

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

*Методические рекомендации
к курсовому проектированию
для студентов специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических
процессов и производств (по направлениям)»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2022

УДК 621.9.02
ББК 30.2
Р33

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» «31» мая
2022 г., протокол № 12

Составители: канд. техн. наук, доц. С. А. Сухоцкий;
ст. преподаватель А. Э. Липский

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации предназначены к курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)».

Учебно-методическое издание

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ.
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 25.08.2022 . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,63 . Уч.-изд. л. 1,75 . Тираж 38 экз. Заказ № 639.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

1 Общие положения	4
2 Тематика курсового проектирования	4
3 Задание на курсовой проект	4
4 Объем проекта	5
5 Общий порядок проектирования инструментов	7
6 Краткие указания по выполнению проекта	8
6.1 Проектирование фасонного резца	8
6.2 Проектирование протяжки	8
6.3 Проектирование комбинированного инструмента	9
6.4 Проектирование червячной модульной фрезы	9
6.5 Проектирование зуборезного долбяка	10
6.6 Проектирование осевого инструмента (сверла, зенкеры, развертки, концевые и шпоночные фрезы и др.)	10
6.7 Проектирование резьбообразующего инструмента (метчики, плашки, фрезы и др.)	10
6.8 Проектирование шевера	11
6.9 Проектирование фрез	11
6.10 Проектирование инструментальной наладки для автоматизированного производства	11
Список литературы	12
Приложение А	13
Приложение Б	19

1 Общие положения

Курсовой проект по дисциплинам «Режущий инструмент» и «Инструментальные системы» предусмотрен учебными планами для студентов дневной и заочной форм обучения по специальностям 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)». Цель проекта – закрепление знаний и практических навыков по расчету режущих и вспомогательных инструментов и выполнению их чертежей.

В курсовом проекте студенту необходимо спроектировать комплекс конструкций основных видов металлорежущего инструмента. Это связано со значительным объемом графических и расчетных работ, а также с самостоятельным изучением источников литератур и производственного опыта.

При выполнении курсового проекта следует творчески использовать новейшие достижения науки в области проектирования инструментов, авторские свидетельства на изобретения и патенты, а также каталоги ведущих мировых лидеров в области инструментального производства.

2 Тематика курсового проектирования

Курсовой проект включает в себя ряд расчетных, конструктивных и технико-экономических задач. В проекте предусматривается конструирование следующих типов металлорежущих инструментов: зуборезный, резьбонарезной, фрезы, протяжки, фасонные резцы, инструменты для обработки отверстий, для автоматизированного производства и др.

В содержание разделов курсового проекта (без увеличения объема) может быть включено проектирование режущих и вспомогательных инструментов, приспособлений и установок, связанных с выполнением научно-исследовательской работы по линии СНИР, госбюджетных и хоздоговорных работ, выполняемых в порядке научных исследований, реальных производственных заданий под конкретные детали.

3 Задание на курсовой проект

Задание на курсовой проект подписывается руководителем проекта, утверждается заведующим кафедрой и выдается каждому студенту на специальном бланке.

Объем работы по каждому разделу, последовательность выполнения и дата представления к защите устанавливаются руководителем проекта в соответствии с графиком деканата.

Задание должно обеспечить студенту максимальное проявление инициативы и самостоятельности при выполнении каждого раздела проекта и исключать возможности дублирования ГОСТов.

Варианты заданий на проектирование содержат исходные данные для проектирования четырех режущих инструментов:

- повышенной сложности, типа зуборезного, шлицевой протяжки или фрезы;
- средней сложности, типа резбонарезного, фасонных резцов, фрез, протяжек и др.;
- выполняется сборным в блоке со вспомогательным инструментом для станков с ЧПУ;
- инструментальная наладка, для автоматизированного производства.

Исходные данные к курсовому проекту студент берет в соответствии с вариантами заданий, представленными на рисунках А.1–А.4 и в таблицах Б.1–Б.4, по двум последним цифрам зачетной книжки, по согласованию с руководителем проекта.

4 Объем проекта

Курсовой проект включает графическую часть в объеме четырех листов форматов А3–А1 и пояснительную записку с расчетами и описаниями конструкций режущих инструментов на 30–50 страницах.

Форматы графической части проекта должны соответствовать действующим стандартам ЕСКД, давать возможность выполнения необходимого числа проекций, видов и сечений. Сборочные и рабочие чертежи желательно выполнять в натуральную величину (масштаб 1:1).

Рекомендуется применение масштабов увеличения (2:1, 5:1, 10:1) при изображении профилей фасонных инструментов, разрезов, поясняющих форму и геометрические параметры режущей части.

Кроме основных проекций, разрезов и сечений на рабочих чертежах указываются необходимые исполнительные размеры с допусками, обозначения шероховатости рабочих и посадочных поверхностей, сведения о материале и твердости отдельных частей инструмента.

По одному из режущих инструментов, отмеченному буквой «П», необходимо провести патентную проработку и на его рабочем чертеже дать исполнение 2 с улучшением конструкции по авторским свидетельствам или патентам.

Один из режущих инструментов, отмеченный буквой «Б», выполняется в блочном (модульном) исполнении для станка с ЧПУ совместно со вспомогательным инструментом, т. е. в виде сборочного чертежа. На этот блок выполняется технологическая схема сборки на отдельном формате, а в пояснительной записке рассчитывается точность позиционирования и податливость.

Спецификация к сборочному чертежу выполняется по ЕСКД и помещается в пояснительной записке в разделе «Приложения». При описании конструкции и работы блока дают ссылки на позиции спецификации.

Инструмент, отмеченный в задании буквой «Э», помимо расчета аналитическим способом необходимо рассчитать с использованием ЭВМ.

В графическую часть проекта, кроме рабочих чертежей режущих инструментов, могут также входить графические построения профиля фасонного инструмента, графики научных исследований и термической обработки одного из инструментов.

Чертеж инструмента выполняется после его расчета. При выполнении чертежей режущих инструментов допускаются следующие условности: винтовые линии у фрез, разверток, метчиков и зенкеров заменяют прямыми; у многозубых инструментов вычерчивают только два-три зуба; сечения для обозначения геометрии лезвий вычерчивают неполными и т. п.

В правом нижнем углу формата располагается основная надпись (угловой штамп), заполнение которой осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами, над которой указываются технические требования к готовому инструменту, необходимые для контроля, регулировки, переточек и испытаний, а также его маркировка.

До оформления рабочих чертежей желательно ознакомиться с типовыми чертежами, подобными режущими инструментами на заводе, изучить ГОСТы на них, а также ГОСТ 2.316–68, ГОСТ 2.102–68, ГОСТ 2.120–73, ГОСТ 3.110–78.

Пояснительная записка (ПЗ) выполняется темными чернилами, тушью или печатается на писчей бумаге формата А4 (210×297) и представляется к защите проекта сброшюрованной в твердых обложках, на первой из которых дублируется титульный лист. Пояснительная записка пишется на одной стороне листа в соответствии с требованиями ЕСКД ГОСТ 2.105–95 *Общие требования к текстовым документам* и ГОСТ 2.106–68 *Текстовые документы*. Сокращения слов не допускаются, кроме сокращений, установленных ГОСТ 2.316–68.

При выполнении реального проекта текст печатается на компьютере в нескольких экземплярах (по указанию руководителя) в соответствии с требованиями ГОСТ 19609–74 *Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления*.

Исходные формулы в расчетах нумеруются, буквенные обозначения расшифровываются с указанием размерности. Подстановку соответствующих цифровых величин следует производить в единицах СИ (ГОСТ 8.417–81). Не допускается опускать промежуточные действия в расчетах между формулой и результатом.

Все справочно-нормативные данные, принимаемые в процессе расчетов и объяснений, должны обязательно сопровождаться ссылкой на источник информации. Полное название источника указывается в списке используемой литературы, который приводится в конце ПЗ, а ссылка на него в тексте дается в виде порядкового номера источника, взятого в квадратные скобки.

Содержание записки состоит из разделов, подразделов, пунктов и подпунктов (по необходимости), номера которых обозначаются арабскими цифрами. Их наименования должны быть по возможности краткими.

В целом, ПЗ предусматривает наличие:

- титульного листа;
- бланка задания на проект;
- оглавления (содержания по разделам);
- введения;
- разделов, связанных с расчетами и конструированием инструментов, технико-экономических показателей на один из режущих инструментов (расход инструментального материала и его стоимость, количество переточек с указанием поверхностей, по которым они производятся и общая трудоемкость);

- описания термической обработки инструментальных сталей, использованных в конструкции одного из инструментов;

- раздела стандартизации с перечнем использованных ГОСТов, списка используемой литературы и приложения (материалы по исследовательской части, бланк расчетов на ЭВМ, копии авторских свидетельств и патентов и др.).

Каждый раздел ПЗ начинается с новой страницы и представляется в готовом виде вместе с соответствующим листом чертежа курсового проекта.

5 Общий порядок проектирования инструментов

Общий порядок расчета и проектирования инструментов предусматривает:

- изучение полученного задания и подбор справочно-технической литературы;
- патентные исследования на один из режущих инструментов (составление технического задания на проектирование, карты технического уровня и качества продукции, патентного формуляра по авторским свидетельствам и патентам);
- изучение методик проектирования режущих инструментов по литературе;
- определение вида и типа инструмента, его конструктивного оформления (насадного, хвостового, стержневого) и основных размеров;
- составление общей схемы расчета и его последовательности;
- выбор материала режущей части, типа конструкции (цельная, составная, сборная) и основных размеров конструктивных элементов;
- геометрические, точностные, прочностные и другие расчеты основных размеров режущей части, профиля режущих кромок, исполнительных размеров мерного режущего инструмента (диаметров посадочного отверстия, калибрующей части и др.) с определением полей допусков;
- определение остальных размеров;
- оформление рабочих чертежей инструментов и назначение технических требований по ГОСТам;
- проверка обеспечения требований по точности обработки, позиционирования и податливости, производительности, экономичности и другим критериям на одну из разработанных конструкций режущего инструмента;
- определение экономической стойкости и скорости резания, оптимальной стойкости и скорости максимальной производительности;
- выполнение технологической схемы сборки на блочный инструмент;
- описание термообработки стальных режущих инструментов, способов их заточки и переточек;
- технико-экономическая оценка разработанной конструкции.

6 Краткие указания по выполнению проекта

При проектировании зуборезных режущих инструментов рекомендуется литература для фасонных резцов, метчиков и плашек, фрез, протяжек, сверл, зенкеров, разверток, режущих и вспомогательных инструментов и другой оснастки для станков с ЧПУ, ГОСТы на соответствующие инструменты, к расчету на ЭВМ и методические указания кафедры.

По объему и структуре курсовой проект может быть выполнен в трех вариантах:

- 1) традиционным;
- 2) с научно-исследовательской частью (до 30 % объема) вместо одного-двух инструментов по усмотрению руководителя;
- 3) полностью научно-исследовательским (по плану и методике руководителя на базе исследований в период практики, лабораторных исследований или производственных испытаний, а также по заявкам предприятий, ГБ или ХД).

6.1 Проектирование фасонного резца

1 Выполнить эскиз обрабатываемой детали с указанием шероховатости поверхностей и допусков на размеры.

2 Выбрать величину переднего и заднего углов заточки резца.

3 Определить габаритные размеры резца и размеры присоединительных частей.

4 Подобрать величину подачи на единицу частоты вращения.

5 Рассчитать основные размеры профиля с точностью до 0,001 мм с округлением до необходимой точности. На криволинейных участках подсчет производят для пяти точек: двух крайних и трех на промежуточном участке.

6 Определить способ крепления резца.

7 Определить величину переднего и заднего углов в расчетных точках профиля в главной секущей плоскости.

8 Выполнить графическое построение профиля резца и сравнить его с расчетным.

9 Выполнить рабочий чертеж с техническими требованиями (построить трёхмерную модель режущего инструмента).

10 Рассчитать размеры шаблона и контршаблона для контроля профиля.

11 Выполнить чертеж шаблона и контршаблона (можно на листе чертежа резца).

12 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.2 Проектирование протяжки

1 Выполнить схему обрабатываемой детали или поверхности с указанием допусков и шероховатости.

2 Выбрать схему резания.

3 Обосновать конструкцию протяжки.

4 Выбрать геометрию режущих, зачищающих и калибрующих зубьев.

5 Рассчитать и построить поля допусков на калибрующую часть.

6 Рассчитать протяжку.

7 Выполнить рабочий чертеж протяжки с техническими требованиями, вверху дать таблицу основных данных (построить трёхмерную модель режущего инструмента).

При применении комплекта протяжек рабочий чертеж выполняется на последнюю.

8 Выбрать форму и рассчитать диаметр заточивающего круга.

9 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.3 Проектирование комбинированного инструмента

1 Выполнить схему обрабатываемой детали или поверхности с указанием допусков и шероховатости.

2 Выбрать схему обработки и инструменты для обработки каждой поверхности.

3 Определить режимы обработки для каждой ступени, принять режимы резания, общие для инструмента.

4 Определить силы резания и крутящие моменты, действующие на каждый инструмент.

5 Определить суммарный момент и силу резания, выбрать модель станка, рассчитать хвостовик и уточнить режим резания по станку.

6 Провести проверочный расчет инструментов на прочность.

7 Выполнить сборочный чертеж инструмента и составить спецификацию (в ПЗ), построить трёхмерную модель режущего инструмента.

8 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.4 Проектирование червячной модульной фрезы

1 Рассчитать дополнительные исходные данные для проектирования фрезы.

2 Выбрать тип червяка и обосновать конструкцию фрезы (цельная, сборная и т. д.).

3 Выбрать величину заднего угла по вершинам зубьев в зависимости от свойств обрабатываемого материала.

4 Рассчитать параметры фрезы и основные вынести в таблицу на чертеже в правом верхнем углу.

5 Выполнить рабочий чертеж червячной фрезы (построить трёхмерную модель режущего инструмента, при сборной конструкции составить спецификацию и поместить в ПЗ).

6 Назначить технические требования и основные из них указать на чертеже.

7 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.5 Проектирование зуборезного долбяка

- 1 Рассчитать дополнительные исходные данные для проектирования долбяка.
- 2 Рассчитать параметры долбяка и выбрать конструктивные размеры. Составить таблицу основных данных для помещения в верхнем правом углу чертежа.
- 3 Выполнить рабочий чертеж долбяка (построить трёхмерную модель режущего инструмента).
- 4 Назначить технические требования и основные из них вынести на чертеж.
- 5 Проставить допускаемые отклонения основных размеров, обеспечивающих степень точности колеса.
- 6 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.6 Проектирование осевого инструмента (сверла, зенкеры, развертки, концевые и шпоночные фрезы и др.)

- 1 Проанализировать форму, размеры, точность и шероховатость обрабатываемой детали или поверхности.
- 2 Выбрать диаметр инструмента с расчетом полей допусков.
- 3 Выбрать форму, размеры и число стружечных канавок и зубьев.
- 4 Назначить геометрические параметры режущих лезвий.
- 5 Подобрать и рассчитать хвостовик.
- 6 Выбрать конструктивные параметры инструмента.
- 7 Выполнить рабочий чертеж режущего инструмента (построить трёхмерную модель режущего инструмента, при сборной или блочной конструкции составить спецификацию).
- 8 Назначить технические требования, проставить допускаемые отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей.
- 9 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.7 Проектирование резьбообразующего инструмента (метчики, плашки, фрезы и др.)

- 1 Определить размеры резьбовой части и допуски на изготовление резьбы, выбрать схему резания.
- 2 Рассчитать (выбрать) конструктивные части и элементы инструмента: размеры, форму и число стружечных канавок (отверстий), габаритные и присоединительные размеры.
- 3 Назначить геометрические параметры режущего инструмента.
- 4 Выполнить рабочий чертеж инструмента (построить трёхмерную модель режущего инструмента).
- 5 Назначить технические требования и вынести их на чертеж, проставить допускаемые отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей.

6 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.8 Проектирование шевера

1 Рассчитать дополнительные исходные данные для проектирования шевера.

2 Выбрать тип шевера и способ шевингования.

3 Определить угол скрещивания осей шевера и колеса.

4 Рассчитать параметры шевера и основные вынести в таблицу на чертеже.

5 Выполнить рабочий чертеж шевера (построить трёхмерную модель режущего инструмента).

6 Дать технические требования и основные из них указать на чертеже.

7 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.9 Проектирование фрез

1 Изучить схему обрабатываемой детали или поверхности, учесть размеры с допусками и шероховатость.

2 Выбрать схему обработки, вид и тип фрезы, конструктивные и геометрические параметры.

3 Произвести расчет или подбор элементов режима резания, силы и крутящего момента.

4 Выбрать и рассчитать диаметры (наружный и посадочного отверстия) с допусками.

5 Провести коррекционные расчеты профиля зубьев (если фреза фасонная) и определить их число.

6 Выполнить рабочий чертеж фрезы (построить трехмерную модель режущего инструмента. Если конструкция инструмента сборная, заполнить спецификацию).

7 Назначить технические требования и основные из них дать на чертеже.

8 Определить расход инструментального материала и его стоимость.

6.10 Проектирование инструментальной наладки для автоматизированного производства

1 Анализ исходных данных задания. Изобразить деталь. Определить допуски на размеры детали, причем обрабатываемые поверхности на 2–3 качества точнее. Назначить параметры шероховатости на поверхности.

2 Анализ технологичности детали. Составить схему базирования и установки заготовки с учетом типа станка, на котором будет осуществляться обработка.

3 Составление эскиза инструмента, эскиза его крепления на станке и фрагмент подсистемы вспомогательного инструмента (для станков с ЧПУ).

4 Рассчитать уточненные общие режимы резания и силы резания для каждого инструмента наладки.

5 Составить перечень погрешностей инструмента: статических и деформаций. Провести расчет на точность.

6 Разработать схему настройки или измерения параметров инструмента вне станка.

7 Выполнить чертеж инструмента. Определить технические требования и контролируемые параметры. (Чертеж дополнить трехмерной схемой сборки-разборки и спецификацией элементов и сборочных единиц, входящих в конструкцию.)

Список литературы

1 **Клименков, С. С.** Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С. С. Клименков. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 459 с.

2 Режущий инструмент: учебник / Д. В. Кожевников [и др.]; под ред. С. В. Кирсанова – 3-е изд. – Москва : Машиностроение, 2007. – 528 с.

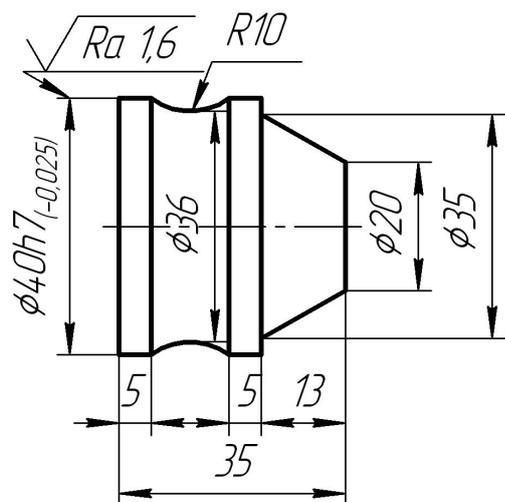
3 **Фельдштейн, Е. Э.** Режущий инструмент: учебное пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич, М. И. Михайлов. – Минск: Новое знание, 2007. – 400 с.

4 **Маслов, А. Р.** Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник / А. Р. Маслов. – Москва: Машиностроение, 2006. – 336 с.

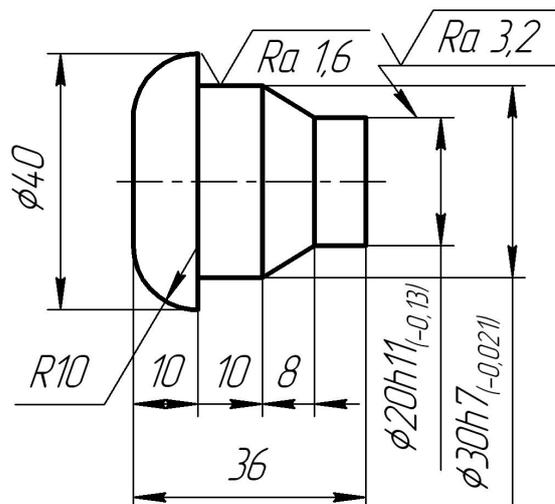
5 Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / Под ред. Е. Э. Фельдштейна. – 2-е изд., испр. – Минск: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.

6 Станки с ЧПУ. Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учебное пособие / А. А. Жолобов [и др.]. – 4-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2020. – 360 с.

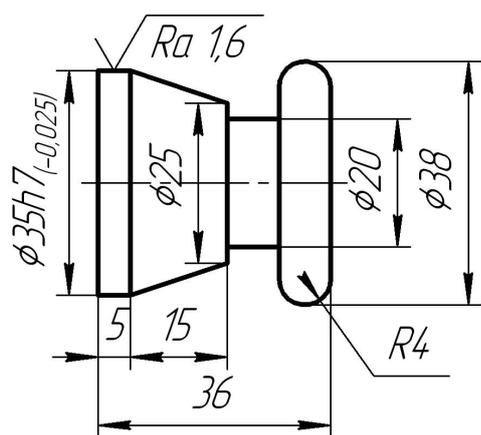
Приложение А (обязательное)



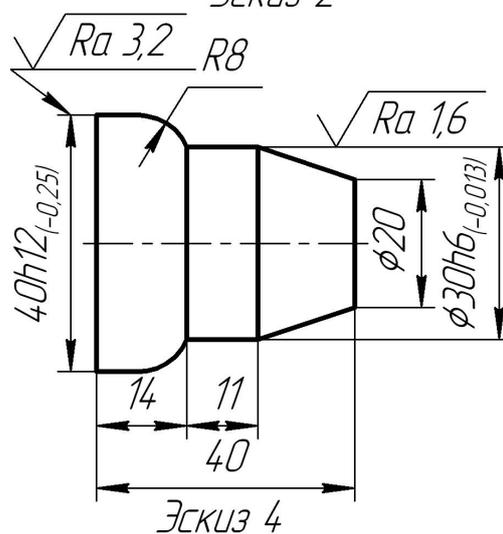
Эскиз 1



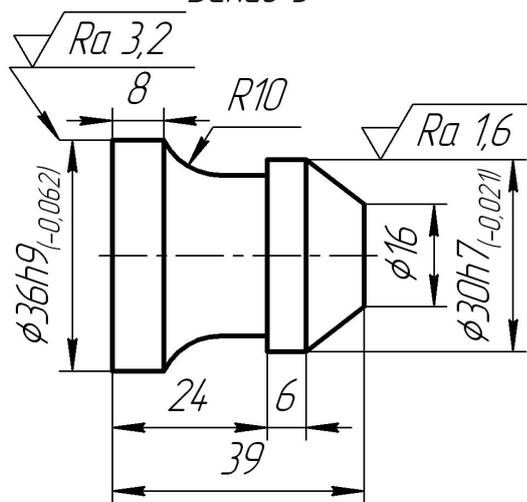
Эскиз 2



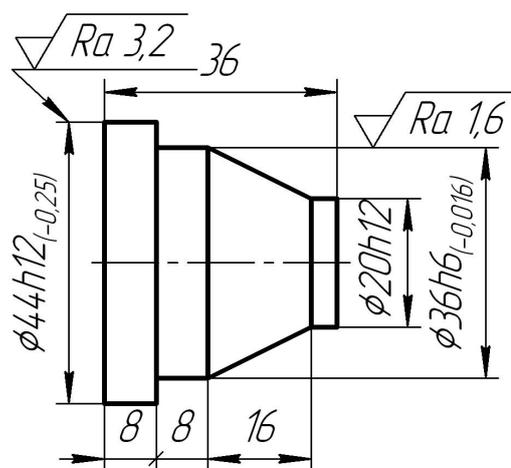
Эскиз 3



Эскиз 4

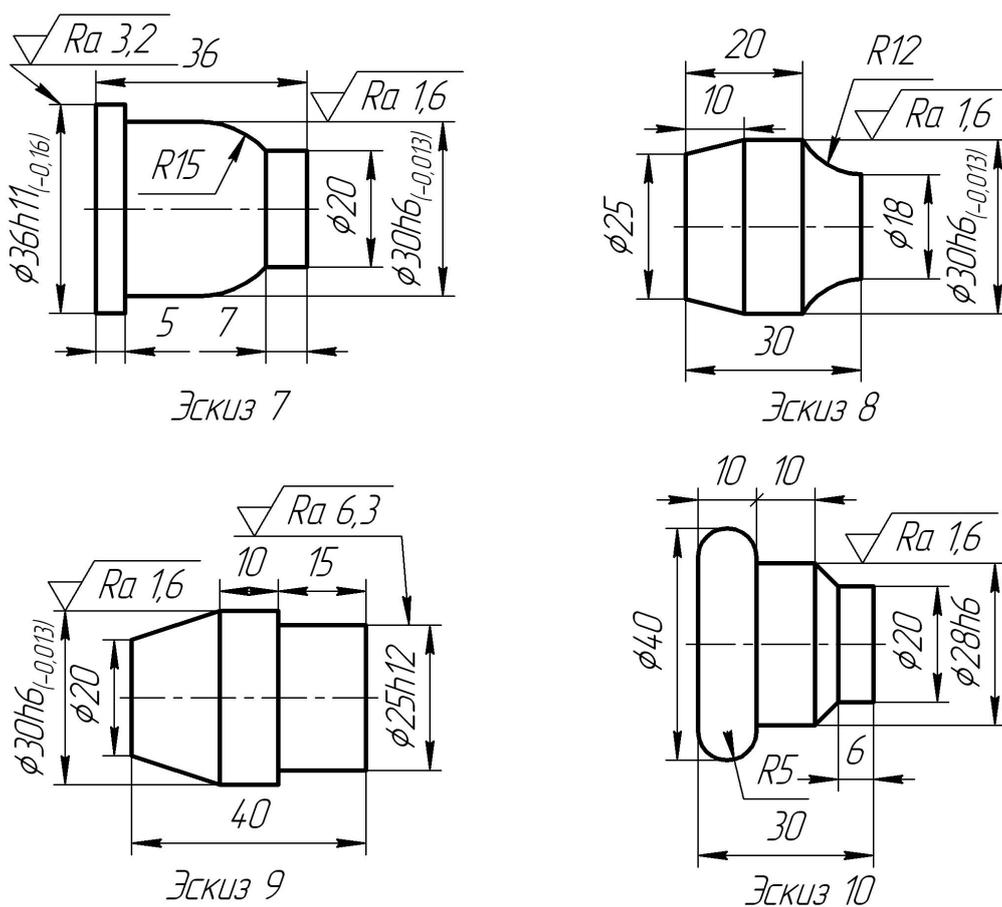


Эскиз 5



Эскиз 6

Рисунок А.1 – Эскизы деталей для расчета фасонных резцов



Окончание рисунка А.1

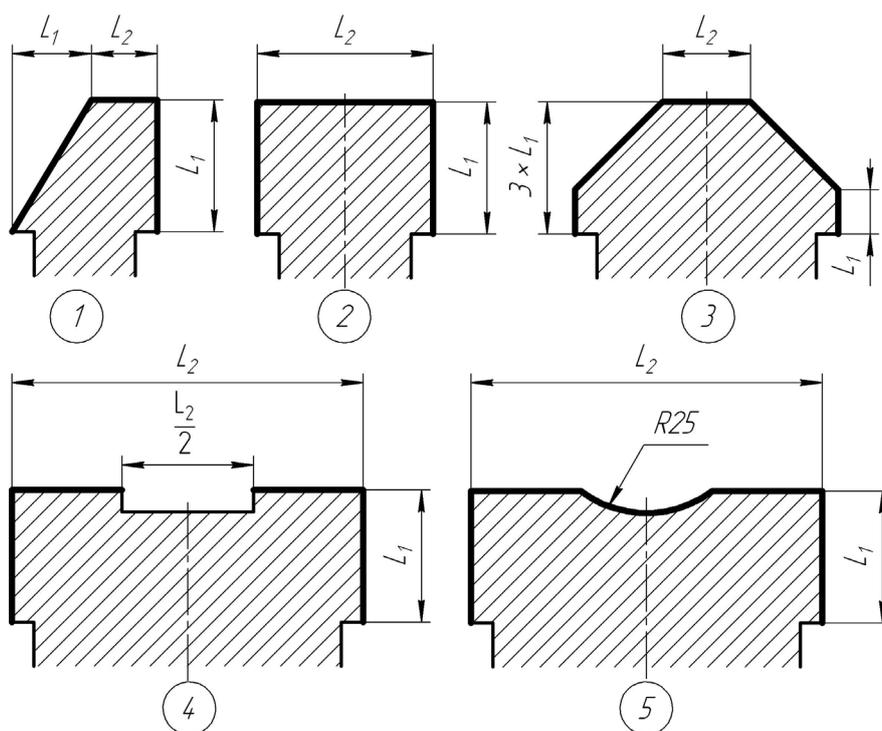


Рисунок А.2 – Схемы для расчета наружных протяжек

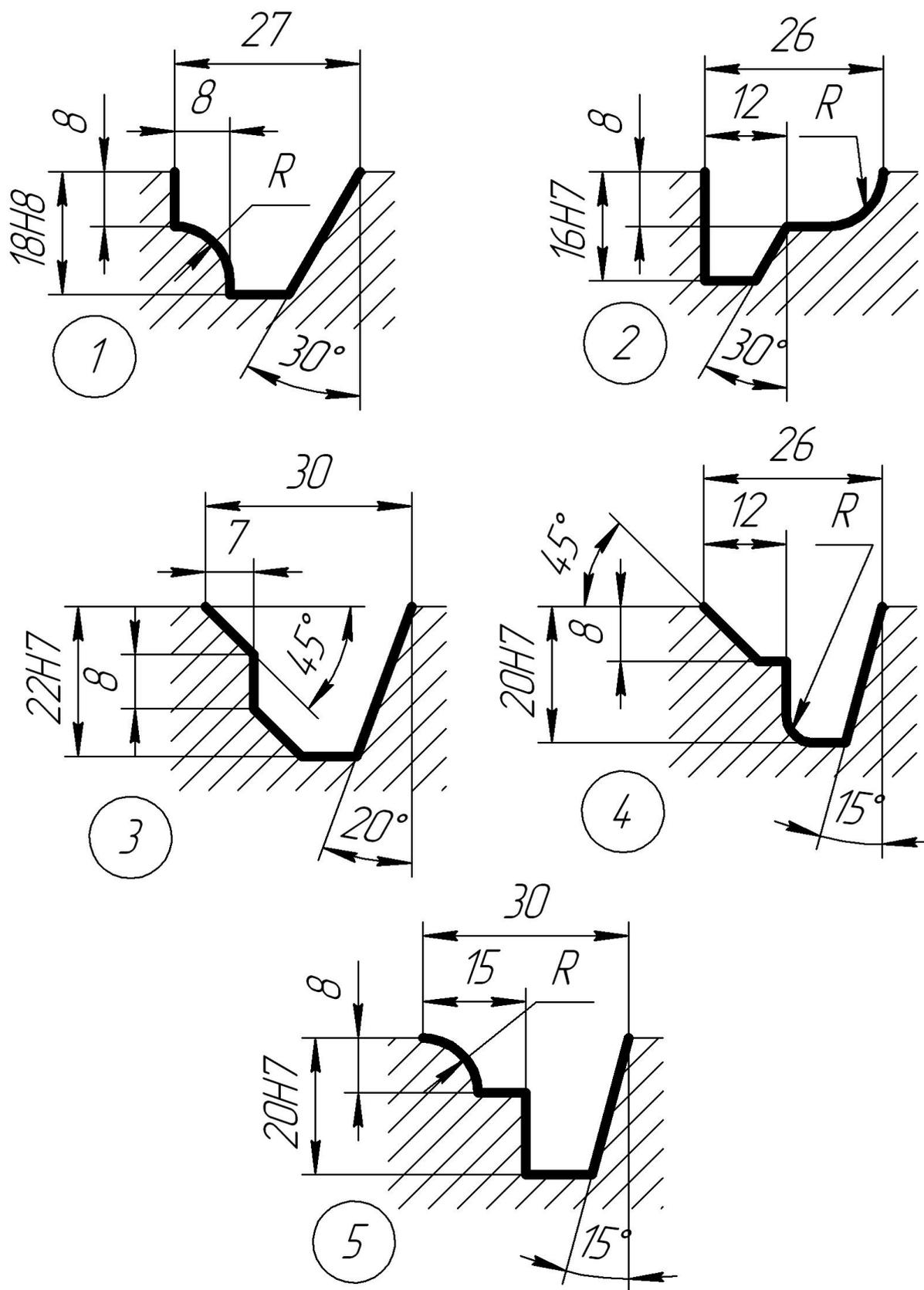
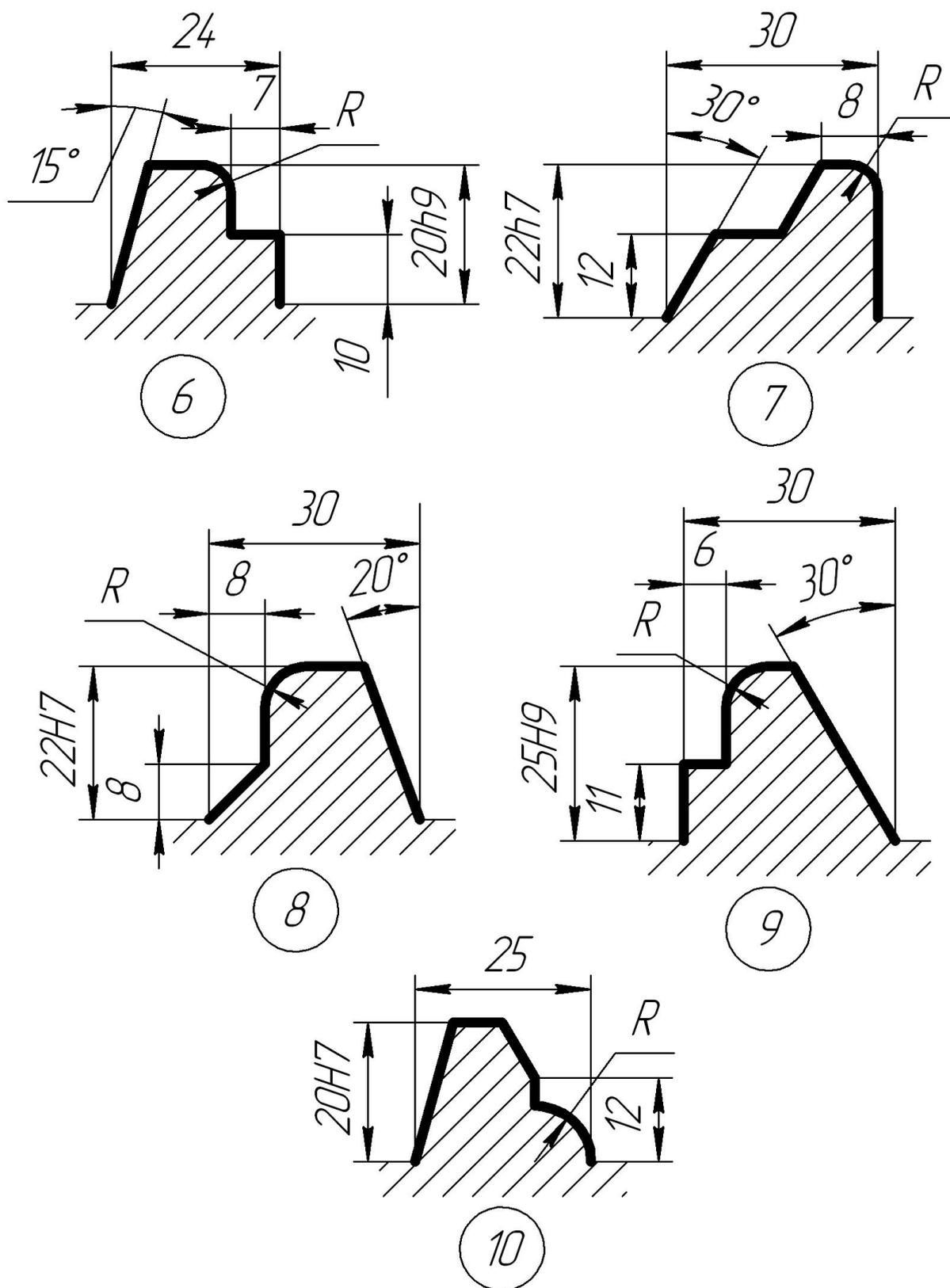
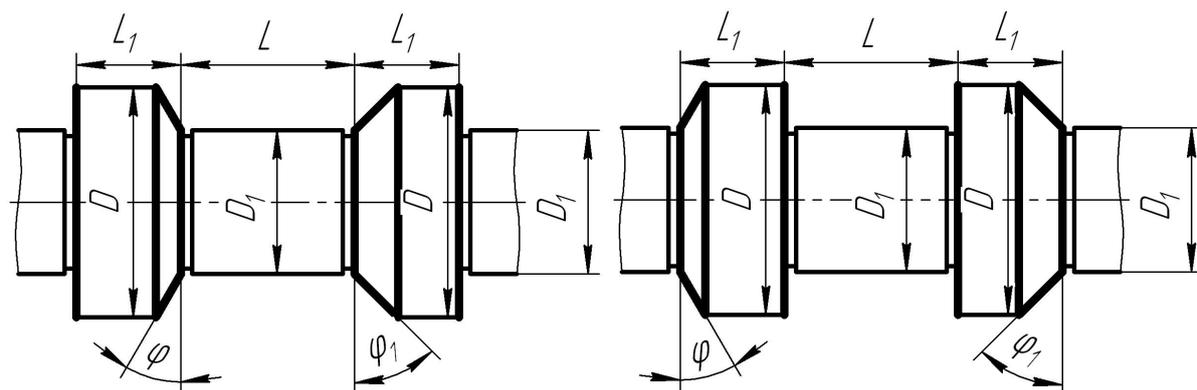


Рисунок А.3 – Схемы для расчета фасонных фрез

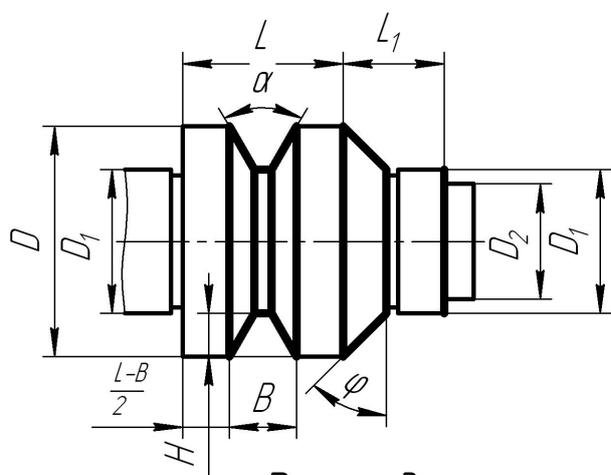


Окончание рисунка А.3

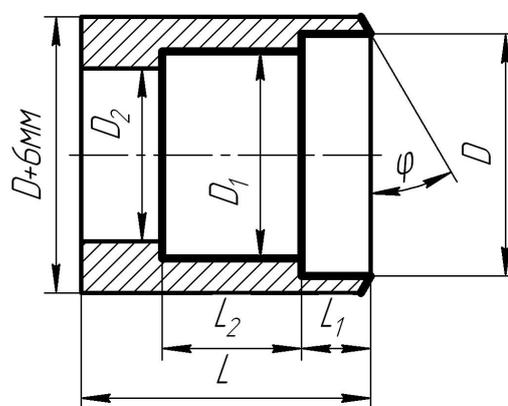


Эскиз 1

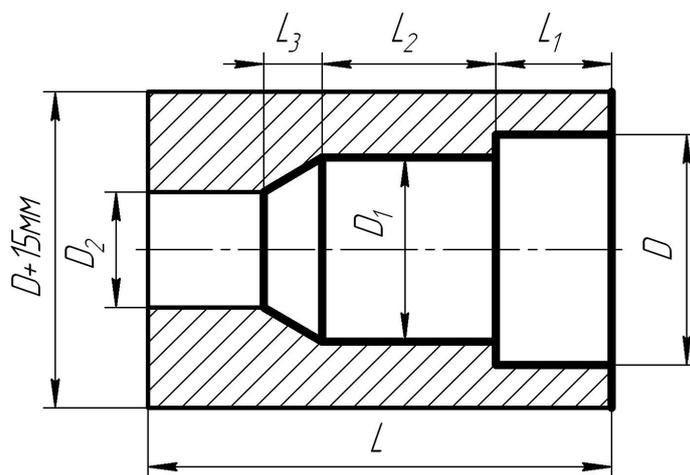
Эскиз 2



Эскиз 3

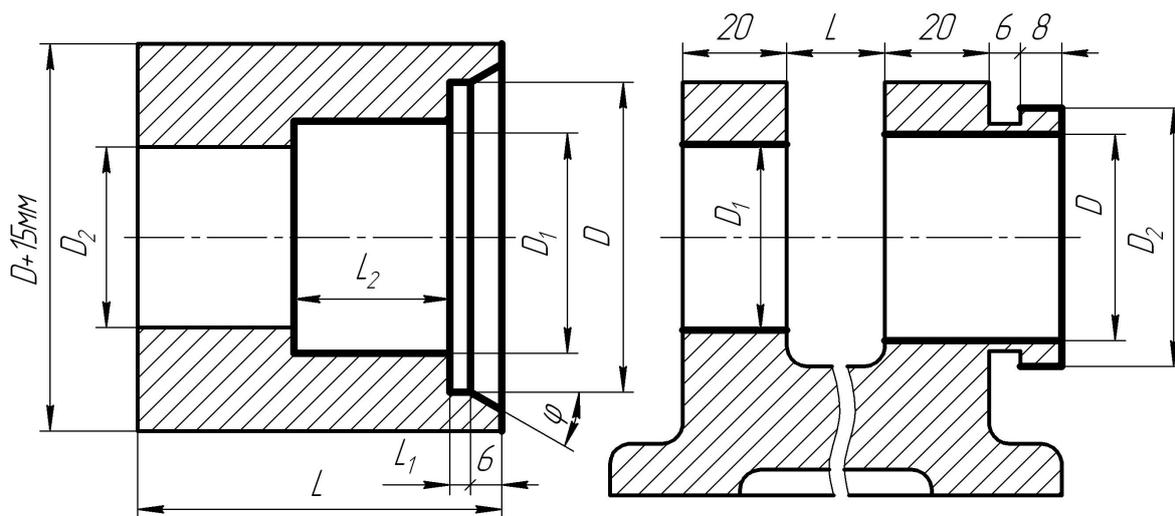


Эскиз 4



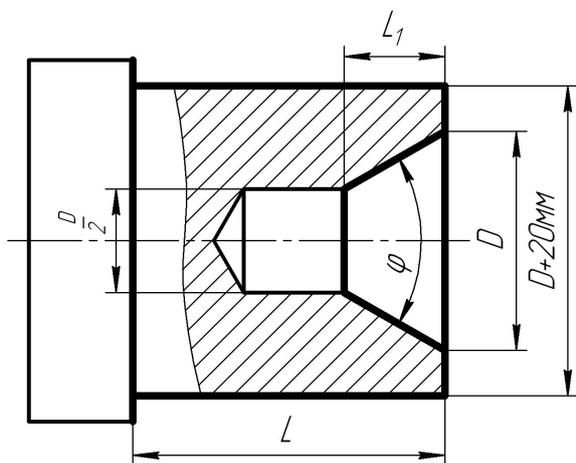
Эскиз 5

Рисунок А.4 – Эскизы деталей к выбору вариантов инструментальных наладок

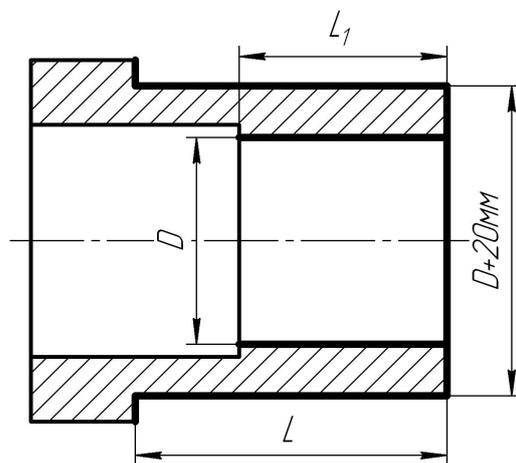


Эскиз 6

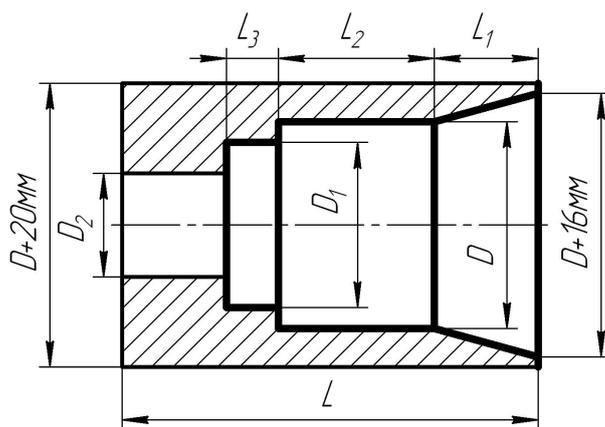
Эскиз 7



Эскиз 8



Эскиз 9



Эскиз 10

Окончание рисунка А.4

Приложение Б (обязательное)

Таблица Б.1 – Варианты режущих инструментов к заданию 1

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	Фреза червячная для червячных колес П	Обрабатываемый материал Модуль нормальный Число зубьев колеса Число заходов фрезы	СЧ24	Бронза	КЧ30-6	Бронза	СЧ40	КЧ40-3	Бронза	КЧ33-8	Бронза	СЧ15	Бронза
			5,25	6,0	6,75	6,5	7,0	7,25	7,5	5,75	5,5	4,25	
			64	78	56	68	52	48	62	80	70	92	
			2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	
1	Фреза червячная для цилиндрических колес Э, П	Обрабатываемый материал Модуль нормальный Число зубьев колеса Угол наклона зубьев Степень точности колеса	СЧ40	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 35ХМ	Сталь 40	Сталь 50	Сталь ХГС	СЧ15	Сталь ХГС	Сталь 12ХН3	Сталь 25Н
			6,0	7,0	6,5	12,0	8,0	8,5	10,0	9,5	9,0	10,5	
			80	56	70	36	42	38	35	48	50	40	
			5	4	8	6	7	10	12	6	4	9	
2	Фреза червячная шлицевая П	Обрабатываемый материал Длина втулки Dшл, мм dшл, мм bшл, мм	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 25Н	Сталь 35ХМ	Сталь 35	Сталь 30ХГС	Сталь 50Х	Сталь 40ХН	Сталь 50Х	Сталь Х6СМ	Сталь 40Х13
			40	50	60	45	55	65	70	85	75	80	
			60h11	65h14	72h11	102h14	40h11	52h14	68h11	88h14	34h11	82h14	
			52e8	56h7	62e8	92h7	32e8	42h7	62e8	82h7	28e8	72h7	
3	Долбяк дисковый Э, П	Обрабатываемый материал Модуль нормальный Zш / Zк Угол наклона зубьев Степень точности колес	Сталь СЧ15	Сталь СЧ15	Сталь 25Н	Сталь 45	Сталь 35ХМ	Сталь 25Н	Сталь ХГС	Сталь СЧ35	Сталь ХГС	Сталь СЧ35	Сталь 12ХН3
			3,25	3,5	2,75	3,0	4,25	4,5	3,75	4,75	5,25	6,25	
			42/60	35/50	48/70	32/60	24/70	22/50	44/80	24/45	36/76	30/50	
			18	5	10	12	15	11	8	5	10	0	
4	Долбяк хвостовой Э	Обрабатываемый материал Модуль нормальный	Сталь СЧ35	Сталь СЧ35	Сталь 12ХН3	Сталь 35ХМ	Сталь 40Х	Сталь СЧ15	Сталь 45	Сталь 25Н	Сталь 45	Сталь 50	Сталь Х6СМ
			2,25	2,5	2,75	1,75	3,25	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	

Продолжение таблицы Б.1

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Долбяк чашечный Э	Z _ш / Z _к	30/70	32/66	28/56	35/75	36/50	40/70	28/50	24/52	36/45	45/65
		Угол наклона зуба	12	10	5	0	5	8	10	12	15	18
		Степень точности колес	8	7	8	7	8	7	8	6	7	7
6	Шевер дисковый Э, П	Обработываемый материал	СЧ24	Сталь 35Х	Сталь 35ХМ	Сталь 12ХНЗ	СЧ15	Сталь 25Н	Сталь 30ХГС	Сталь ХГС	Сталь Х6СМ	Сталь 45
		Модуль нормальный	1,25	1,75	3,25	2,25	3,75	4,25	4,75	2,75	5,25	3,5
		Z _ш / Z _к	40/50	50/70	35/50	45/70	30/45	35/60	30/50	32/70	24/40	32/52
7	Шевер червячный Э	Угол наклона зубьев	0	5	8	10	12	10	8	5	0	0
		Степень точности колес	8	7	9	8	7	9	8	7	7	8
		Обработываемый материал	Сталь 30ХГС	Сталь 40Х	СЧ24	Сталь 35Х	КЧ33-8	Сталь 25Н	Сталь 45	Сталь 40ХН	Сталь 12ХНЗ	Сталь 35ХМ
8	Фреза пальцевая модульная Э	Модуль нормальный	1,25	1,5	1,75	3,25	4,25	5,25	6,25	7,25	6,75	7,75
		Z _ш / Z _к	60/92	70/92	30/42	44/64	32/70	30/62	40/85	33/59	27/43	31/39
		Угол наклона зубьев колес	5	8	15	10	15	12	6	6	15	5
7	Шевер червячный Э	Степень точности колеса	6	7	6	7	8	7	6	7	8	6
		Обработываемый материал	СЧ24	Бронза	КЧ30-6	Бронза	СЧ40	КЧ40-3	Бронза	КЧ33-8	СЧ15	Бронза
		Модуль нормальный	6,25	6,75	8,25	7,75	8,75	9,25	7,25	5,75	6,5	8,5
8	Фреза пальцевая модульная Э	Число зубьев колеса	32	40	52	30	32	25	64	80	60	40
		Число заходов червяка	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
		Тип червяка	Архимедов	Конвалютный	Конвалютный	Архимедов	Конвалютный	Архимедов	Архимедов	Конвалютный	Архимедов	Конвалютный
8	Фреза пальцевая модульная Э	Обработываемый материал	Сталь 40	СЧ24	Сталь 45	Сталь 40ХН	СЧ35	Сталь 35ХМ	СЧ40	Сталь 50	Сталь 40	Сталь 25Н
		Модуль нормальный	15	18	20	22	24	28	16	26	30	14
		Угол профиля	20	22	24	22	25	30	28	26	24	22
8	Фреза пальцевая модульная Э	Число зубьев колеса	55	50	48	44	40	36	50	40	30	60

Окончание таблицы Б.1

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
9	Фреза дисковая модульная Э	Степень точности колеса	9	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	9
		Обрабатываемый материал	Сталь 35Х	Сталь 12ХН3	Сталь Х6СМ	Сталь 50	Сталь СЧ24	Сталь 35ХМ	Сталь СЧ15	Сталь 25Н	Сталь ХГС	Сталь СЧ35	Сталь 7,75	Сталь 8,75	Сталь 24
		Модуль нормальный	4,75	5,75	6,25	7,25	8,25	9,25	10,25	6,75	7,75	8,75	20	24	28
		Угол профиля	20	24	26	20	28	25	30	22	20	24	60	55	40
		Число зубьев колеса	60	55	48	45	40	36	30	44	40	38			

Таблица Б.2 – Варианты режущих инструментов к заданию 2

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	Резец фасонный призматический (рисунок Б.1) Э	Обрабатываемый материал	Сталь Ст 3	Латунь	Чугун СЧ24	Сталь 50	Сталь 12ХН3	Бронза	АЛ4	МЛ5	Латунь	Чугун СЧ15	Чугун СЧ15
		Жесткость крепления	Жесткое	Жесткое	Средняя жесткость	Жесткое	Жесткое	Средняя жесткость	Жесткое	Средняя жесткость	Средняя жесткость	Средняя жесткость	Средняя жесткость
		Эскиз детали	6	7	8	9	10	5	4	3	2	1	
		Подача	Радиальная										
1	Протяжка шлицевая П	Обрабатываемый материал	Сталь 35Х	Чугун СЧ24	Сталь Х6СМ	Сталь 50	Сталь 12ХН3	Сталь ХГС	Чугун СЧ15	Сталь 25Н	Сталь 35ХМ	Чугун СЧ35	Чугун СЧ35
		Дшл, мм	60Н12	65Н8	75Н12	82Н8	92Н12	34Н8	42Н12	72Н8	60Н12	82Н8	82Н8
		фшл, мм	52Н7	56Н14	62Н7	72Н14	82Н7	26Н14	36Н7	62Н14	50Н7	70Н14	70Н14
		вшл, мм	10Д9	10Ф10	12Д9	12Ф10	12Д9	7Ф10	7Д9	12Ф10	10Д9	12Ф10	12Ф10
		Количество шлиц	8	8	8	10	10	6	8	8	8	8	10
		Диаметр предварительного отверстия	50	54	60	70	72	24	35	60	48	68	68
		Длина протягивания	20	40	50	30	60	35	45	55	25	30	30

Продолжение таблицы Б.2

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
2	Резец фасонный дисковый (рисунки Б.1) Э	Обрабатываемый материал	СЧ24	Латунь	АЛ24	Сталь Ст 3	Бронза	БрБ2	Л63М	М1	Латунь	СЧ15			
			Жесткость крепления			Жесткое	Средняя жесткость			Жесткое					
			Эскиз детали			10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3	Метчик	Обрабатываемый материал	Чугун СЧ35	Сталь 12ХН3	М1	Сталь Х6СМ	СЧ24	Сталь СЧ15	Сталь СЧ15	Сталь 25Н	Сталь 50	Сталь Ст 3			
			Разновидность			Машинный	Ручной	Твердосплавный	Комплект	Машинно-ручной					
			Резьба			М16-6Н	М27	М12	Тг 44	М50×2	М25	СП40	М20	М22×2	Кон. 1"
4	Плашка круглая П	Обрабатываемый материал	Сквозное	Глухое	Сквозное										
			Разновидность			Двухсторонняя	Односторонняя								
			Резьба			М20×1	М33×2	М24×2	М48×5	1"	М36×3	М16×1	1,5"	М6×0,5	1 1/2"
5	Протяжка круглая П	Обрабатываемый материал	5	20	Х6СМ	СЧ15	50	СЧ15	Сталь ХГС	Сталь 25Н	Сталь Ст 3	СЧ35	12ХН3		
			Степень точности			6	8	7	7	7	8	6	6	–	
			Диаметр отверстия			40Н7	42Н8	24Н6	36Н7	54Н6	70Н7	50Н8	80Н8	30Н7	20Н6
6	Фреза резьбовая	Вид фрезы	37	42	23,5	33	52	68	47	78	27	19			
			Лотв., мм			40	50	150	40	45	55	35	60	25	120
			Ra, мкм			1,6	3,2	0,8	1,6	0,8	1,6	3,2	3,2	1,6	0,8
6	Фреза резьбовая	Обрабатываемый материал	Чугун СЧ10	Сталь 25Н	Сталь 50	АЛ24	Чугун КЧ40-3	Сталь 12ХН3	Чугун СЧ40	Сталь Ст 5	Сталь 35ХМ	Сталь ХГС			
			Резьба			М64×4	М30	М16×1	Тг80×4	М39×3	М42	М36	Тг 130	М48	
			Степень точности			8Н	6g	Гребенчатая	8Н	7е	8Н	6g	7е	6g	
6	Фреза резьбовая	Вид фрезы	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая	Гребенчатая		
			Разновидность			Глухое	Сквозное								
			Подача			Радиальная									

Окончание таблицы Б.2

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7	Протяжка шпоночная П	Обрабатываемый материал d _{отв.} , мм b – ширина паза А, мм L _{отв.} , мм	Сталь 45	Чугун СЧ40	Сталь 10	Сталь А15Г	Сталь У10Г	Чугун СЧ15	Сталь Ст 3	Сталь 25Н	Сталь 30ХГС	Сталь 12ХН3	
			60	27	40	36	56	70	44	75	30	48	
			12Н9	6Н9	10	8	12	14	10	16	8	12	
			66	32	45	40	62	78	50	84	34	54	
8	Фреза фасонная П	Обрабатываемый материал Эскиз детали Материал зубьев	Сталь 50	Чугун СЧ15	Сталь 12ХН3	Сталь Ст 5	БрБ2	Чугун КЧ40-3	Сталь ХГС	МЛ5	Сталь 10	Сталь 25Н	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				Сталь							Сталь		Твердый сплав
			Сталь Ст 5	Чугун СЧ15	Сталь 25Н	Сталь 45	Сталь У13	Сталь 35ХМ	Чугун СЧ35	Сталь Х6СМ	Сталь 50	Сталь 12ХН3	
9	Протяжка специальной конструкции П	Вид протяжки Эскиз детали L ₁ , мм L ₂ , мм D _{предв.} , мм	Наружная	Квадратная	Наружная	Шестигранная	Наружная	Квадратная	Наружная	Шестигранная	Наружная	Квадратная	
			1	–	2	–	3	–	4	–	5	–	
			25	40×40	25	Ø40*	30	25×25	20	Ø30*	10	30×30	
			10	–	60	–	80	–	40	–	20	–	
			–	39	–	–	24	–	28	–	28		

Примечание – * – дан диаметр вписанной окружности

Таблица Б.3 – Варианты режущих инструментов к заданию 3

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	Сверло спиральное к станку с ЧПУ Б	Обрабатываемый материал Допв., мм Лотв., мм Вид отверстия	Сталь 20	Чугун СЧ40	Сталь 12ХН3	Сталь 10	Сталь А15Г	Чугун КЧ40-3	Сталь Ст 5	Чугун СЧ15	Сталь Х6СМ	Сталь 28Н12	БрБ2	
			12Н12	8Н12	14Н12	17Н12	10Н12	38Н12	21Н12	33Н12	33Н12	28Н12	41Н12	
			30	40	42	36	27	50	52	63	56	65		
			Глухое			Сквозное			Глухое			Сквозное		
			Конический	Цилиндрический	Конический	Цилиндрический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический
1	Сверло с механическим креплением МНП твердого сплава Б	Обрабатываемый материал Допв., мм Лотв., мм Вид отверстия	Сталь Р6М5	Чугун КЧ40-3	Сталь Х6СМ	Сталь 20Х13	Сталь 60С2А	Чугун СЧ35	Сталь ХВГ	Сталь ВТ6Л	Сталь 40	Сталь 12ХН3		
			72Н12	63Н12	57Н12	65Н12	53Н12	49Н12	43Н12	35Н12	35Н12	75Н12	80Н12	
			50	80	70	75	65	60	45	65	65	85	100	
			Глухое			Сквозное			Глухое			Сквозное		
			Конический	Цилиндрический	Цилиндрический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический
2	Сверло перовое сборное Б	Обрабатываемый материал Допв., мм Лотв., мм Вид отверстия	Чугун СЧ15	Сталь 45	Сталь 35ХМ	Чугун СЧ35	Сталь У13	Сталь 40Х	Сталь 10	Сталь Ст 3	Чугун СЧ40	Сталь А15Г		
			85Н12	78Н12	65Н12	82Н12	63Н12	58Н12	68Н12	75Н12	90Н12	90Н12	80Н12	
			30	50	40	65	45	55	60	80	75	70		
			Сквозное			Глухое			Глухое			Сквозное		
			Конический	Цилиндрический	Цилиндрический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический	Конический
3	Зенкер Б	Обрабатываемый материал Допв., мм Лотв., мм Вид отверстия	Сталь Х6СМ	Чугун СЧ24	Сталь 20	Сталь 50	Сталь 60С2А	Чугун СЧ10	Чугун КЧ40-3	Сталь Ст 5	Сталь 12ХН3	Сталь Р6М5		
			60Н9	36Н10	45Н11	75Н10	50Н9	80Н9	75Н11	65Н10	65Н10	42Н9	90Н11	
			40	45	50	55	60	30	35	85	70	90		
			Глухое			Сквозное			Глухое			Сквозное		
			Насадной	Насадной	Хвостовой	Хвостовой	Насадной	Насадной	Хвостовой	Хвостовой	Хвостовой	Хвостовой	Насадной	Насадной
Конический			Цилиндрический			Конический			Цилиндрический			Цилиндрический		

Продолжение таблицы Б.3

Последняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра																							
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9														
4	Развертка хвостовая Б, П	Обрабатываемый материал Dотв., мм Lотв., мм Вид отверстия	Сталь ХВГ	Сталь Ст 5	Сталь А15Г	Чугун СЧ40	Сталь 35ХМ	Чугун КЧ40-3	Сталь 45	Чугун КЧ40-3	Сталь 45	Чугун 12ХН3	Сталь 10	Чугун СЧ15												
			42Н7	56Н6	20Н8	62Н7	34Н6	52Н7	68Н8	40	50	60	22Н6	32Н6	18Н6											
			40	45	50	55	60	30	35	Глухое																
			Глухое			Сквозное			Конический			Цилиндрический			Сквозное											
5	Развертка насадная Б	Материал зубьев Обрабатываемый материал Dотв., мм Lотв., мм Вид отверстия	Сталь 50	Чугун СЧ18	Сталь 40Х	Сталь 12ХН3	Чугун СЧ35	Сталь Х6СМ	Сталь У13	Сталь 50Н8	30Н6	62Н7	54Н7	38Н8												
			28Н7	90Н8	32Н7	44Н6	22Н6	50Н8	30Н6	28Н7	40	40	45	80	70											
			30	20	90	50	40	25	55	Глухое																
			Глухое			Сквозное			Цельная			Сборная			Сквозное											
6	Комбинированный инструмент под сквозное отверстие Б, П	Материал зубьев Обрабатываемый материал D ₁ /D ₂ , мм L ₁ /L ₂ , мм Хвостовик	Твердый сплав 50	Чугун КЧ40-3	Сталь ХГС	Чугун СЧ10	Сталь 20	Сталь Ст 5	АЛ24	Чугун СЧ40	Сталь 35Х	25Н	20Н14	20Н14												
			30Н11	36Н12	40Н9	42Н6	21Н14	40Н11	28Н8	20Н11	24Н11	24Н9	50Н6	28Н9	40Н8											
			38Н6	40Н9	52Н9	50Н11	24Н9	44Н6	38Н6	50Н6	70/60	10/40	50/80	50/80	50/80											
			40/50	80/20	20/40	40/40	80/50	60/62	50/45	Конический																
7	Фреза торцовая Б	Обрабатываемый материал D или В, мм Материал зубьев Вид фрезы Глубина фрезерования	Сталь 10	Чугун КЧ30-6	Сталь 35ХМ	Сталь 40Х	Сталь А15Г	Чугун СЧ15	Сталь 25Н	Чугун СЧ40	Сталь Ст 3	35	20Н14	20Н14												
			Ø85	В = 90	Ø110	В = 115	Ø125	В = 130	Ø170	В = 180	Ø210	В = 220	В = 220	В = 220												
			Твердый сплав			Цельная			Твердый сплав			Цилиндрический			Сквозное											
			С напайными пластинами			Цельная			С МНП			Со вставными ножами			5,5											
2,0			1,5			2,5			3,5			4,0			4,5			0,5			1,0			5,5		

Окончание таблицы Б.3

По- следняя цифра	Инструмент	Исходные данные	Предпоследняя цифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Фреза шпоночная Б	Обрабатываемый материал	Чугун СЧ18	Сталь 40Х	Сталь Р6М5	Чугун СЧ10	Сталь 25Н	Сталь У13	Сталь ВТ6Л	Чугун СЧ35	Сталь 50	Сталь 60С2А
			9	11	13	15	17	11	19	9	21	8
		Ширина паза, мм	5	6,5	7,5	9	8,5	7,5	9,5	6,5	8	4,5
			Глубина паза, мм		Концевая		Сегментная		Концевая		Сегментная	
9	Фреза концевая Б	Хвостовик	Цилиндрический	Конический	Конический	Цилиндрический	Цилиндрический	Конический	Конический	Конический	Конический	
			Чугун СЧ35	Сталь Ст 5	Чугун КЧ40-3	Сталь Х6СМ	Сталь 10	Сталь А15Г	Чугун СЧ40	Сталь 45	Сталь 35ХМ	Сталь ХВГ
		Обрабатываемый материал	25	27	33	35	39	43	48	52	55	60
			Ширина паза, мм		Концевая		Сегментная		Концевая		Сегментная	
		Глубина паза, мм	5	7	9	3	4	5	3,5	7	8	11
			Хвостовик		Цилиндрический		Конический		Цилиндрический		Конический	

Таблица Б.4 – Варианты инструментальных наладок к заданию 4

Последняя цифра	Эскиз детали (рисунок Б.4)	Исходные данные	Предпоследняя цифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	Материал	Сталь 45	Сталь А12	Сталь 35	Чугун СЧ15	Сталь 45	Чугун СЧ35	Сталь 40Х	Сталь 15	Сталь Ст 3	Сталь 20Х
		L/L ₁	30/18	40/16	50/18	30/20	40/18	50/16	25/18	35/20	38/22	24/16
		D/D ₁	40/25	35/20	30/18	50/30	40/26	45/32	55/40	48/32	38/24	60/40
		φ/φ ₁	30/45	40/45	50/45	45/30	50/45	60/50	45/50	50/60	60/50	45/45
1	2	Материал	Сталь 15	Сталь А12	Сталь 45	Сталь 35	Сталь 40Х	Бронза БрБ2	Чугун СЧ15	Сталь 30	Сталь 65Г	Сталь Ст 3
		L/L ₁	30/24	25/20	35/25	32/24	28/24	36/30	26/20	35/30	40/35	42/40
		D/D ₁	52/40	48/36	42/32	36/26	32/22	50/38	46/34	42/28	28/16	46/30
		φ/φ ₁	30/45	45/30	60/30	60/45	45/30	45/30	30/45	30/60	45/30	60/45
2	3	Материал	Сталь Ст 3	Сталь А12	Сталь 45	Сталь 15	Бронза БрБ2	Чугун СЧ15	Чугун СЧ40	Сталь 40Х	Сталь 35	Сталь 20Х
		L/L ₁	26/15	30/20	34/15	28/20	42/18	26/16	32/14	24/22	38/26	28/18
		B/H	10/9,5	13,3/12	13,4/12	13,1/12	17,2/15	10,2/9,5	17/15	10,1/9,5	17,4/15	13,1/12
		D/D ₁ /D ₂	63/45/35	75/56/46	82/64/54	58/38/28	90/70/60	60/50/45	48/38/60	50/40/30	56/46/45	36/26/30
3	4	α/φ	34/30	36/45	38/60	34/45	36/30	38/45	34/60	36/30	38/45	34/30
		Материал	Сталь А12	Сталь 15	Сталь 35	Бронза БрБ2	Чугун СЧ35	Сталь Ст 3	Чугун СЧ15	Сталь 40Х	Сталь 45	Чугун СЧ40
		L/L ₁ /L ₂	50/12/24	50/16/30	65/18/40	72/20/40	70/16/42	75/12/46	60/8/40	64/24/30	78/30/32	85/30/42
		D/D ₁ /D ₂	42/36/30	56/50/42	64/54/48	60/52/46	70/58/52	80/70/62	48/38/32	40/32/28	52/50/40	62/54/48
4	5	φ	30	45	20	30	20	45	30	20	45	30
		Материал	Сталь 15	Сталь 20	Сталь Ст 3	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 35	Сталь Ст 3	Сталь 65Г	Сталь 20	Сталь 15
		L/L ₁	80/20	85/20	82/20	75/22	74/22	82/18	72/18	84/18	70/20	62/22
		L ₂ /L ₃	30/10	35/12	38/8	32/10	30/12	28/10	36/8	40/12	20/8	24/10
4		D/D ₁ /D ₂	40/32/20	50/40/30	60/48/40	70/56/46	40/30/20	50/40/32	60/46/36	70/58/48	40/30/22	50/38/28

Окончание таблицы Б.4

Последняя цифра	Эскиз детали (рисунок Б.4)	Исходные данные	Предпоследняя цифра										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5	6	Материал	Сталь 15	Сталь Ст 3	Сталь 35	Сталь 20	Сталь 40X	Сталь 20	Сталь 20	Бронза БрБ2	Чугун СЧ15	Сталь 45	Чугун СЧ40
		L/L ₁ /L ₂	70/4/30	70/5/40	70/6/40	60/7/30	60/3/35	60/5/30	70/4/35	75/5/40	50/3/20	60/5/25	
		D/D ₁ /D ₂	60/45/35	70/55/45	80/65/55	50/40/32	55/45/36	65/50/40	75/60/48	82/65/52	60/46/32	58/42/30	
6	7	φ	20	30	20	30	35	35	20	20	25	30	35
		Материал	Чугун СЧ40	Чугун СЧ15	Чугун СЧ24	Сталь Ст 3	Бронза БрБ2	Сталь 20	Бронза БрБ2	Сталь 20	Чугун СЧ24	Чугун СЧ15	Сталь 45
		L	100	150	200	80	160	120	180	200	210	210	90
		D	40Н6	50Н6	60Н6	45Н6	50Н6	70Н6	80Н6	52Н6	48Н6	40Н6	40Н6
		D ₁	36Н6	40Н6	50Н6	40Н6	40Н6	52Н6	64Н6	42Н6	40Н6	40Н6	38Н6
		D ₂	50h7	60h8	70h8	60h7	62h8	84h8	92h8	65h7	60h8	56h7	56h7
7	8	Материал	Сталь 15	Сталь 20	Сталь Ст 3	Сталь 45	Сталь 40X	Сталь 20	Сталь 35	Сталь 35	Сталь 65Г	Сталь 20	Сталь 15
		D	40	50	60	45	50	70	80	80	52	48	40
		L/L ₁	80/20	85/20	82/20	75/22	74/22	82/18	72/18	84/18	70/20	62/22	
8	9	φ	40	60	50	80	70	40	60	60	50	60	100
		Материал	Сталь 15	Сталь 20	Сталь Ст 3	Сталь 40X	Сталь 45	Сталь 35	Сталь Ст 3	Сталь 35	Сталь 65Г	Сталь 20	Сталь 15
		L/L ₁	100/50	150/100	200/80	80/20	160/60	120/120	180/80	200/60	210/70	90/50	
9	10	D	40Н6	50Н6	60Н6	45Н6	50Н6	70Н6	80Н6	52Н6	48Н6	40Н6	40Н6
		Материал	Сталь 15	Сталь 20	Сталь Ст 3	Сталь 40X	Сталь 45	Сталь 35	Сталь Ст 3	Сталь 35	Сталь 65Г	Сталь 20	Сталь 15
		L/L ₁	80/20	85/20	82/20	75/22	74/22	82/18	72/18	84/18	70/20	62/22	
9	10	L ₂ /L ₃	30/10	35/12	38/8	32/10	30/12	28/10	36/8	40/12	20/8	24/10	
		D/D ₁ /D ₂	40/32/20	50/40/30	60/48/40	70/56/46	40/30/20	50/40/32	60/46/36	70/58/48	40/30/22	50/38/28	