

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по ПМ.01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей
машин»

**МДК 01.01 «Разработка технологических процессов изготовления
деталей в металлообрабатывающих производствах, в том числе с
применением автоматизированного проектирования»**

для студентов специальности

15.02.16 Технология машиностроения
ФП «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»

г. Челябинск 2023 г.

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению практических работ по
ПМ 01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей
машин», МДК 01.01 «Разработка технологических процессов
изготовления деталей в металлообрабатывающих производствах, в том
числе с применением автоматизированного проектирования» для
студентов специальности
15.02.16 Технология машиностроения.

Автор: **Ченцов Сергей Александрович**, преподаватель Южно-
Уральского государственного технического колледжа.

Методические рекомендации содержат 12 практических работ по темам,
предусмотренным программой ПМ.01 «Разработка технологических процессов
изготовления деталей машин»

В методических указаниях отражены требования к знаниям и умениям и
порядок выполнения практических работ.

Работы представлены в виде конкретных задач, требующих решения и
позволяющих студентам развивать логическое мышление.

По каждой практической работе предусмотрен отчет по
унифицированной форме. Форма отчета размещена в методических
рекомендациях.

Представленные в методических рекомендациях практические
работы позволяют студентам закрепить теоретический материал, сформировать
умения, предусмотренные программой обучения, а также умения применять
полученные ранее знания на практике.

Генеральный
директор ООО ЧЗДТ
Гордеев Сергей
Владимирович



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ.01«Разработка технологических процессов изготовления деталей машин», МДК 01.01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей в металлообрабатывающих производствах, в том числе с применением автоматизированного проектирования» предназначены для обучающихся специальности 15.02.16Технология машиностроения.

Практические занятия являются важным элементом профессионального модуля в целом и междисциплинарного курса, в частности. В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по ПМ.01«Разработка технологических процессов изготовления деталей машин».

Программой ПМ.01«Разработка технологических процессов изготовления деталей машин» в части междисциплинарного курса«Разработка технологических процессов изготовления деталей в металлообрабатывающих производствах, в том числе с применением автоматизированного проектирования» предусмотрено выполнение 12 практических работ (рассчитанных на 40 часов), направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 1.1 Использовать конструкторскую и технологическую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей машин.

ПК 1.2 Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства

ПК 1.3 Выбирать методы механической обработки и последовательность технологического процесса обработки деталей машин в машиностроительном производстве

ПК 1.4 Выбирать схемы базирования заготовок, оборудование, инструмент и оснастку для изготовления деталей машин

ПК 1.5 Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

ПК 1.6 Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

умения:

читать чертежи; анализировать конструктивно-технологические свойства детали;

разрабатывать технологический процесс изготовления детали;

выполнять технические чертежи, а также чертежи общего вида в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД);

составлять технологический маршрут изготовления детали;

проектировать технологические операции;

выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

рассчитывать режимы резания по нормативам;
определять виды и способы получения заготовок
составлять технологический маршрут изготовления детали;
оформлять технологическую документацию;
определять тип производства;
выбирать способы и методы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
разрабатывать технологический процесс изготовления детали
рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;
рассчитывать коэффициент использования материала; рассчитывать штучное время;
производить расчёт параметров механической обработки;
проверять соответствие оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента требованиям технологической документации;
устранять нарушения, связанные с настройкой оборудования, приспособлений, режущего инструмента;
определять (выявлять) несоответствие геометрических параметров заготовки требованиям технологической документации;
выбирать средства измерения;
определять годность размеров, форм, расположения и шероховатости поверхностей деталей;
анализировать причины брака, разделять брак на исправимый и неисправимый
производить расчёт параметров механической обработки с применением САПР
использовать пакеты прикладных программ для разработки технологической документации и проектирования технологических процессов.

Знания (актуализация):

назначение и виды технологических документов
требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технической документации;

методику проектирования технологического процесса изготовления детали;

назначение и конструктивно-технологические показатели качества изготавливаемых деталей, способы и средства контроля;

структуру и оформление технологического процесса.

виды и условия выбора заготовок и способы их получения;

методику разработки операционной и маршрутной технологии механической обработки изделий;

физико-механические свойства конструкционных и инструментальных материалов;

методику расчета режимов резания и норм времени на операции металлорежущей обработки;

методику расчета межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

основы технической механики;

основные принципы наладки оборудования, приспособлений, режущего инструмента;

основные признаки объектов контроля технологической дисциплины;

основные методы контроля качества детали;

виды брака и способы его предупреждения;

структуру технической обоснованной нормы времени;

основные признаки соответствия рабочего места требованиям, определяющим эффективное использование оборудования.

интерфейса, инструментов для ведения расчёта параметров механической обработки, библиотеки для работы с конструкторско-технологическими элементами, баз данных в системах автоматизированного проектирования.

системы автоматизированного проектирования технологических процессов

Личностные результаты, формируемые, в процессе обучения:

ЛР 4 Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа».

ЛР 7 Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.

ЛР 13 Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий и сотрудничающий с коллективом, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, демонстрирующий профессиональную жизнестойкость

ЛР 15 Готовый к профессиональной конкуренции и конструктивной реакции на критику.

ЛР 17 Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания и умения, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости примеры выполнения заданий), алгоритм выполнения работы, варианты заданий.

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания и умения, теоретическое изложение необходимого материала (при необходимости примеры выполнения заданий), алгоритм выполнения работы, варианты заданий.

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе.

Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

Перечень практических занятий

№	Наименование практической работы	Кол-во часов
1	Практическая работа №1 «Анализ конструкции детали на технологичность»	2
2	Практическая работа №2 «Расчет и оформление чертежа заготовки»	4
3	Практическое занятие № 3 «Выбор и расчёт припусков и межоперационных размеров	4
4	Практическая работа №4 «Составление схемы базирования и установки заготовок»	2
5	Практическая работа №5 «Выбор последовательности обработки поверхности»	2
6	Практическая работа №6 «Выбор оборудования, инструментов и технологической оснастки при изготовлении детали»	4
7	Практическая работа №7 «Выполнение расчётов режимов резания»	4
8	Практическая работа №8 «Разработка последовательности обработки детали»	4
9	Практическая работа №9 «Оформление маршрутной карты технологического процесса обработки детали»	4
10	Практическая работа №10 «Оформление операционной карты технологического процесса обработки детали»	4
11	Практическая работа №11 «Оформление карты эскиза технологического процесса обработки детали»	4
12	Практическая работа №12 «Оформление элемента технологического процесса изготовления детали в САПР ТП Вертикаль»	2
ИТОГО		40

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

Название практической работы: Анализ конструкции детали на технологичность

Цель работы: Формирование умений определения критериев оценки технологичности детали, при проведении анализа деталей на технологичность.

умения:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз.

Теоретический материал:

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико–экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными

методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения.

Анализ технологичности целесообразно проводить в определенной последовательности.

1. На основании изучения условий работы узла изделия, а также учитывая заданную годовую программу, проанализировать возможность упрощения конструкции детали, замены сварной, армированной или сборной конструкцией, а также возможность и целесообразность замены материала.

2. Установить возможность применения высокопроизводительных методов обработки.

3. Проанализировать конструктивные элементы детали в технологическом отношении, используя при этом рекомендации по технологичности конструкций, приведенные в справочной литературе.

4. Выявить труднодоступные для обработки места.

5. Определить возможность совмещения технологических и измерительных баз при выдерживании размеров, оговоренных допусками, необходимость дополнительных технологических операций для получения заданной точности и шероховатости обработанных поверхностей.

6. Увязать указанные на чертежах допускаемые отклонения размеров, шероховатости и пространственные отклонения геометрической формы и взаимного расположения поверхностей с геометрическими погрешностями станков.

7. Определить возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров.

8. Определить поверхности, которые могут быть использованы при базировании, возможность введения искусственных баз,

9. Определить необходимость дополнительных технологических операций, вызванных специфическими требованиями (например, допустимыми отклонениями в массе детали), и возможность изменения этих требований.

8. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки, учитывая экономические факторы.

10. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление деталей в процессе нагрева и охлаждения, и определить, правильно ли выбраны материалы с учетом термической обработки.

С целью упрощения анализа технологичности можно дать частные рекомендации для некоторых классификационных групп деталей.

Для корпусных деталей определяют:

а) допускает ли конструкция обработку плоскостей на проход и что мешает такому виду обработки?

б) можно ли обрабатывать отверстия одновременно на многошпиндельных станках с учетом расстояний между осями этих отверстий?

в) позволяет ли форма отверстий растачивать их на проход с одной или двух сторон?

г) есть ли свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям?

д) нужна ли подрезка торцов ступиц с внутренних сторон отливки и можно ли ее устранить?

е) есть ли глухие отверстия и можно ли заменить их сквозными?

ж) имеются ли обрабатываемые плоскости, расположенные под тупыми и острыми углами, и можно ли заменить их плоскостями, расположенными параллельно или перпендикулярно друг к другу?

з) имеются ли отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода, и, возможно ли изменение этих элементов?

и) достаточна ли жесткость детали, не ограничит ли она режимы резания?

к) имеются ли в конструкции детали достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности, если нет, то каким образом следует выбрать вспомогательные базы?

л) нет ли в конструкции внутренней резьбы большого диаметра и возможно ли заменить ее другими конструктивными элементами?

м) насколько прост способ получения заготовки (отливки), правильно ли выбраны элементы конструкции, обуславливающие получение заготовки?

Для валов указывают:

а) можно ли обрабатывать поверхности проходными резцами?

б) убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала?

в) можно ли уменьшить диаметры больших фланцев или буртов или исключить их вообще, и как это повлияет на коэффициент использования металла?

г) можно ли заменить закрытые шпоночные канавки открытыми, которые обрабатываются гораздо производительнее дисковыми фрезами?

д) имеют ли поперечные канавки форму и размеры, пригодные для обработки на гидрокопировальных станках?

е) допускает ли «жесткость вала» получение высокой точности обработки (жесткость вала считается недостаточной, если для получения точности 6 ... 9 – гоквалитетов соотношение его длины L_k диаметру d свыше 10 ... 12 для валов, изготавливаемых по более низким квалитетам, это отношение может быть равно 15; при многорезцовой обработке это отношение следует уменьшить до 10).

Следует помнить, что технология обработки гладких валов в значительной мере отличается от технологии изготовления ступенчатых валов простотой и экономичностью, поэтому необходимо проанализировать возможность замены ступенчатого вала гладким.

Зубчатые колеса – массовые детали машиностроения, поэтому вопросы технологичности приобретают для них особенно важное значение. При анализе технологичности конструкции зубчатых колес следует определить возможность высокопроизводительных методов формообразования зубчатого венца с применением пластического деформирования в горячем и холодном состоянии. Конструкция зубчатого колеса должна характеризоваться следующими признаками:

а) простой формой центрального отверстия, так как сложные отверстия значительно усложняют обработку, вызывая необходимость применения revolverных станков и полуавтоматов;

б) простой конфигурацией наружного контура зубчатого колеса (так как наиболее технологичными являются зубчатые колеса плоской формы без выступающих ступиц);

в) расположенными с одной стороны ступицами, так как в противном случае обработка по одной детали на зубофрезерных станках вызывает увеличение количества этих станков на 25 ... 30 %;

г) симметричным расположением перемычки между ступицей и венцом для зубчатых колес, подлежащих термической обработке как по отношению к венцу, так и по отношению к ступице. Нарушение этого условия приводит к значительным односторонним искажениям при термической обработке;

д) правильной формой и размерами канавок для выхода инструментов;

е) возможностью многорезцовой обработки в зависимости от соотношения диаметров венцов и расстояний между ними.

Подобным образом проводится анализ технологичности и для других деталей, имеющих аналогичные элементы конструкции.

Оценка технологичности конструкции бывает двух видов: качественная и количественная.

Качественная оценка технологичности является предварительной, обобщенной и характеризуется показаниями: «лучше – хуже», «технологично – нетехнологично» и т. д.

Технологичной при качественной оценке следует считать такую геометрическую конфигурацию детали и отдельных ее элементов, при которой учтены возможности минимального расхода материала и использование наиболее производительных и экономичных для определенного типа производства методов изготовления.

Количественная оценка технологичности выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения

требований к технологичности. Согласно ГОСТ 14.202–73 номенклатура показателей технологичности изделия содержит четыре основных и 31 дополнительный показатель.

К основным показателям относятся:

- коэффициент унификации конструктивных элементов $K_{уз}$;
- коэффициент точности K_T ;
- коэффициент шероховатости $K_{ш}$;
- коэффициент использования материалов $K_{им}$.

Пример

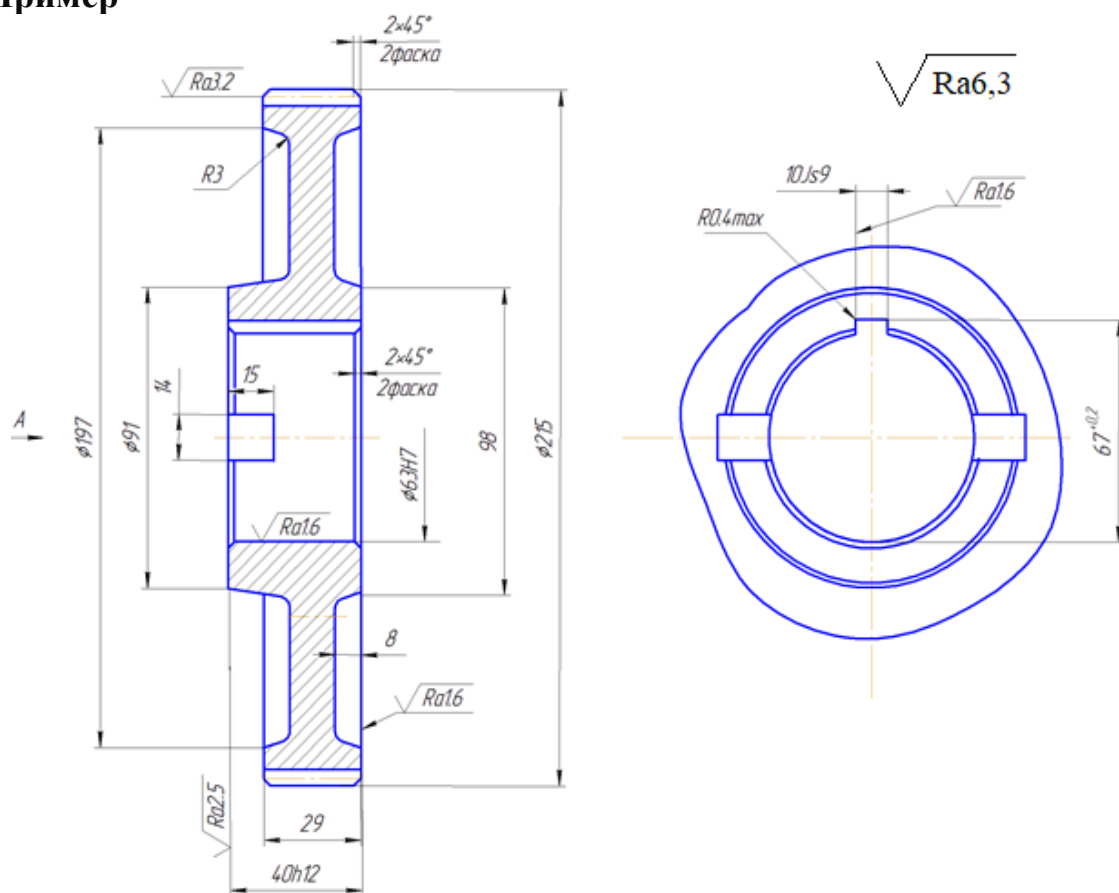


Рисунок 1 - Зубчатое колесо

Анализ технологичности конструкции детали

Качественная оценка.

Конструкцию детали “Колесо зубчатое” можно считать технологичной, так как у неё можно отметить следующие признаки технологичности конструкции:

1. Возможность применять высокопроизводительные методы обработки.

2.Возможность использования прогрессивного метода получения заготовки – штамповка, которая по форме и размерам близка к готовой детали. Это позволяет повысить КИМ, снизить трудоёмкость и себестоимость механической обработки.

3.Доступность всех обрабатываемых поверхностей для механической обработки

4.Достаточная жёсткость детали и простота конструктивных форм позволяет вести обработку с высокими режимами резания.

5.Наличие у детали удобных базирующих поверхностей.

Количественная оценка.

Таблица 1 - Количественная оценка

Наименование поверхности.	Количество поверхностей	Кол-во унифицированных поверхностей.	Квалитет точности	Параметр шероховатости Ra,мм
Ø 215	1	1	14	6.3
Ø 63	1	1	7	1.6
Ø197	1	-	14	6.3
Ø 91	1	-	14	6.3
р-р 29	1	-	14	1.6
р-р 40	1	-	12	2.5
Паз	1	2	14	6.3
Шпоночный паз	1	1	9	1.6
	$\sum 8$	$\sum 5$		

1.Коэффициент унификации конструкционных элементов.

$$K_y = \frac{Q_y}{Q} = \frac{5}{8} = 0.63 \text{ так как } K_y \geq 0.6$$

деталь по этому показателю технологична.

2.Коэффициент точности обработки.

$$K_{т.о} = 1 - \frac{1}{A_{cp}};$$

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 5}{8} = 12,25$$

$$K_{т.о} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,25} = 0.92$$

Так как $K_{т.о} > 0,83$, то деталь по этому показателю технологична.

3. Коэффициент шероховатости.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}};$$

$$B_{cp} = \frac{1,6 \cdot 2 + 2,5 \cdot 1 + 6,3 \cdot 5}{8} = 4,65$$

$$K_{ш} = \frac{1}{4,65} = 0,22 < 0,32$$

Деталь по этому показателю технологична.

4. Коэффициент использования материала

$$КИМ = \frac{M_{дет}}{M_{заг}},$$

$$КИМ = \frac{3,37}{3,97} = 0,85.$$

Например, для исходной заготовки штамповка в открытом штампе КИМ составляет 0,85.

В нашем случае неплохой показатель.

Вывод: Деталь по всем показателям технологична.

Задание: выполнить качественную и количественную оценку конструкции детали на технологичность, внести рекомендации по повышению технологичности детали

Ход работы

1. Выполнить чертеж детали (рисунок 1Б приложения);
2. Рассчитать коэффициенты: точности, шероховатости, унификации и КИМ;
3. Дать качественную оценку технологичности конструкции детали;
4. Сделать общий вывод о конструкции детали;
5. Выработать рекомендации по повышению технологичности детали;
6. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

Название практической работы: Расчет и оформление чертежа заготовки.

Цель работы: Формирование умений расчета и оформления чертежа заготовки.

умения:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять виды и способы получения заготовок;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;
- рассчитывать коэффициент использования материала;

знания (актуализация):

- физико-механические свойства конструкционных и инструментальных материалов;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- условия выбора заготовок и способы их получения;
- способы и погрешности базирования заготовок.

Задание: рассчитать и оформить чертеж заготовки

Ход работы

1. Выбрать способ получения заготовки и определить по справочным материалам класс точности (рисунок 2Б приложения);
2. Определить величину припуска на сторону для всех поверхностей детали;
3. Рассчитать размеры с учетом припуска;
4. Выполнить чертеж детали в тонких линиях и нанести на него контур размеров с рассчитанными припусками;
5. Выбрать линию разъема формы;
6. Оформить чертеж заготовки;

7. Вычислить массу заготовки;
8. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

Название практической работы: Расчёт припусков и межоперационных размеров на механическую операцию.

Цель работы: Формирование умений рассчитывать припуски и межоперационные размеры на механическую операцию.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Припуск — слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода.

Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и для компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе.

Минимальный припуск:

а) при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right];$$

б) при обработке поверхностей вращения в центрах

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1});$$

в) при последовательной обработке противоположащих поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i;$$

г) при параллельной обработке противоположащих поверхностей(двусторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i \right];$$

где Rz_{i-1} — высота неровностей профиля по десяти точкам на предшествующем переходе;

h_{i-1} — глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарное отклонение расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности) на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Отклонение расположения Δ_{Σ} необходимо учитывать у заготовок (под первый технологический переход), после черновой и получистовой обработки лезвийным инструментом (под последующий технологический переход) и после термической обработки.

В связи с закономерным уменьшением величины Δ_{Σ} при обработке поверхности за несколько переходов на стадиях чистовой и отделочной обработки ею пренебрегают.

На основе расчета промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам.

Промежуточные расчетные размеры устанавливают в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки этой поверхности, т.е. от размера готовой детали к размеру заготовки, путем последовательного прибавления (для наружных поверхностей) к исходному размеру готовой детали промежуточных припусков или путем последовательного вычитания (для внутренних поверхностей) от исходного размера готовой детали промежуточных припусков. Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам определяют, округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры вычисляют путем прибавления (вычитания) допуска к округленному наименьшему (наибольшему) предельному размеру.

Предельные значения припусков Z_{\max} определяют как разность наибольших (наименьших) предельных размеров и Z_{\min} как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого (выполняемого и предшествующего) переходов.

Общие припуски $Z_{\text{о max}}$ и $Z_{\text{о min}}$ находят как сумму промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{\text{о max}} = \sum Z_{i \text{ max}},$$

$$Z_{\text{о min}} = \sum Z_{i \text{ min}}.$$

Правильность расчетов определяют по уравнениям:

$$Z_{i \text{ max}} - Z_{i \text{ min}} = T_{i-1} - T_i;$$

$$2Z_{i \text{ max}} - 2Z_{i \text{ min}} = T_{D_{i-1}} - T_{D_i};$$

$$Z_{\text{о max}} - Z_{\text{о min}} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}};$$

$$2Z_{\text{о max}} - 2Z_{\text{о min}} = T_{D_{\text{заг}}} - T_{D_{\text{дет}}},$$

где $T_{i-1}, T_{D_{i-1}}$ – допуски размеров на предшествующем переходе;

T_i, T_{D_i} – допуски размеров на выполняемом переходе;

$T_{\text{заг}}, T_{D_{\text{заг}}}$ – допуски на заготовку;

$T_{\text{дет}}, T_{D_{\text{дет}}}$ – допуски на деталь.

Пример

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим операциям обработки поверхности

Технологические операции и переходы обработки элементарных поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{\min} , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск T_A , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	$T(h)$	ρ	ϵ				min	max	Z_{\min}	Z_{\max}
Токарная обработка на многшпиндельном полуавтомате. Наружный диаметр $\varnothing 270_{-0,21}$											
Заготовка	600		70,0			271,568	2000	271,6	273,6		
Точение:											
– черновое	50	–	4,2	50	2,686	270,196	1300	270,2	271,2	1,4	2,1
– получистовое	50	–	3,5	50	2,102	269,992	520	269,99	270,51	0,21	0,99
– чистовое	25	–	2,8	50	2,101	269,79	210	269,79	270,0	0,2	0,51
									Итого	1,81	3,60
Торец «Б» (размер $125_{-0,063}$ овз)											
Заготовка	600		270			126,087	1600	126,1	127,7		
Точение:											
– черновое	50	–	16,2	50	920	125,167	630	125,17	125,8	0,93	1,9
– получистовое	50	–	14,0	50	116	125,051	250	125,05	125,3	0,12	0,5
– чистовое	25	–	10,8	50	114	124,937	63	124,937	125	0,113	0,3
									Итого	1,163	2,7
Наружный диаметр $\varnothing 230_{-0,46}$											
Заготовка	600		55			232,35	1600	232,35	233,95		
Точение:											
– черновое	50	–	3,0	660	2,1265	229,82	720	229,82	230,54	2,53	3,41
– получистовое	50	–	2,75	90	2,140	229,54	460	229,54	230,0	0,28	0,54
									Итого	2,81	3,95
Отверстие $\varnothing 160_{+0,16}$											
Заготовка	600		820			156,58	1600	155,0	156,6		
Растачивание:											
– черновое	50	–	41,0	660	2,1640	159,86	530	159,33	159,86	3,26	4,33
– чистовое	20	–	2,0	90	2,150	160,16	160	160,16	160,16	0,3	0,67
									Итого	3,56	5,00

Задание: рассчитать припуски и межоперационные размеры на механическую операцию.

Ход работы

1. Получить задание у преподавателя (поверхности);

2. Составить таблицу маршрута обработки (см. пример);
3. Определить значения составляющих припуска, значения допусков по всем операциям (переходам) и рассчитать межоперационные значения припусков;
4. Определить величину расчетных и предельных размеров по операциям технологического процесса;
5. Рассчитать предельные значения припуска по всем операциям, а также его суммарное значение;
6. Произвести проверку правильности выполненных расчетов;
7. Построить схему графического расположения припусков и допусков;
8. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

Название практической работы: Составление схемы базирования и установки заготовок.

Цель работы: Формирование умений составлять схемы базирования и установку заготовок.

умения:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку;

приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;

Теоретический материал:

Основные положения теории базирования заготовок и изделий в машиностроении, классификация баз, термины и определения приведены в ГОСТ 21495-84.

При установке заготовки непосредственно на станках или в приспособлении для обработки методом автоматического получения размеров достигаемая точность зависит от положения измерительной базы заготовки относительно режущего инструмента.

Колебания положения измерительной базы при обработке партии заготовок будут наименьшими в случае, если соблюдается принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологической базы будет использоваться конструктивный элемент заготовки (измерительная база), от которого координируется обработанная поверхность.

Размер детали на выполняемом переходе механической обработки может быть получен непосредственно (прямым путем) как размер между обработанной поверхностью и технологической базой и как результат выполнения ряда технологических размеров, т.е. как замыкающий размер

технологической размерной цепи. Если при базировании заготовки на выполняемой операции соблюдается принцип совмещения баз, то требования чертежа обеспечиваются непосредственно. Если принцип совмещения баз не соблюдается, то возникает погрешность выполняемого размера от несовмещения баз, которая численно определяется как предельное поле рассеивания размера между измерительной и технологической базами заготовки в направлении выполняемого размера,

Следовательно, для повышения точности и снижения трудоемкости обработки необходимо стремиться к соблюдению принципа совмещения баз.

Задание: составить схему базирования и установки заготовок.

Ход работы

1. Разработать теоретическую схему базирования детали и реализовать ее с помощью установочных элементов приспособления, наметить положение и тип опор(рисунок 3Б приложения);

2. Приложить к детали все действующие на нее силы и моменты в самый неблагоприятный момент времени и отметить их направление стрелками;

3. Определить предполагаемые перемещения заготовки под действием всех приложенных к ней сил и составить уравнения статики на эти перемещения;

4. Определить искомые величины сил закрепления. При этом в уравнениях статики силы и моменты резания умножаются на коэффициент надежности закрепления (коэффициент запаса);

5. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

Название практической работы: Выбор последовательности обработки поверхности.

Цель работы: Формирование умений осуществить выбор и определять последовательность способов обработки детали.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции.

Теоретический материал:

Выбор метода обработки зависит от вида заготовки, наличия и удобства технологических баз, конфигурации детали, ее габаритных размеров, точности и качества обрабатываемых поверхностей.

Первоначально определяют метод окончательной обработки, обеспечивающей соблюдение требований чертежа по каждой поверхности и затем определяют промежуточные методы обработки. Решение задачи выбора метода и конкретного вида обработки облегчается при использовании справочных таблиц экономической точности обработки, приведенной в приложении А или частично использовании межгосударственного стандарта: шероховатость поверхности ГОСТ 2789-73 и экономическая точность ГОСТ 16093-81

После выбора метода обработки каждой поверхности составляют маршрут обработки деталей. Составление маршрута – сложная задача с большим числом возможных вариантов решения. Его цель – дать общий план обработки детали, наметить содержание операций технологического процесса.

В целом при механической обработке детали придерживаются следующей последовательности:

1. Обработка детали должна начинаться с обработки тех поверхностей, которые принимаются за технологические базы для последующих операций. Характерным примером является предварительная обработка центровых гнезд при точении валов; последующая обработка валов ведется с использованием центровых гнезд в качестве технологической базы.

2. После обработки базовых поверхностей следует обрабатывать те поверхности, где должен сниматься наибольший припуск, так как при обработке этих поверхностей возникают наибольшие усилия резания, а следовательно, и наибольшие усилия зажатия детали, что зачастую приводит к деформации окончательно обработанных поверхностей.

3. В первую очередь желательно также обрабатывать те поверхности деталей, где возможно наличие дефектов в заготовках (раковин, включений и др.).

4. Последовательность проведения остальных видов обработки следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом точности и шероховатости обрабатываемой поверхности. При этом сначала производятся черновые токарные, фрезерные и протяжные работы, а затем сверление, зенкерование, развертывание и чистовая обработка. Последним идет финишная обработка, обеспечивающая высокую точность и малую шероховатость поверхности, данная операция производится после термической обработки деталей, если надо ей воспользоваться (тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, доводка, притирка и т.д.).

То есть, чем точнее должна быть обработана поверхность (кроме, базовой), тем позже ее обрабатывают. Заканчивают обработку той поверхности, которая имеет наибольшую точность

Последовательность механической обработки должна быть увязана с термическими видами обработки. Закалку с низким отпуском обычно проводят перед шлифованием, а закалку с высоким отпуском (улучшение) с целью

улучшения механических свойств металла - между черновой и чистовой обработкой точением, фрезерованием, строганием.

Перед механической обработкой заготовки (штамповки, поковки, отливки) часто подвергаются отжигу и нормализации.

Для повышения точности изготовления детали технологический маршрут предусматривает черновой, чистовой и отделочный виды обработки.

При черновой обработке, снимают основную величину припуска, а после термической обработки, для устранения возможных короблений, предусматривают правку заготовки, исправляют или обрабатывают

технологические базы и только после этого производят окончательную обработку.

Наметив методы и последовательность обработки поверхностей детали (переходы), приступают к разработке маршрутной технологии, т.е. группируют переходы в операции. При этом каждый переход формулируют с учетом принятой классификации.

На основе разделения процесса обработки детали на операции описывается технологический маршрут её обработки. В технологическом маршруте указывается содержание операций, установив, переходов, их последовательность.

Выбор технологических баз

Точность размеров и взаимное положение обрабатываемых поверхностей заготовки зависит от погрешности ее установки на станке. При установке заготовки базой должна служить та поверхность, относительно которой на рабочем чертеже детали скоординирована обрабатываемая поверхность. Точность, форма и размеры базы должны обеспечить хорошую устойчивость и жесткость заготовки на установочных элементах приспособления, что достигается соответствующими размерами и качеством поверхностей.

Основные положения теории базирования и терминологии изложены в ГОСТ 21495-76. При выборе баз учитывают, что положение геометрических и кинематических связей на тело (в системе координат x , y , z) позволяет лишить его шести степеней свободы (трех перемещений вдоль осей и трех поворотов вокруг осей – правило «шести точек») и обеспечить надежное крепление при обработке. В зависимости от числа и направления размеров, выдерживаемых при данной операции, схема базирования может состоять из одной, двух или трех базирующих поверхностей. При этом деталь соответственно лишается трех, четырех, пяти или шести степеней свободы

Выбор технологических баз – это важный этап разработки любого технологического процесса. При выборе технологических баз для обработки заготовки следует использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологической базы использовать поверхность, являющуюся измерительной и конструкторской базой.

На всех основных технологических операциях желательно использовать в качестве технологических баз одни и те же поверхности заготовки.

Когда постоянство технологической базы не может быть обеспечено, в качестве новой технологической базы выбирают обязательно обработанную и желательно более точную поверхность.

При вынужденной смене баз следует переходить от менее точной базы к более точной (принцип последовательности баз). Они не должны деформироваться под действием сил зажима и резания.

На первой операции целесообразно принимать в качестве баз поверхность с наименьшим припуском на обработку. Первичную базу, из-за ее малой точности, используют только один раз.

В качестве технологических баз при точении, шлифовании тел вращения принимают: наружную или внутреннюю цилиндрическую поверхность и торец, два центровых отверстия, наружную или внутреннюю цилиндрическую поверхность и центровое отверстие. Размеры центровых отверстий, без предохранительного конуса, выбираются в таблице А.6.

При фрезеровании и сверлении с применением зажимных приспособлений в качестве базирующих поверхностей принимают две взаимно перпендикулярные плоскости и опорную точку в третьей взаимно перпендикулярной плоскости; плоскость и два коротких отверстия под шпильки, три или четыре центровых гнезда, цилиндрические поверхности под призмы для зажима валов.

Правильно выбранные базы (черновые и чистовые) должны обеспечить простоту и дешевизну приспособлений, удобство установки детали.

Для наглядного представления схем базирования предусмотрены графические обозначения опор зажимных и установочных устройств, которые приведены в таблице А.7, а также там раскрыты возможные варианты установки заготовок.

Задание: определить способы обработки детали.

Ход работы

1. Проанализировать деталь, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности (рисунок 4Б приложения);
2. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности;
3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности;
4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки;
5. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

Название практической работы: Выбор оборудования, инструментов и технологической оснастки при изготовлении детали.

Цель работы: Формирование умений выбирать оборудование, инструмент и технологическую оснастку при изготовлении детали.

умения:

- читать чертежи;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;
- анализировать и выбирать схемы базирования;

- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;

- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

- рассчитывать режимы резания по нормативам;

знания (актуализация)

- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;

- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;

- виды деталей и их поверхности;

- классификацию баз;

- виды заготовок и схемы их базирования;

- условия выбора заготовок и способы их получения;

- способы и погрешности базирования заготовок;

- правила выбора технологических баз;

- виды обработки резания;

- виды режущих инструментов;

- назначение станочных приспособлений;

Теоретический материал:

Выбор станков производится исходя из следующих соображений:

- выбранный станок должен обеспечивать выполнение технических требований, предъявляемых к изготовлению детали;

- размеры рабочей зоны станка должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;

- производительность станка должна соответствовать заданной программе выпуска деталей;

- мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести обработку на оптимальных режимах резания с наименьшей затратой времени и наименьшей себестоимостью.

При выборе оборудования предпочтение следует отдавать тем моделям станков,

которые оснащены контрольно-измерительными головками для измерения деталей и настройки инструментов непосредственно на станке и адаптивными системами управления.

Выбор приспособлений производится в зависимости от вида обработки, типа станка и типа производства.

Для крупносерийного и массового производства характерно применение высокопроизводительных специальных приспособлений, снабженных быстродействующим зажимным устройством.

В серийном и единичном производстве применяются, в основном, универсальные и универсально-наладочные приспособления.

Выбранные приспособления должны обеспечивать:

- правильную установку детали,
- повышение производительности труда,
- надежность и безопасность работы,
- расширение технологических возможностей станка,
- автоматическое получение заданной точности,
- экономичность обработки.

В условиях мелкосерийного и серийного производства следует применять стандартные универсальные приспособления: патроны, машинные тиски, поворотные столы, кондукторные приспособления, предусматривая для них дополнительные наладки для заданного изделия .

Выбор режущего инструмента зависит от вида станка, метода обработки, материала обрабатываемой детали, требуемой точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

В крупносерийном и массовом производстве широко используются специальные инструменты. Особое значение имеет применение комбинированного инструмента, дающего возможность обрабатывать несколько поверхностей за один проход, модульного инструмента,

позволяющего осуществлять автоматическую смену, увеличить технологическую жесткость.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности, размеров поверхности, точности механической обработки, типа производства.

В единичном, мелкосерийном производстве применяются универсальные измерительные инструменты: штангенциркули, микрометры и другие.

Задание: выбрать станок сверлильной группы и инструмент для обработки отверстий в корпусной детали.

Ход работы

1. Выполнить чертеж детали (рисунок 5Б приложения);
2. Разработать маршрут обработки детали;
3. Подобрать технологическое оборудование;
4. Подобрать режущий инструмент;
5. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

Название практической работы: Выполнение расчётов режимов резания.

Цель работы: Формирование умений выполнять расчеты режимов резания.

умения:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;

- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- рассчитывать штучное время;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация)

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Точение является наиболее распространенным методом обработки наружных, внутренних и торцовых поверхностей тел вращения (цилиндрических, конических, сферических и фасонных поверхностей).

Точение выполняется на токарных станках токарными резцами различных типов. Заготовку крепят в шпинделе станка, и она вращается, а резец, закрепленный в резцедержателе, совершает продольное или поперечное поступательное движение.

Применяется для удаления наружных, внутренних и торцовых поверхностных слоев заготовок (цилиндрических, конических и фасонных). Рассматривают следующие виды точения:

1) черновое точение («обдирка») - удаление дефектных слоев заготовки, разрезка, отрезка и подрезка торцов заготовки. Срезается поверхностная

«корка» и основная (70%) часть припуска на обработку, позволяет получать шероховатость 50...12,5 Ra;

2) получистовое точение - снятие 20...25% припуска и позволяет получать шероховатость 6,3...3,2 Ra и точность 10...11-го квалитетов. Заготовка получает форму, близкую к детали.

3) чистовое точение - обеспечивает получение шероховатости 3,2...1,6 Ra и точность 7-9-го квалитетов. Деталь получает окончательную форму и размеры;

4) тонкое точение - позволяет при срезании очень тонких стружек получать на поверхностях детали шероховатость 0,40..0,20 Ra и точность 5-7-го квалитетов.

Определение режимов резания состоит в выборе по заданным условиям обработки на выгоднейшего сочетания глубины резания, подачи и скорости резания, обеспечивающих наименьшую трудоемкость и себестоимость выполнения операции.

Режимы резания устанавливаются в следующем **порядке**:

1. Определение глубины резания t мм и числа проходов i . При черновом точении весь припуск целесообразно снимать за один проход (в ряде случаев, когда имеется лимит мощности станка, бывает выгодно снимать припуск за несколько проходов). Целесообразность этого должна определяться сравнительным расчетом продолжительности оперативного времени. Деление припусков на несколько проходов производится также при получистовом и чистовом точении, а также при обработке резцами с дополнительной режущей кромкой ($j_1=0$).

2. Выбор подачи S мм/об. Подача выбирается в зависимости от площади сечения державки резца, диаметра обработки и глубины резания. Выбранная подача проверяется на допустимость по мощности электродвигателя, прочности державки резца, прочности пластин из твердого сплава и от заданной чистоты поверхности.

3. Определение нормативной скорости резания V м/мин. И соответствующей ей частоты вращения n , мин⁻¹. По значению скорости выбирается потребная частота вращения шпинделя, которая корректируется по паспорту станка.

4. Определяются усилия и мощности резания по выбранным значениям t , S и V .

5. Проверка возможности осуществления выбранного режима резания на заданном станке по его эксплуатационным данным. Если найденный режим не может быть осуществлен на заданном станке, а выбранная подача удовлетворяет, необходимо уменьшить скорость резания. Уменьшение скорости V осуществляется вводом поправочного коэффициента изменения скорости K_v в зависимости от отношения мощности на шпинделе, допустимой станком, к мощности по нормативам.

6. Корректировка выбранного режима по станку в соответствии с его паспортными данными.

Задание: выполнить расчёты режимов резания.

Ход работы

1. Выполнить эскиз детали, обозначить обрабатываемые поверхности, применяемые зажимы и приспособления (рисунок 6Б приложения);
2. Рассчитать для каждого перехода глубину резания;
3. Выбрать по таблицам нормативов режимы резания подачу S_n , подобрать поправочные коэффициенты k_s , рассчитать фактическую подачу;
4. По скорректированной подаче S_n подобрать скорость резания V_n , поправочные коэффициенты k_v и рассчитать фактическую скорость резания;
5. Рассчитать число оборотов шпинделя;
6. Скорректировать скорость резания по паспортным данным;
7. По скорректированным значениям подачи S_n и скорости резания V_n выбрать мощность резания $N_{рез}$;
8. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

Название практической работы: Разработка последовательности обработки детали.

Цель работы: Формирование умений разрабатывать последовательность обработки детали.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Разработка последовательности обработки поверхностей детали. Последовательность обработки поверхностей детали может быть различной, но

необходимо учитывать общие рекомендации: – начинать с черновой обработки поверхностей, имеющих наибольшие припуски. При этом в самую первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны литейные раковины, трещины и другие дефекты, с целью скорейшего отсеивания возможного брака или устранения обнаруженных дефектов заваркой, наплавлением металла и т.д.; – дальнейшая последовательность строится по принципу обработки сначала более грубых, а затем более точных поверхностей;

– в конце маршрута обрабатываются наиболее легко повреждаемые поверхности – наружные резьбы, шлифовальные и доведенные поверхности.

Установление последовательности обработки поверхностей всегда тесно связано с правильным выбором технологических баз. Желательно соблюдать два принципа, используемые при базировании деталей.

1. Принцип смещения (единства) баз, который заключается в том, что в качестве технологических баз следует принимать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными базами детали.

2. Принцип постоянства баз, заключающийся в том, что в качестве технологических баз при разработке технологического процесса необходимо стремиться использовать одни и те же элементы детали на различных операциях обработки.

Наметив последовательность обработки поверхностей детали, переходят к выбору способов обработки, определению количества переходов, необходимых для того, чтобы из заготовки получить готовую деталь.

Задание: разработать последовательность обработки детали.

Ход работы

1. Проанализировать деталь, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности (рисунок 4Б приложения);

2. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам

поверхности;

3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности;

4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки;

5. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

Название практической работы: Оформление маршрутной карты технологического процесса обработки детали

Цель работы: Формирование умений оформлять маршрутную карту технологического процесса обработки детали.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;

- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Маршрутная карта является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов при операционном описании технологического процесса изготовления или ремонта изделий.

Формы и правила оформления маршрутных карт регламентирует ГОСТ 3.1118-82.

При операционном описании технологического процесса маршрутная карта (МК) выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операций, технологическое оборудование и трудозатраты.

В МК в технологической последовательности, начиная с заготовительной, указывают все операции (включая контроль и перемещение). Нумерацию операций следует проводить согласно разделу 2.2.

Наименование операций и их коды должны соответствовать "Классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения 1.85.151". Наименование операций обработки резанием отражает вид оборудования и записывается именем прилагательным в именительном падеже (например, "токарная", "фрезерная" и т.д.).

Задание: оформить маршрутную карту технологического процесса обработки детали.

Ход работы

1. По чертежу детали составить маршрутную технологическую карту без описания применяемого оборудования и оснастки (рисунок 7Б приложения);
2. Расписать одну операцию подробно по переходам с использованием оборудования, применяемого приспособления, режущего инструмента;
3. Оформить маршрутную карту;

4. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 10

Название практической работы: Оформление операционной карты и карты эскизов технологического процесса обработки детали

Цель работы: Формирование умений оформлять операционную карту технологического процесса обработки детали.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Операционная технологическая карта предназначена для описания

технологической операции с указанием последовательности выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах резания и трудовых затратах. Применяется при разработке единичных технологических процессов.

Графы операционной карты механической обработки (ГОСТ 3.1404-86 форма 3 и 2а) заполняются в соответствии с ГОСТом

Задание: оформить операционную карту технологического процесса обработки детали.

Ход работы

1. По чертежу детали составить операционную технологическую карту (рисунок 7Б приложения);
2. Расписать операции подробно по переходам с использованием оборудования, применяемого приспособления, режущего инструмента;
3. Оформить операционную карту;
4. Оформить карту эскизов;
5. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 11

Название практической работы: Оформление карты эскизов технологического процесса обработки детали

Цель работы: Формирование умений оформлять карту эскизов технологического процесса обработки детали.

умения:

- рассчитывать технологические параметры процесса производства;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции;

Теоретический материал:

Маршрутные эскизы оформляют для всех операций разработанного ТП. На каждую операцию оформляют отдельный эскиз.

При оформлении технологических эскизов на отдельных листах формата А4 в пояснительной записке допускается не помещать эскизы на операции, в которых не происходит изменение размеров и шероховатости поверхностей заготовки. Например, можно не помещать ТЭ на моечные, упаковочные операции, операции термической обработки, маркировки и т.п. Также допускается не оформлять ТЭ на операции слесарной обработки, связанные с удалением заусенцев, очисткой и т.п. При оформлении ТЭ в демонстрационной части проекта на листах формата А1 для таких операций указывают только номер, название и тип используемого технологического оборудования.

Маршрутный ТЭ содержит текстовую и графическую части (рисунок 2).

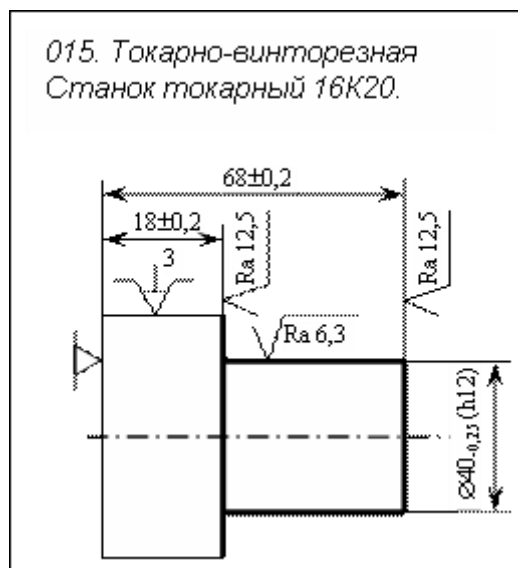


Рисунок 2 - Маршрутный технологический эскиз

В текстовой части указывают номер и наименование операции, а также используемые средства технологического оснащения.

Номер и наименование операции указывают по разработанному ТП. Например, «020. Вертикально-фрезерная».

Для технологического оборудования указывают наименование и модель, например «Станок вертикально-фрезерный. 6Т13». Для импортного оборудования в скобках указывают фирму и страну-изготовитель. Например, «Станок токарно-винторезный станок SPF-1000PH (фирма PROMA, Чехия)». При использовании в операции нестандартного оборудования указывают только наименование оборудования.

Содержание графической части эскиза определяется видом операции (обработка резанием, сборка, нанесение покрытий и др.).

Для операций обработки резанием в графической части эскиза приводят изображение заготовки в том виде, какой она получит после выполнения операции. При необходимости приводят виды, разрезы и сечения, которые позволяют показать все обрабатываемые поверхности. При выполнении операции в несколько установов приводят изображение для каждого установа. Над каждым изображением указывают номер установа, например, «Установ А». Графические изображения к позициям операции следует выполнять только в

том случае, если это необходимо для показа всех поверхностей, обрабатываемых в данной операции. Допускается упрощенное изображение заготовки без прорисовывания конструктивных элементов, не относящихся к выполняемой операции. Заготовка может быть отображена в произвольном масштабе с соблюдением пропорций ее конструктивных элементов. Допускается использовать разрывы (рисунок 3).



Рисунок 3 - Изображение заготовки на ТЭ

Заготовка на ТЭ должна быть представлена в рабочем положении, то есть в положении, которое она имеет, если смотреть на нее со стороны рабочего места у станка. В исключительных случаях допускается показывать заготовку в другом положении. При этом над изображением должна быть приведена поясняющая надпись, например, «Повернуто на 90°».

С использованием условных изображений опор, зажимов и установочных устройств показывают базирование и закрепление заготовки (см. рисунок 2, рисунок 3).

Обрабатываемые поверхности заготовки выделяют линией толщиной $2s$, кроме того, при оформлении ТЭ в демонстрационной части проекта на листах формата A1 рекомендуется использовать линии красного цвета. Необрабатываемые поверхности заготовки отображают линиями толщиной $0,5s$.

Для всех обрабатываемых поверхностей проставляют линейные и угловые размеры, обеспечиваемые на данной операции, и их предельные отклонения, обеспечиваемые на данной операции. Для предельных отклонений указывают численное значение. Допускается после указания численного значения в скобках указать квалитет точности. Например, « $\text{AE } 40^{+0,062} (\text{H9})$ » Не следует указывать предельные отклонения размеров для фасок, радиусов сопряжений, канавок для выхода инструмента при шлифовании или нарезке резьбы. Допуски формы и расположения обрабатываемых поверхностей указывают, если эти требования предусмотрены конструкторской документацией. В остальных случаях допуски формы и расположения указывают при необходимости обеспечения их на данной операции.

Как справочные, допускается указывать размеры, не обеспечиваемые на данной операции, но характеризующие обрабатываемые поверхности. Например, можно указать длину цилиндрической поверхности при точении (рисунок 4) или диаметр при подрезке торца. Также как справочные можно указывать габаритные размеры заготовки.

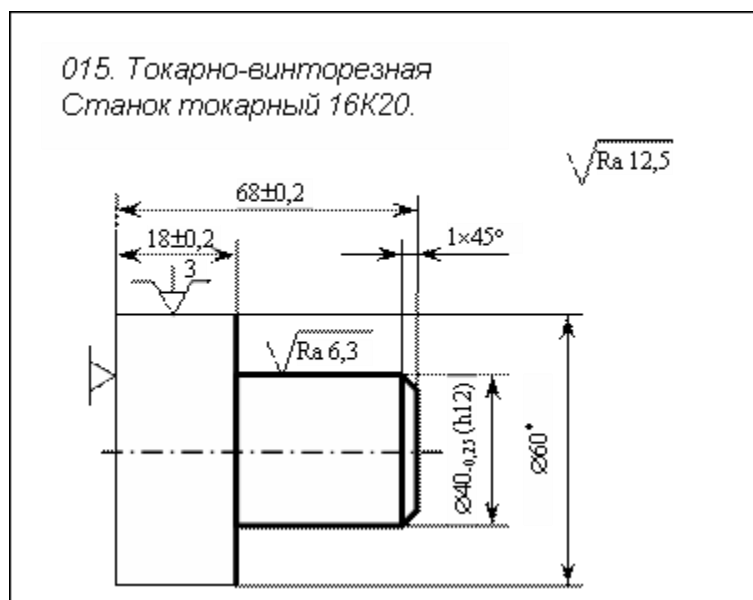


Рисунок 4 - Простановка размеров на ТЭ

Для всех обрабатываемых поверхностей указывают шероховатость, обеспечиваемую на данной операции.

Размеры, предельные отклонения, требования точности формы и расположения, шероховатость указывают в соответствии с требованиями ЕСКД.

Задание: оформить карту эскизов технологического процесса обработки детали.

Ход работы

1. По чертежу детали оформить карту эскизов(рисунок 7Б приложения);
2. На эскизе указать все необходимые размеры обрабатываемых элементов детали с отклонениями, а также необходимые справочные размерами;
3. На каждый обрабатываемый элемент заготовки установить шероховатость поверхности и указать условное обозначение шероховатости в зависимости от метода обработки и степени точности;
4. На эскизе необходимо указать условные обозначения опор, зажимов на базовых поверхностях детали;
5. Оформить карту эскизов
6. Сделать вывод по выполненной работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 12

Название практической работы: Оформление элемента технологического процесса изготовления детали в САПР ТП Вертикаль

Цель работы: Формирование умений работы в САПР ТП Вертикаль.

умения:

- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- оформлять технологическую документацию.

- использовать прикладные программы;
- работать в САПР ТП Вертикаль.

знания (актуализация):

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- правила выбора технологических баз;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений;
- элементы технологической операции.

Теоретический материал:

После расчета технологических размеров и расчета режимов резания необходимо оформить технологическую документацию. Автоматизировать этот процесс позволяет САПР ТП «Вертикаль».

Запускаем САПР ТП «Вертикаль» и в появившемся окне «Вход в систему» указываем группу пользователей - «технологи» и пароль в формате 11N, где N - номер компьютера. Затем после запуска программы в меню Создать выбираю ТП на деталь.

Открывается окно программы.

На панели слева нажимаем первую кнопку - Наименование детали.

Открывается «Универсальный технологический справочник» (УТС), в котором среди деталей ищем шестерню. Она отображается в окне слева. Выбрав ее, нажимаем кнопку Применить.

Для выбора материала на левой панели Справочники нажимаю кнопку Основной материал, выбираем Вид производства - механообработка, а для

выбора типа производства - кнопку Тип производства, и из имеющихся списков выбираю необходимые значения.

Далее добавляю операции, входящие в проектируемый техпроцесс. Для этого в дереве построения нажимаю правой клавишей на ветке Шестерня, появится добавить операцию. В результате появляется окно, в котором выбираю операцию Обработка резанием, вид операции: специальная токарная и ее код 4118.

Далее добавляем станок, на котором производится данная операция. Для этого в дереве построения нажимаем правой кнопкой мыши на названии операции Специальная токарная. Появляется добавить станок. В появившемся окне выбираем станок токарный многошпиндельный вертикальный п/а 1K282.

После создания операции и выбора станка создаю ветвь перехода, входящего в эту операцию. Для чего, как и в предыдущих случаях, нажимаю правой клавишей мыши на операции, которую разбиваем по переходам и в контекстном меню выбираем раздел Добавить>Основной переход).

В открывшемся УТС формируем текст перехода, последовательно выбирая в дереве Расточить > внутренние поверхности > ,выдерживая размеры.

Добавление в переход режущего инструмента аналогично добавлению станка в операцию и происходит через контекстное меню. Выбираю режущий инструмент и аналогичным образом добавляю измерительный инструмент.

Этим шагом завершаем формирование первого перехода операции - токарной. В той же последовательности создаем остальные переходы.

Для более наглядного представления о выполняемых на конкретной операции размерах, качестве поверхностей, базировании детали и т.п. к операции может быть подключен готовый эскиз. Технологические эскизы для проектируемых операций создаем заранее в КОМПАС-3D V9. Для подключения эскиза переходим на вкладку Эскиз и нажимаем кнопку Открыть эскиз и в открывшемся окне проводника указать путь к файлу эскиза.

В результате выполненных действий технологический эскиз отображается в правой части окна.

По умолчанию САПР ТП «Вертикаль» оформляет комплект технологической документации, состоящий из титульного листа, маршрутной карты, операционной карты и карты эскизов. Чтобы добавить управляющую программу, необходимо перейти на вкладку Комплект карт и нажать кнопку Добавить. В открывшемся УТС выбираем тип карты - ККИ верт. (ГОСТ 3.1404-86 форма 5-5а).

После этого переходим на вкладку Атрибуты и в поле Файл программы ЧПУ указываем путь к файлу с УП.

Заключительный этап - оформление документации в виде МК, ОК, КЭ на основе сформированной структуры ТП. Для этого в меню Программы выбираем пункт Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ.

Открывается окно «Мастер формирования технологической документации», в котором выбираем необходимые опции и нажимаем кнопку Старт.

В результате формируется комплект документов.

Сформированный комплект технологической документации экспортируем в MS Excel. Для этого в меню Файл выбираем Экспорт > Microsoft Excel.

Задание: оформить ТП в системе САПР ТП Вертикаль.

Ход работы

1. Произвести вход в систему Вертикаль;
2. Создать новый ТП изготовления детали "Втулка" (рис. 8Б приложения);
3. Подключить 3D-модель детали "Втулка";
4. Произвести заполнение атрибутов ТП "Втулка";
5. Импортировать параметры с чертежа детали "Втулка";
6. Сделать вывод по выполненной работе.

Критерии оценки практической работы

Критерии оценивания	Оценка
Выставляется обучающемуся за работу, выполненную самостоятельно безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений	5 (отлично)
Выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами, исправленными самостоятельно по наводящим вопросам преподавателя	4 (хорошо)
Выставляется обучающемуся за работу, выполненную с недочетами, исправленными с помощью преподавателя	3 (удовлетворительно)
Выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы)	2 (неудовлетворительно)

Список литературы

Основные печатные издания

1. Скворцов, В.Ф. Основы технология машиностроения: учебное пособие/ В.Ф. Скворцов. – 2- е изд. – Москва: ИНФРА-М, 2021, - 330 с. + Доп. материалы.– (Среднее профессиональное образование).- URL:<https://znanium.com/read?id=359844> (дата обращения 11.11.2020).- ISBN 978-5-16-108020-7 (online) – Текст: электронный.

Основные электронные издания

1. Шрубченко, И. В. Разработка технологических процессов в машиностроении : учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1816759. - ISBN 978-5-16-017159-3.

2. Куклин, Н. Г. Детали машин: учебник / Куклин Н.Г., Куклина Г.С., Житков В.К., - 9-е изд., перераб. и доп - Москва : КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 512 с.: ил. - ISBN 978-5-905554-84-1.

Дополнительные источники

1. Иванов, И.С. Технология машиностроения: учебное пособие/ И.С.Иванов. – 2- е изд. переб. и доп. –Москва: ИНФРА-М –2020, - 240 с.- (Среднее профессиональное образование).- URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=363052> (дата обращения 11.11.2020)._- ISBN 978-5-16-015604-0- Текст: электронный.

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ

по выполнению практических работ

**по ПМ.01 «Разработка технологических процессов изготовления
деталей машин»**

**МДК 01.01 «Разработка технологических процессов изготовления
деталей в металлообрабатывающих производствах, в том числе с
применением автоматизированного проектирования»**

выполнил:

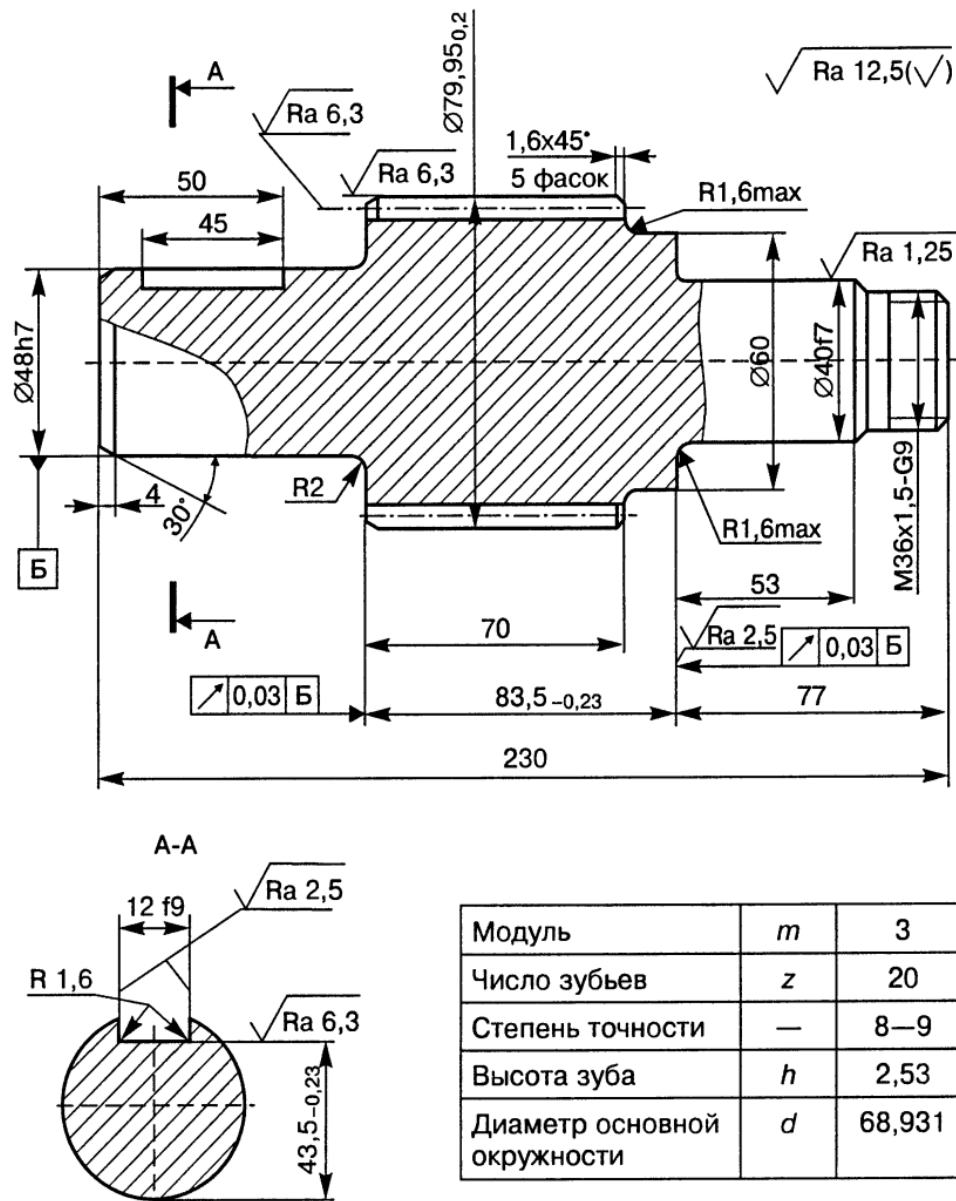
группа: **ТМ-**

проверил:

г. Челябинск 2022 г.

Приложение Б

Пример выполнения практической работы №1



1. Цементировать h 1,0...1,4 мм, кроме резьбы; HRC_s 60...64, сердцевина — HRC_s 32...46

2. Острые кромки зубьев затупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов

3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm \frac{IT14}{2}$

Вал-шестерня
Сталь 25ХГНМТ
Масса 6,3 кг

ТМ1

Рисунок 1 - Вал

Пример выполнения практической работы №2

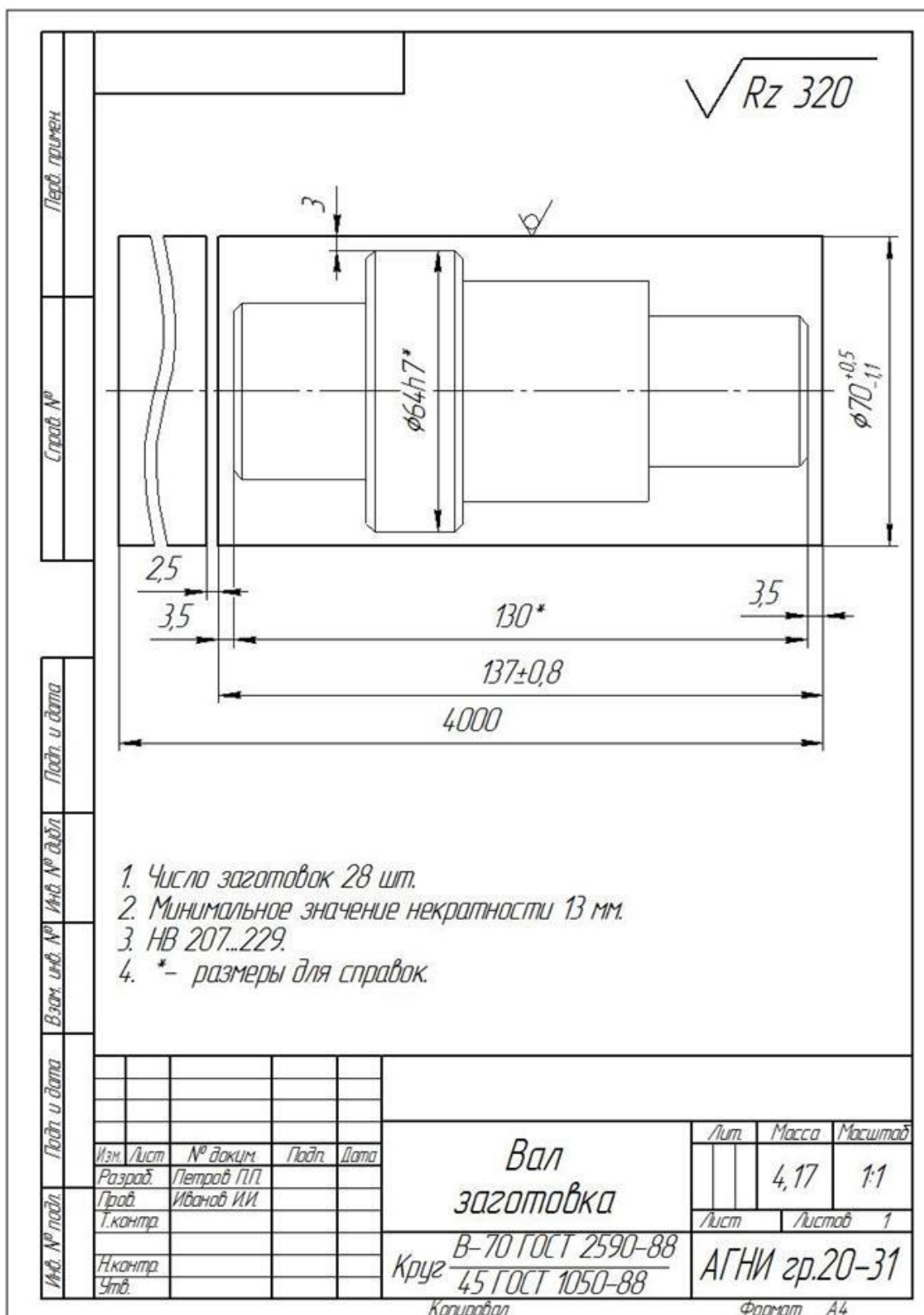


Рисунок 2Б - Вал-заготовка

Пример выполнения практической работы №4

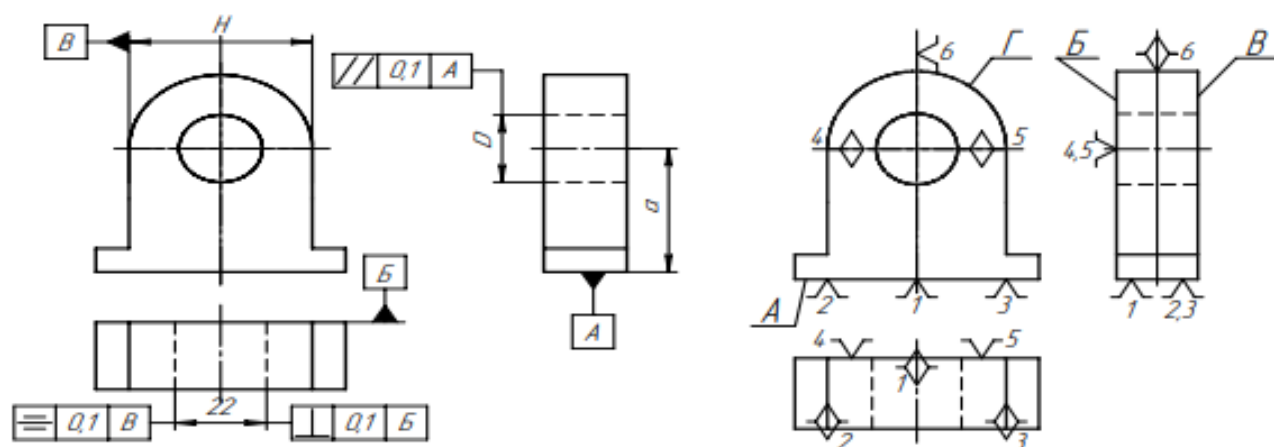


Рисунок 3 - Деталь

Пример выполнения практической работы №5,8

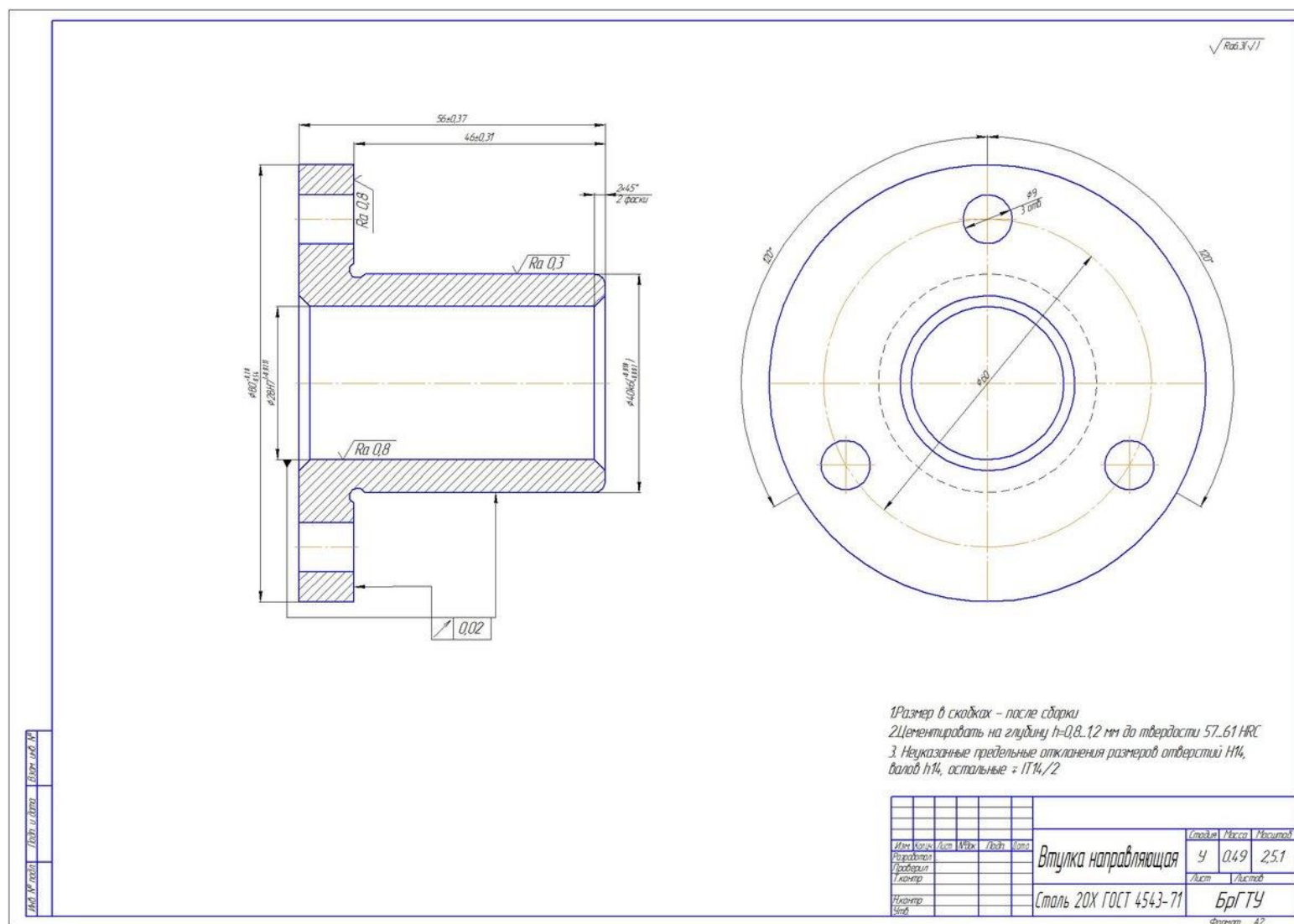


Рисунок 4 - Втулка направляющая

Пример выполнения практической работы №6

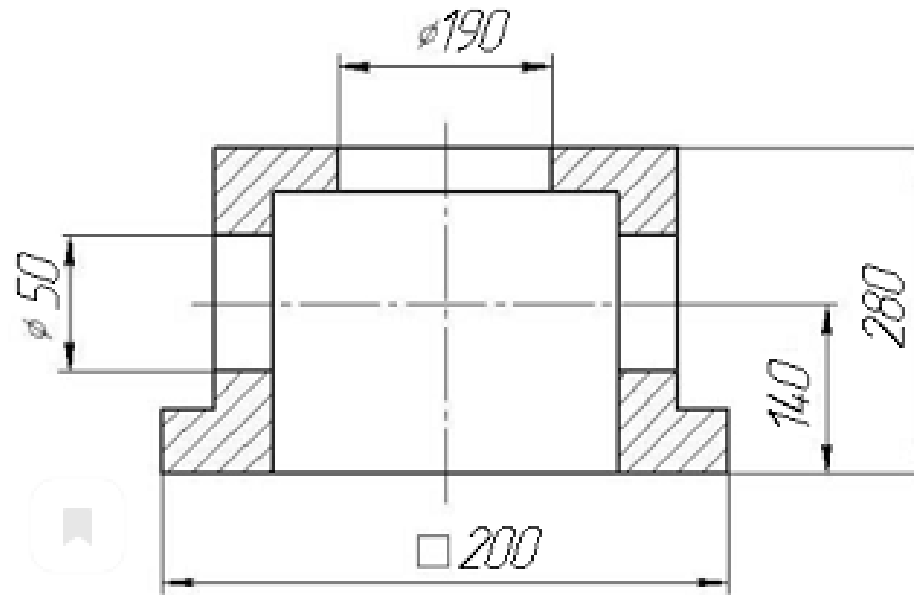


Рисунок 5 - Деталь

Пример выполнения практической работы №7

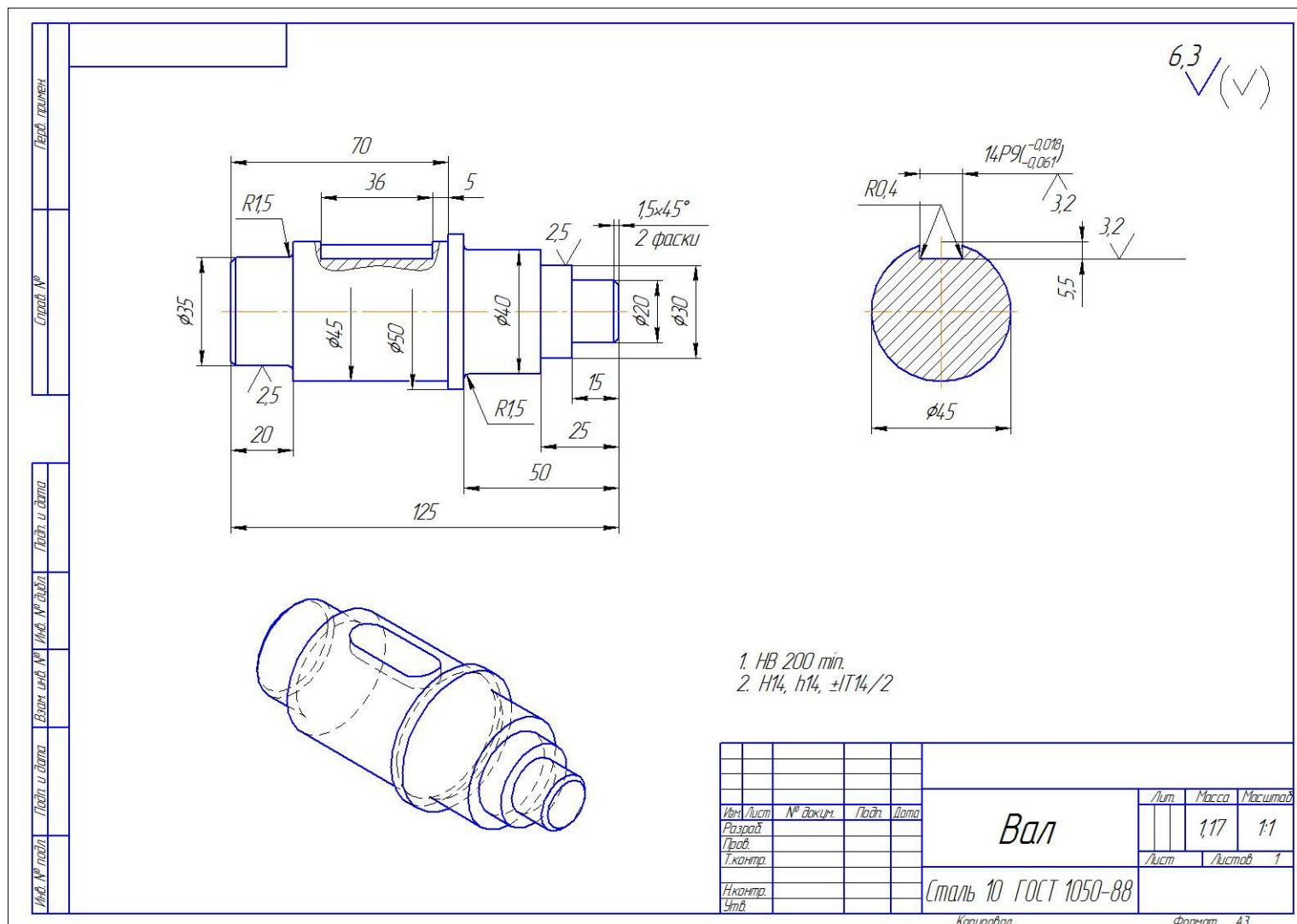


Рисунок 6 - Вал

Пример выполнения практической работы №9,10,11

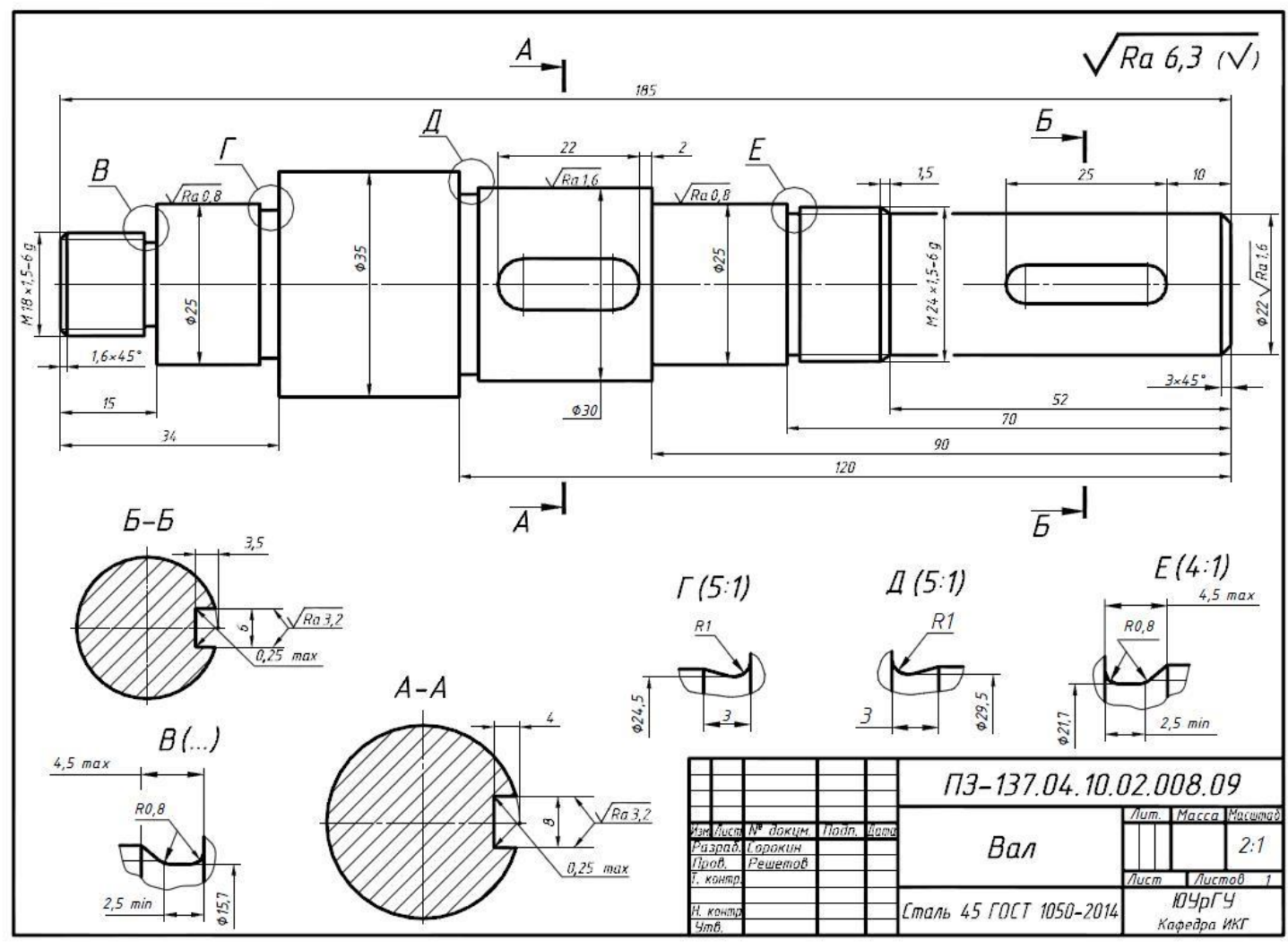


Рисунок 7 - Валик

Пример выполнения практической работы №12

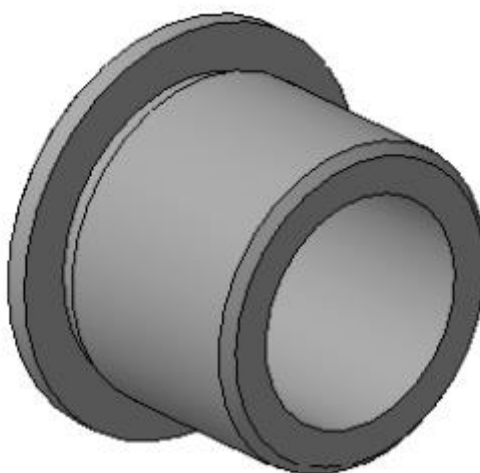
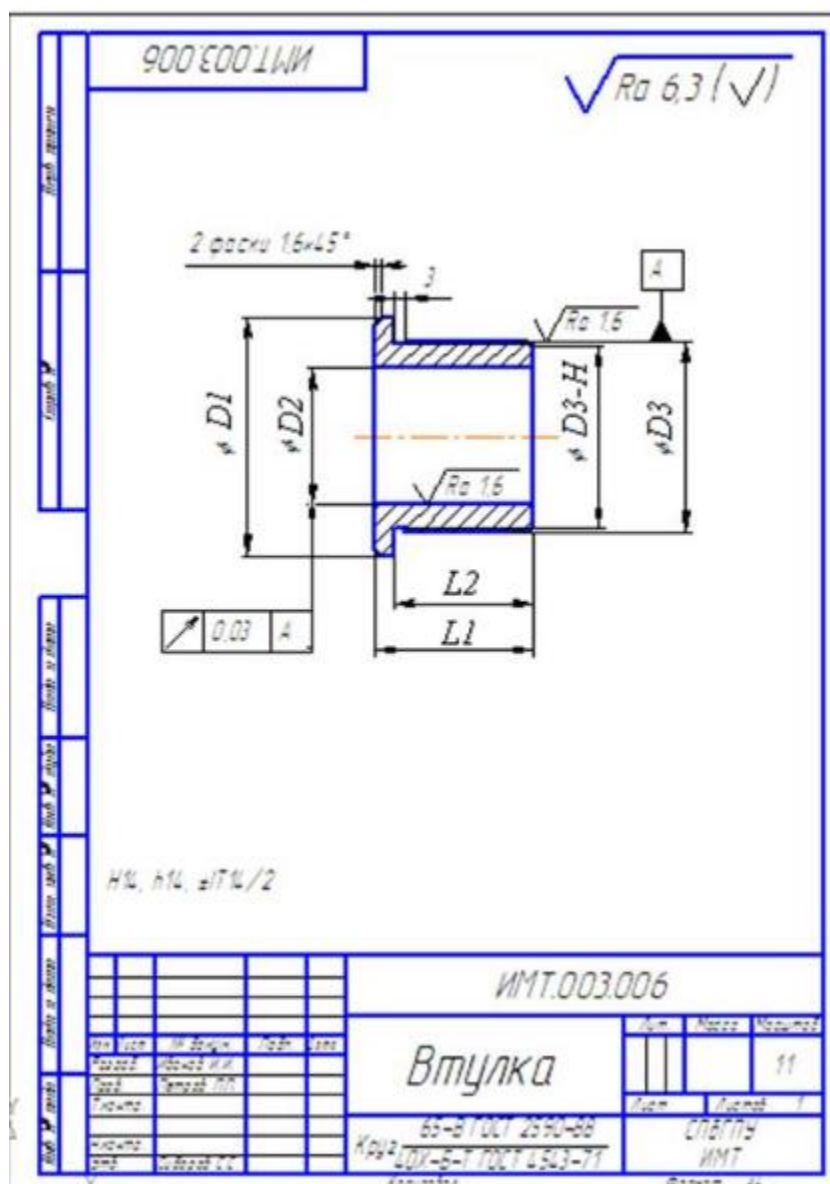


Рисунок 8 - Втулка