

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Технологическая оснастка

1. Код и наименование направления подготовки:

Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

6. Составитель(и):

С.Е. Зюзин, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Технологическая оснастка дополняет технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и служит для облегчения труда рабочего и повышения производительности.

Дисциплина «Технологическая оснастка» базируется на основных положениях дисциплины «Технология машиностроения».

В результате изучения дисциплины студент должен освоить принципы и методику проектирования работоспособной, высокопроизводительной и экономичной технологической оснастки на основе современных научных и технических достижений отечественного и зарубежного машиностроения. После изучения данной дисциплины студент должен уметь проектировать станочные, сборочные, контрольные и другие приспособления, разрабатывать технические задания на их проектирование, использовать новые виды материалов и технологические методы для ускорения изготовления и удешевления приспособлений, а также для их рациональной эксплуатации.

Приступая к изучению учебной дисциплины, целесообразно ознакомиться с учебной программой дисциплины, электронный вариант которой размещён на сайте БФ ВГУ.

Это позволит обучающимся получить четкое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведенных на контактную и на самостоятельную работу;
- формах контактной и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции, практические и лабораторные занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе подготовки к практическим занятиям студенту необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой и примерами решения задач, приведенными в рекомендуемых источниках, выполнить домашние задания (решение задач, составление опорного конспекта, систематизирующей таблицы, разработка презентации и др.). Регулярная работа над домашними заданиями позволит студенту освоить все темы дисциплины и осознать ее внутреннюю логику. Систематизация изучаемого материала, которой, безусловно, способствует разработка опорных конспектов, ментальных карт и обобщающих таблиц, поможет студенту сэкономить время при подготовке к зачету и экзаменам.

При разработке презентации, сопровождающей доклад по заданной теме, нужно учитывать следующие требования:

- соответствие содержания презентации поставленной цели;

- соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации;
- лаконичность и максимальная информативность текста на слайде.

При подготовке к лабораторным работам следует заранее ознакомиться с теоретическим материалом, перечнем приборов и оборудования, порядком выполнения работы. Нужно обратить внимание на контрольные вопросы, завершающие описание каждой лабораторной работы. При защите лабораторной работы студент предъявляет преподавателю отчет по установленной форме и отвечает на контрольные вопросы.

8. Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

| № п/п | Тема лекции | Рассматриваемые вопросы |
|-------|--------------------------------------|--|
| 1. | Классификация приспособлений | Классификация приспособлений по технологическому назначению. Системы приспособлений. Выбор системы приспособлений |
| 2. | Структура приспособлений | Установочные и зажимные элементы и механизмы. Элементы для установки и направления инструмента. Вспомогательные элементы и устройства |
| 3. | Зажимные механизмы приспособлений | Зажимные механизмы простые и комбинированные. Центрирующие - зажимные механизмы. |
| 4. | Базирование приспособления на станке | Теоретическая схема базирования. Расчёт погрешности базирования |
| 5. | Приводы приспособлений | Классификация приводов приспособлений, виды приводов, выбор и расчёт приводов. |
| 6. | Расчёт точности приспособлений | Определение главных расчётных параметров точности приспособления. Выявление и анализ размерных связей приспособления и заготовки. Составление и расчёт размерной цепи. Расчёт с применением ПО КОМПАС 3D |

9. Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям

Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания)

Тема 1. Основные понятия и определения.

Вопросы: Роль и значение технологической оснастки и тенденции ее развития в современном машиностроении. Понятие о технологической оснастке. Классификация технологической оснастки по назначению и степени специализации. Виды технологической оснастки, станочные приспособления, приспособления для сборки, контрольные приспособления. Приспособления, как средство обеспечения качества, снижения себестоимости и повышения безопасности работы.

Тема 2. Расчет необходимой точности технологической оснастки.

Вопросы: Основы проектирования технологической оснастки. Исходные данные. Общность основных решаемых задач и единство методики проектирования

технологической оснастки различного назначения. Типовые элементы технологической оснастки. Формулировка служебного назначения, исходные данные для формулировки служебного назначения технологической оснастки. Разработка принципиальной схемы технологической оснастки и выявление ее точностных, технико-экономических и других требований к технологической оснастке.

Тема 3. Выбор базирующих и координирующих устройств.

Вопросы: Требования к положению объекта базирования и точности базирования. Выбор схемы базирования и базирующих элементов. Типовые схемы и средства базирования и их размещение на в технологической оснастке. Базирующие устройства, положение которых меняется по командам от системы ЧПУ. Дополнительные опоры, их конструктивное выполнение и область применения. Расчет точности базирования объектов.

Тема 4. Расчет сил закрепления и выбор зажимных устройств.

Вопросы: Выявление действующих сил. Разработка принципиальной схемы закрепления объекта базирования. Требования, предъявляемые к зажимным устройствам и их размещению. Расчет необходимых сил закрепления. Обоснование необходимости применения дополнительных опор. Виды зажимных устройств. Автоматизированные Г-образные прихваты, универсальные зажимные устройства, изменение положения которых производится по командам от системы ЧПУ. Электромагнитные, вакуумные, магнитные и др. зажимные устройства. Выбор вида зажимных устройств.

Тема 5. Выбор силовых устройств и разработка конструктивного исполнения технологической оснастки.

Вопросы: Требования к силовым устройствам (приводам). Основные виды силовых устройств: пневматические, вакуумные, гидравлические, электромеханические, электромагнитные, магнитные, комбинированного действия и др. Область их применения. Расчет значения исходной силы. Выбор силовых устройств. Передаточные механизмы: клиновые, рычажные и др. Выбор вида передаточного механизма. Расчет точности и жесткости технологической оснастки. Разработка конструкций корпусов технологической оснастки. Требования к корпусным деталям технологической оснастки. Материал и конструктивное исполнение корпусных деталей технологической оснастки. Способы базирования и закрепления технологической оснастки на оборудовании. Расчет точности техоснастки. Методика проектирования технологической оснастки на примере специального станочного приспособления. Особенности проектирования станочных приспособлений для установки изготавливаемых объектов, в том числе оснащенных программными и адаптивными системами управления. Особенности проектирования приспособлений-спутников. Поворотные и делительные устройства. Служебное назначение, технические требования и конструктивное исполнение поворотных и делительных устройств. Выбор устройств для координирования и направления инструмента. Требования к координирующим и направляющим устройствам и их размещению. Выбор вида устройств, методов и средств их базирования и размещения. Расчет точности. Автоматизированное проектирование: разработка таблицы исходных данных, состав банка данных, математические модели для размещения деталей приспособлений, использование управляющих программ, построение графического изображения.

Тема 6. Особенности применения универсально-сборочной оснастки для станков с ЧПУ, многоцелевых станков, гибких автоматизированных производств и вспомогательного инструмента.

Вопросы: Особенности создания универсально-наладочных приспособлений (УНП). Специфика проектирования УНП и их наладки. Компонировка УНП. Виды

вспомогательного инструмента для автоматов, агрегатных и других станков и обрабатывающих центров. Особенности расчета точности и жесткости вспомогательного инструмента. Технологическая оснастка для гальванической и термической обработки. Специфика ее проектирования.

Тема 7. Особенности проектирования универсальных автоматических и адаптивных сборочных приспособлений и инструмента.

Вопросы: Рабочий инструмент и приспособления для установки деталей и их закрепления при сборке изделий. Виды и назначение сборочных инструментов и приспособлений для установки деталей, запрессовки и завинчивания резьбовых деталей, шпоночных и шлицевых, зубчатых, установки упругих деталей, завальцовки и др. Универсальный сборочный инструмент для установки и закрепления деталей, в том числе и для автоматических переналаживаемых сборочных систем. Специфика его расчета и проектирования. Методика проектирования. Специальный и специализированный сборочный инструмент. Универсально-наладочные и универсально-сборные приспособления и сборочный инструмент. Специфика их расчета и проектирования. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов. Пассивные и активные адаптивные сборочные устройства. Устройства для обеспечения точности при автоматическом соединении деталей собираемых изделий. Особенности их расчета и проектирования.

Тема 8. Особенности проектирования контрольно-измерительных устройств, устанавливаемых на технологической оснастке и загрузочно-ориентирующие устройства и их расчет.

Вопросы: Технологическая оснастка для контроля и настройки инструмента. Виды контрольных устройств. Устройства для проверки износа и поломки режущего инструмента, наличия изготавливаемых деталей и их качества. Специфика расчета и проектирования контрольных устройств. Устройства для предварительной настройки инструмента вне станка. Автоматические устройства для ориентирования и хранения изготавливаемых изделий. Виды ориентирующих устройств. Методика расчета и проектирования. Виды устройств для хранения изделий: стационарные, подвижные и др. Расчет проектирование и выбор вида устройств. Алгоритм автоматизированного проектирования кассет.

Тема 9. Методика расчета экономической эффективности применения технологической оснастки.

Вопросы: Методика расчета экономической эффективности применения специальной, универсальной, универсально-наладочной и универсально-сборной технологической оснастки. Условия экономической эффективности применения технологической оснастки. Заключение. Тенденции и перспективы дальнейшего совершенствования технологической оснастки. Автоматизированное проектирование универсально-сборной оснастки и ее автоматическая сборка с помощью промышленного робота.

10. Тематика рефератов/докладов/эссе, методические рекомендации по выполнению контрольных и курсовых работ, иные материалы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Общие положения

Выполнение контрольной или расчетно-графической работы должно помочь студенту лучше освоить теоретическую часть курса и получить практические навыки проектирования приспособлений, которые будут необходимы ему при выполнении

курсового проекта по технологии машиностроения и выпускной квалификационной работы, а также в последующей практической деятельности.

В задачу контрольной и расчетно-графической работ входит проектирование прогрессивной конструкции приспособления для одной операции механической обработки заготовки, указанной в задании (приложение А).

Работу оформляют в виде пояснительной записки (ПЗ), которая должна содержать:

- задание на контрольную или расчетно-графическую работу;
- определение типа производства детали;
- выбор метода получения заготовки детали;
- маршрутный технологический процесс обработки заготовки;
- выбор системы станочного приспособления;
- расчеты сил зажима и силового привода приспособления;
- расчеты точности приспособления;
- описание конструкции приспособления;
- эскизный проект спроектированного приспособления с разрезами, сечениями, позициями деталей;
- библиографический список.

В ПЗ обязательно приводят расчетные схемы приспособления, а также иллюстрации, необходимые для пояснения расчетов.

ПЗ оформляют в соответствии с требованиями, изложенными в работе [28].

Последовательность и методика проектирования специальных станочных приспособлений

Проектирование станочных приспособлений рекомендуется производить в такой последовательности:

1. Изучить техническое задание на проектирование приспособления, чертеж детали, технические требования на ее изготовление (чертеж детали – согласно варианту задания по приложению А).

2. Изучить информацию о заготовке, поступающей на данную операцию (если операция, для которой проектируется приспособление, является первой, то необходимо согласно типу производства выбрать способ получения заготовки [9, 10]): линейные и угловые размеры заготовки с предельными отклонениями, точность формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатость поверхностей и т. д.

3. Изучить выходные данные технологической операции, для которой будет проектироваться приспособление: линейные и угловые размеры после обработки заготовки с предельными отклонениями, точность геометрической формы, взаимного расположения, шероховатость обработанных поверхностей и т. д.

Составить технологический эскиз на выполняемую операцию с указанием принятой схемы базирования и закрепления заготовки, требуемой точности обработки и выбрать для данной операции оборудование, инструмент, рассчитать режимы резания и штучное время на выполнение операции.

4. Изучить техническую характеристику станка, конструктивные данные, посадочные места с целью согласования габаритных размеров проектируемого приспособления и размеров, зависящих от станка, а также стандарты, альбомы чертежей существующих типовых конструкций приспособлений и их узлов.

Необходимо помнить, что проектирование должно сводиться к разработке конструкции, состоящей в основном из стандартных деталей и узлов с ограниченным числом оригинальных деталей.

Непосредственное проектирование состоит из двух частей: расчетной, включающей разработку принципиальной (расчетной) схемы приспособления, силовые и точностные расчеты проектируемого приспособления, и конструкторской, включающей разработку эскизного проекта приспособления.

Расчетная часть

1. Анализируют и уточняют схему установки заготовки с целью обеспечения минимальных погрешностей базирования по обеспечиваемым параметрам точности и максимальной производительности обработки.

2. Выбирают тип и конструкцию установочных элементов, их количество и взаимное расположение в зависимости от состояния базовых поверхностей заготовки, их формы и размеров.

3. Вычерчивают расчетную схему приспособления, содержащую необходимое количество проекций. Контуры заготовки на главном виде схемы должны быть показаны в положении, которое она занимает при обработке на станке. Проекция заготовки располагают так, чтобы можно было схематично изобразить направляющие, зажимные устройства, силовой привод приспособления и т. д.

Как правило, на этом этапе производится эскизная проработка нескольких вариантов расчетных схем. Сопоставляя штучное время обработки заготовки при использовании различных схем приспособления, принимают вариант, обеспечивающий минимальное время.

4. Рассчитывают составляющие силы и моменты резания, после чего устанавливают точки приложения и направления действия сил резания, точки приложения и направления сил зажима (закрепления) и рассчитывают их величину.

Данные по п.п. 1 – 4 наносят на расчетную схему приспособления (см. приложения Б, Г).

5. Рассчитывают (см. [20, с. 61]) или определяют погрешности закрепления заготовки ω_3 по обеспечиваемым параметрам точности, что необходимо для расчета точности приспособления.

6. Рассчитывают фактическую ω_y и допустимую $[\omega_y]$ погрешности установки заготовки в приспособлении при выбранной схеме базирования:

$$\omega_y \approx \omega_6 \omega_3, \quad (2.1)$$

где ω_6 – погрешность базирования по выдерживаемому на данной операции параметру точности.

Допустимую погрешность установки при обработке на настроенных станках можно найти по зависимости:

$$\omega_y \approx \sqrt{T^2 - K_n^2 \cdot \omega_{TC}^2}, \quad (2.2)$$

где T – допуск выдерживаемого параметра; K_n – поправочный коэффициент; $K_n = 0,5$ для размера 8 квалитета и грубее; $K_n = 0,7$ – для размера 7 квалитета и точнее; ω_{TC} – погрешность технологической системы, определяемая как средняя экономическая точность обработки. Принимают по таблицам [20, с. 13, 26, с. 238].

Схему установки применяют при выполнении следующего условия:

$$\omega_y \leq [\omega_y]. \quad (2.3)$$

Если ω_y превышает $[\omega_y]$, то необходимо изменить схему установки заготовки или конструкцию приспособления, в крайнем случае – метод обработки.

7. Погрешность, допустимая для данного приспособления и вызываемая неточностью его изготовления и установки на станке (суммарная погрешность приспособления)

$$\omega \approx \sqrt{T^2 - K^2 \cdot \omega^2}. \quad (2.4)$$

пр $\sqrt{\quad}$ у п тс

Суммарная погрешность приспособления включает следующие составляющие:

$$\omega_{\text{пр}} \pm T_c \varepsilon_{\text{уп}} \varepsilon_3 \varepsilon_{\text{п}}, \quad (2.5)$$

где T_c – допуск на размер приспособления; $\varepsilon_{\text{уп}}$ – погрешность установки приспособления на станке, которую выбирают согласно приложению Е или рассчитывают; ε_3 – погрешность, возникающая вследствие конструктивных зазоров, возникающих при установке заготовки на установочные элементы приспособления; зазор рассчитывают по принятой посадке; $\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность перекоса и (или) смещения инструмента, возникающая из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления; если направляющие отсутствуют, $\varepsilon_{\text{п}}$ не учитывают.

При направлении инструмента по кондукторным втулкам $\varepsilon_{\text{п}}$ можно рассчитать по формуле

$$\varepsilon_{\text{п}} = \frac{S \cdot H}{d} \cdot 2,4 \dots 3,5, \quad (2.6)$$

где S – наибольший зазор между отверстием в кондукторной втулке и сверлом (борштангой); зависит от принятой посадки в сопряжении и износа втулки; H – высота кондукторной втулки; для стандартных втулок принимают по ГОСТ 18429-73, 18430-73, 15362-73; d – диаметр инструмента (сверла, зенкера, развертки или борштанги).

8. Определяют допуск на размер собранного приспособления, который должен быть проставлен на сборочном чертеже:

$$T_c \pm \omega_{\text{пр}} - \varepsilon_{\text{уп}} \varepsilon_3 \varepsilon_{\text{п}}. \quad (2.7)$$

Если величину T_c выдержать экономически трудно или невозможно, то необходимо внести соответствующие изменения в конструкцию приспособления, схему базирования и закрепления заготовки или перейти на более точный метод обработки и повторить расчет.

Нулевые и отрицательные значения T_c недопустимы.

Таким образом, расчет точности проектируемого приспособления производим в следующем порядке:

- а) определяют погрешность базирования ω_6 по анализируемым параметрам точности (линейным и угловым размерам) [26];
- б) для анализируемых параметров находят погрешность закрепления ω_3 по таблицам [20, с. 61] или рассчитывают;
- в) по формуле (2.1) определяют погрешность установки ω_y ;

г) выбирают по таблицам [20, с. 13, 26 с. 238] экономическую точность обработки $\omega_{тс}$ для расчетного параметра;

д) по формуле (2.4) определяют расчетную суммарную погрешность приспособления $\omega_{пр}$;

е) определяют составляющие параметра $\omega_{пр}$ (зависимость (2.5));

ж) по зависимости (2.7) определяют допуск размера приспособления T_c , который будет проставлен на чертеже общего вида приспособления.

9. Выбирают вид зажимного устройства с учетом типа производства

и приспособления, рассеивания размеров заготовки, величины усилия закрепления, такта выпуска и производительности обработки.

Необходимо также продумать вопрос о целесообразности проектирования многоместного или многопозиционного приспособления.

10. По усилию закрепления рассчитывают основные параметры силового привода (диаметр цилиндра или диафрагмы, ход штока, величину эксцентриситета кулачка и т. д.), выбирают тип и конструкцию зажимных устройств. Уточняют фактическое усилие закрепления.

Примеры составления расчетных схем приспособления и выполнения силового расчета и расчета точности его изготовления приведены в приложениях Б – Д, а также в пособии [27].

Конструкторская часть

Разработку эскизного проекта приспособления производят в такой последовательности:

1. Вычерчивают контур обрабатываемой заготовки, используя необходимое количество проекций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего нанесения деталей приспособления. Контур обрабатываемой заготовки вычерчивают тонкой линией. Заготовка считается условно прозрачной. Изображение заготовки на главном виде (первая проекция) должно соответствовать ее рабочему положению при обработке на станке.

2. Вычерчивают установочные элементы приспособления (опоры, пластины, призмы, пальцы, оправки и т. п.). При расположении установочных элементов следует учитывать принятую схему базирования и закрепления заготовки, а также силы резания.

3. Вычерчивают контуры зажимного устройства с учетом выбранного типа приспособления.

4. Вычерчивают направляющие элементы приспособления, определяющие положение режущего инструмента (кондукторные или направляющие втулки, установочные и др.).

5. Выбирают по стандартам и вычерчивают контуры вспомогательных деталей и механизмов приспособления (кранов, выталкивателей и др.).

6. Наносят контуры корпуса приспособления, используя по возможности стандартные формы корпусов.

7. При выборе и конструировании деталей и узлов приспособления стремятся к получению достаточно прочной и жесткой конструкции при наименьших массе и габаритах. Важно, чтобы каждая деталь спроектированного приспособления была технологична с точки зрения механической обработки и сборки (ГОСТ 14.201-83).

8. Вычерчивают три проекции приспособления и определяют правильность расположения всех элементов и механизмов приспособления с учетом удобства сборки и разборки приспособления, его ремонта, установки и снятия заготовки, удаления стружки, управления и контроля. Особое внимание уделяют вопросам техники безопасности при обслуживании приспособления, а также требованиям технической эстетики.

9. Вычерчивают необходимые проекции разрезов и сечений, поясняющих конструкцию приспособления.

10. Проставляют размеры, допуски и посадки на основные сопряжения деталей, определяющие: точность обработки, наладочные размеры, а также габаритные, контрольные и координирующие размеры с отклонениями, характеризующими расстояния между осями кондукторных втулок, установочных элементов и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: учебное пособие для машиностроительных вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе; под ред. Ю. М. Соломенцева. М.: Высш. шк., 1999. 415 с.

2. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. Л.: Машиностроение, 1975. 656 с.

3. Базров, Б. М. Альбом по проектированию приспособлений: учебное пособие / Б. М. Базров, А. Н. Сорокин, В. А. Губарь и др. М.: Машиностроение, 1991. 121 с.

4. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. Старый Оскол: ТНТ, 2010. 432 с.

5. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. М.: Машиностроение, 1979. 356 с.

6. Гурьянихин, В. Ф. Технологическая оснастка: учебное пособие / В. Ф. Гурьянихин, А. Д. Евстигнеев. Ульяновск: УлГТУ, 2006. 80 с.

7. Гусев, А. А. Технологическая оснастка: учебное пособие для вузов / А. А. Гусев, И. А. Гусева. М.: ИЦ МГТУ "СТАНКИН", Янус К, 2007. 372 с.

8. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка: учебное пособие / В. В. Клепиков, А. Н. Бодров. М.: ФОРУМ, 2011. 608 с.

9. Клименков, С. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / С. С. Клименков. Минск: Техноперспектива, 2008. 407 с.

10. Кондаков, А. И. Выбор заготовок в машиностроении / А. И. Кондаков, А. С. Васильев. М.: Машиностроение, 2007. 560 с.

11. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов / В. С. Корсаков. М.: Машиностроение, 1983. 277 с.

12. Кузнецов, Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. М.: Машиностроение, 1989. 512 с.

13. Кузнецов, Ю. И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ: учебное пособие для СПТУ / Ю. И. Кузнецов. М.: Высшая школа, 1988. 303 с.

14. Кузнецов, Ю. И. Станочные приспособления для металлорежущих станков с ЧПУ / Ю. И. Кузнецов, Р. Э. Сафраган, Б. А. Гончаренко. М.: Машиностроение, 1984. 156 с.

15. Матвеев, В. Н. Технологическая оснастка: учебное пособие / В.Н. Матвеев, А. П. Абизов, Н. А. Чемборисов. Старый Оскол: ТНТ, 2012. 232 с.

16. Проектирование технологических схем и оснастки / Л. В. Лебедев, А.А.Погодин, И. В. Шрубченко и др. М.: Академия, 2009. 336 с.

17. Переналаживаемая технологическая оснастка / под ред. Д. И. Полякова. М.: Машиностроение, 1988. 256 с.

18. Плашей, Г. И. Конструкции приспособлений агрегатных станков автоматических линий: альбом / Г. И. Плашей, Н. У. Марголин. М.: Машиностроение, 1990. 240 с.

19. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский, А.Г.Суслов, А. Г. Косилова и др.; под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. 5-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение-1, 2001. 912 с.

20. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский, А.Г.Суслов, А. Г. Косилова и др.; под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. 5-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение-1, 2001. 944 с.

22. Станочные приспособления. справочник : в 2 т. / под ред. Б.Н.Вардашкина, В. В. Данилевского. М.: Машиностроение, 1984.

23. Схиртладзе, А. Г. Станочные приспособления: учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. М.: Высшая школа, 2001. – 110 с.

24. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка для машиностроительных производств: альбом в 2 т. / А. Г. Схиртладзе. М.: "СТАНКИН", 1999.

25. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка для машиностроительных производств: учебное пособие в 3 т. / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2009.

26. Худобин, Л. В. Базирование заготовок при механической обработке: учебное пособие / Л. В. Худобин, М. А. Белов, А. Н. Унянин; под общ. ред. Л.В.Худобина. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 248 с.

27. Худобин, Л. В. Расчет и проектирование средств технологического оснащения в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие / Л. В. Худобин, В.Ф.Гурьянихин, В. Р. Берзин. Ульяновск: УлГТУ, 1997. 64 с.

28. Худобин, Л. В. Тематика и организация курсового и дипломного проектирования по технологии машиностроения. Общие правила оформления проектов: учебное пособие / Л. В. Худобин, В. Ф. Гурьянихин. Ульяновск: УлГТУ, 2005. 104 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий к работе

| Номер варианта | Номер рисунка | Наименование и материал детали | Спроектировать приспособление для |
|----------------|---------------|--------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | A 1 | Кронштейн, сталь 40Х | фрезерования плоскости в размер 65 |
| 2 | A 1 | | обработки отверстия $\varnothing 30$ H7 |
| 3 | A 1 | | обработки отверстия $\varnothing 54$ |
| 4 | A 1 | | сверления отверстия под резьбу M10 |
| 5 | A 1 | | фрезерования плоскости в размер 60 0,2 |
| 6 | A 1 | | обработки четырех отв. $\varnothing 9$ H7 |
| 7 | A 2 | Ось, сталь 45 | обработки отверстия $\varnothing 6,5$ H7 |
| 8 | A 2 | | фрезерования двух лысок в размер $17_{-0,07}$ |
| 9 | A 3 | Вал, сталь 45 | обработки отверстия $\varnothing 10$ H7 |
| 10 | A 3 | | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 28$ |
| 11 | A 3 | | фрезерования двух пазов на $\varnothing 24$ |
| 12 | A 4 | Вилка, сталь 45 | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 24$ |
| 13 | A 4 | | обработки отверстия $\varnothing 6$ H7 |
| 14 | A 4 | | фрезерования паза в размер 8 H8 |
| 15 | A 5 | Вал входной, сталь 45 | обработки отверстия $\varnothing 8$ H9 |
| 16 | A 5 | | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 30$ |
| 17 | A 5 | | обработки отверстия $\varnothing 6^{+0,02}$ |
| 18 | A 6 | Корпус, | сверления трех отверстий $\varnothing 12$ |
| 19 | A 6 | | обработки отверстия $\varnothing 25$ H9 |
| 20 | A 6 | | фрезерования торца в размер 72 0,05 |

| | | | |
|----|------|-------------------------------------|--|
| 21 | A 6 | СЧ 15 | обработки отверстия $\varnothing 14 H9$ |
| 22 | A 6 | | фрезерования плоскости в размер 75 |
| 23 | A 6 | | сверления отверстия под резьбу M14 |
| 24 | A 6 | | фрезерования плоскости в размер 85 |
| 25 | A 6 | | обработки отверстия $\varnothing 30 H9$ |
| 26 | A 7 | Валик, сталь 45 | фрезерования двух шпоночных пазов на $\varnothing 35$ |
| 27 | A 7 | | сверления трех отверстий под резьбу M8 |
| 28 | A 7 | | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 20$ |
| 29 | A 7 | | обработки отверстия $\varnothing 5 H6$ |
| 30 | A 8 | Муфта, сталь Ст 3 | обработки отверстия $\varnothing 6 H9$ |
| 31 | A 8 | | сверления двух отверстий под резьбу M8 |
| 32 | A 8 | | фрезерования плоскости в размер $12_{-0,043}$ |
| 33 | A 8 | | обработки отверстия $\varnothing 16^{+0,027}$ |
| 34 | A 8 | | фрезерования в размер $50^{+0,1}$ |
| 35 | A 9 | Кронштейн, чугун СЧ 20 | фрезерования торцов в размер 36 |
| 36 | A 9 | | обработки отверстия $\varnothing 18 H7$ |
| 37 | A 9 | | сверления двух отверстий $\varnothing 7$ |
| 38 | A 9 | | сверления отверстия под резьбу M10 |
| 39 | A 9 | | фрезерования плоскости в размер 20 |
| 40 | A 10 | Вал промежу- точный, сталь 45 | обработки отверстия $\varnothing 12^{+0,01}$ |
| 41 | A.10 | | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 32$ |
| 42 | A.10 | | сверления двух отверстий $\varnothing 8$ |
| 43 | A 11 | | обработки осевого отверстия $\varnothing 28 H9$ |
| 44 | A 11 | | фрезерования шпоночного паза на $\varnothing 44$ в размер $12_{+0,11}$ |

| | | | |
|----|------|--------------------------------------|--|
| 45 | A 11 | Втулка, сталь 50 | обработки двух отверстий $\varnothing 10 H7$ |
| 46 | A 11 | | фрезерования лысок в размер $40_{-0,1}$ |
| 47 | A 11 | | сверления трех отверстий под резьбу M10 |
| 48 | A 11 | | фрезерования лысок в размер $50_{-0,1}$ |
| 49 | A 11 | | сверления отверстия под резьбу M24 × 1,5 |
| 50 | A 12 | Фланец, сталь 35П | обработки отверстия $\varnothing 12 H7$ |
| 51 | A 12 | | фрезерования плоскости в размер 45 |
| 52 | A 12 | | сверления четырех отверстий $\varnothing 9$ |
| 53 | A 13 | Корпус распы- лителя, сталь 45 | сверления осевого отверстия $\varnothing 4$ |
| 54 | A 13 | | сверления отверстия под резьбу M6 |
| 55 | A 13 | | фрезерования платика в размер 30 |
| 56 | A 13 | | сверления отверстия под резьбу M12 |
| 57 | A 13 | | фрезерования торцов в размер $160 \pm 0,1$ |
| 58 | A 14 | Золотник, сталь 40 | обработки отверстия $\varnothing 3 H6$ |
| 59 | A 14 | | фрезерования паза в размер $4_{-0,01}$ |
| 60 | A 14 | | сверления отверстия $\varnothing 3$ |

Продолжение прил. А

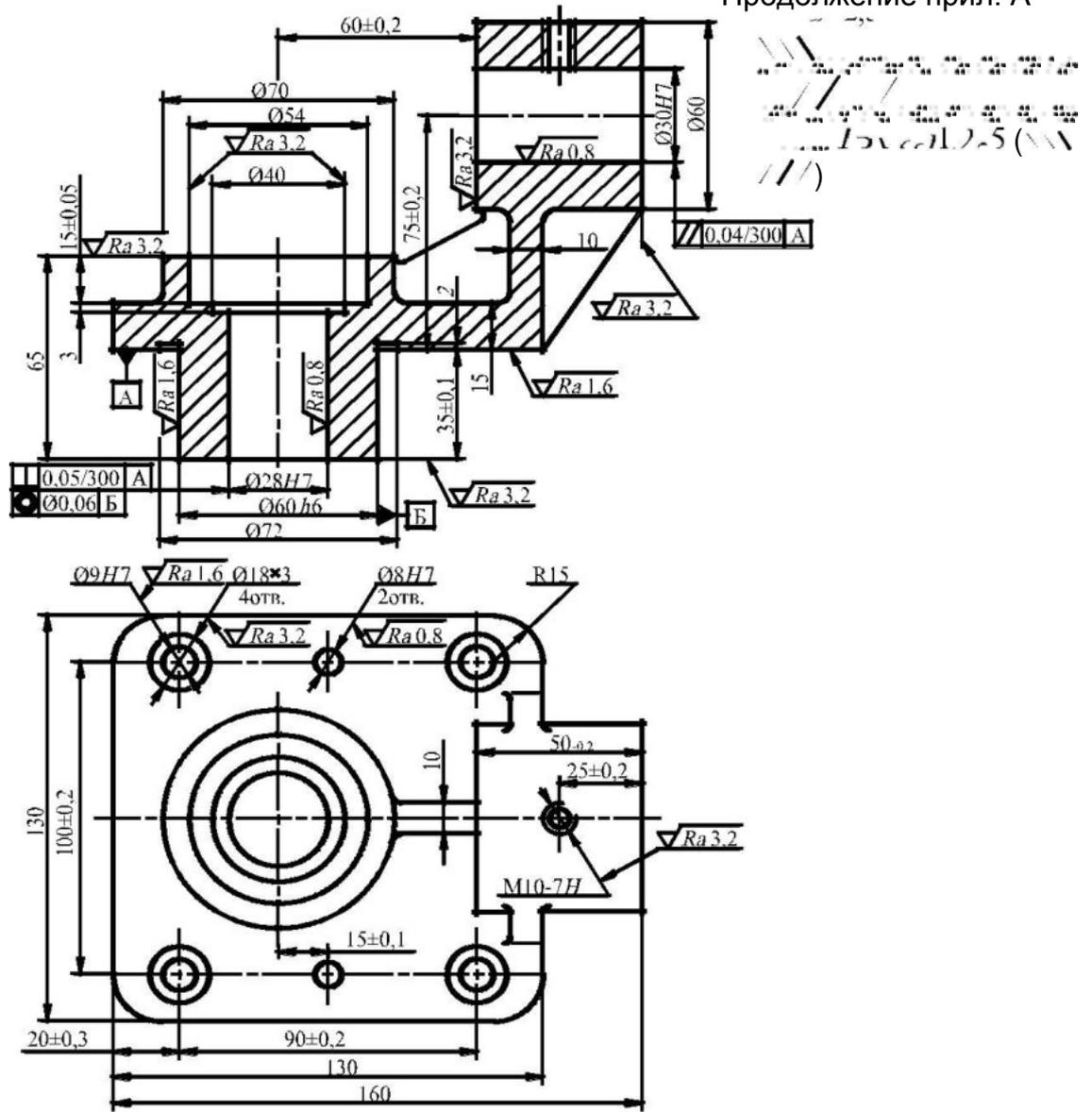


Рис. А 1. Кронштейн

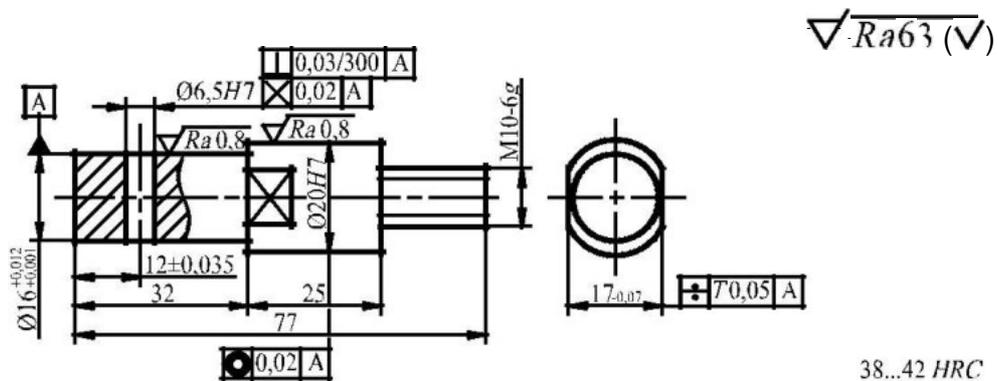


Рис. А 2. Ось

Продолжение прил. А

$\sqrt{Ra63}$ (\checkmark)

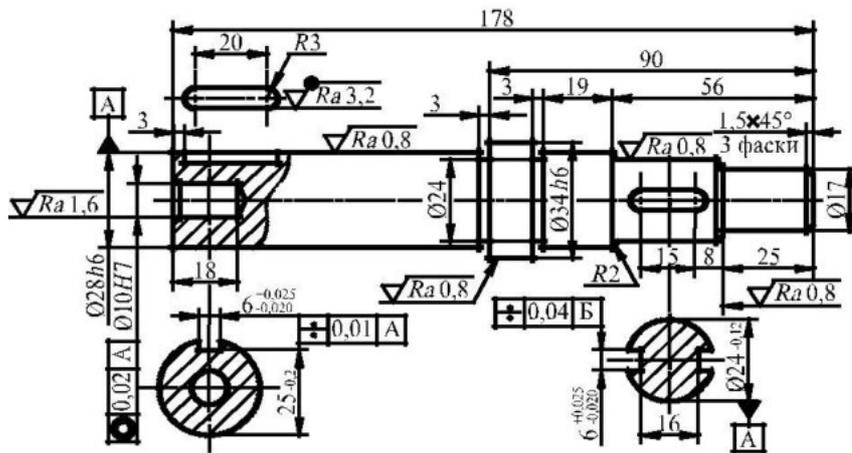
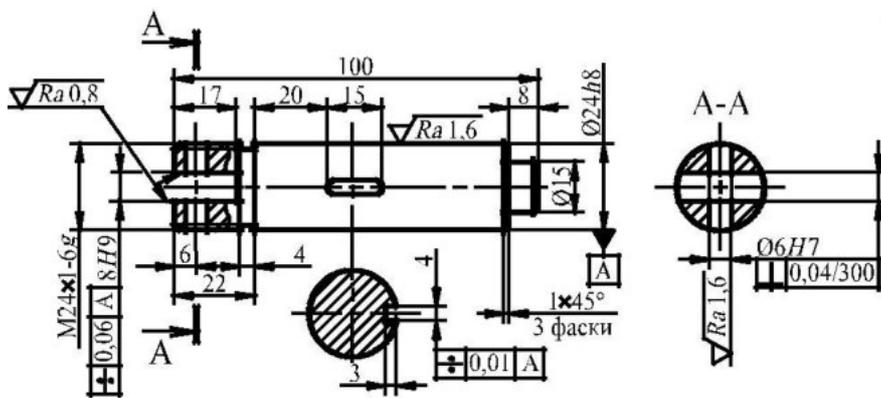
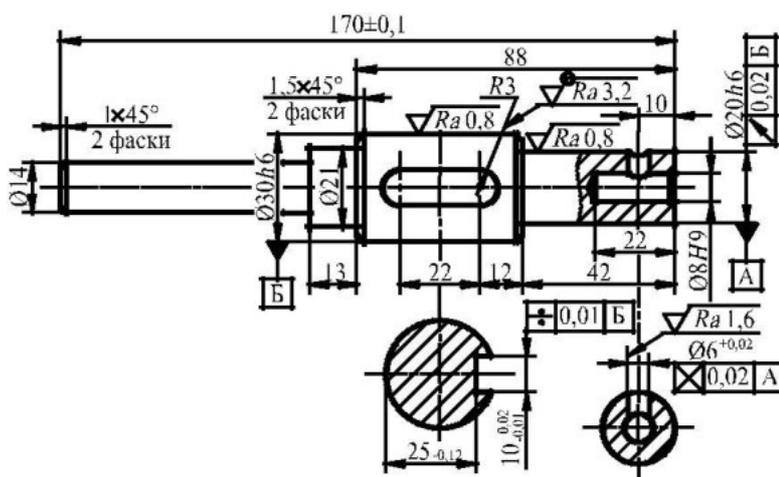


Рис. А 3. Вал



$\sqrt{Ra63}$ (\checkmark)

Рис. А 4. Вилка



$\sqrt{Ra32}$ (\checkmark)

Рис. А 5. Вал входной

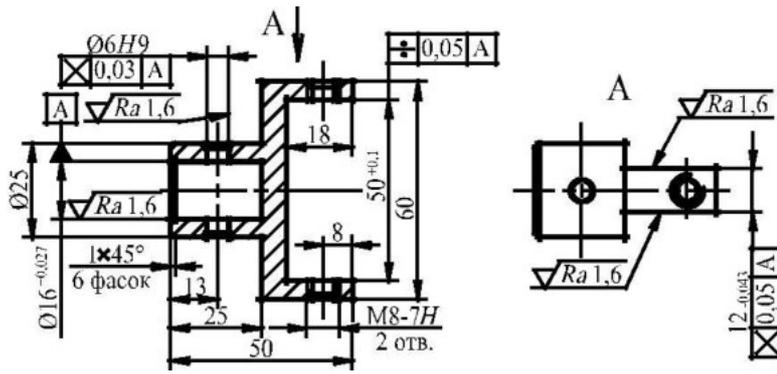


Рис. А 8. Муфта

$\sqrt{Ra_{63}}(\checkmark)$

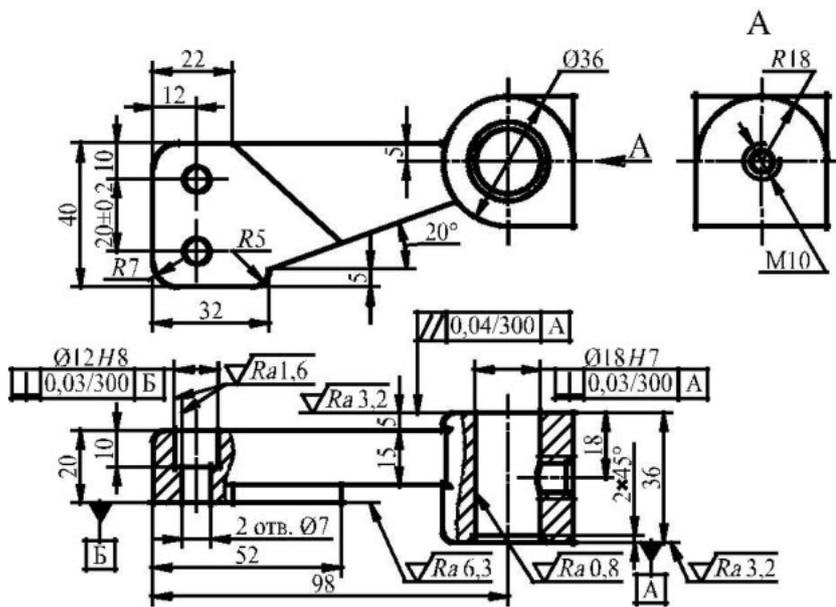


Рис. А 9. Кронштейн

$\sqrt{Ra_{12-5}}(\checkmark)$

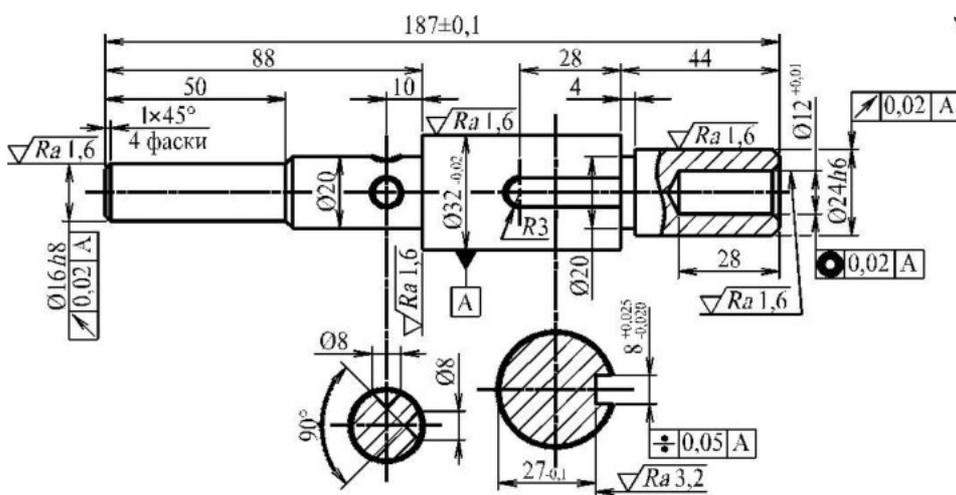


Рис. А 10. Вал промежуточный

$\sqrt{Ra_{63}}(\checkmark)$

38...42 HRC

Окончание прил. А

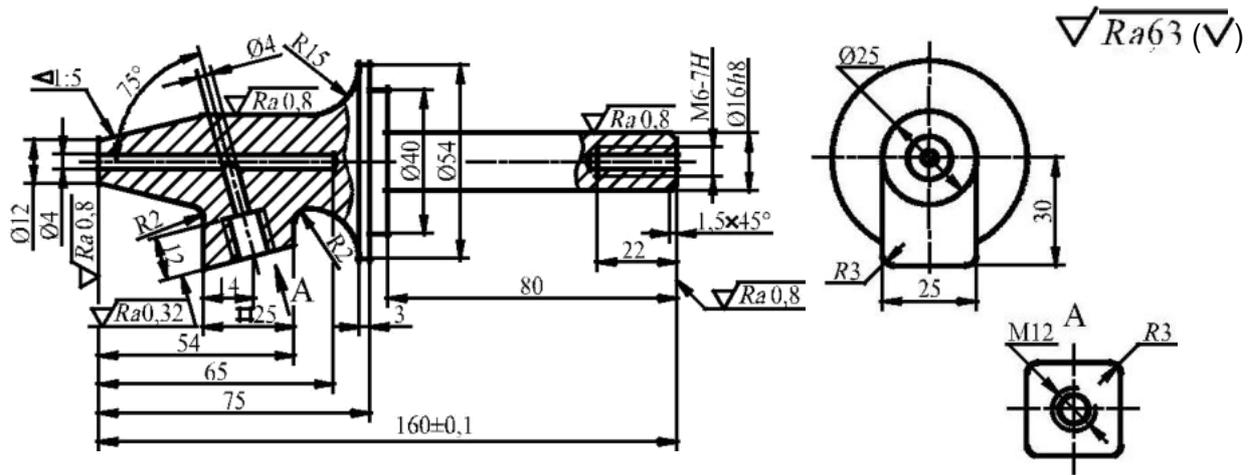


Рис. А 13. Корпус распылителя

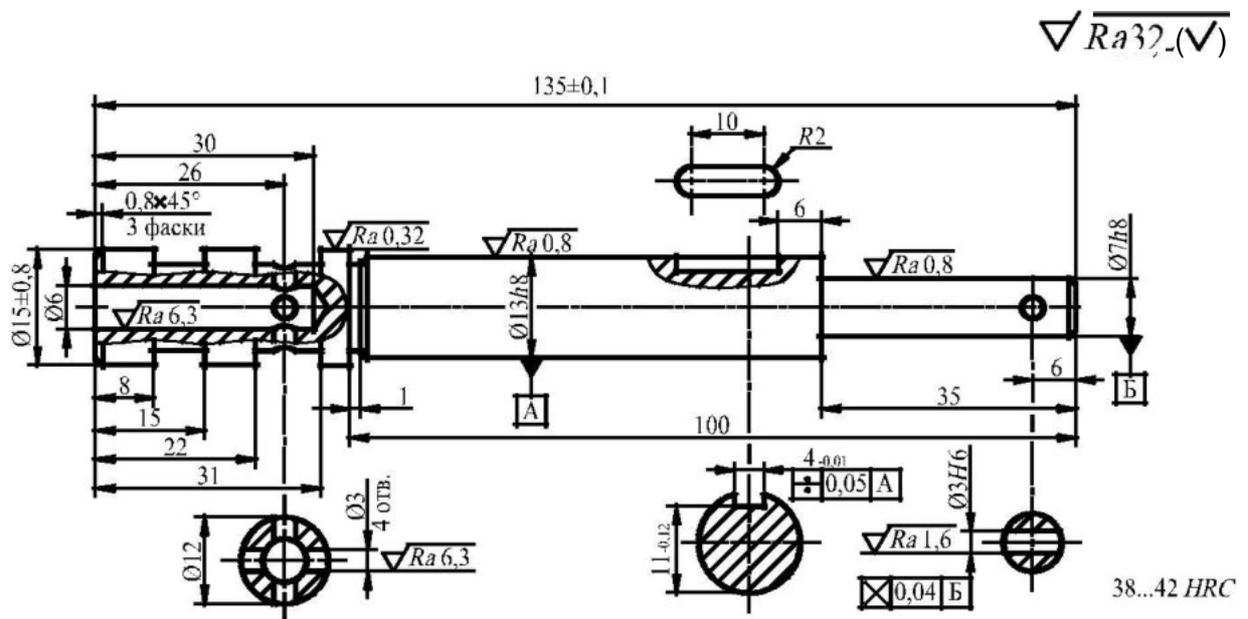


Рис. А 14. Золотник

Пример расчета силы закрепления заготовки в приспособлении
для растачивания

Методику составления расчетной схемы приспособления и определения усилия закрепления рассмотрим на примере приспособления для растачивания (рис. Б 1).

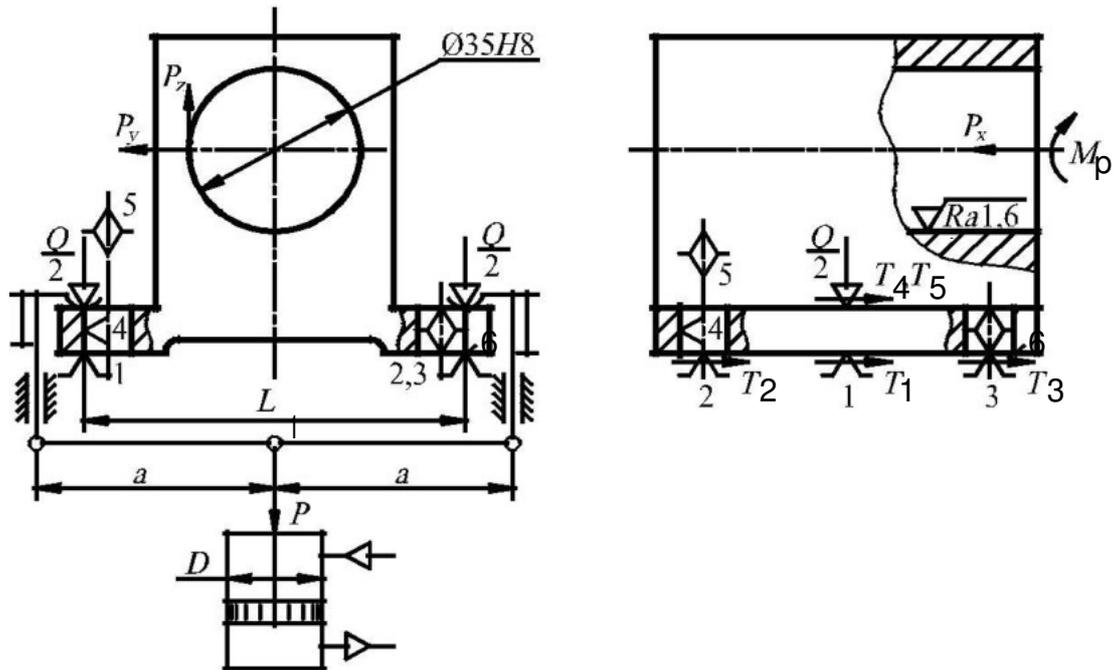


Рис. Б 1. Схема к расчету силы закрепления заготовки в приспособлении для растачивания

Расчетную схему составляют после выполнения п.п. 1 – 4 расчетной части методики проектирования приспособлений (см. с. 6, 7).

При установке заготовки на плоскость и два пальца (см. рис. Б 1), один из которых срезан, пальцы должны быть полностью разгружены от действия сил резания P_x , P_y , P_z .

Возможны два случая нарушения заготовкой равновесия:

1. Смещение заготовки от сил P_x и P_y предотвращается силами трения, возникающими в местах контакта заготовки с установочными и зажимными элементами (прихватами) $T_1 \dots T_5$.

2. Отрыв (опрокидывание) заготовки под действием силы резания P_z или момента резания M_p предупреждается силой зажима Q , равномерно распределенной на два прихвата.

Расчет для обоих случаев значение силы Q , выбирают большее и принимают его за расчетную величину силы закрепления.

Произведем расчет силы зажима для первого случая. Допустим, $P_y < P_x$, а масса заготовки незначительна. Условие равновесия заготовки (см. рис. Б 1):

$$P_x = T_1 T_2 T_3 T_4 T_5,$$

$$T_1 = \frac{T_2}{3} \cdot \frac{Q}{f_1}; \quad T_4 = \frac{T_5}{2} \cdot \frac{Q \cdot f_2}{Q},$$

где f_1 – коэффициент трения между поверхностями заготовки и установочных элементов приспособления; f_2 – коэффициент трения между поверхностями заготовки и зажимными элементами.

Введя коэффициент запаса K и подставив значения сил трения, после преобразований получим:

$$K \cdot P_x = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2.$$

$$Q = \frac{K \cdot P_x}{f_1 + f_2}.$$

Коэффициент запаса K рассчитывают по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$; K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке (при предварительной обработке $K_1 = 1,2$; при окончательной, в том числе от-делочной обработке, $K_1 = 1,0$); K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки (табл. Б 1); K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке, $K_3 = 1,2$; K_4 – коэффициент, учитывающий непостоянство усилия зажима; для ручных зажимных устройств $K_4 = 1,3$, при использовании механизированного привода, обеспечивающего постоянство развиваемых сил, $K_4 = 1$; K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику ручных зажимных устройств; при неудобном расположении рукояток управления $K_5 = 1,2$, при удобном (угол поворота менее 90°) $K_5 = 1$.

Таблица Б 1

Значения коэффициента K_2 [21, с. 117]

| Метод обработки | Компоненты силы резания | Значение для | |
|---|----------------------------|--------------|-------|
| | | чугуна | стали |
| Сверление | Мкр | 1,15 | |
| | P_0 | 1,0 | |
| Зенкерование предварительное (по корке) | Мкр | 1,3 | |
| | P_0 | 1,2 | |
| Зенкерование окончательное (чистовое) | Мкр | 1,2 | |

| | | | |
|--|-------|------------|-----------|
| | P_0 | 1,2 | |
| Точение и растачивание предварительное | P_z | 1,0 | 1,0 |
| | P_y | 1,2 | 1,4 |
| | P_x | 1,25 | 1,6 |
| Точение и растачивание окончательное | P_z | 1,05 | 1,0 |
| | P_y | 1,4 | 1,05 |
| | P_x | 1,3 | 1,0 |
| Фрезерование цилиндрической фрезой | P_z | 1,2 – 1,4 | 1,6 – 1,8 |
| Фрезерование торцовой фрезой | P_z | 1,2 – 1,4 | 1,6 – 1,8 |
| Шлифование | P_z | 1,15 – 1,2 | |
| Протягивание | P_x | 1,5 | |

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие момента, стремящегося повернуть заготовку на опорах; при установке заготовки на точечные опоры (штыри) $K_6 = 1$, при установке на опорные пластины $K_6 = 1,5$.

Если в результате расчета значение коэффициента запаса оказывается меньше 2,5, принимают $K = 2,5$. Коэффициенты трения f_1 и f_2 принимают по табл. Б 2.

Таблица Б 2

Значения коэффициента трения f [21]

| Условия трения | f |
|---|--|
| Заготовка контактирует с опорами и зажимными устройствами (ЗУ) приспособления поверхностями: – обработанными – необработанными | 0,16 0,2 – 0,25 |
| При контакте заготовки с ЗУ и опорами, имеющими рифления | 0,7 |
| При закреплении в патроне с кулачками (губками): – гладкими – с кольцевыми канавками – с взаимно перпендикулярными каналами – острыми | 0,16 – 0,18 0,3 – 0,4 0,4 – 0,5 0,7 – 1,0 |

При расчете для второго случая силу зажима можно найти из уравнения моментов сил относительно опорной точки 2 или 3 (см. рис. Б 1):

$$K \cdot M_p = Q \cdot L_1,$$

где L_1 – расстояние между точкой приложения силы закрепления и опорными точками 2, 3 (см. рис. Б 1); M_p – момент от силы резания:

$$M_p = P_z \cdot \frac{D}{2},$$

где P_z – радиальная составляющая силы резания; D – диаметр отверстия.

$$Q = \frac{2K \cdot M_p}{L_1}$$

По найденному максимальному значению силы зажима Q определяют усилие P на штоке привода, по которому, задаваясь значением давления воздуха в пневмосети, равным (0,4 – 0,6) МПа, рассчитывают его основные характеристики (диаметр цилиндра D , ход штока и др.) и окончательно выбирают по стандарту.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Примеры выполнения расчета точности приспособления для растачивания

При растачивании отверстия $\varnothing 35 H8$ необходимо выдержать размер $50 \pm 0,17$ (Б) и отклонение от параллельности оси отверстия относительно основания не более $0,1 / 100$ мм (β).

Расчет точности приспособления выполнен для различных схем базирования заготовки (рис. В 1 и В 2). Схема действия сил закрепления принята согласно рис. Б 1.

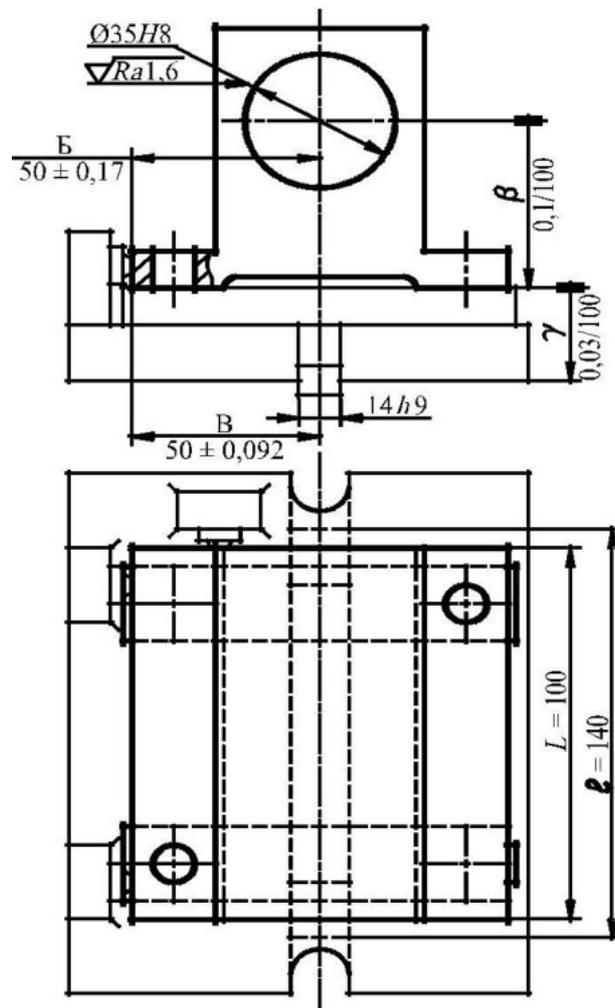


Рис. В 1. Схема для расчета точности приспособления для растачивания при установке заготовки по трем взаимно перпендикулярным плоскостям

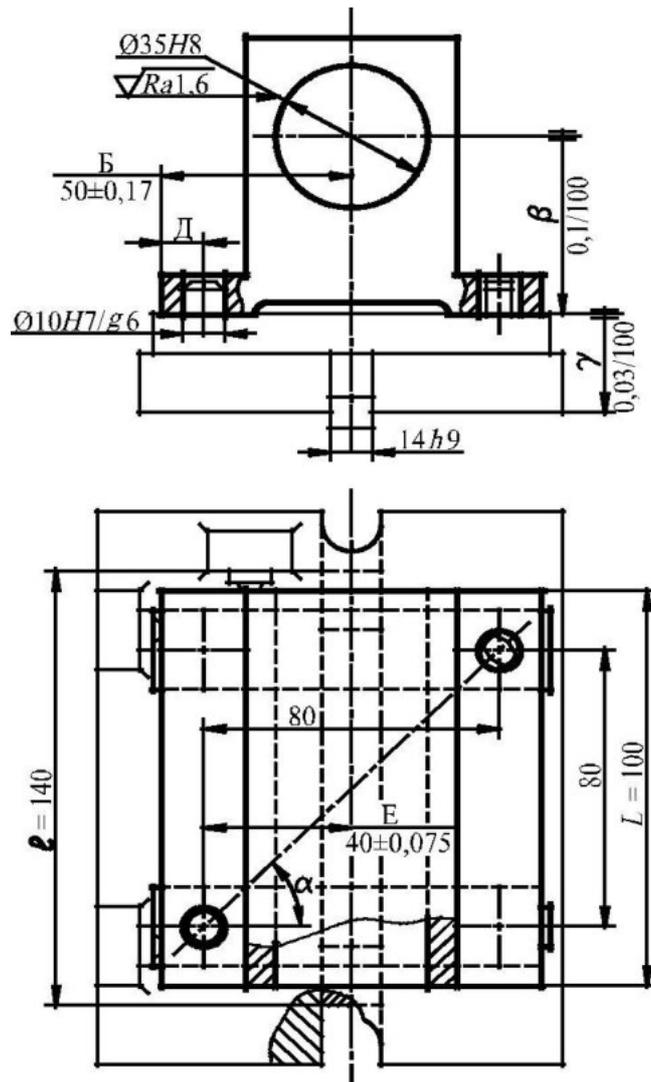


Рис. В 2. Схема для расчета точности приспособления для растачивания при установке заготовки по плоскости и двум отверстиям

Растачивание отверстия $\varnothing 35 H8$ производят с применением жесткой борштанги, т. е. без применения направляющей втулки. Точность диаметрального размера растачиваемого отверстия зависит, главным образом, от точности и жесткости режущего и вспомогательного инструмента и не зависит от точности приспособления. Точность приспособления оказывает влияние в данном случае на параметры B и β , определяющие положение оси обрабатываемого отверстия относительно других поверхностей заготовки.

Пример 1.

Определим точность приспособления, необходимую для обеспечения размера $50 \pm 0,17$ (размер B на рис. В 1). Допуск размера B равен $0,34$ мм.

1. Погрешность базирования по размеру B равна нулю ($\omega_B^B \mid \omega_{B,y}^B \mid 0$), поскольку исходная база этого размера совмещена с технологической [26].
2. Погрешность закрепления $\omega_3^B \mid 0$, так как сила закрепления (см.рис. Б 1, В 1) направлена перпендикулярно направлению выдерживаемого размера.
3. Расчетная погрешность установки:

$$\omega_y^B \mid \omega_B^B \mid \omega_3^B \mid 0.$$

4. Погрешность обработки при $\omega_{Т.С}^Б \approx 0,15$ мм [20, с. 13]:

$$K \cdot \omega_{Т.С}^{50} \approx 0,7 \cdot 0,15 \approx 0,105 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки:

$$[\omega_{y}^Б] \approx \sqrt{T^2 - K_n^2 \cdot \omega_{Т.С}^2};$$

$$[\omega_{y}^Б] \approx \sqrt{\sqrt{0,34^2 - 0,105^2}} \approx 0,32 \text{ мм.}$$

Следовательно, предлагаемая схема установки заготовки приемлема.

6. Суммарная погрешность приспособления:

$$\omega_{пр} \approx T - \sqrt{\omega_{y}^2 - K_n^2 \cdot \omega_{Т.С}^2};$$

$$\omega_{пр}^Б \approx 0,34 - \sqrt{0,105^2} \approx 0,235 \text{ мм.}$$

7. Погрешность собранного приспособления:

$$T_c \approx \omega_{пр} - \varepsilon_{уп} - \varepsilon_3 - \varepsilon_{п}.$$

Погрешность установки приспособления $\varepsilon_{уп}$ на станке определяют, исходя из конструктивной схемы (см. рис. В 1) и приложения Е.

$$\varepsilon_{уп}^Б \approx \frac{L \cdot S_1}{\ell},$$

где L – длина обрабатываемой заготовки, мм ($L = 100$ мм); S_1 – максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка, мм ($S_1 = 0,07$ мм для посадки $H8 / h9$); ℓ – расстояние между шпонками, мм ($\ell = 140$ мм);

$$\varepsilon_{уп}^Б \approx \frac{100 \cdot 0,07}{140} \approx 0,05 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_3^Б \approx 0$, так как установка заготовки производится без зазоров; $\varepsilon_{п}^Б \approx 0$, так как отсутствуют направляющие элементы для режущего инструмента.

$$T_c^Б \approx 0,235 - 0,05 - 0 - 0 \approx 0,185 \text{ мм.}$$

На чертеже общего вида приспособления должен быть проставлен расчетный размер между опорами и плоскостью симметрии шпонки

$B = 50 \pm 0,092$ (см. рис. В 1).

Для обеспечения параметра β (отклонения от параллельности оси растачиваемого отверстия относительно основания корпуса, допуск $0,1 / 100$ мм) необходимо рассчитать, с какой точностью должно быть выдержано отклонение от параллельности установочных элементов (пластин) относительно основания корпуса приспособления, т. е. определить допуск параметра γ (см. рис. В 1).

Определяем необходимую точность приспособления для обеспечения параметра β .

1. Погрешность базирования $\omega_{б}^Б \approx \omega_{б.y}^Б \approx 0$.

2. Погрешность закрепления $\omega_{\beta_3}^{\beta} \mid 0,06$ мм [20, с. 61].

3. Фактическая погрешность установки:

$$\omega_{\beta_y}^{\beta} \mid \omega_{\beta_6}^{\beta} \omega_{\beta_3}^{\beta} \mid 0 \ 0,06 \mid 0,06 \text{ мм.}$$

4. Погрешность обработки при $\omega_{\beta_{т.с}}^{\beta} \mid 0,015 / 100$ мм [20, с. 13]:

$$K_{п} \cdot \omega_{\beta_{т.с}}^{\beta} \mid 0,7 \cdot 0,015 \mid 0,0105 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки:

$$[\omega_{\beta_y}^{\beta}] \sqrt{\sqrt{0,1^2 - 0,0105^2}} \mid 0,099 \text{ мм.}$$

Так как $\omega_{\beta_y}^{\beta} \mid [\omega_{\beta_y}^{\beta}]$, предлагаемая схема установки и конструктивная схема приспособления приемлемы.

6. Суммарная погрешность приспособления:

$$\omega_{\beta_{пр}}^{\beta} \mid 0,1 - \sqrt{0,06^2 - 0,0105^2} \mid 0,029 \text{ мм.}$$

7. Поскольку $\varepsilon_{\beta_{уп}}^{\beta} = \varepsilon_{\beta_3}^{\beta} = \varepsilon_{\beta_{п}}^{\beta} \mid 0$, то погрешность собранного приспособления:

$$T_{с}^{\beta} \mid \omega_{\beta_{пр}}^{\beta} - (\varepsilon_{\beta_{уп}}^{\beta} \varepsilon_{\beta_3}^{\beta} \varepsilon_{\beta_{п}}^{\beta}) \mid 0,029 - (0 \ 0 \ 0) \mid 0,029 \text{ мм.}$$

На чертеже общего вида приспособления (см. рис. В 1) должно быть поставлено значение параметра $\gamma = 0,03 / 100$ мм.

Пример 2.

Определим необходимую точность приспособления для обеспечения размера $50 \pm 0,17$ (размер Б по рис. В 2).

1. Определим погрешность базирования по размеру Б (ω_{β}^{β}).

В данном случае $\omega_{\beta}^{\beta} = \omega_{\beta_{y}}^{\beta}$ не равна нулю, поскольку исходная база этого размера не совмещена с технологической двойной опорной базой (отверстие $\varnothing 10 H7$). Базисный размер, связывающий исходную базу размера Б и ось отверстия $\varnothing 10 H7$, обозначим буквой Д, поэтому $\omega_{\beta_{y}}^{\beta} = \omega_{\beta_{д}}$.

Размер Д получен на одной из предыдущих операций (развертывание отверстия); $\omega_{\beta_{д}} = 0,04$ мм [26]. Таким образом, $\omega_{\beta}^{\beta} = \omega_{\beta_{y}}^{\beta} = \omega_{\beta_{д}} = 0,04$ мм.

2. Погрешность закрепления $\omega_{\beta_3}^{\beta} \mid 0$.

3. Погрешность установки фактическая

$$\omega_{\beta_y}^{\beta} \mid \omega_{\beta}^{\beta} \omega_{\beta_3}^{\beta} \mid 0,04 \ 0 \mid 0,04 \text{ мм.}$$

4. Погрешность обработки при $\omega_{\beta_{т.с}}^{\beta} \mid 0,15$ мм [20, с. 13]:

$$K_{п} \cdot \omega_{\beta_{т.с}}^{\beta} \mid 0,7 \cdot 0,15 \mid 0,105 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки:

$$[\omega_{\beta_y}^{\beta}] \sqrt{\sqrt{0,34^2 - 0,105^2}} \mid 0,328 \text{ мм.}$$

Поскольку $\omega_{\beta_y}^{\beta} \mid [\omega_{\beta_y}^{\beta}]$, то данная схема установки допустима.

6. Суммарная погрешность приспособления

$$\omega_{\beta_{пр}}^{\beta} \mid 0,34 - \sqrt{0,04^2 - 0,105^2} \mid 0,23.$$

7. Определим погрешность собранного приспособления.

$$\varepsilon_{\beta_{уп}}^{\beta} \mid \frac{L \cdot S_1}{\varepsilon_{\beta_3}^{\beta} \mid S_{max}}, \quad \frac{100 \cdot 0,07}{140} \mid 0,05 \text{ мм;}$$

где S_{max} – максимальный зазор в сопряжении отверстия заготовки, используемого в качестве технологической базы, с установочным пальцем приспособления.

$$S_{max} = T_1 + T_2 + S_{min},$$

где T_1, T_2 – соответственно допуск на диаметр пальца и отверстия; S_{min} – минимальный зазор в сопряжении.

Для посадки $\varnothing 10 H7/g6$ в сопряжении отверстия с пальцем:

$$S_{max} = 0,010 - 0,016 - 0,005 = 0,031 \text{ мм};$$

$$\epsilon_3^B = S_{max} = 0,031 \text{ мм. } \epsilon_n^B = 0.$$

$$T_c^B = 0,23 - (0,05 - 0,031 - 0) = 0,15 \text{ мм.}$$

На чертеже общего вида приспособления должен быть проставлен расчетный размер между осью пальца и плоскостью симметрии шпонки

$$E = 40 \pm 0,075 \text{ (см. рис. В 2).}$$

Определим необходимую точность приспособления для выдерживаемого углового размера β (см. рис. В 2).

Так как установка заготовки для обеспечения точности углового размера β не отличается от установки заготовки в первом примере (см. рис. В 1), то точность приспособления $T_c^\beta = \omega_{пр}^\beta$ по параметру β не изменится и будет равна 0,029 мм (см. стр. 32).

На чертеже общего вида приспособления (см. рис. В 2) должен быть проставлен размер $\gamma = 0,03 / 100 \text{ мм.}$

Пример расчета силы закрепления заготовки в приспособлении
для сверления

В рассматриваемом случае осевая сила P_o и момент $M_{кр}$ (рис. Г 1) уравниваются реакциями призм и зажимных элементов (прихватов). Однако вследствие погрешностей, полученных при заточке и неравномерного износа главных режущих кромок сверла, составляющие силы P_z , возникающие на этих кромках, отличаются [12]. В результате появляется сила P_z , изменяющая направление в плоскости, перпендикулярной оси обрабатываемого отверстия. Значение этой силы достигает до 30% от силы P_z , т. е.

$$\Delta P_z \approx 0,3 \cdot \frac{M_{кр}}{d}$$

где d – диаметр обрабатываемого отверстия.

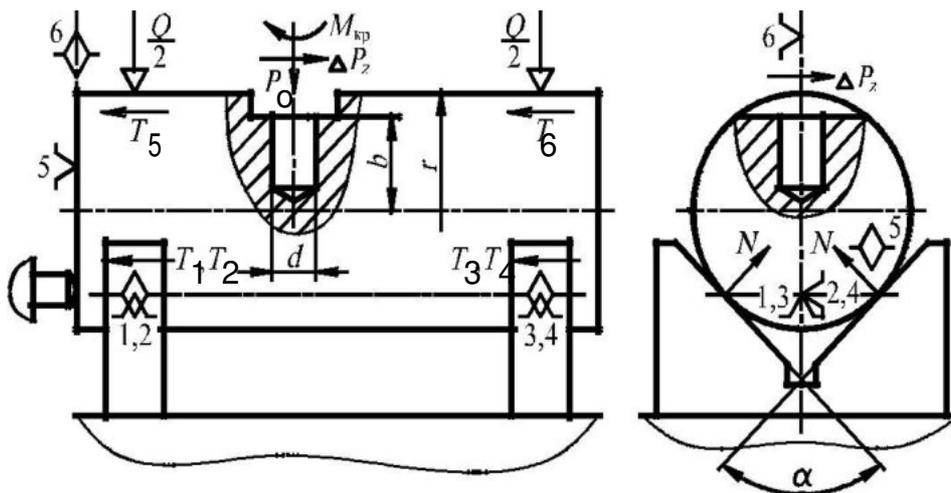


Рис. Г 1. Схема к расчету силы закрепления заготовки в приспособлении для сверления

Когда сила P_z направлена вдоль оси заготовки (см. рис. Г 1), возможно ее смещение, которое предотвращается силами трения, возникающими на участках контакта заготовки с призмой (T_1, T_2, T_3, T_4) и зажимным элементом (T_5, T_6).

Уравнение равновесия имеет вид

$$K \cdot P_z = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 .$$

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = N \cdot f_1,$$

где N – реакция со стороны рабочей поверхности призмы; f_1 – коэффициент трения в контакте поверхностей заготовки и призмы.

$$N \approx \frac{Q}{4 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

где Q – искомая сила закрепления заготовки; α – угол призмы.

$$T_5 + T_6 + \frac{Q}{2} \cdot f_2,$$

где f_2 – коэффициент трения в контакте поверхностей заготовки и зажимного элемента.

После преобразований уравнение равновесия примет вид

$$K \cdot \Delta P_z + \frac{Q}{2} \cdot f_1 = Q \cdot f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Из последнего уравнения следует

$$Q = \frac{K \cdot \Delta P_z}{\frac{f_1}{f_2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

Когда сила P_z направлена перпендикулярно оси заготовки, возможен ее поворот, который предотвращается силами трения.

Уравнение равновесия заготовки для этого случая имеет вид

$$K \cdot \Delta P_z \cdot b + \frac{Q}{2} \cdot f_1 \cdot r = Q \cdot f_2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

где r и b – размеры заготовки (см. рис. Г1).

Из последнего уравнения следует зависимость для расчета силы закрепления:

$$Q = \frac{K \cdot \Delta P_z \cdot b}{\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \cdot f_2 \cdot r}$$

Для реализации следует принять наибольшее значение силы закрепления Q .

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример выполнения расчета точности приспособления для сверления

Определим точность приспособления, необходимую для обеспечения размера $35 \pm 0,31$ (размер А по рис. Д 1), связывающего ось отверстия ($d = 10$ мм) с торцевой поверхностью заготовки.

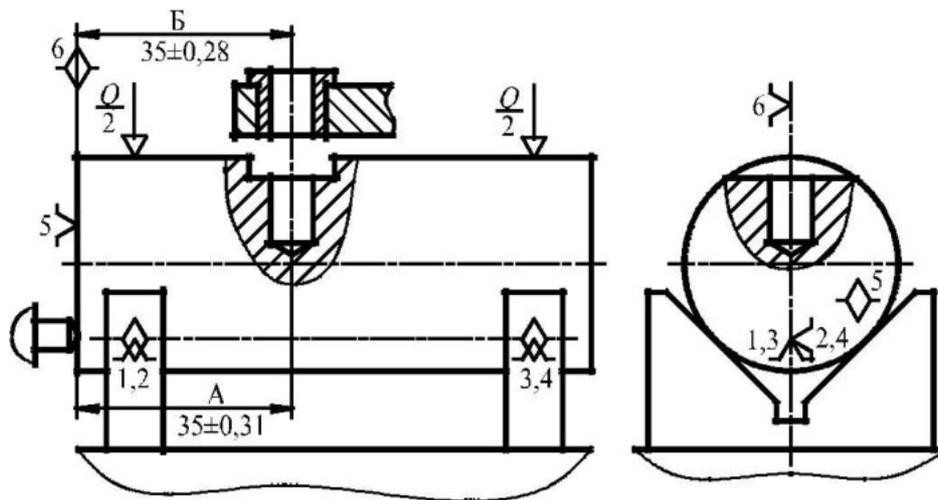


Рис. Д 1. Схема для расчета точности приспособления для сверления

1. Погрешность базирования по размеру А равна нулю ($\omega_b^A \mid \omega_{b,y}^A \mid 0$), поскольку исходная база этого размера совмещена с технологической.

2. Погрешность закрепления $\omega_3^A \mid 0$, так как сила закрепления (см. рис. Д 1) направлена перпендикулярно этому размеру.

3. Расчетная погрешность установки:

$$\omega_y^A \mid \omega_b^A \mid \omega_3^A \mid 0.$$

4. Погрешность обработки при $\omega_{т.с}^A \mid 0,15$ мм [20, с. 13]:

$$K \cdot \omega_{т.с}^A \mid 0,7 \cdot 0,15 \mid 0,105 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки:

$$[\omega_y^A] \mid \sqrt{\sqrt{0,62^2 - 0,105^2}} \mid 0,61 \text{ мм.}$$

Следовательно, предлагаемая схема установки заготовки приемлема.

6. Суммарная погрешность приспособления:

$$\omega_{пр}^A \mid T - \sqrt{\omega_y^2 \mid K_n^2 \cdot \omega_{т.с}^2}.$$

В данном случае при направлении инструмента по кондукторной втулке погрешность технологической системы не влияет на точность размера А [4], поэтому

$$\omega_{пр}^A \mid T = 0,62 \text{ мм.}$$

7. Погрешность собранного приспособления:

$$T_c \mid \omega_{пр} - \varepsilon_{уп} \varepsilon_3 \varepsilon_{п} .$$

Точность установки приспособления на станке не влияет на точность размера А, поэтому

$$\varepsilon_{уп}^A \mid 0 .$$

$\varepsilon_3^A \mid 0$, так как установка заготовки производится без зазоров.

При направлении инструмента по кондукторной втулке для расчета $\varepsilon_{п}^A$ используем зависимость

$$\varepsilon_{п}^A = \frac{S \cdot H}{d} \cdot 3 \cdot H$$

Максимальный зазор между отверстием в кондукторной втулке и сверлом складывается из максимального зазора посадки (F7/h7) и износа втулки. Максимальный зазор равен разности верхнего предельного отклонения отверстия втулки (+0,034) и нижнего предельного отклонения сверла (– 0,018). Значение износа принимаем равным 0,062 мм [4].

$$S = 0,034 + 0,018 + 0,062 = 0,114 \text{ мм.}$$

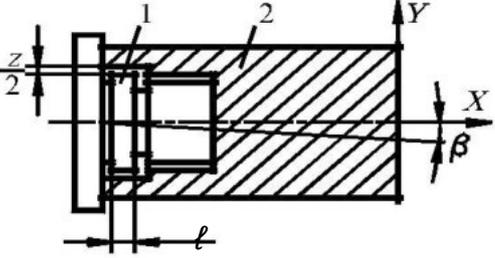
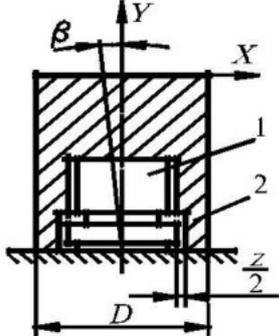
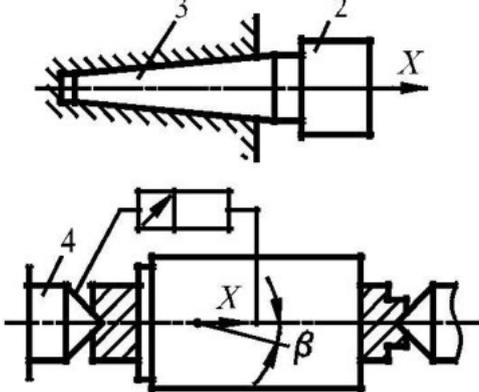
Высота кондукторной втулки диаметром $d = 10$ мм по ГОСТ 18430 составляет $H = 20$ мм.

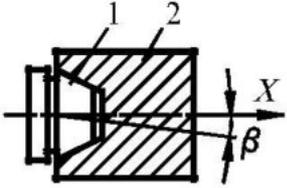
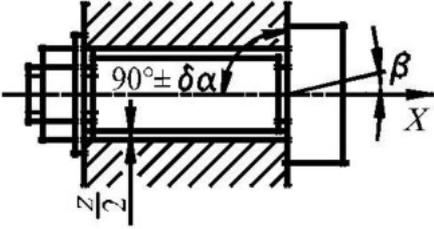
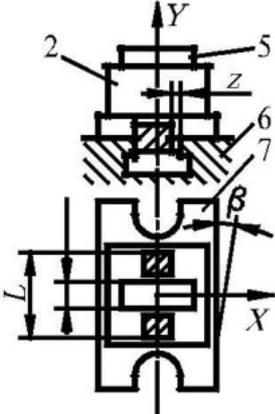
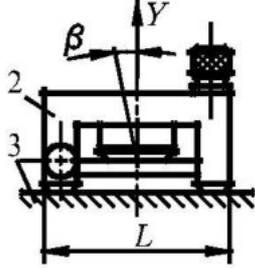
$$\varepsilon_{п}^A = \frac{0,114 \cdot 20}{10} \cdot 3 \cdot 20$$

$$T_c^A \mid 0,62 - 0,057 \mid 0,56 \text{ мм.}$$

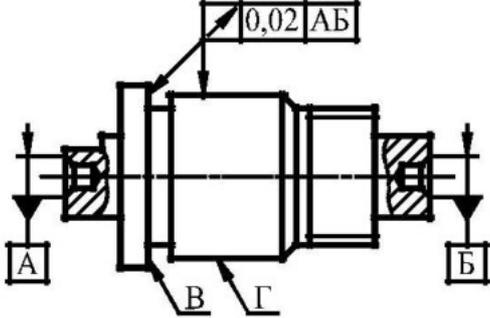
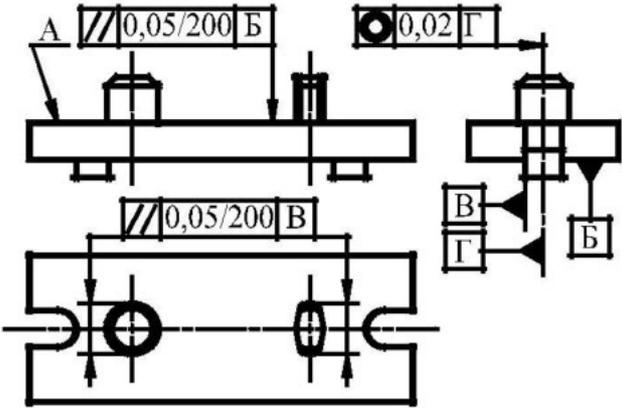
На чертеже общего вида приспособления должен быть проставлен расчетный размер $B = 35 \pm 0,28$ (см. рис. Д 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

| Схема установки приспособления на станке | Погрешность |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">1</p>  | <p style="text-align: center;">2</p> <p>В направлении оси X: 0,01 – 0,04 мм. В направлении оси Y: значение z. Для угла β: $2\text{arctg } \frac{z}{D}$</p> |
|  | <p>В направлении оси X: значение z. В направлении оси Y: 0,01 – 0,04 мм. Для угла β: $2\text{arctg } \frac{0,01 - 0,04}{D}$</p> |
|  | <p>Для конуса Морзе №0: 0,1 – 0,2 мм. Для конуса Морзе №2, 3: 0,1 – 0,2 мм. Для конуса Морзе №4, 5: 0,2 – 0,4 мм. Для конуса Морзе №6: 0,25 – 0,5 мм. Для метрического конуса №80: 0,25 – 0,5 мм. Для метрического конуса №100, 200: 0,3 – 0,6 мм. В направлении оси X: 0,05 – 0,2 мм. Для угла β: 2' – 5'. Для биения: 0 – 0,02 мм</p> |

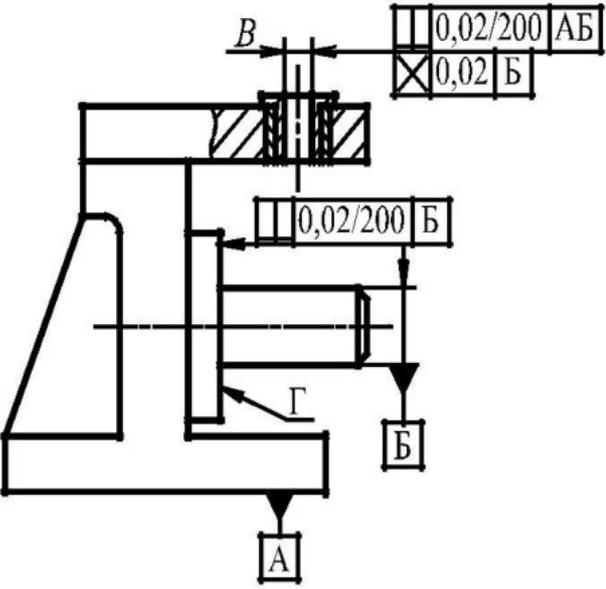
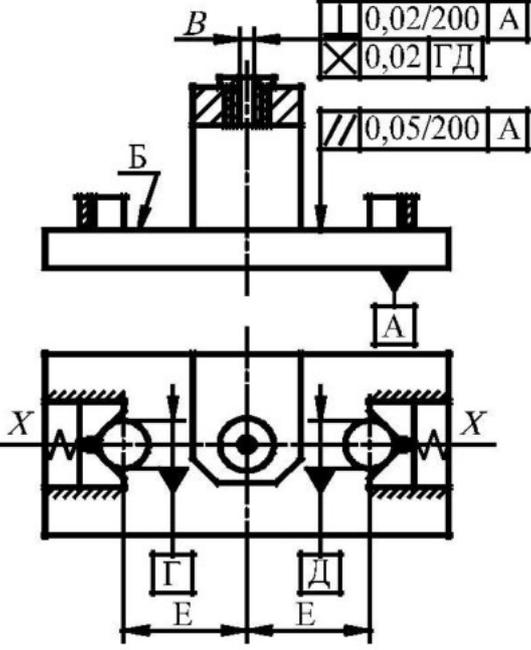
| 1 | 2 |
|--|--|
|  | <p>В направлении оси X: 0,03 – 0,06 мм. Для угла β: 5' – 10'</p> |
|  | <p>В направлении оси X: 0,01 – 0,03 мм. В направлении оси Y: значение z. Для угла β: $2\delta\alpha$</p> |
|  | <p>В направлении оси X: значение z. В направлении оси Y: 0 – 0,02 мм.</p> <p style="text-align: center;">z</p> <p>Для угла β: $\arctg \frac{z}{L}$</p> <p>На длине l_d: $\frac{z \cdot d}{L}$</p> |
|  | <p>В направлении оси Y: 0 – 0,03 мм. Для угла β: $2\arctg \frac{0,01 \text{ } \text{ } 0,03}{L}$</p> |
| <p><i>Примечание:</i> 1 – шпиндель; 2 – приспособление; 3 – конус; 4 – центр; 5 – деталь; 6 – стол станка; 7 – плита; 8 – кондуктор.</p> | |

Примеры типовых технических требований
к чертежам общих видов приспособлений

| <p>1</p> <p>Схема приспособления</p> | <p>2</p> <p>Техническое требование</p> |
|--|--|
|  | <p>Биение поверхностей В и Г относительно оси центральных отверстий не более 0,02 мм</p> |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение от параллельности плоскости А относительно плоскости Б не более 0,05 мм на длине 200 мм. 2. Отклонение от параллельности плоскости, проходящей через оси пальцев, относительно поверхности В не более 0,05 мм на длине 200 мм. 3. Отклонение от соосности пальцев относительно общей оси шпонок Г не более 0,02 мм |

1

2

| | |
|---|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение от перпендикулярности оси поверхности В относительно поверхностей А и Б не более 0,02 мм на длине 200 мм. 2. Отклонение от пересечения осей поверхностей В и Б не более 0,02 мм. 3. Отклонение от перпендикулярности поверхности Г относительно оси поверхности Б не более 0,02 мм на длине 200 мм |
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение от перпендикулярности оси поверхности В относительно поверхности А не более 0,02 мм на длине 200 мм. 2. Отклонение от параллельности поверхности Б относительно поверхности А не более 0,05 мм на длине 200 мм. 3. Отклонение от пересечения оси поверхности В с плоскостью симметрии призм X – X не более 0,02 мм. 4. Разность размеров Е не более 0,1 мм на длине хода призм |

