

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**В. И. Абрамова**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И  
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов  
бакалавриата по направлению подготовки  
15.03.01 Машиностроение

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2025

УДК 691.669.017(075)

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «КГТУ» С. Б. Перетятко

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Абрамова, В. И.

Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение / В. И. Абрамова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 61 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» представлены учебно-методические материалы, включающие основные вопросы лекции по каждой изучаемой теме, важнейшие понятия, вопросы для самоконтроля, материалы для выполнения контрольной работы для заочной формы обучения студентам направления подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Табл. 4, рис. 1, список лит. – 12 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30.05.2025 г., протокол № 5

УДК 691.669.017(075)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.  
© Абрамова В. И., 2025 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	23
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	34
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение, являясь наукоемкой и технологически сложной отраслью промышленности, стимулирует развитие науки, производства, образования. Разработка технологического процесса изготовления оборудования является важным этапом в создании новых машин и механизмов теплотехники. Главной задачей при проектировании оборудования выступает обеспечение выпуска продукции требуемого качества, необходимого количества при минимальных приведенных затратах. Решение поставленной задачи путем внедрения передовых, наукоемких методов обработки, использования композитных и других конструкционных материалов лежит на выпускниках технических вузов.

Изучаемая дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов», направлена на повышение конкурентоспособности отечественной машиностроения, на увеличение мощности и производительности работы машиностроительного оборудования.

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к базовой части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение и является учебным курсом в области изучения взаимосвязи состава, структуры и свойств материалов, а также технологий их обработки.

Целью освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является формирование знаний и умений выбора современных материалов, используемых в машиностроении, и методов их обработки.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение методов выбора материалов для оборудования, используемого в машиностроении;
- формирование навыков в рациональном и экономном расходовании материалов, связанных с проектированием теплотехники;
- изучение основных свойств и областей использования наиболее распространенных конструкционных, инструментальных материалов, материалов с особыми свойствами, композиционных полимерных и других неметаллических материалов;
- освоение видов предварительной и окончательной термической обработки заготовок и деталей машин, способы поверхностного упрочнения деталей;
- формирование навыков в использовании методов получения заготовок, чистовой обработки готовых изделий.

Освоение дисциплины предполагает: изучение конструкционных материалов и их свойств; изучение методов обработки материалов давлением, резанием, получения неразъемных соединений и способов литья.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- тенденции развития материаловедения;
- основные свойства и области использования наиболее распространенных конструкционных, инструментальных машиностроительных материалов, композиционных полимерных и других неметаллических материалов;
- виды предварительной и окончательной термической обработки заготовок и деталей машин;
- способы поверхностного упрочнения деталей;
- технологию и оборудование производства заготовок;

уметь:

- выбрать вид термообработки для готового изделия с точки зрения экономической эффективности, обеспечения долговечности и надежности детали;
- используя справочную литературу, правильно выбрать материалы и изделия для деталей и узлов машин;
- производить правильный выбор способов и технологий изготовления деталей и узлов машин;
- назначать методы обработки заготовок;

владеть:

- способами распознавания материала по марке, расшифровке его химического состава.
- навыками работы со справочной литературой и технической документацией.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, используются в дальнейшей профессиональной деятельности.

Учебно-методическое пособие способствует формированию у студентов проектной культуры выпускника системы профессиональной подготовки технического вуза, его сознательного и ответственного отношения к проблемам выбора материалов и методов их обработки, может служить справочной информацией для слушателей других направлений и специальностей, факультетов.

Для усвоения материала дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовать самостоятельную внеаудиторную деятельность, выполнить курсовую работу.

Для успешного освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» в учебно-методическом пособии приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к занятиям и для самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной форм обучения.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

– оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

– тестовые задания (для студентов всех форм обучения);

– задания по практическим работам (для студентов всех форм обучения).

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена относятся:

– вопросы к экзамену.

Тестирование проводится после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривают выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед тестированием преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после тестирования проводит анализ его выполнения. Примерный перечень тестовых заданий представлен в фонде оценочных средств дисциплины.

Курсовая работа выполняется на завершающем этапе изучения курса и представляет собой расчетно-графическую работу студента, целью которой является расширение, углубление и обобщение знаний, полученных при освоении дисциплины, формирование умений и навыков самостоятельного их применения.

Промежуточной аттестацией по завершению курса является экзамен.

К экзамену допускаются студенты:

– положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины;

– получившие положительную оценку при защите контрольной работы (для заочной формы обучения).

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаниями и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать Научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять Научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для организации самостоятельной работы студентов.

## 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Материаловедение и технология конструкционных материалов», студент должен научиться трудиться на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции им необходимо понять цель, поставленную преподавателем. На протяжении лекции необходимо внимательно слушать, фиксировать в конспекте наиболее существенную информацию, сравнивать полученную информацию с усвоенным ранее материалом в области использования конструкционных материалов и методов их обработки, формируя собственную систему знаний. По ходу лекции необходимо выделять новые термины, определения, находить взаимосвязь с ранее изученными понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Строение материалов. Металлы и их сплавы. Механические свойства материалов
2	Теория сплавов. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации
3	Сплавы системы «железо-углерод»
4	Методы термической и химико-термической обработки
5	Легированные стали
6	Цветные металлы и сплавы
7	Неметаллические материалы
8	Композиционные материалы
9	Основы производства металлов
10	Технологические процессы получения отливок
11	Технологические процессы обработка металлов давлением
12	Производство неразъемных соединений. Сварка и пайка
13	Высокоэнергетические технологии обработки деталей
14	Формообразование поверхностей деталей резанием
15	Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом

В случае, если студент не получил ответа, на возникшие у него в процессе лекции вопросы, следует задать их в конце занятия.

## **Тема 1. Строение материалов. Металлы и их сплавы. Механические свойства материалов**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Металловедение и его значение для теплотехники. Кристаллическое строение металлов. Полиморфизм. Анизотропия свойств металлов. Классификация дефектов кристаллического строения металлов.

2. Механические свойства металлов и сплавов.

*Ключевые понятия:* металловедение, термическая обработка металлов, кристаллическая решетка, элементарная кристаллическая ячейка, координационное число, базис, коэффициент компактности, полиморфизм, анизотропия, дислокация, твердость, ударная вязкость.

*Литература:* [1, с. 15–45]; [3, с. 24–58]; [4, с. 18–57]; [5, с. 20–40].

### *Методические рекомендации*

Первая тема курса дисциплины направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результаты освоения дисциплины, возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля.

Первая тема дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» позволит обучающимся получить представления о значении материалов в создании новых машин и аппаратов теплоэнергетических систем, о взаимосвязи кристаллического строения металлов и с их свойствами, о влиянии дефектов кристаллических решеток на механические свойства.

Второй вопрос темы посвящен механическим свойствам материалов и методам их определения, испытаниях на растяжение и ударную вязкость.

После изучения темы студентам необходимо усвоить, что материаловедение – это наука, занимающаяся изучением взаимосвязи между составом, строением и свойствами материалов, что свойства металлов определяются их кристаллическим строением.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Назовите общие свойства металлов.
2. Какими параметрами характеризуется элементарная кристаллическая ячейка?
3. Определите базис у ОЦК, ГЦК и ГПУ видов кристаллических ячеек.
4. Что называется текстурой металла?
5. В какой решетке анизотропия выше: ОЦК, ГЦК или ГПУ?
6. В чем проявляется техническая значимость анизотропии металлов?
7. В каких случаях возникают точечные дефекты?
8. Линия винтовой дислокации перпендикулярна или параллельна вектору сдвига?
9. Что называется двойникованием?

## **Тема 2. Теория сплавов. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Фазово-структурный состав сплавов.
2. Кристаллизация металлов и сплавов. Термодинамические основы, механизм и кинетика кристаллизации металлов.

*Ключевые понятия:* термодинамическая система, стационарное состояние системы, равновесное состояние системы, твердые растворы, эвтектика, эвтектоид, интерметаллиды, электронные соединения

*Литература:* [1, с. 46–75]; [3, с. 58–71]; [4, с. 70–91]; [5, с. 40–47, 144–151].

### *Методические рекомендации*

При освоении второй темы дисциплины студентам необходимо понять, что взаимопревращения энергий в процессах, протекающих в термодинамических системах или при их взаимодействии с внешней средой, может приводить к образованию различного фазово-структурного состава. Так, в термодинамической системе – металлический сплав – возможно образование твердых растворов, химических соединений, механических смесей и др.

Второй вопрос темы относится к разбору процесса кристаллизации металлов и сплавов, методов упрочнения сплавов.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что основными задачами материаловедения являются разработка материалов с заданными свойствами, методов их получения и обработки. Главным источником создания современных материалов с заданными, зачастую уникальными, свойствами служат многокомпонентные многофазовые системы.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Как можно равновесную систему вывести из равновесия?
2. Что может выступать в качестве компонента сплава?
3. Дайте определение фазы сплава?
4. Что называется фазой внедрения?
5. Как образуются химические соединения в сплавах?
6. Что называется эвтектикой и каковы условия ее кристаллизации?
7. Сформулируйте правило фаз.
8. Какую информацию содержит кривая охлаждения сплава?
9. Что понимается под электродным соединением?

## **Тема 3. Сплавы системы «железо-углерод»**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Фазы и структурные составляющие диаграммы, кристаллическое строение, структура, свойства. Линии диаграммы. Критические точки на диаграмме «Fe-Fe<sub>3</sub>C». Классификация углеродистых сталей и их маркировка.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.

2. Чугуны. Классификация чугунов. Процессы графитизации. Влияние углерода, марганца, кремния, серы и фосфора на свойства чугунов, скорости охлаждения.

*Ключевые понятия:* диаграмма состояния сплава, феррит, аустенит, перлит, ледебурит, ликвидус, солидус, перитектика, критические точки, углеродистые стали, чугуны.

*Литература:* [1, с. 262–272]; [3, с. 72–99]; [4, с. 102–118, 188–193, 220–237]; [5, с. 194–210, 226–239].

#### *Методические рекомендации*

При освоении третьей темы студентам необходимо осознать, что наиболее широкое применение получили сплавы железа с углеродом, понять, как с помощью диаграммы состояния сплавов «Fe-Fe<sub>3</sub>C», зная по концентрации компонентов сплава, можно определить фазы, структуру, свойства сплава, что углеродистые стали классифицируются по структуре, качеству, назначению, способу получения и др.

Второй вопрос темы посвящен изучению процессов графитизации, классификации и маркировке чугунов, области применения белых, черных, высокопрочных, ковких, антифрикционных и легированных чугунов.

После изучения темы студентам нужно понять, что по диаграмме «Fe-Fe<sub>3</sub>C» по содержанию углерода можно определить фазовое состояние сплава и режимы термической обработки в стали.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте характеристику структурным составляющим и фазам диаграммы «Fe-Fe<sub>3</sub>C».

2. Феррит и перлит – фазы или структуры?

3. Какие основные точки, линии и области фазовой диаграммы «Fe-Fe<sub>3</sub>C»?

4. Аустенит и ледебурит – фазы или структуры?

5. Какие группы сплавов можно выделить в системе «Fe-Fe<sub>3</sub>C»?

6. Какие структурные отличия у технически чистого железа, сталей и чугунов?

7. Как образуется графит в структуре чугунов?

### **Тема 4. Методы термической и химико-термической обработки**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Теория термической обработки. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Закалка, отпуск, отжиг с фазовыми и без фазовых превращений. Технология термической обработки стали

2. Химико-термическая обработка стали.

*Ключевые понятия:* термическая обработка, мартенсит, троостит, сорбит, бейнит, закалка, закалочная среда, прокаливаемость, отпуск, старение, отжиг,

нормализация, химико-термическая обработка, цементация, азотирование, нитроцементация, цианирования, борирование.

*Литература:* [1, с. 272–279]; [3, с. с. 97–133]; [4, с. 120–185]; [5, с. 239–287].

#### *Методические рекомендации*

На следующей лекции студенты должны освоить термическую обработку сплавов, заключающуюся в нагреве до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении с заданной скоростью для получения материала с заданными свойствами, путем изменения его структуры: фазового состава, перераспределения компонентов, размеров и формы кристаллических зерен, вида дефектов, их количества и распределения.

Вторая часть лекции посвящена физическим основам и технологическим процессам химико-термической обработки стали.

После изучения темы студентам нужно понять, что обеспечение высоких технико-экономических показателей термического передела и качество термической и химико-термической обработки определяются свойствами подвергаемого термической обработки металла и сведением к минимуму побочных явлений.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие превращения протекают в сталях при нагреве и охлаждении?
2. Что называется термической обработкой?
3. Назовите основные виды термической обработки.
4. Рассмотрите перлитное превращение и назовите три его стадии.
5. Что изменится при изменении скорости охлаждения?
6. Чем отличается отжиг от закалки?
7. Назовите виды закалки и их назначение.
8. Чем отличается отжиг от старения?
9. Как выбираются режимы цементации?

### **Тема 5. Легированные стали**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Легирование стали. Фазы, образуемые легирующими элементами с железом и углеродом. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.

2. Классификации и маркировка легированных сталей. Конструкционные легированные стали: цементируемые, улучшаемые, рессорно-пружинные стали и шарикоподшипниковые стали. Инструментальные стали и сплавы. Стали с особыми физическими и химическими свойствами. Конструкционные коррозионностойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали.

*Ключевые понятия:* легирующие компоненты, карбиды, карбидообразующие компоненты, графитизирующие компоненты, нейтральные компоненты, цементируемые, улучшаемые стали, рессорно-пружинные стали, шарикоподшипниковые стали, магнитные и немагнитные стали, нержавеющей, нержавеющие,

жаропрочные и жаростойкие стали.

*Литература:* [3, с. 147–175]; [4, с. 195–219]; [5, с. 310–342].

#### *Методические рекомендации*

На пятой лекции доносится до студентов то, что использование легированных сталей позволяет: повысить прочность конструкции без термообработки стали за счет растворения в феррите легирующих элементов (ферритные стали); повысить прочность и твердость в результате увеличения устойчивости аустенита (аустенитные стали); придать специальные свойства (жаропрочность, жаростойкость, коррозионная стойкость, упругость, намагничиваемость и др.); упрочить за счет введения карбидообразующих элементов.

Вторая часть лекции посвящена разбору классификаций и маркировке легированных сталей.

После изучения темы студентам нужно осознать, что легирующие компоненты, специально вводятся в сплав, для придания ему требуемой структуры и свойств.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какова цель легирования сталей?
2. В каких областях применяются легированные стали?
3. По каким принципам классифицируются легированные стали?
4. По какому принципу маркируются легированные стали?
5. Для изготовления каких деталей по условиям их эксплуатации применяют цементируемые стали?
6. Какими свойствами должны обладать улучшаемые стали после термической обработки?
7. Какие легированные стали применяют для изготовления пружин и рессор?
8. Где применяются жаропрочные сплавы?
9. Какой основной легирующий элемент входит в состав жаростойких сталей?
10. Какими элементами легируют коррозионностойкие стали?

### **Тема 6. Цветные металлы и сплавы**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Медь и сплавы на основе меди. Антифрикционные сплавы. Алюминий, литейные и деформированные сплавы на основе алюминия. Термическая обработка сплавов алюминия.

2. Титан и его сплавы. Свойства, классификация сплавов титана. Магний и его сплавы. Бериллий и его сплавы

*Ключевые понятия:* латуни, бронзы, безоловянные бронзы, мельхиоры, нейзильберы, кунцаль, технический алюминий, алюминий высокой чистоты, алюминий особой чистоты, авиаль, дюралюминий, силумин, жаропрочный

алюминиевый сплав, баббиты

*Литература:* [3, с. 176–214]; [4, с. 239–259]; [5, с. 478–537].

#### *Методические рекомендации*

На шестой лекции необходимо донести до студентов сведения о разнообразных свойствах цветных металлов и сплавах, что сплавы меди обладают пластичными, литейными антифрикционными свойствами, алюминиевые сплавы подразделяются на литейные и деформируемые упрочняемые и неупрочняемые сплавы.

Вторая часть лекции посвящена изучению свойств, маркировки и области применения титана, магния и бериллия, и их сплавов.

После изучения темы студентам нужно осознать, что цветные металлы и сплавы имеют широкое применение в теплоэнергетике и теплотехнике. Медь может выдерживать длительно температуру до 1000 °С и постоянное воздействие агрессивной среды, обеспечивая при этом хорошую теплоотдачу, что необходимо для производства котлов, отопительного оборудования, широко используются латунные и бронзовые трубопроводы. Высокая теплоотдача позволяет использовать алюминий и литейного сплава – силумина – в качестве материала для радиаторов.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Как маркируется медь?
2. Назовите отличие свойств меди и латуни.
3. Как маркируются бронзы?
4. Чем отличаются бронзы от латуней, содержащих те же химические элементы, но в другом количестве?
5. По каким признакам классифицируются сплавы на основе алюминия?
6. Из какого медного сплава возможно изготовление пружины?
7. Какие алюминиевые сплавы упрочняются термической обработкой?
8. Как классифицируются титановые сплавы?
9. Как маркируются магниевые сплавы.

### **Тема 7. Неметаллические материалы**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Полимеры и материалы на их основе. Классификации и свойства. Пластмассы на основе термопластичные и терморезистивные полимеров. Каучуки и резины. Пленкообразующие материалы.

2. Стекло. Керамика.

*Ключевые понятия:* мономеры, олигомеры, полимеры, поликонденсация, полиприсоединение, поливинилхлорид, полистирол, эпоксидные смолы, фенолформальдегидные смолы, слоистые пластики, гетинакс, текстолит, каучук, вулканизация, резины, лаки, эмали, компаунды.

*Литература:* [3, с. 215–250]; [4, с. 415–456]; [5, с. 582–620].

### *Методические рекомендации*

На седьмой лекции необходимо донести до студентов то, что основным компонентом пластических масс являются конструкционные и функциональные полимеры, получаемые в процессах поликонденсации или полиприсоединения, резины – результат вулканизации натуральных или искусственных каучуков, в составе композиций современных пленкообразующих материалов обязательным компонентом выступают полимеры.

Вторая часть лекции посвящена основным свойствам и особенностям применения керамики и стекла.

После изучения темы студентам нужно осознать, что современная промышленность нуждается в неметаллических материалах, обладающих разнообразными свойствами.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Чем отличается поликонденсации от полиприсоединения?
2. Какой полимер химически более стоек?
3. В чем заключается старение полимеров?
4. Охарактеризуйте свойства пластмасс.
5. Назовите области применения пластмасс.
6. Чем отличаются каучуки от резин?
7. Какое значение имеет сера при производстве резины?
8. Чем отличаются лаки от эмалей?
9. По каким признакам классифицируются лаки?
10. Как классифицируются компаунды?
11. Чем отличаются лаки от компаундов?

## **Тема 8. Композиционные материалы**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Композиционные материалы. Дисперсно-упрочняемые, волокнистые и слоистые композиты. Получение деталей из композиционных материалов.
2. Способы получения порошков. Приготовление смеси. Спекание.

*Ключевые понятия:* дисперсно-упрочняемые композиты, волокнистые композиты, слоистые композиты, матрица, армирующие компоненты, композиты с полимерной матрицей, композиты с металлической матрицей.

*Литература:* [3, с. 251–296]; [4, с. 457–473]; [5, с. 655–669].

### *Методические рекомендации*

Следующая тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о значении дисперсно-упрочняемых, волокнистых композиционных материалов, об их структуре, свойствах и области применения.

Вторая часть лекции посвящена разбору особенностей технологии изготовления композиционных материалов.

После изучения темы студентам нужно осознать, что композиционные

материалы получают путем соединения матрицы и упрочняющей фазы, для чего используются как традиционные технологии (порошковая технология для дисперсно-упрочняемых композитов, прессование и намотка для композитов на полимерной матрице), так и специфические, применяемые только для определенного вида композитов (карбонизация и осаждение углерода из газовой фазы для композитов с углеродной матрицей и т. д.).

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие материалы называются композитами?
2. Как композиты классифицируются по виду упрочняющей фазы?
3. Какие материалы используются для упрочнения дисперсно-упрочненных композитов?
4. Из каких материалов изготавливаются матрицы дисперсно-упрочненных композитов?
5. Какие материалы используются для упрочнения волокнистых композитов?
6. Из каких материалов волокна в волокнистых композитах?
7. От чего зависит прочность композитов?
8. В чем преимущество композитов перед сталями и цветными сплавами?

### **Тема 9. Основы производства металлов**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Основы металлургического производства. Общие понятия о рудах, топливе и флюсах. Кислородно-конверторный способ получения стали. Получение стали в мартеновских, электрических дуговых и индукционных печах. Порошковая металлургия.

2. Основы производства алюминия, титана и меди.

*Ключевые понятия:* металлургия, промышленная руда, окатыши, топливо, флюс, ферросплавы, кокс, шихта, раскислители, шамотный кирпич, кислородно-конверторный способ, мартеновские печи, электрические печи, дуговые печи, индукционные печи

*Литература:* [3, с. 298–303]; [6, с. 20–52].

#### *Методические рекомендации*

На девятой лекции необходимо донести до студентов то, что металлургическое производство является деятельностью по выплавке черных и цветных металлов из руды или лома с использованием доменного производства, методов электрометаллургии, кислородно-конверторным способом, особенностью процессов, связанных с изменением химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов.

Вторая часть лекции посвящена освоению основам металлургического производства алюминия, титана и меди.

После изучения темы студентам нужно осознать, что основной задачей металлургического производства является получение металлической продукции из руд, концентратов или других видов металлосодержащего сырья.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Что производит металлургическая промышленность?
2. Что является сырьем для металлургической промышленности?
3. Для чего используются ферросплавы?
4. Какие требования предъявляются к огнеупорным материалам?
5. Как получают кокс?
6. Какие руды используют для выплавки чугуна?
7. Сущность процесса получения чугуна в доменной печи.
8. Что является исходными материалами для производства стали?
9. Какие стали различают по степени раскисления?
10. Что является сырьем для производства меди и алюминия?

## **Тема 10. Технологические процессы получения отливок**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Теоретические основы линейного производства. Модели. Формовочные и стержневые смеси. Технология изготовления песчаных литейных форм и стержней.

2. Другие способы литья. Литье в металлические формы. Литье под давлением. Центробежное литье. Литье в оболочковые формы. Непрерывное литье. Литье выжиманием. Технология изготовления пластмассовых деталей методом литья.

*Ключевые понятия:* жидкотекучесть, усадка, литье, отливка, стержень, дендритная ликвация, модель, формовочная смесь, стержневая смесь, кокиль, литейная оснастка, опока, литниковая система.

*Литература:* [3, с. 319–355]; [6, с. 120–157].

### *Методические рекомендации*

Десятая тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о том, что литейная форма при литье в песчаные формы представляет собой конструкцию, состоящую из элементов, образующих рабочую полость, заполнение которой расплавленным металлом обеспечивает получение отливки заданных формой и размеров. Литейная форма должна обладать прочностью, газопроницаемостью, пластичностью, огнеупорностью.

Вторая часть лекции посвящена изучению специальных способов литья, таких как литье в металлические формы, под давлением, центробежное литье, литье в оболочковые формы, непрерывное литье и литье выжиманием.

После изучения темы студентам нужно осознать, что литейная технология получения заготовок имеет такие достоинства, как универсальность, позволяющая получать отливки сложной конфигурации большой номенклатуры сплавов, широкого диапазона размеров и массы и рентабельность в серийном производстве.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Что представляет собой литейная форма?

2. Какие материалы применяются для изготовления литейной формы?
3. Какие приспособления входят в литейную оснастку?
4. Из каких частей состоит литниковая система?
5. Назовите основные дефекты литья в песчаные формы.
6. Перечислите стадии процесса получения оболочковых форм.
7. По каким признакам классифицируются кокили?
8. Каковы принципиальные особенности технологического процесса литья под давлением?

## **Тема 11. Технологические процессы обработки металлов давлением**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Теоретические основы пластической деформации металлов. Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла. Понятие холодной, неполной и горячей обработки давлением. Прокатка металла. Сущность процесса прессования. Волочение.

2. Операцииковки. Объемная горячая и холодная штамповка. Листовая штамповка. Технология изготовления пластмассовых деталей штамповкой из листового материала.

*Ключевые понятия:* пластическая деформация, наклеп, текстура, холодная обработка давлением, горячая обработка давлением, нагревательные печи, прокатка, прессование, волочение, ковка, пресс, штамп, матрица, пуансон, листовая штамповка.

*Литература:* [3, с. 390–434]; [6, с. 6–119].

### *Методические рекомендации*

Одиннадцатая лекция позволит обучающимся получить представления о том, что формообразование обработкой давлением основано на способности заготовок из металлов и других материалов, изменять свою форму без разрушения под действием внешних сил, что в процессе волочения, прессования, прокатки можно получить заготовки постоянного профиля.

Вторая часть лекции посвящена рассмотрению таких процессов обработки давлением, как ковка и штамповка, так как в современном производстве около 20 % всех деталей получают из кованых или штампованных поковок.

После изучения темы студентам нужно осознать, что при пластическом деформировании требуемая форма заготовок достигается перемещением частиц металла в новое положение при условии их устойчивого равновесия, при этом первоначальная масса, претерпевшая формообразования, остается постоянной.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие свойства металла изменяются при деформировании в холодном состоянии?
2. Что называется «возвратом»?
3. Поясните понятия «холодная», «неполная горячая», «горячая»

деформация».

4. Что называется прямым и обратным прессованием?
5. Как осуществляется процесс волочения проволоки и труб?
6. Каковы основные операции при прокатке бесшовных труб?
7. Назовите основные операцииковки.
8. Какую роль выполняет заусенец при штамповке в открытых штампах?
9. Почему при штамповке в закрытых штампах необходимо иметь заготовки большей точности размеров?
10. Какое оборудование применяется для листовой штамповки?

## **Тема 12. Производство неразъемных соединений. Сварка и пайка**

*Ключевые вопросы темы:*

1. Производство неразъемных соединений сваркой. Физико-химические основы получения сварного соединения. Классификация методов сварки. Технологии получения неразъемных соединений методами сварки плавлением.
2. Технологии получения неразъемных соединений методами сварки давления. Способы пайки. Технологический процесс пайки. Особенности сварки пластмасс.

*Ключевые понятия:* свариваемость, защитная атмосфера, шов, коэффициент наплавки, режимы сварки, дуга, сварная ванна.

*Литература:* [3, с. 445–494]; [6, с. 182–226].

*Методические рекомендации*

Изучение следующей темы позволит обучающимся получить представления о том, что сварочный процесс направлен на получение монолитного соединения, которое возникает в случае установления связей между атомами свариваемых деталей на границе их раздела при нагревании и/или пластическом деформировании. К термическим методам сварки относятся ручная дуговая, автоматическая дуговая, электрошлаковая сварки, дуговая сварки в защитных газах, плазменная сварка, электронно-лучевая сварка, термитная и газовая сварки.

Вторая часть лекции посвящена представлению термомеханических и механических видов сварки, технологии процесса пайки и особенностям сварки пластмасс.

После изучения темы студентам необходимо осознать, что материал в процессе его сварки изменяет свои свойства в зависимости, как от самого материала, его физико-химических свойств, так и метода сварки и его режимов. Поэтому без учета анализа свариваемости материала, условий процесса сварки, особенностей конструкции свариваемого изделия нельзя грамотно выбрать метод сварки.

*Вопросы для самопроверки*

1. Какие факторы способствуют широкому применению сварки в современных конструкциях?
2. По какому принципу классифицируются методы сварки?

3. Какие физико-химические принципы лежат в основе разных источников теплоты для термических видов сварки?
4. Как реализуется защита расплавленного металла в зависимости от вида сварки плавлением?
5. Сравните области применения электронно-лучевой и лазерной сварки?
6. Какие факторы могут повлиять на прочность и точность при контактной сварке?
7. Чем объясняется повышенные затраты энергии при роликовой сварке по сравнению с точечной?
8. Что является параметрами режима при диффузионной сварке?
9. Каковы основные области применения механических способов сварки?

### **Тема. 13. Высокоэнергетические технологии обработки деталей**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Высокоэнергетические технологии обработки деталей.  
Высокоэнергетическая индукционная обработка.

2. Технологии лазерной и электронно-лучевой обработки материалов.

*Ключевые понятия:* индукционная обработка, импульсная обработка, удельная поверхностная мощность, монохроматическое излучение, полихроматическое излучение, полимонохроматическое излучение.

*Литература* [3, с. 594–613]; [6, с. 400–416].

#### *Методические рекомендации*

Данная тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о том, что к высокоэнергетическим технологиям обработки деталей относятся высокочастотная индукционная, лазерная, электроннолучевая, ионная, плазменная и рентгеновская обработки, которые являются наиболее перспективными для получения материалов с особыми свойствами. Индукционная обработка стальных и чугунных деталей, применяемая для нагрева металла под ковку, штамповку, термическую обработку, делится на традиционную индукционную обработку, когда характерный уровень удельных поверхностных мощностей составляет до  $10^7$  Вт/м<sup>2</sup>, и высокоэнергетическую (импульсную) обработку при удельных мощностях  $10^7$ – $10^9$  Вт/м<sup>2</sup>, когда скорости процессов нагрева и охлаждения в слое металла становятся сравнимы со скоростями диффузионного массопереноса и газообразования.

Вторая часть лекции посвящена изучению электронно-лучевой и лазерной технологиям обработки материалов.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что область применения высокоэнергетической обработки металлов постоянно расширяется, методы высокоэнергетической обработки используются для нанесения высокоэффективных покрытий, упрочнения деталей машин, резки, наплавки, газо- и водоочистки, утилизации отходов, полимеризации.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Чем метод высокочастотной импульсной закалки отличается от стандартной индукционной закалки?
2. Какая область детали из всей зоны нагрева будет упрочняться?
3. От каких параметров процесса и как зависит глубина упрочняемого

слоя?

4. Каковы особенности лазерной обработки?
5. Какие технологические операции можно проводить с использованием лазера?
6. Какие процессы протекают при взаимодействии электронного пучка с поверхностью материала?
7. В каких видах обработки используется электронный пучок?

## **Тема 14. Формообразование поверхностей деталей резанием**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Формообразование поверхностей деталей резанием. Физико-химические основы резания. Точение и обработка на станках токарной группы. Схемы обработки наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, винтовых и фасонных поверхностей, сверление, зенкерование, развертывание на станках токарной группы.

2. Особенности механической обработка на сверлильных, фрезерных станках. Оснастка и инструмент для фрезерования. Режимы резания.

*Ключевые понятия:* процесс стружкообразования, тепловой баланс, главное движение резания, вспомогательное движение резания, скорость резания, подача инструмента, силы резания, оснастка.

*Литература:* [3, с. 557–593]; [6, с. 253–275, 280–342].

### *Методические рекомендации*

Четырнадцатая лекция дисциплины призвана донести до студентов то, что обработка резанием является универсальным методом размерной обработки, который позволяет обрабатывать поверхности деталей различной формы и размеров с высокой точностью из наиболее используемых конструкционных материалов. Одним из основных способов лезвийной обработки является точение.

Вторая часть лекции посвящена определению режимов резания, изучению инструмента, приспособлений для крепления инструмента и заготовки на фрезерных и сверлильных станках.

После изучения темы студентам нужно осознать, что, несмотря на большие достижения в технологии производства высокоточных заготовок, значение обработки резанием на металлорежущих станках на производстве непрерывно повышается, так как современные металлорежущие станки являются машинами, использующими механические, электрические, гидравлические, электронные приводы для управления рабочим циклом изготовления деталей и решения сложных технических задач.

### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем заключаются задачи размерной обработки резанием?
2. Назовите режимы резания при точении.
3. Каковы причины нагрева зоны резания обрабатываемого материала и

методы снижения нагрева?

4. Какие материалы используются в качестве инструментальных?

5. Какие причины и виды износа инструмента?

6. Какая оснастка используется для крепления заготовки на фрезерном станке?

7. Что вызывает появление нароста на резце при резании, и каково его влияние на процесс?

8. Как крепятся инструменты на сверлильных станках?

9. Чем определяется качество и точность обработки резанием?

## **Тема 15. Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом на шлифовальных станках. Схемы шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических поверхностей. Шлифование плоских поверхностей. Бесцентровое шлифование.

2. Классификация и маркировка абразивного инструмента.

*Литература:* [6, с. 360–371].

### *Методические рекомендации*

Заключительная тема дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» позволит обучающимся получить представления о том, что для формообразования поверхности методом шлифования необходимо вращательное движение круга и относительное перемещение по одной из координатных осей или вращательным движением вокруг оси детали.

Вторая часть лекции посвящена изучению абразивного инструмента, условий непрерывности самозатачиваемости в процессе шлифования.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что целью процесса шлифования является придание заготовке определенной формы, калибровка поверхности до требуемого размера и получение минимальной шероховатости.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какой процесс механической обработки называется шлифованием?

2. В каких случаях применяется шлифование?

3. Назовите основные виды шлифования?

4. Как выбираются режимы и рассчитываются силы резания при шлифовании?

5. Какие инструменты используются при шлифовании?

6. Каким испытаниям подвергаются шлифовальные круги?

7. С какой целью круги подвергаются правке?

8. Перечислите особенности резания на плоскошлифовальных станках?

9. Какие технологические требования предъявляются к конструкции обрабатываемых на шлифовальных станках деталей?

10. Когда применяется бесцентровое шлифование?

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Целью практических работ является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и приобретение навыков самостоятельного выполнения экспериментальных работ. Студенты освоят методы выбора необходимого материала детали или инструмента с учетом его качественных показателей, конкретных условий применения и стоимости, а также технологии получения материалов.

В результате освоения практических занятий по дисциплине обучающийся должен:

**уметь:**

– выбрать вид термообработки для готового изделия с точки зрения экономической эффективности, обеспечения долговечности и надежности детали;

– используя справочную литературу, правильно выбрать материалы и изделия для деталей и узлов машин;

– производить правильный выбор способов и технологий изготовления деталей и узлов машин;

– назначать методы обработки заготовок;

**владеть:**

– способами распознавания материала по марке, расшифровке его химического состава.

– навыками работы со справочной литературой и технической документацией.

Тематический план практических (ПЗ) работ представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер	Наименование практической работы
1	Макроструктурный анализ
2	Микроструктурный анализ
3	Маркировка, химический состав и применение углеродистых сталей и чугунов
4	Применение методов термической обработки материалов
5	Определение основных свойств легированных конструкционных сталей по их маркам
6	Определение основных свойств легированных инструментальных сталей по их маркам
7	Выбор машиностроительных сталей
8	Выбор инструментальных сталей
9	Выбор коррозионностойких материалов
10	Выбор жаропрочных и жаростойких сталей
11	Выбор сталей и сплавов, работающих при низких температурах

Номер	Наименование практической работы
12	Применение цветных металлов и сплавов
13	Применение неметаллических конструкционных материалов
14	Проектирование и расчет модели для получения полостей в литейных формах
15	Проектирование и расчет стержней
16	Проектирование и расчет элементов литниковой системы
17	Выбор инструмента и разработка технологии для обработки отливки
18	Определение размеров припусков, веса заготовки и выбор операцийковки вала
19	Разработка технологического процесса холодной листовой штамповки
20	Обработка заготовок на станках токарной группы
21	Исследование дугового разряда между угольными электродами
22	Разработка технологического процесса изготовления деталей методом порошковой металлургии

## **Практическая работа № 1**

### **Макроструктурный анализ**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков в изучении основных типов макроструктур металлов и сплавов.

#### **Задание на практическую работу**

1. Ознакомиться с коллекцией типичных макроструктур, зарисовать и описать их.
2. Исследовать макроструктуру сварного соединения по образцу, зарисовать и описать особенности структуры, дефекты и т. д.
3. Определить на образце стали ликвацию серы (изготовить макрошлиф, получить серный отпечаток, составить заключение о распределении серы по сечению шлифа).

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое макроструктура?
2. Какими способами изучают макроструктуру?
3. Для каких целей применяют анализ макроструктуры?
4. Как выявляют макроструктуру?
5. Как выявляют ликвацию серы при макроструктурном анализе?
6. Как оценивается макроструктура и качество сварного соединения?
7. Что такое ликвация? Виды ликвации?

## **Практическая работа № 2**

### **Микроструктурный анализ**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков в изучении основных типов микроструктур металлов и сплавов

#### **Задание на практическую работу**

Изготовить один микрошлиф к исследованию микроструктуры.

Ознакомиться с устройством и основными правилами работы металломикроскопа.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое микроструктура металла?
2. Расскажите принцип работы металлографического микроскопа.
3. От чего зависит увеличение микроскопа?
4. Что такое разрешающая способность микроскопа?
5. Основные узлы металлографического микроскопа.
6. Как изготовить микрошлиф?
7. Что такое микрошлиф?
8. Для чего проводится травление микрошлифа?
9. Как формируется изображение на металлографическом микроскопе?

## **Практическая работа № 3**

### **Маркировка, химический состав и применение углеродистых сталей и чугунов**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков в изучении принципа маркировки, химический состав и применение углеродистых сталей и чугунов

#### **Задание на практическую работу**

- расшифровать марки стали;
- указать к какой группе относятся стали:
- по качеству;
- по назначению;
- по содержанию углерода (с указанием структуры по диаграмме «Железо-углерод»).

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Дать определение стали.
2. Классификацию сталей по содержанию углерода; по степени раскисления.
3. Классификация сталей: по качеству, по назначению.
4. Структура, свойства, маркировка и применение конструкционных углеродистых сталей.
5. Структура, свойства, маркировка и применение инструментальных углеродистых сталей
6. Дать определение чугуна.
7. На какие группы делятся графитизированные чугуны?
8. Серый чугун (структура, механические свойства, маркировка, получение и применение).

9. Ковкий чугун (структура, механические свойства, маркировка, получение и применение).

10. Высокопрочный чугун (структура, механические свойства, маркировка, получение и применение).

#### **Практическая работа № 4**

##### **Применение методов термической обработки материалов**

###### **Цель работы:**

– сформировать знания, умения и навыки по выбору режимов термической обработки для различных конструкционных сталей;

– научиться назначать режимы термической обработки.

###### **Задание на практическую работу**

*Задание 1.* Для марки стали соответствующей вашему варианту указать содержание углерода и принадлежность данной стали к конструкционной или инструментальной, определить механические свойства до термообработки. Выбрать и обосновать последовательность операций предварительной и окончательной термообработки изделия из данной стали.

*Задание 2.* Для указанных условий (деталь, марка стали, цель термообработки) определить вид термообработки и ее температурный режим.

###### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое закалка?
2. Цель закалки? Способы закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.
3. Какие структуры можно получить, проведя закалку?
4. Как влияет содержание углерода в доэвтектоидной стали на температуру нагрева под закалку?
5. Какое состояние сплава должно предшествовать операции отпуска?
6. Какие фазовые превращения протекают при отпуске закаленных сплавов?
7. При каких температурах проводится низкий, средний и высокий отпуск?
8. Какая структура образуется после низкого, среднего и высокого отпуска?
9. Для каких изделий проводится низкий, средний и высокий отпуск?
10. Как влияет температура отпуска на механические свойства стали?

#### **Практическая работа № 5**

##### **Определение основных свойств легированных конструкционных сталей по их маркам**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков в определении свойств легированных сталей по их маркам

###### **Задание на практическую работу**

1. Изучить легирование сталей.
2. Изучить влияние легирования на свойства сталей.
3. Научиться определять свойства конструкционных и инструментальных легированных сталей по их маркам.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие стали называются легированными?
2. Для какой цели используется легирование?
3. Какими свойствами обладают корпусные судостроительные стали? Назовите их марки;
4. Какие требования предъявляются к цементируемым легированным сталям? В чем отличие их свойств от углеродистых?
5. Какие требования предъявляются к улучшаемым сталям? Марки сталей, применение.
6. Какими свойствами должны обладать рессорно-пружинные стали? Их термообработка, марки.
7. Какие требования предъявляют к шарикоподшипниковым сталям?

### **Практическая работа № 6**

#### **Определение основных свойств легированных инструментальных сталей по их маркам**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков в определении свойств легированных инструментальных сталей по их маркам

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить легирование сталей.
2. Изучить влияние легирования на свойства сталей.
3. Научиться определять свойства конструкционных и инструментальных легированных сталей по их маркам.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Особенности и марки быстрорежущих сталей.
2. Штамповые стали холодной и горячей обработки давлением.
3. На какие классы делятся твердые сплавы?

### **Практическая работа № 7**

#### **Выбор машиностроительных сталей**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков выбора материалов для типовых деталей машин и назначать для них упрочняющую термическую и химико-термическую обработку.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал для изготовления указанной детали. Рекомендовать термическую и химико-термическую обработку, обеспечивающую заданные свойства. Привести химический состав выбранного материала, а также микроструктуру в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Перечислите виды машиностроительных сталей.
2. По какому принципу происходит выбор стали для определенной детали?
3. Как назначают термическую или химико-термическую обработку сталей?

## **Практическая работа № 8**

### **Выбор инструментальных сталей**

**Цель работы:** получить навыки выбора материалов для изготовления режущего, штампового и измерительного инструмента в зависимости от условий его работы и научиться назначать упрочняющую термическую и химико-термическую обработку.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал для изготовления указанного инструмента. Рекомендовать термическую и химико-термическую обработку, обеспечивающую заданные свойства. Привести химический состав выбранного материала, а также микроструктуру в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Перечислите виды инструментальных сталей
2. По какому принципу происходит выбор стали для определенного инструмента?
3. Как назначают термическую или химико-термическую обработку сталей?

## **Практическая работа № 9**

### **Выбор коррозионностойких материалов**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков выбора материалов для изготовления металлоконструкций, работающих в условиях воздействия влажной атмосферы, агрессивных сред пищевых, химических производств и т.д.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал, обладающий заданной стойкостью в указанной коррозионной среде. Рекомендовать термическую и химико-термическую обработку, обеспечивающую заданные свойства. Привести химический состав выбранного материала, а также микроструктуру в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каков механизм электрохимической коррозии?
2. По какому принципу происходит выбор стали для определенной детали?
3. Как назначают термическую или химико-термическую обработку сталей?
4. Добавление каких элементов в сталь увеличивает коррозионную стойкость и почему?

## **Практическая работа № 10**

### **Выбор жаропрочных и жаростойких сталей**

**Цель работы:** получить навыки выбора сталей и сплавов, обладающих высокой длительной прочностью и стойкостью к газовой коррозии в условиях высоких температур.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал для изготовления указанной детали или

металлоконструкции, обладающий достаточной стойкостью в условиях высоких температур. Указать режимы термической обработки, обеспечивающие заданные свойства. Привести химический состав выбранного материала, а также микроструктуру в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каков механизм химической коррозии?
2. По какому принципу происходит выбор стали для определенной детали?
3. Как назначают термическую или химико-термическую обработку сталей?
4. Легирование какими элементами увеличивает жаростойкость стали и почему?
5. В чем отличие жаростойкости и жаропрочности?

### **Практическая работа № 11**

#### **Выбор сталей и сплавов, работающих при низких температурах**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков выбора материалов для деталей машин и металлоконструкций, эксплуатируемых в условиях низких климатических температур, а также сверхнизких температур криогенной техники.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал, не склонный к хрупкому разрушению в области рабочих температур. Привести режим термической обработки, а также механические свойства при нормальной и рабочей температурах. Указать химический состав выбранного материала и микроструктуру в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Перечислите марки материалов, работающих при низких температурах
2. По какому принципу происходит выбор материала для детали криогенной техники?
3. Каковы принципы термической обработки для деталей и конструкций, работающих при низких температурах?

### **Практическая работа № 12**

#### **Применение цветных металлов и сплавов**

**Цель работы:** изучение свойств меди, алюминия, магния, титана и их сплавов; получение навыков рационального применения цветных металлов и сплавов на их основе для изготовления деталей машин.

#### **Задание на практическую работу**

Для изготовления указанной детали или конструктивного элемента используется цветной сплав. Обоснуйте целесообразность его применения по сравнению с возможным заменителем. Приведите химический состав цветного сплава, а также режим упрочняющей термической обработки и механические свойства в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Чем отличаются свойства цветных и черных металлов?

2. Какие сплавы меди Вы знаете? Приведите примеры марок этих сплавов.
3. В чем особенность свойств алюминиевых деформируемых сплавов?
4. Какие литейные сплавы алюминия Вы знаете?
5. Приведите примеры магниевых и титановых сплавов.

### **Практическая работа № 13**

#### **Применение неметаллических конструкционных материалов**

**Цель работы:** изучение свойств важнейших неметаллических конструкционных материалов: пластмасс, керамики, стекла и резины; изучение особенностей применения неметаллических конструкционных материалов в машиностроении.

#### **Задание на практическую работу**

Выбрать материал для указанного изделия или конструктивного элемента с учетом особенностей его функционирования. Привести строение и механические свойства материала в готовом изделии.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите классификации полимеров.
2. Что собой представляют пластмассы? Где они используются?
3. Каковы особенности керамических материалов? Где они применяются?
4. В чем отличие ситаллов от силикатных стекол?
5. Как получают резину?

### **Практическая работа № 14**

#### **Проектирование и расчет модели для получения полостей в литейных формах**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков проектирования и расчёта модели для получения полостей в литейной форме

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить процесс получения песчано-глинистой формы и необходимой оснастки.
2. Научиться разрабатывать эскизы модели.
3. Рассчитать модель для получения полостей в литейной форме.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что называется литейным производством?
2. Что входит в состав модельного комплекта?
3. Каково назначение модели, и каковы ее отличия от готовой отливки?
4. Какие дефекты в отливке называются усадкой?
5. Что называется ликвацией литейных сплавов?

### **Практическая работа № 15**

#### **Проектирование и расчет стержней**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков проектирования и расчёта стержня для литейной формы.

#### **Задание на практическую работу**

Научиться разрабатывать эскизы стержневого ящика и стержня

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каково назначение стержня?
2. Изложите порядок изготовления литейной формы при ручной формовке.
3. Какие материалы используются для получения стержня?
4. Назовите основные литейные свойства сплавов

## **Практическая работа № 16**

### **Проектирование и расчет элементов литниковой системы**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков проектирования и расчёта элементов литниковой системы

#### **Задание на практическую работу**

Рассчитать элементы литниковой системы.

Изобразить эскиз литниковой системы.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каково назначение литниковой системы?
2. Что входит в литниковую систему?
3. Что называется жидкотекучестью литейных сплавов?
4. Какие факторы влияют на жидкотекучесть?
5. Что называется усадкой литейных сплавов?

## **Практическая работа № 17**

### **Выбор инструмента и разработка технологии для обработки отливки**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков разработки технологии для обработки отливки.

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить инструменты для обработки отливок.
2. Выбрать инструмент для обработки отливок.
3. Разработать технологию обработки отливки.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. От каких факторов, и как зависит качество поверхности обработанной детали?
2. Укажите основные элементы режущей части резца.
3. Перечислите существующие конструкции резцов.
4. Дать характеристику типов резцов в зависимости от их назначения.
5. Перечислите основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
6. Дайте краткую характеристику современным инструментальным материалам.
7. Какие инструментальные материалы применяют для изготовления токарных резцов?

## **Практическая работа № 18**

### **Определение размеров припусков, веса заготовки и выбор операций ковки вала**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков определения размер припусков, веса заготовки и выбирать операции для ковки вала

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить методы определения размеров припусков
2. Определить припуски для вала
3. Определить вес заготовки
4. Выбрать операции ковки вала

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Как определяются припуски при изготовлении вала?
2. Как определить вес заготовки?
3. Какие операции необходимы при ковке вала?

## **Практическая работа № 19**

### **Разработка технологического процесса холодной листовой штамповки**

**Цель работы:** получение практических умений и навыков разработки технологического процесса холодной листовой штамповки.

#### **Задание на практическую работу**

1. Освоить способы экономичного раскроя листового материала.
2. Научиться пользоваться ГОСТами на материал и сортамент.
3. Научиться составлять технологический процесс.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое штамповка?
2. Какие способы штамповки Вы знаете?
3. В чем особенности холодной листовой штамповки?
4. Каковы способы рационального раскроя материала для листовой штамповки?
5. Как рассчитать необходимое усилие прессы для холодной листовой штамповки?

## **Практическая работа № 20**

### **Обработка заготовок на станках токарной группы**

**Цель работы:** изучить технологию обработки заготовок на станках токарной группы.

#### **Задание на практическую работу**

1. Ознакомиться с металлорежущим инструментом и основными технологическими операциями.
2. Изучить виды токарных резцов и материалы, применяемые для изготовления инструмента, изучить влияние режима резания на качество готовых изделий.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Назвать основные параметры режима резания.
2. Дать определение скорости резания, подачи, глубины резания.

3. Какими явлениями сопровождается процесс резания?
4. Чем отличается черновая обработка от чистовой?
5. От каких факторов, и как зависит качество поверхности обработанной детали?
6. Как влияет величина главного заднего угла  $\alpha$  на процесс резания?
7. Как влияет величина переднего угла  $\gamma$  на процесс резания?
8. Укажите основные элементы режущей части резца.
9. Перечислите существующие конструкции резцов.
10. Дать характеристику типов резцов в зависимости от их назначения.
11. Перечислите основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
12. Дайте краткую характеристику современным инструментальным материалам.
13. Какие инструментальные материалы применяют для изготовления токарных резцов?
14. Почему углеродистые инструментальные стали редко применяют для изготовления токарных резцов?
15. Каковы преимущества легированных сталей для режущего инструмента перед углеродистыми сталями?
16. Какие вы знаете быстрорежущие стали, твёрдые сплавы? Назвать марки.

## **Практическая работа № 21**

### **Исследование дугового разряда между угольными электродами**

**Цель работы:** исследовать дуговой разряд между угольными электродами.

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить строение и свойства мощного дугового разряда.
2. Исследовать влияние на дуговой разряд рода и полярности тока, магнитных полей и ферромагнитных масс.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. На какие области делится дуговой разряд?
2. Какие процессы протекают в отдельных участках сварочной дуги?
3. Что такое магнитное дутье?
4. Какова особенность дугового разряда как проводника электрического тока?
5. Как влияет собственное магнитное поле на дуговой разряд?
6. Почему сварочная дуга притягивается к ферромагнитной массе?
7. Каким образом можно объяснить резкое возрастание твердости стали при проплавлении ее угольной дугой на токе обратной полярности?
8. Меры борьбы с магнитным дутьем?

## **Практическая работа № 22**

### **Разработка технологического процесса изготовления деталей методом порошковой металлургии**

**Цель работы:** Разработать технологический процесс изготовления

деталей методом порошковой металлургии.

#### **Задание на практическую работу**

1. Изучить методы получения деталей из порошков
2. Определить плотность детали из порошка
3. Определить массу навески порошка
4. Разработать технологический процесс детали из конкретного порошкового материала

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы особенности получения деталей из порошков?
2. В каких областях промышленности используются детали из порошков?
3. Как определить плотность и массу навески для получения детали из порошкового материала?

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Согласно учебному плану дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

Задания на контрольную работу выбирается по двум последним цифрам зачетной книжки (таблица 4). Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными и ясными.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее и нижнее – 2 см. Нумерация страниц – внизу справа.

#### *Структура контрольной работы:*

- титульный лист (приложение А);
- содержание;
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа);
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 10 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;
- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу).

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Таблица 4 – Варианты контрольной работы № 1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	40,41,76 101,136	39,42,77 102, 137	37,43,78 103,138	37,44,79 104, 139	36,45,80 105, 140	35,46,81 106,141	33,48,83 107, 142	32,49,84 108, 143	34,47,82 109, 144	31,50,85 110, 145
1	30,51,86 111, 146	29,52,87 112, 147	28,53,88 113, 148	27,54,89 114, 149	26,55,90 115, 150	25,56,91 116,151	24,57,92 117, 152	23,58,93 118, 153	22,59,94 119, 154	21,60,95 120, 155
2	20,61,96 121, 136	19,62,97 122, 137	18,63,98 123, 138	17,64,99 124, 139	16,65,100 125, 140	15,66,100 126, 141	14,67,99 127, 142	13,68,98 128, 149	12,69,97 129, 150	11,70,96 130, 151
3	10,71,95 131, 151	9,72,94 132, 152	8,73,93 133, 153	7,74,92 134, 155	6,75,91 135, 150	5,75,90 101, 136	4,74,89 102, 137	3,73,88 103, 138	2,72,87 104, 139	1,71,86 105, 140
4	1,70,85, 106, 141	2,69,84 107, 142	3,68,83 108, 143	4,67,82 109, 144	5,66,81 110, 145	6,65,80 111, 146	7,64,79 112, 147	8,63,78 113, 148	9,62,77 114, 149	10,61,76 115, 150
5	11,60,76 116, 151	12,59,77 117, 152	13,58,78 118, 154	14,57,79 119, 155	15,56,80 120, 153	16,55,81 121, 152	17,54,82 122, 151	18,53,83 123, 150	19,52,84 124, 149	20,51,85 125, 147
6	21,50,86 126, 148	22,49,87 127, 146	23,48,88 128, 145	24,47,89 129, 144	25,46,90 130, 143	26,45,91 131, 142	27,44,92 132, 141	28,43,93 133, 140	29,42,94 134, 139	30,41,95 135, 138
7	31,42,96 101, 137	32,43,97 102, 136	33,47,98 103, 137	34,48,99 104, 138	35,49,100 105, 139	36,50,100 106, 140	37,51,99 107, 141	38,52,98 108, 142	39,53,97 109, 143	40,54,96 109, 144
8	25,55,95 110, 145	22,56,94 111, 146	21,57,93 112, 147	30,58,92 113, 148	6,59,91 114, 149	7,60,90 115, 150	24,61,89 116, 151	5,62,88 117, 152	28,64,87 118, 153	29,65,86 119, 154
9	36,66,85 120, 155	37,69,84 121, 136	39,70,83 122, 137	35,72,82 123, 138	32,73,81 124, 139	33,74,80 125, 140	1,62,79 126, 141	17,53,78 127, 142	19,52,77 128, 143	2,51,76 129, 144

## Вопросы для контрольной работы

1. Дать понятие энергии связи. Виды связей в твердых телах.
2. Опишите особенности металлического типа связи, основные свойства металлов.
3. Опишите особенности ионного типа связи, основные свойства ионных кристаллов.
4. Какие металлы имеют объёмно-центрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите ее параметры, координационное число, плотность упаковки.
5. Опишите особенности ковалентного типа связи, основные свойства ковалентных кристаллов.
6. Какие металлы имеют гранецентрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число.
7. Какие металлы имеют плотноупакованную гексагональную решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число, плотность упаковки.
8. Опишите строение и основные характеристики (параметры, координационное число, плотность упаковки) кристаллической решетки алюминия. Начертите элементарную ячейку.
9. То же для меди.
10. То же для хрома.
11. То же для молибдена.
12. То же для вольфрама.
13. То же для цинка.
14. То же для никеля.
15. То же для ванадия.
16. То же для магния.
17. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для кубической модификации титана.
18. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для тетрагональной модификации олова.
19. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для различных модификаций железа.
20. То же для циркония.
21. Опишите магнитное превращение в металлах. В чем отличие магнитного превращения от полиморфного?
22. Дайте описание твердых растворов замещения. Приведите примеры.
23. Опишите условия образования неограниченных твердых растворов

замещения. Приведите примеры.

24. Дайте описание твердых растворов внедрения, приведите примеры.

25. Опишите химические соединения (промежуточные фазы). Приведите примеры.

26. Что такое эвтектика и эвтектоид? Приведите примеры сплавов.

27. Постройте кривую охлаждения для железа с применением правила фаз.

28. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения металлов, их влияние на свойства металлов.

29. Опишите линейные несовершенства (дислокации) кристаллического строения металлов. Влияние дислокации на свойства металлов.

30. Опишите механизм и физическую сущность процесса кристаллизации.

31. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации, используя теорию Таммана.

32. Опишите явление транскристаллизации и его влияние на свойства слитка.

33. Что такое переохлаждение и как оно влияет на структуру кристаллизующегося металла?

34. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

35. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла?

36. Опишите физическую сущность процесса плавления.

37. Назначение модифицирования. Виды модификаторов. Приведите примеры.

38. Опишите влияние реальной среды на процесс кристаллизации.

39. Опишите строение реального слитка и явление транскристаллизации.

40. Объясните превращения, происходящие в сплавах в твердом состоянии (вторичная кристаллизация).

41. Как изменяется плотность дислокаций при холодной пластической деформации металлов? Влияние плотности дислокаций на свойства металла.

42. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности каждого вида деформации.

43. Как и почему изменяются свойства при холодной пластической деформации?

44. Под действием каких напряжений происходит пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металла?

45. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием нормальных напряжений? Укажите вид разрушения.

46. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием касательных напряжений? Укажите вид разрушения.

47. Как изменяются строение и свойства при нагреве предварительно

деформированного металла?

48. Для каких практических целей применяют наклеп, в чем сущность наклепа?

49. Объясните природу хрупкого разрушения металлов и факторы, способствующие переходу металла в хрупкое состояние.

50. Как изменяются эксплуатационные характеристики деталей после поверхностного наклепа (дробеструйной обработки) и почему?

51. Для чего применяется отжиг в процессе изготовления холоднокатанной стальной ленты? Как называется такой вид отжига? Как влияет степень пластической деформации на процесс рекристаллизации и величину зерна? Что такое критическая степень деформации?

52. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации? Как определить температуру рекристаллизации?

53. Объясните сущность процесса первичной рекристаллизации (рекристаллизации обработки).

54. Какие процессы протекают при горячей пластической деформации?

55. Для какой цели применяется рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим отжига? Дайте примеры.

56. В чем различие между упругой и пластической деформацией?

57. Какой вид напряжений приводит к вязкому разрушению путем среза? Объясните природу разрушения.

58. Какой вид напряжений приводит к хрупкому разрушению путем отрыва? Объясните природу разрушения.

59. Опишите механизм упругой и пластической деформации поликристаллического металла.

60. Опишите сущность процесса собирательной рекристаллизации.

61. Объясните, почему пластическую деформацию олова при комнатной температуре называют горячей деформацией, а вольфрама при температуре 1000 °С – холодной пластической деформацией?

62. Волочение проволоки проводят в несколько переходов. Если волочение выполняют без промежуточных операций отжига, то проволока на последних переходах даст разрыв. Объясните причины разрывов и укажите меры для предупреждения этого.

63. Для чего применяется отжиг после наклепа холоднокатаных прутков стали Ст3? Выбор режима отжига.

64. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаных медных лент? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

65. Детали из меди, штампованные в холодном состоянии, имели низкую пластичность. Объясните причину этого явления и укажите, каким способом

можно повысить относительное удлинение. Рекомендуйте режим обработки и приведите характер изменения механических свойств.

66. Как изменяется блочная (мозаичная) структура при нагреве предварительно деформированного металла? В чем сущность процесса полигонизации?

67. Объясните, можно ли отличить по микроструктуре металл, деформированный в холодном состоянии, от металла, деформированного в горячем состоянии, и укажите, в чем различие в микроструктуре.

68. Назначьте режим отжига холоднокатаного профиля из магния. Как такой отжиг называется? Опишите сущность происходящих процессов.

69. Каким образом можно восстановить пластичность холоднокатаного алюминиевого прутка? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

70. Как изменяются механические и другие свойства при нагреве наклепанного металла и почему?

71. Как влияет изменение структуры на свойства холоднодеформированного металла? В чем сущность и каково практическое применение наклепа?

72. Прутки олова были деформированы при температуре 20 °С. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании, и опишите процессы, протекающие при этом.

73. Полосы свинца были деформированы при комнатной температуре на различную степень деформации: 10, 20, 40 и 60 %. После прокатки твердость (НВ) всех полос свинца оказалась практически одинаковой. Объясните, почему свинец не упрочнился?

74. Какие процессы происходят при горячей пластической деформации и как изменяются строение и свойства металла?

75. Вычертите диаграмму состояния системы железо-углерод (железо-цементит) (рисунок 1). Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) и опишите превращения от жидкого состояния до нормальной температуры для сплава, содержащего 0,15 % С. Укажите структуру сплава при комнатной температуре, назовите сплав.

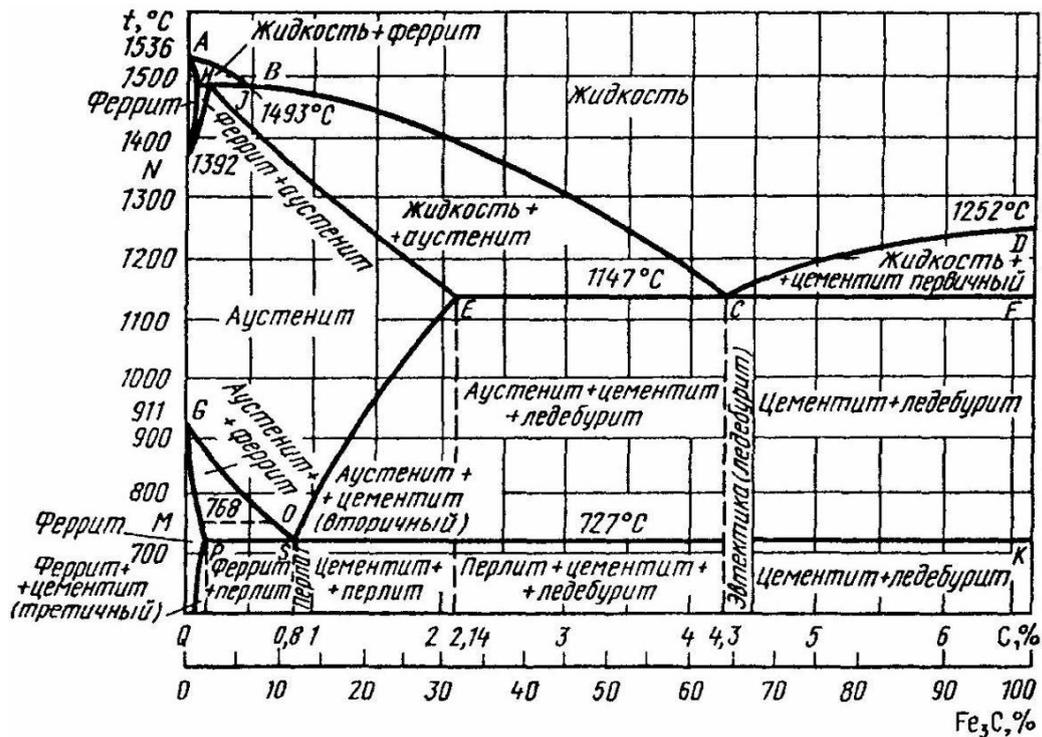


Рисунок 1 – Диаграмма состояния системы железо-углерод (железо-цементит). То же для сплава, содержащего 0,25 % С

76. То же для сплава, содержащего 0,05 % С.
77. То же для сплава, содержащего 0,3 % С.
78. То же для сплава, содержащего 0,45 % С.
79. То же для сплава, содержащего 0,65 % С.
80. То же для сплава, содержащего 0,7 % С.
81. То же для сплава, содержащего 0,8 % С.
82. То же для сплава, содержащего 0,9 % С.
83. То же для сплава, содержащего 1,0 % С.
84. То же для сплава, содержащего 1,2 % С.
85. То же для сплава, содержащего 1,5 % С.
86. То же для сплава, содержащего 1,8 % С.
87. То же для сплава, содержащего 2,5 % С.
88. То же для сплава, содержащего 3,0 % С.
89. То же для сплава, содержащего 3,5 % С.
90. То же для сплава, содержащего 4,3 % С.
91. То же для сплава, содержащего 5,0 % С.
92. То же для сплава, содержащего 5,5 % С.
93. То же для сплава, содержащего 6,0 % С.
94. То же для сплава, содержащего 0,2 % С.
95. То же для сплава, содержащего 0,6 % С.
96. То же для сплава, содержащего 1,3 % С.
97. То же для сплава, содержащего 4,0 % С.

98. То же для сплава, содержащего 2,2 % С.
99. Какое содержание углерода в эвтектоидной стали?
100. Какую кристаллическую решетку имеют  $\alpha$ - и  $\gamma$ -железо?
101. Что такое аустенит, феррит, перлит, цементит?
102. Укажите название областей на стальной части диаграммы.
103. Какие процессы протекают в стали при ее охлаждении в области 727 °С?
104. Какое максимальное содержание углерода в аустените?
105. Какое максимальное содержание углерода в феррите?
106. Как влияет содержание углерода на свойства стали?
107. Как классифицируются углеродистые стали по качеству? Приведите пример марки углеродистой стали обыкновенного качества, качественной и высококачественной.
108. Расшифруйте марку стали ст 0 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
109. Расшифруйте марку стали ст 2 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
110. Расшифруйте марку стали ст 2 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
111. Расшифруйте марку стали ст 6 сп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
112. Расшифруйте марку стали ст 4 сп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
113. Расшифруйте марку стали 15 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
114. Расшифруйте марку стали 20 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
115. Расшифруйте марку стали 25 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
116. Расшифруйте марку стали 30 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
117. Расшифруйте марку стали 35 согласно ГОСТ с указанием



131. Расшифруйте марку стали У11 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

132. Расшифруйте марку стали У12 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

133. Расшифруйте марку стали У12А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

134. Выберите материал для изготовления дробы для дробеструйных аппаратов очистки деталей. Дробь при работе аппарата не должна деформироваться и должна иметь высокую твердость и износостойкость. Опишите структуру выбранного материала.

135. Станину станка изготавливают методом литья с последующей обработкой резанием. В процессе работы станина не испытывает ударных нагрузок. Условия работы довольно легкие. Выберите материал для ее изготовления, расшифруйте марку и поясните структуру данного чугуна.

136. Корпуса редукторов изготавливают из чугуна методом литья с последующей обработкой резанием. Материал должен обладать прочностью  $\sigma_B = 500$  МПа, относительным удлинением 1,5 % и иметь твердость НВ230. Выберите и обоснуйте марку чугуна, расшифруйте ее и поясните структуру.

137. Почему белые чугуны ограниченно применяются в машиностроении? Дайте подробное пояснение. Какие разновидности белых чугунов существуют, и какова их структура?

138. Произошла поломка коленчатого вала дизельного двигателя. После исследования микроструктуры было дано заключение, что структура данного сплава состоит из зерен перлита с включениями пластинчатого графита. По техническим условиям данный материал должен обладать  $\sigma_B \geq 650$  МПа,  $\delta \geq 2$  %, НВ  $\geq 220-300$ . Из какого материала был изготовлен коленчатый вал? Из-за чего произошла поломка, и что Вы рекомендуете для предотвращения разрушения вала в дальнейшем?

139. Выберите материал для корпуса небольшого электродвигателя. Условия работы легкие, нагрузки небольшие. Корпус отливается с последующей обработкой резанием. Расшифруйте марку чугуна и поясните его структуру.

140. Для добычи гравия из реки Томь используют земснаряды. Шарнирные соединения труб для транспортировки гравия делают из чугуна. Условия работы: большой гидроабразивный износ, ударные нагрузки, постоянная вибрация. Выберите и обоснуйте марку чугуна.

141. Выберите материал для изготовления отопительных батарей. Способ их изготовления – литье. Расшифруйте выбранную марку и поясните структуру.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение: учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под ред. Г. Г. Бондаренко. – 2-е изд. – Москва: Юрайт, 2013. – 360 с.
2. Плошкин, В. В. Материаловедение: учеб. пособие / В. В. Плошкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 464 с.
3. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.]. – Москва: Высшая школа, 2000. – 630 с.
4. Материаловедение в машиностроении: учебник для бакалавров / А. М. Адашкин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. – Москва: Изд-во «Юрайт», 2012. – 535 с.
5. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Зряхин. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.
6. Технология конструкционных материалов: учебник / под ред. А. М. Дальского. – Москва: Машиностроение, 2004. – 512 с.
7. Жаропрочные стали и сплавы: справочное издание / С. Б. Масленков. – Москва: Металлургия, 1983. – 192.
8. Калачева, М. С. Материаловедение: учеб. пособие: в 2 ч. / М. С. Калачева. – Калининград: КГТУ, 2004. – Ч. 1. Выбор материала и режима термической обработки для режущего инструмента, штампов. – 46 с.
9. Калачева, М. С. Материаловедение: учеб. пособие: в 2 ч. / М. С. Калачева. – Калининград: КГТУ, 2005. – Ч. 2. Выбор материала и режима термической обработки для деталей машин, конструкций. – 75 с.
10. Технические свойства полимерных материалов: учеб.-справ. пособие / В. К. Крыжановский [и др.]. – Санкт-Петербург: Профессия, 2003. – 239 с.
11. Громыко, А. Г. Технология конструкционных материалов и технологические процессы в машиностроении: методические указания по выполнению лабораторных работ по литейному производству и обработке давлением для студентов высших учебных заведений технических специальностей и направлений / А. Г. Громыко, Е. Н. Евсина, И. А. Соколова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 1998. – 130 с.
12. Технология литейного производства: учебник / Ю. И. Категоренко [и др.]; под ред. Ю. И. Категоренко, В. М. Миляева. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018. – 684 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/handle/978-5-8050-0641-9>

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Варианты заданий для выполнения контрольной работы

Лист 1

Стор. №

Подп. и дата

№№ лист. №

№№ лист. №

№№ лист. №

№№ лист. №

*Вариант 1*

3 отв. М16

$\phi 80$

$\sqrt{Ra 10,0 (\checkmark)}$

$\sqrt{Ra 6,3}$

$\sqrt{Ra 50}$

М30

55

35

25

12

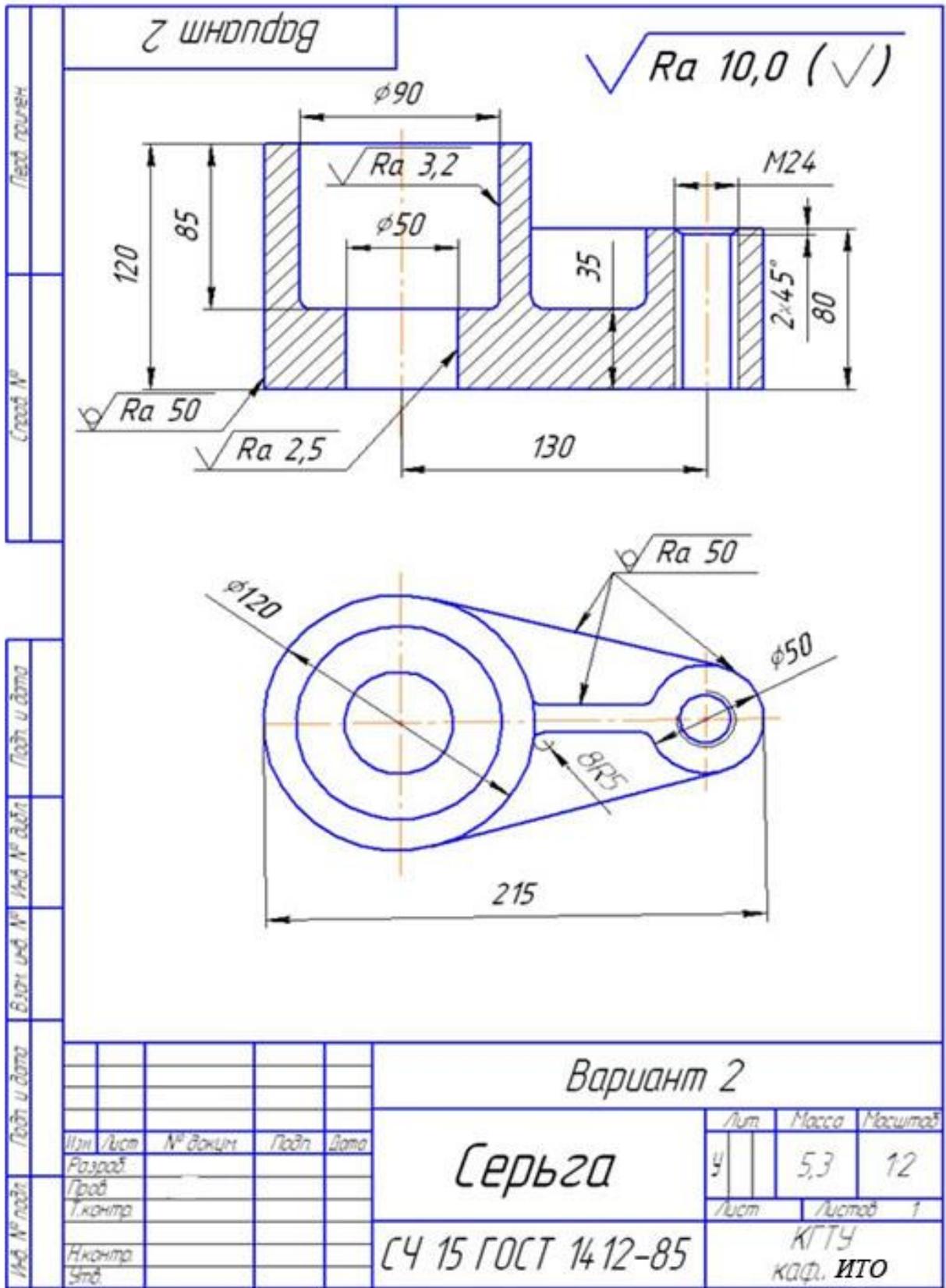
12

15

35

$\sqrt{Ra 50}$

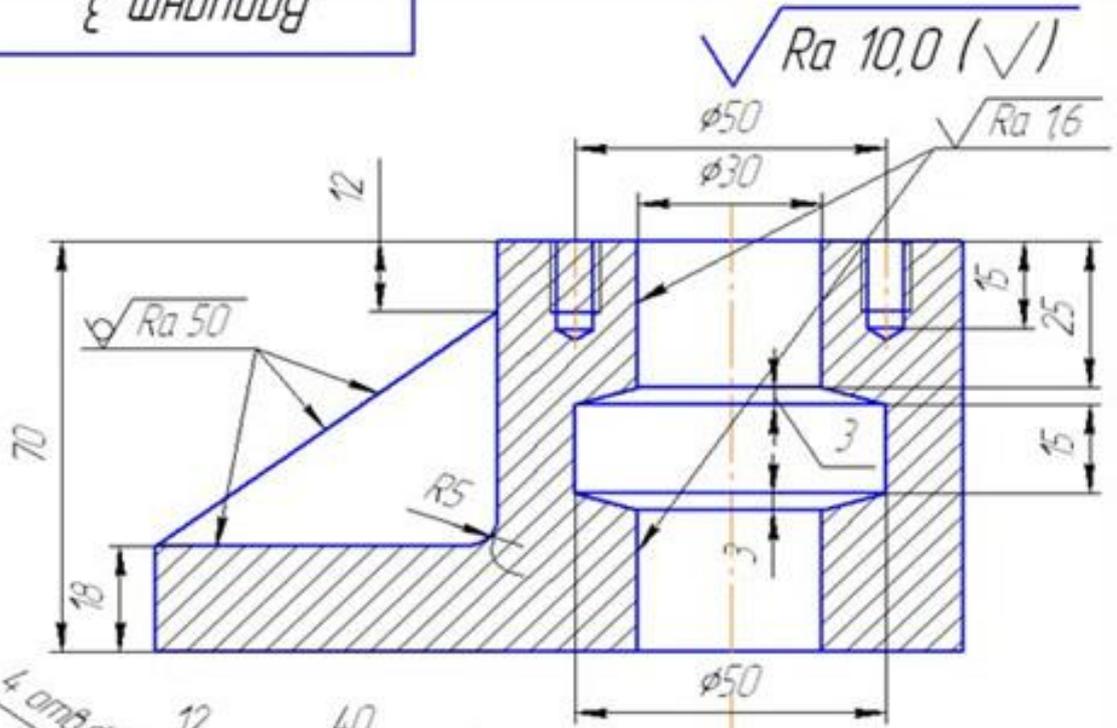
<b>Вариант 1</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
<b>Штурвальная гайка</b>				
<b>СЧ 15 ГОСТ 14.12-85</b>			Лит	Масса
<i>Копировал</i>			у	10
<i>Копировал</i>			Лист	Листов
<i>Копировал</i>			1	1
<i>Копировал</i>			КГТУ КАФ. ИТО	
<i>Копировал</i>			Формат А4	



ε шкандог

Листов поимен

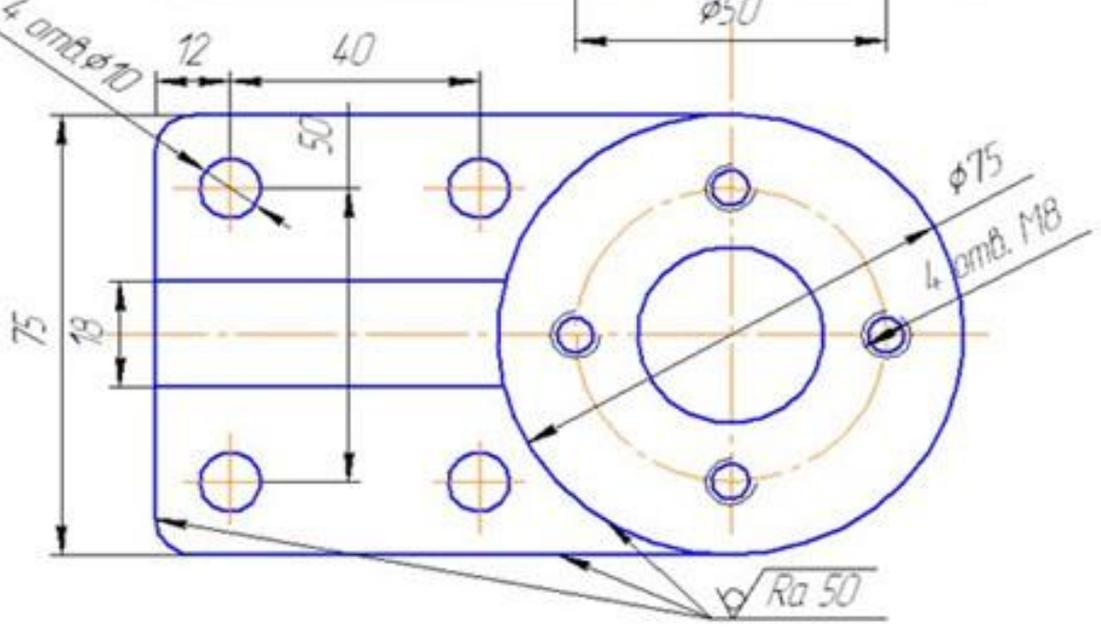
Склад №



Лист и дата

Инд. № дилл

Лист и дата



Вариант 3

Корпус

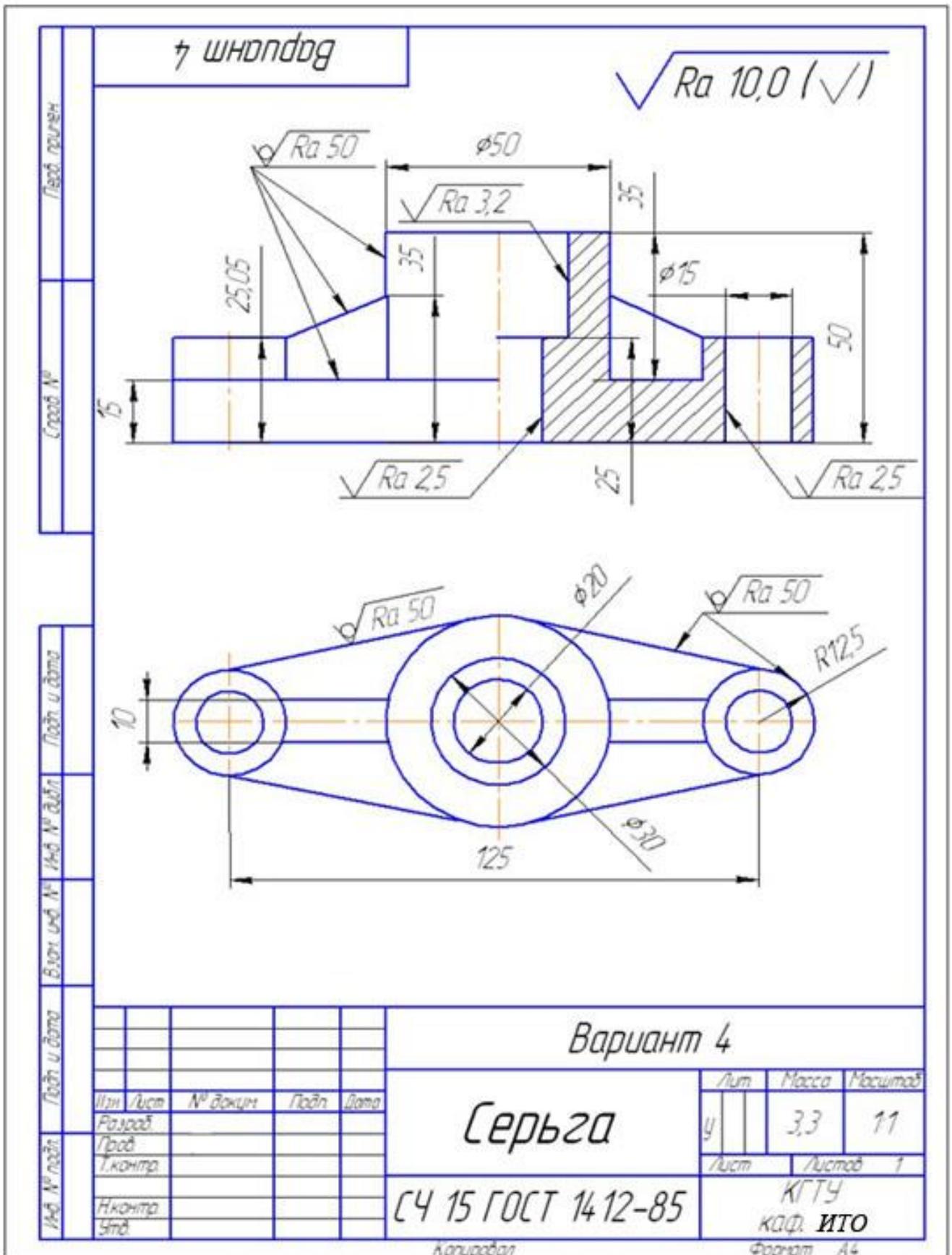
СЧ 15 ГОСТ1412-85

Копиробал

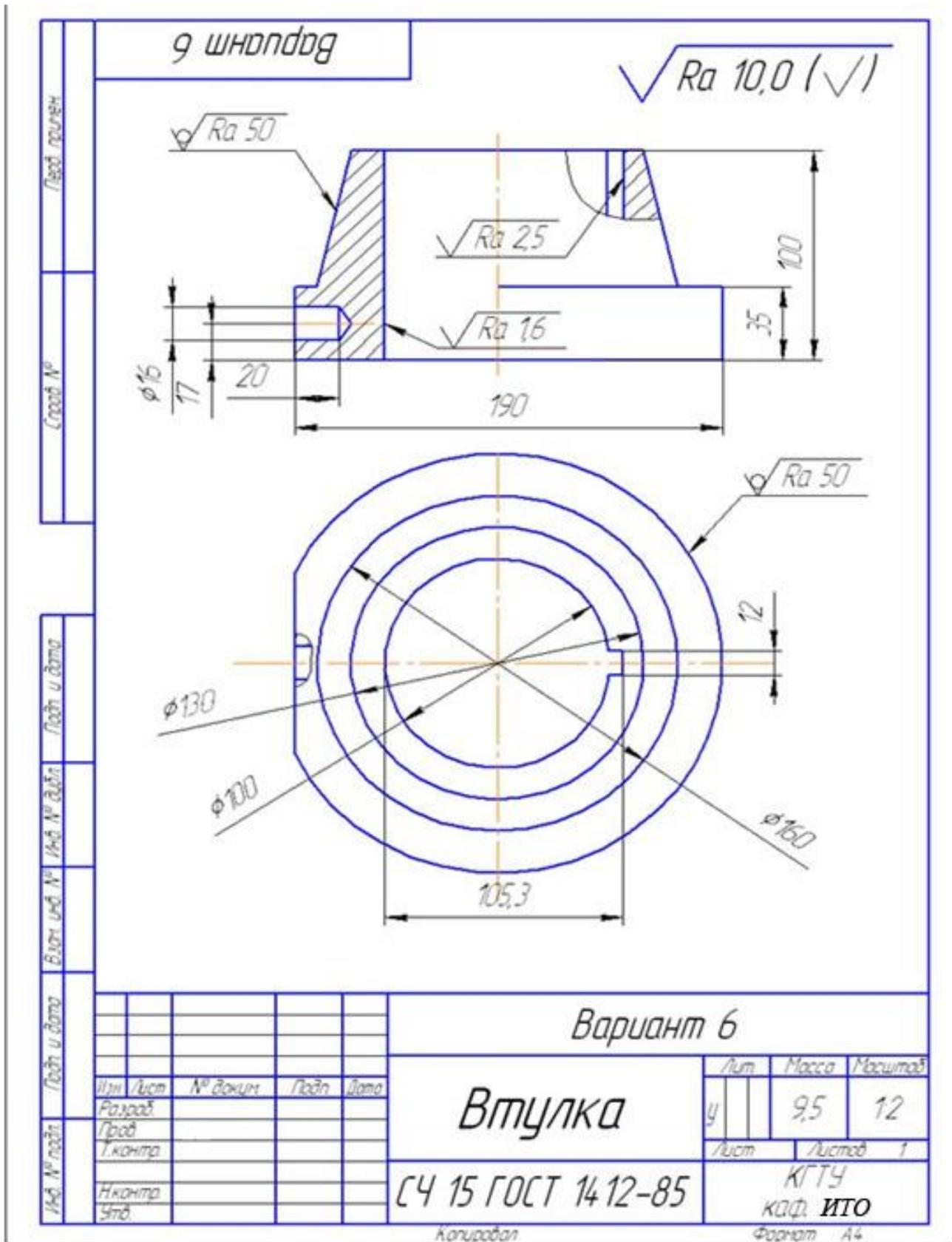
Лит	Масса	Масштаб
у	5,8	11
Лист	Листов	1

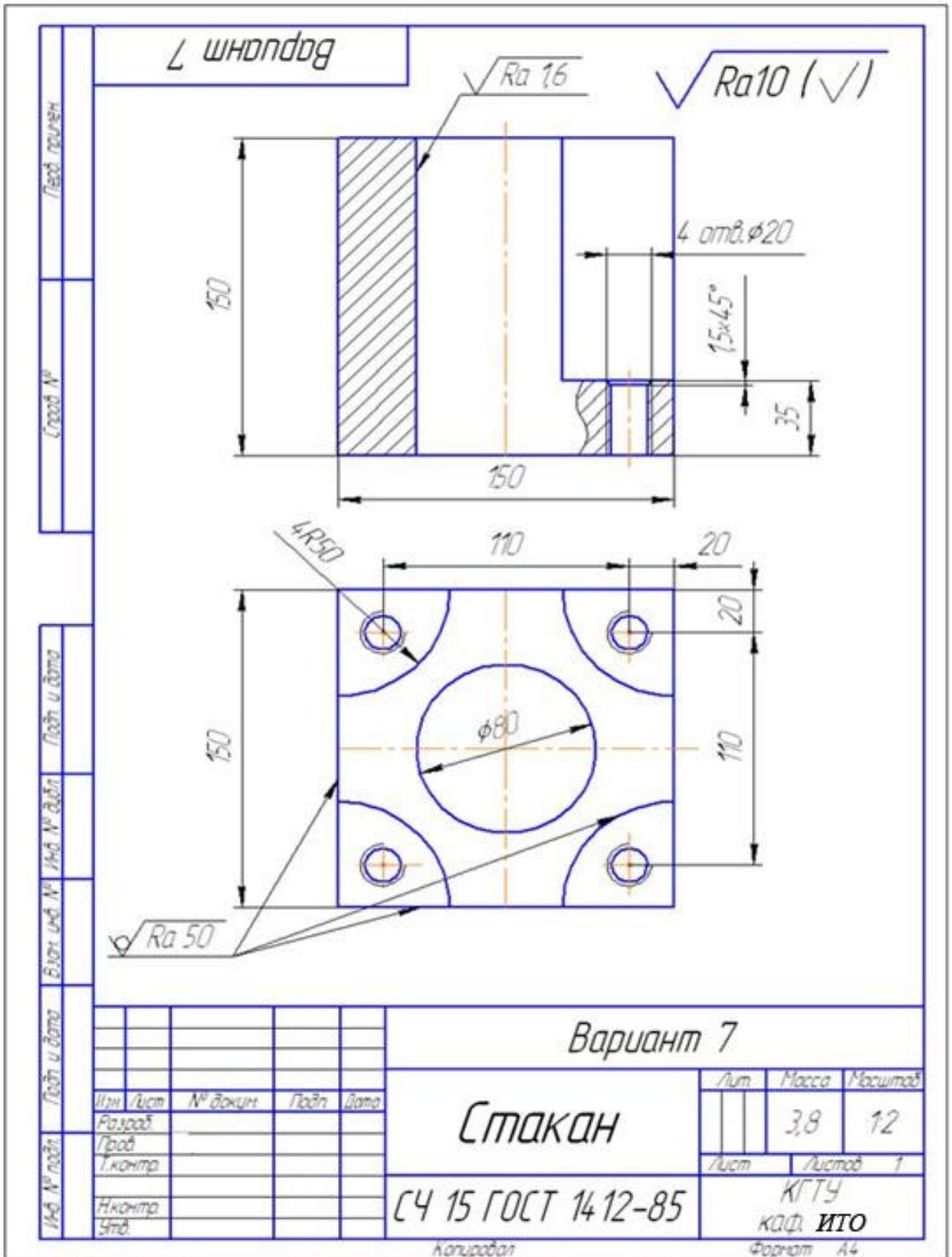
КГТУ  
каф ИТО

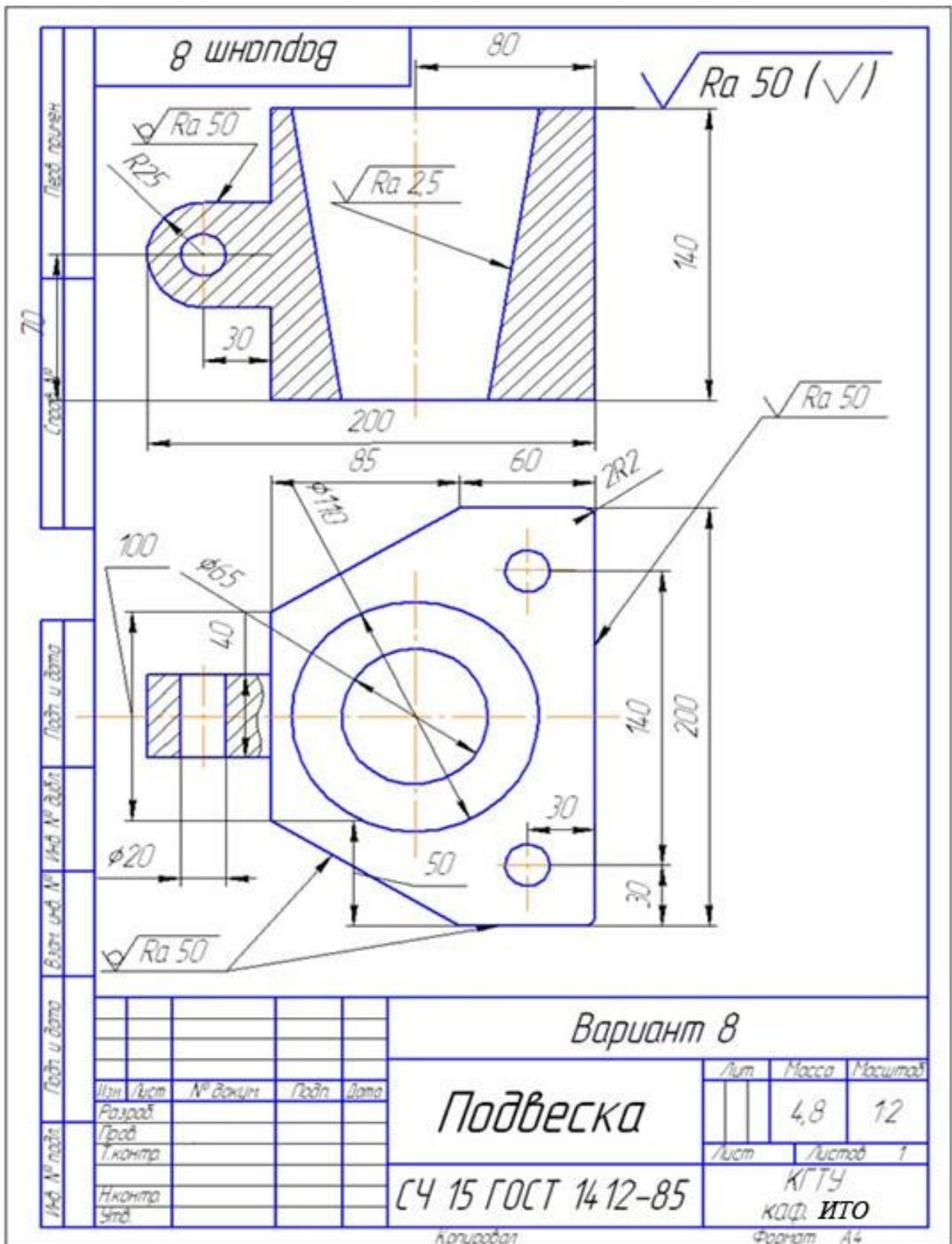
Формат А4

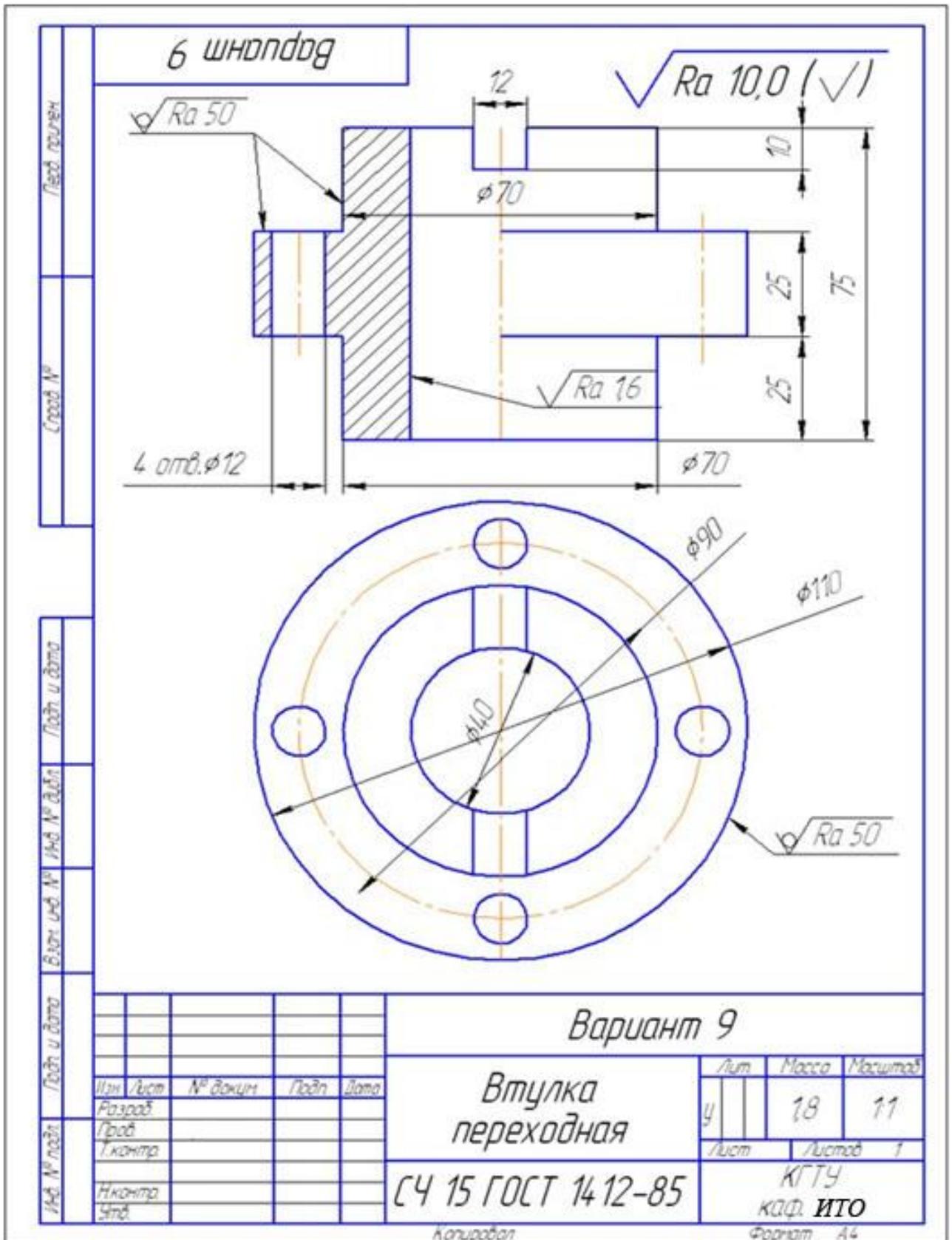


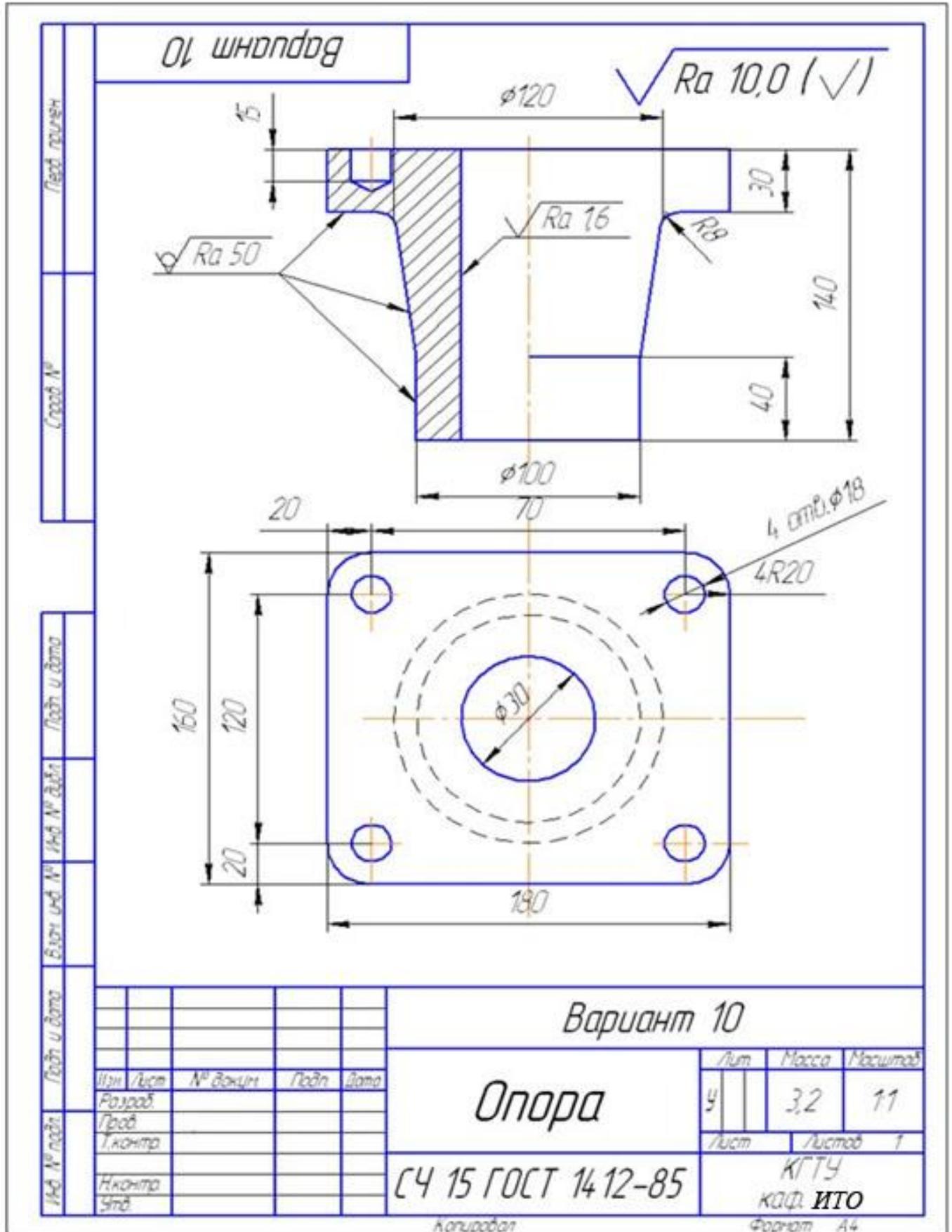






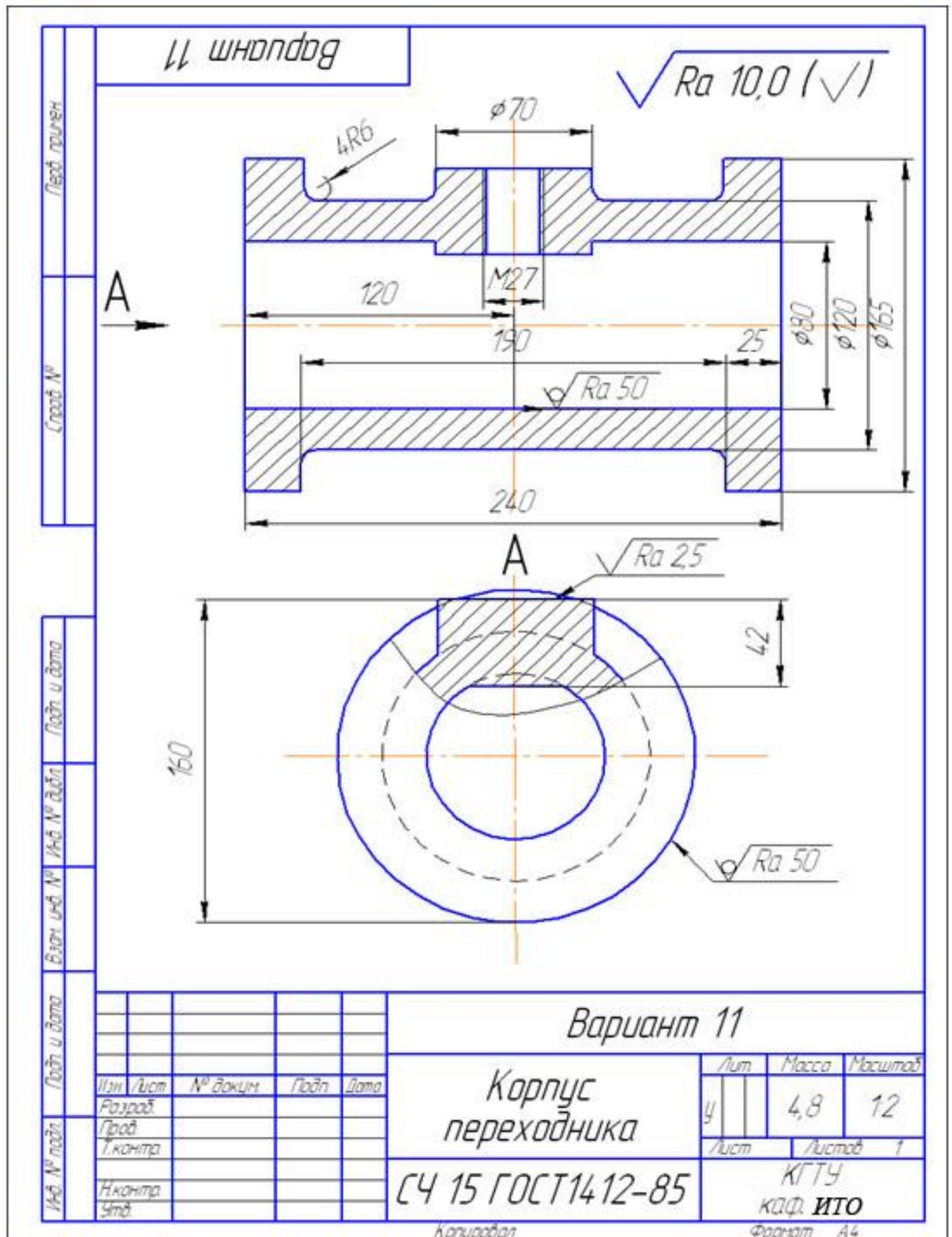


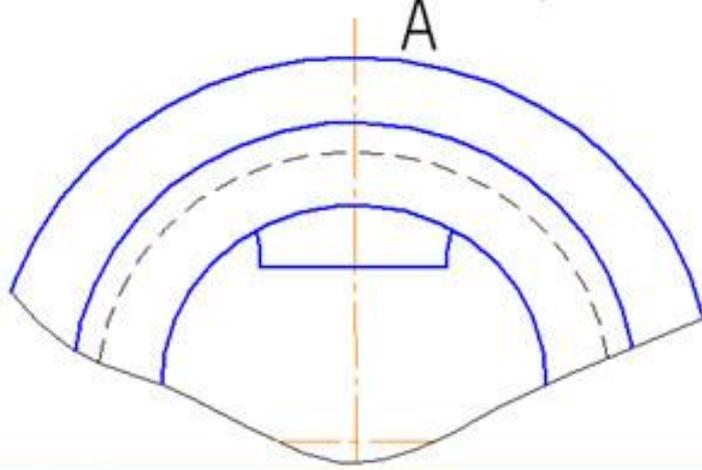
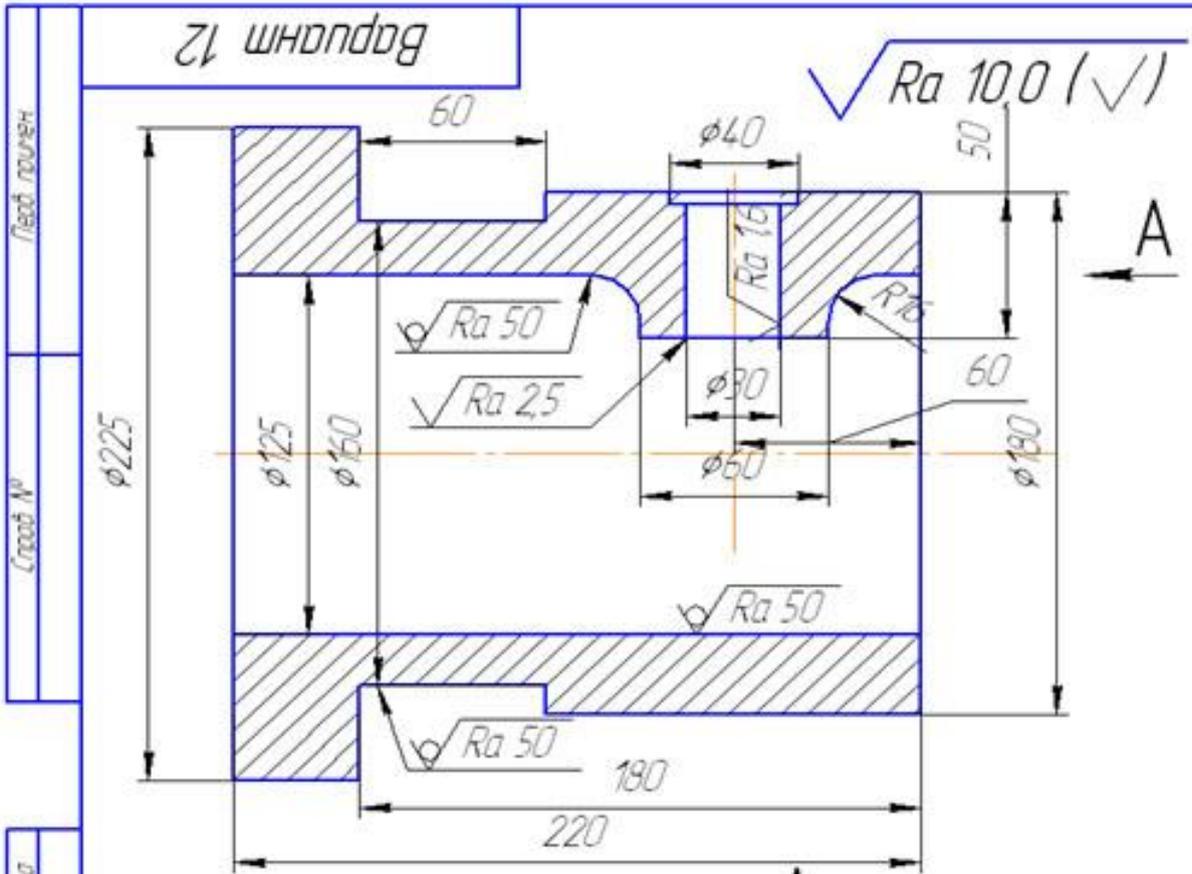




Листов	Лист 1 из 1			
Сред. №	Сред. №			
Подп. и дата				
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
И.контр.				
Уд.				

<b>Вариант 10</b>		
<b>Опора</b>	Лист	Масса
4	3,2	11
Лист	Листов 1	
КГТУ каф. ИТО		
Формат А4		





Лист получен					
Спецификация №					
Лист и дата					
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					
Проб.					
Т.контр.					
И.контр.					
Этб.					

Вариант 12

Корпус

СЧ 15 ГОСТ 14.12-85

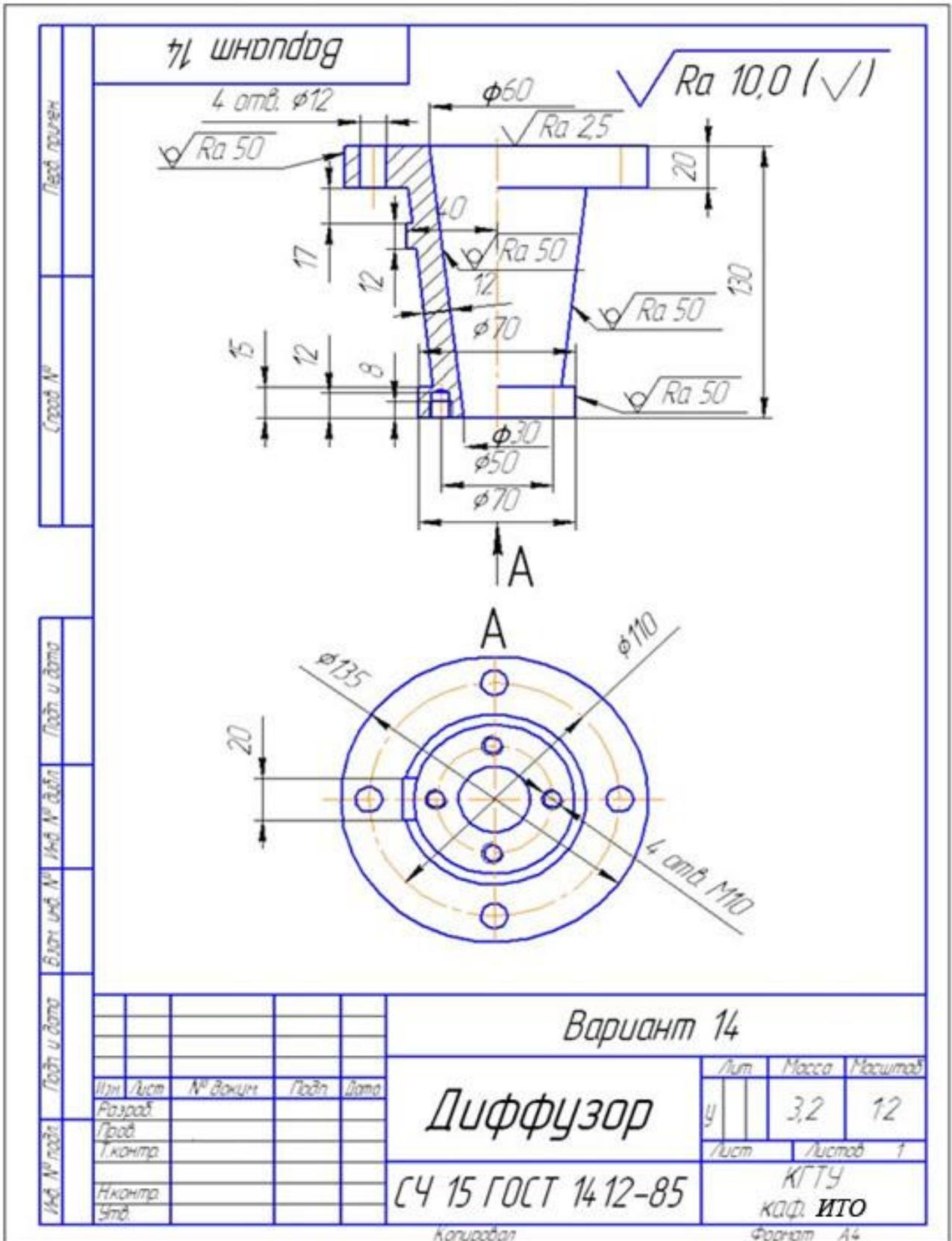
Лит	Масса	Масштаб
у	8,7	1:2
Лист	Листов 1	

КГТУ  
каф. ИТО

Копировал

Формат А4







Локальный электронный методический материал

Влада Игоревна Абрамова

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,  
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Редактор С. Кондрашова  
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 5,1. Печ. л. 3,8.

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1