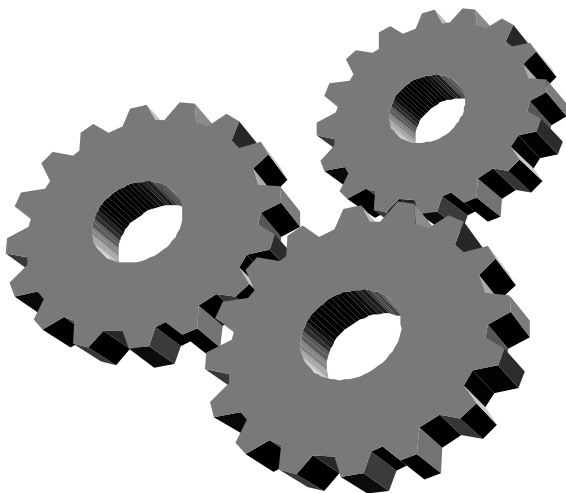


ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра технологии машиностроения

----- 2018

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов направления 15.03.05.
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств» (профиль
«Технология машиностроения»)
всех форм обучения



Воронеж 2018

УДК[621.7.001.63+621.902/06+658.52.011.56.012.3](075.8)

Составители: канд. техн. наук В.А. Сай,
док. техн. наук О.Н. Кириллов

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологическая оснастка» для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Технология машиностроения») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.А. Сай, О.Н. Кириллов. Воронеж, 2018. 49 с.

В методических указаниях изложены основные материалы, рекомендации и требования по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологическая оснастка». Рассмотрены вопросы разработки технического задания на проектирование специальных станочных приспособлений, освещена методика их расчета и проектирования. Приведен пример расчета и проектирования зажимного приспособления для выполнения фрезерной операции.

Методические указания могут быть также использованы студентами при выполнении выпускной квалификационной работы.

Методическое указание подготовлены в электронном виде и содержатся в файле «Курс.пр. ТО.doc.».

Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 15 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.А. Болдырев

*Издается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*
© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет», 2018

Введение

Основой технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства является машиностроение. Интенсивное развитие технических средств и оборудования, требования к качеству и разнообразию продукции машиностроения вызывают необходимость создания, совершенствования и внедрения различных конструктивных схем технологической оснастки для механообработки.

Курсовой проект по дисциплине: “Технологическая оснастка”, направленный на решение конкретных задач при проектировании технологической оснастки с учётом требований передового производства является одной из самостоятельных работ будущего инженера. Основной целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний, полученных студентами во время лекционных, практических занятий и производственных практик, а также приобретение практических навыков в работе со справочной литературой, стандартами.

Номенклатура специальных средств технологического оснащения, которые должен спроектировать студент, определяется заданием на курсовое или дипломное проектирование. Однако во всех случаях их проектирование осуществляют только после разработки технологического процесса изготовления детали.

Спроектированные средства технологического оснащения должны соответствовать программе и продолжительности выпуска деталей или других изделий, типу производства и его организационно-техническим характеристикам.

Курсовой проект представляет собой технологические, конструкторские и научно-исследовательские разработки или их сочетание. При выполнении курсового проекта значительное внимание уделяется рациональной компоновки приспособления, выбора правильной схемы зажимного механизма, точности, жесткости и надежности приспособления, предназначенного для реализации операции механической обработки заготовки.

Данное методическое руководство содержит исходные материалы для выполнению курсового проекта, включая определённые общеобязательные требования к содержанию и объёму работы, методики выполнения, оформлению пояснительной записки и графической части работы.

1. Основные этапы, содержание и порядок выполнения курсового проекта

1.1 Основные этапы выполнения работы

Курсовой проект выполняется на основании задания, составленного и утверждённого кафедрой в соответствии с существующим порядком. Он содержит следующие основные этапы:

1. Описание конструкции и назначение детали. Вычерчивание детали.

2. Разработка технологической операции обработки детали и составление операционных карт и карты эскиза на эту операцию.

3. Расчет максимальной силы резания

4. Эскизная проработка компоновки конструкции зажимного приспособления и разработка принципиальной расчетной схемы приспособления.

5. Расчет *сил зажима* P_z и определение допустимой погрешности установки заготовки.

6. Выбор зажимного устройства и расчет *исходного усилия закрепления* P_{II} .

7. Проектирование и расчет *привода* зажимного устройства.

8. Расчет точности приспособления.

9. Разработка рабочего сборочного чертежа приспособления

10. Окончательное оформление расчётно-пояснительной записки.

1.2. Тематика курсовых проектов

Тематика курсовых проектов должна соответствовать содержанию дисциплины “Технологическая оснастка”, а содержанием проекта является разработка конструкции

станочного приспособления для выполнения технологической операции на конкретном типе оборудования с учетом типа и организационной формы производства.

Основой для курсовых проектов является чертёж заготовки, приведённый в вариантах задания на курсовой проект, а также заданная руководителем проекта технологическая операция, для которой необходимо разработать приспособление и тип производства.

1.3. Составные части выполнения курсового проекта

Курсовой проект по разработке технологической оснастки состоит из расчётно-пояснительной записки и графической части, а также комплект карт ТО, спецификаций к чертежам.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- введение, в котором указывается цель работы, её связь с задачами и перспективами машиностроения. Объём – 0,5-1 с.;

- описание конструкции детали, её функциональное назначение. Объём – 1-2с.;

- расчет максимальных сил или моментов резания. Объём – 3-5с.;

- разработка расчетной схемы и расчет усилия закрепления детали - **Рз**. Объём – 5-8 с.;

- разработка расчетной схемы и расчет исходного усилия закрепления - **Ри**. Объём – 3-6 с.;

- проектирование и расчет пневмо(гидро)привода. Объём – 2-3с.;

- расчет погрешности установки заготовки и точности изготовления приспособления. Объём – 3-6 с.

- описание конструкции и принципа действия разработанного приспособления. Объём – 1-2 с.

- заключение. Объём – 0,5-1 с.

- список литературы;

приложение (чертежи, карты ОК и КЭ, спецификации).

Заключение содержит информацию обобщающего характера о выполненной работе и о степени полноты её исполнения с мотивированием полученных результатов.

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах чертёжной бумаги и включает: рабочий чертёж детали (формат А1-А2); рабочий чертеж общего вида приспособления, выполненного в масштабе (формат А1-А2); расчетные конструктивные схемы зажимного устройства и исходного усилия привода (формат А2-А3); чертеж силового привода приспособления (формат А1-А3); чертеж монтажа приспособления на станке (формат А2-А3).

Пояснительная записка должна быть составлена в соответствии с требованиями к технической документации, рекомендуемой при оформлении дипломных и курсовых проектов и работ, отчетов по практике.

1.4. Порядок защиты курсового проекта

Готовая расчетно-пояснительная записка, чертежи, и спецификации подписываются студентом и руководителем проекта. Выполненный курсовой проект защищается студентами в комиссии, состоящей из двух-трёх преподавателей кафедры.

Защита проекта начинается с устного доклада студента (5-8 мин) о поставленном задании работы, приёмах решения этого задания и о полученных результатах.

Оценка курсового проекта осуществляется на основании качества и степени самостоятельности выполнения задания, объёма проделанной работы, внешнего оформления работы, усвоения теоретического материала и умения студента защищать выдвигаемые им положения.

2. Расчет и проектирование специальных средств технологического оснащения

2.1. Специальные средства технологического оснащения

Специальные средства технологического оснащения, подавляющую часть которых составляет технологическая оснастка, студент обычно проектирует для наиболее трудоемких, сложных и ответственных операций в объеме 1 - 3 листов формата А1(А2) при курсовом проектировании.

Разрабатываемые конструкции оформляют в объеме чертежей общих видов для технических проектов без детализирования в соответствии с требованиями ГОСТ 2.120-73. Чертежи средств технологического оснащения, как правило, выполняют в масштабе 1:1. Недопустимо набирать требуемый объем разработок путем увеличения масштаба изображения.

На чертежах общих видов должны быть указаны размеры (габаритные, установочные и присоединительные, контрольные и координирующие, монтажные, эксплуатационные), приведены техническая характеристика и технические требования [см. ГОСТ 2.316-68].

Обрабатываемую, измеряемую или перемещаемую заготовку, деталь или сборочную единицу на чертежах средств технологического оснащения изображают синим цветом в закрепленном положении.

К каждому разработанному сборочному чертежу в соответствии с ГОСТ 2.108-68 (форма 1) составляют спецификацию и помещают ее в пояснительную записку (ПЗ). Спецификации можно составлять и к принципиальным схемам.

Конструкции всех объектов должны быть не только оригинальными и прогрессивными, но и рентабельными, технологичными в изготовлении, надежными и безопасными в эксплуатации. В ходе проектирования средств технологического оснащения следует в максимально возможной степени использовать стандартные или унифицированные детали и сборочные единицы.

Целесообразность разработки того или иного специального средства технологического оснащения должны следовать из соответствующих разделов курсового или дипломного проектов и проектироваться во время технологической или преддипломной практики.

Проектированию специальных средств технологического оснащения должно предшествовать тщательное изучение и анализ конструкций аналогичного служебного назначения по нормативным материалам, технической литературе, описаниям патентов и изобретений, материалам промышленных предприятий. Оригинальные конструкторские решения могут иногда составить предмет изобретения. В этом случае ценность курсового или дипломного проекта значительно возрастает.

Не допускается вычерчивание (перечерчивание) в курсовом и особенно дипломном проекте известных конструкций без изменений применительно к условиям проектов (привязки к условиям решаемой в проекте конкретной задачи).

2.2. Разработка технических заданий на проектирование специальных средств технологического оснащения

Разработка маршрутно-операционного или операционного технологического процесса изготовления детали завершается в курсовом (дипломном) проекте разработкой технического задания (ТЗ) на проектирование станочного или, в отдельных случаях, контрольного приспособления. При наличии в курсовом проекте оригинальных разработок студента по технологическому процессу сборки изделия в конструкторской части проектируют сборочное приспособление, испытательный стенд или средства автоматизации или механизации сборки.

Номенклатура специальных средств технологического оснащения в дипломном проекте, естественно, расширяется и устанавливается заданием на проектирование, при этом она может быть уточнена или изменена после разработки маршрутно-операционного технологического процесса изготовления детали.

Исходные данные для проектирования любого вида специальных средств технологического оснащения содержатся в техническом задании (ТЗ), сформулированном в завершении технологических разработок.

ТЗ на проектирование специальных средств технологического оснащения в курсовом и дипломном проектах разрабатывается студентом по согласованию с консультантом или руководителем в соответствии с ГОСТ 15.001-88. Этапы разработки задания одинаковы при проектировании любых средств технологического оснащения, а содержание работ по этапам конкретизируется применительно к условиям курсового или дипломного проекта. Во всех случаях конструкторская разработка должна быть результатом самостоятельной творческой работы студента.

ТЗ на проектирование средств технологического оснащения удобно оформлять по форме таблицы. В качестве примера в этой таблице приведено ТЗ на проектирование специального приспособления для обработки шпоночного паза в заготовке, показанной на рисунке 1.

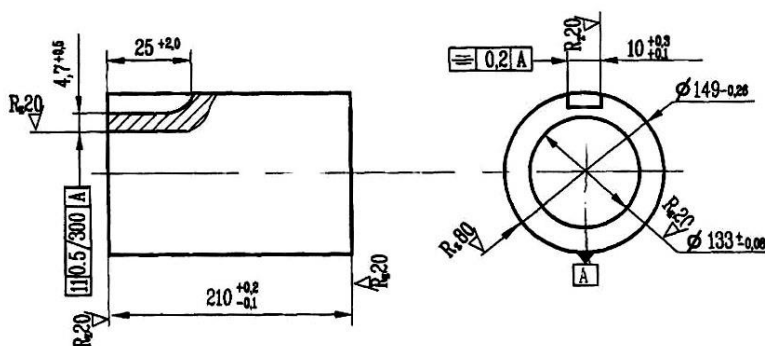


Рис.1. Чертеж заготовки корпуса стартера после выполнения операции фрезерования

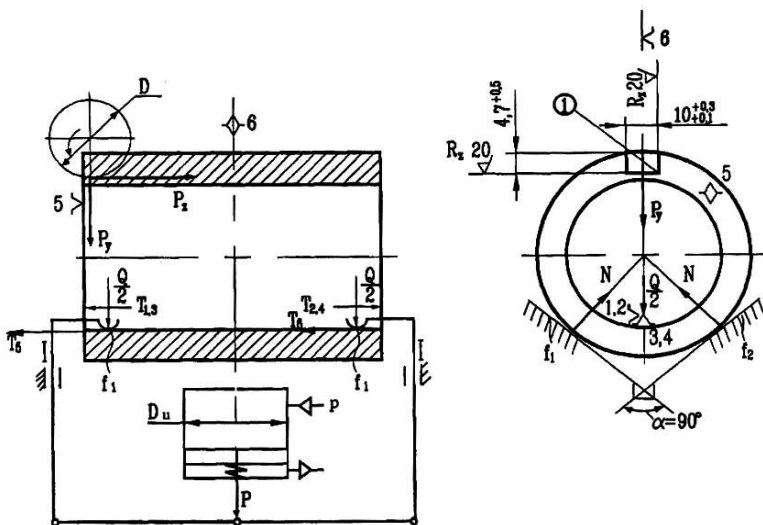


Рис. 2. Принципиальная расчетная схема приспособлении для фрезерования паза

Таблица 1

Техническое задание на проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
1	2
Наименование и область применения	Приспособление для фрезерования паза корпуса стартера шириной $10_{+0,1}$, глубиной 4.7 на длине 25 мм (см.рис 1) на горизонтально-фрезерном станке 6М81Г (операция 035)
Оснание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки корпуса стартера

Продолжение таблицы 1

1	2
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки корпуса стартера, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров паза и его положения относительно других поверхностей заготовки; облегчение и удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки не должно превышать 0,05 мин;
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – массовый; программа выпуска – 100 тыс. шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 5М82Г. Регулировки конструкции приспособления не допускаются. Время закрепления заготовки не более 0,05 мин. Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления – 70 %. Входные данные о заготовке, поступающей на операцию 35: наружные диаметр $\varnothing 149$, $R = 12,5$ мкм, длина заготовки – 210 , шероховатость торцов заготовки $R = 6,3$ мкм; ширина паза 4,9 , $R = 12,5$ мкм; глубина паза 2,5 , шероховатость дна паза $R = 12,5$ мкм; диаметр отверстия в заготовке $\varnothing 133^{+0.08}$; $R_a = 3,2$ мкм; длина паза $23^{+2.0}$. Выходные данные операции 035: ширина паза $10_{+0.1}^{+0.3}$, $R_a = 3,2$ мкм; глубина паза $4,7^{+0.5}$, $R_a = 3,2$ мкм, длина паза $25^{+2.0}$, смещение оси симметрии паза относительно оси

Окончание таблицы 1

1	2
	наружной поверхности заготовки не более 0,2 мм; отклонение от параллельности нижней поверхности паза относительно образующей $\varnothing 149$ заготовки не более 0,12 мм на длине 300 мм. Техническая характеристика станка 6М81Г: размеры рабочей поверхности стола - 250x1000 мм; расстояние от оси шпинделя до стола – (30...450) мм; ширина Т-образного паза стола станка 14Н8 (один паз). Характеристика режущего инструмента: диаметр дисковой прямозубой фрезы $D_{\phi} = 50$ мм, $z = 14$; ширина фрезы 10-0,029 (ГОСТ3755-78); материал фрезы сталь Р6М5. Операция выполняется в один переход. Режимы резания, штучное время на операцию приведены в операционной карте. Коэффициент загрузки на данной операции $K_3 = 0,8$
Документация, используемая при разработке	ЕСТП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел конструкторская часть), чертежи общего вида проекта фрезерного приспособления и привода зажимного устройства (ЗУ); спецификации.
Экономические показатели	Ориентировочный экономический эффект от применения спроектированного приспособления – 1200000 руб. Срок окупаемости затрат на разработку и освоение производства продукции – 2 года

2.3. Расчет и проектирование специальных станочных приспособлений

Изучив известные технические решения и исходные данные, представленные в ТЗ (см. табл.), студент приступает к проектированию приспособления.

На этом этапе курсового или дипломного проектирования перед студентом стоит задача - создать работоспособную экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям эксплуатации конструкцию приспособления.

Проектирование приспособления рекомендуется проводить в следующем порядке [1, 2, 3]:

Первый этап . Эскизная проработка компоновки конструкции приспособления:

устанавливают принадлежность выбираемых аналогов (конструкций) приспособлений к системам технологической оснастки в зависимости от плановых сроков и трудоемкости освоения, продолжительности выпуска изделия и организационной формы производства;

обосновывают выбранную систему технологической оснастки по коэффициенту загрузки K_i приспособления данной операцией, а при необходимости оценивают затраты на оснащение технологической операции соответствующей системой технологической оснастки на анализируемый период выпуска изделия;

разрабатывают несколько эскизных вариантов будущей компоновки приспособления, анализируют их и с учетом рациональной кинематической и силовой схем приспособления, удобства взаимного расположения его основных узлов и деталей, накопленного опыта промышленности и выбирают наиболее приемлемый для данных условий вариант. Выбрать типовую компоновку приспособления для конкретной технологической операции и воспроизвести конструкции-аналоги можно с помощью ЭВМ или САПР приспособлений, имею-

щих информационно-поисковый блок и позволяющих осуществить также и проектирование компоновок и наладок систем универсально-сборных (УСП), универсально-наладочных (УНП) и сборно-разборных (СРП) приспособлений. Именно на этом этапе должна в максимальной степени проявиться творческая инициатива студента, его способность и умение принимать правильные инженерные решения.

В конструкции приспособления в максимально возможной степени следует использовать стандартные детали и узлы и типовые апробированные в производстве решения.

Эскизный вариант приспособления должен быть согласован с консультантом или руководителем проекта, а также работниками производства, для которого выполняется проект.

На основе принятой компоновки или выбранного прототипа конструкции разрабатывают и приводят в ПЗ принципиальную расчетную схему приспособления (рис. 2), учитывающую тип, количество и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов, количество одновременно устанавливаемых в приспособление заготовок, способ установки и закрепления приспособления на станке, технику удаления стружки и условия безопасности эксплуатации приспособления.

Расчетную схему используют для обоснования выбора схемы закрепления и определения силы зажима заготовки.

Второй этап . Расчет приспособления:

рассчитывают составляющие силы резания, уточняют их направление и точки приложения на расчетной схеме приспособления;

рассчитывают силу зажима заготовки, учитывая при этом массу заготовки и составляющие силы резания;

определяют допустимую погрешность установки заготовки в приспособлении;

по найденной силе зажима в зависимости от конструкции заготовки, вида оборудования и типа производства выбирают зажимные механизмы и рассчитывают параметры силового привода;

определяют фактическую погрешность установки заготовки в приспособлении;

производят расчеты точности приспособления, обосновывающие технические требования к его изготовлению;

производят расчет на прочность и жесткость конструктивных элементов приспособления, а также при необходимости кинематический расчет;

выполняют расчет технико-экономической целесообразности применения спроектированного приспособления.

Третий этап . Разработка чертежа общего вида приспособления:

согласно принципиальной расчетной схеме вычерчивают контур обрабатываемой заготовки ($M 1 : 1$) в необходимом количестве проекций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего нанесения деталей приспособления. Контур обрабатываемой заготовки вычерчивают синим карандашом. Заготовка считается условно прозрачной. Чертеж заготовки на главном виде должен соответствовать рабочему положению заготовки при обработке на станке;

вычерчивают контур выбранных установочных элементов приспособления (штыри, планки, пальцы, призмы, оправки и т.п.), При размещении опор следует учитывать принятую схему базирования заготовки, направление действия сил резания и зажима, действующие стандарты на детали и узлы станочных приспособлений;

вычерчивают контуры зажимного устройства с учетом выбранного типа приспособления;

вычерчивают направляющие детали приспособления, определяющие положение режущего инструмента (кондукторные втулки, установочные, делительные устройства);

выбирают по стандартам и вычерчивают контуры вспомогательных деталей и механизмов приспособлений (краны, выталкиватели и т.п.);

наносят контуры корпуса приспособления, объединяя как бы в одно целое все элементы приспособления, используя при этом по возможности стандартные формы заготовок корпусов;

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

вычерчивают необходимые проекции, разрезы и сечения, поясняющие конструкцию приспособления;

проставляют размеры, допуски и посадки на основные сопряжения деталей, определяющие точность обработки, наладочные размеры, а также габаритные, контрольные и координирующие размеры с отклонениями, характеризующими расстояние между осями кондукторных втулок, пальцев и т.д.:

в соответствии с ЕСКД составляют спецификацию деталей приспособления, над штампом чертежа записывают техническую характеристику и технические требования на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления: определяют уровень унификации приспособления.

При выборе и конструировании деталей и узлов приспособления стремятся к получению достаточно прочной и жесткой конструкции при наименьшей массе и размерах. Важно,

чтобы каждая деталь спроектированного приспособления была технологична для обработки, а приспособление - для сборки.

Разработка конструкции приспособления заканчивается технико-экономическим обоснованием целесообразности спроектированного приспособления и оформлением соответствующего раздела ПЗ с описанием устройства и принципа работы приспособления с указанием позиции по чертежу. Спецификацию приспособления помещают в приложении к ПЗ (и заполняют пастой или чернилами).

Пример оформления чертежа общего вида приспособления для фрезерования паза в корпусе стартера приведен на рис. 3. Техническое задание на это приспособление было представлено в табл. 1.

Рассмотренная методика проектирования станочных приспособлений применима и для других систем установочно-зажимных приспособлений с учетом специфических требований, предъявляемых к приспособлениям той или иной системы.

Специфика проектирования приспособлений для автоматических линий, изложена в работах [1. 4, 5], а особенности проектирования приспособлений агрегатных станков - в работах [5].

На станках с ЧПУ, как правило, применяют переналаживаемые приспособления: универсальные, универсально-сборные, специализированные и, в исключительных случаях, специальные упрощенные приспособления, в том числе ложементы. Наиболее часто приспособления для обработки на сверлильных, фрезерных, расточных станках с ЧПУ komponуют из элементов универсально-сборных приспособлений (УСП) с оснащением их механизированными зажимными устройствами. Специфика проекти-

рования приспособлений для станков с ЧПУ описана в работах [1, 9, 10, 11, 3, 12, 13].

Кроме специальных и специализированных станочных приспособлений предметом проектирования может быть проработка компоновок и обоснование оптимальной компоновки универсально-сборного приспособления.

В ГПС в настоящее время часто используют технологическую оснастку, которую применяют на станках с ЧПУ. Однако для повышения гибкости ГПС из многоцелевых станков рекомендуется применять агрегатированные модульные быстропереналаживаемые приспособления, komponуемые из унифицированных сменных установочных и зажимных элементов на базовых агрегатах - плитах {палетах}, т.е. универсально-наладочные или универсально-сборные приспособления [1, 7, 8, 9]. На установочной поверхности палет выполняют Т-образные пазы, сетку пазов или ступенчатых отверстий (верхняя часть - цилиндрическая (посадочная), а нижняя - резьбовая), в которых устанавливают и закрепляют базовые и зажимные части приспособления. Кроме того, на палетах выполняют унифицированные места (специальные рым-болты) для установки и съема палет захватным устройством робота.

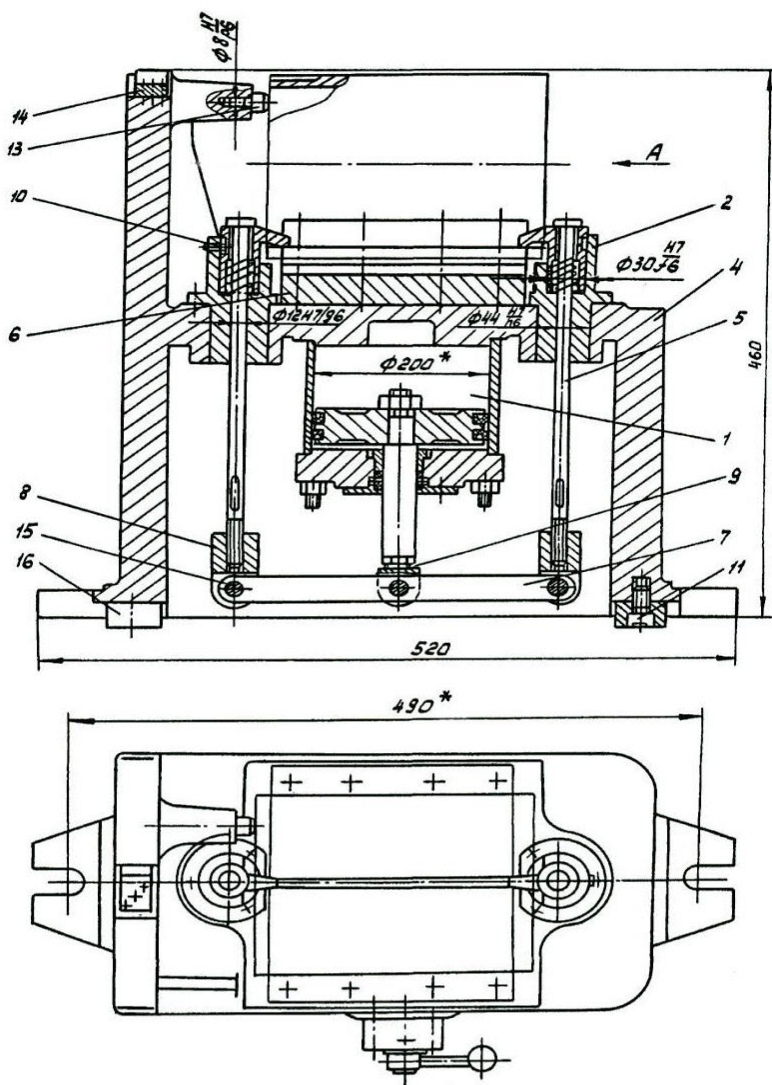
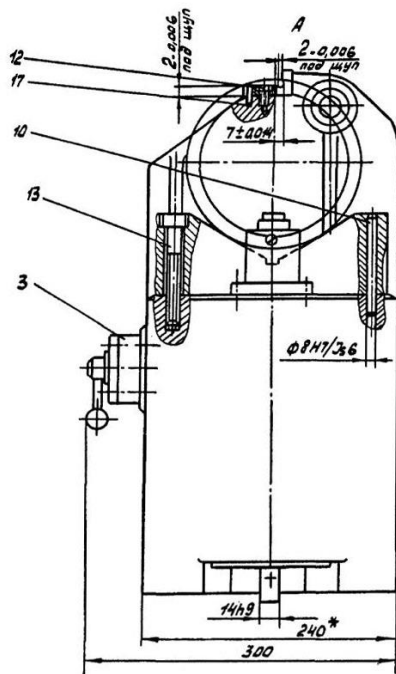


Рис. 3. Общий вид приспособления



Техническая характеристика

1. Усилие зажима, Н-250
2. Рабочее давление сжатого воздуха, МПа, не менее -0.4

Технические требования

1. Отклонение от параллельности оси призмы поз.6 относительно основания не более 0.05/300.
2. Отклонение от соосности оси призмы поз.6 относительно оси шпонок поз.16 не более 0,02 мм на длине призмы.
- 3.* Размеры для справок.
4. Покрытие приспособления : эмаль НЦ 132П. желтая ГОСТ 6631 – 74.

для фрезерования паза

Для базирования приспособлений, не компоуемых на палетах, а устанавливаемых на них, на палетах выполняют центральные отверстия или же к торцовым поверхностям палет прикрепляют упорные планки, обеспечивающие точную ориентацию приспособления или заготовки (с помощью мерных плиток) с базированием в "координатный угол" [1]. применение палет или спутников обеспечивает высокую универсальность вследствие постоянства их базирования, фиксации и зажима для всей номенклатуры заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ, гибких производственных модулях или гибких производственных участках. Однако при этом должна быть обеспечена высокая точность установки палеты или спутника на столе станка, а самой заготовки - в приспособлении, устанавливаемом или компоуемом на палете или спутнике, с целью исключения автоматической выверки ее положения посредством контрольных и информационных датчиков.

Специальные приспособления, в том числе автоматические переналаживаемые приспособления со сменными базирующими наладками применять в ГПС в мелко- и среднесерийном производстве целесообразно лишь при обработке заготовок большими партиями, когда стоимость приспособления, приходящаяся на обработку одной заготовки, будет минимальной [1].

Методику составления расчетной схемы приспособления и определения сил зажима рассмотрим на примере приспособления для фрезерования паза (см. рис 3). Исходные данные для расчета приведены в техническом задании на проектирование этого приспособления (см. табл. 1).

На основе анализа схемы установки заготовки и эскизной проработки компоновки конструкции приспособления (первый этап проектирования) разрабатывают принципиальную расчетную схему приспособления (см. рис. 2).

При обработке заготовки, установленной на длинную призму с упором в торец, под действием составляющих силы резания P_z и P_y возможны два случая:

1) Сдвиг заготовки под действием силы P_z , который предотвращается силами трения, возникающими в местах контакта заготовки с боковыми поверхностями призмы ($T_1 - T_4$) и прихватами (T_5, T_6).

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

Рассчитав для обоих случаев значение силы зажима Q , выбирают большее и принимают его за расчетную величину необходимой зажимной силы.

Ниже приведен расчет силы зажима и силового привода приспособления для первого случая.

Допустим, масса заготовки незначительна.

Соответственно этому условию можно записать (см. рис. 2)

$$P_z < T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6.$$

Определим силы трения:

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = N \cdot f_2 = \frac{Q + P_y}{4 \cdot \sin \alpha / 2} \cdot f_2;$$

откуда

$$T_5 = T_6 = Q/2 \cdot f_1.$$

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

$$K \cdot P_z \leq Q \cdot f_1 + \frac{Q + P_y}{4 \cdot \sin \alpha / 2} \cdot f_2;$$

откуда

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot \sin^{\alpha}/_2 - P_y \cdot f_2}{f_1 \cdot \sin^{\alpha}/_2 + f_2},$$

где f_1 - коэффициент трения при контакте заготовки с прихватами; $f_1 = 0,2$ [10];

f_2 - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности заготовки с установочными поверхностями призмы; $f_2 = 0,16$ [14].

Коэффициент запаса определяем по формуле [10]:

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

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,0; K_2 = 1,6; K_3 = 1,2; K_4 = 1; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0;$$

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,9.$$

Окружная сила резания [10, т. 2, с. 282]

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

где $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ [10, т. 2, с. 29!]; $K_{MP} = 1,0$ [14, т. 2, табл. 9; с. 264]; $z = 14$; $D = 50$ мм; $t = 5,2$ мм; $S_z = 0,12$ мм/зуб; $n = 163$ мин⁻¹.

Тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 62,8 \cdot 5,2^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 10^{1,0} \cdot 14}{50^{0,86} \cdot 1,63^0} \cdot 1,0 =$$

$$= 1596 \text{ Н.}$$

Радиальная составляющая силы резания [14, т. 2, табл. 42, с. 292]:

$$P_y = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 1596 = 798 \text{ Н.}$$

Сила закрепления заготовки

$$Q = \frac{2,9 \cdot 1596 \cdot 0,7 - 798 \cdot 0,16}{0,2 \cdot 0,7 + 0,16} = 10366 \text{ Н.}$$

Силу на штоке пневмоцилиндра определяют из условия равновесия сил, приложенных к зажимному устройству (см. рис. 2 и 3):

$$P = 2 \cdot Q/2 + 2 \cdot P_{\text{пр}},$$

где $P_{\text{пр}}$ - усилие сжатия пружины, Н, принимаем $P_{\text{пр}} = 100$ Н..

Принимая давление воздуха в пневмосети $p = 0,4$ МПа и КПД привода $\eta = 0,85$. определяем диаметр пневмоцилиндра

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10566 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 199 \text{ мм.}$$

По табл. 17 [10, т. 2] принимают $D_{\text{ц}} = 200$ мм. Остальные размеры пневмоцилиндра принимают по ГОСТ 15608-81.

Далее приведены расчеты точности фрезерного приспособления согласно техническому заданию (см. табл. 1), обосновывающие технические требования 1 и 2 к его изготовлению (см. рис. 3).

Пример 1. Определить необходимую точность приспособления для обеспечения смещения оси симметрии паза заготовки 4 относительно оси ее наружной цилиндрической поверхности не более 0,2 мм (размер β на рис. 4).

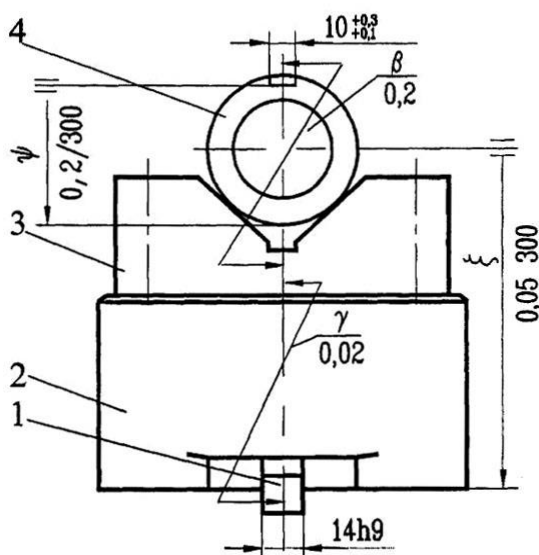


Рис. 4. Принципиальная конструктивная схема приспособления для фрезерования паза:
1 – шпонка; 2 – корпус; 3 – призма; 4 – заготовка

Возможны два варианта обеспечения поставленной задачи:

1) При изготовлении приспособления обеспечить наименьшее отклонение от соосности оси призмы 6 и оси шпонок 16 (размер γ на рис. 4). При этом настройка станка на размер после установки каждой новой фрезы будет выполняться с помощью углового установочного 14 (см. рис. 3). Кроме того, в этом случае возможные осевые смещения фрезы на оправке не окажут влияния на точность выдерживаемого параметра.

2) При изготовлении приспособления отклонение от соосности оси призмы 6 и оси шпонок 16 не регламентировано. В этом случае при каждой настройке станка на размер придется обеспечивать с достаточно высокой точностью совмещение

плоскости симметрии дисковой фрезы с осью призмы, на что потребуется сравнительно много времени.

Согласно техническому заданию приспособление проектируется для массового производства, поэтому предпочтителен первый вариант решения задачи (точность паза по ширине во всех случаях зависит в основном от точности ширины дисковой фрезы).

Расчет точности изготовления приспособления производим в следующей последовательности.

1. Погрешность базирования по размеру β

$$\omega_{\beta}^{\beta}=0.$$

2. Погрешность закрепления заготовки

$$\omega_s^{\beta} = 0,$$

так как сила зажима действует перпендикулярно выдерживаемому размеру β .

3. Погрешность установки по размеру β :

$$\omega_y^{\beta} = \omega_{\beta}^{\beta} + \omega_s^{\beta}$$

4. Суммарная погрешность обработки

$$\omega_{\Sigma}^{\beta} = K_n \cdot \omega_{\text{ТС}}^{\beta},$$

где K_n – поправочный коэффициент; для размеров, выполненных по 8-му качеству и выше, $K_n = 0,5$; для размеров, выполненных по 7-му качеству и точнее, $K_n = 0,7$; $\omega_{\text{ТС}}^{\beta}$ – погрешность технологической системы, определяемая как средняя экономическая точность обработки; принимают по таблицам [15, с. 268; 14, т. 1]:

$$\omega_{\Sigma}^{\beta} = 0.5 \cdot 0.04 = 0,02 \text{ мм.}$$

5. Допустимая погрешность установки

$$[\omega_y]^{\beta} = \sqrt{T_{\beta}^2 - K_n^2 \cdot (\omega_{\text{ТС}}^{\beta})^2},$$

где T_{β} – допуск размера β , мм.

Следовательно, $\omega_y^\beta \ll [\omega_y]^\beta$, и предлагаемая схема базирования приемлема.

5. Суммарная погрешность приспособления

$$\begin{aligned}\omega_{\text{пр}} &= T - \sqrt{\omega_y^\beta + K^2 \cdot (\omega_{\text{ТС}}^\beta)^2} = \\ &= 0,2 - \sqrt{0^2 + 0,5^2 \cdot 0,04^2} = 0,18 \text{ мм.}\end{aligned}$$

7. Допуск на расчетный размер собранного приспособления

где $\varepsilon_{\text{уп}}$ - погрешность установки приспособления на станке:

$$\varepsilon_{\text{уп}} = \frac{L \cdot S_1}{\ell},$$

где L - длина обрабатываемой заготовки, мм; S_1 - максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка; для посадки 14H8/h9 $S_1 = 0,07$ мм;

ℓ - расстояние между шпонками, мм;

ε_z - погрешность, возникающая вследствие конструктивных зазоров, необходимых для посадки заготовки на установочные элементы приспособления; зазор рассчитывают по принятой посадке;

$\varepsilon_{\text{п}}$ - погрешность смещения инструмента, возникающая из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления (кондукторных втулок, установов и др.);

$$\varepsilon_{\text{уп}} = 450 \cdot 0,07 / 210 = 0,15 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_z = 0$ - установка заготовки производится без зазоров;

$\varepsilon_{\text{п}} = 0,01$ мм - погрешность смещения инструмента при настройке по установу [14, т. 1, с. 170].

$$T_c = 0,18 - (0,15 + 0 + 0,01) = 0,02 \text{ мм.}$$

Это значение допуска должно соответствовать второму техническому требованию на чертеже общего вида приспособления (см. рис. 3) и размеру γ на рис. 4.

Пример 2. При фрезеровании паза в заготовке (рис. 1) обеспечить отклонение от параллельности нижней поверхности паза относительно образующей $\varnothing 149$ мм заготовки не более 0,12 на длине 300 мм (см. рис. 4, размер ψ).

Для выполнения этого условия необходимо рассчитать, с какой точностью должна быть выдержана при сборке приспособления параллельность оси призмы (поз. 6) относительно основания приспособления (техническое требование 1, рис. 3 и размер ξ на рис. 4).

Определим необходимую точность приспособления по размеру ψ .

1. Погрешность базирования

$$\omega_{\psi}^{\psi} = 0,5 \cdot T \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = 0,5 \cdot 0,12 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 0,026 \text{ мм}$$

2. Погрешность закрепления заготовки [14, т. 1]:

$$\omega_3^{\psi} = 0,035 \text{ мм}.$$

3. Погрешность установки заготовки

$$\omega_y^{\psi} = \omega_6^{\psi} + \omega_3^{\psi} = 0,025 + 0,035 = 0,061 \text{ мм}.$$

4. Суммарная погрешность обработки

$$\omega_{\Sigma}^{\psi} = K_{\pi} \cdot \omega_{\text{тс}}^{\psi} = 0,5 + 0,06 = 0,03 \text{ мм}.$$

5. Допустимая погрешность установки

$$[\omega_y^\Psi] = \sqrt{T^2 - K_\Pi^2 \cdot (\omega_{\tau c}^\beta)^2} = \sqrt{0,12^2 - 0,5^2 \cdot 0,06^2} = 0,11 \text{ мм}$$

Следовательно, $\omega_y^\Psi \ll [\omega_y^\Psi]$, и предлагаемая схема базирования допустима.

6, Суммарная погрешность приспособления

$$\omega_{np} = T - \sqrt{\omega_y^2 + K_\Pi^2 \cdot (\omega_{TC}^\Psi)^2} = 0,12 - \sqrt{0,061^2 + 0,5^2 \cdot 0,03^2} = 0,063 \text{ мм}.$$

7, Допуск на расчетный размер собранного приспособления

$$T_C = \omega_{np} - (\varepsilon_{yp} + \varepsilon_3 + \varepsilon_\Pi) = 0,063 - (0 + 0 + 0) = 0,063 \text{ мм}.$$

На чертеже общего вида приспособления (см. рис. 3) просят или записывают в технических требованиях допуск T_C на размер Ψ (см. рис. 4) собранного приспособления (см. техническое требование I, рис. 3), который должен быть выдержан при сборке приспособления.

Допуск на установочный (наладочный) размер фрезы 7 мм от оси призмы 6 до плоскости установка T_v на чертеже общего вида приспособления (см. рис. 3) назначаем и располагаем следующим образом:

$$T_y = \Delta_p + \Delta_{изм},$$

где Δ_p – погрешность регулирования (установки) фрезы по установку; $\Delta_p = (7 \dots 10) \text{ мкм}$ [14, т. 1, с. 71]; $\Delta_{изм}$ – погрешность измерения размера заготовки; принимаем $\Delta_{изм} = 0,1 \cdot T$, где T – допуск выдерживаемого размера (в нашем случае – допуск на соосность осей паза и наружной поверхности заготовки).

$$\Delta_{изм} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ мм}.$$

$$T_y = 0,008 + 0,02 = 0,028 \text{ мм}.$$

Так как размер 7 мм выдерживается от оси призмы, допуск T_y располагают симметрично относительно номинала, т.е. $\pm 0,014$ мм.

Допуск на толщину щупа принимают по h6 [10, т. 2].

2.4 Варианты заданий к курсовому проекту

Вариант задания к курсовому проекту выбирается по двум последним цифрам номера зачетки из табл. 1.

Таблица 1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Две последние цифры шифра	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Номер варианта	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4
Две последние цифры шифра	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00

Вариант 1. Сконструировать кондуктор с гидравлическим приводом для сверления двух отверстий в тяге пресса с межцентровым расстоянием $300 \pm 0,25$ мм (рис 1). Материал - сталь 45. Годовая программа выпуска - 50000 штук.

Вариант 2. На базе нормализованного скальчатого кондуктора сконструировать кондуктор для сверления в корпусе

шести отверстий Ø5 мм под резьбу (рис.2). Материал - сталь 45. Годовая программа выпуска - 40000 шт.

Вариант 3. Сконструировать многоместное приспособление с пневматическим зажимом для фрезерования у рычага основания 95x18 мм (рис. 3). Материал - чугун СЧ 28-16. Годовая программа выпуска -120000..

Вариант 4. Сконструировать многоместное приспособление кассетного типа из деталей и узлов УНГТ для фрезерования паза гайки (рис. 4). Материал -сталь 45. Годовая программа выпуска - 70000 штук.

Вариант 5. Сконструировать приспособление для фрезерования в рычаге двух пазов $20^{+0.2}$ мм (рис. 5). Отверстия Ø18H7 и Ø48H7 окончательно обработаны. Материал - чугун СЧ 12-28. Годовая программа выпуска 30000 шт.

Вариант 6. Сконструировать кондуктор для сверления трех отверстий Ø15H8 в крышке регулятора (рис. 6). Поверхность "П" и отверстия Ø20H8 и Ø25H8 окончательно обработаны. Материал - чугун 18-36. Годовая программа выпуска - 15000 шт.

Вариант 7. Сконструировать мембранный патрон для шлифования отверстия Ø50H8 в зубчатом колесе (рис. 7) с базированием по впадинам зубьев. Материал - сталь 40X. Годовая программа выпуска - 10000 штук.

Вариант 8. Сконструировать контрольное приспособление для проверки перпендикулярности двух пазов $20^{+0.2}$ мм к оси отверстия Ø48H7 (рис. 5). Годовая программа выпуска - 5000 шт.

Вариант 9. Сконструировать приспособление для расточки корпуса подшипника (рис. 8) по Ø50H7, Ø58H8, Ø72H8. Основание корпуса и два его отверстия окончательно обработаны. Материал - чугун СЧ 18-32. Годовая программа выпуска - 35000 штук.

Вариант 10. Сконструировать шестишпindleльную сверлильную головку для сверления в крышке (рис. 9) шести равнорасположенных отверстий Ø6H12. Торцы, хвостовик и

остальные отверстия обработаны окончательно. Материал - сталь 3. Годовая программа выпуска - 60000 штук.

Вариант 11. Сконструировать цанговый патрон для шлифования отверстия $\varnothing 55^{+0,03}$ мм втулки (рис. 10). Припуск на сторону 0,3 мм. Материал - сталь У8А. Годовая программа выпуска - 40000 штук.

Вариант 12. Сконструировать патрон с гидропластом для шлифования отверстия $\varnothing 35^{+0,027}$ мм втулки (рис. 11). Материал - сталь 20Х. Годовая программа выпуска - 20000 шт.

Вариант 13. Сконструировать гидропластовую оправку для шлифования поверхности $\varnothing 45^{+0,03}$ втулки (рис. 11). Разностенность 0,03 мм. Материал - сталь 20Х. Годовая программа выпуска - 10000 шт.

Вариант 14. Сконструировать многоместное приспособление для фрезерования проушины $30^{+0д}$ мм вилки (рис. 12). Отверстие $\varnothing 23,8^{+0,014}$ мм и поверхность "П" окончательно обработаны. Материал - сталь 40. Годовая программа выпуска - 20000 шт.

Вариант 15. Сконструировать клинорычажный патрон для подрезки торца $\varnothing 96$ мм и растачивания отверстия $\varnothing 68Н12$ корпуса (рис. 2). Торец и наружная поверхность $\varnothing 90$ обработаны. Материал - сталь 45. Годовая программа выпуска - 3000 шт.

Вариант 16. Сконструировать контрольное приспособление для проверки межосевого расстояния между отверстиями $\varnothing 86Н7$ и $\varnothing 71Ш8$ в корпусе редуктора (рис. 13). Установить допуск на размер h , если $H = 171^{+0_{\text{н}}}$ мм, $N_2 = 116,5^{+0_{\text{н}}}$ мм и $h = 54,5$ мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

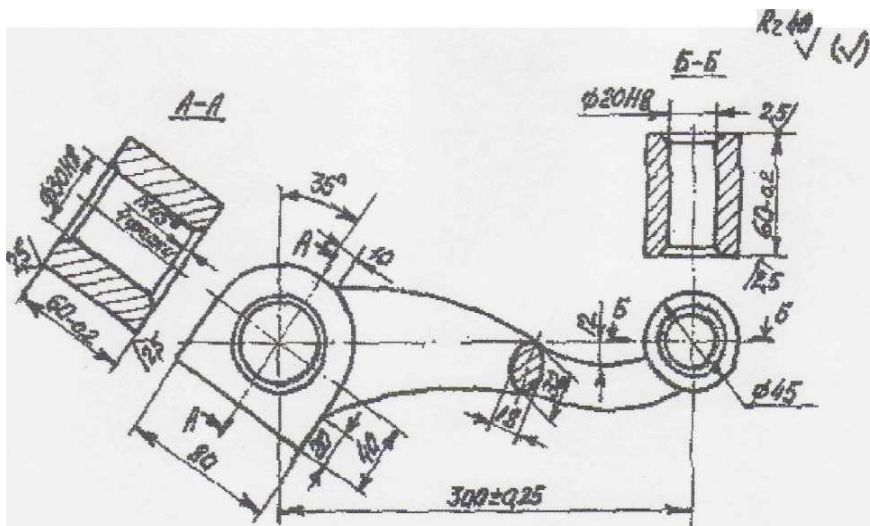


Рис. 1. Тяга пресса

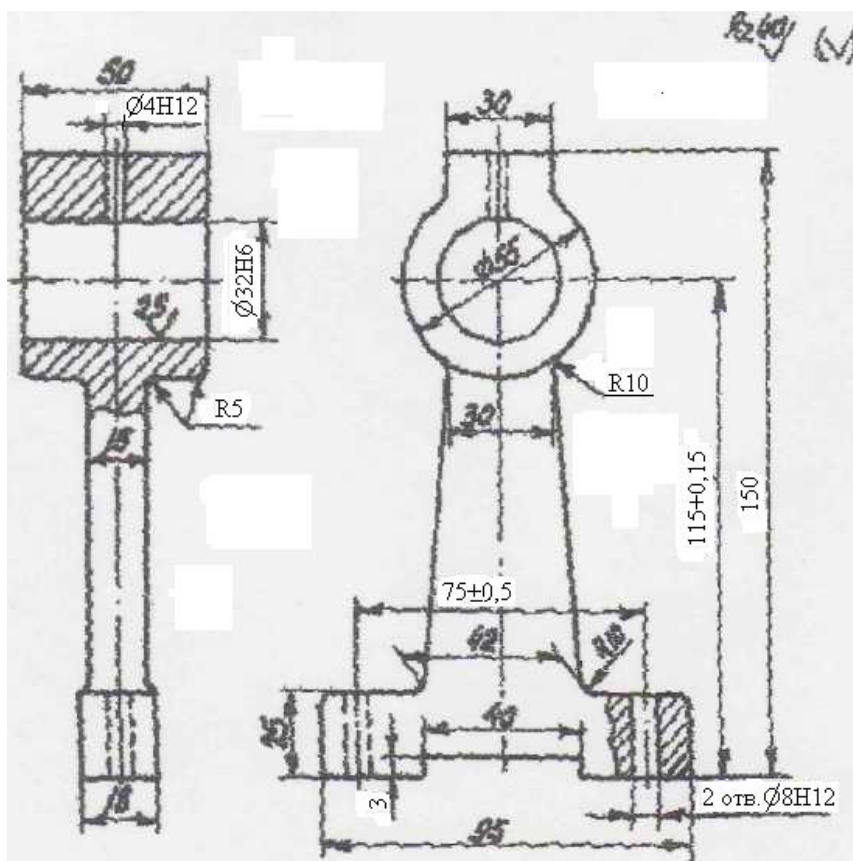


Рис. 3. Рычаг

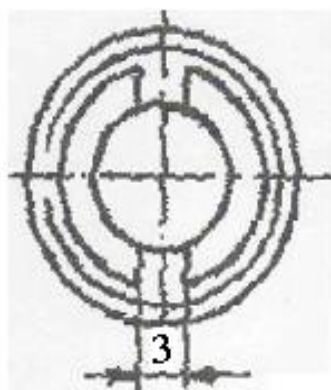


Рис. 4. Гайка

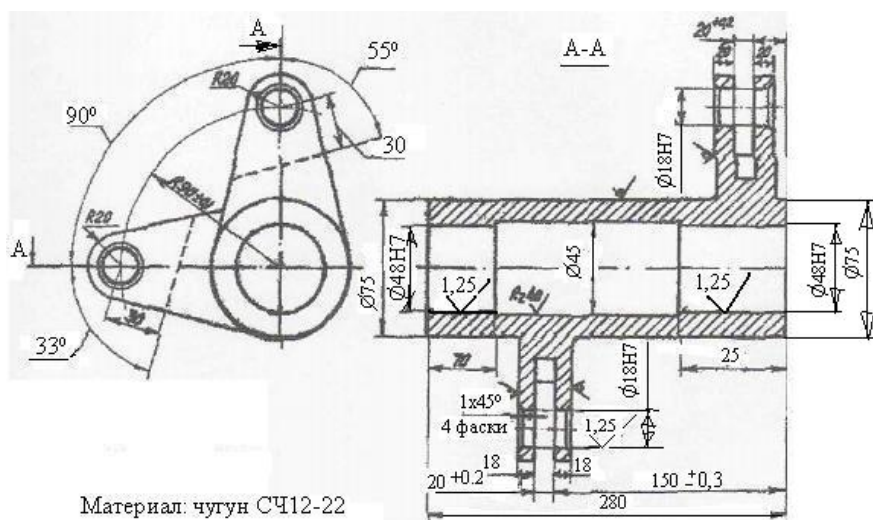
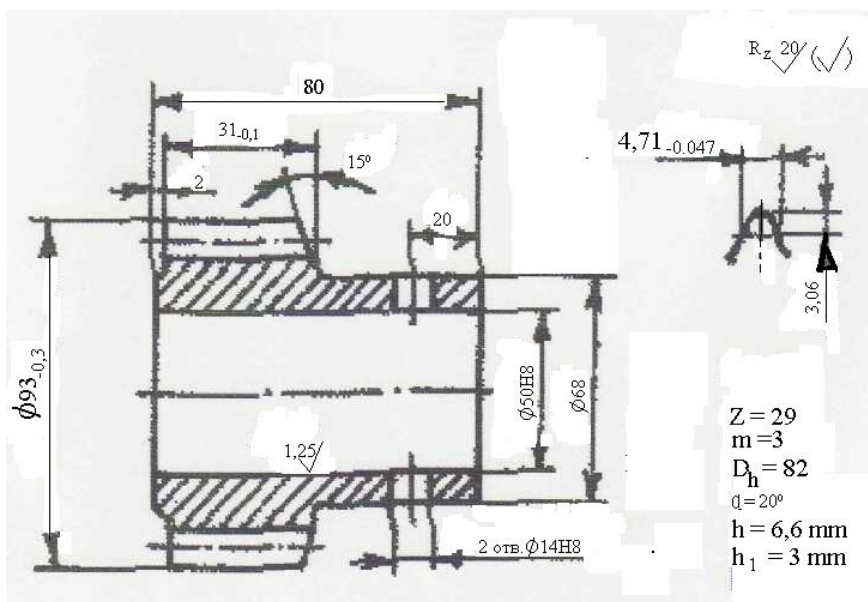
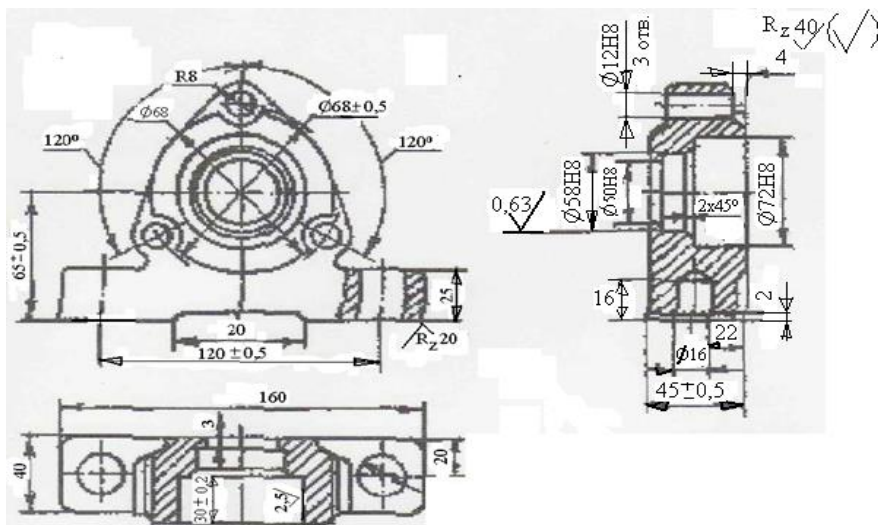


Рис. 5. Рычаг



Материал: сталь 40Х

Рис. 7. Колесо зубчатое

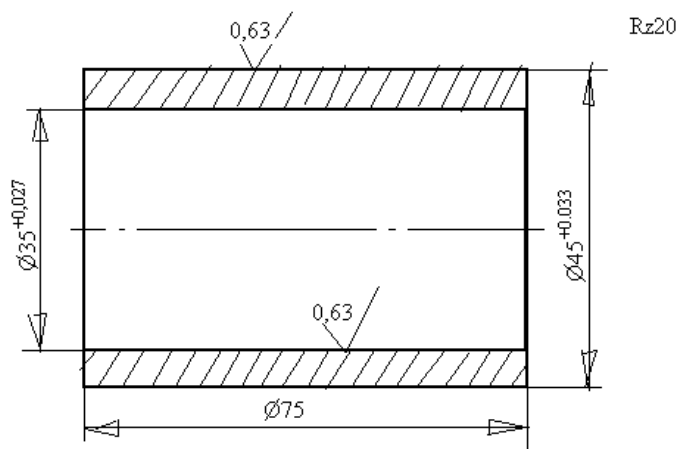


Материал: СЧ 18-23

Рис. 8. Корпус подшипника



Рис. 10. Втулка



Материал: сталь 20Х

Рис. 11. Втулка

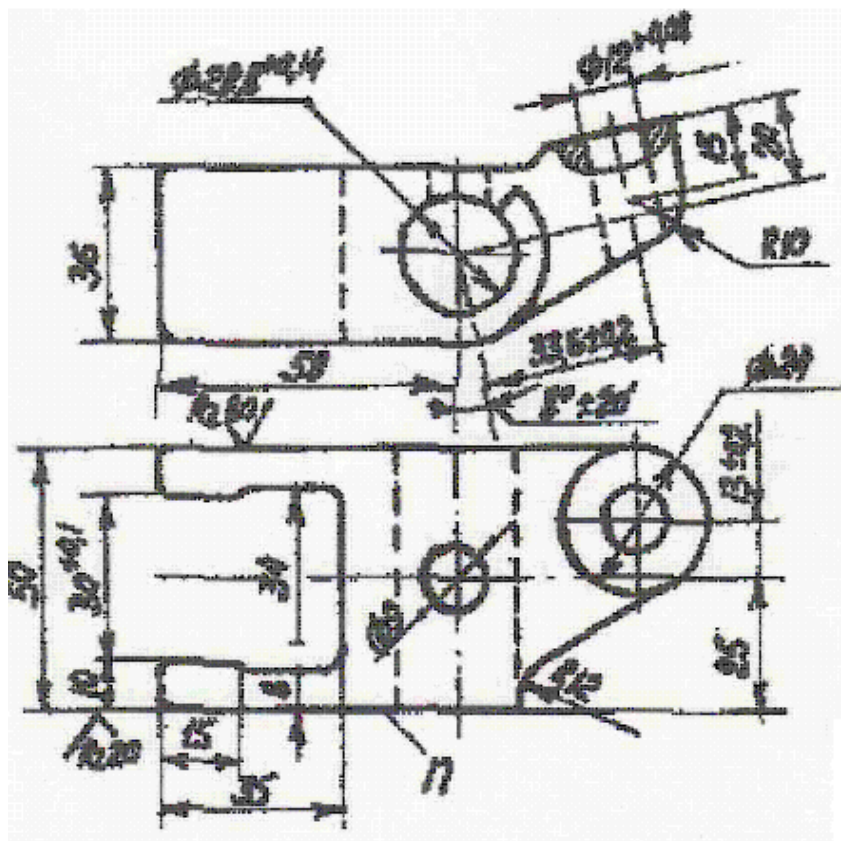


Рис. 12. Вилка

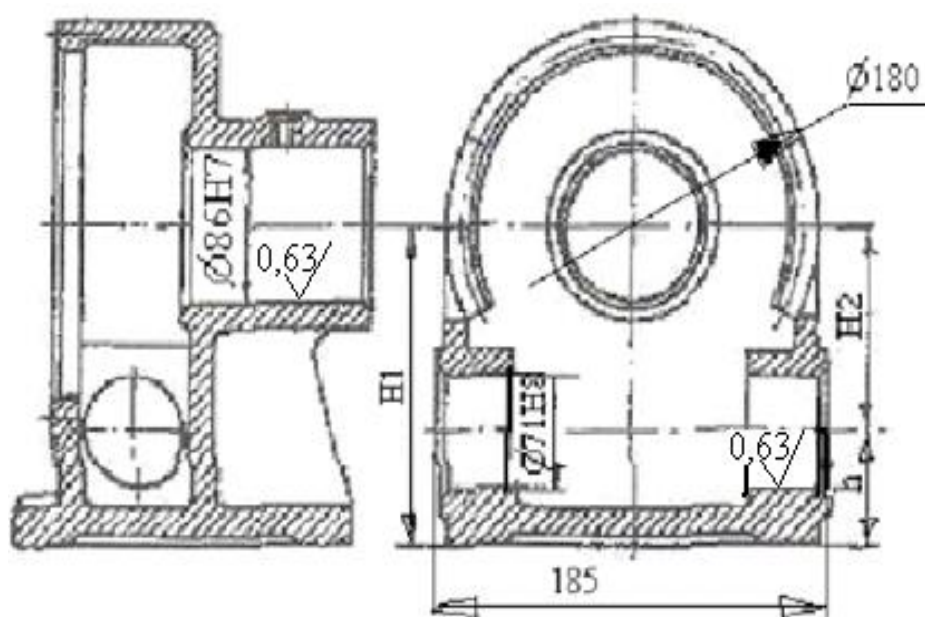


Рис. 13. Корпус редуктора

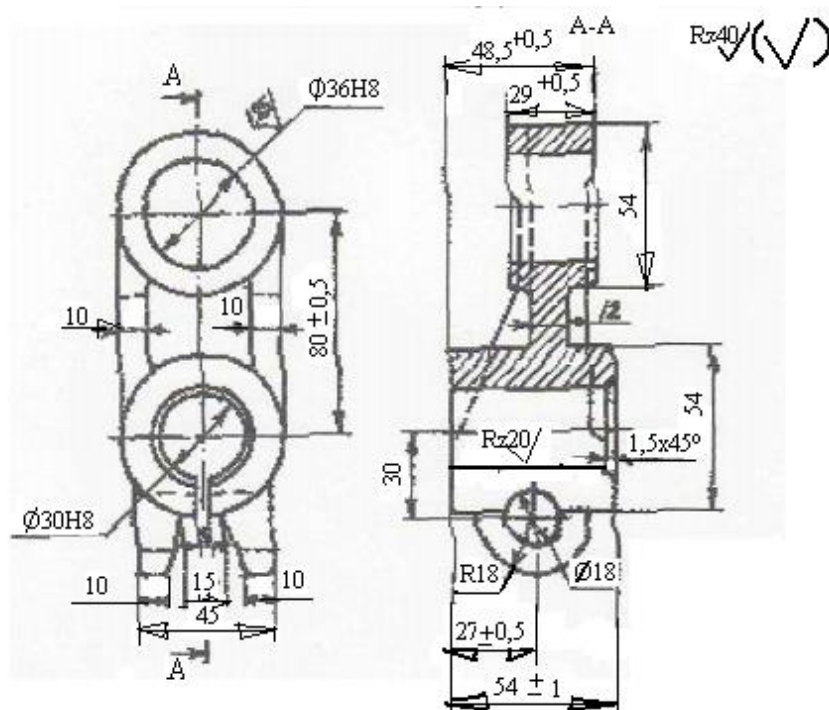


Рис. 14. Тяга

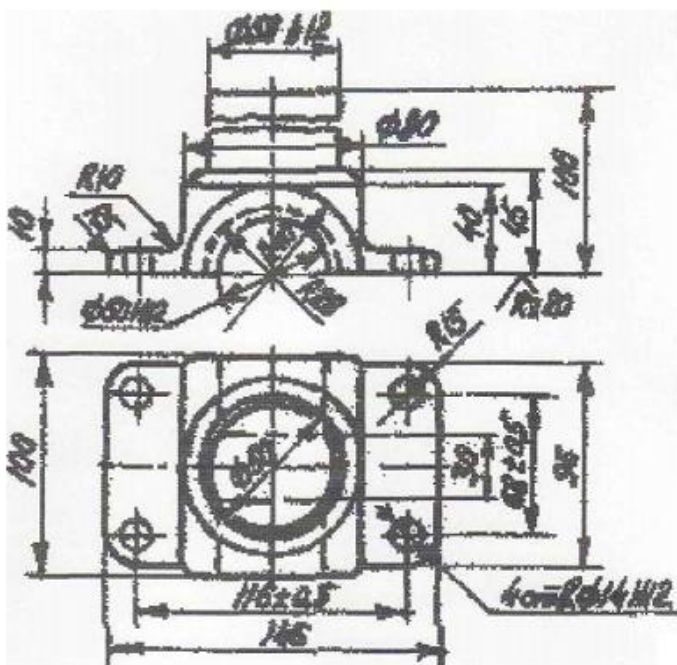


Рис.15. Полухомут

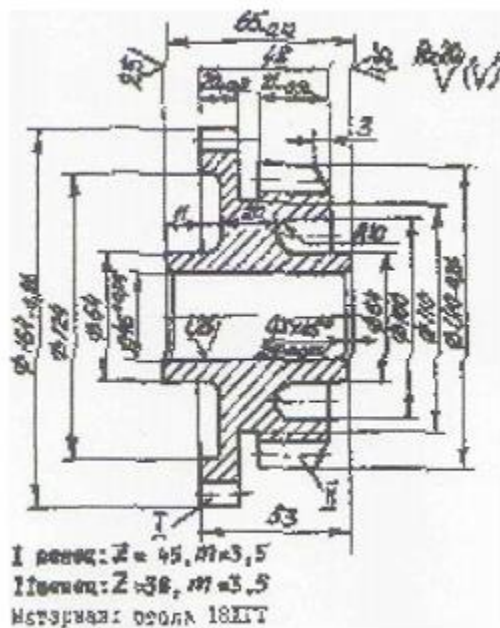


Рис.16. Колесо зубчатое

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбом по проектированию приспособлений: учеб. пособие для студентов машиностроительных вузов / Б.М. Базаров, А.И. Сорокин, В.А. Голубь и др. -М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов./ В.С Корсаков. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
3. Станочные приспособления: справочник: в 2 т. /под ред. Б.Н. Вардашкина. -М.: Машиностроение, 1983.
4. Вороничев Н.М. Автоматические линии из агрегатных станков/ Н.М Вороничев, В.Б. Генин, Х.Э. Тартаковский. -М.: Машиностроение. 1979. 487 с.
5. Плашей Г.И., Марголин Н.У. Конструкция приспособлений агрегатных станков и автоматических линий. Альбом. - М.: Машиностроение, 1990. 240 с.
6. Кузнецов Ю.И. Конструкция приспособлений для станков с ЧПУ./ Ю.И. Кузнецов. -М.: Высшая школа, 1988. 303 с.
7. Переналаживаемая технологическая оснастка / В.Д. Бирюков, А.Ф. Довженко, В.В. Колганенко и др.; под общ. ред. Д.И. Полякова. -М.: Машиностроение, 1988. 248 с.
8. Технологическая оснастка многократного применения /под ред. Д.И. Полякова. -М.: Машиностроение, 1981. 401 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т./ под ред. А.Г. Косиловой и Р.А. Мещерякова. -М.: Машиностроение, 1985.
10. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: учеб. пособие / Л.В. Худобин, В.А. Гречишников, А.Г. Маеров, В.Ф. Гурьянихин; под общ. ред. Л.В. Худобина. - М.: Машиностроение, 1986. 288 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
1.Основные этапы, содержание и порядок выполнения курсового проекта	3
1.1 Основные этапы выполнения работы.....	3
1.2 Тематика курсовых проектов.....	3
1.3 Составные части выполнения курсового проекта.....	4
1.4 Порядок защиты курсового проекта.....	5
2. Расчет и проектирование специального станочного приспособления.....	6
2.1 Специальные средства технологического оснащения...6	
2.2 Разработка технических заданий на проектирование специальных средств технологического оснащения.....	7
2.3 Расчет и проектирование специальных станочных приспособлений.....	12
2.4 Варианты заданий к курсовому проекту.....	30
Список литературы.....	51
Приложение А.....	52

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов направления 15.03.05.
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств» (профиль
«Технология машиностроения»)
всех форм обучения

Составители:
Сай Вадим Алексеевич
Кириллов Олег Николаевич

Подписано к изданию 11.10.2017
Уч-изд.л. 3,1

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14