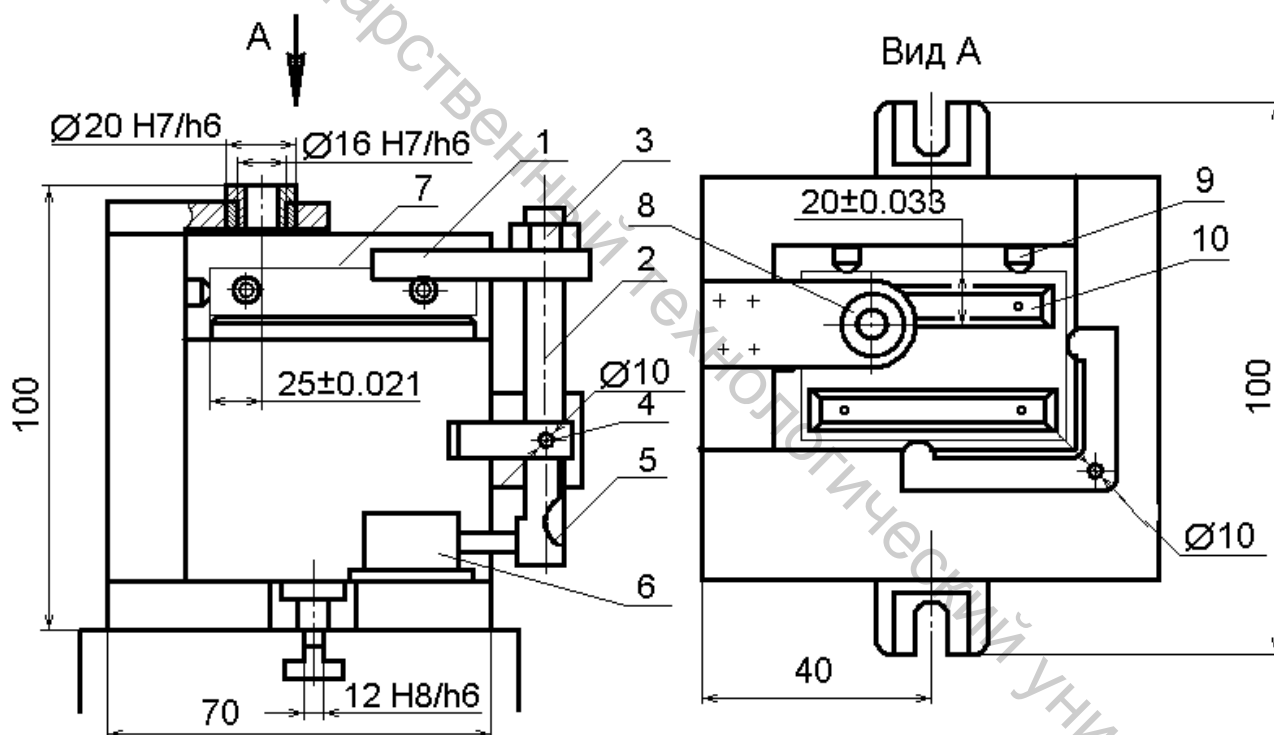
Подставив численные значения в уравнение (7), получим

$$D = \sqrt{\frac{4(741+150)}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,8}} = 59,6 \text{ мм.}$$

е) на основании проведенных расчетов и принятой компоновки выбираем пневмоцилиндр $\varnothing 63$ мм [6].

3. Для направления инструмента при сверлении отверстия и исключения разметки целесообразно использовать кондуктор. Это может быть кондукторная планка, в которой запрессована постоянная кондукторная втулка, а в ней устанавливается сменная втулка 8 (рисунок 5).

4. На рисунке 5 приведен эскиз специального приспособления для сверления отверстия в пластине.



1 – прихват; 2 – рычаг; 3 – гайка; 4 – шарнир прихвата; 5 – плоская пружина; 6 – пневмоцилиндр; 7 – заготовка; 8 – кондукторная втулка; 9 – опоры точечные неподвижные с плоской поверхностью; 10 – пластины опорные

Рисунок 5 – Эскиз СП

5. Для транспортирования приспособления на корпусе установлены рым-болты, а для ориентации его на столе станка используются призматические шпонки.

3.4 Расчет приспособления на точность

В расчетах точности приспособления необходимо получить допуски на размеры, определяющие положение оси кондукторной втулки относительно рабочих поверхностей точечных опор, контактируемых с базовыми поверхностями детали. В нашем случае это допуски на размеры 25 и 20мм. Допустимая погрешность приспособления для указанных размеров может быть получена из уравнения

$$[\varepsilon]_{\text{пр}} = \sqrt{(\delta - k\Delta_{\text{эк}})^2 - \varepsilon_{\text{cy}}^2 - \varepsilon_3^2} \quad (8)$$

где δ – допуск на размер обрабатываемой поверхности, указанный на чертеже детали, $\delta_{25} = 0,2$; $\delta_{20} = 0,15$;

k – коэффициент, выбираемый в зависимости от качества точности обрабатываемой поверхности, для качества 8, 9 и далее $k_{25} = k_{20} = 0,5$;

$\Delta_{\text{эк}}$ – экономическая точность обработки, равная допуску на размер, получаемый при обработке, $\Delta_{25} = 0,2$; $\Delta_{20} = 0,1$;

ε_{cy} – погрешность базирования, $\varepsilon_{\text{cy}_{25}} = 0$; $\varepsilon_{\text{cy}_{20}} = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_{3_{25}} = 0,07$ мм; $\varepsilon_{3_{20}} = 0,06$ мм [1].

Подставляя численные значения в уравнение (8), получим

$$[\varepsilon]_{\text{пр}_{25}} = \sqrt{(0,2 - 0,5 \cdot 0,2)^2 - 0^2 - 0,07^2} = 0,072 \text{ мм},$$

$$[\varepsilon]_{\text{пр}_{20}} = \sqrt{(0,15 - 0,5 \cdot 0,15)^2 - 0^2 - 0,06^2} = 0,045 \text{ мм}.$$

Допуски на размеры, определяющие положение оси кондукторной втулки относительно опор, т.е. на сборку приспособления, определяем согласно уравнению

$$\delta_{\text{сб}} = [\varepsilon]_{\text{пр}} + \Delta_{\text{см}} + \Delta_{\text{у.п}}, \quad (9)$$

где $[\varepsilon]_{\text{пр}}$ – допустимая погрешность приспособления, $[\varepsilon]_{25} = 0,072$ мм,

$[\varepsilon]_{20} = 0,045$ мм;

$\Delta_{см}$ – погрешность, обусловленная смещением оси сверла в направляющей кондукторной втулки, это половина максимального зазора между сверлом и рабочей поверхностью втулки, для посадки $\varnothing 10H7/h6$ зазор будет 0,029 мм, а $\Delta_{25} = \Delta_{20} = 0,015$ мм;

$\Delta_{у.п}$ – погрешность установки приспособления на столе станка при ориентации корпуса приспособления на столе призматическими шпонками

$$\Delta_{у.п} = \frac{Zl_d}{L}, \quad (10)$$

где Z – зазор между шпонкой и пазом, определяемый посадкой;

l_d – длина детали в направлении выполняемого размера;

L – расстояние между шпонками.

Тогда для размера 25 мм при посадке шпонки $12H8/h6$ величина

$$Z = 0,054\text{мм}, l_d = 80\text{мм}, L = 120\text{мм}, \Delta_{25} = \frac{0,054 \cdot 80}{120} = 0,036 \text{ мм}.$$

Для размера 20мм при установке приспособления по жесткому упору $\Delta_{20} = 0$. Подставляя численные значения в уравнение (9), получим

$$\delta_{сб_{25}} = 0,072 - 0,015 - 0,032 = 0,025\text{мм},$$

$$\delta_{сб_{20}} = 0,045 - 0,015 - 0 = 0,030\text{мм}.$$

Таким образом, получим $25 \pm 0,012$ и $20 \pm 0,015$.

Имея допуски на сборку, целесообразно составить размерные цепи и считать допуски составляющих звеньев.

7. Наиболее слабым звеном в конструкции приспособления является ось рычага. Поэтому целесообразно выполнить (самостоятельно) проверочный прочностной расчет оси на срез по методике допустимых напряжений.

4 СПИСОК ВОПРОСОВ К ЗАЩИТЕ

1. Что такое приспособление? Какие бывают приспособления?
2. Что такое схема установки?
3. Перечислите исходные данные для проектирования приспособления?
4. Что содержит принципиальная схема приспособления?
5. Дайте определение базы. Что такое теоретическая схема базирования?
6. Дайте определение комплекта баз.
7. Как базируют цилиндрические заготовки?
8. Что понимают под скрытой и явной базой? Приведите примеры.
9. Приведите возможную схему установки заготовки по плоскости и отверстиям.
10. В каких случаях производится установка заготовки в длинную призму?
11. В каких случаях производится установка приспособления в короткую призму?
12. В каких случаях производится установка заготовки в разжимную оправку?
13. В каких случаях для установки заготовки используется неразжимная оправка?
14. В каких случаях производится установка заготовки в жестком центре?
15. В каких случаях для установки заготовки используется плавающий центр?
16. Каково назначение основных и дополнительных опор в приспособлениях?
17. Перечислите виды установочных элементов при установке заготовки по плоскости.
18. Перечислите виды установочных элементов для установки заготовок по отверстиям.
19. Выполните эскизы и условные обозначения опоры с плоской, сферической, или насеченной головкой. Когда применяются каждый из этих типов опор?

20. Как устанавливаются опоры в приспособлении?
21. Какие виды пластин вы знаете? Нарисуйте эскиз и условное обозначение пластины.
22. Как устанавливаются пластины в приспособлении?
23. Когда применяют самоустанавливающиеся опоры?
24. Какие виды установочных пальцев вы знаете? Приведите эскиз и условное обозначение.
25. Когда применяют срезанный установочный палец?
26. Что такое оправки и когда их применяют?
27. Какие виды призм применяются в станочных приспособлениях?
28. В каких случаях применяют вспомогательные установочные элементы?
29. Назовите методы установки приспособления на станок. Приведите эскиз.
30. Привести методику расчёта режимов резания.
31. Сформулируйте цель силового расчёта приспособления?
32. Как определяется сила закрепления заготовки?
33. В каких случаях необходимость в закреплении заготовки в приспособлении отсутствует?
34. Назовите исходные данные для силового расчёта.
35. Как определяется коэффициент запаса при силовом расчёте приспособления?
36. Какое минимальное значение коэффициента запаса установлено ГОСТ в соответствии с требованиями надёжности закрепления заготовки в приспособлении?
37. Что изображается на силовой схеме приспособления?
38. Определение погрешности приспособления: методика расчёта и расчётные факторы.
39. Что такое погрешность закрепления заготовки?
40. Как определяется погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления?
41. От чего зависит погрешность установки заготовки в приспособлении?

42. Как определяется погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента?
43. От чего зависит погрешность обработки, вызванная тепловыми деформациями технологической системы?
44. Как определяется погрешность от геометрических неточностей станка?
45. От чего зависит погрешность установки приспособления на станок?
46. Как на точность приспособления влияет погрешность формы обработанной поверхности?
47. Какие требования предъявляются к корпусу приспособления?
48. Какие типы корпусов применяются в приспособлениях?
49. Для чего применяются кондукторные втулки? Какие типы существуют?
50. Зачем в приспособлениях используются установочные элементы? Какие типы бывают?
51. Что относится к вспомогательным элементам приспособления?
52. Для чего применяются выталкиватели? Изобразите схему выталкивателя.
53. В каких случаях выполняется расчет приспособления на прочность? Какие различают виды расчета приспособления на прочность?
54. Какие элементы обязательно должен содержать сборочный чертеж приспособления?
55. Что представляет порядок разработки сборочного чертежа приспособления?
56. Какие дополнительные требования могут быть указаны на сборочном чертеже приспособления?
57. Какие размеры указываются на сборочном чертеже приспособления?
58. На какие детали не требуется выполнять детализацию при проектировании приспособления?
59. Какие сведения рекомендуется отражать в технических требованиях на сборочном чертеже станочного?
60. Что допускается не показывать на сборочном чертеже приспособления?

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишкин, В. П. Основы проектирования станочных приспособлений. Теория и задачи : Учебное пособие / В. П. Шишкин, В. В. Закураев. – Под ред. А.Е. Беляева. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с.
2. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки : Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе / Под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд. – Москва : Высш. шк, 1999. – 415 с.
3. Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2013. – 304 с.
4. Беляков, Н. В. Технология машиностроения. Базирование заготовок при механической обработке : методические указания к лабораторным и практическим работам для студентов спец. 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / УО "ВГТУ" ; сост. Н. В. Беляков. – Витебск, 2015. – 93 с.
5. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В. С. Корсаков. – Москва : Машиностроение, 1983. – 277 с.
6. Станочные приспособления: Справочник: В 2 т./ Под ред. В. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т1. – 592 с.
7. Станочные приспособления : Справочник: В 2 т./ Под ред. В. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т2 – 656 с.

Таблица П. 1 – Условия к заданию

Номер варианта	Номер рисунка	Наименование и материал детали	Спроектировать приспособление для выполнения операции
1	2	3	4
1	П 1.1	Кронштейн, сталь 40Х	фрезерования плоскости в размер 65
2	П 1.1		сверления двух отверстий Ø 30
3	П 1.1		обработки отверстия Ø 54
4	П 1.1		сверления отверстия под резьбу М10
5	П 1.1		фрезерования плоскости в размер 60
6	П 1.1		сверления четырех отв. Ø 9
7	П 1.2	Вал, сталь 45	сверления отверстия Ø 6,5
8	П 1.2		фрезерования двух лысок в размер 17 _{-0,07}
9	П 1.3	Вал, сталь 45	сверления отверстие Ø 10
10	П 1.3		фрезерования шпоночного паза на Ø 28
11	П 1.3		фрезерования двух пазов на Ø 24
12	П 1.4	Вилка, сталь 45	фрезерования шпоночного паза на Ø 24
13	П 1.4		сверления двух отверстий Ø 6
14	П 1.4		фрезерования паза в размер 8
15	П 1.5	Вал, сталь 45	сверления отверстие Ø 8
16	П 1.5		фрезерования шпоночного паза на Ø 30
17	И 1.5		сверления отверстия Ø 6
18	П 1.6	Корпус, СЧ 15	сверления трех отверстий Ø 12
19	П 1.6		сверления отверстия Ø 25
20	П 1.6		фрезерования торца в размер 72
21	П 1.6		сверления отверстия Ø 14
22	П 1.6		фрезерования плоскости в размер 75
23	П 1.6		сверления отверстия под резьбу М14
24	П 1.6		фрезерования плоскости в размер 85
25	П 1.6		сверления отверстие Ø 30
26	П 1.7		Вал, сталь 45
27	П 1.7	сверления трех отверстий под резьбу М6	
28	П 1.7	фрезерования шпоночного паза на Ø 26	
29	П 1.7	сверления отверстие Ø 5	

Продолжение таблицы П. 1

1	2	3	4
30	П 1.8	Муфта, Сталь Ст 3	сверления отверстия Ø 6
31	П 1.8		сверления трех отверстий под резьбу М8
32	П 1.8		фрезерования плоскости в размер 12 _{-0,043}
33	П 1.8		обработки отверстия Ø 16
34	П 1.8		фрезерования в размер 50 ^{+0,1}
35	П 1.9	Кронштейн, чугун СЧ 20	фрезерования торцов в размер 36
36	П 1.9		сверления отверстия Ø 18
37	П 1.9		сверления двух отверстий Ø 7
38	П 1.9		сверления отверстия иод резьбу М10
39	П 1.9		фрезерования плоскости в размер 20
40	П 1.10	Вал, сталь 45	сверления отверстия Ø 12
41	П 1.10		фрезерования шпоночного паза на Ø 32
42	П 1.10		сверления двух отверстий Ø 8
43	П 1.11	Втулка, сталь 50	сверления осевого отверстия Ø 28
44	П 1.11		фрезерования шпоночного паза на Ø 44 в размер 12 ^{+0,11}
45	П 1.11		сверления двух отверстий Ø 10 Н7
46	П 1.11		фрезерования лысок в размер 40 _{-0,1}
47	П 1.11		сверления трех отверстий под резьбу М10
48	П 1.11		фрезерования лысок в размер 50 _{-0,1}
49	П 1.11		сверления отверстия иод резьбу М24 × 1,5
50	П 1.12	Фланец, сталь 35П	сверления отв. Ø 12
51	П 1.12		фрезерования плоскости в размер 45
52	П 1.12		сверления четырех отв. Ø 9
53	П 1.13	Корпус, сталь 45	сверления осевого отверстия Ø 4
54	П 1.13		сверления отверстия под резьбу М6
55	П 1.13		фрезерования пластика в размер 30
56	П 1.13		сверления отверстия под резьбу М12
57	П 1.13		фрезерования торцов в размер 160 _{-0,1}
58	П 1.14	Золотник, сталь 40	сверления отверстия Ø 3
59	П 1.14		фрезерования шпоночного паза 44 ^{+0,01}
60	П 1.14		сверления отверстия Ø 3

Продолжение приложения 1

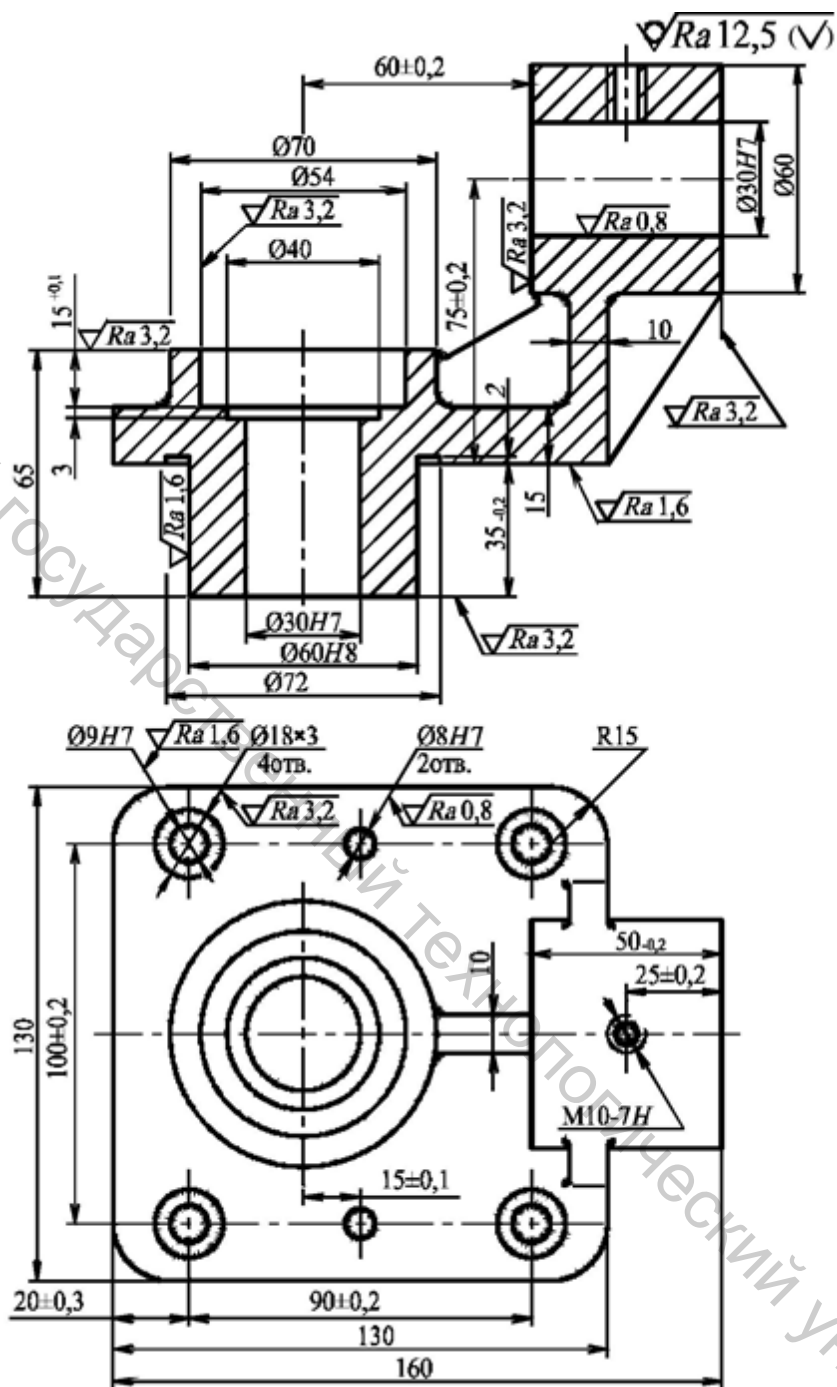


Рис. П.1.1. Кронштейн

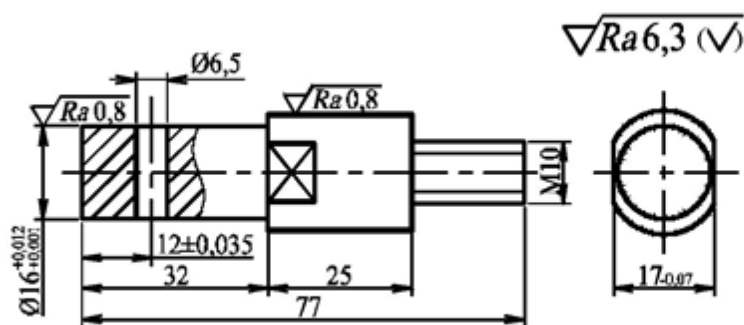


Рис. П.1.2. Вал

Продолжение приложения 1

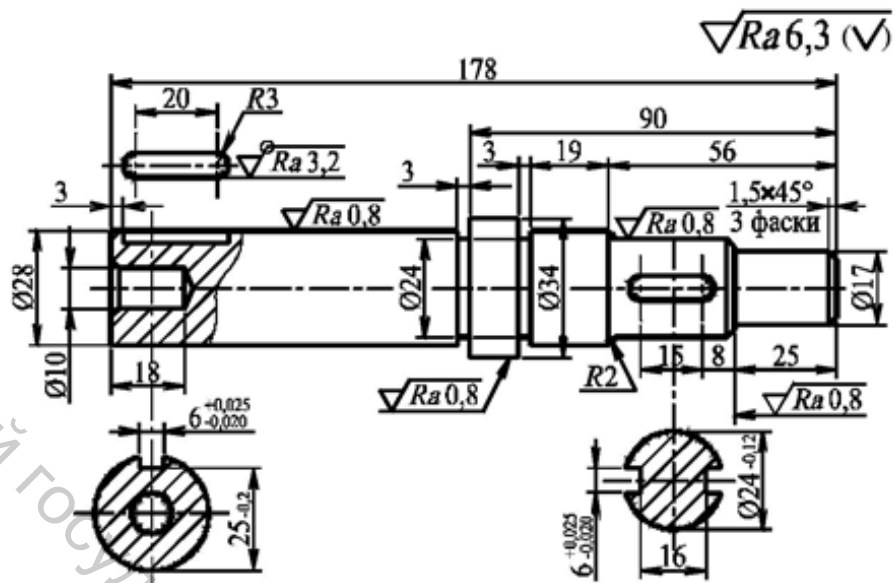


Рис. П.1.3. Вал

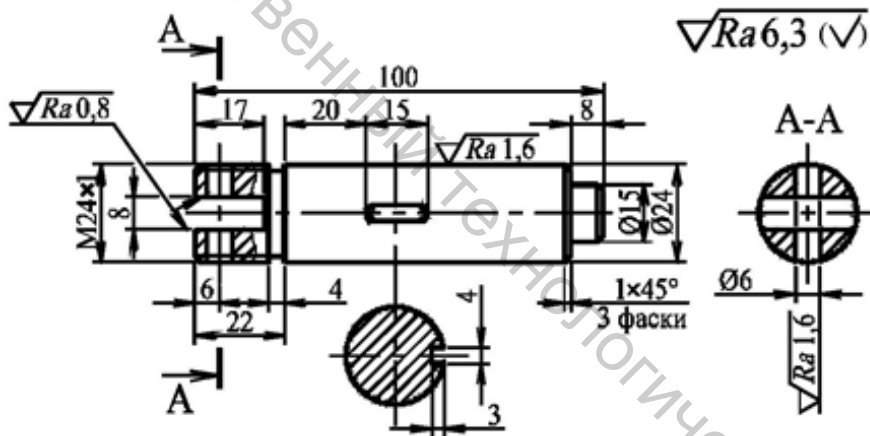


Рис. П.1.4. Вилка

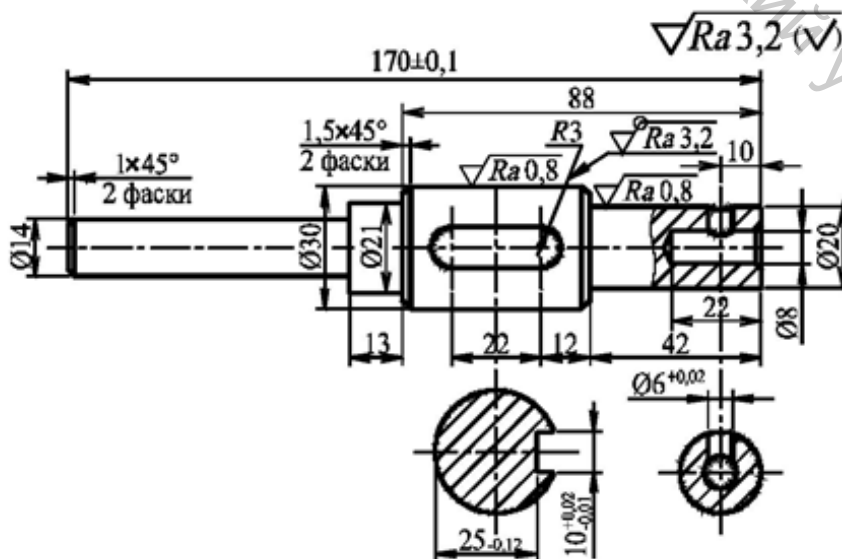


Рис. П.1.5. Вал

Продолжение приложения 1

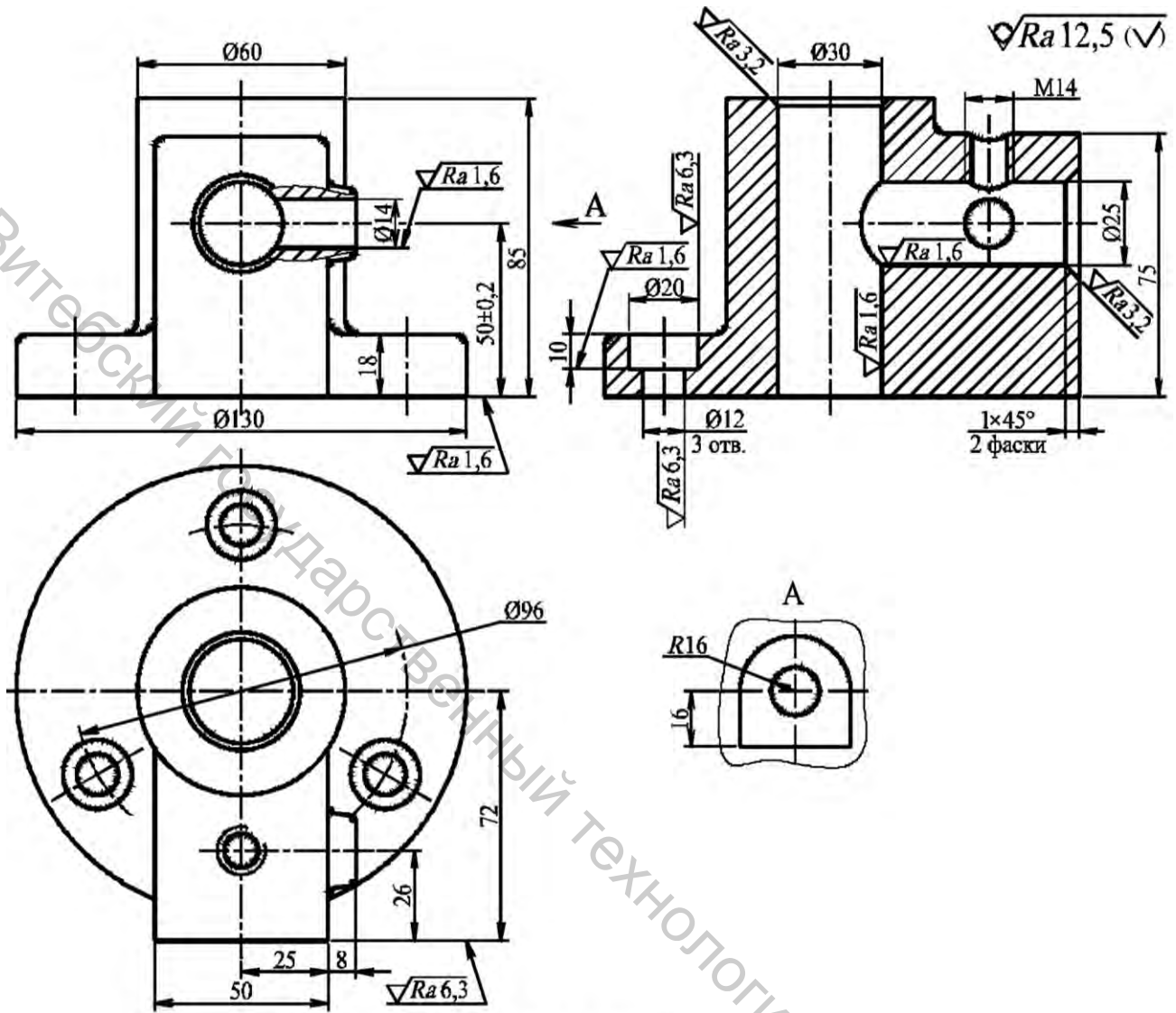


Рис. П.1.6. Корпус

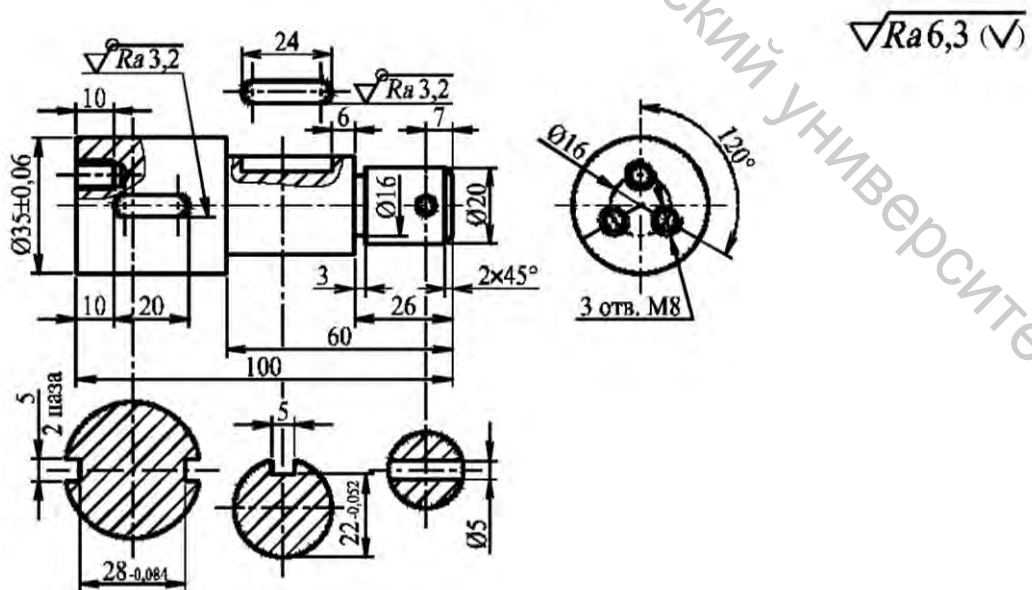


Рис. П.1.7. Вал

Продолжение приложения 1

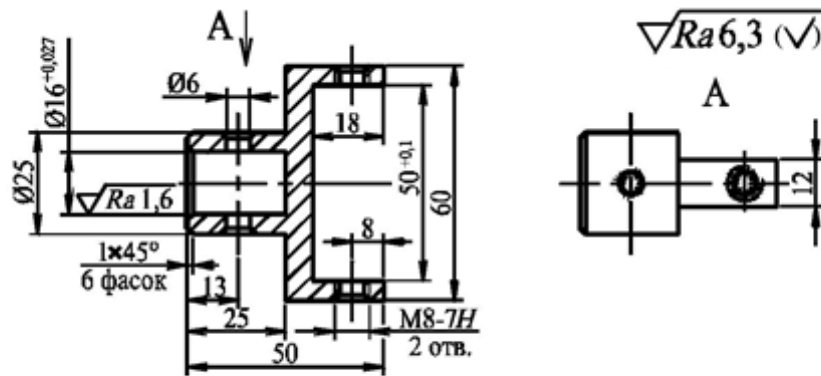


Рис. П.1.8. Муфта

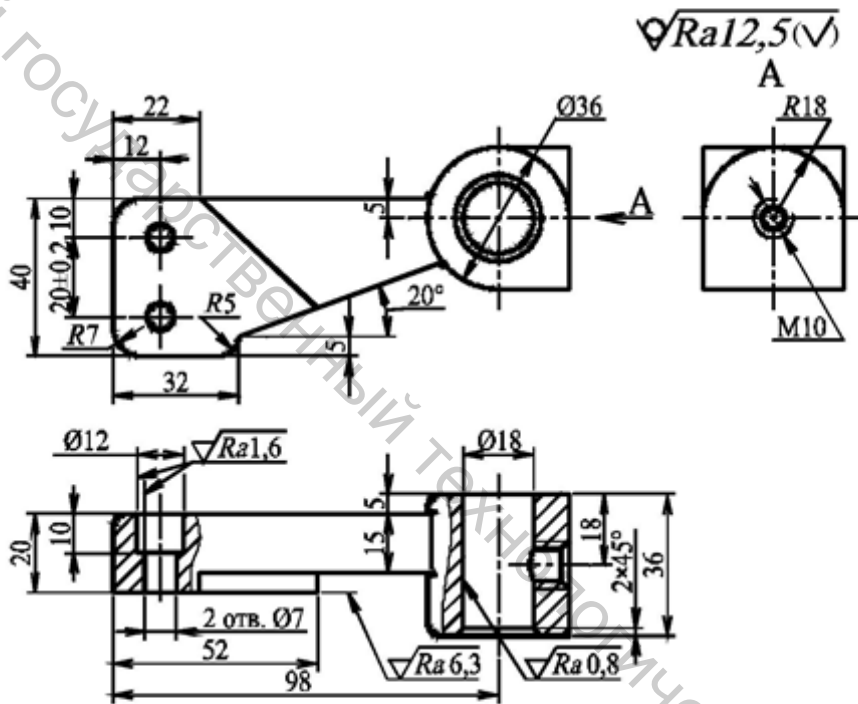


Рис. П.1.9. Кронштейн

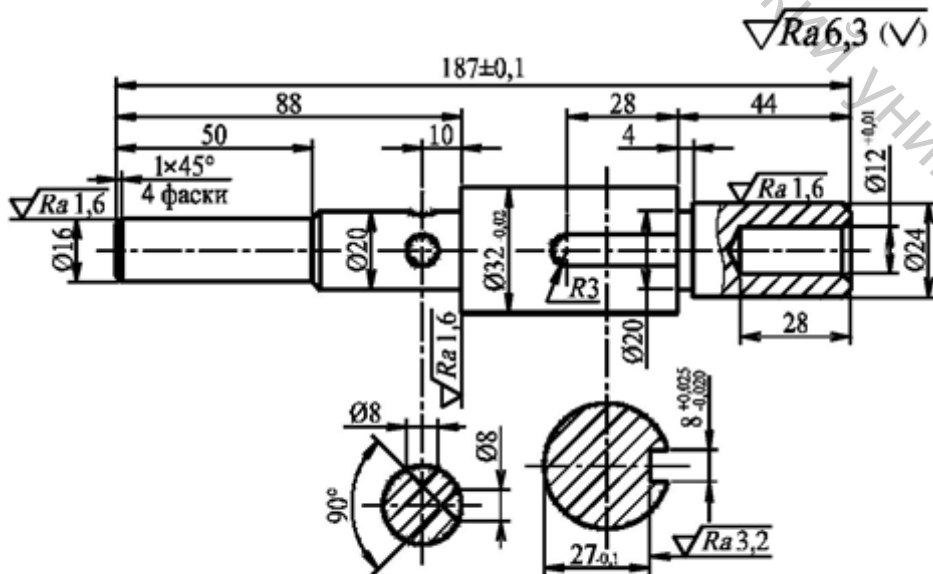


Рис. П.1.10. Вал

Продолжение приложения 1

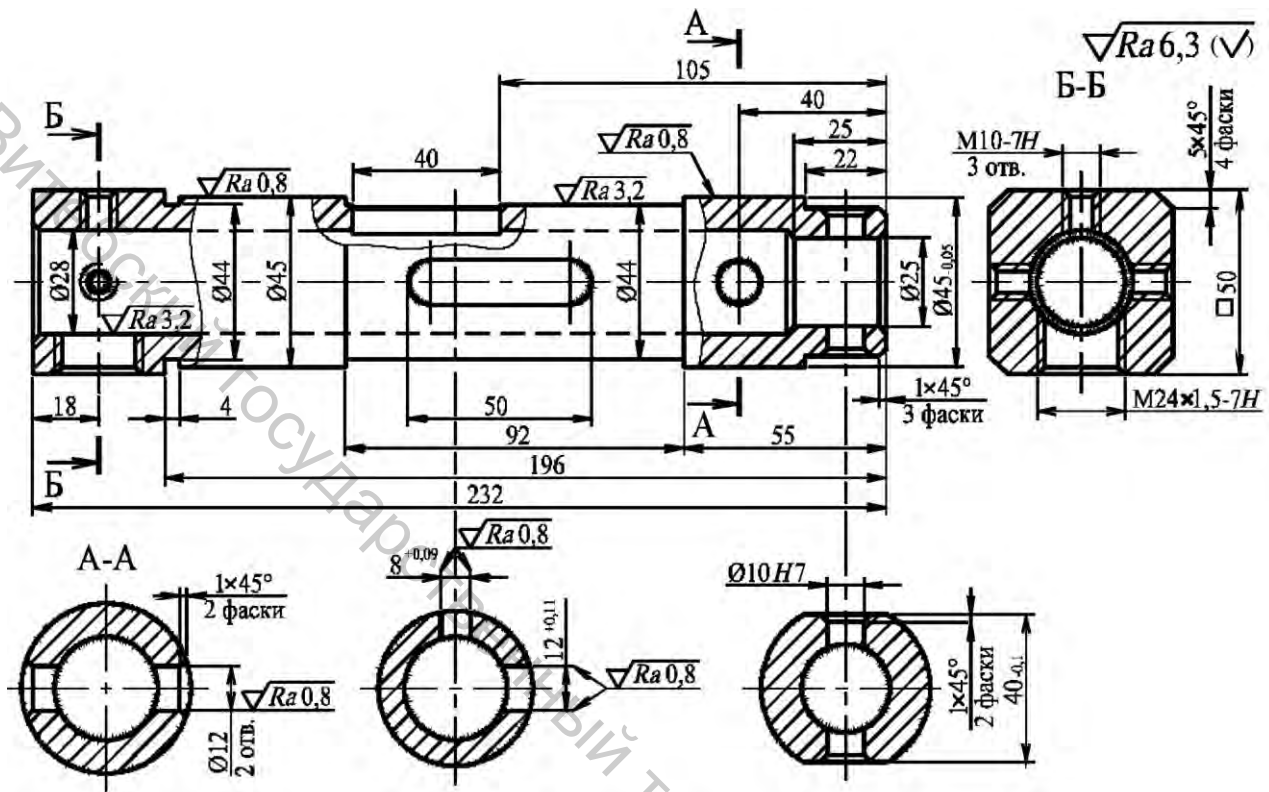


Рис. П.1.11. Втулка

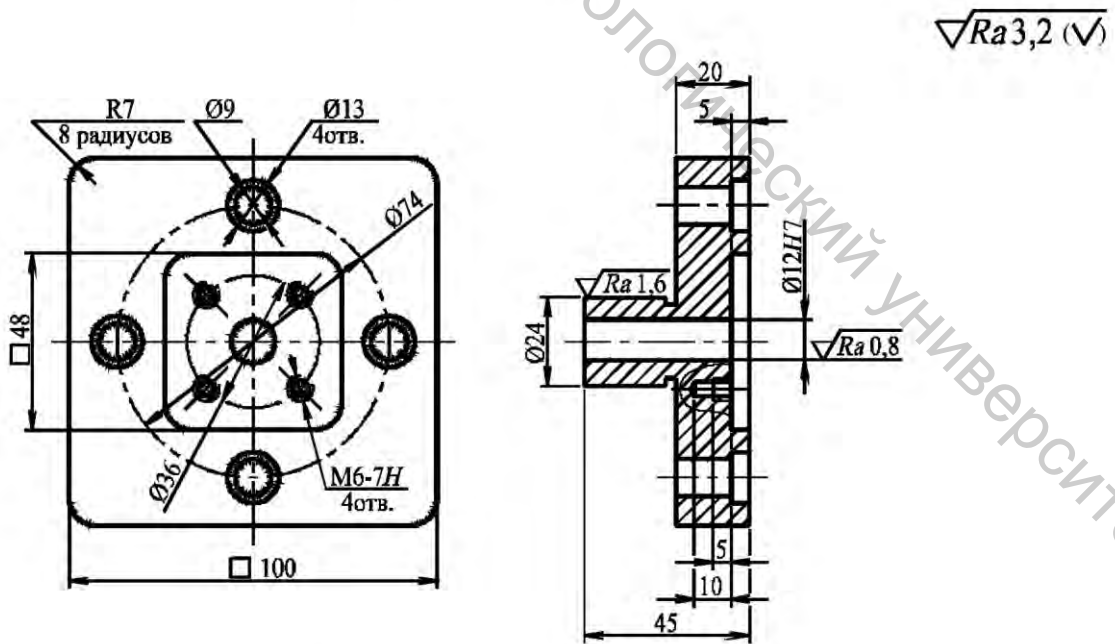


Рис. П.1.12. Фланец

Продолжение приложения 1

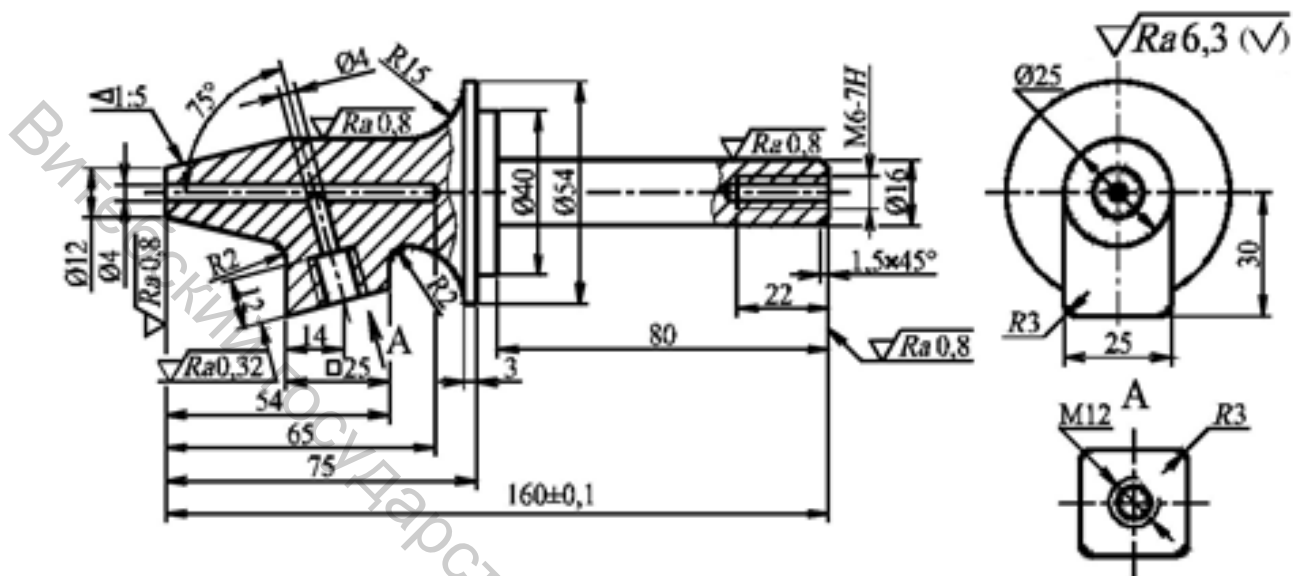


Рис. П.1.13. Корпус

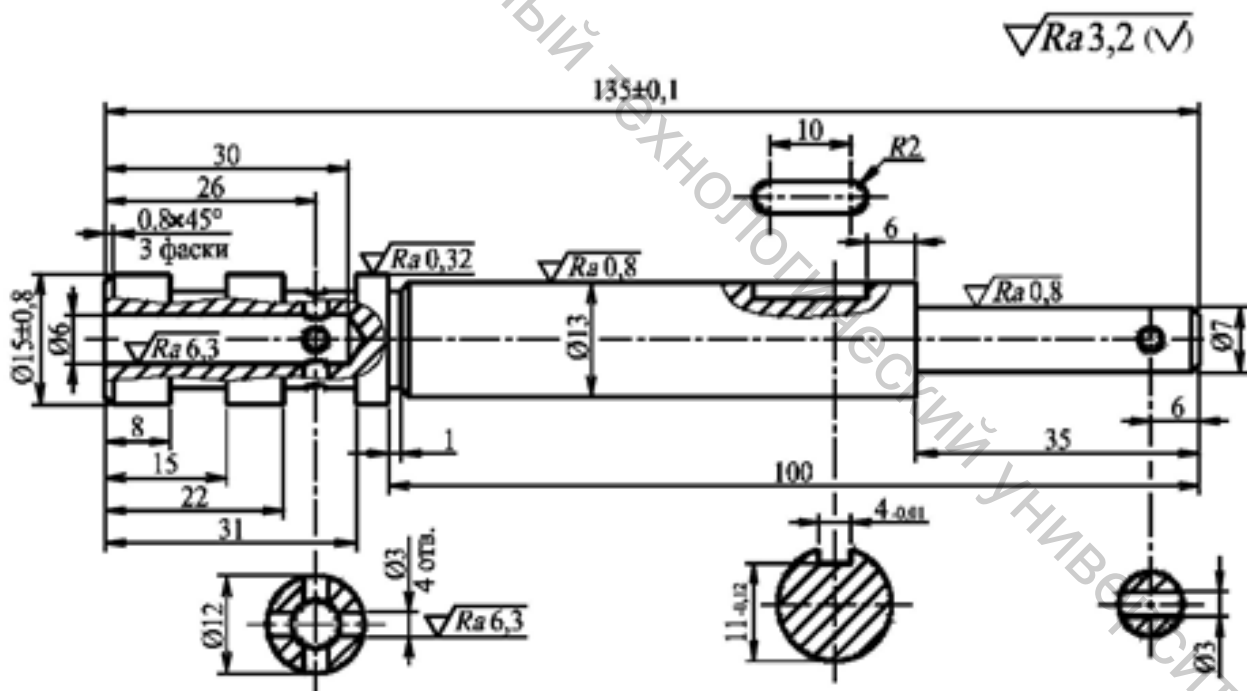


Рис. П.1.14. Золотник

Физико-механические свойства конструкционных сталей

Физико-механические свойства распространенных конструкционных сталей и чугунов представлены в таблице П 2.1.

Таблица П 2.1 Физико-механические свойства материалов

Марка материала	Модуль упругости E , МПа	Коэффициент Пуассона μ	Плотность ρ , кг/м ³	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Применение
<i>Углеродистые качественные конструкционные стали</i>						
Сталь 10	206000	0,46	7856	420	260	втулки, шпильки, шайбы, винты, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости; детали, работающие при температуре до 450 град. С.
Сталь 20	212000	0,4	7859	420	250	панели, основания, плиты, кронштейны, угольники, ребра жесткости, а также детали после цементации и термообработки, работающие на трение, для изготовления деталей, обрабатываемых резанием, сваркой.
Сталь 30	200000	0,42	7850	500	300	тяги, серыги, траверсы, рычаги, валы, звездочки, шпиндели, шпиндры прессов, соединительные муфты и др. детали невысокой прочности.
Сталь 40	212000	0,42	7850	580	340	каленчатые валы, шатуны, маховики - после улучшения; длинные валы, ходовые валки, зубчатые колеса - после поверхностного упрочнения с нагревом ТВЧ
<i>Легированные конструкционные стали</i>						
20X	216000	0,32	7830	650	400	втулки, шестерни, обоймы, пильяки, гитунеры - детали, работающие в условиях износа при трении; детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины.
40X	214000	0,22	7850	980	785	оси, валы, гитунеры, штоки, каленчатые и кулачковые валы, колья, шпиндели, оправки, рейки, кулачки, зубчатые венцы, бобы, полуоси, шпильки и другие детали повышенной прочности. Валы, диски, роторы паровых турбин, трубы.
12X18H9T	195000	0,4	7900	540	195	сварная аппаратура, трубы, детали печной арматуры, теплообменники, муфты, листовые и сортовые детали
20XГСА	216000	0,27	7760	780	635	ходовые винты, оси, валы, червяки и другие детали, работающие в условиях износа и при знакопеременных нагрузках при температурах до 200°С.
<i>Серый чугун</i>						
СЧ20	80000	0,25	7100	300	65	станвины, корпуса, кронштейны, опоры, плиты, крышки, траверсы, колосники

Продолжение таблицы П 2.1

СЧ35	80000	0,25	7400	300	65	станины, корпуса, кронштейны, опоры, плиты, крышки, траверсы, копосники
<i>Ковкий чугун</i>						
КЧВ0-6	80000	0,3	7000	294	190	основным преимуществом является однородность свойств по сечению, практическом отсутствии напряжений. Применяется преимущественно для отливок с толщиной стенки 3-50мм, что связано со стремлением обеспечить безусловное получение структуры БЧ при литье и однородность строения и свойств во всех сечениях отливки.

Приложение 3

Техническая характеристика металлорежущих станков

Краткая техническая характеристика металлорежущих станков фрезерной и сверлильной групп представлены в таблице П 3.1.

Таблица П 3.1 Техническая характеристика станков

Модель станка	Габаритные размеры стола: Ш×Д, мм	Максимальные габаритные размеры заготовки: Ш×Д×В, мм	Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	Тип системы ЧПУ
<i>Вертикально-фрезерные консольные станки</i>				
6Т104	160×630	160×400×320	2,2	—
6Р11	250×1000	200×630×350	5,5	—
6Р11Ф3-1	250×1000	300×630×350	5,5	контурная
6Р12	320×1250	280×800×420	7,5	—
6Р13	400×1600	300×1000×420	11	—
6Р13Ф3-01	400×1600	400×1000×380	7,5	контурная
<i>Вертикально-фрезерные бесконсольные станки с крестовым столом</i>				
6520Ф3	250×630	250×500×450	4	контурная
6540	400×1000	400×800×530	7,5	—
6550Ф3	500×1000	500×800×630	8	контурная
<i>Горизонтально-фрезерные консольные станки</i>				
6Р80	200×800	160×500×320	3	—
6Р81	250×1000	200×630×320	5,5	—
6Р82Г	320×1250	250×800×420	7,5	—
6Р83	400×1600	320×1000×350	11	—
<i>Вертикально-сверлильные станки</i>				
2Н118	320×360	320×360×650	1,5	—
2Н125	400×450	400×450×700	2,2	—
2Н135	450×500	450×500×750	4,0	—
2Р135Ф2-1	400×710	400×710×600	3,7	позиционная

Общие допуски расположения поверхностей по ГОСТ 30893.2

Общий допуск параллельности равен допуску размера между рассматриваемыми элементами. За базу следует принимать наиболее протяженный из двух рассматриваемых элементов. Если два элемента имеют одинаковую длину, то в качестве базы может быть принят любой из них.

Общие допуски перпендикулярности должны соответствовать значениям, приведенным в таблице П 4.1.

Таблица П 4.1 Общие допуски перпендикулярности \perp (по ГОСТ 30893.2)

Размеры в миллиметрах

Класс точности	Общие допуски перпендикулярности \perp для интервалов номинальных длин более короткой стороны угла			
	до 100	св. 100 до 300	св. 300 до 1000	св. 1000 до 3000
H (точный)	0,2	0,3	0,4	0,5
K (средний)	0,4	0,6	0,8	1,0
L (грубый)	0,6	1,0	1,5	2,0

Примечание: За базу следует принимать наиболее протяженный из двух рассматриваемых элементов. Если стороны угла имеют одинаковую номинальную длину, то в качестве базы может быть принята любая из них.

Общие допуски симметричности, пересечения осей, радиального и торцевого биения, соосности должны соответствовать значениям, приведенным в таблице П 4.2.

Таблица П 4.2 Общие допуски симметричности \equiv , пересечения осей \times , радиального и торцевого биения \nearrow , соосности \odot (по ГОСТ 30893.2)

Размеры в миллиметрах

Класс точности	Общие допуски симметричности \equiv и пересечения осей \times для интервалов номинальных длин более короткой стороны угла* (допуски указаны в диаметральном выражении)				Общие допуски биения \nearrow и соосности \odot **
	до 100	св. 100 до 300	св. 300 до 1000	св. 1000 до 3000	
H (точный)	0,5				0,1
K (средний)	0,6		0,8	1,0	0,2
L (грубый)	0,6	1,0	1,5	2,0	0,3

Примечание: * - За базу следует принимать элемент с большей длиной. Если рассматриваемые элементы имеют одинаковую длину, то в качестве базы может быть принят любой из них;

** - За базу следует принимать подшипниковые (опорные) поверхности, если они могут быть однозначно определены из чертежа, например, заданные как базы для указанных допусков биения. В других случаях за базу для общего допуска радиального биения следует принимать более длинный из двух соосных элементов. Если элементы имеют одинаковую номинальную длину, то в качестве базы может быть принят любой из них.

На рисунке П 4.1 показаны общие допуски размеров и расположения поверхностей по ГОСТ 30893.2 – mH (m – обозначение общих допусков размеров по классу точности «средний» по ГОСТ 30893.1, H – обозначение класса точности общих допусков формы и расположения по ГОСТ 30893.2).

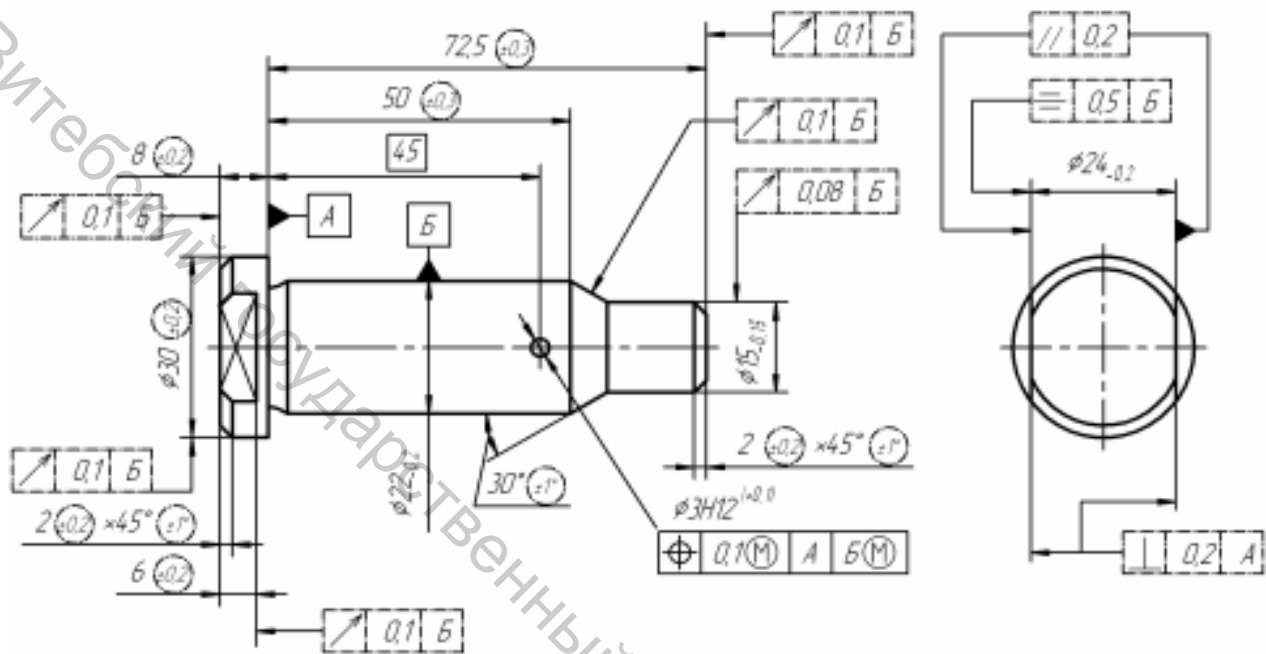


Рисунок П 4.1 Интерпретация общих допусков размеров и расположения поверхностей

Примечание: допуски, заключенные в окружности или прямоугольные рамки (изображенные штрихпунктирными линиями с двумя штрихами), являются общими. Эти допуски должны автоматически достигаться при механической обработки в производстве, обычная точность которого равна или выше, чем по ГОСТ 30893.2 – mH; такие допуски, как правило, не требуют контроля.

Расчет силы резания при фрезеровании

Основные виды фрезерования показаны на рисунке П 5.1.

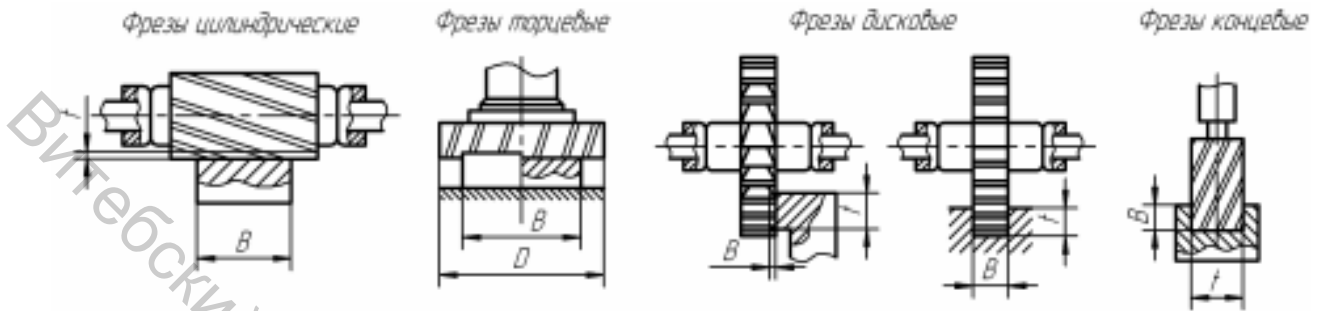


Рисунок П 5.1 Основные виды фрезерования: D – диаметр фрезы; B – ширина фрезерования; t – глубина фрезерования

Схема составляющих силы резания: окружной P_z , горизонтальной (сила подачи) P_h , вертикальной P_v , радиальной P_y , осевой P_x для фрезерования цилиндрическими и дисковыми фрезами показана на рисунке П 5.2, а для фрезерования торцевыми и концевыми фрезами на рисунке П 5.3.

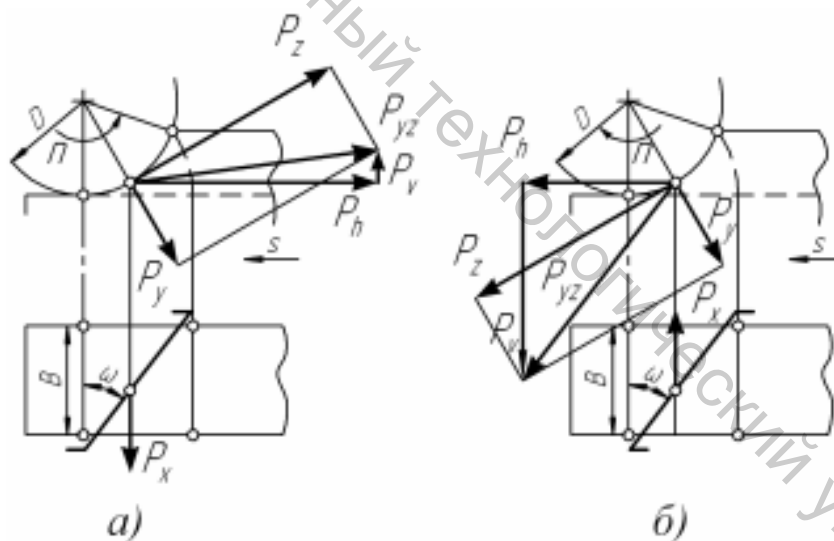


Рисунок П 5.2 Составляющие силы резания при фрезеровании цилиндрическими и дисковыми фрезами: а – при встречном фрезеровании (против подачи); б – попутном (в направлении подачи)

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила. Определяется по следующей формуле, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp},$$

где s_z - подача зуб фрезы, мм/зуб;
 $s_z = s / z$, где s – подача на один оборот, мм/об;
 z - число зубьев фрезы;
 n - частота вращения фрезы, об/мин;
 $C_p, K_{mp}, x, y, u, q, w$ – коэффициенты.

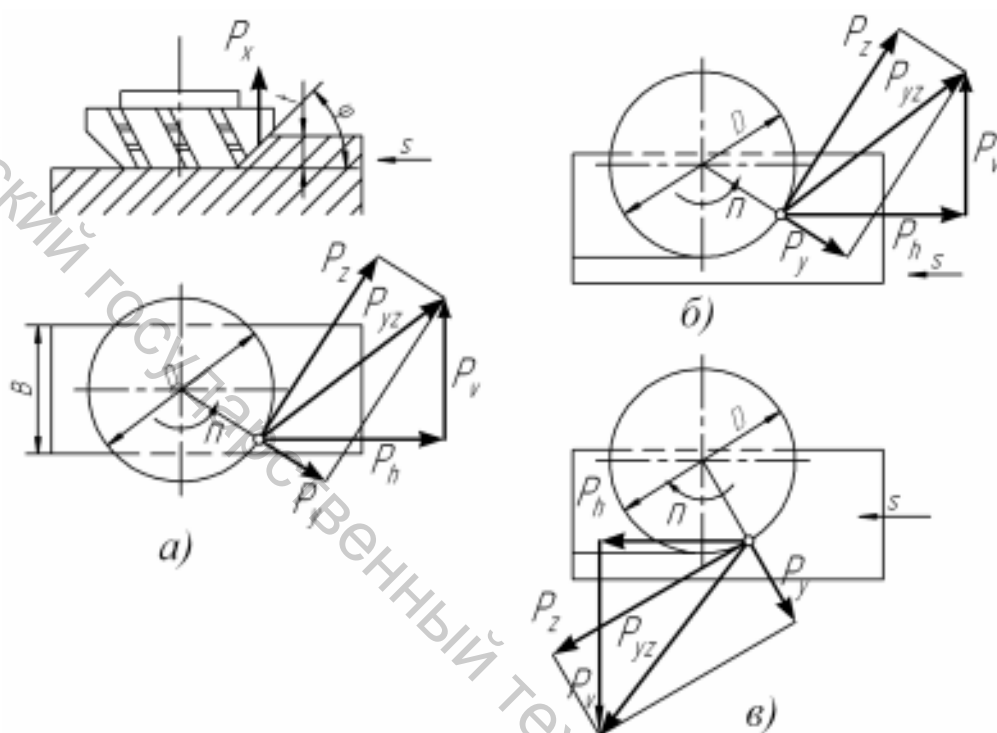


Рисунок П 5.3 Составляющие силы резания при фрезеровании торцовыми и концевыми фрезами: а – симметричном; б – несимметричном встречном; в - несимметричном попутном

Значения коэффициента C_p и показателей степени x, y, u, q, w приведены в таблице П 5.1, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{mp} - в таблице П 5.2.

Величины составляющих сил резания P_h, P_v, P_y, P_x устанавливаются из соотношения с главной составляющей P_z по таблице П 5.3.

Таблица П 5.1 Значения коэффициента C_p и показателей степени в формуле окружной силы P_z при фрезеровании

Фрезы	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					
		C_p	x	y	u	q	w
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали $\sigma_B = 750$ МПа</i>							
Торцовые	Твердый сплав	82,5	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Быстрорежущая сталь	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0

Продолжение таблицы П 5.1

Фрезы	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					
		C_p	x	y	u	q	w
Цилиндрические	Твердый сплав	101	0,88	0,75	1,0	0,87	0
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Дисковые	Твердый сплав	261	0,9	0,8	1,1	1,1	0,1
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Концевые	Твердый сплав	12,5	0,85	0,75	1,0	0,73	-0,13
	Быстрорежущая сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
<i>Обработка серого чугуна, 190 HB</i>							
Торцовые	Твердый сплав	54,5	0,9	0,74	1,0	1,0	0
	Быстрорежущая сталь	50	0,9	0,72	1,14	1,14	0
Цилиндрические	Твердый сплав	58	0,9	0,8	1,0	0,9	0
	Быстрорежущая сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Дисковые, концевые	Быстрорежущая сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0

Таблица П 5.2 Поправочный коэффициент K_{mp} для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости при фрезеровании

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени n
Конструкционная углеродистая и легированная сталь σ_B , МПа: ≤ 600 > 600	$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,3/0,3 0,3/0,3
Серый чугун	$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	1,0/0,55

Примечание: В числителе приведены значения показателя степени n для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали.

Таблица П 5.3 Относительные значения составляющих силы резания при фрезеровании

Фрезерование	$P_h : P_z$	$P_v : P_z$	$P_y : P_z$	$P_x : P_z$
<i>Фрезы цилиндрические, дисковые, концевые *</i>				
Встречное (против подачи)	1,1 – 1,2	0 – 0,25	0,4 – 0,6	(0,2-0,4)tg α
Попутное (в направлении подачи)	0,8 – 0,9	0,7 – 0,9		
<i>Фрезы торцовые и концевые**</i>				
Симметричное	0,3 – 0,4	0,85 – 0,95	0,3 – 0,4	0,5 – 0,55
Несимметричное встречное	0,6 – 0,8	0,6 – 0,7		
Несимметричное попутное	0,2 – 0,3	0,9 – 1,0		

Примечание: * Фрезы, работающие по схеме цилиндрического фрезерования, когда торцовые зубья в резании не участвуют;

** Фрезы, работающие по схеме торцового фрезерования.

Расчет силы резания при сверлении, рассверливании, зенкеровании

При сверлении глубина резания $t = 0,5D$ (рис. П 6.1, а), при рассверливании, зенкеровании и развертывании $t = 0,5(D - d)$ (рис. П 6.2, б).

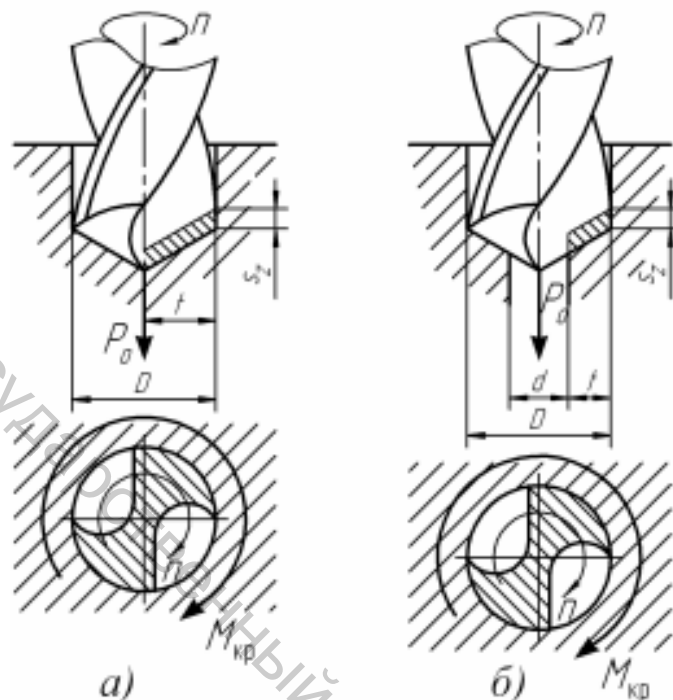


Рисунок П 6.1 Схема резания: а – сверление; б – рассверливание, зенкерование

Крутящий момент $M_{кр}$, Н·м, и осевая сила P_o , Н, определяются по следующим формулам:

– при сверлении:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p; \quad P_o = 10C_p D^q s^y K_p;$$

– при рассверливании и зенкеровании:

$$M_{кр} = 10C_M D^q t^x s^y K_p; \quad P_o = 10C_p D^q t^x s^y K_p,$$

где D - диаметр сверла, зенкера, мм;

t - глубина резания, мм;

s - подача, мм/об;

C_M, C_p, q, x, y, K_p – коэффициенты.

Значения коэффициентов C_M, C_p и показателей степени q, x, y приведены в таблице П 6.1.

Коэффициент K_p , учитывающий фактические условия обработки, определяется по таблице П 6.2.

Таблица П 6.1 Значения коэффициентов C_M , C_P и показателей степени q , x , y в формулах крутящего момента $M_{кр}$ и осевой силы P_0 при сверлении, рассверливании и зенкеровании

Обрабатываемый материал	Наименование операции	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени в формулах							
			крутящего момента				осевой силы			
			C_M	q	x	y	C_P	q	x	y
Конструкционная углеродистая сталь, $\sigma_B = 750$ МПа	Сверление	Быстрорежущая сталь	0,0345	2,0	—	0,8	68	1,0	—	0,7
	Рассверливание и зенкерование		0,09	1,0	0,9	0,8	67	—	1,2	0,65
Серый чугун, 190 HB	Сверление	Твердый сплав	0,012	2,2	—	0,8	42	1,2	—	0,75
	Рассверливание и зенкерование		0,196	0,85	0,8	0,7	46	—	1,0	0,4
	Сверление	Быстрорежущая сталь	0,021	2,0	—	0,8	42,7	1,0	—	0,8
	Рассверливание и зенкерование		0,085	—	0,75	0,8	23,5	—	1,2	0,4

Таблица П 6.2 Поправочный коэффициент K_P для стали и чугуна, учитывающий влияние условий обработки на силовые зависимости при сверлении, рассверливании и зенкеровании

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени n
Конструкционная углеродистая и легированная сталь σ_B , МПа: ≤ 600 > 600	$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,75/0,75 0,75/0,75
Серый чугун	$K_P = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,6/0,6

Примечание: В числителе приведены значения показателя степени n для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали.

1. Расчет погрешности закрепления ϵ_3 по справочнику: Вардашкин Б.Н. и др. «Станочные приспособления» [1]

Погрешность закрепления ϵ_3 - разность предельных расстояний от измерительной базы до установленного на размер инструмента, возникающая под действием сил закрепления (рис. П 7.1) [1].

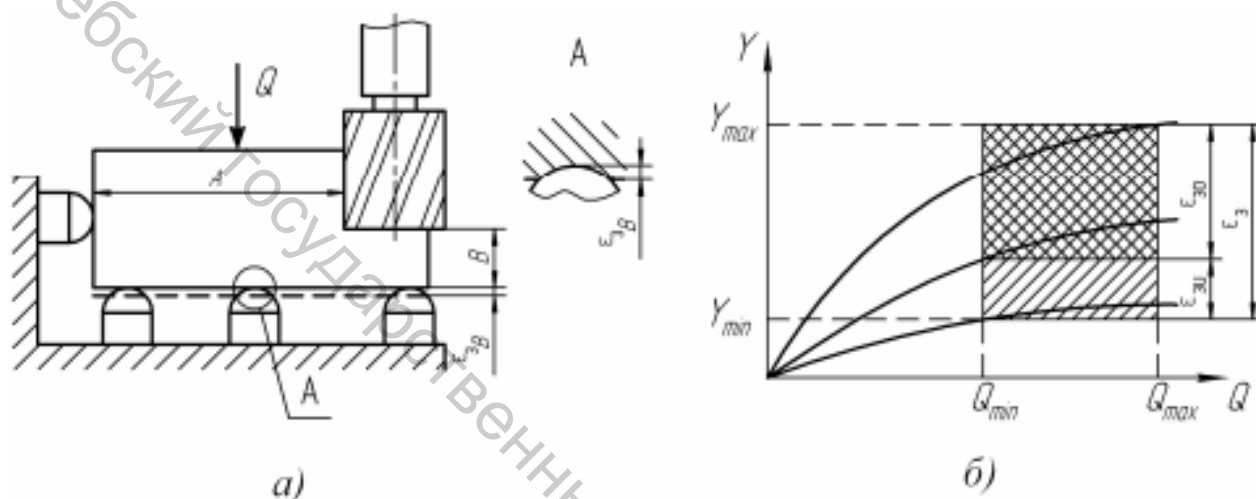


Рисунок П 7.1 Схема формирования погрешности закрепления ϵ_3 : а – схема обработки; б – основные составляющие; Q – сила закрепления; Y – смещение заготовки; ϵ_{30} – основная составляющая; $\epsilon_{3и}$ – составляющая, связанная с износом опор

На погрешность закрепления ϵ_3 наибольшее влияние оказывают следующие факторы: непостоянство силы закрепления Q , неоднородность шероховатости и волнистости базы заготовок, износ опор.

Погрешность закрепления ϵ_3 определяется по следующей формуле:

$$\epsilon_3 = \cos \beta (\epsilon_{30} + \epsilon_{3и}),$$

где $\epsilon_{30} = \sqrt{(\epsilon_3^I)^2 + (\epsilon_3^{II})^2 + (\epsilon_3^{III})^2}$ - основная погрешность закрепления;

ϵ_3^I - погрешность из-за непостоянства силы закрепления Q ;

ϵ_3^{II} - погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости

базы заготовок;

ϵ_3^{III} - погрешность закрепления из-за неоднородности волнистости


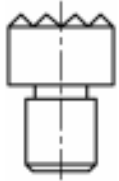
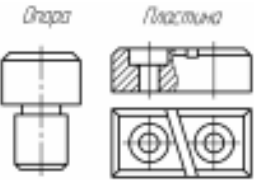
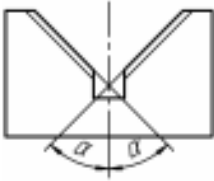
базы заготовок;

$\epsilon_{3и}$ - погрешность закрепления из-за износа опорной поверхности

установочного элемента.

β - угол между направлением выдерживаемого размера и направлением наибольшего перемещения.

Таблица П 7.1 Формулы для расчета погрешности закрепления ϵ_3

Тип опоры	ϵ_3	Формула
Опора со сферической головкой (ГОСТ 13441-68) 	ϵ_3^I	$\left\{ 6,2(\theta^2 / rQ)^{1/3} + R_{\max} / 19,56Q^{8/9} \times \left[1 / (10,4HB(\theta r)^{2/3}) \right]^{1/3} \right\} \Delta Q$
	ϵ_3^{II}	$\left[Q^{1/3} / (22,4HB(\theta r)^{2/3}) \right]^{1/3} \times \Delta R_{\max}$
	ϵ_3^{III}	0 (волнистость на необработанных базах заготовок отсутствует)
	$\epsilon_{3и}$	$125 \left\{ (\theta Q / r^2)^{2/3} + R_{\max} / r^{11/9} \times \left[Q^{1/3} / (10,4HB\theta^{2/3}) \right] (r_{и} - r) \right\}$
Опора с насеченной головкой (ГОСТ 13442-68) 	ϵ_3^I	$0,15R_{\max} / Q^{2/3} \times \left[t^2 / (\pi D^2 b_1^2 HB) \right]^{1/3} \Delta Q$
	ϵ_3^{II}	$0,46 \left[Qt^2 / (\pi D^2 b_1^2 HB) \right]^{1/3} \Delta R_{\max}$
	ϵ_3^{III}	0 (волнистость на необработанных базах заготовок отсутствует)
	$\epsilon_{3и}$	$0,46R_{\max} \left[Qt^2 / (\pi D^2 HB) \right]^{1/3} \times \left[1 / b_1^{2/3} - 1 / (b_1 + 2u)^{2/3} \right]$
Опора с плоской головкой (ГОСТ 13440-68) и опорные пластины (ГОСТ 4743-68) 	ϵ_3^I	$\left[0,4(4 + R_{\max 3}) / (2 + v_3) \times Q^{(2 + v_3) / (3 + v_3)} \right] \times \left[100 / (Ac' \sigma_T b_\Sigma) \right]^{1 / (3 + v_3)} + 0,9(R_{B3} / Q)^{1/3} \cdot (W_3 \theta / A^{2/3}) \Delta Q$
	ϵ_3^{II}	$\left[(Q / Ac' \sigma_T b_\Sigma) \right]^{1 / (3 + v_3)} \Delta R_{\max 3}$
	ϵ_3^{III}	$4,3 \cdot 10^{-2} (\theta Q / A)^{2/3} \left[(W_3 / R_{B3})^{2/3} \Delta R_{B3} + 2(R_{B3} / W_3)^{1/3} \Delta W_3 \right]$
	$\epsilon_{3и}$	0
Призмы 	ϵ_3^I	$0,1C_M / \sin \alpha \cdot \Delta q$
	ϵ_3^{II}	$\left\{ 1,1q^{1 / [10(v_0 + v_3)]} \times K_1 a_1 / \left[\sin \alpha (1 + W_3 + Rz_0 + Rz_3)^{1 - a_1} \right] \right\} \Delta Rz_3$
	ϵ_3^{III}	$\left\{ 0,87q^{0,2} Ka / \left[\sin \alpha d^{0,2} \times (1 + W_3)^{1 - a} \right] \right\} \Delta W_3$
	$\epsilon_{3и}$	$0,1 / \sin \alpha \left[0,4C_M q / (1 + K_H)^2 + 3K(1 + W_3)^a / (1 + K_H)^{0,4} \times (q / d)^{0,2} \right] (K_H - 1)$

- Примечания:** 1. Q – сила, действующая по нормали на опору, Н;
 2. q – суммарная линейная нагрузка, действующая по нормали к рабочим поверхностям призмы, Н/см;
 3. Индексы «з» и «о» означают, что рассматриваемые параметры относятся к заготовке и к опоре соответственно;

4. Упругая постоянная материалов контактирующих заготовки и опоры (1/ГПа):

$$\theta = (1 - \mu_0^2) / E_0 + (1 - \mu_3^2) / E_3.$$

5. E_0, E_3, μ_0, μ_3 – соответственно модули упругости, ГПа, и коэффициенты Пуассона материала опоры и заготовки;

6. HB – твердость материала заготовки по Бринеллю;

7. C' – безразмерный коэффициент стеснения, характеризующий степень упрочнения поверхностных слоев обработанных баз заготовки (см. табл. П 7.4);

8. d – диаметр цилиндрической базы заготовки;

9. IT_d – допуск на диаметр d , мм;

10. σ_T – предел текучести материала заготовки, МПа;

11. A – номинальная площадь опоры, мм²;

12. Радиус изношенной сферической опоры, мм: $r_{и} = r^2 / (r - 8u)$, где r – радиус неизношенной сферической опоры (ГОСТ 13441-68), мм;

13. u – линейный износ опоры (призмы), мм;

14. $2\alpha^\circ$ – угол призмы;

15. R_{\max} – наибольшая высота неровностей профиля, мкм (см. табл. П 7.4);

16. R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм (см. табл. П 7.3);

17. R_a – среднеарифметическое отклонение профиля, мкм;

18. Для практических расчетов принимают $R_{\max} \approx 1,25R_z \approx 6R_a$;

19. v и b – безразмерные параметры опорной кривой (см. табл. П 7.3 и П 7.4);

20. W и R_B – соответственно высота и длина волны поверхности, мкм (указанные параметры характерны для волнистости поверхности, см. табл. П 7.3 и П 7.4);

21. Безразмерный приведенный параметр кривой опорной поверхности, характеризующий условия контакта базы заготовки с опорой:

$$b_{\Sigma} = 0,24(0,4 - 0,1v_3) b_3 (4 + R_{\max 3})^{2+v_3} / R_{\max 3}^{v_3}.$$

22. Безразмерный коэффициент, учитывающий влияние износа призм:

$$K_{и} = \sqrt{R_{и} / (R_{и} - 0,5d)},$$

- где $R_{и}$ – радиус изношенной поверхности призмы, мм; если обрабатываемая поверхность заготовки расположена с одной стороны от призмы, то

$$R_{и} = 0,22 \left[\sqrt{2,28du} + (0,5IT_d + 0,57u) \operatorname{ctg} \alpha \right]^2 / u,$$

- если обрабатываемая поверхность заготовки расположена с двух сторон от призмы, то $R_{и} = 0,22 \left[\sqrt{2,28du} + (0,5IT_d + 0,57u) \operatorname{ctg} \alpha \right]^2 / 4u$;

23. C_M, C_B, C_{III} – безразмерные расчетные коэффициенты (см. табл. П 7.2);

24. При проектном расчете опор, не бывших в эксплуатации, принимают $r_{и} = r, u = 0$ и $K_{и} = 1$;

25. Величины с индексом «Δ» определяют непостоянство соответствующих параметров;

26. Коэффициенты K, a, K_1, a_1 определяют по табл. П 7.2;

27. Параметры качества поверхности заготовок определяют по табл. П 7.3 и П 7.4;

28. Параметры шероховатости базирующей поверхности призм: $Rz_0 = 3,5$ мкм, $v_0 = 2$ - для новых призм; $Rz_0 = 1,1$ мкм, $v_0 = 1,4$ - для призм, бывших в эксплуатации.

Значения составляющих $\varepsilon_3^I, \varepsilon_3^{II}, \varepsilon_3^{III}, \varepsilon_{3И}$ силы закрепления ε_3 определяются в зависимости от типа опоры по формулам таблицы П 7.1.

Таблица П 7.2 Данные для определения коэффициентов C_M, C_B, C_{III}

Материал заготовки	C_M	K	a	K_1	a_1
Сталь	0,026	0,82	0,695	0,62	0,55
Чугун	0,033	1,145	0,536	0,67	0,582

Примечания: 1. $C_B = K(1 + W_3)^a$;
2. $C_{III} = K_1(1 + W_3 + Rz_0 + Rz_3)^{a_1}$.

Таблица П 7.3 Параметры качества цилиндрических баз заготовок

Материал заготовки	Метод обработки базы	Rz_3	ΔRz_3	W_3	ΔW_3	v_3
		МКМ				
Сталь	Точение	30	20	10	10	1,94
		15	10	8	8	1,89
		7,5	5	5	6	1,8
		3,8	2,5	3	2	1,51
	Шлифование цилиндрических наружных поверхностей	7,5	5	5	5	2,18
		3,8	2,5	3	2	1,94
		1,7	1,25	2	2	1,92
		1	0,65	1,5	1	1,9
Чугун	Точение	30	20	10	10	2,6
		15	10	8	8	2,2
		7,5	5	5	6	2,1
		3,8	2,5	3	2	1,8
	Шлифование цилиндрических наружных поверхностей	7,5	5	5	5	1,99
		3,8	2,5	3	2	1,95
		1,7	1,25	2	2	1,83

Примечание: Значения ΔW_3 приведены для случая обработки баз заготовок на нескольких станках одной модели. При обработке баз на одном и том же станке $\Delta W_3 \approx 0,3W_3$.

Таблица П 7.4 Параметры качества плоских баз стальных и чугунных заготовок

Метод обработки баз	$R_{\max 3}$	$\Delta R_{\max 3}$	W_3	R_{B3}	v_3	b_3	C'
	МКМ						
Фрезерование торцовыми фрезами	22,5	15	7/6,2	250/200	2,2/2	0,4/0,425	5,24
	11,2	7,5	5/4,7	600/700	1,65/1,95	0,53/0,7	5
	5,7	3,3	3/2,3	700/800	1,4/1,8	0,6/0,75	5

Продолжение таблицы П 7.4

Метод обработки баз	$R_{\max 3}$	$\Delta R_{\max 3}$	W_3	R_{B3}	v_3	b_3	C'
	МКМ						
Фрезерование цилиндрическими фрезами	45	30	40/30	5/10	2,8	1,2/1,4	5,7
	22,5	15	15/12	40/25	2,55/2,6	1,5/1,6	
	11,2	7,5	9/10	40/30	2,35/2,4	1,6/1,7	
	5,7	3,3	7/5	45/60	2,25/2,15	1,65/2,1	
Шлифование плоских поверхностей	11,2	7,5	12/9	45/42	1,95/2	0,9/1	5,48
	5,7	3,3	7,5/5	50/115	1,85/1,97	0,95/1,25	5,24
	3,7	1,8	3,75/1,7	30/225	1,8/1,95	1,6/1,9	5,24
	1,4	1	1,2/1,3	350/340	1,65/1,19	2,3/2,7	5

Примечания: 1. В числителе – только для стальных, а в знаменателе – только для чугунных заготовок, остальное – и для стальных и для чугунных заготовок;
 2. $\Delta W_3 = 0,15 \div 0,2 W_3$ при обработке на одном и том же станке; $\Delta W_3 \approx W_3$ при обработке на нескольких станках одной модели;
 3. $\Delta R_{B3} \approx (0,01 \div 0,05) R_{B3}$ если заготовки были обработаны на одном неизношенном станке; $\Delta R_{B3} \approx R_{B3}$, если заготовки были обработаны на нескольких станках одной и той же модели, причем эти станки изношенные.

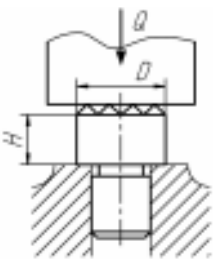
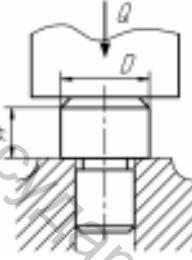
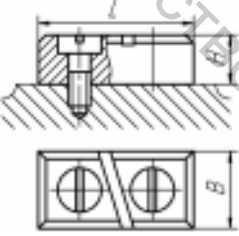
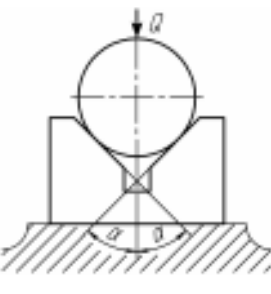
2. Расчет погрешности закрепления ϵ_3 по справочнику: Косилова А.Г. и др. «Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении» [3]

Формулы для расчета погрешности закрепления ϵ_3 в зависимости от типа опоры приводятся в таблице П 7.5 [3].

Таблица П 7.5 Формулы для расчета погрешности закрепления ϵ_3

Установка на опоры постоянные и пластинь опорные							
$\epsilon_3 = [(K_{Rz} R_z + K_{HB} HB) + C_1] \frac{Q^n}{F^m}$							
Тип опоры	Эскиз	Материал заготовки	K_{Rz}	K_{HB}	C_1	n	m
Со сферической головкой (ГОСТ 13441-68)		Сталь	0	-0,003	$0,67+6,23/r$	0,8	0
		Чугун	0	-0,008	$2,7+9,23/r$	0,6	0

Продолжение таблицы П 7.5

Тип опоры	Эскиз	Материал заготовки	K_{Rz}	K_{HB}	C_1	n	m
С насеченной головкой (ГОСТ 13442-68)		Сталь	0	-0,004	$0,38+0,0034D$	0,6	0
		Чугун	0	-0,0008	$1,76-0,03D$	0,6	0
С плоской головкой (ГОСТ 13440-68)		Сталь	0,004	-0,0016	$0,4+0,012F$	0,7	0,7
Пластины опорные (ГОСТ 4743-68)		Чугун	0,016	-0,0045	$0,776+0,053F$	0,6	0,6
<p><i>Установка на призму</i></p> $\varepsilon_3 = \left[\left(K_{Rz} Rz + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \left(\frac{Q}{2l} \right)^m$							
Призма с углом $2\alpha = 90^\circ$		—	0,005	15	$0,086+8,4/D_{нар}$	0,7	—
<p>Обозначения: HB – твердость материала; Q – сила, действующая по нормали к опоре, кгс; F – площадь контакта опоры с заготовкой, см²; l – длина образующей, по которой происходит контакт, см; Rz – шероховатость поверхности заготовки, мкм.</p>							

Стандартизованные основные установочные элементы приспособлений

При установке обрабатываемой детали по плоским поверхностям (рис. П 8.1) используют основные опоры в виде штырей, опорных пластин, пальцев и др.

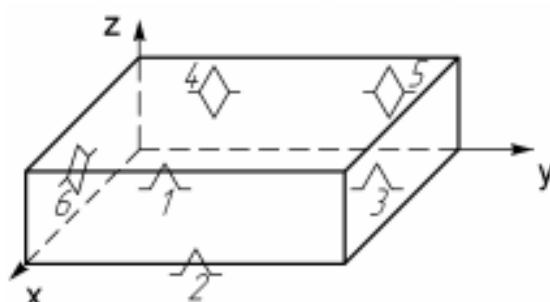
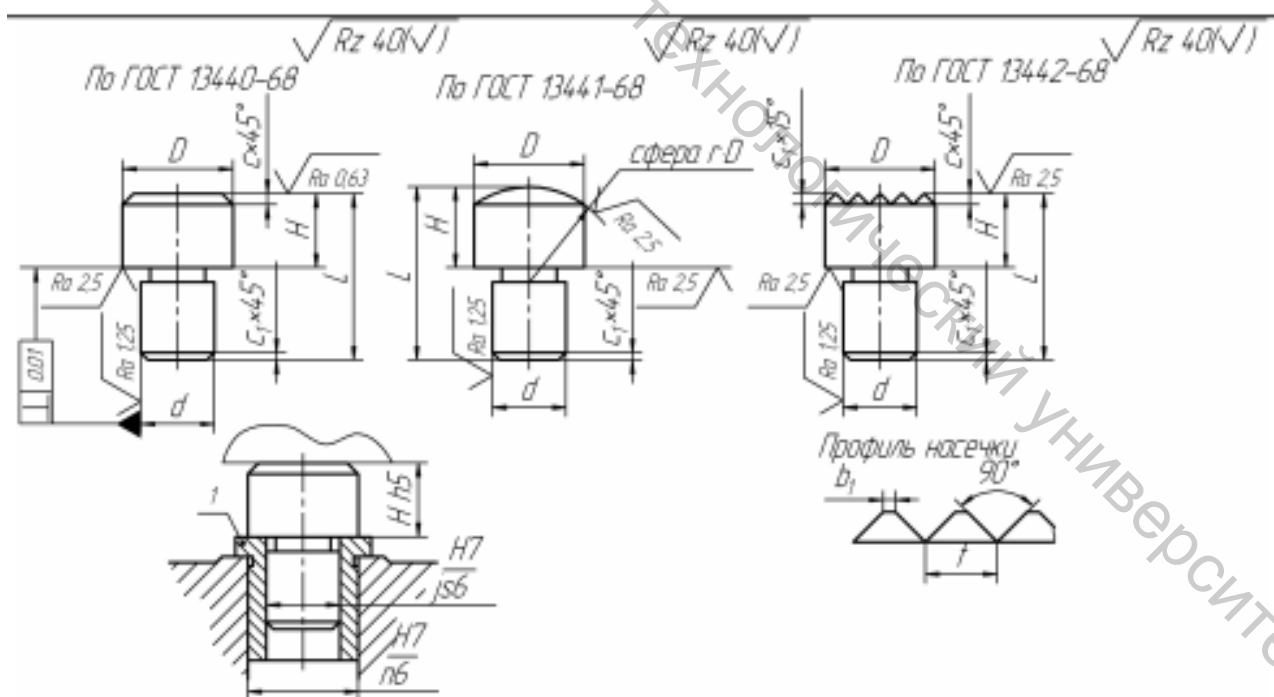


Рисунок П 8.1 Схема установки детали

Опорные штыри (таблица П 8.1) изготавливают с плоской, сферической и насеченной головками. Детали с обработанными базовыми поверхностями устанавливают в приспособлении на штыри с плоской головкой. Детали с необработанными базами устанавливают на штыри со сферической или насеченной головкой.

Таблица П 8.1 Постоянные опоры с плоской (ГОСТ 13440-68), сферической (ГОСТ 13441-68) и насеченной (ГОСТ 13442-68) головками



Размеры, мм													
Обозначение по ГОСТ			D	H	L	d (полюс допуск 7)	Обозначение по ГОСТ			D	H	L	d (полюс допуск 7)
13440-68	13441-68	13442-68					13440-68	13441-68	13442-68				
7084-0261	7084-0311	—	5	3	7	3	7084-0283	7084-0333	7084-0376	20	16	32	12

Продолжение таблицы П 8.1

Обозначение по ГОСТ			D	H	L	d(попе- допус- кас?)	Обозначение по ГОСТ			D	H	L	d(попе- допус- кас?)
13440-68	13441-68	13442-68					13440-68	13441-68	13442-68				
70840262	70840312	—	5	5	9	3	70840284	70840334	70840377	20	20	36	12
70840263	70840313		6	4	11	4	70840285	70840335	70840378		25	40	
70840264	70840314		6	6			32	48					
70840265	70840315		8	4	12	6	70840287	70840337	70840380	25	12	32	16
70840266	70840316			6	14		70840288	70840338	70840381		16	36	
70840267	70840317		8	8	16	70840289	70840339	70840382	20		40		
70840268	70840318		70840361	10	6	14	70840290	70840340	70840383		25	45	
70840269	70840319		70840362		8	16	70840291	70840341	70840384	32	52		
70840270	70840320		70840363		10	18	6	70840292	70840342	70840385	40	60	
70840271	70840321		70840364	12	6	16	8	70840293	70840343	70840386	32	16	42
70840272	70840322	70840365	8		18	70840294		70840344	70840387	20		45	
70840273	70840323	70840366	10		20	70840295		70840345	70840388	25		50	
70840274	70840324	70840367	12	22	70840296	70840346	70840389	32	58				
70840275	70840325	70840368	16	16	26	10	70840297	70840347	70840390	40	40	65	25
70840276	70840326	70840369		8	20		70840298	70840348	70840391		50	75	
70840277	70840327	70840370		10	22		70840299	70840349	70840392		20	52	
70840278	70840328	70840371	12	24	10	70840300	70840350	70840393	25		58		
70840279	70840329	70840372	20	16	28	12	70840301	70840351	70840394	40	32	65	25
70840280	70840330	70840373		20	32		70840302	70840352	70840395		40	72	
70840281	70840331	70840374		20	10		26	70840303	70840353		70840396	50	
70840282	70840332	70840375	12		28	70840304	70840354	70840397	60		92		

Примечания: 1. Опоры с плоской головкой служат для установки небольших заготовок обработанными поверхностями. Допустимое давление на опору 40 МПа. Материал опор диаметром $D \leq 12$ мм – сталь У7А, диаметром $D > 12$ мм – сталь 20Х. Опоры из стали 20Х цементировать на глубину 0,8-1,2 мм. Твердость всех таких опор HRC 56-61;

2. Опоры со сферической головкой служат для установки небольших заготовок необработанными поверхностями. Предельная нагрузка на одну опору при обработке стальных заготовок: 2 кН при $D = 10$ мм; 5 кН при $D = 16$ мм; 12 кН при $D = 25$ мм; 30 кН при $D = 40$ мм. При обработке заготовок из цветных металлов и сплавов предельную нагрузку уменьшают на 30-40%. Материал и твердость такие же, как у опор с плоской головкой;

3. Опоры с насеченной головкой служат для установки небольших заготовок необработанными поверхностями (чаще боковыми). Допустимая нагрузка на одну опору в 2 раза больше, чем для опор со сферической головкой того же диаметра. Материал – сталь 45, твердость HRC 41,5-46,5;

4. $c = 0,4$ мм при $D = 5$ мм, $c = 0,6$ мм при $6 \leq D \leq 8$ мм; $c = 1$ мм при $10 \leq D \leq 16$ мм, $c = 1,6$ мм при $20 \leq D \leq 32$ мм; $c = 2,5$ мм при $D = 40$ мм;

5. $c_1 = 0,4$ мм при $D \leq 8$ мм; $c_1 = 0,6$ мм при $10 \leq D \leq 16$ мм; $c_1 = 1$ мм при $20 \leq D \leq 25$ мм; $c_1 = 1,6$ мм при $D \geq 32$ мм;

6. $b_1 = 0,5$ мм и $t = 2$ мм при $D \leq 20$ мм; $b_1 = 1$ мм и $t = 3$ мм при $25 \leq D \leq 32$ мм; $b_1 = 2$ мм и $t = 5$ мм при $D = 40$ мм;

7. У опор с плоской головкой предельные отклонения размера H по $h6$ или с припуском на шлифование $+0,2 \div +0,3$ мм. В последнем случае параметр шероховатости наибольшей поверхности опоры с плоской головкой до шлифования $Rz \leq 40$ мкм. У опор со сферической и с насеченной головками предельные отклонения размера H по $h12$;

8. Канавки для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820-69;

9. Допуск перпендикулярности торца опоры с плоской головкой относительно поверхности диаметром d задают только для опор, у которых размер H имеет предельное отклонение по $h6$;

10. Сопряжения опор со сквозными отверстиями в корпусе приспособления по посадкам $H7/r6$ или $H7/n6$. Иногда в отверстия корпуса под опоры запрессовывают стальные закаленные втулки 1 , что повышает ремонтпригодность. Верхние торцы втулок 1 шлифуют, что позволяет не шлифовать опоры;

Окончание таблицы П 8.1

11. Указанные опоры называют также опорными штырями;
 12. Пример условного обозначения опоры с плоской головкой размерами $D = 5$ мм, $H = 3$ мм с предельными отклонениями по $h6$:
Опора 7034-0261 h6 ГОСТ 13440-68
 То же, с размером $H_{+0,1}^{+0,2}$ мм: *Опора 7034-0261 ГОСТ 13440-68*
 То же, опоры со сферической головкой с теми же размерами: *Опора 7034-0311 ГОСТ 13441-68*
 То же, опоры с насеченной головкой с размерами $D = 10$ мм, $H = 6$ мм:
Опора 7034-0361 ГОСТ 13442-68

Штыри можно устанавливать в стальные закаленные переходные втулки, запрессованные в отверстия корпуса. Корпуса с переходными втулками обеспечивают быструю замену износившихся штырей без обработки отверстия корпуса под новый штырь.

Опорные пластины применяют двух типов: плоские и с наклонными пазами (таблица П 8.2). Детали больших размеров с обработанными базовыми поверхностями устанавливают на пластины, детали небольших и средних размеров – на штыри.

Таблица П 8.2 Опорные пластины (ГОСТ 4743-68)

Размеры, мм											
Обозначение	Исполнение	H	L	B	A		l	d	h ₁	b	Число отверстий
					Номинал	Пред. откл.					
7034-0451	1	5	25	10	13	±0,1	6	3,4	—	—	2
7034-0452			32		20						
7034-0453		6	12	16	±0,12	8	4,5	1	8		
7034-0454	40	14	24								
7034-0455	2	8	60	14	20	10	5,5	—	—		
7034-0456	1				40						
7034-0457	2	10	100	16	30	±0,15	15	6,6	—	—	
7034-0458	1				35						
7034-0459											3
7034-0460											

Продолжение таблицы П 8.2

7034-0461	2	10	60	16	30	$\pm 0,15$	15	6,6	1,6	14	2
7034-0462			100		35						3
7034-0463	1	12	80	20	40	$\pm 0,25$	30	11	—	—	2
7034-0464			120								3
7034-0465	2	16	80	25	60	$\pm 0,25$	30	11	1,6	16	2
7034-0466			120								3
7034-0467	1	20	100	30	80	$\pm 0,25$	30	11	—	—	2
7034-0468			160								3
7034-0469	2	25	100	40	80	$\pm 0,25$	30	11	1,6	16	2
7034-0470			160								3
7034-0471	1	20	120	30	80	$\pm 0,25$	30	11	—	—	2
7034-0472			180								3
7034-0473	2	25	120	40	80	$\pm 0,25$	30	11	2,5	2	2
7034-0474			180								3
7034-0475	1	20	140	30	80	$\pm 0,25$	30	11	—	—	2
7034-0476			220								3
7034-0477	2	25	140	40	80	$\pm 0,25$	30	11	2,5	2	2
7034-0478			220								3

Примечания: 1. Опорные пластины служат для установки средних и крупных заготовок обработанными плоскими поверхностями. Пластины исполнения 1 служат боковыми и верхними опорами;
 2. Допустимое давление на опору 40 МПа;
 3. Материал – сталь 20Х;
 4. Твердость HRC 56-61; цементировать на глубину 0,8-1,2 мм;
 5. Поле допуска размера H по $h6$ или с припуском на шлифование $+0,2 \div +0,3$ мм. До шлифования шероховатость плоской поверхности пластины $Rz \leq 40$ мкм;
 6. $c = 0,6$ мм при $H \leq 8$, $c = 1$ мм при $10 \leq H \leq 16$; $c = 1,6$ мм при $H \geq 20$;
 7. Пример условного обозначения опорной пластины исполнения 1 с размерами $H = 5$ мм, $L = 25$ мм и полем допуска размера H по $h6$:

Пластина 7034-0451 по ГОСТ 4743-68

То же, с размером $H_{+0,1}^{+0,2}$ мм: Пластина 7034-0451 ГОСТ 4743-68

Установка обрабатываемой детали может производиться также на опорные шайбы (ГОСТ 17778-72), постоянные высокие опоры (ГОСТ 12479-67), регулируемые (ГОСТ 4084-68, ГОСТ 4085-68, ГОСТ 4086-68, ГОСТ 4740-68) и самоустанавливающиеся опоры (ГОСТ 13159-67).

При установке обрабатываемой детали на два цилиндрических отверстия с параллельными осями и перпендикулярную к ним плоскую поверхность используют цилиндрические и срезанные установочные пальцы (рис. П 8.2).

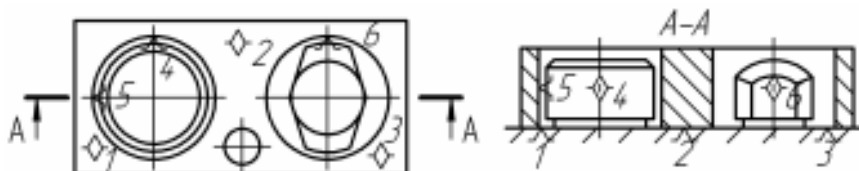
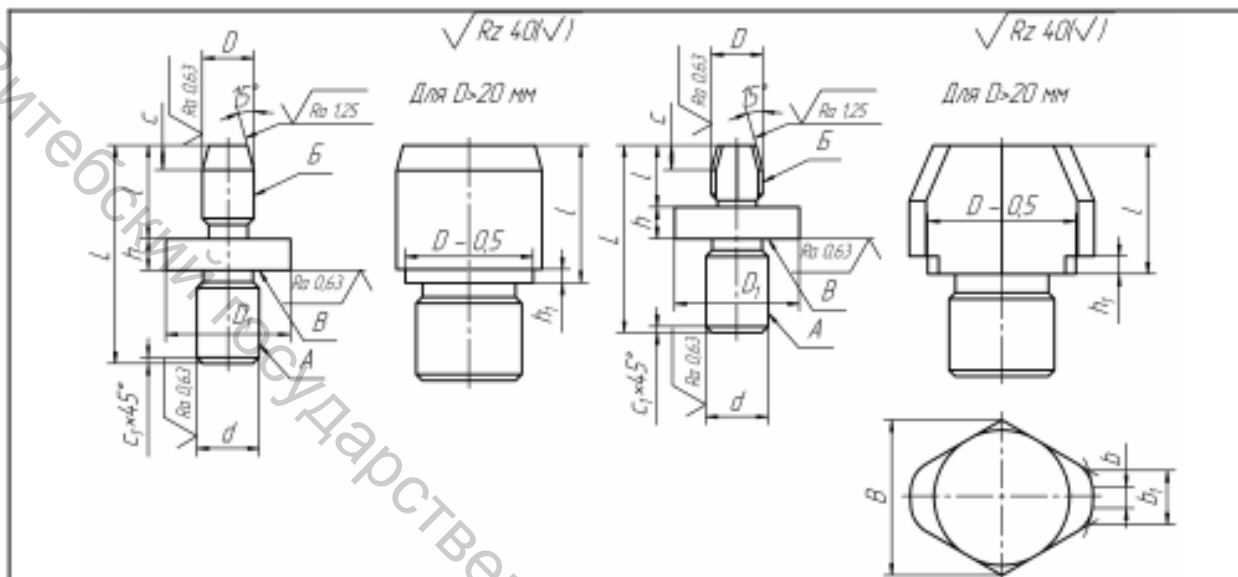


Рисунок П 8.2 Схема установки детали

Установочные пальцы могут быть постоянными и сменными различных конструктивных исполнений. Постоянные цилиндрические и срезанные пальцы по ГОСТ 12209-66 и ГОСТ 12209-67 показаны в таблице П 8.3.

Таблица П 8.3 Пальцы установочные цилиндрические постоянные (ГОСТ 12209-66), установочные срезанные постоянные (ГОСТ 12210-66)



Размеры, мм

Обозначение по ГОСТ	D (по допуску г6 или /9)	D ₁	d (по допуску к6)	h	h ₁	c	L для пальцев по ГОСТ		l	B	b	b ₁
							12209-66	12210-66				
7030-0901	7030-0921	От 1,6 до 2,5	6	2,5	1,6	0,5	10	9	4/3	D-0,5	0,6	0,8
7030-0902	7030-0922	Св. 2,5 до 4	8	4	2	1,6	14	12	6/4		0,8	1
7030-0903	7030-0923	Св. 4 до 6	10	6	2	2	18	16	8/6		1	1,6
7030-0904	7030-0924	Св. 6 до 8	12	8	3	2	22	20	10/8	D-1	2	3
7030-0905	7030-0925	Св. 8 до 10	16	10	3	3	28	25	12/10		3	
7030-0906	7030-0926	Св. 10 до 12	18	12	4	3	32	28	16/12	D-2	3	4
7030-0907	7030-0927	Св. 12 до 16	22	16			40	36	18/14			
7030-0908	7030-0928	Св. 16 до 20	25	20	2	4	45	40	20/16	D-3	4	5
7030-0909	7030-0929	Св. 20 до 25	—	25			40	36	22/18			
7030-0910	7030-0930	Св. 25 до 32	—	20	3	5	45	40	25/20	D-4	5	8
7030-0911	7030-0931	Св. 32 до 40	—	25			55	50	28/22			
7030-0912	7030-0932	Св. 40 до 50	—	32	3	6	70	60	36/28	D-5	5	8

Примечания: 1. Материал пальцев диаметром D до 16 мм – сталь У8А, D св. 16 мм – сталь 20Х, твердость HRC 56-61. Пальцы из стали 20Х цементировать, глубина цементированного слоя 0,8-1,2 мм;
 2. Размеры D , D_1 , d , h , h_1 и c – для всех для всех указанных в таблице пальцев;
 3. Размеры B , b и b_1 – только для пальцев по ГОСТ 12210-66;
 4. Размер l в числителе для пальцев по ГОСТ 12209-66, а в знаменателе – по ГОСТ 12210-66;
 5. Допуск радиального биения поверхности A относительно оси поверхности B – по 4-й степени точности ГОСТ 24643-81;
 6. Допуск торцового биения пов-ти B относ. о оси пов-ти A – по 5-й степени точности ГОСТ 24643-81;
 7. $c_1 = 0,4-1,6$;
 8. Канавки для выхода шлифовального круга – по ГОСТ 8820-69;
 9. Пример условного обозначения постоянного установочного цилиндрического пальца диаметром $D = 2,5$ г6:
 Палец 7030-0901 2,5г6 ГОСТ 12209-66
 То же, постоянного установочного срезанного пальца с теми же размерами:
 Палец 7030-0921 2,5г6 ГОСТ 12210-66

Для установки детали наружными цилиндрическими поверхностями по схеме, показанной на рисунке П 8.3, применяются установочные **опорные призмы** по ГОСТ 12195-66 (см. табл. П 8.4).

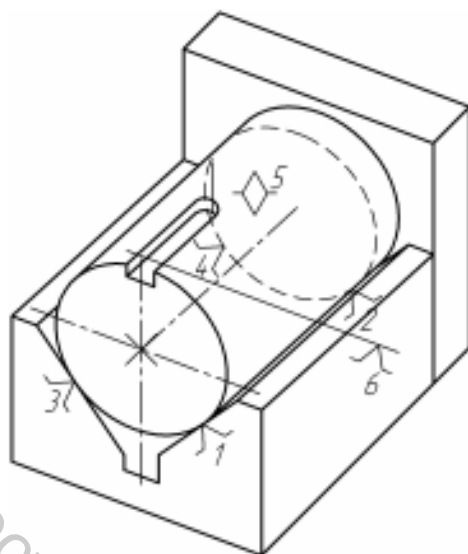


Рисунок П 8.3 Схема установки детали

Таблица П 8.4 Призмы опорные (ГОСТ 12195-66)

Обозначения призм	Диаметры зажимаемых деталей <i>D</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁ справ.	<i>d</i>	<i>d</i> ₂	<i>A</i>	<i>A</i> ₁ <i>A</i> ₂		<i>l</i>	<i>h</i> ₁	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>c</i>
									(пред. откл. ±0,02)						
7033-0031	От 5 до 10	16	10	32	8	4,5	4	20	6	7,5	5	5	2	0,6	0,6

Продолжение таблицы П 8.4

7033-0032	Св. 10 до 15	20	12	38	14	5,5	4	26	8	10,0	6	7	4	1,0	0,6
7033-0033	Св. 15 до 20	25	16	48	18	6,6	5	32	9	12,0	8	9	6		
7033-0034	Св. 20 до 25		20	55	24			40				11	8		
7033-0035	Св. 25 до 35	32	25	70	32	9,0	6	50	12	16,0	10	14	12	1,6	1,0
7033-0036	Св. 35 до 45	40	32	85	42	11,0	8	63	16	20,0	12	18	16		
7033-0037	Св. 45 до 60		38	100	55			76				22	20		
7033-0038	Св. 60 до 80	50	45	120	70	13,0	10	95	22	26,0	14	28	25	1,6	1,6
7033-0039	Св. 80 до 100	55	50	140	85	13,0	10	112	27	30,0		32	32		
7033-0040	Св. 100 до 150	70	70	190	120	17,0	12	155	34	40,0	18	45	45		

Примечания: 1. Материал – сталь марки 20Х ГОСТ 4543-71;

2. Твердость рабочих поверхностей – 56-61 HRC. Цементировать на глубину 0,8-1,2 мм;

3. Опорные поверхности под крепежные детали по ГОСТ 12876-67;

4. Неуказанные предельные отклонения размеров: $H14$, $h14$, $\pm t_2/2$;

5. Пример условного обозначения опорной призмы для деталей диаметром от 5 до 10 мм:

Призма 7033-0031 ГОСТ 12195-66

Конструкция опорных призм по ГОСТ 12197-66 предусматривает их боковое крепление к станочному приспособлению.

Для установки детали наружными цилиндрическими поверхностями по схеме, показанной на рисунке П 8.4, применяются **неподвижные призмы 1** по ГОСТ 12196-66 (см. табл. П 8.5), **подвижные призмы** по ГОСТ 12193-66 (см. табл. П 8.6) и **направляющие колодки** по ГОСТ 12198-66 (см. табл. П 8.7).

Возможно также применение установочных призм по ГОСТ 12194-66.

Неподвижные, установочные и подвижные призмы часто применяют для установки заготовок по поверхностям, не являющимся цилиндрическими.

Призмы со скосом 7° надежнее прижимают заготовку к основным опорам.

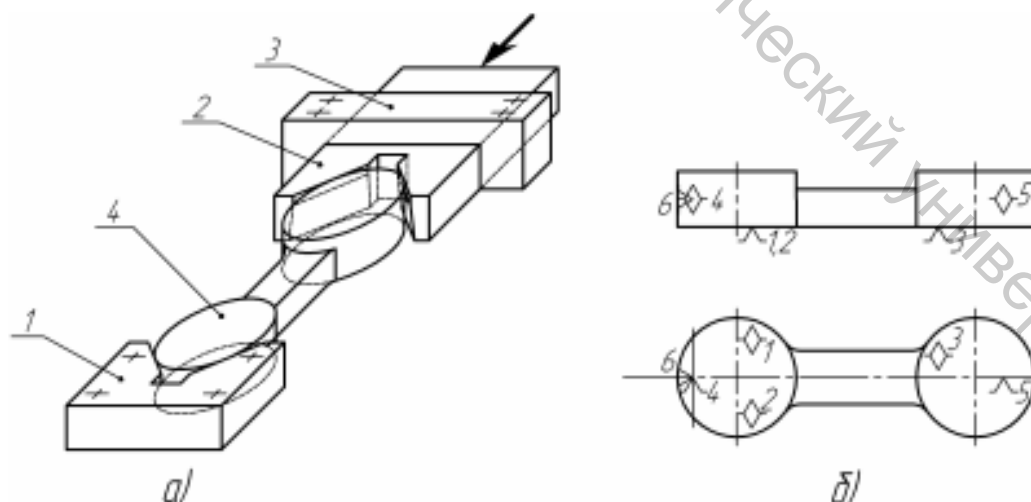
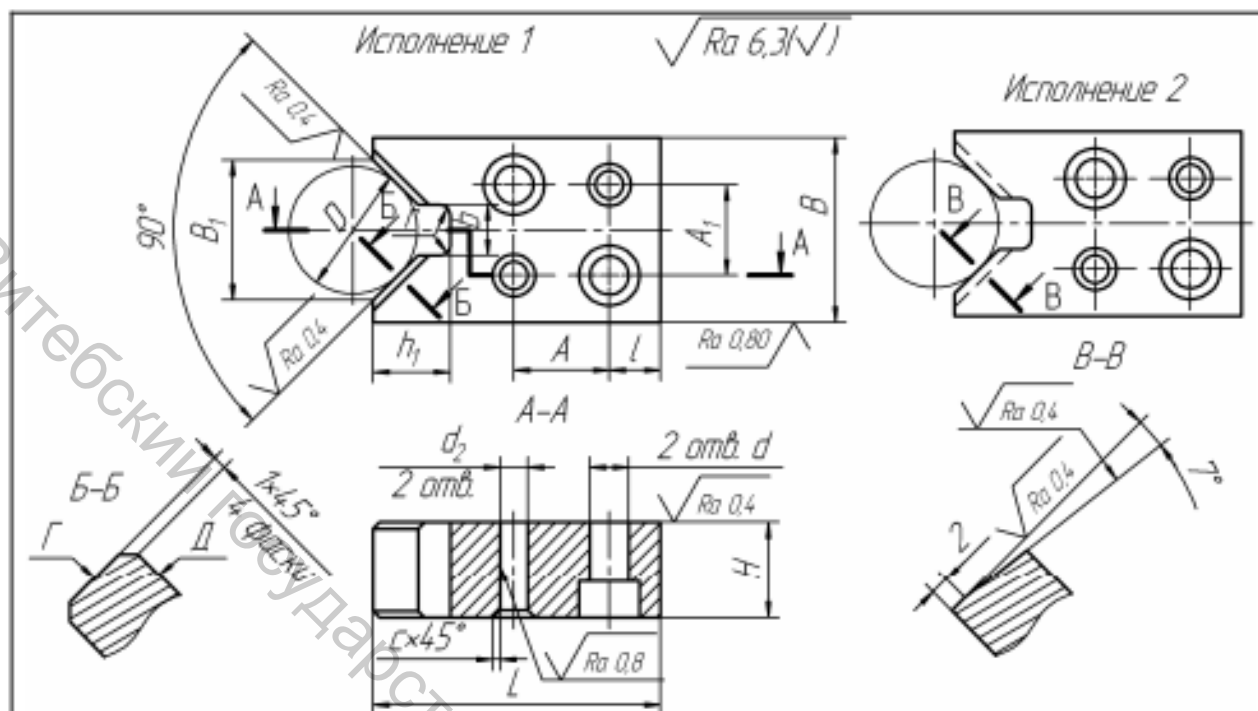


Рисунок П 8.4 Схема закрепления детали: *а* – схема установки; *б* – схема базирования; 1 – призма неподвижная; 2 – призма подвижная; 3 – колодка направляющая; 4 – деталь

Таблица П 8.5 Призмы неподвижные (ГОСТ 12196-66)



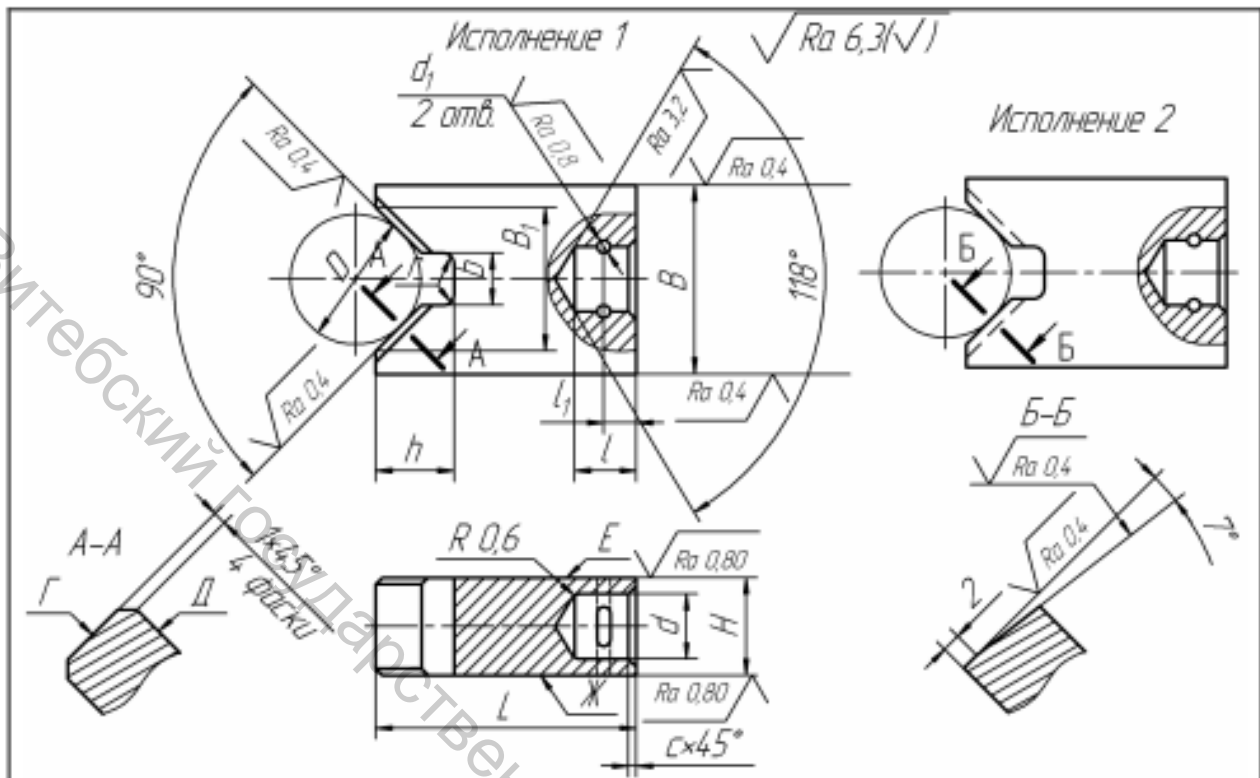
Размеры, мм

Обозначения призм		Диаметры зажимаемых деталей	B	H	L	B ₁ справ.	d	d ₂ (поле допуска H7)	A	A ₁	l	h ₁	b	r	c
Исполнение 1	Исполнение 2								(пред. откл. ±0,02)						
7033-0071	7033-0072	От 5 до 10	18	10	32	8	4,5	4	16	8	5	5	2	0,6	
7033-0073	7033-0074	Св. 10 до 15	22	12	40	14	5,5			10	6	7	4		
7033-0075	7033-0076	Св. 15 до 20	25	16	45	18	6,6	5	20	12	8	9	6	1,0	
7033-0077	7033-0078	Св. 20 до 25	32		50	24				16	11	8			
7033-0079	7033-0080	Св. 25 до 35	40	20	55	32	9,0	6	20	10	14	12	1,0		
7033-0081	7033-0082	Св. 35 до 45	50		60	42				11,0	8	26			18
7033-0083	7033-0084	Св. 45 до 60	60	25	70	55	11,0	8	25	36	22	20	1,6		
7033-0085	7033-0086	Св. 60 до 80	80		80	70				13,0	10	52			28
7033-0087	7033-0088	Св. 80 до 100	100	32	100	85	13,0	10	45	72	14	32	32	1,6	

- Примечания:** 1. Материал – сталь марки 20Х ГОСТ 4543-71;
 2. Твердость рабочих поверхностей – 56-61 HRC. Цементировать на глубину 0,8-1,2 мм;
 3. Опорные поверхности под крепежные детали по ГОСТ 12876-67;
 4. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, ±t/2;
 5. Допуск перпендикулярности поверхности Г относительно поверхности Д – 0,05 мм на длине 100 мм;
 6. Пример условного обозначения неподвижной призмы исполнения 1 для деталей диаметром от 5 до 10 мм:

Призма 7033-0071 ГОСТ 12196-66

Таблица П 8.6 Призмы подвижные (ГОСТ 12193-66)

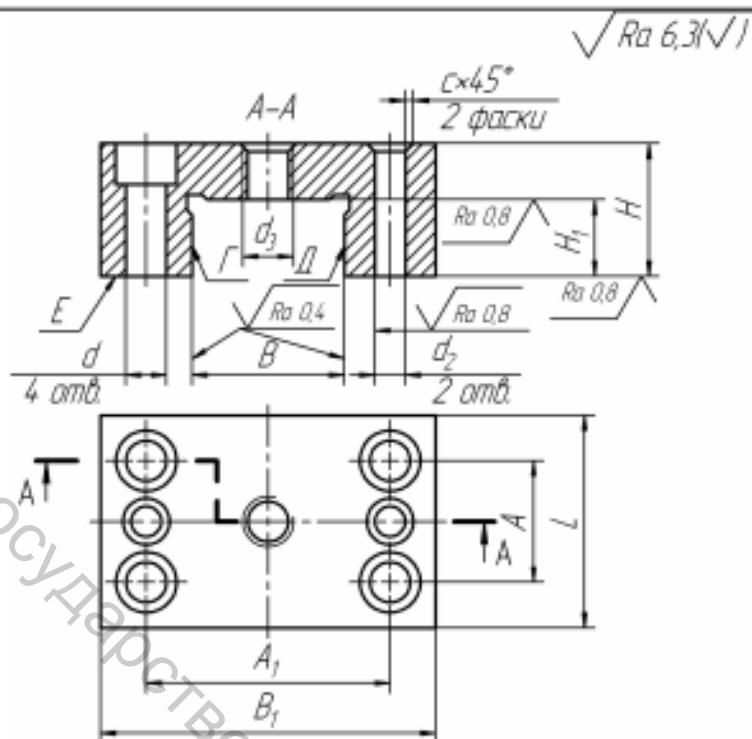


Размеры, мм

Обозначения призм		Диаметры зажимных деталей	B (поле допуска Г7)	H (поле допуска Н9)	L	B ₁ справ.	d (поле допуска Н11)	d ₁ (поле допуска К7)	l	l ₁	h	b	r	c
Исполнение 1	Исполнение 2													
7030-0021	7030-0022	От 3 до 5	10	8	25	5	5,5	1,6	6	25	3	1	0,1	0,6
7030-0023	7030-0024	Св. 5 до 10	16	10	32	8	6,5	2,0	7	3	7	4	1,0	
7030-0025	7030-0026	Св. 10 до 15	20	12	40	14	8,5							3,0
7030-0027	7030-0028	Св. 15 до 20	25	16	45	18	10,5	4,0	12	4	11	8	1,6	
7030-0029	7030-0030	Св. 20 до 25	32		50	24	13,0							13
7030-0031	7030-0032	Св. 25 до 35	40	55	32	17,0	15	5	28	25	32	32		
7030-0033	7030-0034	Св. 35 до 45	50	60	42	21,0							15	5
7030-0035	7030-0036	Св. 45 до 60	60	70	55		25,0	5,0	15	5	32	32		
7030-0037	7030-0038	Св. 60 до 80	80	80	70	25,0							5,0	15
7030-0039	7030-0040	Св. 80 до 100	100	32	100		85	25,0	5,0	15	5	32		

- Примечания:** 1. Материал – сталь марки 20Х ГОСТ 4543-71;
 2. Твердость рабочих поверхностей – 56-61 HRC. Цементировать на глубину 0,8-1,2 мм. Поверхности E и Ж на длине l и отверстие диаметра d от цементации предохранить;
 3. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, ±t₂/2;
 4. Допуск перпендикулярности поверхности Γ относительно поверхности Д – 0,05 мм на длине 100 мм;
 5. Пример условного обозначения подвижной призмы исполнения 1 для деталей диаметром от 3 до 5 мм:
 Призма 7033-0021 ГОСТ 12193-66

Таблица П 8.7 Колодки направляющие (ГОСТ 12198-66)



Размеры, мм

Обозначения колодок	B (поле допуска НТ)	B ₁	H	H ₁ (поле допуска Н8)	L	d	d ₂ (поле допуска НТ)	d ₃	A	A ₁ (пред. откл. ±0,02)	c ₁
7033-0121	10	32	16	8	25	4,5	4	M6	14	21	0,6
7033-0122	16	40	18	10	32	5,5			18	26	
7033-0123	20	50	20	12	40	6,6			5	M8	
7033-0124	25	60	25	16			44				
7033-0125	32	70	28	20	45	9,0	6	M10	26	50	1,6
7033-0126	40	80	32		50				32	60	
7033-0127	50	90	36		55				11,0	8	
7033-0128	60	100	40	60	78						
7033-0129	80	125	42	25	70	13,0	10	M16	45	100	2,0
7033-0130	100	150	50		80				55	125	

Примечания: 1. Материал – сталь марки 20Х ГОСТ 4543-71;

2. Твердость рабочих поверхностей – 56-61 HRC. Цементировать на глубину 0,8-1,2 мм;

3. Опорные поверхности под крепежные детали по ГОСТ 12876-67;

4. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, ±t₂/2;

5. Допуск перпендикулярности поверхности Г и Д относительно поверхности Е – 0,05 мм на длине 100 мм;

6. Резьба метрическая по ГОСТ 24705-81. Поле допуска резьбы Н6 по ГОСТ 16093-81.

7. Пример условного обозначения направляющей колодки размерами B = 10 мм, H₁ = 8 мм:

Колодка 7033-0121 ГОСТ 12198-66

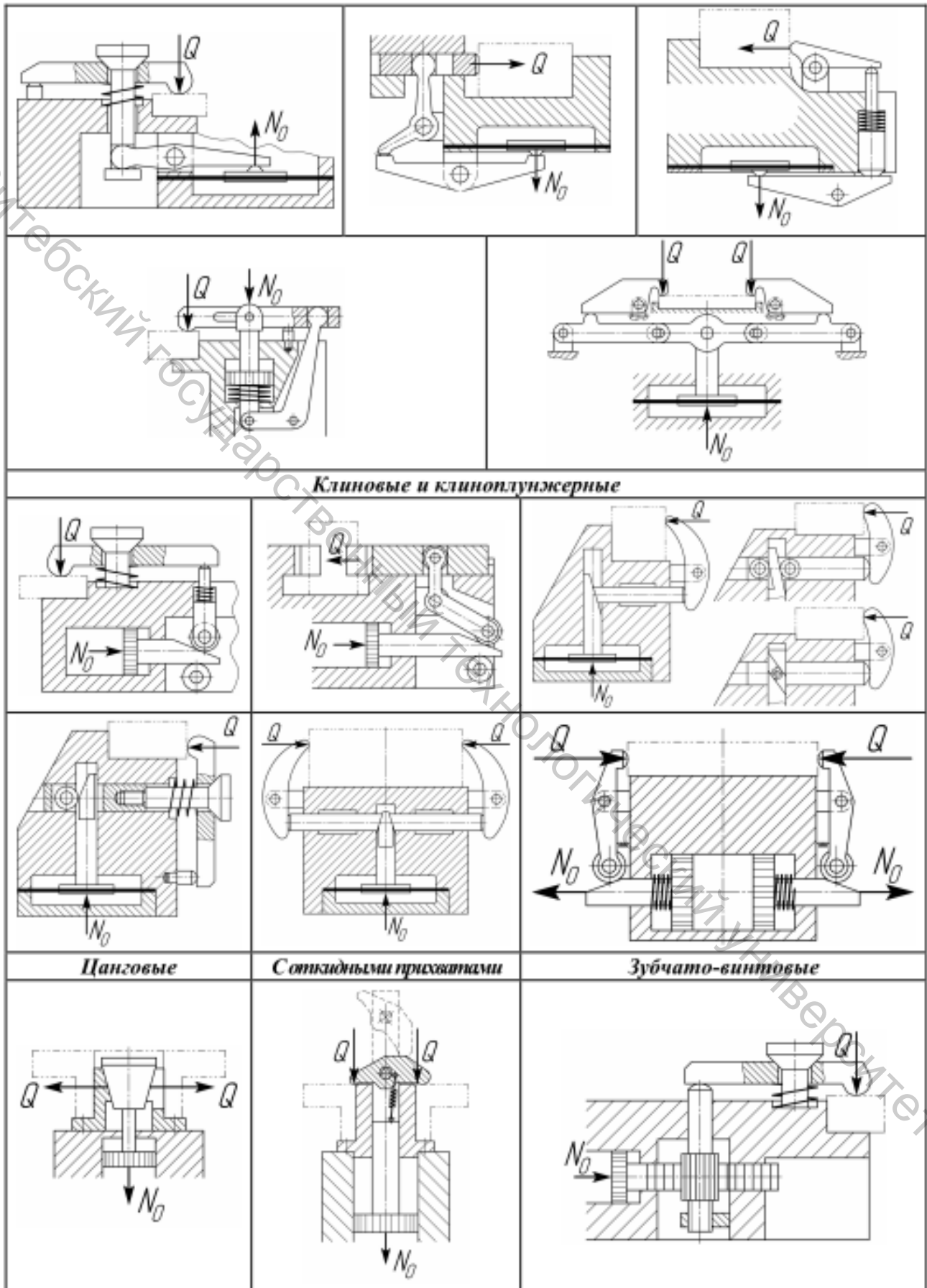
Примерные схемы зажимных механизмов

В таблице П 9.1 показаны распространенные схемы механизмов закрепления [5].

Таблица П 9.1 Механизмы закрепления

<i>Шарнирно-рычажные механизмы</i>		
<i>Рычажные механизмы</i>		

Продолжение таблицы П 9.1



Примеры технических требований к СП

Таблица П 10. 1 – Примеры дополнительных технических требований на СП

1	Сварные швы по ГОСТ 5264-80.
2	Пневмокамеру испытать на герметичность при давлении 0,6 МПа.
3	При сборке обеспечить плавность хода подвижных элементов без люфтов и заеданий.
4	Трущиеся поверхности, сопрягаемых деталей смазать солидолом УС-2 по ГОСТ 1033-79. Трущиеся поверхности, сопрягаемых деталей смазать ЦИА ТИМ-202 по ГОСТИ 110-75.
5	Контроль приспособления производить через каждые два месяца с начала эксплуатации.
6	Нерабочие поверхности покрыть синей эмалью МЛ-152 по ГОСТ 18099- 78. Нерабочие поверхности окрасить в серый цвет эмалью ГФ-230 по ГОСТ 18099-78.
7	Окончательную отладку приспособления выполнять после обработки пробных Зг.
8	При отладке приспособления между корпусом ... и призмой ... допускается ставить прокладки из медной фольги толщиной до ... мм.
9	В период хранения приспособления поверхности без лакокрасочных покрытий необходимо смазывать синтетическим солидолом марки С по ГОСТ 4366-76 или солидолом жировым марки Ж по ГОСТ 1033-79.
10	Растачивание отверстий в кронштейне ... под кондукторные втулки ... следует производить после сборки приспособления с допусками размеров и техническими требованиями согласно чертежу.

Таблица П 10. 2 – Периодичность проверок некоторых конструкций СП

Приспособления	Тип производства		
	Единичное	Серийное	Массовое
	Периодичность проверок, мес.		
Токарные:			
Оправки (гладкие, резьбовые)	3	2	1
Нашпindelные CI I	5	3	2
Патроны (кулачковые и др.)	6	3	2
Сверлильные, расточные:			
кондукторы	5	3	2
для расточки	2	1	1
Фрезерные:			
Поворотные вертикальные	6	3	2
Поворотные горизонтальные	5	2	1
СП с круговой подачей	4	2	1
СП для нарезания шестерен	5	2	1
Прочие:			
К шлифовальным станкам	4	2	1
К строгальным станкам	6	3	2

Электронное учебное издание

Проектирование приспособлений

Электронное методическое пособие к лабораторным работам

Составители:

Жерносек Сергей Васильевич

Махаринский Юрий Ефимович

Витебский государственный технологический университет