

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

---

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

---

**Обучающие технологии  
по курсу**

**«Материаловедение»**

**Э.Ш. Иногамов, А.В. Лямин**

**Ташкент – 2014 г.**

Методические указания разработаны в соответствии с программой курса "Материаловедение" и содержат данные по 10-и лекциям и 8-ми лабораторным работам.

Перед выполнением работ в лаборатории студент обязан проработать теоретический материал, входящий в руководство по данной теме. Предусмотренный объем лабораторных работ позволяет студенту закрепить знания, полученные при прослушании курса лекций по курсу "Материаловедение", а также приобрести некоторые навыки по микро и макроструктурному анализу сталей и сплавов, термической и химико-термической обработки металлов, определение их твердости до и после операций термической обработки и др. В связи с тем, что группа студентов для проведения лабораторных работ разделяется на две подгруппы, ниже приводится последовательность выполнения работ для каждой подгруппы.

Подготовлено к печати на кафедре «Машины и аппараты пищевой промышленности – основы механики»

.

Составил: ст. преп. Иногамов Э.Ш.

к.т.н., ст. преп. Лямин А.В.

Отзывы: 1. Профессор кафедры «Термическая обработка металлов», д.т.н. Мухаммедов А.А. (ТГТУ)

2. Доцент кафедры «ТМО», к.т.н. Исмаилов А.А. (ТИТЛП)

Рассмотрено и одобрено на научно-методическом совете ТХТИ («27» августа 2014 г. протокол №1).

## СОДЕРЖАНИЕ

**Введение.** Концептуальные основы по образовательным технологиям курса «Материаловедение».

### ЛЕКЦИИ

- Тема 1.** Введение в курс материаловедение. Особенности атомно-кристаллического строения металлов.
- Тема 2.** Кристаллизации металлов. Методы исследования металлов. Общая теория сплавов. Строение, кристаллизация и свойства сплавов. Диаграмма состояния.
- Тема 3.** Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Нагрузки, напряжения и деформации. Механические свойства.
- Тема 4.** Механические свойства (продолжение). Технологические и эксплуатационные свойства. Конструкционная прочность материалов. Особенности деформации поликристаллических тел. Наклеп, возврат и рекристаллизация.
- Тема 5.** Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо – углерод. Стали. Классификация и маркировка сталей.
- Тема 6.** Чугуны. Диаграмма состояния железо – графит. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.
- Тема 7.** Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали. Основы теории термической обработки стали (продолжение). Технологические особенности и возможности отжига и нормализации.
- Тема 8.** Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация и диффузионная металлизация. Методы упрочнения металла.
- Тема 9.** Конструкционные материалы. Легированные стали. Инструментальные стали. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.
- Тема 10.** Цветные металлы и сплавы на их основе. Титан и его сплавы. Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Медь и ее сплавы.

### ЛАБОРАТОРНЫЕ

- Тема 1.** Экспериментальное построение кривой охлаждения металлов.
- Тема 2.** Макроскопический метод исследования металлов и сплавов.
- Тема 3.** Определение твёрдости металлов и сплавов методом Бриннеля и Роквелла.
- Тема 4.** Построение диаграммы состояния «Железо-углерод-цементит».
- Тема 5.** Классификация и применение углеродистых сталей и чугунов.
- Тема 6.** Влияние термической обработки на структуру и свойства углеродистых сталей.
- Тема 7.** Микроструктура углеродистых сталей в неравновесном состоянии (после термообработки).
- Тема 8.** Химико-термическая обработка стали.

## ВВЕДЕНИЕ

«В центре внимания должны находиться также вопросы широкого внедрения в учебный процесс новых информационных и педагогических технологий, поощрения нелегкого труда учителей и наставников, воспитывающих детей гармонично развитыми личностями. Словом, систему образования и воспитания необходимо поднять на качественно новый уровень»<sup>1</sup>.

Образовательная технология по дисциплине «**Материаловедение**» разработана на основе правил технологизации лекционных и практических занятий, изложенных в учебном пособии «Технологии обучения на лекциях и семинарах в экономическом вузе» (Автор-составитель Голиш Л.В.)

Каждая из представленных в книге образовательных технологий содержит, во-первых, информационный материал об условиях проведения учебных занятий, педагогических целях, задачах и ожидаемых учебных результатах, план учебного занятия, способы и средства обучения и пр. Во-вторых – это технологическая карта учебного занятия – поэтапное описание совместной деятельности обучающего и обучающихся по достижению целей данного учебного занятия.

Структурно книга состоит из введения, концептуальных основ образовательной технологии и технологий обучения на лекционных и практических занятиях по каждой теме.

Вся информация максимально обобщена и упорядочена. Она изложена в сжатой форме и представлена в наиболее приемлемом для восприятия и запоминания виде – в схемах и таблицах.

В «Концептуальных основах» изложены актуальность и структура учебного предмета «**Материаловедение**», содержание обучения по данному учебному предмету, концептуальные положения, определившие выбор способов и средств обучения, коммуникации, информации и управления образовательным процессом. Далее представлены спроектированные технологии обучения:

(1) на лекционных занятиях восьми видов: вводная, тематическая, проблемная, лекция-визуализация, лекция-конференция, лекция-дискуссия, лекция с разбором конкретной ситуации.

(2) на практических занятиях, основанных на методах обучения сообща, кластер, обучающей игры по формированию навыков с применением полученных знаний в процессе решения проблемных задач по расширению и углублению знаний и умений с применением информационных технологий, а также по развитию навыков самоорганизации.

Реализуется педагогическая идея: преподаватель должен быть не единственным источником знаний, а организатором процесса самостоятельной работы студентов, консультантом-арбитром, менеджером учебного процесса. Именно эта идея легла в основу разработки образовательной технологии по курсу «**Материаловедение**».

---

<sup>1</sup> Каримов И.А. «Конституция Узбекистана – прочный фундамент нашего продвижения на пути демократического развития и формирования гражданского общества».- «Правда Востока» 10.12.09.

**Материаловедение** – это наука о взаимосвязи электронного строения, структуры материалов с их составом, физическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Создание научных основ металловедения по праву принадлежит Чернову Д.К., который установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в сталях. Этим были заложены основы для важнейшей в металловедении диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Открытием аллотропических превращений в стали, Чернов заложил фундамент термической обработки стали. Критические точки в стали, позволили рационально выбирать температуру ее закалки, отпуска и пластической деформации в производственных условиях.

В своих работах по кристаллизации стали, и строению слитка Чернов изложил основные положения теории литья, не утратившие своего научного и практического значения в настоящее время.

Великий русский металлург Аносов П.П. впервые применил микроскоп для исследования структуры металлов. Ему принадлежит приоритет в создании легированных сталей. Разработал теорию и технологию изготовления клинков из булатной стали. Из его работ стало ясно, что так называемый булатный узор на поверхности стали, непосредственно зависит от ее внутренней структуры.

В 1873-1876 г.г Гиббс изложил основные законы фазового равновесия и, в частности, правило фаз, основываясь на законах термодинамики. Для решения практических задач знание фазового равновесия в той или иной системе необходимо, но не достаточно для определения состава и относительного количества фаз. Обязательно знать структуру сплавов, то есть атомное строение фаз, составляющих сплав, а также распределение, размер и форму кристаллов каждой фазы.

Определение атомного строения фаз стало возможным после открытия Лауэ (1912 г), показавшего, что атомы в кристалле регулярно заполняют пространство, образуя пространственную дифракционную решетку, и что рентгеновские лучи имеют волновую природу. Дифракция рентгеновских лучей на такой решетке дает возможность исследовать строение кристаллов.

В последнее время для структурного анализа, кроме рентгеновских лучей, используют электроны и нейтроны. Соответствующие методы исследования называются электронографией и нейтронографией. Электронная оптика позволила усовершенствовать микроскопию. В настоящее время на электронных микроскопах полезное максимальное увеличение доведено до 100000 раз.

В пятидесятых годах, когда началось исследование природы свойств металлических материалов, было показано, что большинство наиболее важных свойств, в том числе сопротивление пластической деформации и разрушению в различных условиях нагружения, зависит от особенностей тонкого кристаллического строения. Этот вывод способствовал привлечению физических теорий о строении реальных металлов для объяснения многих непонятных явлений и для конструирования сплавов с заданными механическими свойствами. Благодаря теории дислокаций, удалось получить достоверные сведения об изменениях в металлах при их пластической деформации.

Особенно интенсивно развивается металловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики.

Основными направлениями в развитии металловедения является разработка способов производства чистых и сверхчистых металлов, свойства которых сильно отличаются от свойств металлов технической чистоты, с которыми преимущественно работают. Генеральной задачей материаловедения является создание материалов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы. Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (низкие и высокие температуры и давление).

До настоящего времени основной материальной базой машиностроения служит черная металлургия, производящая стали и чугуны. Эти материалы имеют много положительных качеств и в первую очередь обеспечивают высокую конструкционную прочность деталей машин. Однако эти классические материалы имеют такие недостатки как большая плотность, низкая коррозионная стойкость. Потери от коррозии составляют 20% годового производства стали и чугуна. Поэтому, по данным научных исследований, через 20...40 лет все развитые страны перестроятся на массовое использование металлических сплавов на базе титана, магния, алюминия. Эти легкие и прочные сплавы позволяют в 2-3 раза облегчить станки и машины, в 10 раз уменьшить расходы на ремонт.

По данным института имени Байкова А.Н. в нашей стране есть все условия чтобы в течении 10...15 лет машиностроение могло перейти на выпуск алюминиево-титановой подвижной техники, которая отличается легкостью, коррозионной стойкостью и большим безремонтным ресурсом.

Важное значение имеет устранение отставания нашей страны в области использования новых материалов взамен традиционных (металлических) – пластмасс, керамики, материалов порошковой металлургии, особенно композиционных материалов, что экономит дефицитные металлы, снижает затраты энергии на производство материалов, уменьшает массу изделий.

Расчетами установлено, что замена ряда металлических деталей легкового автомобиля на углепластики из эпоксидной смолы, армированной углеродными волокнами, позволит уменьшить массу машины на 40%; она станет более прочной; уменьшится расход топлива, резко возрастет стойкость против коррозии.

**Металлы** – наиболее распространённые и широко используемые материалы в производстве и в быту человека.

Производство и обработка металлов возникло очень давно. Сначала человек использовал для различных целей самородные металлы – золото, серебро, медь. Затем он научился получать металлы и сплавлять их друг с другом. Так, получение бронзы (соединение меди с оловом) твёрдого и прочного металла открыло новую эпоху, называемую бронзовым веком. Позже освоили выплавку железа.

Впервые железо выплавлялось в неглубоких земляных ямах (горнах), в которые загружали измельчённую железную руду и древесный уголь и получали сыродутное железо в виде комков, которое подвергалось ковке. К 13 - 14 векам нашей эры сыродутные горны заменили круглыми шахтными печами – домницами. В них развивалась более высокая температура чем в сыродутных горнах и происходило насыщение железа углеродом. В результате в нижней части домницы получался жидкий металл – чугун, из которого изготовляли простые отливки (плиты, шары и т.п.). Эти отливки обладали достаточной прочностью, но были хрупкими и не поддавались ковке. Постепенно домница увеличивалась и превратилась в доменную печь.

Примерно в середине 14 века научились перерабатывать хрупкий чугун в очень прочный и ковкий металл – сталь, выжигая из жидкого чугуна в так

называемых кричных горнах. Позднее появились более совершенные способы передела чугуна в сталь – пудлинговый, бессемеровский, томасовский и мартеновский.

Последние три способа, а также электроплавка находят широкое применение в сталеплавильном производстве, при этом основным направлением научно-технического прогресса в сталеплавильном производстве является кислородно-конверторный способ производства стали.

Применение кокса в первой половине 18 века и использование горячего дутья в начале 19 века в доменных печах дало толчок производству чугуна и стали.

# **ЧАСТЬ 1**

## **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРЕДМЕТА**

«Материаловедение»



1.	<b>Актуальность учебного предмета «Материаловедение» и структура обучения</b>
----	---

**Материаловедение** – это наука о взаимосвязи электронного строения, структуры материалов с их составом, физическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Создание научных основ металловедения по праву принадлежит. Чернову Д.К., который установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в сталях. Этим были заложены основы для важнейшей в металловедении диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Открытием аллотропических превращений в стали, Чернов заложил фундамент термической обработки стали. Критические точки в стали, позволили рационально выбирать температуру ее закалки, отпуска и пластической деформации в производственных условиях.

В курсе «Материаловедение» решаются вопросы изучения структуры и свойств различных материалов. Особенный упор делается на металлы, т.к. металлы получили наибольшее распространение в промышленности.

### **Цели и задачи предмета** **Связь предмета по учебному плану с другими предметами**

**Металлами** называют наиболее распространённые и широко используемые материалы в производстве и в быту человека.

Производство и обработка металлов возникло очень давно. Сначала человек использовал для различных целей самородные металлы – золото, серебро, медь. Затем он научился получать металлы и сплавлять их друг с другом. Так, получение бронзы (соединение меди с оловом) твёрдого и прочного металла открыло новую эпоху, называемую бронзовым веком. Позже освоили выплавку железа.

Основной целью данного курса является изучение микроструктуры, строения и свойств металлов. Способы изменения микроструктуры путём применения термической обработки.

Предмет «Материаловедение» связан с такими предметами, как «Технология конструкционных материалов», «Металловедение», «Физика» и «Неорганическая химия».

### **Применение передовых педагогических и информационных технологий**

Преподавание «Материаловедение» в рамках типовой программы предусматривает использование в учебном процессе новых педагогических технологий, технических средств, раздаточных материалов и наглядных пособий. При чтении лекции предусматриваются такие интерактивные формы как проблемная, авторская, визуальная и т.д., при проведении практических занятий рекомендуется использование таких методов обучения как обучение сообща, инсерт, кластер и др.

### **Распределение часов по лекциям и лабораторным занятиям**

	Темы	Аудиторные часы		Сам. раб.	Всего
		лекций	лабор.		
1	2	3	4	5	6
1	Введение в курс материаловедение. Особенности атомно-кристаллического строения металлов.	2	0	2	4
2	Кристаллизации металлов. Методы исследования металлов. Общая теория сплавов. Строение, кристаллизация и свойства сплавов. Диаграмма состояния.	4	2	4	10
3	Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Нагрузки, напряжения и деформации. Механические свойства.	4	2	4	10
4	Механические свойства (продолжение). Технологические и эксплуатационные свойства. Конструкционная прочность материалов. Особенности деформации поликристаллических тел. Наклеп, возврат и рекристаллизация	4	2	4	10
5	Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо – углерод. Стали. Классификация и маркировка сталей.	2	2	2	6
6	Чугуны. Диаграмма состояния железо – графит. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов	2	2	2	6
7	Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали. Основы теории термической обработки стали (продолжение) Технологические особенности и возможности отжига и нормализации.	4	2	4	10

8	Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация и диффузионная металлизация Методы упрочнения металла.	4	2	4	10
9	Конструкционные материалы. Легированные стали. Инструментальные стали. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.	4	2	4	10
10	Цветные металлы и сплавы на их основе. Титан и его сплавы. Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Медь и ее сплавы	2	0	2	4
	Итого:	32	16	32	80

2.	<b>Содержание учебного предмета «Материаловедение»</b>
----	--

## **Тема 1. Введение в курс материаловедение. Особенности атомно-кристаллического строения металлов.**

**Материаловедение** - это наука о взаимосвязи электронного строения, структуры материалов с их составом, физическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Создание научных основ металловедения по праву принадлежит Чернову Д.К., который установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в сталях. Этим были заложены основы для важнейшей в металловедении диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Открытием аллотропических превращений в стали, Чернов заложил фундамент термической обработки стали. Критические точки в стали, позволили рационально выбирать температуру ее закалки, отпуска и пластической деформации в производственных условиях.

В своих работах по кристаллизации стали, и строению слитка Чернов изложил основные положения теории литья, не утратившие своего научного и практического значения в настоящее время.

Великий русский металлург Аносов П.П. впервые применил микроскоп для исследования структуры металлов. Ему принадлежит приоритет в создании легированных сталей. Разработал теорию и технологию изготовления клинков из булатной стали. Из его работ стало ясно, что так называемый булатный узор на поверхности стали, непосредственно зависит от ее внутренней структуры.

В 1873-1876 г.г Гиббс изложил основные законы фазового равновесия и, в частности, правило фаз, основываясь на законах термодинамики. Для решения практических задач знание фазового равновесия в той или иной системе необходимо, но не достаточно для определения состава и относительного количества фаз. Обязательно знать структуру сплавов, то есть атомное строение фаз, составляющих сплав, а также распределение, размер и форму кристаллов каждой фазы.

Определение атомного строения фаз стало возможным после открытия Лауэ (1912 г), показавшего, что атомы в кристалле регулярно заполняют пространство, образуя пространственную дифракционную решетку, и что рентгеновские лучи имеют волновую природу. Дифракция рентгеновских лучей на такой решетке дает возможность исследовать строение кристаллов.

В последнее время для структурного анализа, кроме рентгеновских лучей, используют электроны и нейтроны. Соответствующие методы исследования называются электронографией и нейтронографией. Электронная оптика позволила усовершенствовать микроскопию. В настоящее время на электронных микроскопах полезное максимальное увеличение доведено до 100000 раз.

В пятидесятых годах, когда началось исследование природы свойств металлических материалов, было показано, что большинство наиболее важных свойств, в том числе сопротивление пластической деформации и разрушению в различных условиях нагружения, зависит от особенностей тонкого кристаллического строения. Этот вывод способствовал привлечению физических теорий о строении реальных металлов для объяснения многих непонятных явлений и для конструирования сплавов с заданными механическими свойствами. Благодаря теории дислокаций, удалось получить достоверные сведения об изменениях в металлах при их пластической деформации.

Особенно интенсивно развивается металловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики.

Основными направлениями в развитии металловедения является разработка способов производства чистых и сверхчистых металлов, свойства которых сильно отличаются от свойств металлов технической чистоты, с которыми преимущественно работают. Генеральной задачей материаловедения является создание материалов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы. Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (низкие и высокие температуры и давление).

До настоящего времени основной материальной базой машиностроения служит черная металлургия, производящая стали и чугуны. Эти материалы имеют много положительных качеств и в первую очередь обеспечивают высокую конструкционную прочность деталей машин. Однако эти классические материалы имеют такие недостатки как большая плотность, низкая коррозионная стойкость. Потери от коррозии составляют 20% годового производства стали и чугуна. Поэтому, по данным научных исследований, через 20...40 лет все развитые страны перестроятся на массовое использование металлических сплавов на базе титана, магния, алюминия. Эти легкие и прочные сплавы позволяют в 2-3 раза облегчить станки и машины, в 10 раз уменьшить расходы на ремонт.

По данным института имени Байкова А.Н. в нашей стране есть все условия чтобы в течении 10...15 лет машиностроение могло перейти на выпуск алюминиево-титановой подвижной техники, которая отличается легкостью, коррозионной стойкостью и большим безремонтным ресурсом.

Важное значение имеет устранение отставания нашей страны в области использования новых материалов взамен традиционных (металлических) – пластмасс, керамики, материалов порошковой металлургии, особенно композиционных материалов, что экономит дефицитные металлы, снижает затраты энергии на производство материалов, уменьшает массу изделий.

Расчетами установлено, что замена ряда металлических деталей легкового автомобиля на углепластики из эпоксидной смолы, армированной углеродными волокнами, позволит уменьшить массу машины на 40%; она станет более прочной; уменьшится расход топлива, резко возрастет стойкость против коррозии.

## **Тема 2. Кристаллизации металлов. Методы исследования металлов.**

### **Общая теория сплавов. Строение, кристаллизация и свойства сплавов.**

#### **Диаграмма состояния.**

Любое вещество может находиться в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком, газообразном. Возможен переход из одного состояния в другое, если новое состояние в новых условиях является более устойчивым, обладает меньшим запасом энергии.

С изменением внешних условий свободная энергия изменяется по сложному закону различно для жидкого и кристаллического состояний. Характер изменения свободной энергии жидкого и твердого состояний с изменением температуры показан на рис. 3.1.

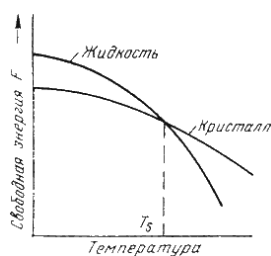


Рис.3.1. Изменение свободной энергии в зависимости от температуры

В соответствии с этой схемой выше температуры  $T_5$  вещество должно находиться в жидком состоянии, а ниже  $T_5$  — в твердом.

При температуре равной  $T_5$  жидкая и твердая фаза обладают одинаковой энергией, металл в обоих состояниях находится в равновесии, поэтому две фазы могут существовать одновременно бесконечно долго. Температура  $T_5$  — *равновесная* или *теоретическая температура кристаллизации*.

Для начала процесса кристаллизации необходимо, чтобы процесс был термодинамически выгоден системе и сопровождался уменьшением свободной энергии системы. Это возможно при охлаждении жидкости ниже температуры  $T_5$ . Температура, при которой практически начинается кристаллизация называется *фактической температурой кристаллизации*.

Охлаждение жидкости ниже равновесной температуры кристаллизации называется *переохлаждением*, которое характеризуется *степенью переохлаждения* ( $\Delta T$ ):

$$\Delta T = T_{\text{теор}} - T_{\text{факт.}}$$

Степень переохлаждения зависит от природы металла, от степени его загрязненности (чем чище металл, тем больше степень переохлаждения), от скорости охлаждения (чем выше скорость охлаждения, тем больше степень переохлаждения).

Рассмотрим переход металла из жидкого состояния в твердое.

При нагреве всех кристаллических тел наблюдается четкая граница перехода из твердого состояния в жидкое. Такая же граница существует при переходе из жидкого состояния в твердое.

*Кристаллизация* — это процесс образования участков кристаллической решетки в жидкой фазе и рост кристаллов из образовавшихся центров.

Кристаллизация протекает в условиях, когда система переходит к термодинамически более устойчивому состоянию с минимумом свободной энергии.

Процесс перехода металла из жидкого состояния в кристаллическое можно изобразить кривыми в координатах время — температура. Кривая охлаждения чистого металла представлена на рис. 3.2.

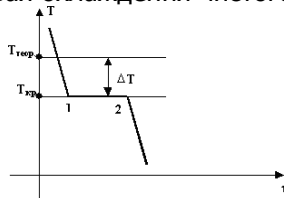


Рис.3.2. Кривая охлаждения чистого металла

$T_{\text{теор}}$  — теоретическая температура кристаллизации;

$T_{\text{факт.}}$  — фактическая температура кристаллизации.

*Процесс кристаллизации чистого металла:*

До точки 1 охлаждается металл в жидком состоянии, процесс сопровождается плавным понижением температуры. На участке 1 — 2 идет процесс кристаллизации, сопровождающийся выделением тепла, которое называется *скрытой теплотой кристаллизации*. Оно компенсирует рассеивание теплоты в пространство, и поэтому температура остается постоянной. После окончания кристаллизации в точке 2 температура снова начинает снижаться, металл охлаждается в твердом состоянии.

### Механизм и закономерности кристаллизации металлов.

При соответствующем понижении температуры в жидком металле начинают образовываться кристаллики — *центры кристаллизации* или *зародыши*. Для начала их роста необходимо уменьшение свободной энергии металла, в противном случае зародыш растворяется.

Минимальный размер способного к росту зародыша называется *критическим размером*, а зародыш – устойчивым.

Переход из жидкого состояния в кристаллическое требует затраты энергии на образование поверхности раздела жидкость – кристалл. Процесс кристаллизации будет осуществляться, когда выигрыш от перехода в твердое состояние больше потери энергии на образование поверхности раздела. Зависимость энергии системы от размера зародыша твердой фазы представлена на рис. 3.3.

Зародыши с размерами равными и большими критического растут с уменьшением энергии и поэтому способны к существованию.

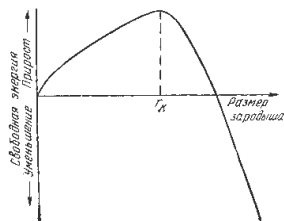


Рис.3.3. Зависимость энергии системы от размера зародыша твердой фазы

Механизм кристаллизации представлен на рис.3.4.

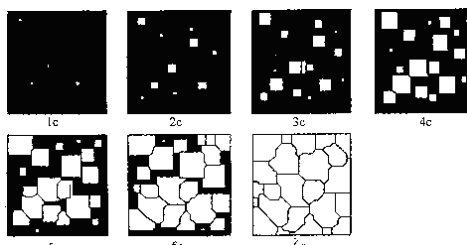


Рис.3.4. Модель процесса кристаллизации

Центры кристаллизации образуются в исходной фазе независимо друг от друга в случайных местах. Сначала кристаллы имеют правильную форму, но по мере столкновения и срастания с другими кристаллами форма нарушается. Рост продолжается в направлениях, где есть свободный доступ питающей среды. После окончания кристаллизации имеем поликристаллическое тело.

### Тема 3. Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Нагрузки, напряжения и деформации. Механические свойства.

Диаграмма состояния и кривые охлаждения сплавов системы представлены на рис. 5.1.

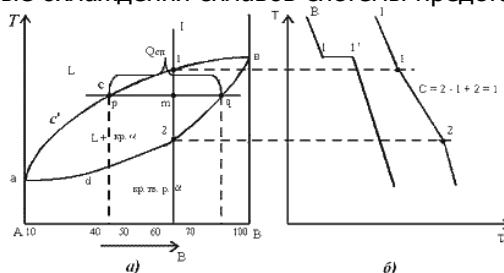


Рис.5.1 Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (а); кривые охлаждения типичных сплавов (б)

Сначала получают термические кривые. Полученные точки переносят на диаграмму, соединив точки начала кристаллизации сплавов и точки конца кристаллизации, получают диаграмму состояния. Проведем анализ полученной диаграммы.

1. Количество компонентов:  $K = 2$  (компоненты А и В).
2. Число фаз:  $f = 2$  (жидкая фаза L, кристаллы твердого раствора  $\alpha$ ).
3. Основные линии диаграммы:
  - acb – линия ликвидус, выше этой линии сплавы находятся в жидком состоянии;
  - adb – линия солидус, ниже этой линии сплавы находятся в твердом состоянии.
4. Характерные сплавы системы:

Чистые компоненты А и В кристаллизуются при постоянной температуре, кривая охлаждения компонента В представлена на рис. 5.1,б.

Остальные сплавы кристаллизуются аналогично сплаву I, кривая охлаждения которого представлена на рис. 5.1, б.

*Процесс кристаллизации сплава I:* до точки 1 охлаждается сплав в жидком состоянии. При температуре, соответствующей точке 1, начинают образовываться центры кристаллизации твердого раствора  $\alpha$ . На кривой охлаждения отмечается перегиб (критическая точка), связанный с уменьшением скорости охлаждения вследствие выделения скрытой теплоты кристаллизации. На участке 1–2 идет процесс кристаллизации, протекающий при понижающейся температуре, так как согласно правилу фаз в двухкомпонентной системе при наличии двух фаз (жидкой и кристаллов твердого раствора  $\alpha$ ) число степеней свободы будет равно единице ( $C = 2 - 2 + 1 = 1$ ). При достижении температуры соответствующей точке 2, сплав затвердевает, при дальнейшем понижении температуры охлаждается сплав в твердом состоянии, состоящий из однородных кристаллов твердого раствора  $\alpha$ .

Схема микроструктуры сплава представлена на рис. 5.2.

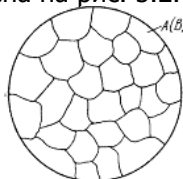


Рис. 5.2. Схема микроструктуры сплава – однородного твердого раствора

#### 5. Количественный структурно-фазовый анализ сплава.

Пользуясь диаграммой состояния можно для любого сплава при любой температуре определить не только число фаз, но и их состав и количественное соотношение. Для этого используется *правило отрезков*. Для проведения количественного структурно-фазового анализа через заданную точку проводят горизонталь (коноду) до пересечения с ближайшими линиями диаграммы (ликвидус, солидус или оси компонентов).

а). Определение состава фаз в точке  $m$ :

Для его определения через точку  $m$  проводят горизонталь до пересечения с ближайшими линиями диаграммы: ликвидус и солидус.

Состав жидкой фазы определяется проекцией точки пересечения горизонтали с линией ликвидус  $p$  на ось концентрации.

Состав твердой фазы определяется проекцией точки пересечения горизонтали с линией солидус  $q$  (или осью компонента) на ось концентрации.

Состав жидкой фазы изменяется по линии ликвидуса, а состав твердой фазы – по линии солидуса.

С понижением температуры состав фаз изменяется в сторону уменьшения содержания компонента В.

б). Определение количественного соотношения жидкой и твердой фазы при заданной температуре (в точке  $m$ ):

Количественная масса фаз обратно пропорциональна отрезкам проведенной коноды. Рассмотрим проведенную через точку  $m$  коноду и ее отрезки.

Количество всего сплава ( $Q_{\text{сп}}$ ) определяется отрезком  $pq$ .

Отрезок, прилегающий к линии ликвидус  $pm$ , определяет количество твердой фазы.

$$Q_{\text{тв}} = \frac{pm}{pq} \cdot 100\%$$

Отрезок, прилегающий к линии солидус (или к оси компонента)  $mq$ , определяет количество жидкой фазы.

$$Q_{\text{ж}} = \frac{mq}{pq} \cdot 100\%$$

**Тема 4. Механические свойства (продолжение). Технологические и эксплуатационные свойства. Конструкционная прочность материалов. Особенности деформации поликристаллических тел. Наклеп, возврат и рекристаллизация.**

## Механические свойства и способы определения их количественных характеристик: твердость, вязкость, усталостная прочность

**Твердость** – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора), не деформирующегося при испытании.

Широкое распространение объясняется тем, что не требуются специальные образцы.

Это неразрушающий метод контроля. Основным методом оценки качества термической обработке изделия. О твердости судят либо по глубине проникновения индентора (метод Роквелла), либо по величине отпечатка от вдавливания (методы Бринелля, Виккерса, микротвердости).

Во всех случаях происходит пластическая деформация материала. Чем больше сопротивление материала пластической деформации, тем выше твердость.

Наибольшее распространение получили методы Бринелля, Роквелла, Виккерса и микротвердости. Схемы испытаний представлены на рис. 7.1.

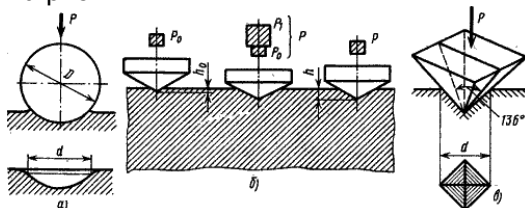


Рис. 7.1. Схемы определения твердости: а – по Бринеллю; б – по Роквеллу; в – по Виккерсу

### Твердость по Бринеллю ( ГОСТ 9012)

Испытание проводят на твердомере Бринелля (рис.7.1 а)

В качестве индентора используется стальной закаленный шарик диаметром D 2,5; 5; 10 мм, в зависимости от толщины изделия.

Нагрузка P, в зависимости от диаметра шарика и измеряемой твердости: для термически обработанной стали и чугуна –  $P = 30D^2$ , литой бронзы и латуни –  $P = 10D^2$ , алюминия и других очень мягких металлов –  $P = 2,5D^2$ .

Продолжительность выдержки  $\tau$ : для стали и чугуна – 10 с, для латуни и бронзы – 30 с.

Полученный отпечаток измеряется в двух направлениях при помощи лупы Бринелля.

Твердость определяется как отношение приложенной нагрузки P к сферической поверхности отпечатка F:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Стандартными условиями являются D = 10 мм; P = 3000 кгс;  $\tau$  = 10 с. В этом случае твердость по Бринеллю обозначается HB 250, в других случаях указываются условия: HB D / P /  $\tau$ , HB 5/ 250 /30 – 80.

### Метод Роквелла ГОСТ 9013

Основан на вдавливании в поверхность наконечника под определенной нагрузкой (рис. 7.1 б)

Индентор для мягких материалов (до HB 230) – стальной шарик диаметром 1/16" (Ø1,6 мм), для более твердых материалов – конус алмазный.

Нагружение осуществляется в два этапа. Сначала прикладывается предварительная нагрузка  $P_0$  (10 ктс) для плотного соприкосновения наконечника с образцом. Затем прикладывается основная нагрузка  $P_1$ , в течение некоторого времени действует общая рабочая нагрузка P. После снятия основной нагрузки определяют значение твердости по глубине остаточного вдавливания наконечника h под нагрузкой  $P_0$ .

В зависимости от природы материала используют три шкалы твердости (табл. 7.1)

Таблица 7.1. Шкалы для определения твердости по Роквеллу



Шкала	Обозначение	Индентор	Нагрузка, кг			Область применения
			P0	P1	P2	
A	HRA	Алмазный конус < 1200	10	50	60	Для особо твердых материалов
B	HRB	Стальной закаленный шарик Ø1/16"	10	90	100	Для относительно мягких материалов
C	HRC	Алмазный конус < 1200	10	140	150	Для относительно твердых материалов

### Метод Виккерса

Твердость определяется по величине отпечатка (рис.7.1 в).

В качестве индентора используется алмазная четырехгранная пирамида с углом при вершине 136°.

Твердость рассчитывается как отношение приложенной нагрузки P к площади поверхности отпечатка F:

$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Нагрузка P составляет 5...100 кгс. Диагональ отпечатка d измеряется при помощи микроскопа, установленного на приборе.

Преимущество данного способа в том, что можно измерять твердость любых материалов, тонкие изделия, поверхностные слои. Высокая точность и чувствительность метода.

*Способ микротвердости* – для определения твердости отдельных структурных составляющих и фаз сплава, очень тонких поверхностных слоев (сотые доли миллиметра).

Аналогичен способу Виккерса. Индентор – пирамида меньших размеров, нагрузки при вдавливании P составляют 5...500 гс

$$H_{200} = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

### Метод царапания.

Алмазным конусом, пирамидой или шариком наносится царапина, которая является мерой. При нанесении царапин на другие материалы и сравнении их с мерой судят о твердости материала.

Можно нанести царапину шириной 10 мм под действием определенной нагрузки. Наблюдают за величиной нагрузки, которая дает эту ширину.

### Динамический метод (по Шору)

Шарик бросают на поверхность с заданной высоты, он отскакивает на определенную величину. Чем больше величина отскока, тем тверже материал.

В результате проведения динамических испытаний на ударный изгиб специальных образцов с надрезом (ГОСТ 9454) оценивается вязкость материалов и устанавливается их склонность к переходу из вязкого состояния в хрупкое.

Вязкость – способность материала поглощать механическую энергию внешних сил за счет пластической деформации.

Является энергетической характеристикой материала, выражается в единицах работы. Вязкость металлов и сплавов определяется их химическим составом, термической обработкой и другими внутренними факторами.

Также вязкость зависит от условий, в которых работает металл (температуры, скорости нагружения, наличия концентраторов напряжения).

## Тема 5. Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо – углерод. Стали. Классификация и маркировка сталей.

### Структуры железоуглеродистых сплавов

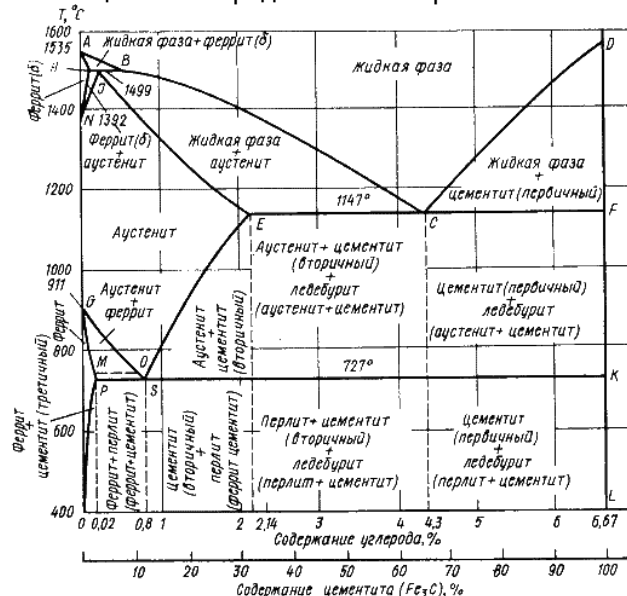
Железоуглеродистые сплавы – стали и чугуны – важнейшие металлические сплавы современной техники. Производство чугуна и стали по объему превосходит производство всех других металлов вместе взятых более чем в десять раз.

Диаграмма состояния железо – углерод дает основное представление о строении железоуглеродистых сплавов – сталей и чугунов.

Начало изучению диаграммы железо – углерод положил Чернов Д.К. в 1868 году. Чернов впервые указал на существование в стали критических точек и на зависимость их положения от содержания углерода.

Диаграмма железо – углерод должна распространяться от железа до углерода. Железо образует с углеродом химическое соединение: цементит –  $Fe_3C$ . Каждое устойчивое химическое соединение можно рассматривать как компонент, а диаграмму – по частям. Так как на практике применяют металлические сплавы с содержанием углерода до 5%, то рассматриваем часть диаграммы состояния от железа до химического соединения цементита, содержащего 6,67% углерода.

Диаграмма состояния железо – цементит представлена на рис. 9.1.



При температуре ниже  $768^{\circ}\text{C}$  железо ферромагнитно, а выше – парамагнитно. Точка Кюри железа  $768^{\circ}\text{C}$  обозначается  $A_2$ .

Железо технической чистоты обладает невысокой твердостью (80 НВ) и прочностью (предел прочности –  $\sigma_B = 250\text{ МПа}$ , предел текучести –  $\sigma_T = 120\text{ МПа}$ ) и высокими характеристиками пластичности (относительное удлинение –  $\delta = 50\%$ , а относительное сужение –  $\psi = 80\%$ ). Свойства могут изменяться в некоторых пределах в зависимости от величины зерна.

Железо характеризуется высоким модулем упругости, наличие которого проявляется и в сплавах на его основе, обеспечивая высокую жесткость деталей из этих сплавов.

Железо со многими элементами образует растворы: с металлами – растворы замещения, с углеродом, азотом и водородом – растворы внедрения.

2. Углерод относится к неметаллам. Обладает полиморфным превращением, в зависимости от условий образования существует в форме графита с гексагональной кристаллической решеткой (температура плавления –  $3500^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $2,5\text{ г/см}^3$ ) или в форме алмаза со сложной кубической решеткой с координационным числом равным четырем (температура плавления –  $5000^{\circ}\text{C}$ ).

В сплавах железа с углеродом углерод находится в состоянии твердого раствора с железом и в виде химического соединения – цементита ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), а также в свободном состоянии в виде графита (в серых чугунах).

3. Цементит ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), содержит 6,67 % углерода.

Аллотропических превращений не испытывает. Кристаллическая решетка цементита состоит из ряда октаэдров, оси которых наклонены друг к другу.

Температура плавления цементита точно не установлена ( $1250, 1550^{\circ}\text{C}$ ). При низких температурах цементит слабо ферромагнитен, магнитные свойства теряет при температуре около  $217^{\circ}\text{C}$ .

Цементит имеет высокую твердость (более 800 НВ, легко царапает стекло), но чрезвычайно низкую, практически нулевую, пластичность. Такие свойства являются следствием сложного строения кристаллической решетки.

Цементит способен образовывать твердые растворы замещения. Атомы углерода могут замещаться атомами неметаллов: азотом, кислородом; атомы железа – металлами: марганцем, хромом, вольфрамом и др. Такой твердый раствор на базе решетки цементита называется легированным цементитом.

Цементит – соединение неустойчивое и при определенных условиях распадается с образованием свободного углерода в виде графита. Этот процесс имеет важное практическое значение при структурообразовании чугунов.

В системе железо – углерод существуют следующие фазы: жидкая фаза, феррит, аустенит, цементит.

1. Жидкая фаза. В жидком состоянии железо хорошо растворяет углерод в любых пропорциях с образованием однородной жидкой фазы.

2. Феррит ( $\alpha$ )  $\text{Fe}_\alpha(\text{C})$  – твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железо.

Феррит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,006 % при комнатной температуре (точка Q), максимальную – 0,02 % при температуре  $727^{\circ}\text{C}$  (точка P). Углерод располагается в дефектах решетки.

При температуре выше  $1392^{\circ}\text{C}$  существует высокотемпературный феррит ( $\delta$ ) ( $\text{Fe}_\delta(\text{C})$ ), с предельной растворимостью углерода 0,1 % при температуре  $1499^{\circ}\text{C}$  (точка J).

Свойства феррита близки к свойствам железа. Он мягок (твердость – 130 НВ, предел прочности –  $\sigma_B = 300\text{ МПа}$ ) и пластичен (относительное удлинение –  $\delta = 30\%$ ), магнитен до  $768^{\circ}\text{C}$ .

3. Аустенит ( $\gamma$ )  $\text{Fe}_\gamma(\text{C})$  – твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железо.

Углерод занимает место в центре гранецентрированной кубической ячейки.

Аустенит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,8 % при температуре  $727^{\circ}\text{C}$  (точка S), максимальную – 2,14 % при температуре  $1147^{\circ}\text{C}$  (точка E).

Аустенит имеет твердость 200...250 НВ, пластичен (относительное удлинение –  $\delta = 40\text{...}50\%$ ), парамагнитен.

При растворении в аустените других элементов могут изменяться свойства и температурные границы существования.

4. Цементит – характеристика дана выше.

В железоуглеродистых сплавах присутствуют фазы: цементит первичный ( $\text{C}_I$ ), цементит вторичный ( $\text{C}_{II}$ ), цементит третичный ( $\text{C}_{III}$ ). Химические и физические свойства этих фаз одинаковы.

Влияние на механические свойства сплавов оказывает различие в размерах, количестве и расположении этих выделений. Цементит первичный выделяется из жидкой фазы в виде крупных пластинчатых кристаллов. Цементит вторичный выделяется из аустенита и располагается в виде сетки вокруг зерен аустенита (при охлаждении – вокруг зерен перлита). Цементит третичный выделяется из феррита и в виде мелких включений располагается у границ ферритных зерен.

## Тема 6. Чугуны. Диаграмма состояния железо – графит. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.

### Классификация чугунов

Чугун отличается от стали: по составу – более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- белый чугун – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск;
- серый чугун – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится не более 0,8 % углерода. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет;
- половинчатый – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но не менее 2 % углерода находится в форме цементита. Мало используется в технике.

### Диаграмма состояния железо – графит.

В результате превращения углерод может не только химически взаимодействовать с железом, но и выделяться в элементарном состоянии в форме графита. Жидкая фаза, аустенит и феррит могут находиться в равновесии и с графитом.

Диаграмма состояния железо – графит показана штриховыми линиями на рис. 11.1. Линии диаграммы находятся выше линий диаграммы железо – цементит. Температуры эвтектического и эвтектоидного превращений, соответственно, 1153°C и 738°C. Точки C, E, S – сдвинуты влево, и находятся при концентрации углерода 4,24, 2,11 и 0,7 %, соответственно.

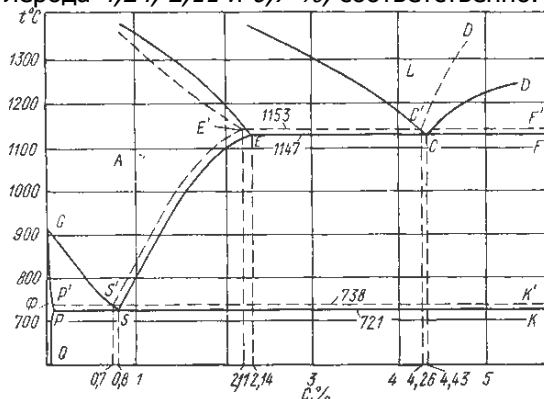


Рис.11.1. Диаграмма состояния железо – углерод: сплошные линии – цементитная система; пунктирные – графитная

При высоких температурах цементит разлагается с выделением графита, поэтому диаграмма состояния железо – цементит является метастабильной, а диаграмма железо – графит – стабильной. Процесс образования графита в сплавах железа с углеродом называется *графитизацией*.

### Процесс графитизации.



Металлическая основа	Класс чугуна		
	Серый А	Мовный Б	Высоко- прочный В
Феррит			
Феррит + Перлит			
Перлит			

Рис. 11.3. Схемы микроструктур чугуна в зависимости от металлической основы и формы графитовых включений

Наиболее широкое распространение получили чугуны с содержанием углерода  $2,4...3,8\%$ . Чем выше содержание углерода, тем больше образуется графита и тем ниже его механические свойства, следовательно, количество углерода не должно превышать  $3,8\%$ . В то же время для обеспечения высоких литейных свойств (хорошей жидкотекучести) углерода должно быть не менее  $2,4\%$ .

## Тема 7. Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали. Основы теории термической обработки стали (продолжение). Технологические особенности и возможности отжига и нормализации.

### Виды термической обработки металлов.

Свойства сплава зависят от его структуры. Основным способом, позволяющим изменять структуру, а, следовательно, и свойства является термическая обработка.

Основы термической обработки разработал Чернов Д.К.. В дальнейшем они развивались в работах Бочвара А.А., Курдюмова Г.В., Гуляева А.П.

Термическая обработка представляет собой совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения, выполняемых в определенной последовательности при определенных режимах, с целью изменения внутреннего строения сплава и получения нужных свойств (представляется в виде графика в осях температура – время, см. рис. 12.1 ).

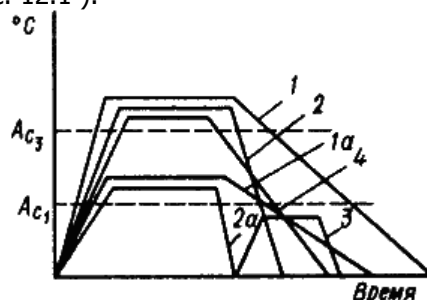


Рис.12.1. Графики различных видов термообработки: отжига (1, 1а), закалки (2, 2а), отпуска (3), нормализации (4)

Различают следующие виды термической обработки:

1. Отжиг 1 рода – возможен для любых металлов и сплавов.

Его проведение не обусловлено фазовыми превращениями в твердом состоянии.

Нагрев, при отжиге первого рода, повышая подвижность атомов, частично или полностью устраняет химическую неоднородность, уменьшает внутренние напряжения.

Основное значение имеет температура нагрева и время выдержки. Характерным является медленное охлаждение

Разновидностями отжига первого рода являются:

- диффузионный;

- рекристаллизационный;
- отжиг для снятия напряжения послековки, сварки, литья.

2. *Отжиг II рода* – отжиг металлов и сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии при нагреве и охлаждении.

Проводится для сплавов, в которых имеются полиморфные или эвтектичные превращения, а также переменная растворимость компонентов в твердом состоянии.

Проводят отжиг второго рода с целью получения более равновесной структуры и подготовки ее к дальнейшей обработке. В результате отжига измельчается зерно, повышаются пластичность и вязкость, снижаются прочность и твердость, улучшается обрабатываемость резанием.

Характеризуется нагревом до температур выше критических и очень медленным охлаждением, как правило, вместе с печью (рис. 12.1 (1, 1а)).

3. *Закалка* – проводится для сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии при нагреве и охлаждении, с целью повышения твердости и прочности путем образования неравновесных структур (сорбит, троостит, мартенсит).

Характеризуется нагревом до температур выше критических и высокими скоростями охлаждения (рис. 12.1 (2, 2а)).

4. *Отпуск* – проводится с целью снятия внутренних напряжений, снижения твердости и увеличения пластичности и вязкости закаленных сталей.

Характеризуется нагревом до температуры ниже критической  $A_1$  (рис. 12.1 (3)). Скорость охлаждения роли не играет. Происходят превращения, уменьшающие степень неравновесности структуры закаленной стали.

Термическую обработку подразделяют на *предварительную* и *окончательную*.

*Предварительная* – применяется для подготовки структуры и свойств материала для последующих технологических операций (для обработки давлением, улучшения обрабатываемости резанием).

*Окончательная* – формирует свойство готового изделия.

### Превращения, протекающие в структуре стали при нагреве и охлаждении

Любая разновидность термической обработки состоит из комбинации четырех основных превращений, в основе которых лежат стремления системы к минимуму свободной энергии (рис 12.2).

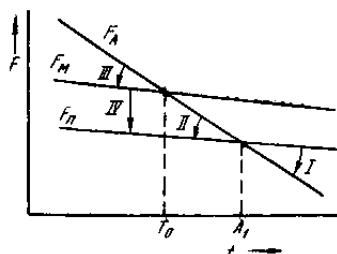
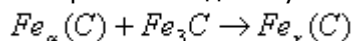
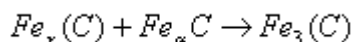


Рис. 12.2. Зависимость свободной энергии структурных составляющих сталей от температуры: аустенита ( $F_A$ ), мартенсита ( $F_M$ ), перлита ( $F_P$ )

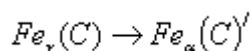
1. Превращение перлита в аустенит ( $II \rightarrow A$ ), происходит при нагреве выше критической температуры  $A_1$ , минимальной свободной энергией обладает аустенит.



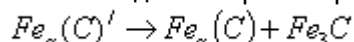
2. Превращение аустенита в перлит ( $A \rightarrow II$ ), происходит при охлаждении ниже  $A_1$ , минимальной свободной энергией обладает перлит:



3. Превращение аустенита в мартенсит ( $A \rightarrow M$ ), происходит при быстром охлаждении ниже температуры неустойчивого равновесия



4. Превращение мартенсита в перлит ( $M \rightarrow II$ ); – происходит при любых температурах, т.к. свободная энергия мартенсита больше, чем свободная энергия перлита.



## **Тема 8. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация и диффузионная металлизация Методы упрочнения металла.**

### **Химико-термическая обработка стали**

*Химико-термическая обработка (ХТО)* – процесс изменения химического состава, микроструктуры и свойств поверхностного слоя детали.

Изменение химического состава поверхностных слоев достигается в результате их взаимодействия с окружающей средой (твердой, жидкой, газообразной, плазменной), в которой осуществляется нагрев.

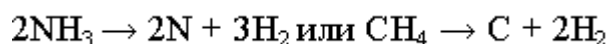
В результате изменения химического состава поверхностного слоя изменяются его фазовый состав и микроструктура,

Основными параметрами химико-термической обработки являются температура нагрева и продолжительность выдержки.

В основе любой разновидности химико-термической обработки лежат процессы *диссоциации, адсорбции, диффузии*.

*Диссоциация* – получение насыщающего элемента в активированном атомарном состоянии в результате химических реакций, а также испарения.

Например,



*Адсорбция* – захват поверхностью детали атомов насыщающего элемента.

Адсорбция – всегда экзотермический процесс, приводящий к уменьшению свободной энергии.

*Диффузия* – перемещение адсорбированных атомов вглубь изделия.

Для осуществления процессов адсорбции и диффузии необходимо, чтобы насыщающий элемент взаимодействовал с основным металлом, образуя твердые растворы или химические соединения.

Химико-термическая обработка является основным способом поверхностного упрочнения деталей.

Основными разновидностями химико-термической обработки являются:

- цементация (насыщение поверхностного слоя углеродом);
- азотирование (насыщение поверхностного слоя азотом);
- нитроцементация или цианирование (насыщение поверхностного слоя одновременно углеродом и азотом);
- диффузионная металлизация (насыщение поверхностного слоя различными металлами).

## **Тема 9. Конструкционные материалы. Легированные стали. Инструментальные стали. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.**

### ***Конструкционные стали.***

К конструкционным сталям, применяемым для изготовления разнообразных деталей машин, предъявляют следующие требования:

- сочетание высокой прочности и достаточной вязкости
- хорошие технологические свойства
- экономичность
- недефицитность

Высокая конструкционная прочность стали, достигается путем рационального выбора химического состава, режимов термической обработки, методов поверхностного упрочнения, улучшением металлургического качества.



Решающая роль в составе конструкционных сталей отводится углероду. Он увеличивает прочность стали, но снижает пластичность и вязкость, повышает порог хладоломкости. Поэтому его содержание регламентировано и редко превышает 0,6 %.

Влияние на конструкционную прочность оказывают легирующие элементы. Повышение конструкционной прочности при легировании связано с обеспечением высокой прокаливаемости, уменьшением критической скорости закалки, измельчением зерна.

Применение упрочняющей термической обработки улучшает комплекс механических свойств.

Металлургическое качество влияет на конструкционную прочность. Чистая сталь при одних и тех же прочностных свойствах имеет повышенные характеристики надежности.

### ***Легируемые стали***

Элементы, специально вводимые в сталь в определенных концентрациях с целью изменения ее строения и свойств, называются *легирующими элементами*, а стали – *легируемыми*.

Содержание легирующих элементов может изменяться в очень широких пределах: хром или никель – 1% и более процентов; ванадий, молибден, титан, ниобий – 0,1... 0,5%; также кремний и марганец – более 1 %. При содержании легирующих элементов до 0,1 % – микролегирование.

В конструкционных сталях легирование осуществляется с целью улучшения механических свойств (прочности, пластичности). Кроме того меняются физические, химические, эксплуатационные свойства.

Легирующие элементы повышают стоимость стали, поэтому их использование должно быть строго обосновано.

#### **Достоинства легируемых сталей:**

- особенности обнаруживаются в термически обработанном состоянии, поэтому изготавливаются детали, подвергаемые термической обработке;
- улучшенные легируемые стали обнаруживают более высокие показатели сопротивления пластическим деформациям ( $\sigma_T$ );
- легирующие элементы стабилизируют аустенит, поэтому прокаливаемость легируемых сталей выше;
- возможно использование более «мягких» охладителей (снижается брак по закалочным трещинам и короблению), так как тормозится распад аустенита;
- повышаются запас вязкости и сопротивление хладоломкости, что приводит к повышению надежности деталей машин.

#### **Недостатки:**

- подвержены обратной отпускной хрупкости II рода;
- в высоколегированных сталях после закалки остается аустенит остаточный, который снижает твердость и сопротивление усталости, поэтому требуется дополнительная обработка;
- склонны к дендритной ликвации, так как скорость диффузии легирующих элементов в железе мала. Дендриты обедняются, а границы – междендритный материал – обогащаются легирующим элементом. Образуется *строчечная структура* послековки и прокатки, неоднородность свойств вдоль и поперек деформирования, поэтому необходим диффузионный отжиг.
- склонны к образованию флокенов.

Флокены – светлые пятна в изломе в поперечном сечении – мелкие трещины с различной ориентацией. Причина их появления – выделение водорода, растворенного в стали.

При быстром охлаждении от 200° водород остается в стали, выделяясь из твердого раствора, вызывает большое внутреннее давление, приводящее к образованию флокенов.

Меры борьбы: уменьшение содержания водорода при выплавке и снижение скорости охлаждения в интервале флокенообразования.

## **Тема 10. Цветные металлы и сплавы на их основе. Титан и его сплавы.**

### **Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Медь и ее сплавы.**

#### ***Медь и ее сплавы***

Цветные металлы являются более дорогими и дефицитными по сравнению с черными металлами, однако область их применения в технике непрерывно расширяется. Это сплавы на основе титана, алюминия, магния, меди.

Переход промышленности на сплавы из легких металлов значительно расширяет сырьевую базу. Титан, алюминий, магний можно получать из бедных и сложных по составу руд, отходов производства.

### Титан и его сплавы

Титан серебристо-белый легкий металл с плотностью 4,5 г/см<sup>3</sup>. Температура плавления титана зависит от степени чистоты и находится в пределах 1660...1680°C.

Чистый иодидный титан, в котором сумма примесей составляют 0,05...0,1 %, имеет модуль упругости 112 000 МПа, предел прочности около 300 МПа, относительное удлинение 65%. Наличие примесей сильно влияет на свойства. Для технического титана ВТ1, с суммарным содержанием примесей 0,8 %, предел прочности составляет 650 МПа, а относительное удлинение – 20 %.

При температуре 882°C титан претерпевает полиморфное превращение,  $\alpha$ -титан с гексагональной решеткой переходит в  $\beta$ -титан с объемно-центрированной кубической решеткой. Наличие полиморфизма у титана создает предпосылки для улучшения свойств титановых сплавов с помощью термической обработки.

Титан имеет низкую теплопроводность. При нормальной температуре обладает высокой коррозионной стойкостью в атмосфере, в воде, в органических и неорганических кислотах (не стоек в плавиковой, крепких серной и азотной кислотах), благодаря тому, что на воздухе быстро покрывается защитной пленкой плотных оксидов. При нагреве выше 500°C становится очень активным элементом. Он либо растворяет почти все соприкасающиеся с ним вещества, либо образует с ними химические соединения.

Титановые сплавы имеют ряд преимуществ по сравнению с другими:

- сочетание высокой прочности ( $\sigma_B = 800...1000$  МПа) с хорошей пластичностью ( $\delta = 12...25\%$ );
- малая плотность, обеспечивающая высокую удельную прочность;
- хорошая жаропрочность, до 600...700°C;
- высокая коррозионная стойкость в агрессивных средах.

Однородные титановые сплавы, не подверженные старению, используют в криогенных установках до гелиевых температур.

В результате легирования титановых сплавов можно получить нужный комплекс свойств. Легирующие элементы, входящие в состав промышленных титановых сплавов, образуют с титаном твердые растворы замещения и изменяют температуру аллотропического превращения. Влияние легирующих элементов на полиморфизм титана показано на рис. 21.1.

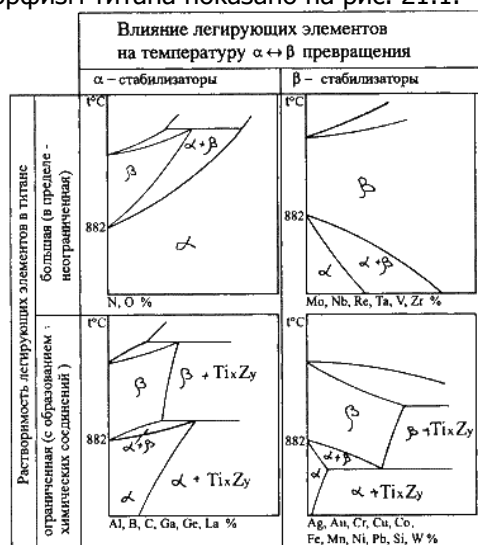


Рис.21.1. Влияние легирующих элементов на полиморфизм титана:

Элементы, повышающие температуру превращения, способствуют стабилизации  $\alpha$  – твердого раствора и называются  $\alpha$ –стабилизаторами, это – алюминий, кислород, азот, углерод.

Элементы, понижающие температуру превращения, способствуют стабилизации  $\beta$ – твердого раствора и называются  $\beta$ – стабилизаторами, это – молибден, ванадий, хром, железо.

Кроме  $\alpha$ – и  $\beta$ –стабилизаторов различают нейтральные упрочнители: олово, цирконий, гафний.

В соответствии с влиянием легирующих элементов титановые сплавы при нормальной температуре могут иметь структуру  $\alpha$  или  $\alpha + \beta$ .

Сплавы на основе титана можно подвергать всем видам термической обработки, химико-термической и термомеханической обработке. Упрочнение титановых сплавов достигается легированием, наклепом, термической обработкой.

Часто титановые сплавы легируют алюминием, он увеличивает прочность и жаропрочность, уменьшает вредное влияние водорода, увеличивает термическую стабильность. Для повышения износостойкости титановых сплавов их подвергают цементации или азотированию.

Основным недостатком титановых сплавов является плохая обрабатываемость режущим инструментом.

По способу производства деталей различаются деформируемые (ВТ 9, ВТ 18) и литейные (ВТ 21Л, ВТ 31Л) сплавы.

3.	<b>Концептуальные положения разработки технологии обучения на лекциях и практических занятиях по учебной дисциплине «Материаловедение»</b>
----	--

В настоящее время Узбекистан принял и успешно осуществляет два закона, формирующих основу реформирования системы образования: «Об образовании» и «О Национальной программе по подготовке кадров». Современный этап реализации Национальной программы по подготовке кадров, предусматривает ее полномасштабную реализацию и корректировку с учетом накопленного опыта. Важнейшей стратегической задачей является высокое качество содержания образовательных программ, внедрение передовых педагогических технологий.

Передовые педагогические технологии предусматривают применение интерактивных методов преподавания: уроков-диспутов, деловых игр. Обучение с применением интерактивных методов и приемов вовлекает студентов в активную познавательную деятельность, становится эффективным способом повышения качества образования.

Творческий подход преподавателя – непереносимое условие для развития творческого подхода к изучению теоретической механики со стороны студента. Лекции, не требующие активной работы студентов, создают видимость простоты и чрезвычайной доступности материала, притупляют их интерес к науке. Создание проблемных ситуаций заставляет студентов активно мыслить, мобилизует их развивать необходимые умения и навыки.

Обеспечить высокий уровень технического образования молодежи, будущего нашей страны, сделать это качественно, доступно и эффективно в соответствии с мировыми стандартами является главной задачей методики преподавания технических дисциплин и экономической теории в частности. Решение этих задач ведет к технологизации процесса обучения, выработке и внедрению образовательных технологий.

Образовательная технология – это «системный метод создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учётом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящий своей задачей оптимизацию форм образования» (ЮНЕСКО).

Отечественная образовательная технология в образовании базируется, прежде всего, на принципах гуманизма. Главной отличительной чертой этого направления в философии, педагогике психологии и других является особое внимание к индивидуальности студента – будущего специалиста в сфере механики, сопротивлению материалов, его личности, чёткая ориентация на самостоятельную

активную познавательную деятельность с учётом его особенностей. Исходя из этого, выделим главные концептуальные подходы к проектированию технологий обучения по учебному курсу «Надёжность машин отрасли»:

- **Личностно - ориентированное обучение.** По своей сути предусматривает полноценное развитие всех участников образовательного процесса. А это означает не только индивидуализацию и дифференциацию процесса обучения – ориентацию на уровень интеллектуального развития личности обучающегося при соблюдении требований Государственных стандартов, но и учёт психолого-профессиональных и личностных особенностей и способностей самого обучающегося.

- **Системный подход.** Технология обучения должна обладать всеми признаками системы:

логикой процесса, взаимосвязью всех его частей, целостностью.

- **Деятельностный подход.** Обуславливает ориентацию обучения на формирование процессуальных качеств личности, активизацию и интенсификацию деятельности обучающегося, развёртывание в учебном процессе всех его способностей и возможностей, пытливости и инициативы.

- **Диалогический подход.** Определяет необходимость создания психологического единства и взаимодействия субъектов-участников образовательного процесса, благодаря которому усиливается творческий процесс самоактуализации и самопрезентации личности.

- **Организация обучения в сотрудничестве.** Предполагает необходимость делать акцент на реализацию демократизма, равенства, партнёрства в субъектных отношениях обучающего и обучающегося, совместную выработку цели, содержания деятельности и оценку достигнутых результатов.

- **Проблемное обучение.** Это один из способов активного взаимодействия с обучающимися на основе проблемного представления содержания обучения, в ходе которого обеспечивается творческо-познавательная деятельность по выявлению объективных противоречий научного знания и способов их разрешения, формирование и развитие диалектического мышления, творческое применение их в практической деятельности.

- **Применение новейших средств и способов** предоставления информации – внедрение в процесс обучения новых компьютерных и информационных технологий. Основываясь на данных концептуальных положениях, исходя из цели, структуры, содержания и объёма учебной информации по дисциплине «Надёжность машин отрасли», был осуществлён выбор способов и средств обучения, коммуникации, информации и управления в совокупности гарантирующих в заданных условиях и в установленное учебным планом время, достичь цели обучения, определённой государственным образовательным стандартом.

- **Методы и техника обучения:** дискуссия, обучающая игра, «Мозговой штурм», Инсерт, «Учимся вместе», Пинборд, лекция (с приглашением эксперта, конференция, вводная, тематическая, визуализации, с разбором конкретной ситуации, заключительная);

- **Формы организации обучения:** наряду с фронтальной – коллективная и групповая, основанные на диалоге и полилоге, общении, сотрудничестве и взаимном обучении;

- **Средства обучения:** наряду с традиционными средствами обучения (учебник, текст лекций, опорный конспект) – графические органайзеры, компьютерные и информационные технологии;

- **Способы коммуникации:** непосредственное взаимодействие со студентами на основе оперативной связи;

- **Способы и средства (информации) обратной связи:** наблюдение, блиц-опрос, диагностика обучения на основе анализа результатов текущего, промежуточного и заключительного контроля;
- **Способы и средства управления:** планирование учебных занятий в виде технологических карт, определяющих этапы учебного занятия, совместные действия обучающего и обучающихся по достижению поставленной цели, контроль (текущий, промежуточный и итоговый) не только аудиторной работы, но и самостоятельной, внеаудиторной работы;
- **Мониторинг и оценка:** планомерное отслеживание результатов обучения как в процессе учебного занятия (оценка выполнения учебных заданий и тестов, рейтинговая оценка учебной деятельности обучающегося на каждом учебном занятии), так и на протяжении всего курса (оценка выполнения учебных заданий и тестов, рейтинговая оценка учебной деятельности обучающегося на каждом учебном занятии), так и на протяжении всего курса (оценка текущих, промежуточных и заключительных результатов на основе рейтинговой оценки каждого обучающегося).

4.	<b>Список основной и дополнительной литературы</b>
----	--

### Литература:

#### Основная:

1. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986. - 542 с.
2. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1990. – 352с.
3. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Учебное пособие для вузов / Под ред. М.Е. Дриц, М.А. Москалёв. – М.:, 1990. – 447с.
4. Лахтин Ю.М., Леонтьева Б.П. Материаловедение. - М.: Машиностроение, 1990. - 493с.
5. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. - М.: Металлургия, 1983.
6. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.: Металлургия, 1984. – 359с.
7. Технология металлов и материаловедение / Б.В. Кнозоров, Л.Ф. Усова, А.В. Третьяков и др. – М.: Металлургия, 1987. – 800с.
8. Сведения из **Internet**

#### Дополнительная:

1. Конспект лекций по курсу металловедение / составители: к.т.н. Абдул-Разаков Э.М., ст. преп. Бутовский П.М. – Ташкент: ТИТЛП, 2008. – 142с.

2. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу материаловедения / составители: к.т.н. Абдул-Разаков Э.М., ст. преп. Бутовский П.М., рецензент: к.т.н. Собиров З.С. – Ташкент: ТИТЛП, 2009. – 38с.
3. Интернет материалы

## **ЧАСТЬ 2**

**УЧЕБНАЯ И ПЛАНОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ЛЕКЦИОННЫХ И  
ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРЕДМЕТУ**

**«Материаловедение»**

<b>Тема 1.</b>	<b>Введение в курс материаловедение. Особенности атомно-кристаллического строения металлов.</b>
----------------	---

### 1.1.Технология обучения на лекции

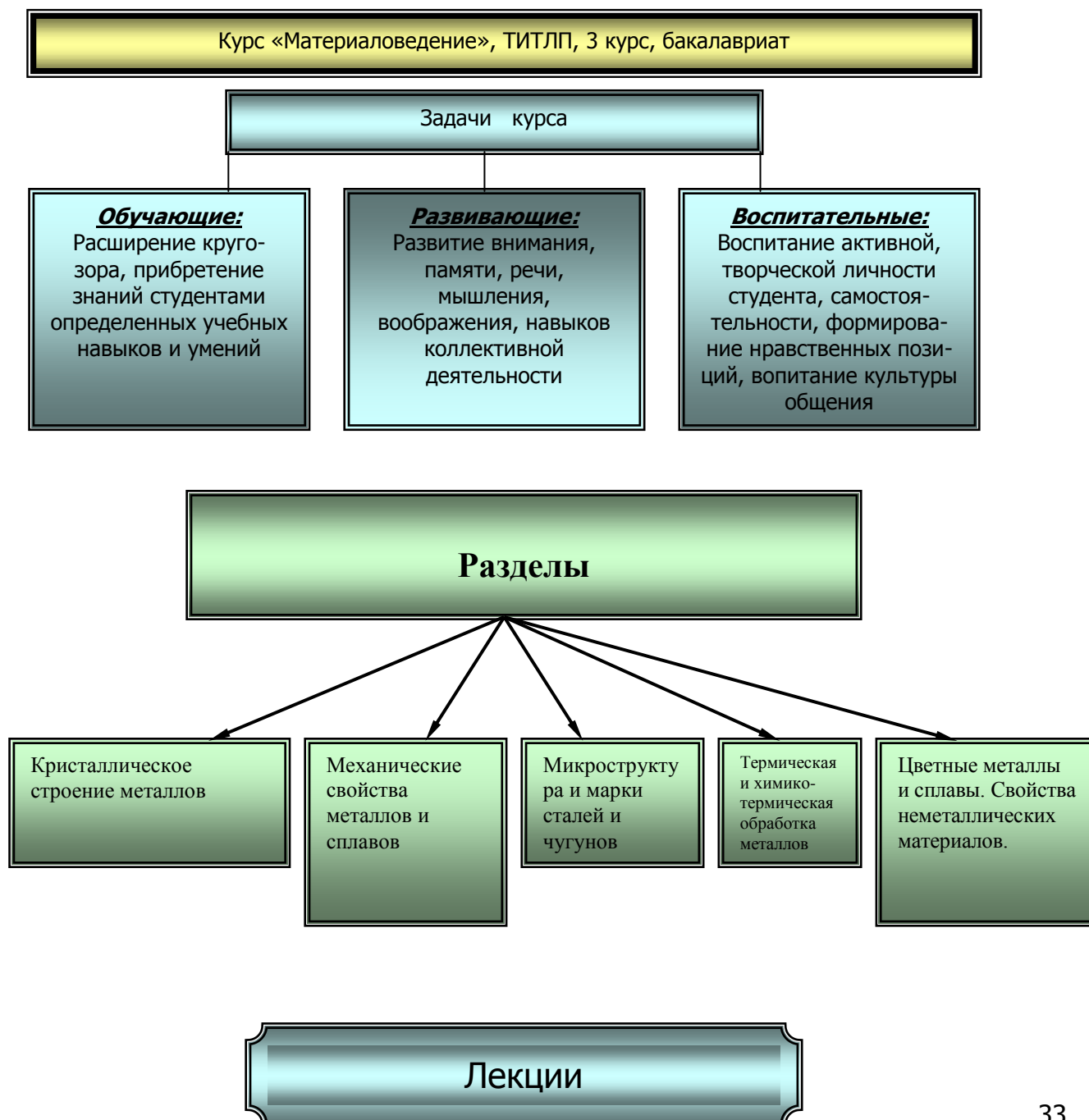
Количество студентов 15÷20 чел	Время 2 часа (лекции), 1 час (лабораторные)
Форма учебного занятия	Вводно-тематическая лекция – визуализация
План лекции:	<a href="#">1.Задачи курса.</a> <a href="#">2.Кристаллическое строение металлов.</a> <a href="#">3. Понятие об изотропии и анизотропии.</a> <a href="#">4. Аллотропия или полиморфные превращения.</a> <a href="#">5. Магнитные превращения в металлах.</a> <a href="#">6. Дефекты кристаллического строения металлов.</a>
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам представление о предмете, его роли в науке, производстве и технике. Ознакомить студентов с основными понятиями курса «Материаловедение».	
Задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"> <li>• дать обзор структуры учебного предмета и рекомендуемую литературу по курсу;</li> <li>• рассказать о целях и задачах курса, его разделах и литературы;</li> <li>• кратко охарактеризовать о связях материаловедения с другими предметами;</li> <li>• дать представление об основных пунктах курса «Материаловедение».</li> </ul>	Результаты учебной деятельности: <p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знать основные задачи курса «Материаловедение»;</li> <li>• научиться отличать чёрные металлы от цветных;</li> <li>• иметь представление о кристаллическом строении металлов;</li> <li>• объяснить суть магнитного превращения в металлах;</li> <li>• иметь представление о видах дефектов в металлах.</li> </ul>
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

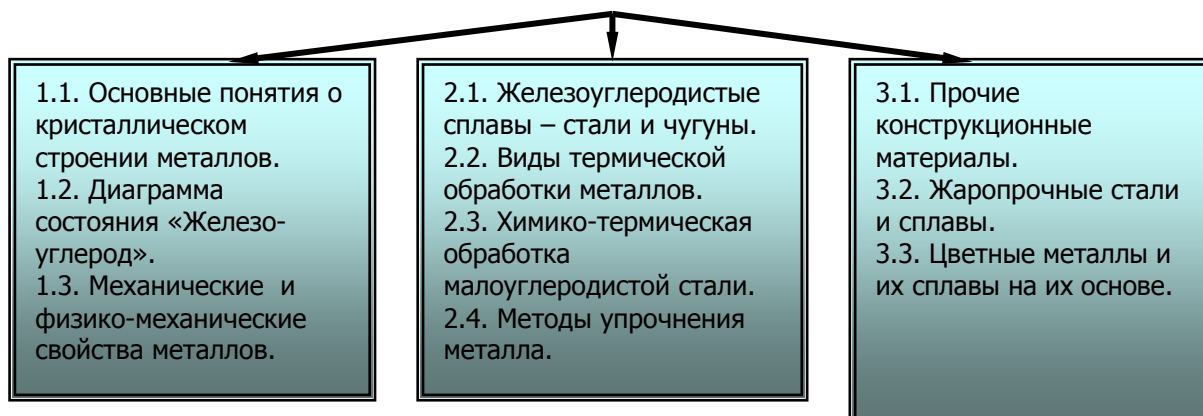
## 1.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	студентов
1 этап. Введение (10 мин.)	<p>1.1. Сообщает название учебного предмета.</p> <p>1.2. Выводит на экран структурно-логическую схему «структура курса» (приложение 1), знакомит с перечнем тем по курсу, кратко характеризует их.</p> <p>1.3. Называет тему, цель, планируемые результаты учебного занятия и план его проведения.</p> <p>1.4. Знакомит с рейтингом и критериями оценки текущего, промежуточного и итогового контроля (приложение 2)</p> <p>1.5. Представляет список основной, дополнительной литературы и ресурсы Интернета и комментирует его.</p>	<p>1.1. Слушают, задают вопросы, записывают</p>
2 этап. Основной (60 мин.)	<p>2.1. Раздает текст лекций по теме и предлагает ознакомиться с планом, и перечнем ключевых понятий, раскрывает их сущность.</p> <p>2.2. С целью актуализировать знания студентов задает фокусирующие вопросы:</p> <p>1. Перечислить задачи курса?</p> <p>2. Что такое металл, неметаллические материалы?</p> <p>3. Какие способы получения материалов вы знаете?</p> <p>4. Какое строение имеют чистые металлы?</p> <p>2.3. Выводит на экран и предлагает ознакомиться со схемой «Задачи курса технология конструкционных материалов»</p> <p>2.4. Излагает основные положения по теме посредством демонстрации и комментирования слайдов.</p>	<p>2.1. Читают</p> <p>2.2. Слушают и отвечают на вопросы</p> <p>2.3. Слушают, переносят таблицы и схемы в свои конспекты</p>
3 этап. Заключительный (10 мин.)	<p>3.1. Подводит итоги по теме в целом. Отмечает значимость полученных знаний для будущей профессиональной и учебной деятельности</p> <p>3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводят тесты на экран (приложение 3).</p> <p>3.3. Дает задания для самостоятельной работы: ответить письменно на контрольные вопросы, прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ»</p>	<p>3.1. Задают вопросы.</p> <p>3.2. Отвечают на вопросы</p> <p>3.3. Записывают задания на дом</p>

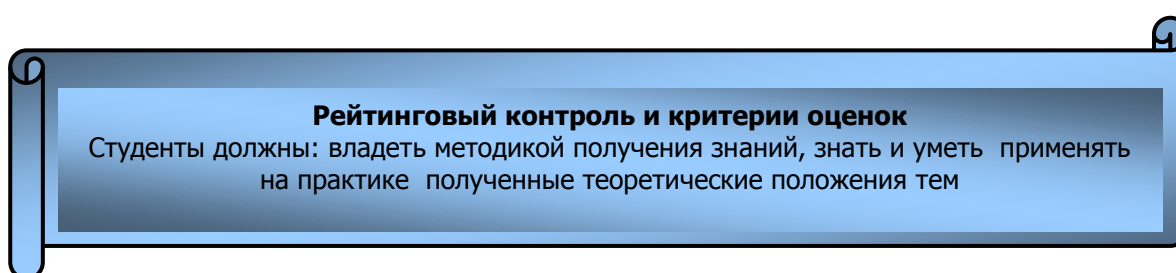


Структурно-логическая схема предмета «Технология конструкционных материалов»

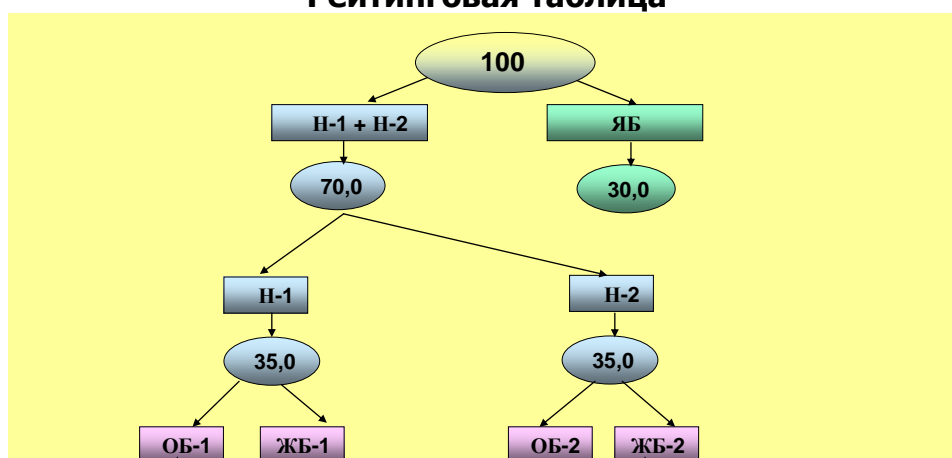




Приложение 2



### Рейтинговая таблица



### Критерии оценивания

35 баллов – текущий контроль;  
 35 баллов – промежуточный контроль;  
 30 баллов – заключительный контроль.

86-100% / 86 – 100 баллов – «отлично»  
 71-85% / 71 – 85 баллов – «хорошо»  
 55-70% / 55 – 70 баллов – «удовлетворительно»  
 0-54% / 0 – 54 баллов – «неудовлетворительно»

Приложение 3

### Тестовые вопросы

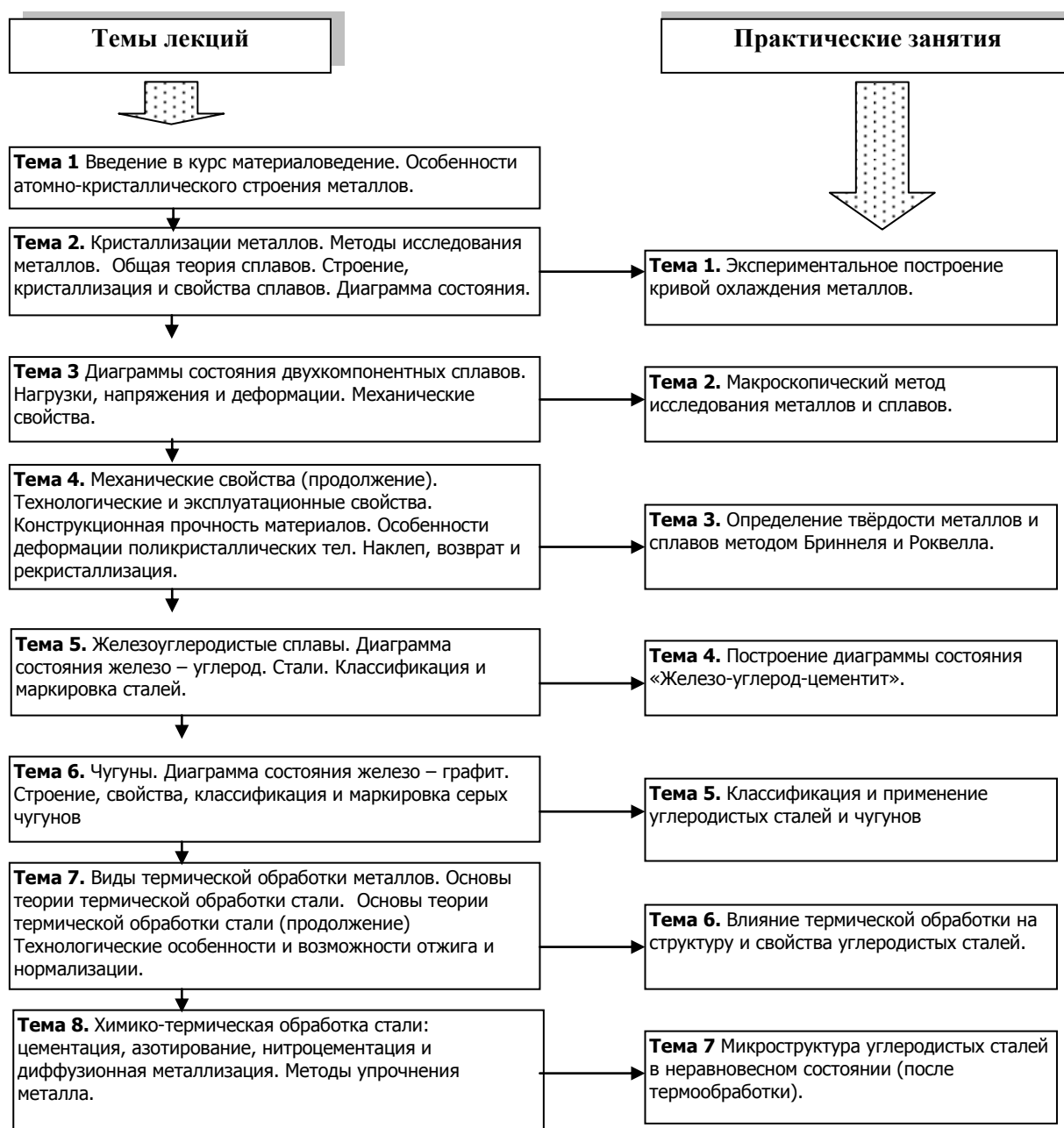
по курсу «Материаловедение»  
 для бакалавров 3-го курса (Тема 1)

1. Атомно-кристаллическое строение металлов
2. Виды кристаллических решёток
3. Дефекты кристаллического строения металлов
4. Модель процесса кристаллизации металлов
5. Метод Бринелля для определения твёрдости металлов и сплавов

6. Метод Виккерса для определения твёрдости металлов и сплавов
7. Метод Полюди для определения твёрдости металлов и сплавов
8. Строение металлического слитка
9. Строение реальных металлов, дефекты кристаллического строения
10. Влияние вредных примесей на физико-механические свойства металлов

#### Приложение 4

### Структура предмета «Материаловедение»





<b>Тема 2.</b>	<b>Кристаллизации металлов. Методы исследования металлов. Общая теория сплавов. Строение, кристаллизация и свойства сплавов. Диаграмма состояния.</b>
----------------	---

### 2.1.Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел	Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции:	2.1. Кристаллизация сплавов. 2.2. Методы исследования металлов. 2.3. Теория сплавов. 2.4. Диаграмма состояния «Железо-углерод-цементит»
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о методах исследования металлов. Построение диаграммы состояния «Железо-углерод-цементит».	
Задачи преподавателя: • дать все определения (что такое сплавы, характеристика сплавов); • представить все возможные методы исследования структуры металлов.	Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать что такое металл, сплавы; • уметь объяснить кристаллизацию сплавов; • знать, для чего нужна диаграмма состояния «Железо-углерод-цементит».
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

### 2.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (10 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Напоминает критерии оценки 1.3. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. слушают 1.3. задают вопросы

<p>2 этап. Основной (60мин.)</p>	<p>2.1. Проводит блиц-опрос  1. Что такое кристаллизация металлов?  2. Какие методы исследования металлов вы знаете?  3. Из каких частей состоит металлический слиток?  2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1):  2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы:  1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать;  2. Что осталось не усвоенным, не понятным?  3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы</p>	<p>2.1. Отвечают на вопросы.   2.2 Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ.   2.3.. Заполняют таблицу ЗХУ.</p>
<p>3 этап. Заключительный (10 мин.)</p>	<p>3.1. Подводит итоги по теме в целом.  3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран.  3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)</p>	<p>1.Отвечают на тесты  2.Записывают домашнее задание</p>

#### Приложение 1

**Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))**

	<b>Вопрос темы</b>	<b>Знаю</b>	<b>Хочу знать</b>	<b>Узнал(а)</b>
1	2	3	4	5
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

#### Приложение 2

**Тестовые вопросы**  
по курсу **«Материаловедение»**  
для бакалавров 3-го курса (Тема 2)

1. Характеристика физико-механических свойств металлов
2. Атомно-кристаллическое строение металлов
3. Виды кристаллических решёток
4. Дефекты кристаллического строения металлов
5. Модель процесса кристаллизации металлов
6. Диаграмма состояния «Железо-углерод»
7. Метод Бринелля для определения твёрдости металлов и сплавов
8. Метод Виккерса для определения твёрдости металлов и сплавов
9. Метод Полюди для определения твёрдости металлов и сплавов
10. Строение металлического слитка
11. Строение реальных металлов, дефекты кристаллического строения

## Лабораторные занятия

<b>Тема 1.</b>	<b>Экспериментальное построение кривой охлаждения металлов.</b>
----------------	---

## 1.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лабораторная – визуализация	
План лабораторной работы:	1.1. Понятия о кристаллизации металлов. 1.2. Условия получения мелкозернистой структуры. 1.3. Строение металлического слитка.	
Цель учебного занятия: Дать студентам основные понятия о структуре и принципе работы доменной печи и вагранки.		
Задачи преподавателя: • объяснить, что такое критические точки и почему они образуются; • объяснить механизм кристаллизации металлов.	Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать что такое руда критические точки; • объяснить из-за чего происходит переохлаждение металла при кристаллизации; • знать условия получения мелкозернистой структуры.	
Методы и техники обучения	Лабораторная работа – визуализация, мозговой штурм, техника: презентация, диафильм, кластер	
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, лабораторный курс.	
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.	
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО	
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы	

## 1.2. Технологическая карта лабораторной работы

<b>Этапы, время</b>	<b>Содержание деятельности</b>	
	<b>Преподавателя</b>	<b>Студентов</b>
1 этап. Введение (20 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лабораторной работы 1.2. Напоминает критерии оценки 1.3. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время прослушивания курса лекций (тема 1, 2)	1.1. Слушают, смотрят диафильмы 1.2. слушают 1.3. задают вопросы
2 этап. Основной	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое руда?	2.1. Отвечают на вопросы.

(50мин.)	<p>2. Какие виды руд вы знаете?</p> <p>3. Что такое воздухонагреватель?</p> <p>2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1):</p> <p>2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы:</p> <p>1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать;</p> <p>2. Что осталось не усвоенным, не понятным?</p> <p>3. Какая еще требуется дополнительная информация?</p> <p>В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы</p>	<p>2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ.</p> <p>2.3.. Заполняют таблицу ЗХУ. Рисуют основные схемы по лабораторным.</p>
3 этап. Заключительный (10 мин.)	<p>3.1. Подводит итоги по теме в целом.</p> <p>3.2. Отвечает на вопросы студентов</p>	<p>1. Отвечают на вопросы преподавателя</p> <p>2. Задают вопросы другим студентам. Идёт дискуссия.</p>

Приложение 1

**Таблица З/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))**

	<b>Вопрос темы</b>	<b>Знаю</b>	<b>Хочу знать</b>	<b>Узнал(а)</b>
	2	3	4	5

## Лекционные занятия

<b>Тема 3.</b>	<b>Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Нагрузки, напряжения и деформации. Механические свойства.</b>
----------------	--

### 3.1.Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел	Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции	<p>3.1. Понятия о двухкомпонентных сплавах.</p> <p>3.2. Понятие о напряжениях и деформациях в сталях.</p> <p>3.3. Определение механических свойств сталей и их сплавов.</p>
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о диаграмме состояния двухкомпонентных сплавов. Определить основные механические свойства металлов.	
<p>Задачи преподавателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дать определение двухкомпонентным сплавам;</li> <li>• объяснить правила построения диаграммы двухкомпонентных сплавов.</li> </ul>	<p>Результаты учебной деятельности:</p> <p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знать что такое двухкомпонентный сплав;</li> <li>• уметь самостоятельно строить диаграмму состояния ;</li> <li>• знать основные механические свойства металлов и способы определения их механических характеристик.</li> </ul>



Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

### 3.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
2 этап. Основной (55 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое диаграмма состояния? 2. Какие виды нагрузок вы знаете? 3. Что такое двухкомпонентный сплав? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))

	Вопрос темы	Знаю	Хочу знать	Узнал(а)
	2	3	4	5

Приложение 2

**Тестовые вопросы**  
по курсу «**Материаловедение**»  
для бакалавров 3-го курса (Тема 3)

1. Как строиться диаграмма состояния двухкомпонентных сплавов?
2. Как строиться диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии?
3. Что такое «правило отрезков»?
4. Что такое эвтектидный сплав?
5. Как происходит процесс кристаллизации сплава?

## **Лабораторные занятия**

<b>Тема 2.</b>	<b>Макроскопический метод исследования металлов и сплавов.</b>
----------------	--

### **2.1.Технология проведения лабораторной работы**

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний	
Вопросы для обсуждения:		2.1. Понятия о макроскопическом анализе. 2.2. Проведение макроанализа в лабораторных условиях. 2.3. Подготовка шлифов для макроанализа.	
Цель учебного занятия: Научить студентов методам проведения макроанализа. Показать на примере правила травления макрошлифов.			
Задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"><li>• объяснить, как производится подготовка шлифов для макроанализа;</li><li>• показать на практике, как производиться проведение макроанализа в лабораторных условиях;</li><li>• показать заливку металла в открытые металлические формы.</li></ul>		Результаты учебной деятельности:  Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>• знать, какие существуют виды излома в металлах;</li><li>• правила подготовки макрошлифов для дальнейшего их анализа;</li><li>• как определить дефекты структуры металла по отпечатку на фотобумаге.</li></ul>	
Методы и техники обучения		Беседа, совместное обучение, дискуссия, техника: блиц-опрос	
Средства обучения		курс лекций, учебные материалы	
Формы обучения		Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.	
Условия обучения.		Аудитория, приспособленная для работы с ТСО	
Мониторинг и оценка		Устный контроль: ответы на вопросы.	

### **2.2. Технологическая карта лабораторной работы**

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2.С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы

	1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	
2 этап. Основной (50 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и самооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

Приложение 1

### **Блиц-опрос:**

1. Что такое макроанализ?
2. Что представляет собой хрупкий излом?
3. Что представляет собой пластический излом?
4. Что представляет собой усталостный излом?
5. Какие реактивы применяются для травления микрошлифов при макроанализе?

Приложение 2

**Задание: «Определить последовательность проведения макроструктурного анализа»**



Приложение 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

### Лекционные занятия

Тема 4.	<b>Механические свойства (продолжение). Технологические и эксплуатационные свойства. Конструкционная прочность материалов. Особенности деформации поликристаллических тел. Наклеп, возврат и рекристаллизация.</b>
---------	--

#### 4.1.Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел	Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции:	4.1. Технологические и эксплуатационные свойства металлов. 4.2. Конструкционная прочность материалов. 4.3. Понятия о наклёпе, возврате и рекристаллизации.
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о технологических и эксплуатационных свойствах материалов. Понятия о наклёпе и рекристаллизации.	
Задачи преподавателя: • дать определение технологическим и эксплуатационным свойствам материалов; • особенности деформации поликристаллических тел.	Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, что такое моно и поликристаллическое тело; • знать, что такое наклёп, рекристаллизация; • знать, от чего зависит конструкционная прочность материалов.

Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

## 4.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
2 этап. Основной (55 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Какие свойства относятся к механическим? 2. Что такое технологические свойства материалов? 3. Что такое прочность материала? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))

	Вопрос темы	Знаю	Хочу знать	Узнал(а)
	2	3	4	5

**Тестовые вопросы**  
по курсу **«Материаловедение»**  
для бакалавров 3-го курса (Тема 4)

1. Способы оценки вязкости материалов.
2. Оценка вязкости металла по виду излома.
3. Технологические и эксплуатационные свойства материалов.
4. От чего зависит конструкционная прочность материалов?
5. Особенности деформации поликристаллических тел.
6. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла.
7. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла: возврат и рекристаллизация.

### Лабораторные занятия

<b>Тема 3.</b>	<b>Определение твёрдости металлов и сплавов методом Бринелля и Роквелла.</b>
----------------	--

### 3.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел	Время 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний
Вопросы для обсуждения:	3.1. Понятия о твёрдости материалов. 3.2. Проведение анализа твёрдости материалов. 3.3. Подготовка образцов для определения их твёрдости на приборе Бринелля, Роквелла, Виккерса.
<b>Цель учебного занятия:</b> Научить студентов методам определения твёрдости материалов на различных машинах и прибора.	
Задачи преподавателя: • объяснить, как производится подготовка образцов для замера твёрдости; • показать на практике, как производится замер числа твёрдости в лабораторных условиях;	Результаты учебной деятельности:  Студент должен: • знать, какие существуют способы определения твёрдости материалов; • правила подготовки образцов для измерения твёрдости материалов;

• показать, как можно произвести перевод чисел твёрдости из шкалы Роквелла в шкалу Бринелля.	• чем отличаются правила замера твёрдости материалов различными методами друг от друга.
Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

### 3.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (50 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и взаимооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

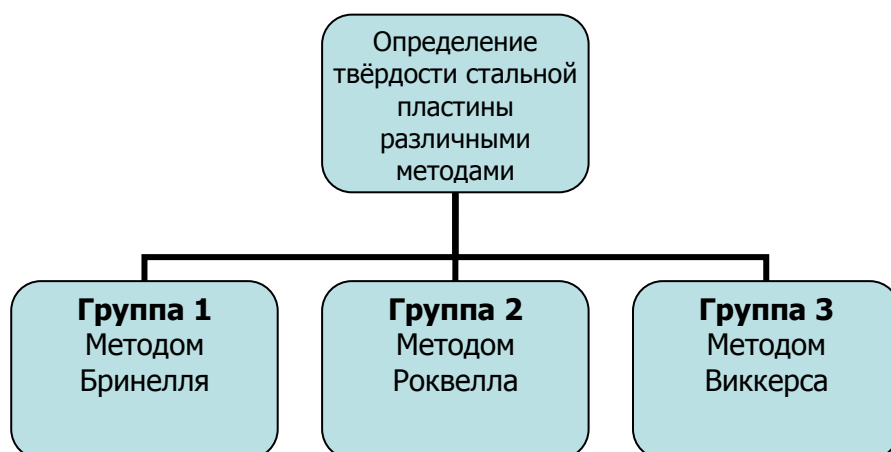
Приложение 1

#### Блиц-опрос:

1. Как обозначается твёрдость при испытании различными методами?
2. Какие инденторы применяются при испытании различными методами?
3. В зависимости от чего определяются диаметр шарика и величина нагрузки при испытании по методу Бринелля?
4. В каких случаях следует применять тот или иной метод?
5. Размерности чисел твердости при испытании различными методами.

Приложение 2

**Задание: «Определить твёрдость стальной пластины различными методами»**



Приложение 3

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

**Лекционные занятия**

<b>Тема 5.</b>	<b>Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния «Железо – углерод». Стали. Классификация и маркировка сталей.</b>
----------------	---

**5.1.Технология обучения на лекции**

Количество студентов 15÷20 чел	Время 2 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции:	5.1. Диаграмма состояния «Железо-углерод». 5.2. Основные понятия о сталях. 5.3. Классификация и маркировка сталей.
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о железоуглеродистых сплавах. Общие понятия о сталях. Объяснить классификацию и маркировку сталей.	
Задачи преподавателя: • дать определение сталям как железоуглеродистым сплавам; • объяснить классификацию и маркировку сталей.	Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, что такое сталь; • знать, чем сталь отличается от чугуна; • знать классификацию и маркировку сталей.
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное



	<i>обеспечение, курс лекций.</i>
<i>Формы обучения</i>	<i>Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.</i>
<i>Условия обучения.</i>	<i>Аудитория, приспособленная для работы с ТСО</i>
<i>Мониторинг и оценка</i>	<i>Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.</i>

## 5.2. Технологическая карта лекции

<b>Этапы, время</b>	<b>Содержание деятельности</b>	
	<b>Преподавателя</b>	<b>Студентов</b>
<b>1 этап. Введение (15 мин.)</b>	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
<b>2 этап. Основной (55 мин.)</b>	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое сплав? 2. Какие марки сталей вы знаете? 3. Что такое железоуглеродистый сплав? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
<b>3 этап. Заключительный (10 мин.)</b>	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

**Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))**

	<b>Вопрос темы</b>	<b>Знаю</b>	<b>Хочу знать</b>	<b>Узнал(а)</b>
	2	3	4	5

Приложение 2

**Тестовые вопросы**  
по курсу «**Материаловедение**»  
для бакалавров 3-го курса (Тема 5)

1. Структуры железоуглеродистых сплавов.
2. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов.
3. Какие процессы происходят при структурообразовании железоуглеродистых сплавов?
4. Каково влияние углерода и примесей на свойства сталей?
5. Распределение легирующих элементов в сталях.
6. Классификация и маркировка сталей.
7. Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).
8. Качественные и высококачественные легированные стали.
9. Легированные конструкционные и инструментальные стали.
10. Быстрорежущие инструментальные стали.

## Лабораторные занятия

<b>Тема 4.</b>	<b>Построение диаграммы состояния «Железо-углерод-цементит».</b>
----------------	--

### 4.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний	
Вопросы для обсуждения:	4.1. Понятия о структурах железоуглеродистых сплавов. 4.2. Построение диаграммы «Железо-углерод-цементит». 4.3. Микроструктура железоуглеродистых сталей и сплавов.	
<b>Цель учебного занятия:</b> Научить студентов разбираться в диаграмме «Железо-углерод-цементит».		
Задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"><li>• объяснить, как строиться диаграмма состояния;</li><li>• показать на практике, как строиться диаграмма состояния;</li><li>• показать, образы микроструктур сталей и сплавов на основе железа.</li></ul>	Результаты учебной деятельности: Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>• знать, как строиться диаграмма состояния «Железо-углерод-цементит»;</li><li>• определять по микроструктуре ориентировочно марку стали;</li><li>• знать, что такое углерод, цементит, феррит, аустенит и другие фазы.</li></ul>	

Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, Техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

## 4.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (50 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и самооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

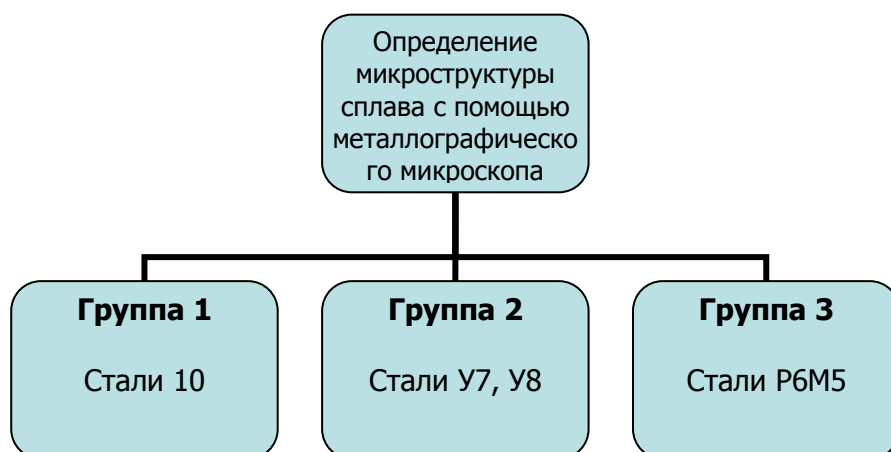
Приложение 1

### Блиц-опрос:

1. Почему диаграмма железоуглеродистых сплавов строится до 6,67% углерода?
2. Что представляют собой кристаллы твердой фазы, образующиеся при охлаждении сплавов в интервале температур между линиями AC и AEC, между линиями CD и CF?
3. Какие превращения начинаются на линиях GS и SE, где они заканчиваются и чем они обусловлены?
4. В какой области выделяется первичный, вторичный и третичный цементит? Каково их влияние на свойства сплавов?
5. Что такое первичная и вторичная кристаллизация?
6. Дать определение фазовых и структурных составляющих железо-углеродистых сплавов?
7. Укажите на диаграмме области одно и двухфазного состояния. Какие фазы находятся на линии диаграммы ECF и PSK?
8. Какие фазы образуют эвтектоид?

Приложение 2

**Задание: «Определить микроструктуру железоуглеродистого сплава»**



Приложение 3

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

**Лекционные занятия**

<b>Тема 6.</b>	<b>Чугуны. Диаграмма состояния «Железо – графит». Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.</b>
----------------	---

**6.1.Технология обучения на лекции**

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		тематическая лекция – визуализация	
План лекции:		6.1. Диаграмма состояния «Железо-графит». 6.2. Основные понятия о чугунах. 6.3. Классификация и маркировка чугунов.	
Цель учебного занятия: Дать студентам основные понятия о железоуглеродистых сплавах. Общие понятия о чугунах. Объяснить классификацию и маркировку чугунов.			
Задачи преподавателя: • дать определение чугунам как железоуглеродистым сплавам; • объяснить как строится классификация и маркировка чугунов.		Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, что такое чугун; • знать, чем сталь отличается от чугуна; • знать классификацию и маркировку чугунов.	
Методы и техники обучения		Лекция – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер	
Средства обучения		Проектор, визуальные материалы, информационное	

	<i>обеспечение, курс лекций.</i>
<i>Формы обучения</i>	<i>Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.</i>
<i>Условия обучения.</i>	<i>Аудитория, приспособленная для работы с ТСО</i>
<i>Мониторинг и оценка</i>	<i>Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.</i>

## 6.2. Технологическая карта лекции

<b>Этапы, время</b>	<b>Содержание деятельности</b>	
	<b>Преподавателя</b>	<b>Студентов</b>
<b>1 этап. Введение (15 мин.)</b>	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
<b>2 этап. Основной (55 мин.)</b>	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое чугун? 2. Какие марки чугунов вы знаете? 3. Как определяется маркировка чугунов в зависимости от состояния графита в сплаве? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
<b>3 этап. Заключительный (10 мин.)</b>	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

**Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))**

	<b>Вопрос темы</b>	<b>Знаю</b>	<b>Хочу знать</b>	<b>Узнал(а)</b>
	2	3	4	5

Приложение 2

**Тестовые вопросы**  
по курсу «**Материаловедение**»  
для бакалавров 3-го курса (Тема 6)

1. Классификация чугунов.
2. Диаграмма состояния «железо – графит».
3. Как протекает процесс графитизации в чугунах?
4. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.
5. Влияние состава чугуна на процесс графитизации.
6. Влияние графита на механические свойства отливок.
7. Назовите положительные стороны наличия графита в сплаве.
8. Способы получения серого чугуна.
9. Способы получения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.
10. Ковкий чугун. Способы получения и маркировка.
11. Отбеленные и другие чугуны.

## Лабораторные занятия

<b>Тема 5.</b>	<b>Классификация и применение углеродистых сталей и чугунов.</b>
----------------	--

### 5.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел	Время 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний
Вопросы для обсуждения:	5.1. Понятия о сталях и чугунах. 5.2. Область применения сталей и чугунов в промышленности.
<b>Цель учебного занятия:</b> Научить студентов разбираться в марках и области применения сталей и чугунов.	
<b>Задачи преподавателя:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• объяснить, на чём основана классификация сталей и чугунов;</li> <li>• показать на практике области применения железоуглеродистых сплавов;</li> <li>• показать, преимущества и недостатки сталей по отношению к чугунам.</li> </ul>	<b>Результаты учебной деятельности:</b> Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>• знать, какими свойствами обладают чугуны, а какими стали;</li> <li>• определять потенциальные области применения сталей и чугунов;</li> <li>• знать, как влияет углерод на свойства сталей и чугунов.</li> </ul>

Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, Техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

## 5.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (50 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и самооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

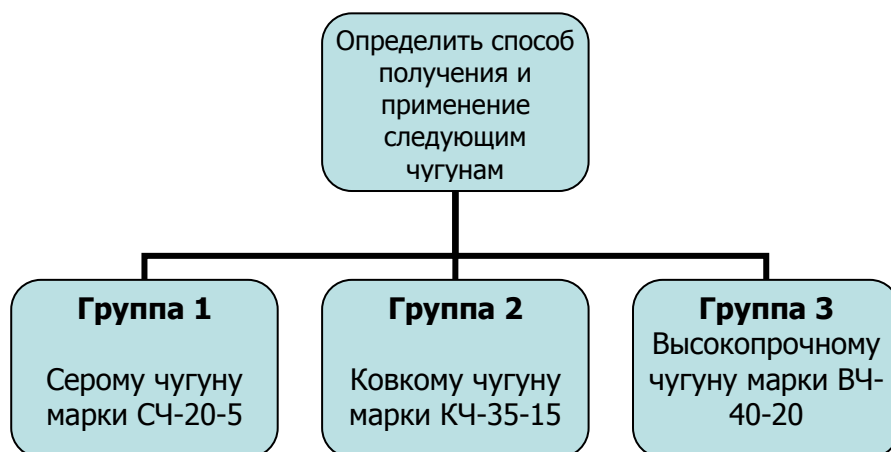
Приложение 1

### Блиц-опрос:

1. Классификация сталей по назначению.
2. Перечислите марки сталей.
3. Назначение легирующих элементов в сталях.
4. Краткая характеристика углеродистых сталей обыкновенного качества.
5. Влияние углерода на свойства сталей.
6. Распределение легирующих элементов в сталях.
7. Какие стали относятся к качественным углеродистым сталям.
8. Инструментальные качественные углеродистые стали (маркировка, область применения).
9. Перечислить разновидности и марки чугунов.
10. Каким образом можно получить ковкий чугун (КЧ-32-10)?

Приложение 2

**Задание: «Определить область применения следующим маркам чугунов»**



Приложение 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

### Лекционные занятия

<b>Тема 7.</b>	<b>Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали. Основы теории термической обработки стали. Технологические особенности и возможности отжига и нормализации.</b>
----------------	--

#### 7.1. Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел	Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции:	<p>7.1. Общие понятия о термической обработке металлов.</p> <p>7.2. Теория термической обработки.</p> <p>7.3. Назначение закалки, отжига, отпуска и нормализации.</p> <p>7.4. Оборудование, применяемое при термической обработке металлов.</p>
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о термической обработке металлов. Область применения и назначение закалки, отпуска и отжига.	
<b>Задачи преподавателя:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дать студентам представления о значении термической обработки в машиностроении;</li> </ul>	<b>Результаты учебной деятельности:</b> <p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знать, что такое закалка, отжиг и нормализация;</li> </ul>



• объяснить, как влияет термическая обработка сталей на их микроструктуру.	• знать, в каких случаях применяют отпуск, а в каких отжиг; • знать температурные режимы ТО для каждого случая.
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

## 7.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (10 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
2 этап. Основной (60 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Для чего необходима термическая обработка металлов? 2. Какое оборудование применяется для проведения термической обработки конструкционных сталей? 3. Что необходимо сделать для исправления дефектов термической обработки? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))

	Вопрос темы	Знаю	Хочу знать	Узнал(а)
	2	3	4	5

--	--	--	--

## Приложение 2

### Тестовые вопросы по курсу «Материаловедение» для бакалавров 3-го курса (Тема 7)

1. Виды термической обработки металлов.
2. Превращения, протекающие в структуре стали при нагреве и охлаждении.
3. Механизм основных превращений.
4. Превращение перлита в аустенит.
5. Превращение аустенита в перлит при медленном охлаждении.
6. Закономерности превращения.
7. Промежуточное превращение.
8. Превращение аустенита в мартенсит при высоких скоростях охлаждения.
9. Превращение мартенсита в перлит.
10. Технологические возможности и особенности отжига, нормализации, закалки и отпуска.
11. Отжиг и нормализация. Назначение и режимы.
12. Отжиг первого рода.

## Лабораторные занятия

<b>Тема 6.</b>	<b>Влияние термической обработки на структуру и свойства углеродистых сталей.</b>
----------------	---

### 6.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний	
Вопросы для обсуждения:		6.1. Общие понятия о термической обработке металлов. 6.2. Необходимость применения термической обработки сталей.	
Цель учебного занятия: Научить студентов самостоятельно выбирать режимы термической обработки сталей. Произвести совместно со студентами закалку с последующим отпуском Стали 40.			
Задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"><li>• объяснить, на чём основан принцип термической обработки металлов;</li><li>• показать на практике пример закалки стальной заготовки в воде и в масле;</li><li>• показать, преимущества и недостатки закалки стальных изделий в различных закалочных средах.</li></ul>		Результаты учебной деятельности: Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>• знать, как производиться закалка сталей (температурные режимы, время);</li><li>• самостоятельно провести закалку Стали 40 сначала в масле, затем в воде;</li><li>• измерить поверхностную твёрдость стальной заготовки до и после процесса закалки (отпуска).</li></ul>	

Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, Техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

## 6.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (20 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (45 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и самооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий.	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

Приложение 1

### Блиц-опрос:

1. Основные виды термической обработки стали, их режимы и назначение (отжиг, закалка, отпуск, старение).
2. Превращения при нагреве стали.
3. Превращения при медленном охлаждении стали.
4. Превращения, происходящие при закалке стали.
5. Что такое мартенсит?
6. Определение критической скорости охлаждения при закалке.
7. Оптимальная температура закалки доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей.
8. Охлаждающие среды применяемые при закалке сталей.

Приложение 2

**Задание: «Определить необходимый вид термической обработки стальной заготовки при...»**



Приложение 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

### Лекционные занятия

<b>Тема 8.</b>	<b>Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация и диффузионная металлизация. Методы упрочнения металла.</b>
----------------	--

#### 8.1. Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел		Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		тематическая лекция – визуализация	
План лекции:		8.1. Общие понятия о химико-термической обработке металлов. 8.2. Теория химико-термической обработки. 8.3. Назначение цементации, азотирования, диффузионной металлизации. 8.4. Оборудование, применяемое при химико-термической обработки малоуглеродистых сталей.	
Цель учебного занятия: Дать студентам основные понятия о химико-термической обработке металлов. Область применение и назначение цементации, азотирования, диффузионной металлизации.			
Задачи преподавателя: • дать студентам представления о		Результаты учебной деятельности:	

значении химико-термической обработки в машиностроении; • объяснить, для чего необходимо проводить тот или иной вид ХТО.	Студент должен: • знать, что такое ХТО; • знать, область применения каждого случая ХТО; • знать тип оборудования и условия проведения ХТО.
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

## 8.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
2 этап. Основной (55 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое цементация? 2. Какие виды цементации сталей вы знаете? 3. Как определяется глубина проникновения углерода вглубь заготовки? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))

	Вопрос темы	Знаю	Хочу знать	Узнал(а)
	2	3	4	5


## Приложение 2

### Тестовые вопросы по курсу «Материаловедение» для бакалавров 3-го курса (Тема 8)

1. Химико-термическая обработка стали
2. Назначение и технология видов химико-термической обработки: цементации, азотирование, нитроцементации и диффузионной металлизации
3. Цементация в твердом карбюризаторе, газовая цементация.
4. Структура цементованного слоя
5. Термическая обработка после цементации
6. Азотирование, цианирование и нитроцементация
7. Диффузионная металлизвция
8. Термомеханическая обработка стали
9. Поверхностное упрочнение стальных деталей
10. Закалка токама высокой частоты, газопламенная закалка.
11. Обработка стали холодом
12. Упрочнение методом пластической деформации

## Лабораторные занятия

<b>Тема 7.</b>	<b>Микроструктура углеродистых сталей в неравновесном состоянии (после термообработки).</b>
----------------	---

### 7.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний	
Вопросы для обсуждения:		7.1. Понятия о микроструктуре сталей. 7.2. Изменение микроструктуры сталей после процесса термической обработки.	
Цель учебного занятия: Научить студентов определять степень прокаливаемости стали по полученной микроструктуре.			
Задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"><li>• объяснить, на чём основано изменение микроструктуры сталей после термической обработки;</li><li>• показать, как строится диаграмма «Железо-углерод» в соответствии с режимами термической обработки;</li><li>• показать, как изменяется</li></ul>		Результаты учебной деятельности:  Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>• знать, наносятся температурные интервалы нагрева изучаемых сталей для различных видов термической обработки;</li><li>• изучить и зарисовать микроструктуры термообработанных сталей;</li></ul>	

микроструктура сталей в зависимости от скорости охлаждения заготовок при закалке.	• провести анализ характерных особенностей структур термообработанных сталей.
Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, Техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

## 7.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (50 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и взаимооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (15 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

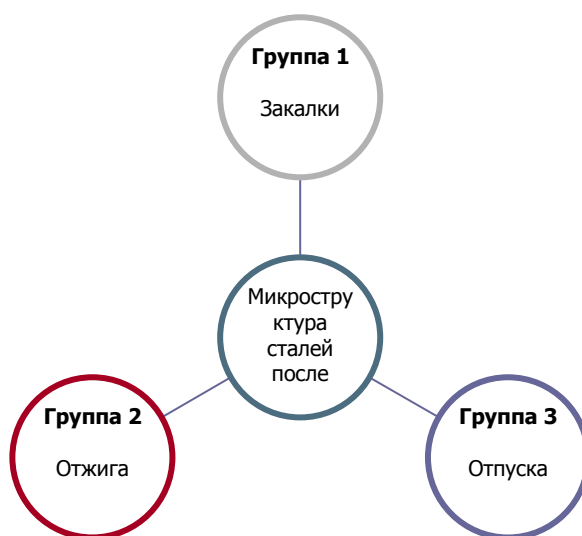
Приложение 1

### Блиц-опрос:

1. Что такое микроструктура сталей?
2. Как изменяется микроструктура в зависимости от вида термической обработки?
3. Какая микроструктура должна получиться для создания максимальной поверхностной твердости на детали?
4. Какие оптические приборы используются для определения микроструктуры сталей и сплавов?
5. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит отпуска?

Приложение 2

**Задание: «Определить микроструктуру сталей после операции...»**



Приложение 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

### Лекционные занятия

<b>Тема 9.</b>	<b>Конструкционные материалы. Легированные стали. Инструментальные стали. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.</b>
----------------	---

### 9.1. Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел		Время 4 часа (лекции), 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		тематическая лекция – визуализация	
План лекции:		9.1. Общие понятия о конструкционных материалах. 9.2. Инструментальные стали. 9.3. Жаростойкие стали и сплавы. 9.4. Коррозионно-стойкие стали и сплавы.	
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о конструкционных материалах. Область применение и назначение инструментальных, коррозионно-стойких, жаростойких сталей и сплавов.			
Задачи преподавателя: • дать студентам представления о прочих конструкционных материалах; • объяснить, как влияют легирующие		Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, какие виды конструкционных материалов существуют в природе;	



<i>элементы на структуру и состав сталей и сплавов на основе железа.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>знать, чем металлы отличаются по своим свойствам от других конструкционных материалов;</i></li> <li>• <i>знать способы получения инструментальных, коррозионно-стойких, жаростойких сталей и сплавов.</i></li> </ul>
<i>Методы и техники обучения</i>	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
<i>Средства обучения</i>	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
<i>Формы обучения</i>	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
<i>Условия обучения.</i>	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
<i>Мониторинг и оценка</i>	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

## 9.2. Технологическая карта лекции

<b>Этапы, время</b>	<b>Содержание деятельности</b>	
	<b>Преподавателя</b>	<b>Студентов</b>
<b>1 этап.</b> <i>Введение</i> (15 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
<b>2 этап.</b> <i>Основной</i> (55 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. <i>Какие конструкционные материалы вы знаете?</i> 2. <i>Назовите основные легирующие элементы в инструментальных сталях?</i> 3. <i>Назовите марки углеродистых инструментальных сталей (согласно ГОСТ 1435).</i> 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
<b>3 этап.</b> <i>Заключительный</i> (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

**Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))**

	<b>Вопрос темы</b>	<b>Знаю</b>	<b>Хочу знать</b>	<b>Узнал(а)</b>
	2	3	4	5


## Приложение 2

### Тестовые вопросы по курсу «Материаловедение» для бакалавров 3-го курса (Тема 9)

1. Влияние различных элементов на полиморфизм железа
2. Влияние легирующих элементов на превращения в стали
3. Влияние легирующих элементов на превращение перлита в аустенит.
4. Влияние легирующих элементов на превращение переохлажденного аустенита.
5. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение
6. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.
7. Классификация легированных сталей
8. Стали для режущего инструмента
9. Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435).
10. Легированные инструментальные стали
11. Стали для измерительных инструментов
12. Штамповые стали (для холодного и горячего деформирования).
13. Твердые сплавы
14. Алмаз как материал для изготовления инструментов
15. Классификация коррозионно-стойких сталей и сплавов
16. Хромистые стали.
17. Жаростойкость, жаростойкие стали и сплавы.
18. Жаропрочность, жаропрочные стали и сплавы.
19. Классификация жаропрочных сталей и сплавов.

## Лабораторные занятия

<b>Тема 8.</b>	<b>Химико-термическая обработка стали.</b>
----------------	--

### 8.1. Технология проведения лабораторной работы

Количество студентов 15÷20 чел		Время 2 часа (лабораторные)	
Форма учебного занятия		Лабораторное занятие по углублению и расширению знаний	
Вопросы для обсуждения:		8.1. Понятия о процессе химико-термической обработки сталей. 8.2. Область применения стальных деталей, подвергнутые процессу ХТО.	
Цель учебного занятия: Научить студентов самостоятельно проводить цементацию в твёрдом карбюризаторе заготовок из малоуглеродистой стали.			
Задачи преподавателя: • объяснить, на чём основан принцип ХТО; • какие процессы протекают при цементации; • показать, как происходит процесс цементации в лабораторных условиях.		Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, какими реактивы используются для процесса цементации в твёрдом карбюризаторе; • определить температурные режимы протекания процесса цементации в твёрдом карбюризаторе; • знать, как влияет содержание углерода в поверхностном слое на последующий процесс закалки.	

Методы и техники обучения	Беседа, совместное обучение, дискуссия, Техника: блиц-опрос
Средства обучения	курс лекций, учебные материалы
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы.

## 8.2. Технологическая карта лабораторной работы

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (10 мин.)	1.1. Сообщает тему учебного занятия, цели, план проведения, знакомит с правилами работы в группах. 1.2. С целью актуализации знаний по теме проводит блиц-опрос по ключевым понятиям темы (приложение 1) Объясняет, что каждый получит индивидуальные баллы в соответствии с оценкой результатов работы всей группы.	1.1. Слушают, задают вопросы, записывают.  1.2. Отвечают на вопросы
2 этап. Основной (60 мин.)	2.1. Разделяет студентов на 3 группы. Раздает учебное задание (приложение 2). Уточняет, какие учебные результаты должны быть получены. Комментирует показатели и критерии оценки (приложение 3). 2.2. Разъясняет, какими дополнительными материалами можно пользоваться при выполнении задания (учебник, текст лекций). Объявляет о начале работы в группах. 2.3. Организует коллективное обсуждение темы и самооценку результатов работы в группах. Комментирует, обобщает знания, особо обращает внимание на выводы, обобщения, сделанные в процессе выполнения заданий	2.1. Знакомятся с учебными заданиями. Выполняют задания.  2.2. Слушают, записывают  2.3. Выступают, дополняют, оценивают.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги работы. 3.2. Дает задание для самостоятельной работы: письменно сделать конспект по опорным словам	3.1. Слушают  3.2. Записывают задания на дом

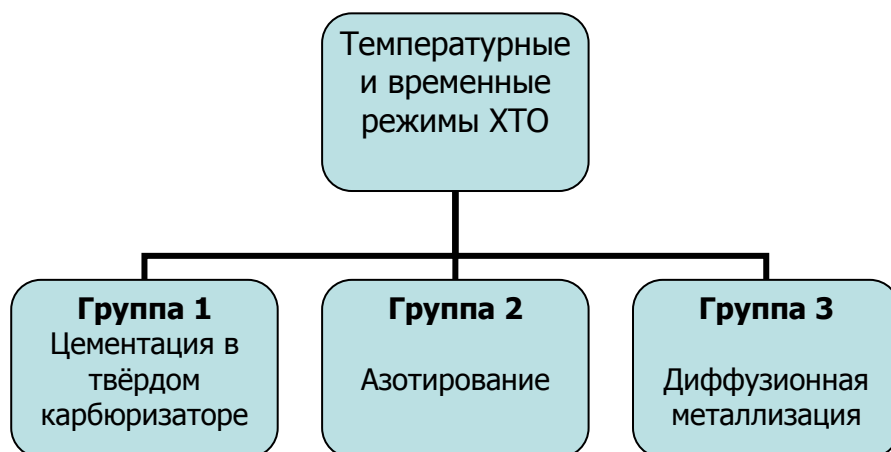
Приложение 1

### Блиц-опрос:

1. Что такое химико-термическая обработка металлов?
2. Что такое цементация?
3. Что такое азотирование?
4. Что такое цианирование?

Приложение 2

**Задание: «Определить температурные и временные режимы проведения следующих видов ХТО»**



Приложение 3

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

№ группы	1 задание 0,5	2 задание 0,5	Сумма 1	Баллы: 2-3 - «отл.» 1-2 –«хор.» 0,5-1-«уд.»
1				
2				
3				

### Лекционные занятия

<b>Тема 10.</b>	<b>Цветные металлы и сплавы на их основе. Титан и его сплавы. Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Медь и ее сплавы.</b>
-----------------	---

#### 10.1. Технология обучения на лекции

Количество студентов 15÷20 чел	Время 2 часа (лекции), 0 часов (лабораторные)
Форма учебного занятия	тематическая лекция – визуализация
План лекции:	10.1. Общие понятия о цветных металлах. 10.2. Медь и её сплавы. 10.3. Алюминий и его сплавы. 10.4. Титан и его сплавы.
<b>Цель учебного занятия:</b> Дать студентам основные понятия о способах получения и структуре цветных металлов и их сплавов.	
Задачи преподавателя: • дать студентам представления о цветных металлах и сплавах на их основе;	Результаты учебной деятельности: Студент должен: • знать, что алюминий, медь, титан, золото, магний;

• объяснить, какие основные отличия существуют между цветными и чёрными металлами.	• уметь по внешнему виду и по микроструктуре отличать цветные металлы от чёрных; • знать классификацию и маркировку сплавов на основе меди, алюминия, цинка.
Методы и техники обучения	<b>Лекция</b> – визуализация, мозговой штурм, техники: блиц-опрос, фокусирующие вопросы, кластер
Средства обучения	Проектор, визуальные материалы, информационное обеспечение, курс лекций.
Формы обучения	Коллективная, фронтальная работа, работа в группах.
Условия обучения.	Аудитория, приспособленная для работы с ТСО
Мониторинг и оценка	Устный контроль: ответы на вопросы, тесты.

## 10.2. Технологическая карта лекции

Этапы, время	Содержание деятельности	
	Преподавателя	Студентов
1 этап. Введение (15 мин.)	1.1. Сообщает тему занятия и план лекции 1.2. Выясняет, какие вопросы появились у студентов во время самостоятельного ознакомления с лекцией	1.1. Слушают, смотрят текст лекции, записывают 1.2. Задают вопросы
2 этап. Основной (55 мин.)	2.1. Проводит блиц-опрос 1. Что такое медь? 2. Какие сплавы на основе меди вы знаете? 3. Как определяется маркировка алюминия литейного? 2.2. Выводит таблицу ЗХУ и комментарии работы с ней (приложение 1): 2.3. Предлагает студентам, пользуясь сделанные ими отметками на полях текста во время его прочтения, ответить на вопросы: 1. Что они уже знают или могут самостоятельно рассказать; 2. Что осталось не усвоенным, не понятным? 3. Какая еще требуется дополнительная информация? В соответствии с чем, заполнить 3 и 4 колонки таблицы	2.1. Отвечают на вопросы.  2.2. Записывают в тетрадь таблицу ЗХУ. 2.3. Заполняют таблицу ЗХУ.
3 этап. Заключительный (10 мин.)	3.1. Подводит итоги по теме в целом. 3.2. С целью закрепления и обобщения результатов обучения и проверки уровня усвоения темы проводит устное тестирование – выводит тесты на экран. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, а также прочитать текст следующей лекции с помощью техники «ИНСЕРТ» и ответить на вопросы предыдущей лекции (приложение 2)	1. Отвечают на тесты  2. Записывают домашнее задание

Приложение 1

Таблица 3/Х/У( Знаю/Хочу узнать/Узнал(а))

	Вопрос темы	Знаю	Хочу знать	Узнал(а)
1	2	3	4	5
2				
3				
4				
5				

--	--	--	--	--

## Приложение 2

### Тестовые вопросы по курсу «Материаловедение» для бакалавров 3-го курса (Тема 10)

1. Медь и её сплавы.
2. Титан и его сплавы.
3. Области применения титановых сплавов.
4. Алюминий и его сплавы.
5. Деформируемые сплавы, упрочняемые термической обработкой.
6. Литейные алюминиевые сплавы.
7. Магний и его сплавы
8. Деформируемые магниевые сплавы.
9. Литейные магниевые сплавы.
10. Медь и ее сплавы
11. Латуни.
12. Бронзы.

### Система оценивания знаний студентов по предмету «Материаловедение» для бакалавров 2-го курса

Всего баллов 100	Промежуточный контроль 35 баллов	Текущий контроль 35 баллов	Заключительный контроль 30 баллов
<b>Тема 1</b>			
Лекции (2ч)			
Лабораторные занятия (0ч)			
<b>Тема 2</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 3</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 4</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 5</b>			
Лекции (2ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			

<b>Контроль №1</b>	ОБ1	ЖБ1	
<b>Тема 6</b>			
Лекции (2ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 7</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 8</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 9</b>			
Лекции (4ч)			
Лабораторные занятия (2ч)			
<b>Тема 10</b>			
Лекции (2ч)			
Лабораторные занятия (0ч)			
<b>Контроль №2</b>	ОБ2	ЖБ2	
Заключительный контроль	ЯБ		

