



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**Направление подготовки**

**22.03.02 Metallurgy**

**Профиль подготовки**

**Metallurgy of non-ferrous metals**

**Уровень высшего образования**

**Applied Bachelor**

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Методические рекомендации к организации и выполнению контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Материаловедение».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Худорожкова Юлия Викторовна, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут способны осуществлять технологические процессы обработки материалов.	

Контрольные задания составлены в 15 вариантах. Каждый студент должен выполнить вариант, номер которого соответствует: двум последним цифрам индивидуального шифра (если шифр оканчивается на цифры меньше или равной 15); последней цифре индивидуального шифра (если шифр оканчивается на цифру больше 15).

После основательной проработки каждой темы программы по учебнику необходимо дать исчерпывающие ответы на приведенные контрольные вопросы для самопроверки. Нахождение правильных и обоснованных ответов на эти вопросы окажет студенту немалую помощь в познании предмета, обратит его внимание на наиболее существенные стороны каждой темы программы.

Контрольное задание охватывает материал тем: кристаллическое строение, кристаллизация, пластическая деформация и рекристаллизация металлов, диаграмма железо-углерод, цветные металлы и сплавы.

Описывать фазовые превращения в сплавах по диаграмме железо-углерод следует с допущением, что эти превращения совершаются в полном соответствии с приведенной диаграммой состояния. Наибольшим приближением к такому случаю будет малая скорость охлаждения сплава.

Приступая к работе, проставьте фазы во всех областях диаграммы. Описывая превращения в сплаве, нужно последовательно отмечать точки, соответствующие температурам начала и конца кристаллизации жидкой фазы, указывать изменение составов как жидкой, так и твердой фаз при дальнейшем охлаждении, наличие фаз в каждом интервале температур с указанием изменения их состава и количества и т.д. При встрече с горизонтальными линиями диаграммы следует указать превращение, которое совершается при данной температуре в сплаве, в чем оно состоит, написать уравнение реакции, сколько и какие фазы в нем участвуют и чем это превращение завершается.

Следует отметить, что распространенной ошибкой является представление о том, что с окончанием кристаллизации заканчиваются фазовые превращения. Если при дальнейшем охлаждении в твердом состоянии наблюдается изменение состава фаз и их количеств, то это связано с протеканием процессов выделения или растворения фаз. При определении химических составов фаз при заданных температурах следует провести коноды, показать на диаграмме точки, позволяющие найти на оси концентраций количество компонентов, содержащихся в фазах. Весовое количество фаз определяется с помощью правила отрезков или рычага.

Следует иметь в виду, что в разных книгах могут быть некоторые несовпадения цифровых значений предельной растворимости углерода в аустените и феррите, и температур эвтектического и эвтектоидного превращений. При выполнении контрольного задания нужно пользоваться диаграммой, приведенной в задании. Кроме того, на диаграмме нужно указывать фазы, а не структурные составляющие.

При описании фазовых превращений по диаграмме состояния следует иметь в виду, что эти превращения носят обратимый характер.

Текст ответов на все вопросы нужно иллюстрировать конкретными примерами, схемами, графиками. Диаграммы состояния и графики должны быть выполнены тщательно, с разметкой осей координат и обозначением характерных точек и областей. Недопустимо составление ответов путем выписывания из книг готовых фраз или целевых абзацев.

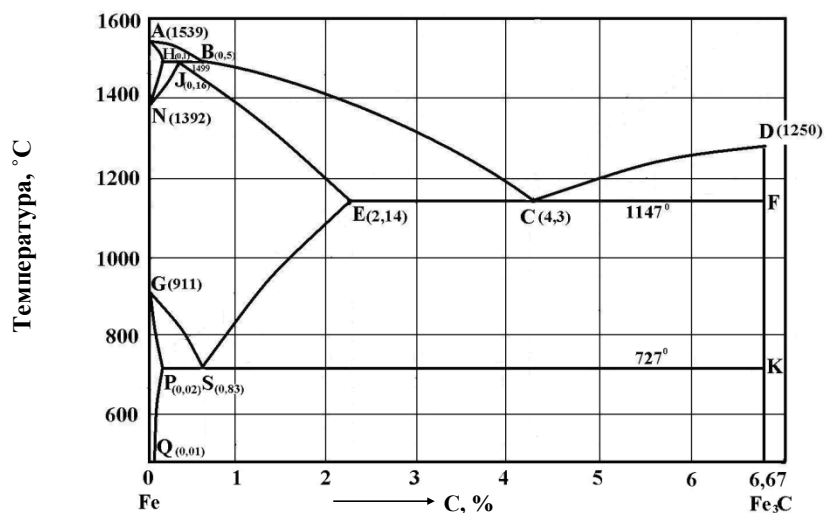
В конце контрольной работы необходимо указать использованную литературу.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### ВАРИАНТ 1

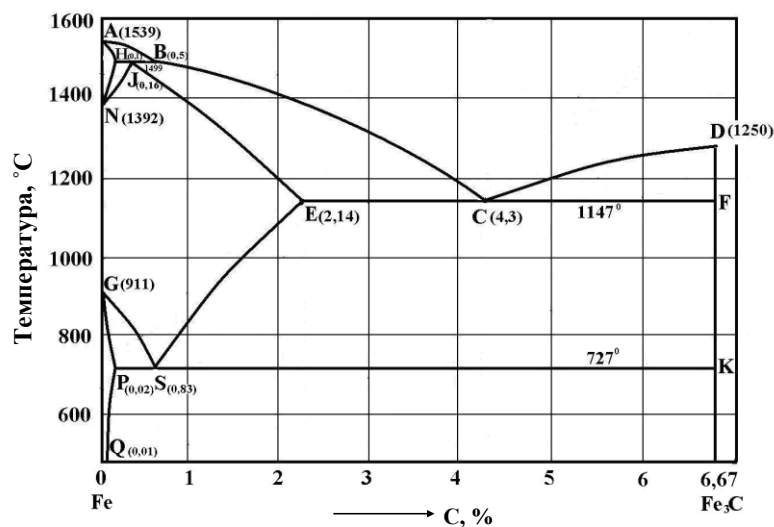
1. В чем состоит отличие кристаллического тела от аморфного?
2. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Приведите основные свойства и строение железа, цементита и графита. Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 5,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1500, 1300<sup>0</sup> С, эвтектоидной;
  - б) количество каждой фазы при 900<sup>0</sup> С;

- в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
3. Какая деформация является упругой, а какая пластической? Особенности упругой деформации.
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для заэвтектоидной стали. Опишите особенности распада аустенита в изотермических условиях при температурах 650 и 400<sup>0</sup> С. Какое при этом получится различие в структуре и свойствах?
5. Чем отличается сталь У10 от стали 10?
6. Имеются сплавы Л59 и БрС30. Расшифруйте их маркировку и укажите, какой из сплавов является антифрикционным.



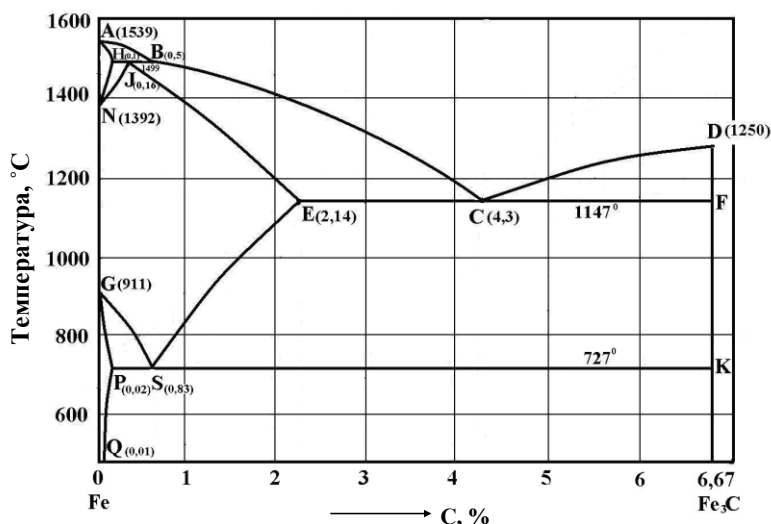
## ВАРИАНТ 2

1. Перечислите типы кристаллических решеток, наиболее характерных для металлов, вычертите их ячейки.
2. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 3,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1200, 1000 °С, эвтектической;
  - б) количество каждой фазы при 800 °С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
3. Какие существуют механизмы пластической деформации?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для доэвтектоидной стали. Объясните значение всех линий диаграммы. Проведите на этой диаграмме кривые скоростей охлаждения, обеспечивающих получение следующих структур: феррита и перлита, троостита и мартенсита.
5. Какую разницу свойств и применения можно отметить между сталями Ст2кп и Ст2сп?
6. Какими свойствами обладают бериллиевые и свинцовые бронзы? Назовите детали, которые могут изготавливаться из таких бронз.



### ВАРИАНТ 3

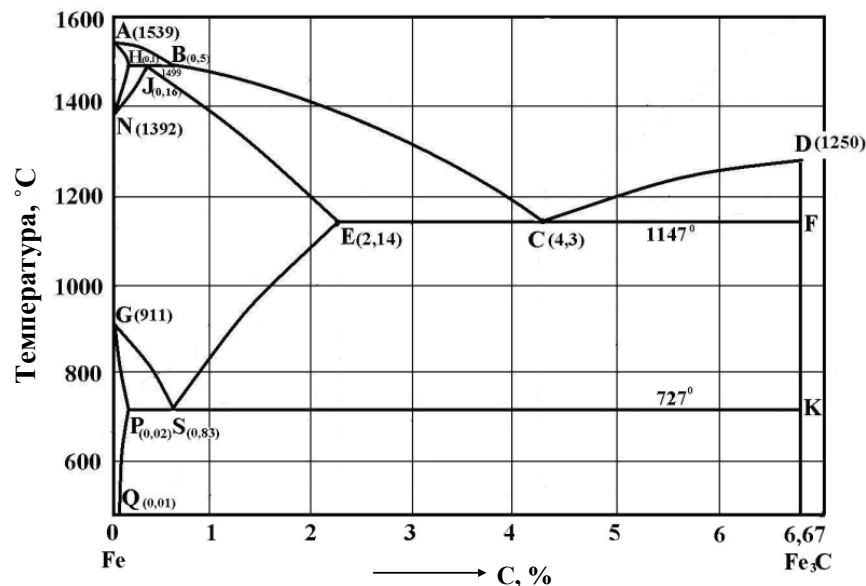
1. Укажите кристаллические обозначения (индексы) для различных плоскостей и направлений в кубической (ОЦК и ГЦК) и гексагональной решетках.
2. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Что такое перлит, ледебурит? Укажите фазовые составляющие перлита и ледебурита. Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 1,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1100, 750, 300°С;
  - б) количество каждой фазы при 800°С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
3. Покажите, как происходит сдвиг в кристаллической решетке посредством движения краевых и винтовых дислокаций.
5. Особенности маркировки сплавов цветных металлов.
6. Укажите примерный химический состав сталей 50ХГФА и 4Х3В2Н2Ф2, значение буквы А в маркировке. Отметьте назначение сталей.
7. Какова технология получения бронз? Чем определяются высокие технологические свойства оловянных бронз?





## ВАРИАНТ 5

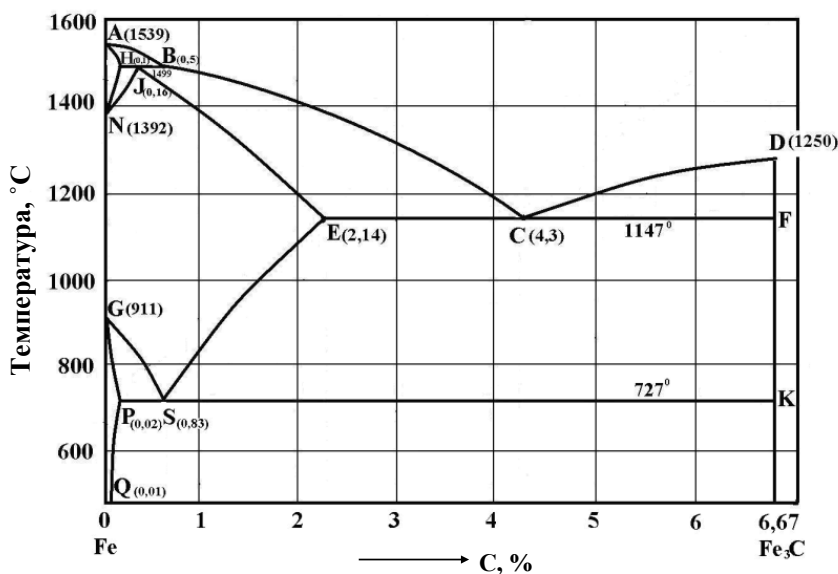
1. Чем отличается атомно-кристаллическая решетка реального металла от решетки идеального кристалла?
2. Как изменяется плотность дислокаций в процессе пластической деформации и как действует источник дислокаций Франка и Рида?
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см.рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 0,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах эвтектоидной, 800, 1200<sup>0</sup> С;
  - б) количество каждой фазы при 750<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
4. Приведите классификацию углеродистых сталей по содержанию углерода, структуре, назначению и качеству.
5. Опишите особенности перлитного превращения переохлажденного аустенита. Каково различие в строении и свойствах между перлитом, сорбитом и трооститом?
6. Рекомендуйте марку сплава на медной основе, обрабатываемого давлением и пригодного для конденсаторных трубок в морском судостроении.





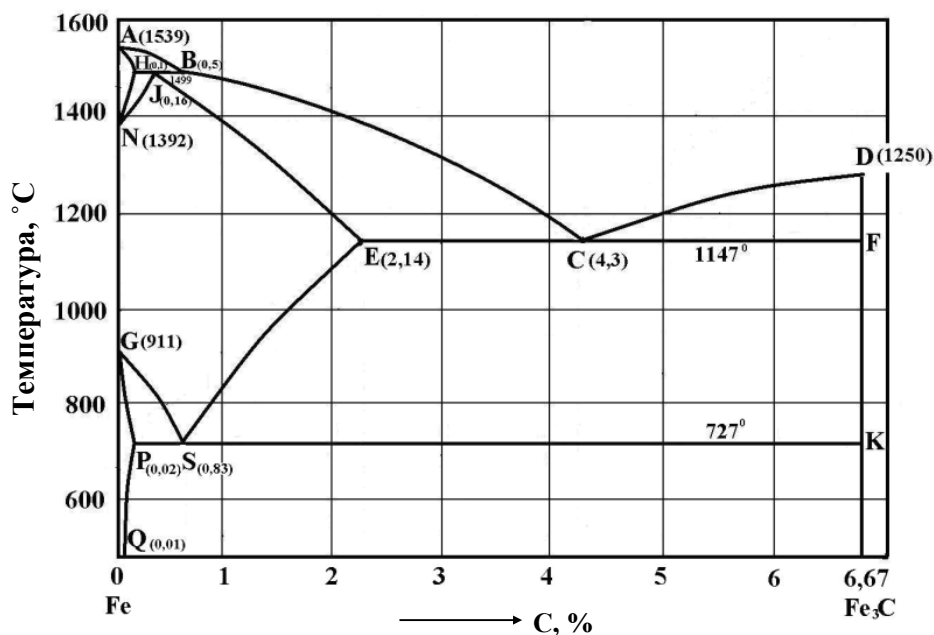
## ВАРИАНТ 6

1. В чем проявляется анизотропия кристаллических веществ?
2. Как выглядит макро- и микроструктура поликристаллического металла после холодной пластической деформации? Что такое текстура деформации и в чем проявляется ее влияние на свойства металла?
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в эвтектоидном сплаве при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1100, 727, 500<sup>0</sup> С;
  - б) количество каждой фазы при 500<sup>0</sup> С
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
4. Какой структурой может обладать серый чугун? Какие факторы обуславливают кристаллизацию чугунов с образованием цементита и графита?
5. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для эвтектоидной стали. Объясните значение всех линий диаграммы. Приведите на схеме скорости охлаждения соответствующие полной закалке, изотермической закалке, нормализации.
6. Укажите наиболее важные механические и физические свойства технического титана.



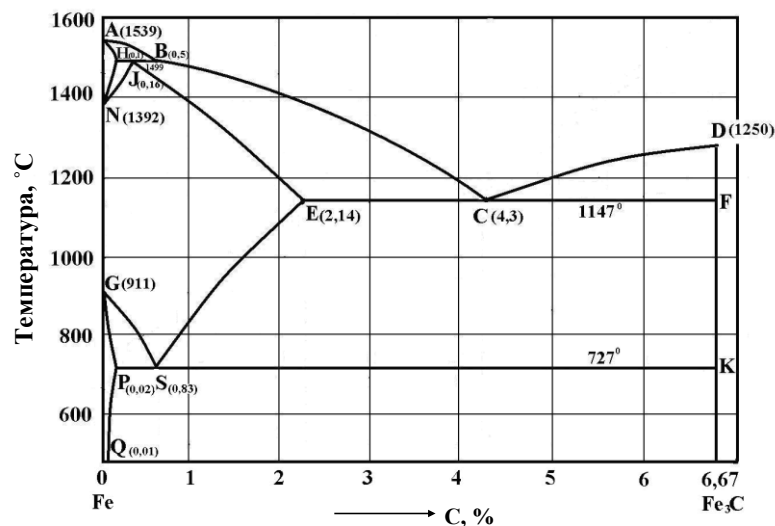
## ВАРИАНТ 7

1. Какие превращения в металлах называются аллотропическими?
2. Что называется возвратом (отдыхом) и рекристаллизацией обработки? Как при этом изменяются свойства и структура металла?
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 1,1 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1400, 727, 100<sup>0</sup> С;
  - б) количество каждой фазы при 900<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре
4. Охарактеризуйте форму графитных включений в чугунах и покажите, какая связь существует между формой графита и механическими свойствами чугунов?
5. Укажите марки легированных цементуемых сталей. Как изменяется микроструктуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины детали после окончательной термической обработки?
6. Какими свойствами обладают дуралюмины? В чем заключается упрочняющая обработка этих сплавов.



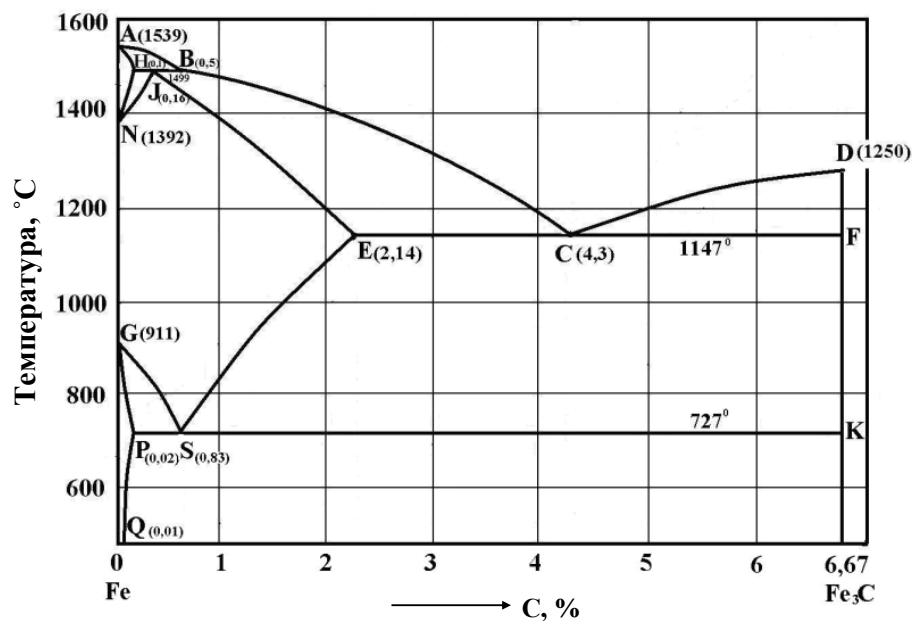
## ВАРИАНТ 8

1. Что такое плотность дислокаций, в каких единицах она измеряется и как влияет на прочность?
2. Какое влияние оказывает пластическая деформация на механические, физические и другие свойства металла? Что такое наклеп и в чем состоит его физическая сущность?
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в эвтектическом сплаве при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1147, 950, 600° С;
  - б) количество каждой фазы при 950° С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для доэвтектоидной стали. Объясните значение всех линий диаграммы. Покажите на схеме два режима получения феррито-перлитной структуры: в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении.
5. Укажите марки и состав аустенитных марганцовистых сталей высокой износостойкости. Опишите свойства и области применения этих сталей.
6. Подберите марку сплава для поршней авиационных двигателей внутреннего сгорания, учитывая необходимость минимального удельного веса. Рабочая температура может достигать до 400 – 500° С. Ответ обоснуйте.



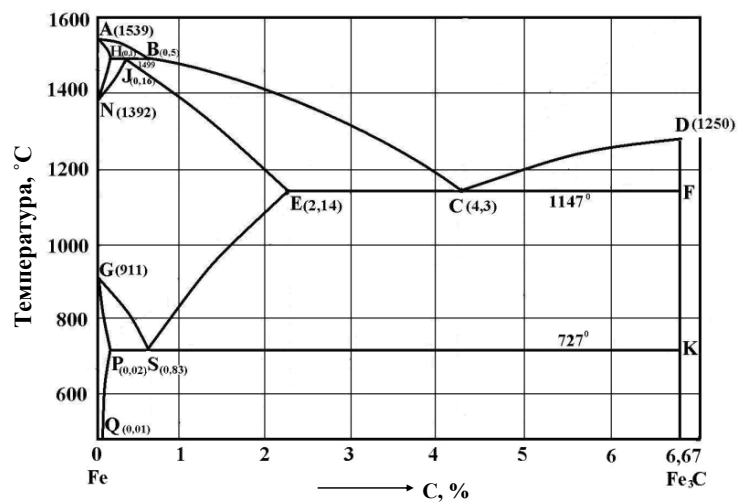
## ВАРИАНТ 9

1. Какова природа границ зерен поликристаллических металлов и блочной (мозаичной) структуры?
2. В чем различие между холодной и горячей деформацией металлов?
3. Как влияют легирующие элементы на полиморфное превращение в железе? Как изменяются свойства феррита при легировании?
4. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 0,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1000, 600<sup>0</sup> С, эвтектоидной;
  - б) количество каждой фазы при 750<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
6. Текстолит, пласмасса.
5. Приведите марки легких сплавов, обладающих высокой коррозионной стойкостью и пригодных для изготовления деталей способом глубокой вытяжки из листа. Какая обработка применяется между операциями вытяжки?



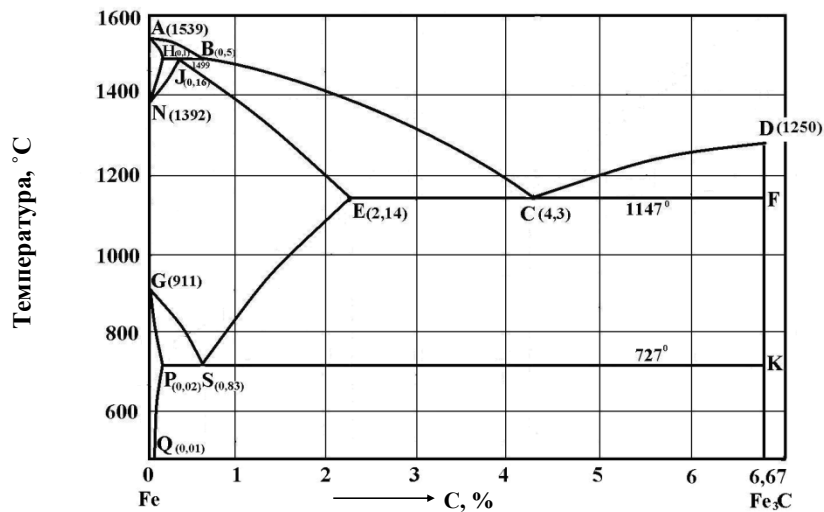
## ВАРИАНТ 10

1. Объясните сущность принятого метода обозначения кристаллографических плоскостей. Покажите на схеме для кубической решетки положение плоскостей (100) и (111).
2. Объясните с помощью схемы Йоффе склонность металлов (стали) к вязкому и хрупкому разрушению. Что такое порог хладноломкости и какие факторы оказывают влияние на его положение?
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 0,3 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1100, 800<sup>0</sup> С, эвтектоидной;
  - б) количество каждой фазы при 800<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
4. Опишите свойства хромоникелевых сталей типа X18Н10Т. В чем состоит явление интеркристаллитной коррозии и меры борьбы с ней?
5. Какими механическими свойствами характеризуются бериллиевые бронзы? Какой термической обработке они подвергаются?
6. Термопластичные полимеры. Стекла.



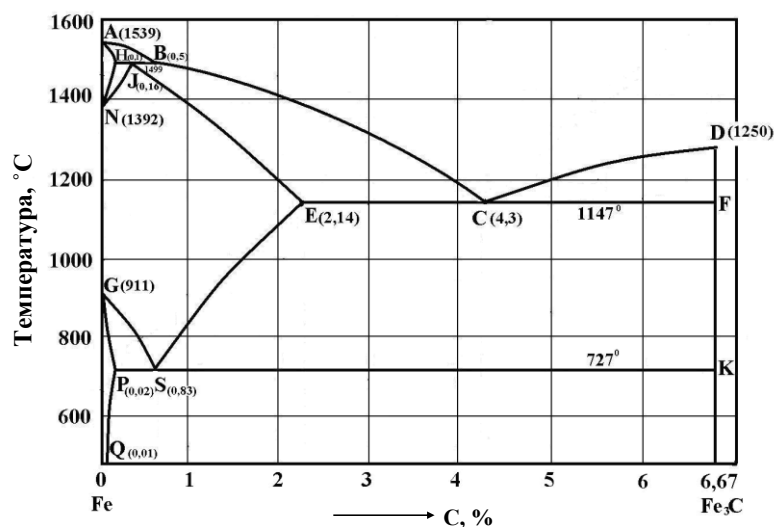
## ВАРИАНТ 11

1. Что называется системами скольжения в кристаллах?
2. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Приведите основные свойства и строение железа, цементита и графита. Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 2,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1500, 1000<sup>0</sup> С, эвтектической;
  - б) количество каждой фазы при 1000<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
3. Объясните, как можно по микроструктуре отличить медь, подвергнутую горячей и холодной деформации? Опишите влияние горячей и холодной деформации на свойства.
4. Текстура деформации. Как она влияет на свойства?
5. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для доэвтектоидной стали. Опишите особенности распада аустенита в изотермических условиях при температурах 500 и 300<sup>0</sup> С. Какое при этом получится различие в структуре и свойствах?
6. Имеются сплавы ЛАН-80-1-1 и БрБ2. Расшифруйте их маркировку и укажите, какой из сплавов является пружинным.



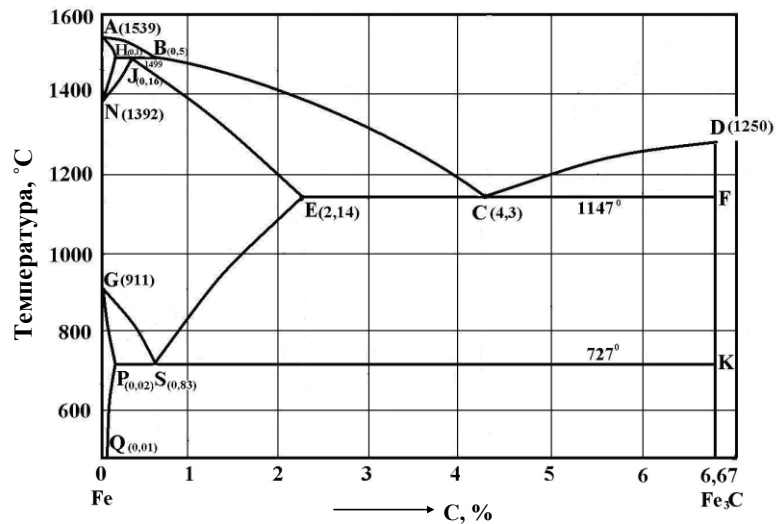
## ВАРИАНТ 12

1. Что называется фазой, компонентом, степенью свободы, системой?
2. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 1,0 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах 1450, 1000<sup>0</sup> С, эвтектоидной;
  - б) количество каждой фазы при 800<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
3. С какой целью проводится рекристаллизационный отжиг?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита для доэвтектоидной легированной стали. Объясните значение всех линий диаграммы. Проведите на этой диаграмме кривые скоростей охлаждения, обеспечивающих получение следующих структур: феррита и перлита, троостита и мартенсита, бейнита.
5. Какую разницу свойств и применения можно отметить между сталями СтЗкп и СтЗсп?
6. Какими свойствами обладают свинцовые бронзы? Назовите детали, которые могут изготавливаться из таких бронз.



### ВАРИАНТ 13

- Нарисуйте схемы кристаллических решеток: кубических (ОЦК и ГЦК) и гексагональной. Покажите плоскости и их индексы с наиболее плотным расположением атомов.
- Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Что такое перлит, ледебурит? Укажите фазовые составляющие перлита и ледебурита. Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 0,6 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - химический состав фаз при температурах 1500, 750, 200° С;
  - количество каждой фазы при 800° С;
  - структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
- Плоский алюминиевый образец подвергался холодной пластической деформации изгибом, а затем рекристаллизационному отжигу при температуре 550° С. Объясните, почему будет различная величина зерна алюминия после такой обработки на различном расстоянии от места изгиба.
- Укажите примерный химический состав сталей 70С2ХА и У12А, значение буквы А в маркировке. Отметьте назначение сталей.
- Технология получения и виды порошковых материалов.
- Какие сплавы называются силуминами? Приведите примеры и маркировку.







## ВАРИАНТ 15

1. Строение и основные свойства кристаллических тел.
2. Объясните физическую сущность явления наклепа. Укажите причины наклепа.
3. Вычертите метастабильную диаграмму железо-углерод (см. рисунок). Опишите фазовые превращения в сплаве с содержанием углерода 0,5 % при охлаждении. Определите для заданного сплава:
  - а) химический состав фаз при температурах эвтектоидной, 800, 1200<sup>0</sup> С;
  - б) количество каждой фазы при 750<sup>0</sup> С;
  - в) структурные составляющие сплава при комнатной температуре.
4. Приведите классификацию деформируемых алюминиевых сплавов. Укажите назначение и марки.
5. Дайте определение хрупкому и вязкому разрушению. От каких факторов зависит характер разрушения?
6. Рассмотрите характерные составы, структуры и свойства деформируемых магниевых сплавов. Приведите примеры марок и режимы используемых упрочняющих термических обработок.

