

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.06.2023 15:33:56  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 03 » марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Все направленности**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Факультет механический**

**Кафедра теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

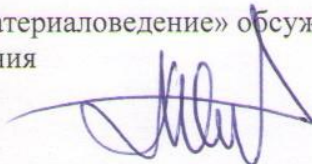
2021

Б1.О.13

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Мякин С.В.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения протокол от «03» февраля 2021 № 4  
Заведующий кафедрой



М.М.Сычев



Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «02» 03 2021 № 6

Председатель



А.Н.Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководители направления подготовки		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	08
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Лабораторные занятия.....	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	17
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации... 18	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-1</b> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p><b>ОПК-1.5</b> Знание и использование на практике современных представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> современные представления о строении вещества, основные механические, физические, химические свойства и эксплуатационные характеристики материалов и принципы взаимосвязи «состав-структура-свойства материалов» (ЗН-1). <b>Уметь:</b> - использовать на практике знания о влиянии кристаллической структуры и природы химической связи на свойства материалов (У-1). <b>Владеть:</b> - навыками применения знаний диаграмм состояния сплавов для решения задач своей профессиональной деятельности (Н-1).</p>
<p><b>ОПК-4</b> Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p><b>ОПК-4.7</b> Способен осуществлять рациональный выбор методов и технических средств для определения свойств сырья и готовой продукции.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные методы определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов (ЗН-2); <b>Уметь:</b> - осуществлять оптимальный выбор материалов для практических применений (У-2); <b>Владеть:</b> - навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-2)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.13) и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Математика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Материаловедение» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Системный анализ химических технологий», а также при прохождении преддипломной практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>12</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	4
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>132</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	Тестирование, 3 КР
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Экзамен

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Строение, свойства, структуры и дефекты твердых веществ.	1	-	-	12	ОПК-1
2	Диаграммы равновесного состояния.	-	1		12	ОПК-1
3	Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы.	-	-	2	10	ОПК-1
4	Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.	-	-	1	12	ОПК-1
5	Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.	1	1	-	12	ОПК-4
6	Цветные металлы. Сплавы на основе алюминия и меди	1	1	-	10	ОПК-4
7	Электротехнические материалы		-	-	12	ОПК-4
8	Полимеры, пластмассы, резины		-	-	10	ОПК-4
9	Стекло и керамика		-	-	10	ОПК-4
10	Композиционные материалы		-	-	10	ОПК-4
11	Наноматериалы	1	-	-	10	ОПК-1 ОПК-4
12	Коррозия и методы защиты от нее		1	1	12	ОПК-1 ОПК-4
<b>Итого</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>132</b>	

**4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины**

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	<p><b>ОПК-1.5</b> Знание и использование на практике современных теоретических представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.</p>	<p>Введение. Строение, свойства, структура и дефекты твердых веществ            Диаграммы равновесного состояния.            Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродные сплавы.            Превращения в сталях при нагревании и охлаждении.            Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.            Наноматериалы.            Коррозия и методы защиты от нее.</p>
2	<p><b>ОПК-4.7</b> Оптимальный выбор материалов и методов их испытаний для решения конкретных профессиональных задач</p>	<p>Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродные сплавы.            Легированные стали, стали с особыми свойствами.            Инструментальные материалы.            Цветные металлы. Сплавы на основе алюминия и меди            Электротехнические материалы.            Полимеры, пластмассы, резины.            Стекло и керамика.            Композиционные материалы.            Наноматериалы.            Коррозия и методы защиты от нее.</p>

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Введение. Строение, свойства, структуры и дефекты твердых веществ.</b> Строение твердых веществ, влияние типа химической связи на механические свойства твёрдых веществ (прочность, пластичность, твёрдость, упругость). Дефекты кристаллической решётки.	1	Дискуссия
5	<b>Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.</b> Маркировка легированных сталей. Влияние легирующих элементов на свойства стали. Области применения и особенности свойств легированных сталей. Конструкционные стали, коррозионностойкие стали, пружинные стали, шарикоподшипниковые стали.	1	
6	<b>Цветные сплавы.</b> Маркировка, свойства, применение. Алюминий и сплавы на его основе. Медь и её сплавы, бронзы, латуни.	1	
11	<b>Наноматериалы.</b> Наноразмерные эффекты в материалах. Связь структуры со свойствами в наноматериалах. Различные типы наноматериалов. Общие подходы к синтезу наноматериалов. Особенности обращения и применения наноматериалов. Нанокompозиты.	1	Дискуссия

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<b>Диаграммы равновесного состояния.</b> Построение и анализ различных видов диаграмм равновесного состояния и соответствующих им кривых охлаждения сплавов, определение фазового состава и структуры сплавов.	1	Дискуссия, анализ конкретных ситуаций
5	<b>Сравнительный анализ легированных сталей.</b> Сопоставление состава, структуры и свойств различных марок легированных сталей, выбор режимов их термообработки; выбор марок сталей для конкретных применений	1	Дискуссия, анализ конкретных ситуаций



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
6	<b>Сравнительный анализ сплавов на основе алюминия и меди.</b> Сопоставление состава, структуры и свойств различных марок сплавов на основе алюминия и меди, выбор режимов их термообработки; выбор марок сталей для конкретных применений	1	Дискуссия, анализ конкретных ситуаций
12	<b>Определение показателей коррозионной стойкости.</b> Определяют весового, объемного и электрохимического показателей коррозионной стойкости по результатам измерения потери массы металла, объема выделившегося водорода и силы коррозионного тока в результате взаимодействия с агрессивными средами.	1	

#### 4.4.2 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<b>Изучение микроструктуры сталей и чугунов.</b> Микроскопический анализ образцов сталей и чугунов. Определение размеров зерен и изучение их распределения по размерам.	1	Анализ конкретных ситуаций
	<b>Определение твердости сталей методами Бринелля и Роквелла.</b> Измерение твердости сталей, статистическая обработка и сравнительный анализ полученных результатов.	1	
4	<b>Закалка сталей.</b> Изучение влияния закалочных сред (скорости охлаждения) на структуру и физико-механические свойства сталей.	1	
12	<b>Испытания материалов на коррозионную стойкость</b> Определение скорости коррозии весовым и объемным методами. Сравнение материалов по показателям коррозионной стойкости	1	Анализ конкретных ситуаций

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Введение. Строение, свойства и дефекты твердых тел.</b> (удаления и формирования дефектов, регулирования их концентрации). Классификация и квалификация веществ и материалов по степени чистоты. Влияние степени чистоты на свойства веществ.	12	Тестирование, экзамен
2	<b>Диаграммы состояния.</b> Взаимосвязь между составом и свойствами материалов для различных вариантов взаимодействия компонентов в двухкомпонентных системах. Правило Курнакова	12	Контрольная работа, экзамен
3	<b>Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы.</b> Фазы и их смеси, образующиеся при взаимодействии железа с углеродом. Фазовые превращения и критические точки. Стали, чугуны: способы получения, классификация, основные свойства и применение. Новые технологии производства чугуна и сталей. Новые марки сталей. Зарубежные классификации и марки сталей.	10	Контрольная работа, тестирование, экзамен
4	<b>Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка.</b> Термообработка железо-углеродных сплавов. Закалка, отпуск, отжиг, нормализация, старение. Термомеханическая обработка: наклеп, нагартовка. Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Диффузионная металлизация.	12	Тестирование, экзамен
5	<b>Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.</b> Автоматные стали. Литейные стали. Износостойкие стали. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Абразивные материалы.	12	Контрольная работа, тестирование, экзамен
6	<b>Цветные сплавы.</b> Специальные медно-никелевые сплавы. Сплавы с эффектом «памяти формы».	8	Контрольная работа, тестирование, экзамен
7	<b>Электротехнические материалы.</b> Классификация. Проводники, контактные материалы, припои, материалы для нагревательных элементов, термопары, биметаллы. Полупроводники. Диэлектрики. Материалы с особыми магнитными свойствами: магнитомягкие и магнитотвёрдые сплавы.	12	Тестирование, экзамен

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
8	<p><b>Полимеры, пластмассы, резины.</b>            Основные виды и характеристики полимеров, их классификация по термическим свойствам. Пластмассы – состав, виды наполнителей, особые свойства, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.            Резины – состав, виды наполнителей, особые свойства, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.</p>	10	Тестирование, экзамен
9	<p><b>Стекло и керамика.</b> Стеклообразное состояние вещества. Способы производства стекла. Виды стекла и области его применения. Виды технической керамики, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.</p>	10	Тестирование, экзамен
10	<p><b>Композиционные материалы.</b>            Классификация композиционных материалов. Дисперсионно наполненные, волокнистые, слоистые композиты.            Методы создания композиционных материалов.            Особенности анализа структуры и свойств композиционных материалов.            Направления создания новых композиционных материалов.            Композиционные материалы в живой природе.</p>	10	Тестирование, экзамен
11	<p><b>Наноматериалы.</b>            Наноструктурированные углеродные материалы: фуллерены, нанотрубки, графен. Получение, свойства, методы исследования, области применения.            Производства нанопорошков.</p>	12	Тестирование, экзамен
12	<p><b>Коррозия и методы защиты от нее.</b>            Виды коррозионных разрушений. Показатели коррозионной стойкости. Методы диагностики коррозионных разрушений и испытаний на коррозионную стойкость. Химическая и электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии легирование, нанесение защитных покрытий и пассивирующих слоев, электрохимическая защита (протекторная, катодная, анодная), ингибирование, удаление агрессивных компонентов.</p>	12	Тестирование, экзамен

##### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется тремя вопросами из различных разделов дисциплины.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса и задание из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов и задания на экзамене:

### **Билет № 1**

1. Природа химической связи и свойства материалов.
2. Подходы к предотвращению коррозии на стадии проектирования.
3. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с.

2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с.

3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с.

4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с.

5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-

Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с.

6. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с.

7. Арзамасов, В.Б. Материаловедение: учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, - Москва : Издательский центр «Академия», 2013. – 173 с. - ISBN 978-5-7695-8835-8.

8. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения: / Г. Готтштайн; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина, под ред. В. П. Зломанова. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 400 с. - ISBN 978-5-94774-769-0.

9. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для вузов по спец. 020101 (011000) – «Химия» / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Физматлит, 2010. - 452 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1.

10. Каллистер, У. Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / У. Д. Каллистер, Д. Дж. Ретвич ; пер. с англ. под ред. А. Я. Малкина. – Санкт-Петербург : Изд-во НОТ, 2011. – 895 с. - ISBN 978-5-91703-022-7.

11. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – Москва : Альянс, 2009. – 528 с. - ISBN 978-5-903034-54-3.

12. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев, С.В. Мякин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. – 161 с.

13. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие для вузов по спец. "Технология переработки пластических масс и эластомеров"/ М. Л. Кербер [и др.]. – Санкт-Петербург : Профессия, 2009. – 557 с. - ISBN 978-5-93913-130-8.

14. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2007 – 784 с. - ISBN 5-93808-131-9.

15. Химическая диагностика материалов / В. Г. Корсаков [и др.]. Петербург. гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 224 с. - ISBN 978-5-7641-0254-2.

#### **б) электронные издания:**

1. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Закалка углеродистых сталей: Методические указания к лабораторной работе: / В. Н. Коробко [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения.– Санкт-Петербург : [б. и.], 2010. – 22 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Коробко, В.Н. Основы технологии конструкционных материалов: Учебное пособие / В. Н. Коробко, М. М. Сычев, А. Б. Романов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2012. - 97 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

9. Коробко, В. Н. Иллюстративный материал для лекций по курсу "Материаловедение": учебное пособие / В.Н. Коробко, М.М. Сычев, Г.Е. Горянина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2011. – 61с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

10. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. – 161 с. // СПбГТИ. Электронная

библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

**Интернет-ресурсы:** проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

[www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Материаловедение» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия.

Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;
- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0);
- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**



Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Ультразвуковой твёрдомер «Константа К5У»
2. Твёрдомер по методу Роквелла РТП 5011
3. Микротвёрдомер ПМТ-3 – 3 шт.
4. Микроскопы измерительные – 10 шт.
5. Микроскопы металлографические МИМ-5, МИМ-6, МИМ-7 – 13 шт.
6. Окулярная видеокамера к микроскопу ALTAMI USB – 3 шт.
7. Электropечи камерные СНОЛ 3/11 – 2 шт.
8. Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ
9. Весы аналитические электронные ВЛР 200
10. Видеопроектор NEC – 2 шт.
11. Коллекции микрошлифов: Чугуны (белые и серые). Углеродистые стали. Легированные стали. Цветные сплавы.
12. Твёрдомер по методу Роквелла РТП 5011.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Материаловедение»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	промежуточный
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-1.5</b> Знание и использование на практике современных представлений о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.	<b>Знает:</b> современные представления о строении вещества, основные механические, физические, химические свойства и эксплуатационные характеристики материалов и принципы взаимосвязи «состав-структура-свойства материалов» (ЗН-1).	Ответы на вопросы №. 1-7, 41-50.	Имеет представление об основных подходах к установлению взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов	Способен анализировать взаимосвязь между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов на конкретных примерах	Способен самостоятельно формулировать цели и решать задачи по анализу взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов
	<b>Умеет:</b> - использовать на практике знания о влиянии кристаллической структуры и природы химической связи на свойства материалов (У-1).	Ответы на вопросы №.8-15.	Имеет представление о характеристиках кристаллической структуры, видах химической связи и их влиянии на свойства материалов	Способен анализировать влияние характеристик кристаллической структуры и типа химической связи на свойства материалов	Способен анализировать свойства материалов во взаимосвязи с характеристиками их кристаллической структуры и типом химической связи при решении практических задач
	<b>Владеет:</b> - навыками применения знаний диаграмм состояния сплавов для решения задач своей профессиональной деятельности (Н-1).	Ответы на вопросы № 6, 7 и задание № 1-5.	Имеет представление об основных видах диаграмм состояния их назначения и содержащейся в них информации	Способен продемонстрировать связь структуры сплава с его свойствами, используя диаграмму состояния сплава	Способен, используя диаграмму состояния, выбрать термические режимы для получения заданной структуры сплава.

<b>ОПК-4.7</b> Способен осуществлять рациональный выбор методов и технических средств для определения свойств сырья и готовой продукции.	<b>Знает:</b> основные методы обработки материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств (ЗН-2)	Ответы на вопросы № 11-15, 26 и задание 6	Имеет представление об основных методах обработки материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств	Способен выбирать оптимальные методы термической, химико-термической и термомеханической обработки материалов при выполнении контрольных заданий	Способен проанализировать особенности изменения структуры и свойств материалов в результате применения выбранного метода обработки для использования в конкретных технологиях.
	<b>Умеет:</b> осуществлять оптимальный выбор материалов для практических применений (У-2);	Ответы на вопросы № 16-40 и задания 7-10	Имеет представление о принципах оптимального выбора материалов	Способен осуществлять оптимальный выбор материалов при выполнении контрольных заданий	Способен выбирать тип материалов с требуемыми свойствами и характеристиками для применения в конкретных технологиях..
	<b>Владеет:</b> навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-2)	Ответы на вопросы № 8-10, 42 и задания 11, 12	Имеет представление о методиках проведения стандартных испытаний материалов.	Способен осуществлять оптимальный выбор методов испытаний для определения конкретных характеристик материалов	Способен самостоятельно проводить стандартные испытания материалов при решении практических задач

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций при сдаче экзамена достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

### **3. Типовые контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-1:**

##### **Теоретические вопросы:**

1. Материаловедение – определение и объект изучения науки. Классификация материалов.
2. Природа химической связи и свойства материалов.
3. Типы кристаллических решеток, координационные числа, связь с плотностью и другими свойствами кристаллов. Типы дефектов в кристаллах. Влияние дефектов на прочность.
4. Упругая и пластическая деформация. Наклеп. Рекристаллизация.
5. Правило фаз Гиббса. Правило отрезков. Пример применения. Построение кривой охлаждения сплава.
6. Правило Курнакова.
7. Равновесная диаграмма железо-углерод. Линии на диаграмме и критические точки.
8. Механические свойства материалов и способы их измерения.
9. Твёрдость, различные методы определения и их особенности.
10. Методы измерения прочности.
11. Превращения в углеродистых сталях при нагревании и охлаждении. Фазовые превращения.
12. Фазы и структуры в железоуглеродных сплавах.
13. Виды термической обработки – закалка, отпуск, отжиг, нормализация, старение, их назначение, соответствующие изменения структуры и свойств сталей.
14. Химико-термическая обработка.
15. Термомеханическая обработка.

##### **Практические задания:**

1. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
2. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
3. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
4. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с образованием в твердом состоянии химического соединения. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
5. Найти на диаграмме состояния местоположение сплава по заданной структуре.

**б) Вопросы для оценки знаний, сформированных у студента по компетенции ОПК-4:**

**Теоретические вопросы:**

16. Углеродистые стали. Влияние углерода и примесей на структуру и свойства сталей. Маркировка углеродистых сталей.
17. Конструкционные легированные стали. Маркировка, влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей.
18. Стали с особыми свойствами. Нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные стали.
19. Углеродистые и легированные инструментальные стали.
20. Автоматные стали. Литейные стали.
21. Износостойкие стали. Сталь Гадфильда.
22. Износостойкие стали. Штамповые стали.
23. Твердые сплавы.
24. Абразивные материалы.
25. Чугуны – виды, получение, свойства, маркировка, применение.
26. Классификация алюминиевых сплавов. Закалка и старение алюминиевых сплавов.
27. Деформируемые алюминиевые сплавы неупрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
28. Деформируемые алюминиевые сплавы упрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
29. Спеченные алюминиевые порошки. Марки, структура, состав, свойства, применение.
30. Литейные алюминиевые сплавы (силумины). Марки, структура, состав, свойства, применение.
31. Латунь. Маркировка, состав, свойства, применение.
32. Бронзы. Маркировка, состав, свойства, применение.
33. Пластмассы. Структура. Термопласты, их свойства и применение.
34. Пластмассы. Структура. Реактопласты, их свойства и применение.
35. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с низким удельным сопротивлением. Сверхпроводники.
36. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с высоким удельным сопротивлением. Контактные материалы. Припой.
37. Композиционные материалы. Структура и свойства. Гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, ДСП и т.д.
38. Определение и классификация наноматериалов. Особенности наноразмерного состояния вещества.
39. Углеродные наноматериалы.
40. Области применения наноматериалов.
41. Виды коррозионных разрушений.
42. Показатели коррозионной стойкости. Методы диагностики коррозионных разрушений и испытаний материалов на коррозионную стойкость.
43. Внутренние и внешние факторы, влияющие на коррозионную стойкость
44. Механизм электрохимической коррозии и методы защиты от нее.
45. Основные виды химической коррозии и методы защиты от нее.
46. Особенности атмосферная и подземной коррозии.
47. Защита от коррозии за счет воздействия на коррозионную среду.
48. Защитные антикоррозионные покрытия
49. Электрохимическая защита от коррозии
50. Подходы к предотвращению коррозии на стадии проектирования.

**Практические задания:**

6. Предложить режим термообработки заданного сплава для конкретного применения.
7. Выбрать тип и марку стали или чугуна для заданной области и условий применения.
8. Выбрать тип и марку сплава на основе алюминия или меди для заданной области и условий применения.
9. Выбрать тип и марку сплава на основе меди для заданной области и условий применения.
10. Выбрать тип материала с особыми электрическими свойствами для заданного применения.
11. Провести измерение твердости заданного материала по методу Роквелла или Бринелля.
12. Выбрать оптимальный метод диагностики коррозионных разрушений или испытания на коррозионную стойкость заданного материала для конкретного применения.

**4. Типовые тестовые задания для текущего контроля**

Текущий контроль знаний проводится в виде контрольных работ.

**Контрольная работа №1**

## 1) Задание

Номер Вашего варианта определяется последними двумя цифрами Вашей зачётной книжки, см. первую колонку в таблице 1.

Таблица 1 - Варианты заданий контрольной работы № 1

Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
01	1	20% В T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>(A+B)</sub> =75% Q <sub>A</sub> = 25% T=100 <sup>0</sup> C	10% В	20% В T=150 <sup>0</sup> C	0,5 %C	1000 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
02	1	40% В T=50 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =70% Q <sub>ж</sub> = 30% T=350 <sup>0</sup> C	50% В.	20% В T=300 <sup>0</sup> C	0,75 %C	1450 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
03	1	70% В T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>(A+B)</sub> =25% Q <sub>A</sub> = 75% T=300 <sup>0</sup> C	30% В.	5% В T=300 <sup>0</sup> C	0,9 %C	1200 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
04	2	10% В T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> = 20% Q <sub>β</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	50% В	90% В T=250 <sup>0</sup> C	1,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
05	2	15% В T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =30% Q <sub>α</sub> = 70% T=100 <sup>0</sup> C	90% В	50% В T=300 <sup>0</sup> C	1,5 %C	850 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
06	2	65% В T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> = 20% Q <sub>α</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	20% В	20% В T=250 <sup>0</sup> C	0,3 %C	1500 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
07	3	20% В T=600 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =50% Q <sub>ж</sub> = 50% T=500 <sup>0</sup> C	70% В	50% В T=300 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
08	3	80% В T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=600 <sup>0</sup> C	60.% В	80% В T=600 <sup>0</sup> C	2,5 %C	1100 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C

Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
09	3	50% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 20% T=400 <sup>0</sup> C	20% B	20% B T=200 <sup>0</sup> C	1,2 %C	1400 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
10	4	10% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=400 <sup>0</sup> C	50% B	30% B T=200 <sup>0</sup> C	3,0 %C	900 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
11	4	50% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =33% Q <sub>(AnBm+B)</sub> = 67% T=100 <sup>0</sup> C	30%B	20% B T=450 <sup>0</sup> C	3,5 %C	850 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
12	4	80% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=500 <sup>0</sup> C	10% B	50% B T=400 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
13	5	10%B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>(A+B)</sub> =67% Q <sub>A</sub> = 33% T=100 <sup>0</sup> C	80% B	20% B T=300 <sup>0</sup> C	4,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
14	5	80% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>(A+B)</sub> =90% Q <sub>B</sub> = 10% T=100 <sup>0</sup> C	20% B	70% B T=150 <sup>0</sup> C	4,5 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
15	5	20%B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=400 <sup>0</sup> C	30% B	80% B T=100 <sup>0</sup> C	0,8 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
16	6	30% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	5% B	90% B T=250 <sup>0</sup> C	5,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
17	6	75% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =60% Q <sub>α</sub> = 40% T=100 <sup>0</sup> C	75% B	95% B T=250 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
18	6	50% B T=100 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> = 20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	30% B	30% B T=300 <sup>0</sup> C	0,3 %C	750 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
19	7	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =10% Q <sub>α</sub> = 90% T=500 <sup>0</sup> C	20% B	80% B T=300 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
20	7	30% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =60% Q <sub>α</sub> = 40% T=400 <sup>0</sup> C	70% B	30% B T=300 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
21	7	75% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =80% Q <sub>α</sub> = 20% T=300 <sup>0</sup> C	10% B	50% B T=200 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
22	8	15% B T=450 <sup>0</sup> C	Q <sub>(A+AnBm)</sub> =33% Q <sub>AnBm</sub> = 67% T=100 <sup>0</sup> C	90% B	50% B T=600 <sup>0</sup> C	3 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
23	8	35% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =10% Q <sub>AnBm</sub> = 90% T=400 <sup>0</sup> C	20% B	10% B T=150 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 850 <sup>0</sup> C
24	8	40% B T=450 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =10% Q <sub>A</sub> = 90% T=450 <sup>0</sup> C	80% B	40% B T=300 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
25	9	30% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =10% Q <sub>B</sub> = 90% T=300 <sup>0</sup> C	80% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1450 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
26	9	80% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =10% Q <sub>ж</sub> = 90% T=250 <sup>0</sup> C	10% B	90% B T=100 <sup>0</sup> C	0,6 %C	1300 <sup>0</sup> C 1000 <sup>0</sup> C
27	9	10% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =70% Q <sub>(A+B)</sub> =30% T=100 <sup>0</sup> C	30% B	50% B T=200 <sup>0</sup> C	2,3 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
28	10	20% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =20% Q <sub>(A+B)</sub> =80% T=150 <sup>0</sup> C	95% B	70% B T=300 <sup>0</sup> C	3,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C



Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
29	10	70% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=400 <sup>0</sup> C	5% B	30% B T=100 <sup>0</sup> C	2,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 1100 <sup>0</sup> C
30	10	80% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =30% Q <sub>(A+B)}</sub> =70% T=100 <sup>0</sup> C	50% B	50% B T=600 <sup>0</sup> C	4,5 %C	1000 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
31	11	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =40% Q <sub>ж</sub> = 60% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	80% B T=250 <sup>0</sup> C	5,0 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
32	11	20% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =20% Q <sub>(α+β)}</sub> =80% T=200 <sup>0</sup> C	30% B	10% B T=200 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
33	11	50% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>(α+β)}</sub> =80% T=150 <sup>0</sup> C	5% B	50% B T=250 <sup>0</sup> C	0,3 %C	1500 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
34	12	50% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	10% B T=300 <sup>0</sup> C	1,2 %C	1400 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
35	12	60% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=200 <sup>0</sup> C	10% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
36	12	80% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=250 <sup>0</sup> C	30% B	30% B T=300 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
37	13	70% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=300 <sup>0</sup> C	40% B	50% B T=250 <sup>0</sup> C	0,8 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
38	13	25% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>(α+β)}</sub> =80% T=200 <sup>0</sup> C	5% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	1,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
39	13	90% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =30% Q <sub>(α+β)}</sub> =70% T=150 <sup>0</sup> C	25% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	0,3 %C	750 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
40	14	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=200 <sup>0</sup> C	0% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
41	14	80% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =20% Q <sub>(A+B)}</sub> =80% T=100 <sup>0</sup> C	20% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	3,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
42	14	10% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =80% Q <sub>ж</sub> =20% T=300 <sup>0</sup> C	30% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
43	15	20% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =10% Q <sub>ж</sub> =90% T=250 <sup>0</sup> C	80% B	10% B T=200 <sup>0</sup> C	1,5 %C	1100 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
44	15	50% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =50% Q <sub>ж</sub> =50% T=300 <sup>0</sup> C	30% B	80% B T=300 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
45	15	70% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>(α+β)}</sub> =80% T=200 <sup>0</sup> C	10% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	1,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
46	16	10% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>AnBm</sub> = 20% Q <sub>ж</sub> =80% T=450 <sup>0</sup> C	50% B	5% B T=200 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
47	16	40% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =60% Q <sub>(AnBm+B)}</sub> =40% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	40% B T=600 <sup>0</sup> C	0,5 %C	1450 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
48	16	50% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =20% Q <sub>(A+AnBm)}</sub> =80% T=150 <sup>0</sup> C	70% B	10% B T=250 <sup>0</sup> C	5,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C

Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
49	17	50% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =10% Q <sub>ж</sub> =90% T=100 <sup>0</sup> C	90% B	30% B T=250 <sup>0</sup> C	4,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 727 <sup>0</sup> C
50	17	20% B T=150 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =80% Q <sub>ж</sub> =20% T=250 <sup>0</sup> C	10% B	80% B T=200 <sup>0</sup> C	0,3 %C	1500 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
51	17	70% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =60% Q <sub>ж</sub> =40% T=250 <sup>0</sup> C	20% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	1,2 %C	1400 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
52	18	50% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =50% Q <sub>ж</sub> =50% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	5% B T=200 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
53	18	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =60% Q <sub>ж</sub> =40% T=300 <sup>0</sup> C	40% B	60% B T=250 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
54	18	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =50% Q <sub>β</sub> =50% T=150 <sup>0</sup> C	20% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
55	19	90% B T=100 <sup>0</sup> C	Q <sub>AnBm</sub> = 10% Q <sub>ж</sub> =90% T=500 <sup>0</sup> C	40% B	20% B T=300 <sup>0</sup> C	1,5 %C	1100 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
56	19	30% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =80% Q <sub>(AnBm+B)</sub> =20% T=200 <sup>0</sup> C	60% B	50% B T=400 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
57	19	50% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =20% Q <sub>(A+AnBm)</sub> =80% T=500 <sup>0</sup> C	90% B	60% B T=300 <sup>0</sup> C	3,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
58	20	90% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=300 <sup>0</sup> C	30% B	10% B T=200 <sup>0</sup> C	5,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
59	20	70% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =20% Q <sub>(A+B)</sub> =80% T=100 <sup>0</sup> C	60% B	50% B T=500 <sup>0</sup> C	0,5 %C	1450 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
60	20	10% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =80% Q <sub>ж</sub> =20% T=350 <sup>0</sup> C	90% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
61	21	50% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =70% Q <sub>ж</sub> = 30% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	40% B T=250 <sup>0</sup> C	2,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 1100 <sup>0</sup> C
62	21	90% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =40% Q <sub>β</sub> = 60% T=150 <sup>0</sup> C	10% B	50% B T=250 <sup>0</sup> C	2,3 %C	1300 <sup>0</sup> C 1000 <sup>0</sup> C
63	21	50% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =70% Q <sub>ж</sub> = 30% T=300 <sup>0</sup> C	30% B	10% B T=200 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
64	22	70% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> =80% T=350 <sup>0</sup> C	15% B	50% B T=200 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
65	22	20% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =80% Q <sub>ж</sub> =20% T=400 <sup>0</sup> C	50% B	90% B T=600 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
66	22	20% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =60% Q <sub>ж</sub> =40% T=450 <sup>0</sup> C	80% B	20% B T=100 <sup>0</sup> C	0,3 %C	1500 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
67	23	50% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =40% Q <sub>β</sub> = 60% T=200 <sup>0</sup> C	30% B	10% B T=300 <sup>0</sup> C	1,2 %C	1400 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
68	23	10% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =70% Q <sub>ж</sub> = 30% T=400 <sup>0</sup> C	60% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C

Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
69	23	70% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> =80% T=350 <sup>0</sup> C	5% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
70	24	80% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>А</sub> =20% Q <sub>(А+АnВm)</sub> =80% T=200 <sup>0</sup> C	40% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	1,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
71	24	50% B T=100 <sup>0</sup> C	Q <sub>А</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=500 <sup>0</sup> C	90% B	80% B T=200 <sup>0</sup> C	0,3 %C	750 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
72	24	10% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =20% Q <sub>АnВm</sub> =80% T=250 <sup>0</sup> C	35% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
73	25	50% B T=250 <sup>0</sup> C	Q <sub>В</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=300 <sup>0</sup> C	90% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	0,8 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
74	25	80% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>А</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=400 <sup>0</sup> C	5% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	5,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
75	25	90% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>А</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=300 <sup>0</sup> C	70% B	50% B T=300 <sup>0</sup> C	0,5 %C	1450 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
76	26	90% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=500 <sup>0</sup> C	10% B	80% B T=300 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
77	26	20% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>ж</sub> =70% Q <sub>β</sub> =30% T=400 <sup>0</sup> C	90% B	50% B T=350 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
78	26	90% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =70% Q <sub>β</sub> =30% T=200 <sup>0</sup> C	30% B	10% B T=300 <sup>0</sup> C	1,5 %C	1100 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
79	27	50% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =20% Q <sub>ж</sub> = 80% T=400 <sup>0</sup> C	10% B	30% B T=250 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
80	27	20% B T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=300 <sup>0</sup> C	15% B	70% B T=500 <sup>0</sup> C	3,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
81	27	70% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=350 <sup>0</sup> C	75% B	50% B T=100 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1450 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
82	28	90% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=200 <sup>0</sup> C	10% B	00% B T=150 <sup>0</sup> C	2,3 %C	1300 <sup>0</sup> C 1000 <sup>0</sup> C
83	28	40% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=300 <sup>0</sup> C	95% B	60% B T=100 <sup>0</sup> C	0,6 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
84	28	10% B T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =30% Q <sub>α</sub> =70% T=100 <sup>0</sup> C	80% B	20% B T=100 <sup>0</sup> C	3,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
85	29	90% B T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =40% Q <sub>ж</sub> = 60% T=200 <sup>0</sup> C	5% B	40% B T=300 <sup>0</sup> C	2,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 1100 <sup>0</sup> C
86	29	10% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=300 <sup>0</sup> C	50% B	20% B T=100 <sup>0</sup> C	4,5 %C	1000 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
87	29	70% B T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>β</sub> =30% Q <sub>α</sub> =70% T=100 <sup>0</sup> C	60% B	10% B T=400 <sup>0</sup> C	5,0 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
88	30	55% B T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=300 <sup>0</sup> C	15% B	50% B T=200 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C

Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
89	30	70% В T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =50% Q <sub>ж</sub> = 50% T=350 <sup>0</sup> C	20% В	10% В T=300 <sup>0</sup> C	0,5. %C	1450 <sup>0</sup> C 900 <sup>0</sup> C
90	30	50% В T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>α</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=250 <sup>0</sup> C	85% В	20% В T=200 <sup>0</sup> C	2,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
91	31	50% В T=500 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =30% Q <sub>ж</sub> = 70% T=400 <sup>0</sup> C	80% В	90% В T=200 <sup>0</sup> C	1,5 %C	1100 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
92	31	50% В T=400 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm) γ</sub> =60% Q <sub>ж</sub> = 40% T=300 <sup>0</sup> C	5% В	50% В T=100 <sup>0</sup> C	0,4 %C	1000 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
93	31	50% В T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm) γ</sub> =60% Q <sub>A</sub> = 40% T=200 <sup>0</sup> C	95% В	20% В T=600 <sup>0</sup> C	0,3 %C	1500 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
94	32	85% В T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>A</sub> =80% Q <sub>ж</sub> = 20% T=300 <sup>0</sup> C	40% В	20% В T=300 <sup>0</sup> C	1,2 %C	1400 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
95	32	10% В T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm) γ</sub> =50% Q <sub>ж</sub> = 50% T=300 <sup>0</sup> C	15% В	80% В T=300 <sup>0</sup> C	2,5 %C	900 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
96	32	20% В T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm+B) γ</sub> =80% Q <sub>B</sub> = 20% T=300 <sup>0</sup> C	30% В	40% В T=400 <sup>0</sup> C	5,5 %C	1200 <sup>0</sup> C 800 <sup>0</sup> C
97	33	20% В T=350 <sup>0</sup> C	Q <sub>AnBm</sub> =40% Q <sub>ж</sub> = 60% T=300 <sup>0</sup> C	95% В	50% В T=150 <sup>0</sup> C	1,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 750 <sup>0</sup> C
Вариант	П.1.1. Номер диаграммы	П.1.3. Химический состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.9. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.10. Правило отрезков Fe-C
98	33	10% В T=200 <sup>0</sup> C	Q <sub>B</sub> =40% Q <sub>ж</sub> = 60% T=400 <sup>0</sup> C	70% В	50% В T=200 <sup>0</sup> C	0,3 %C	750 <sup>0</sup> C 650 <sup>0</sup> C
99	33	50% В T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm +ω)</sub> =30% Q <sub>A</sub> = 70% T=150 <sup>0</sup> C	5% В	90% В T=350 <sup>0</sup> C	6,0 %C	1200 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C
00	33	25% В T=300 <sup>0</sup> C	Q <sub>(AnBm+B) γ</sub> =60% Q <sub>AnBm</sub> = 40% T=300 <sup>0</sup> C	50% В	70% В T=100 <sup>0</sup> C	0,8 %C	1450 <sup>0</sup> C 700 <sup>0</sup> C

\*Q<sub>(A+B)</sub>, Q<sub>(A+AnBm)</sub>, Q<sub>(α+β)</sub>, Q<sub>(AnBm+B)</sub> – означает массу соответствующих эвтетик.

### Задания к контрольной работе №1

- 1.1. Начертить диаграмму под №, соответствующим Вашему варианту (таблица 1, П.1.1), диаграммы изображены на рисунке 22.
- 1.2. Описать превращения по диаграмме, т.е. дать ее название, описать все точки, линии, фазы и структуры, имеющиеся на диаграмме.
- 1.3. Определить при помощи правила отрезков массовое соотношение фаз в точке (таблица 1, П.1.3.), химический состав фаз.
- 1.4. Определить при помощи правила отрезков химический состав сплава по структуре (таблица 1, П.1.4).
- 1.5. Построить кривую охлаждения для сплава (таблица 1, П.1.5.)
- 1.6. Найти число степеней свободы в точке (таблица 1, П.1.6.).
- 1.7. Начертить диаграмму Fe-C (всю).
- 1.8. Описать все линии, точки, фазы и структуры.
- 1.9. Построить кривую охлаждения для сплава с содержанием углерода, указанным в таблице 1 (П.1.10.).
- 1.10. Для данного сплава (таблица 1, П.1.10.) найти массовое соотношение фаз при двух температурах, указанных в таблице 1 (П.1.11.), химический состав фаз.

Диаграмма №1

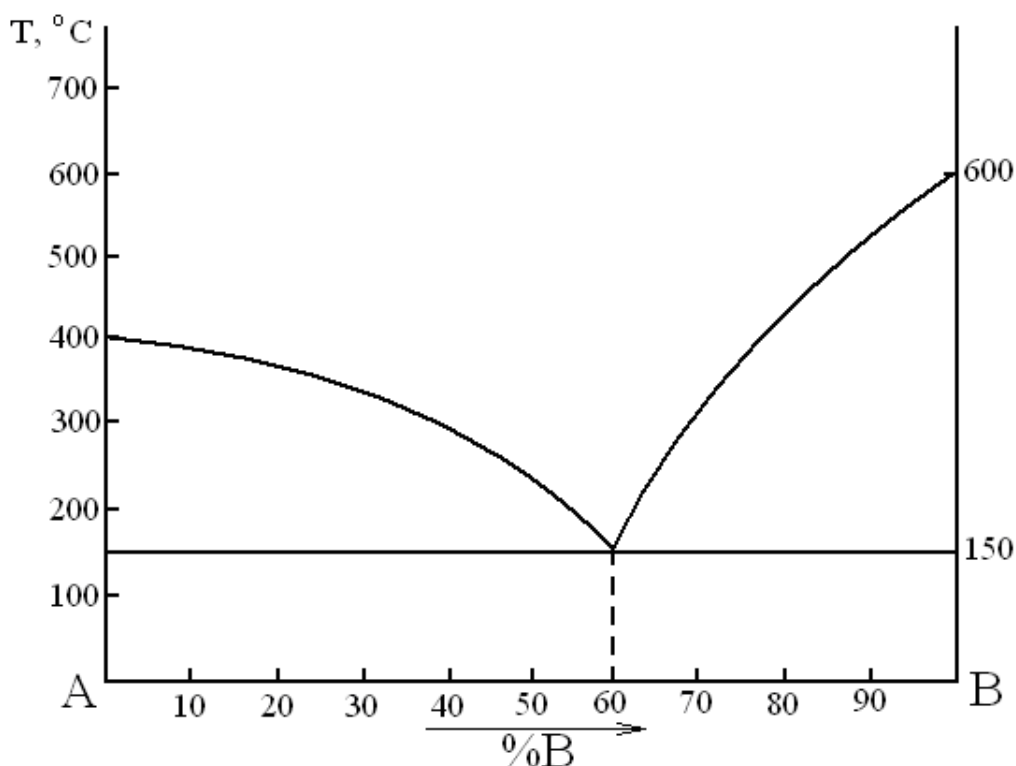


Диаграмма №2

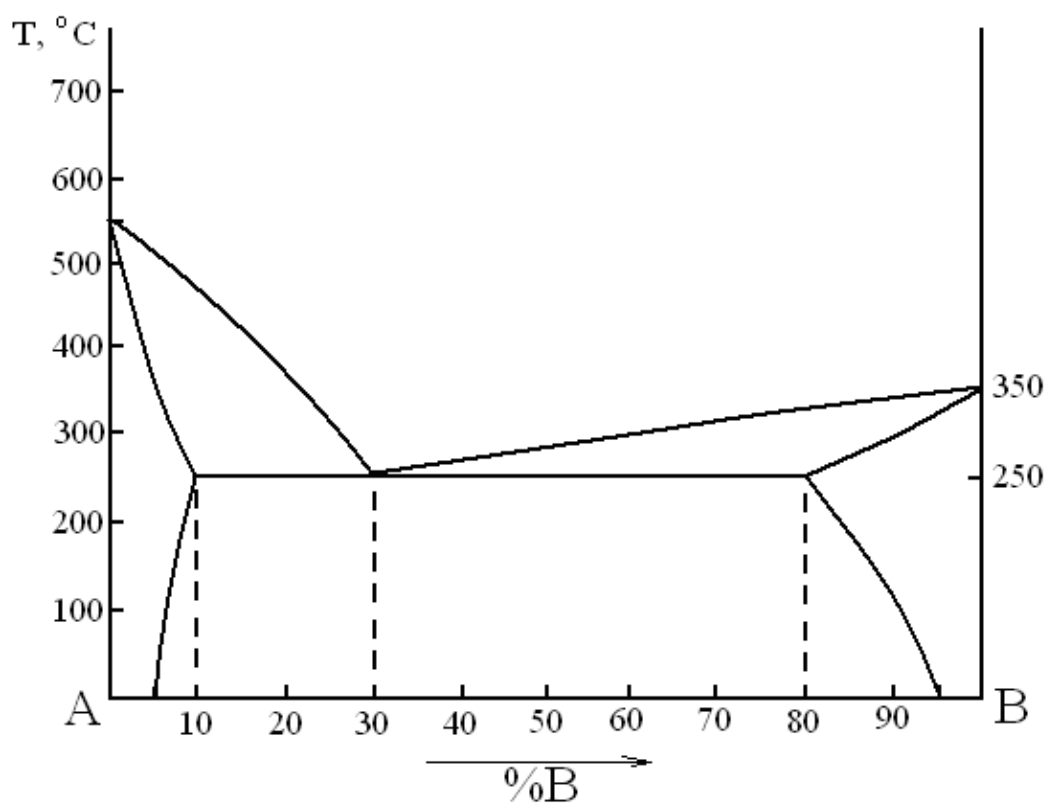


Диаграмма №3

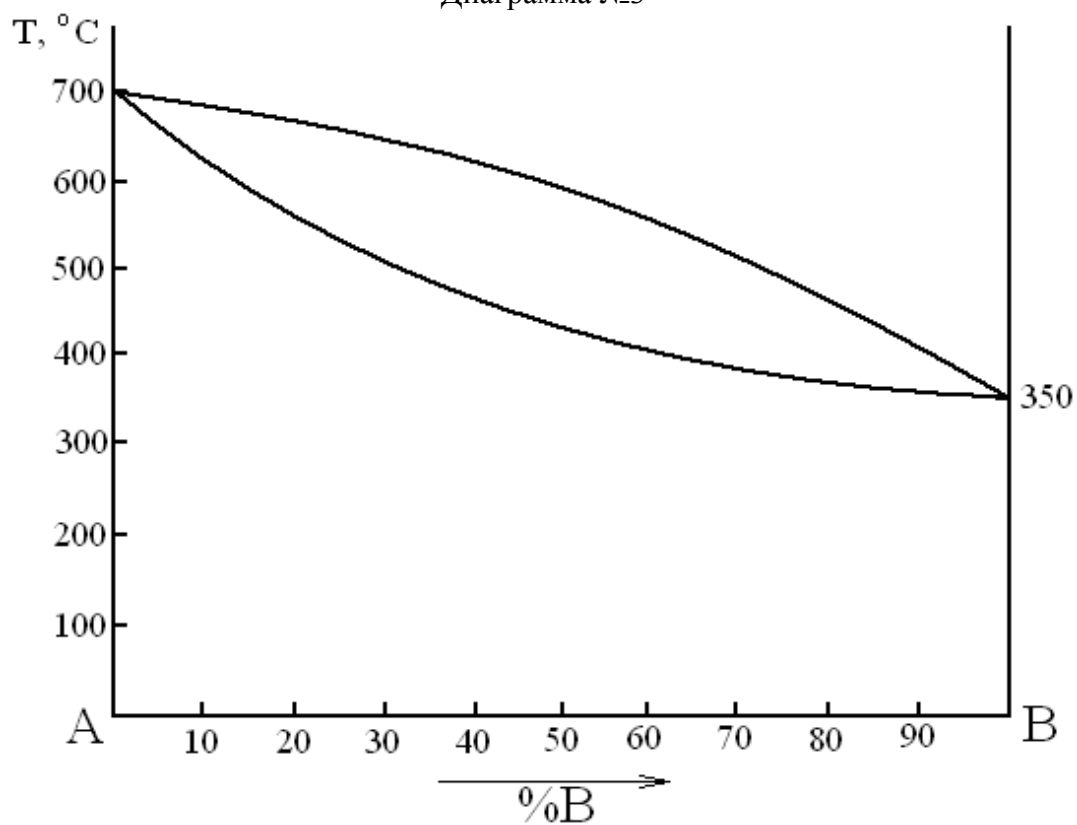


Диаграмма №4

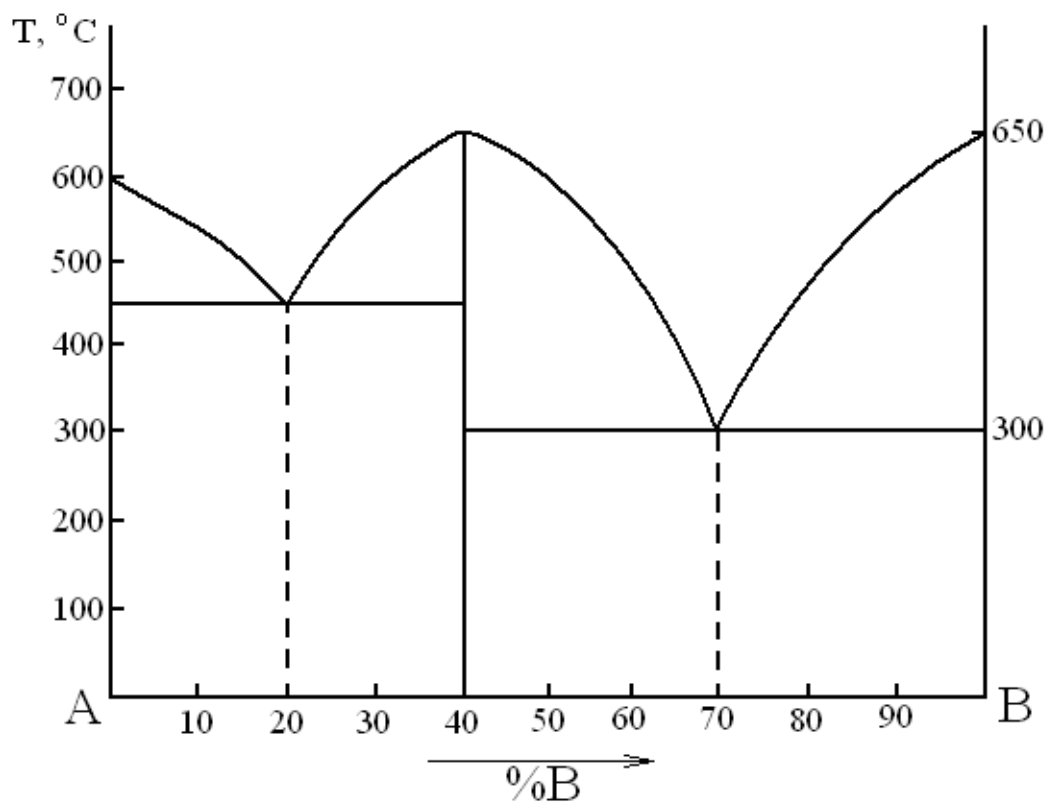


Диаграмма №5

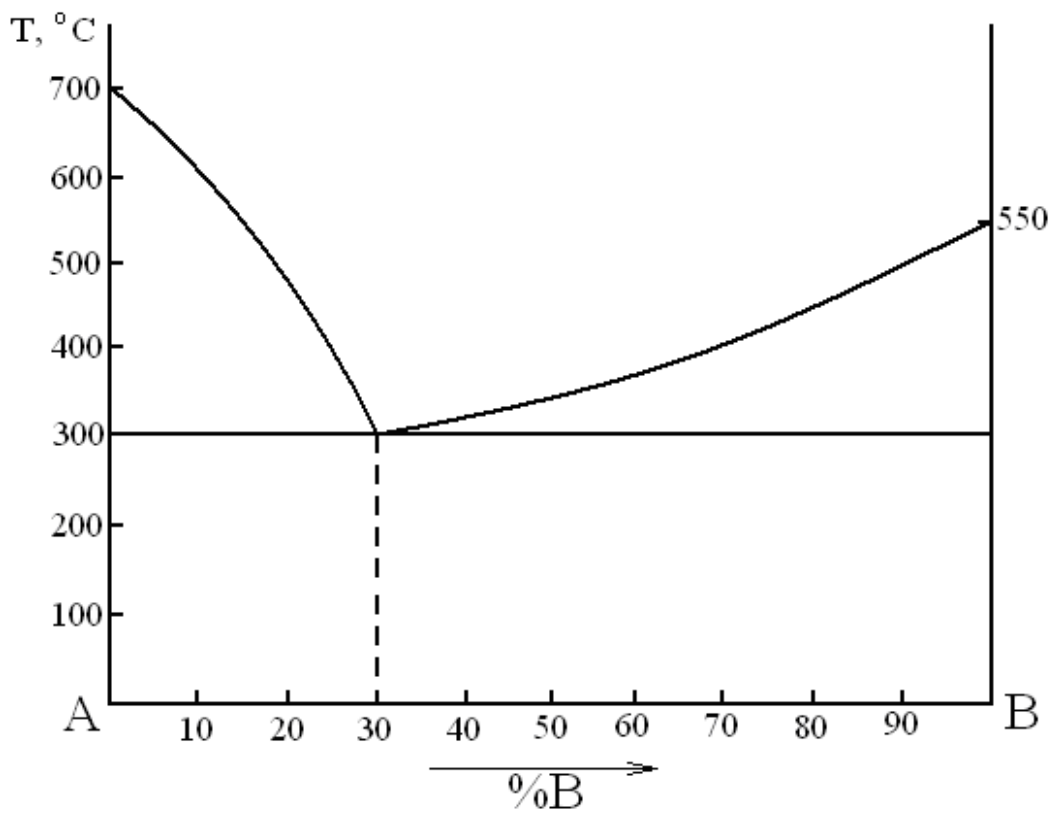


Диаграмма №6

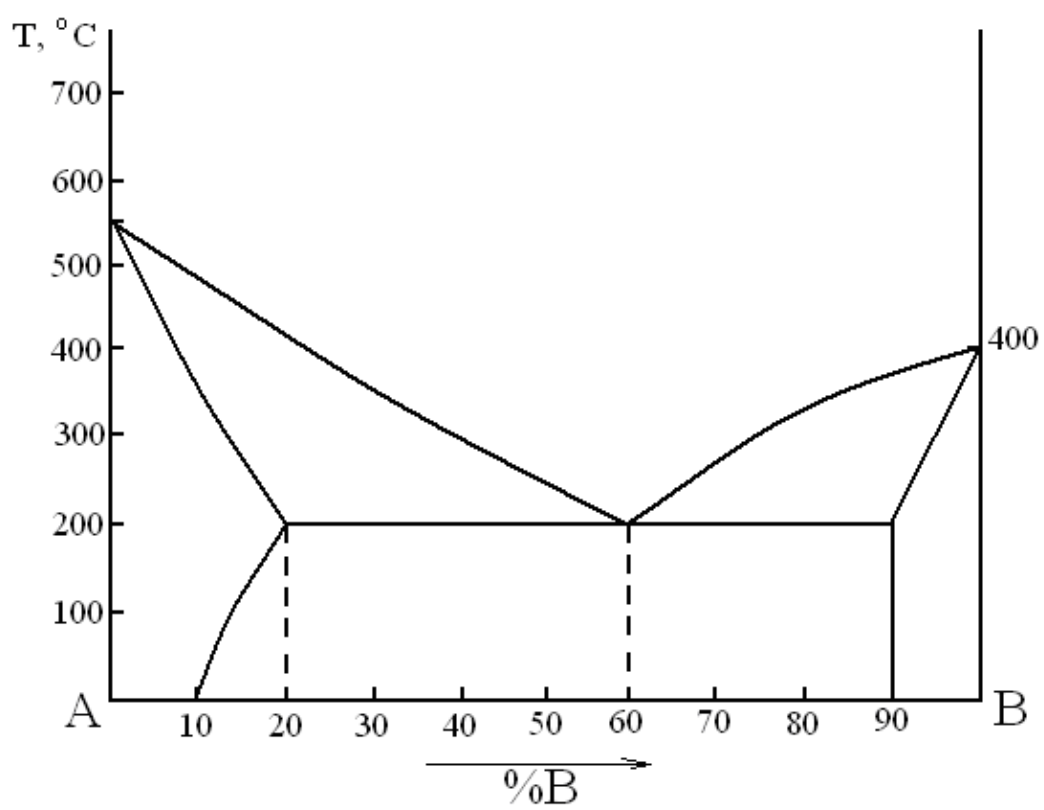


Диаграмма №7

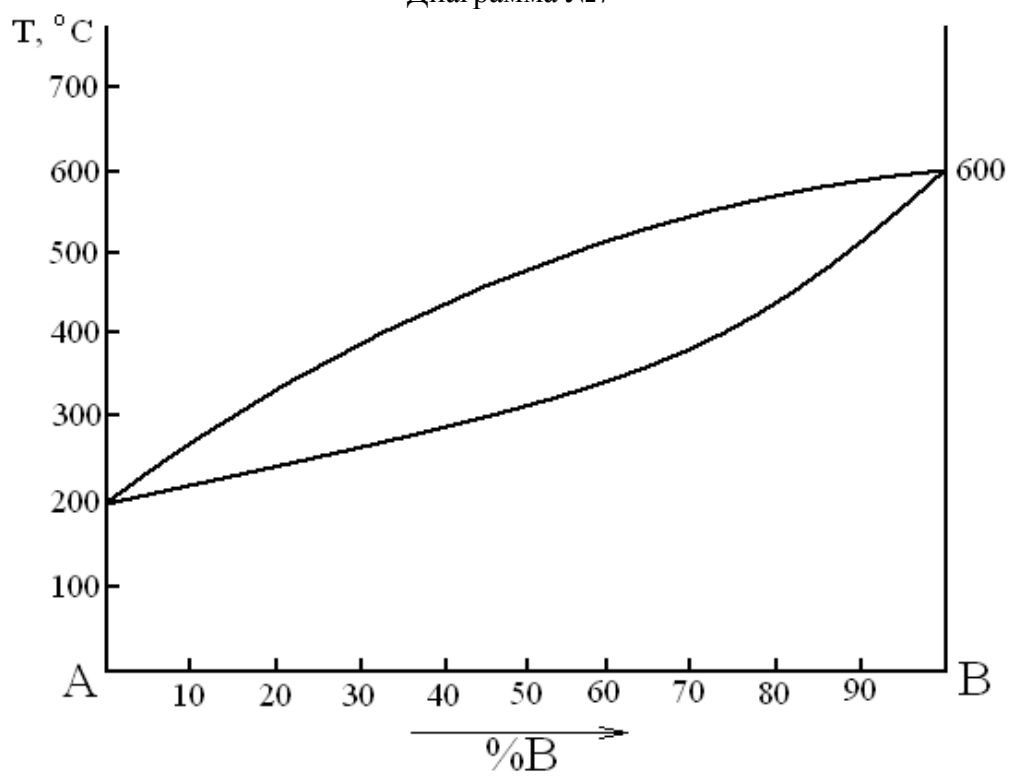


Диаграмма №8



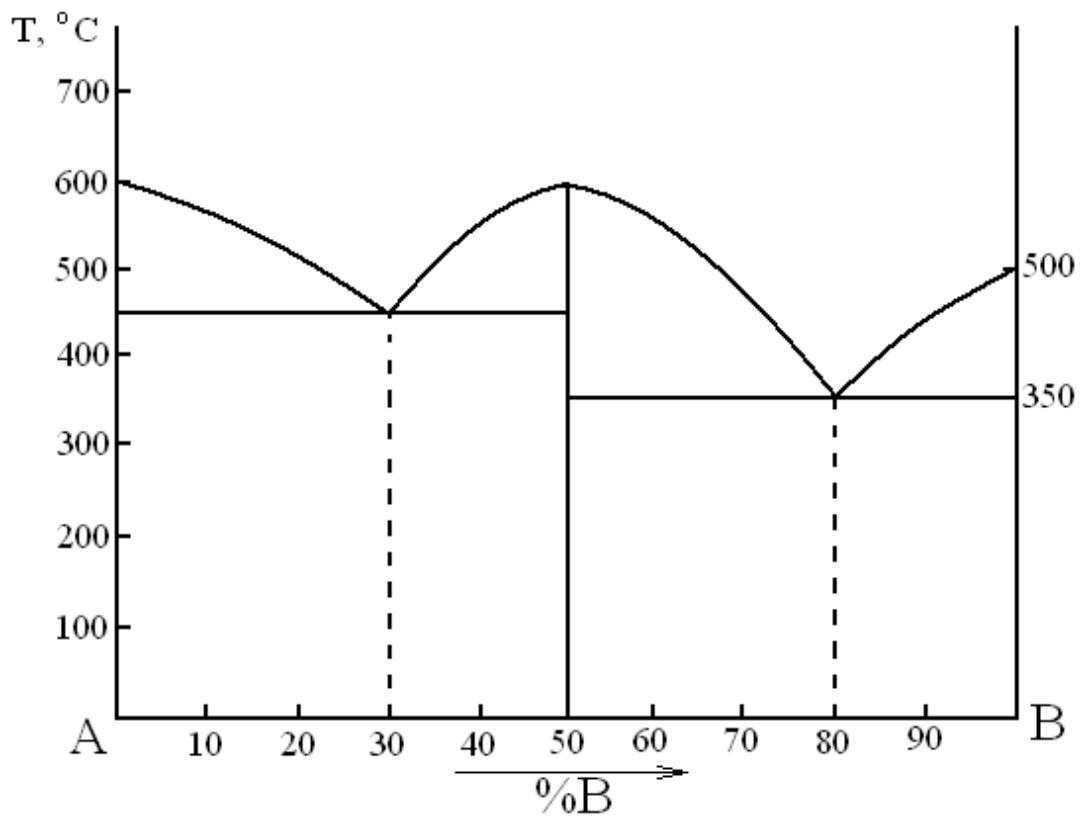


Диаграмма №9

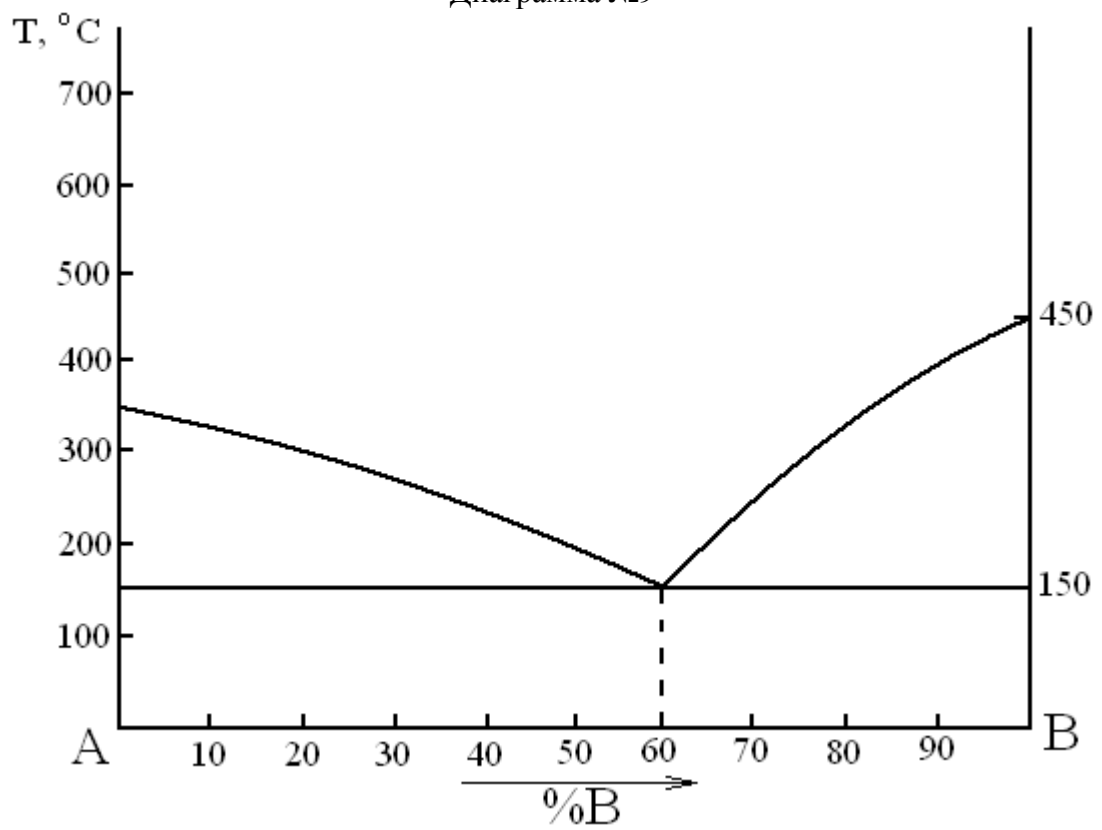


Диаграмма №10

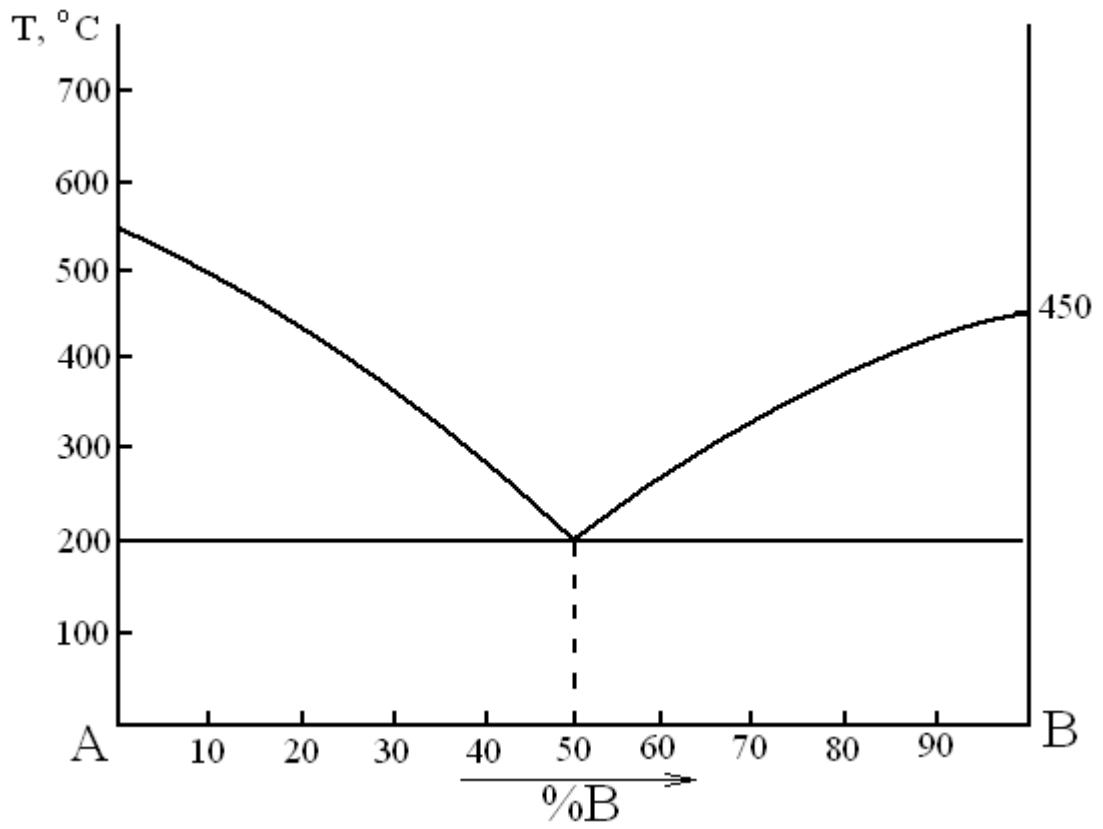


Диаграмма №11

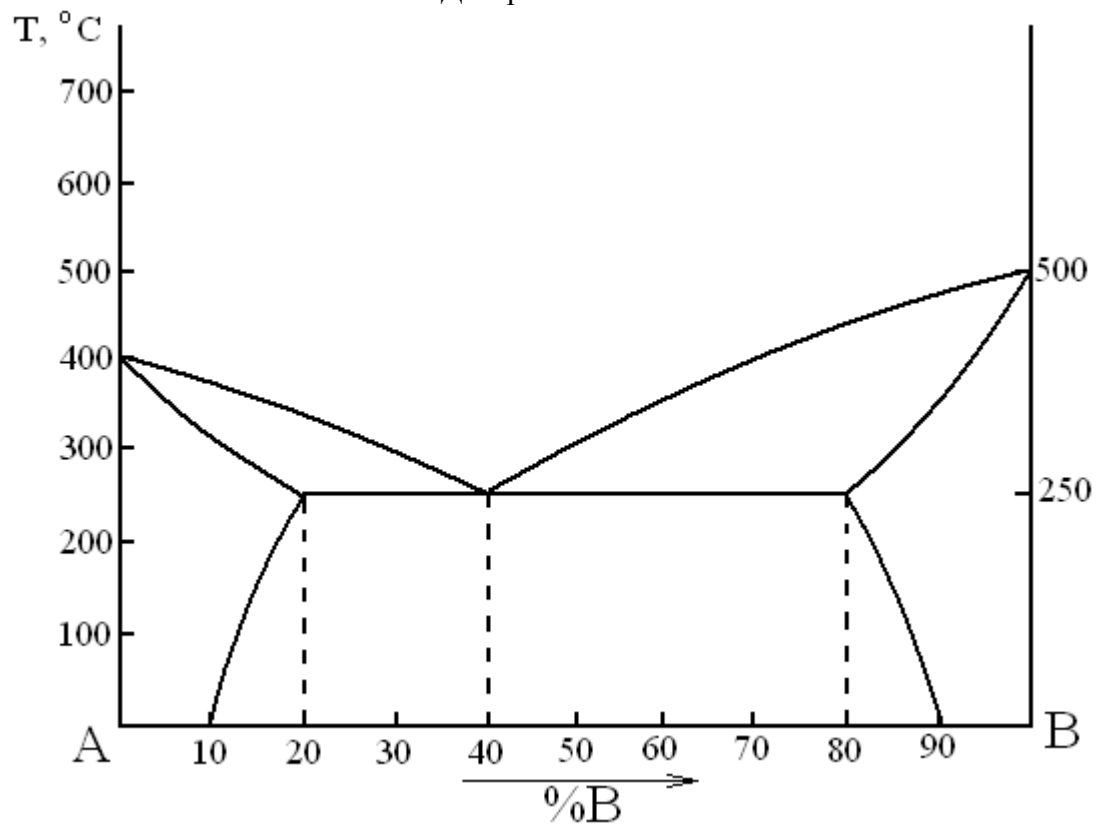


Диаграмма №12

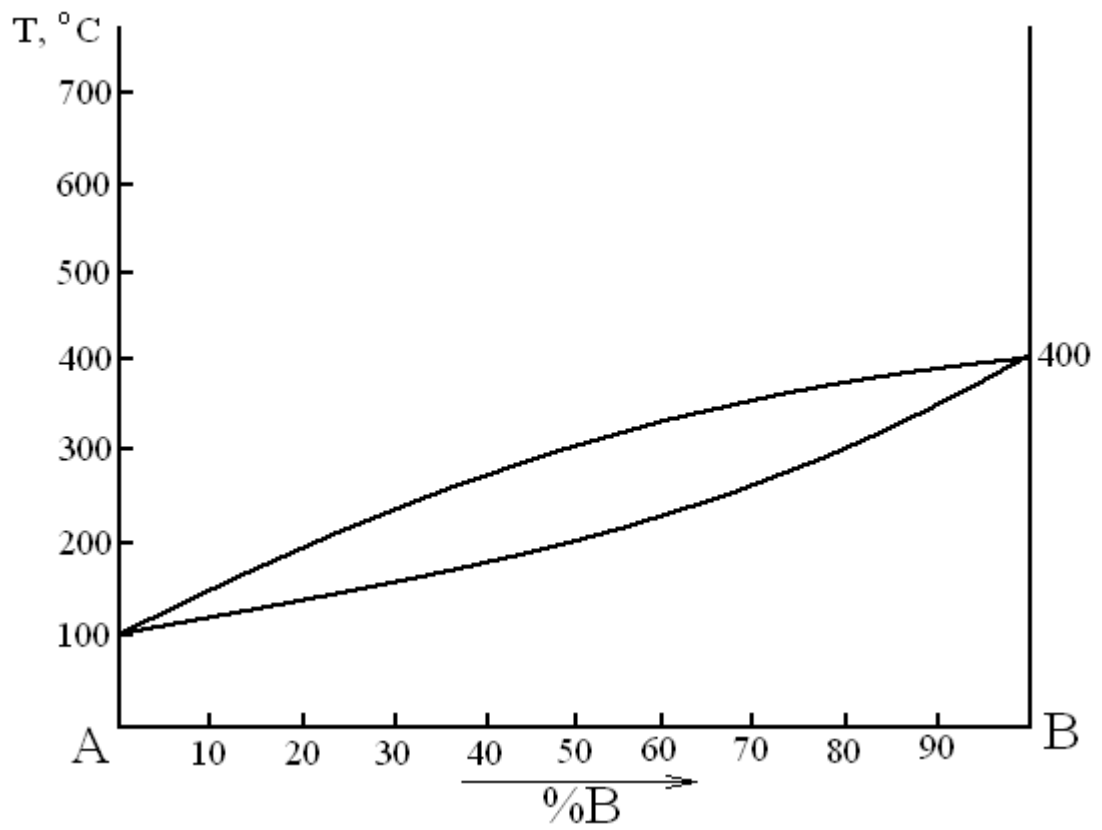


Диаграмма №13

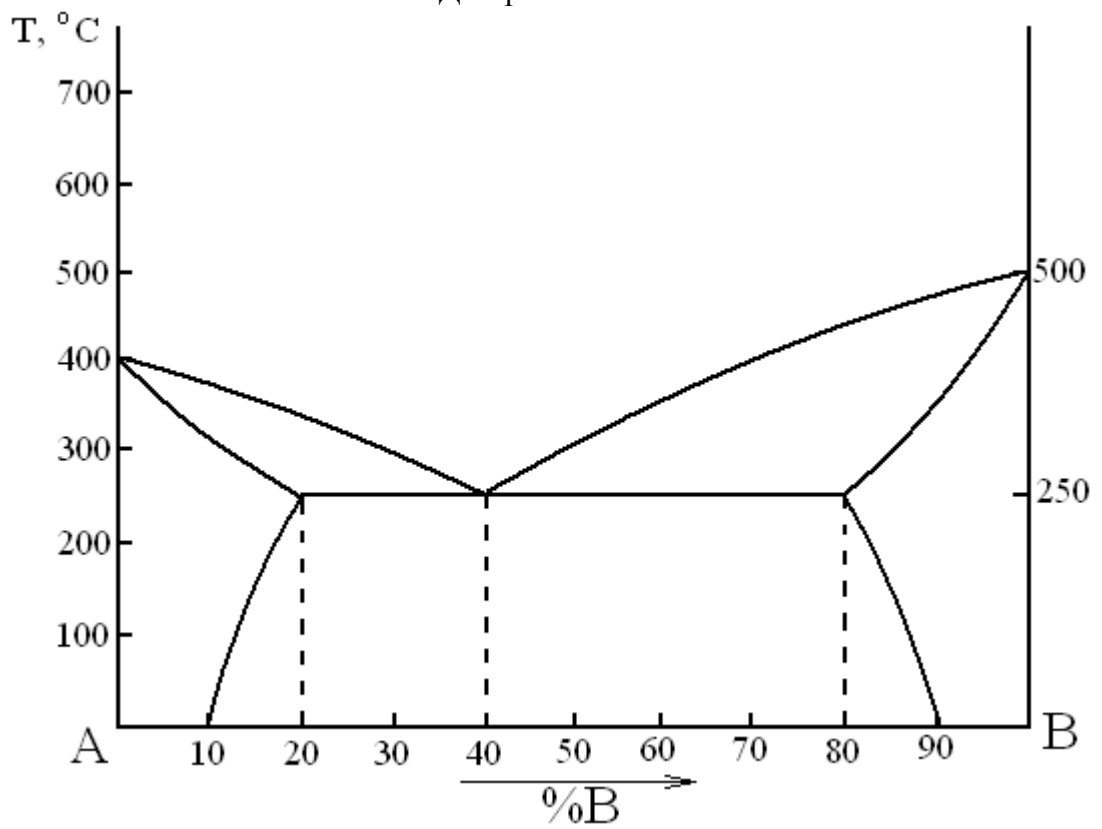


Диаграмма №14

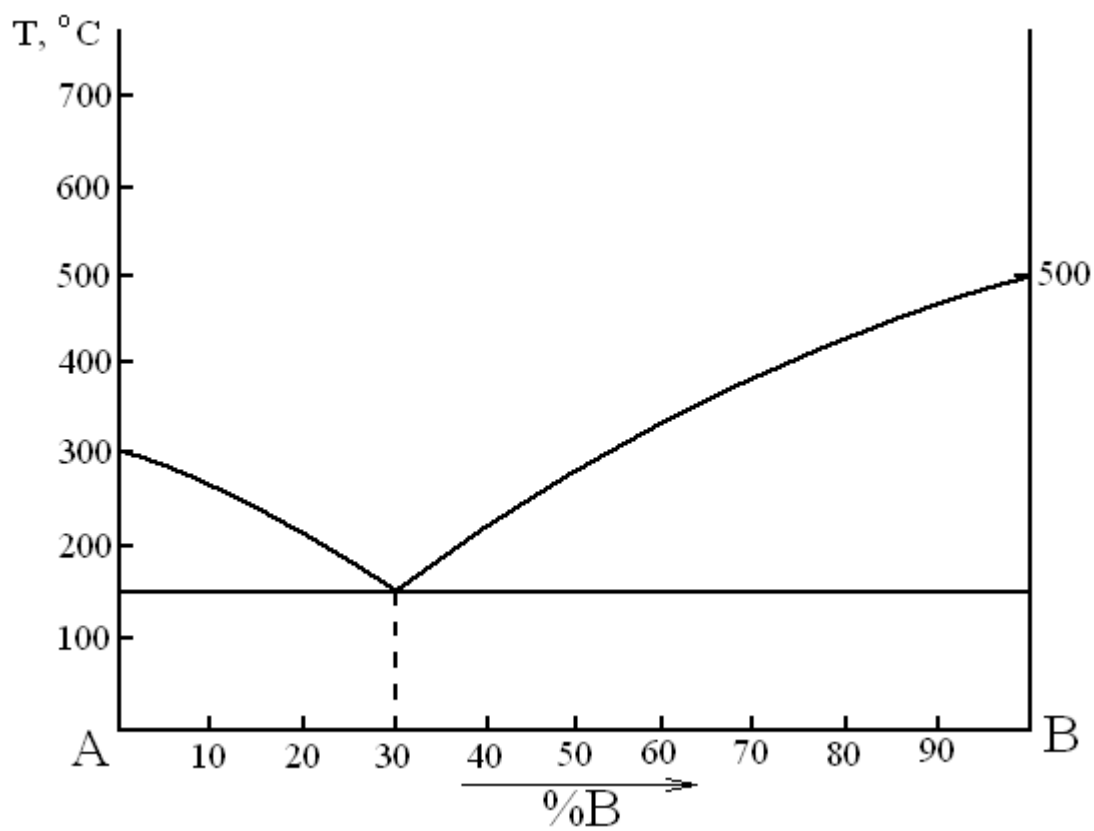


Диаграмма №15

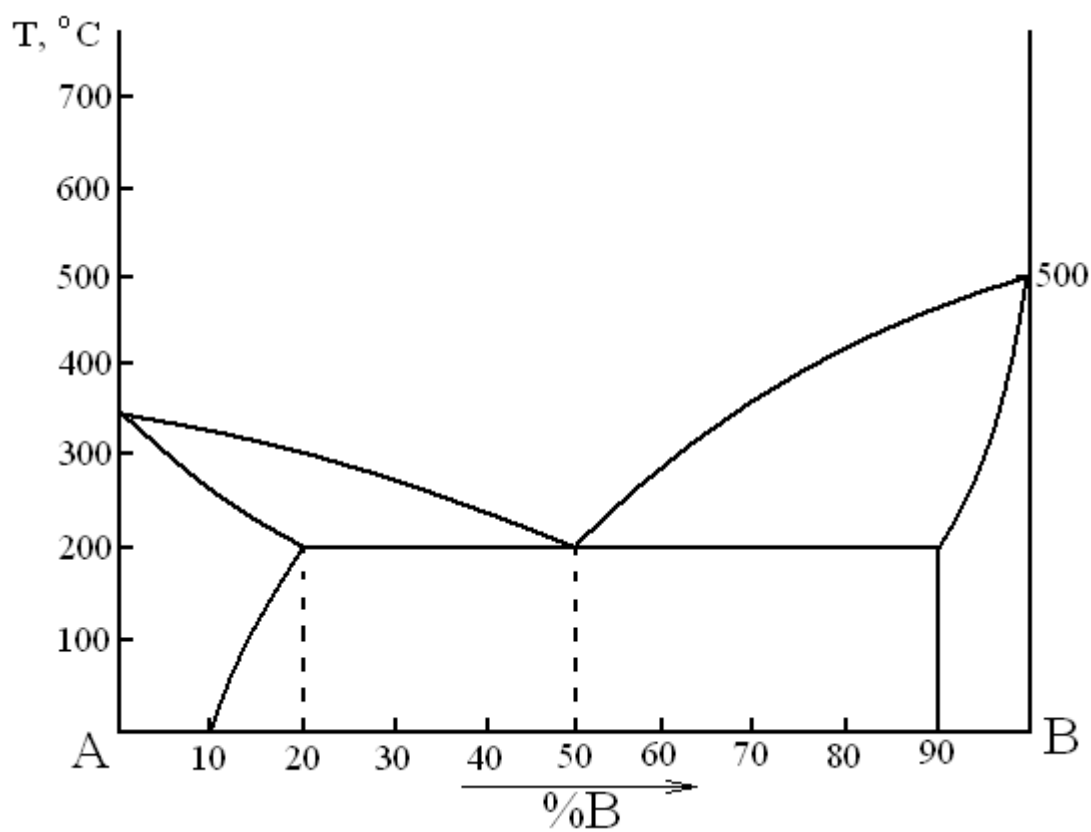


Диаграмма №16

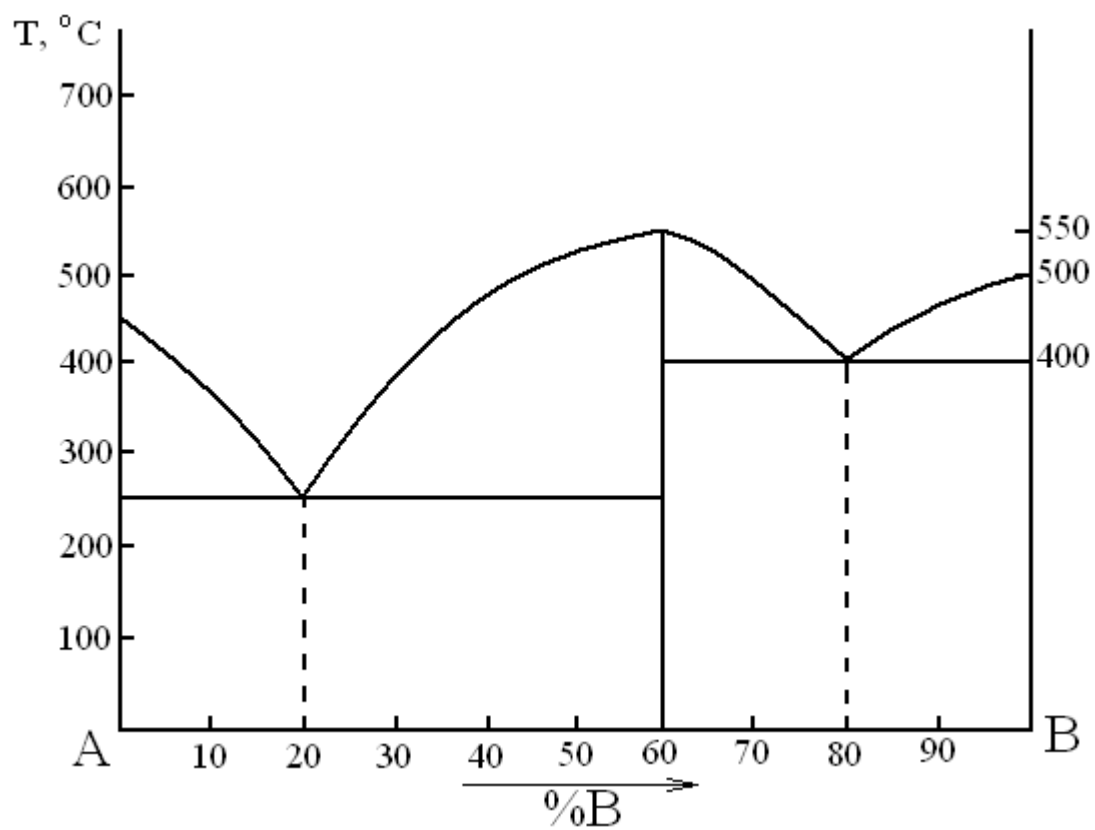


Диаграмма №17

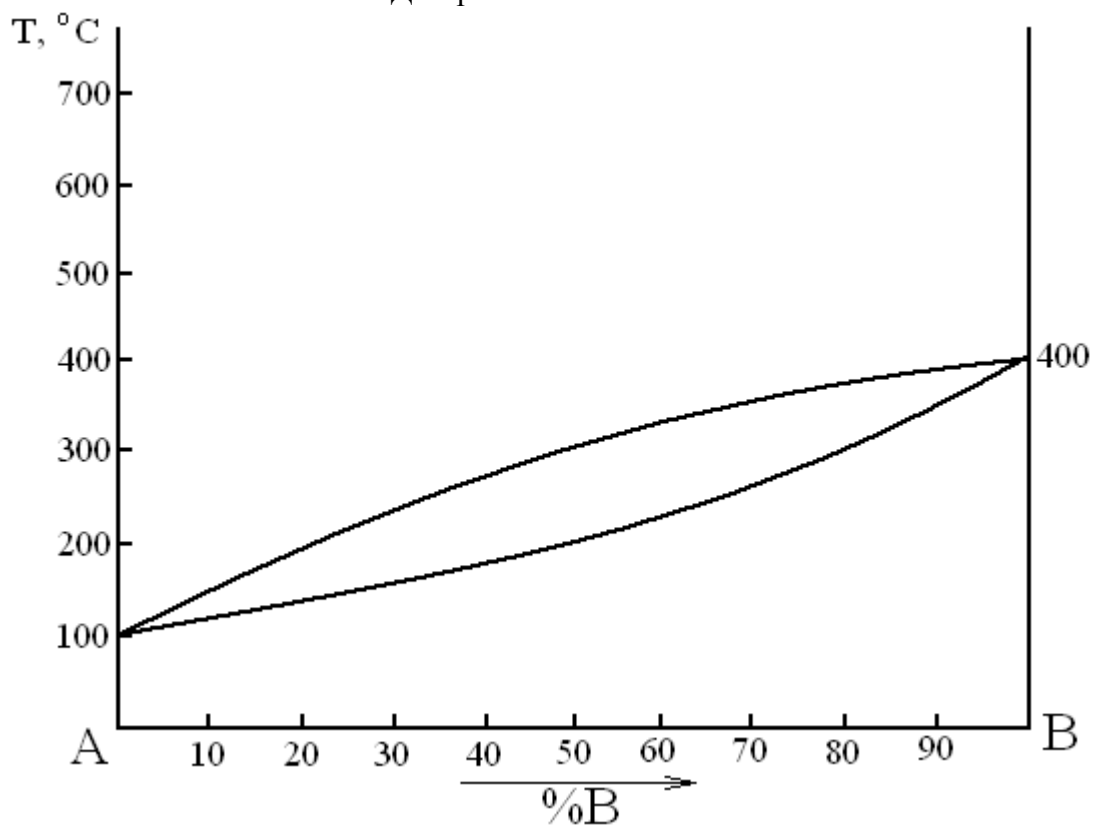


Диаграмма №18

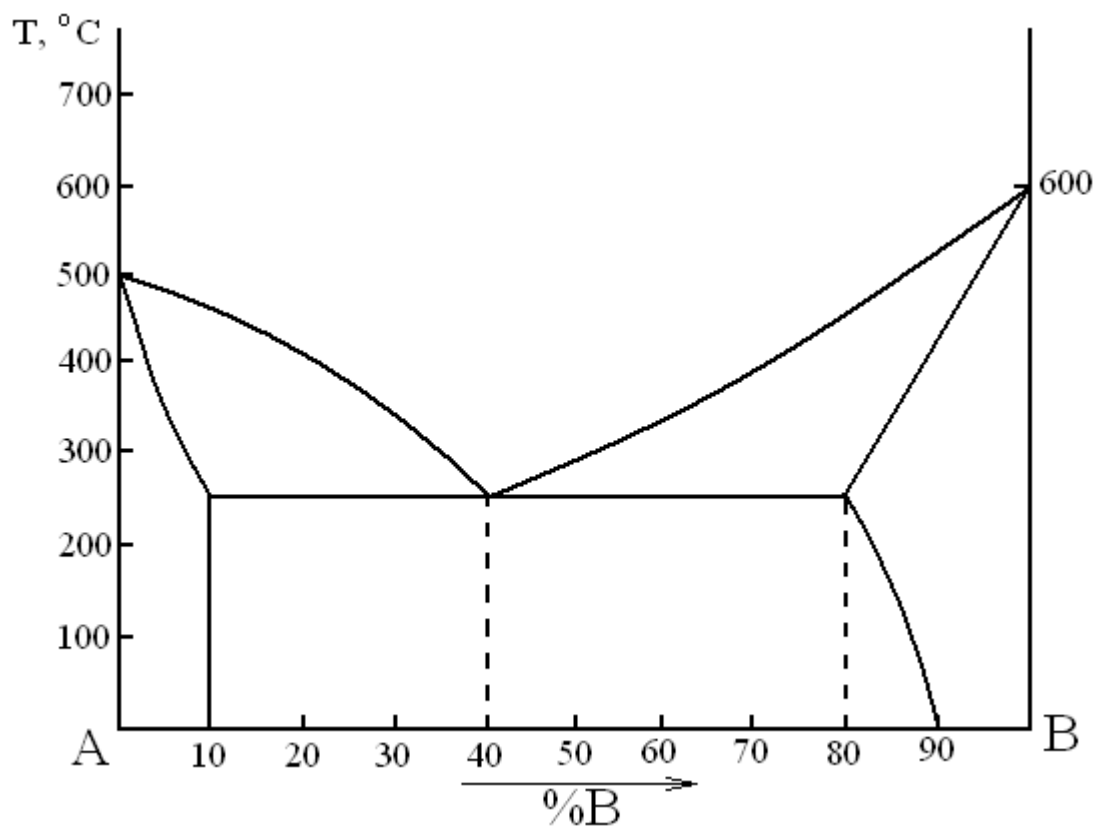


Диаграмма №19

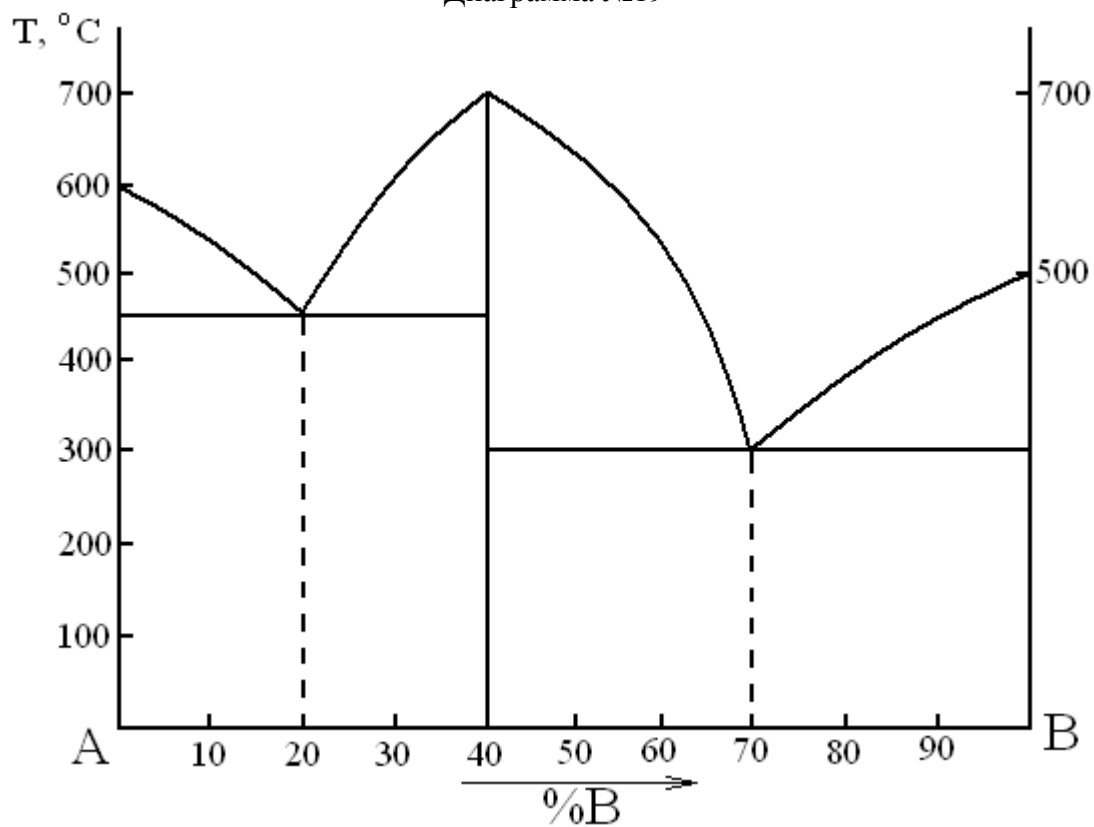


Диаграмма №20

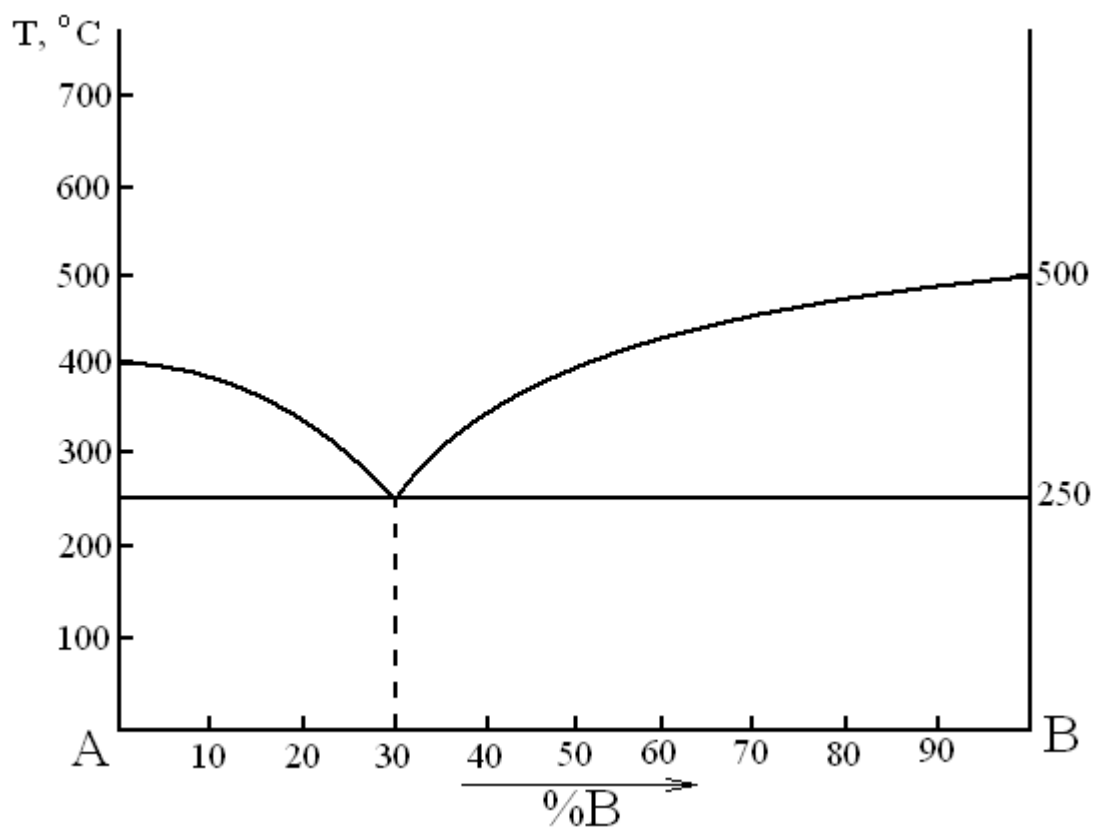


Диаграмма №21

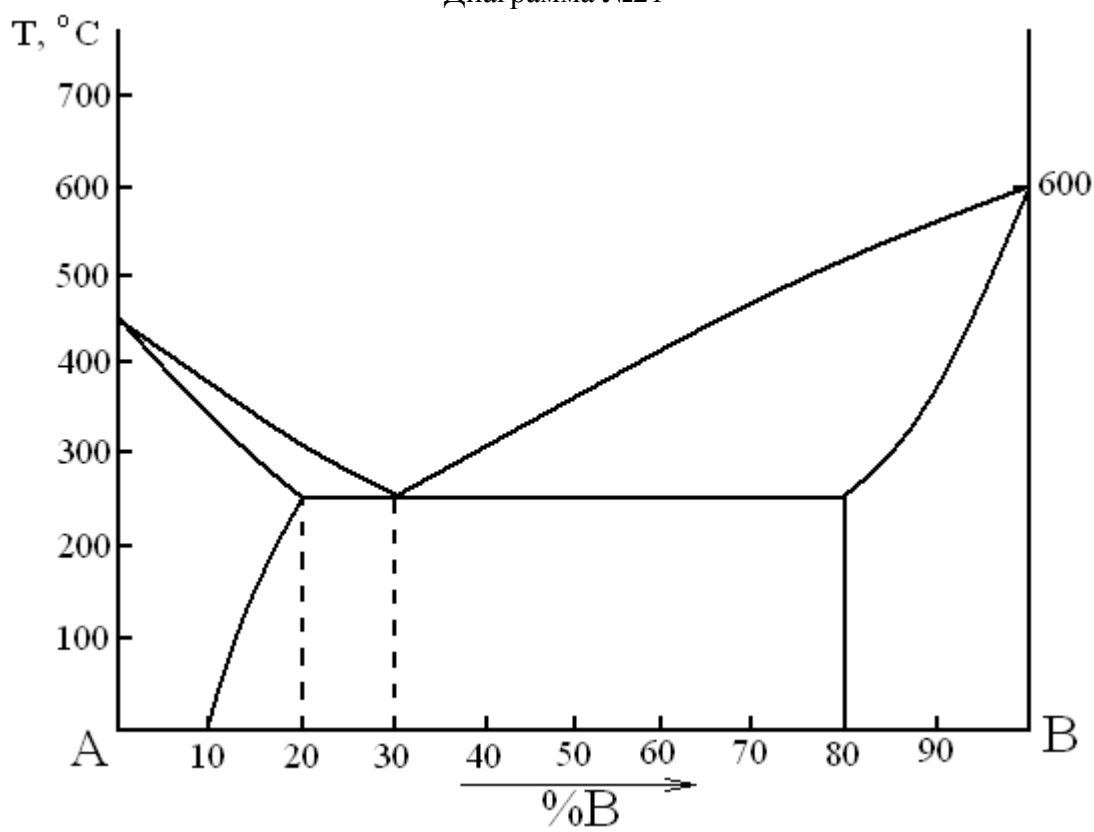


Диаграмма №22

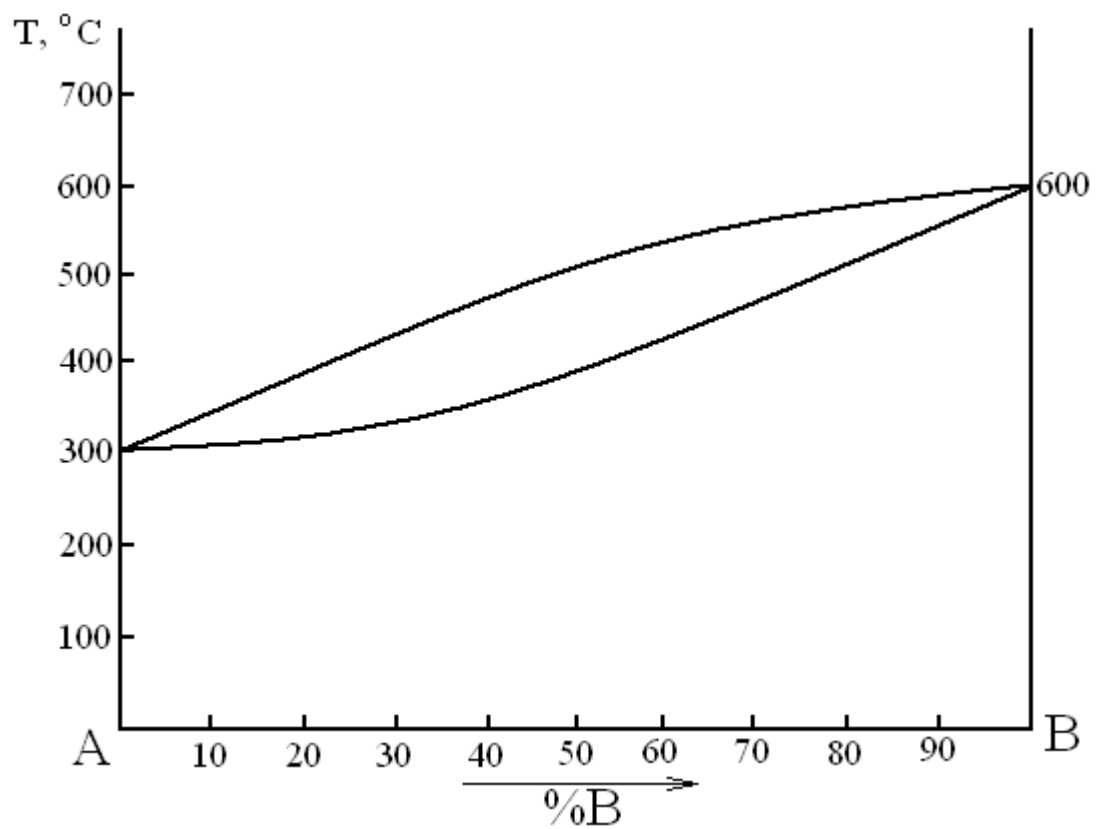


Диаграмма №23

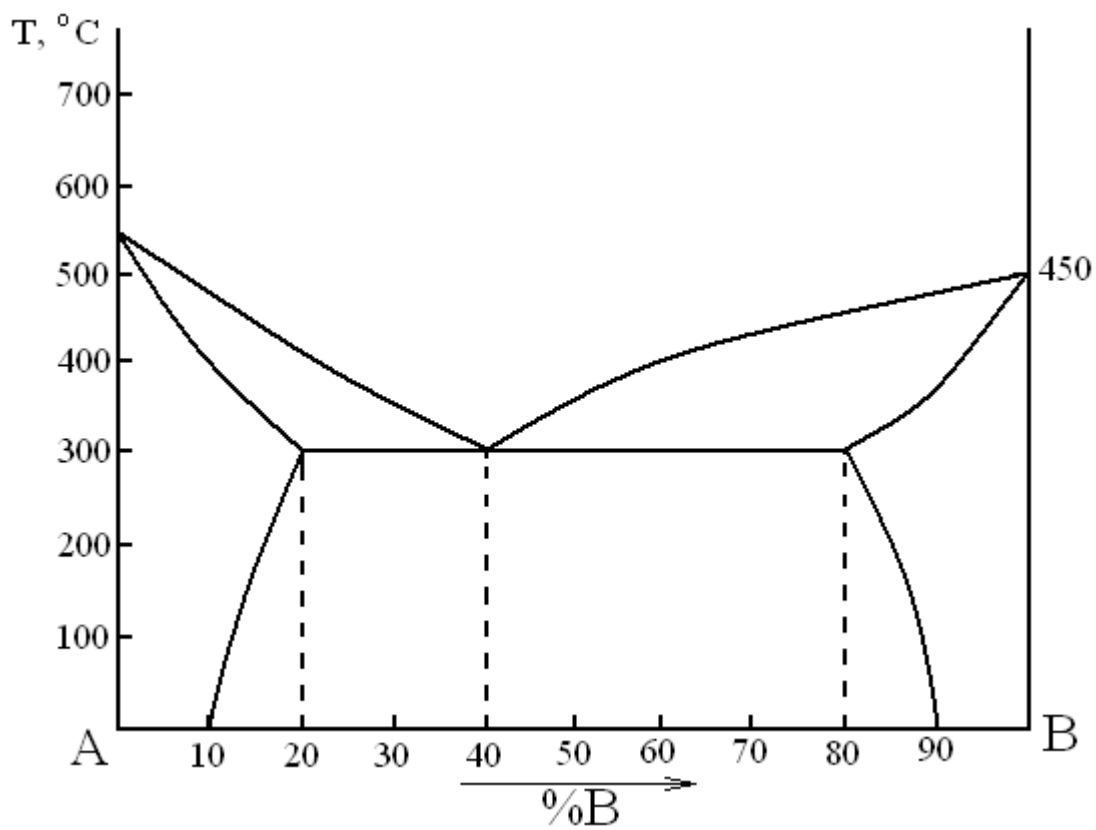


Диаграмма №24



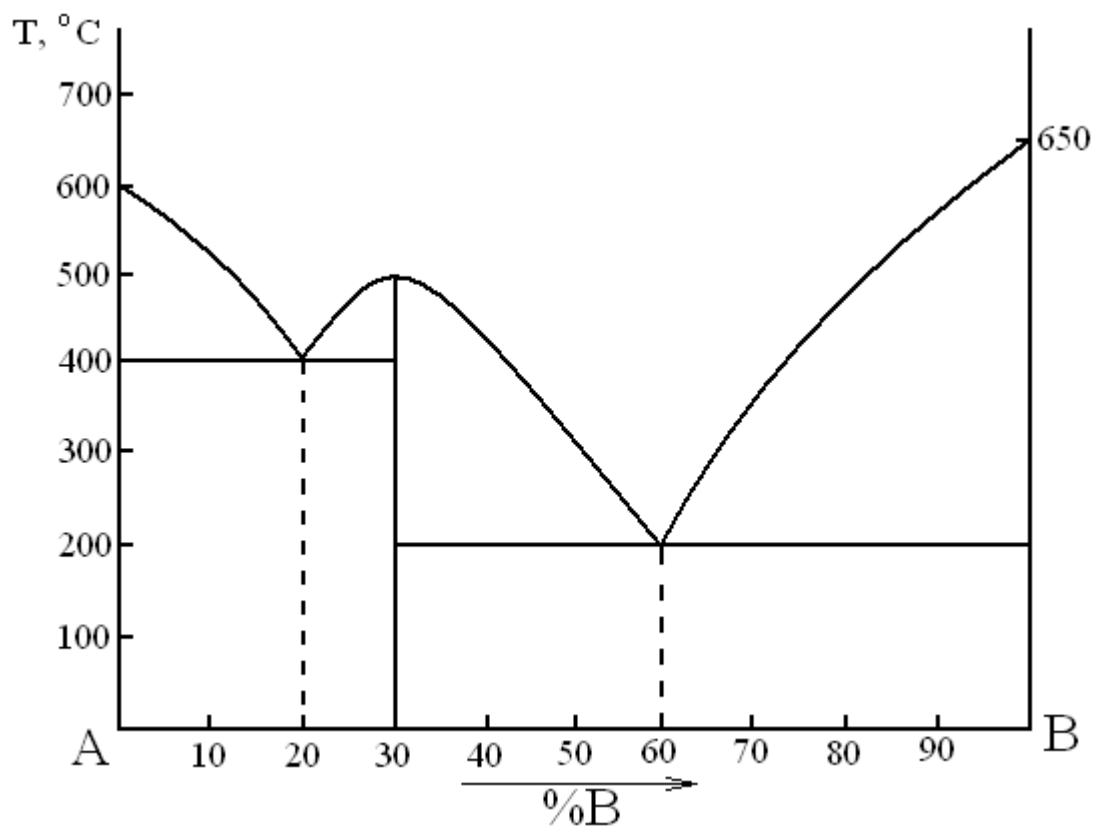


Диаграмма №25

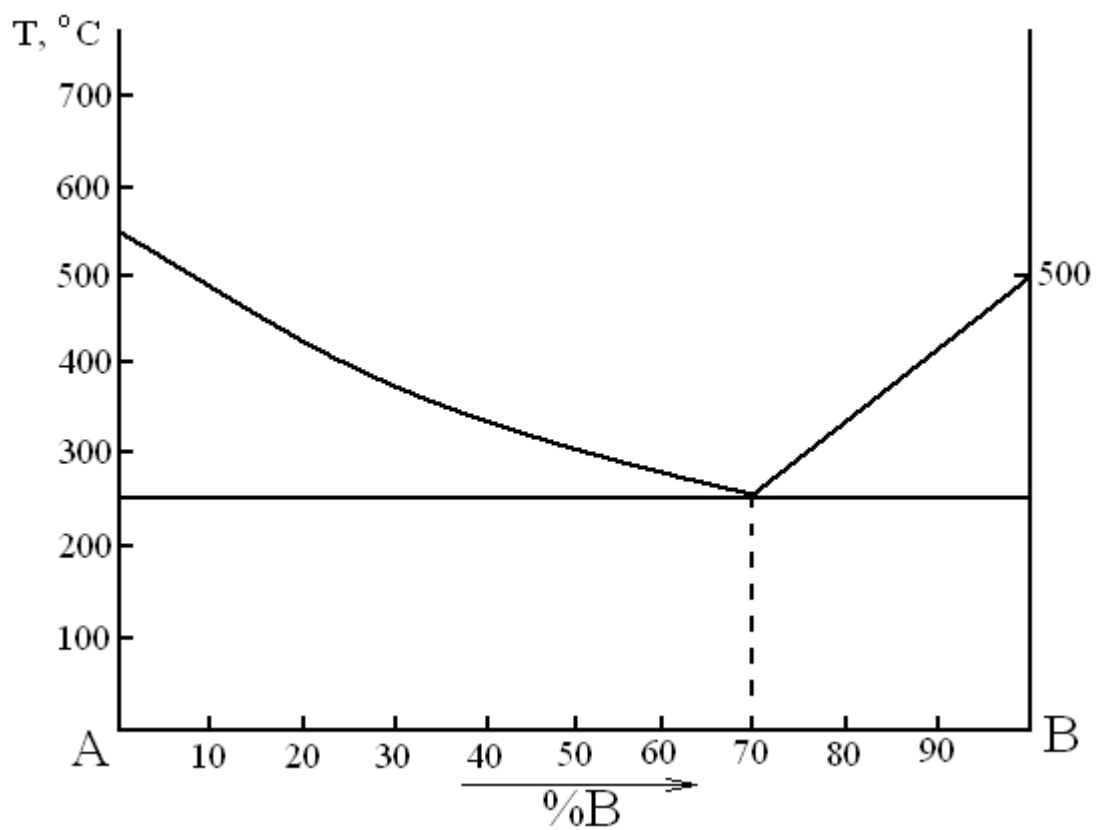


Диаграмма №26

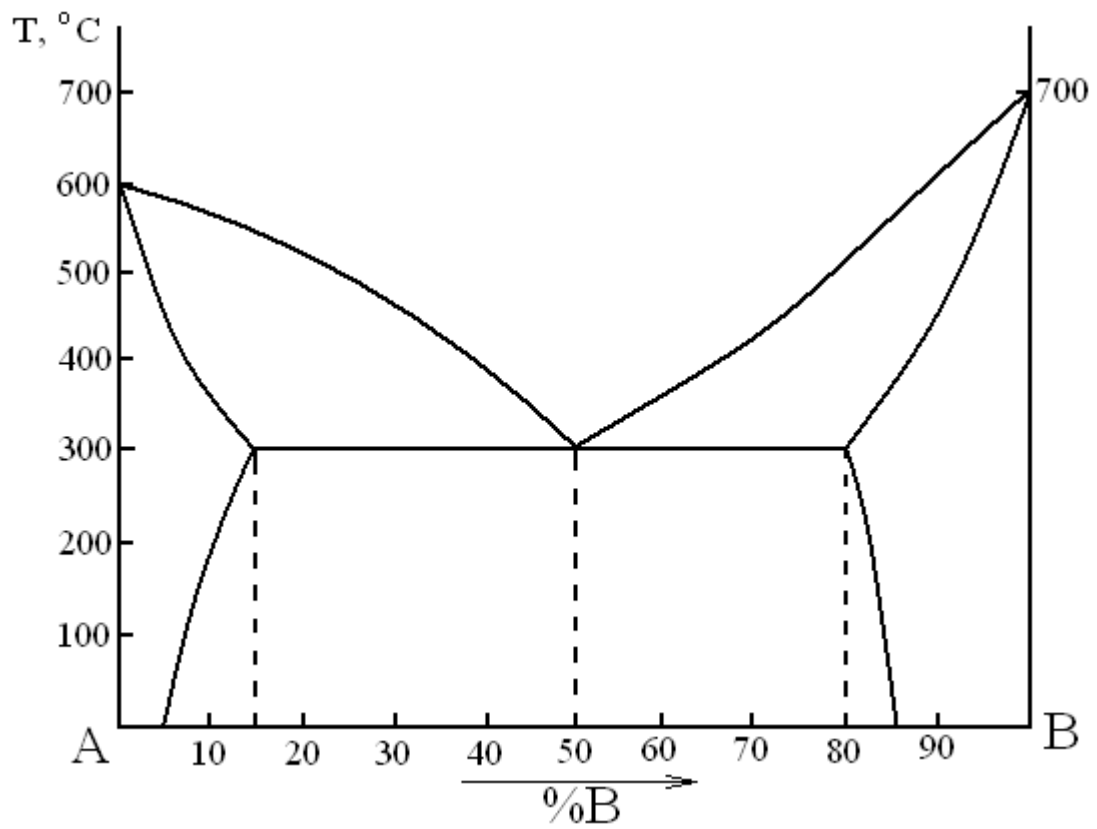


Диаграмма №27

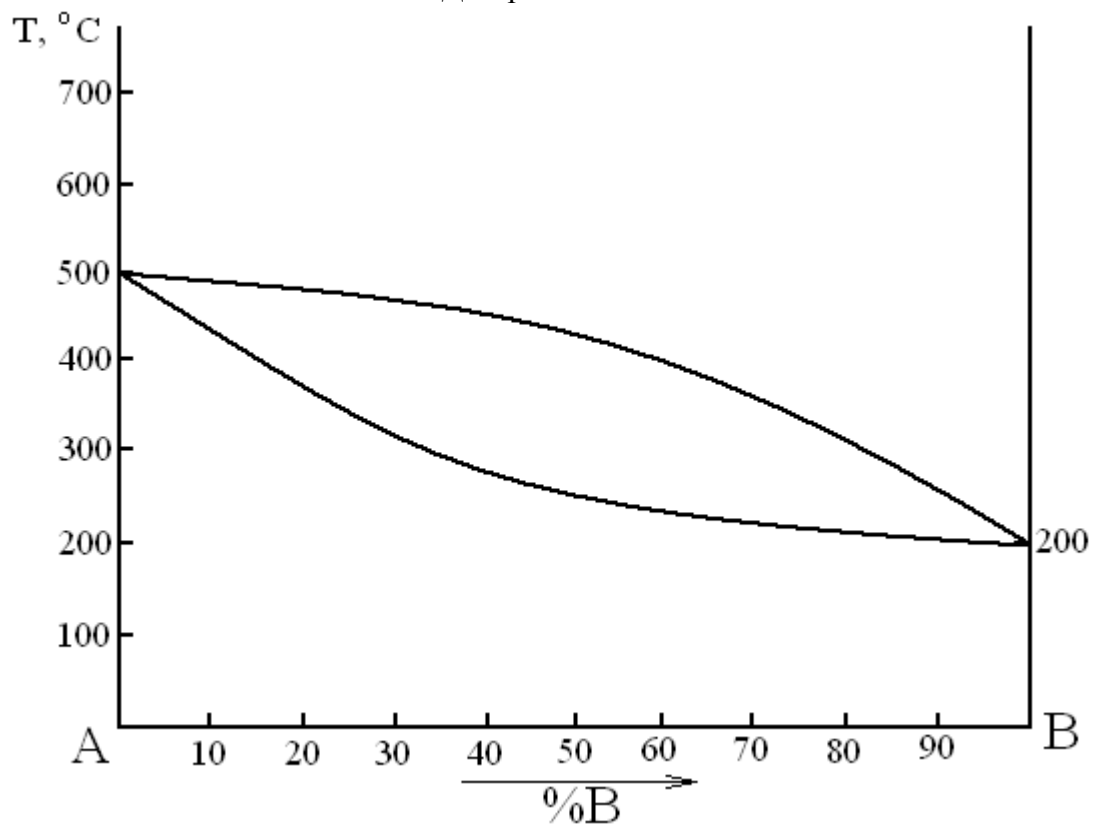


Диаграмма №28

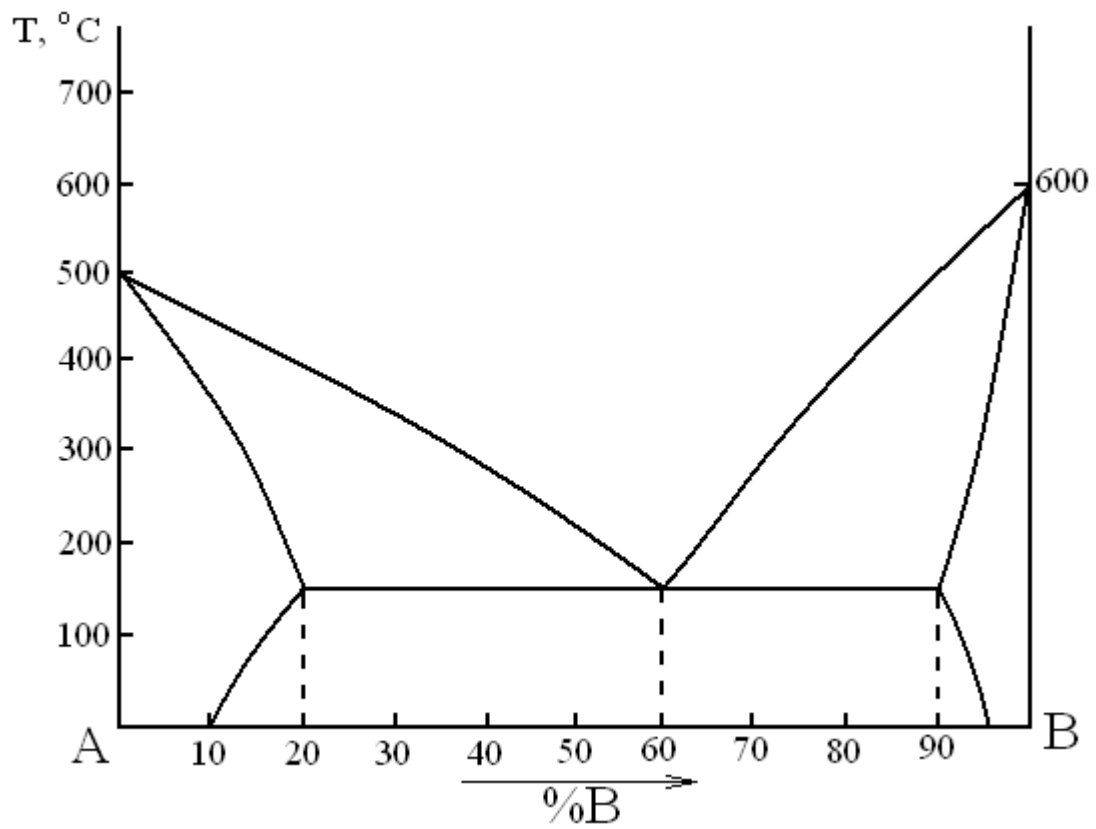


Диаграмма №29

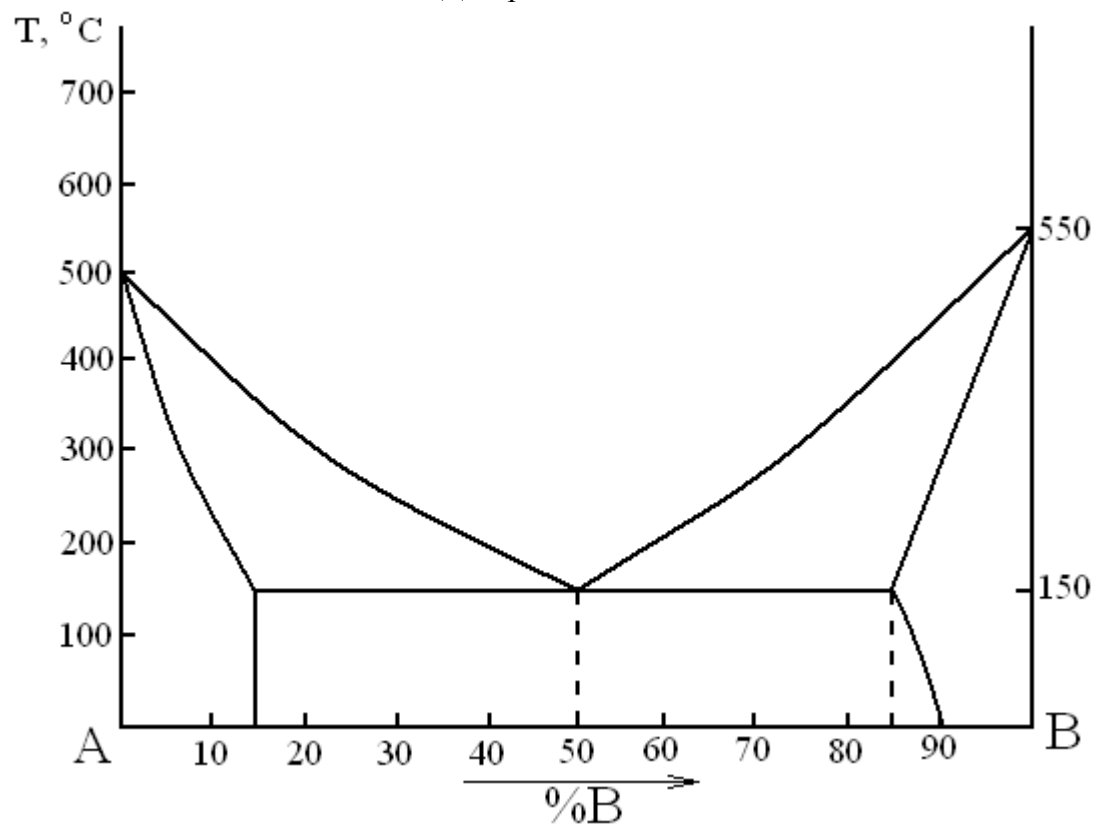


Диаграмма №30

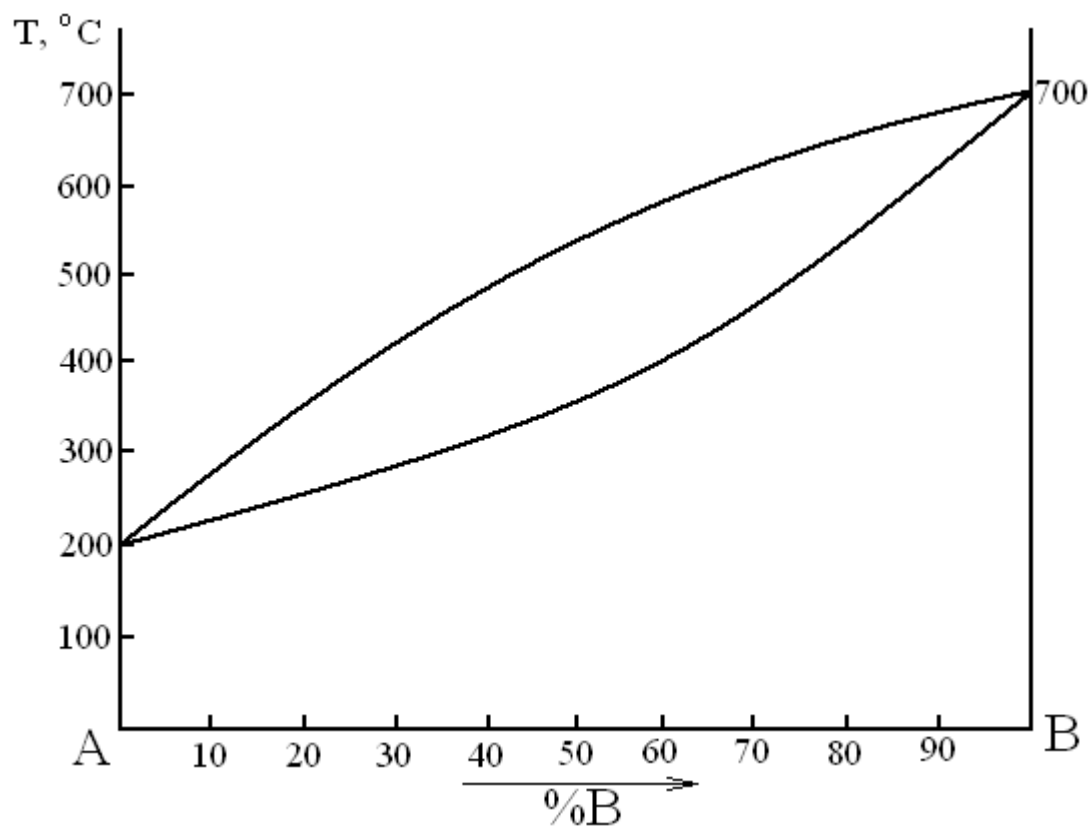


Диаграмма №31

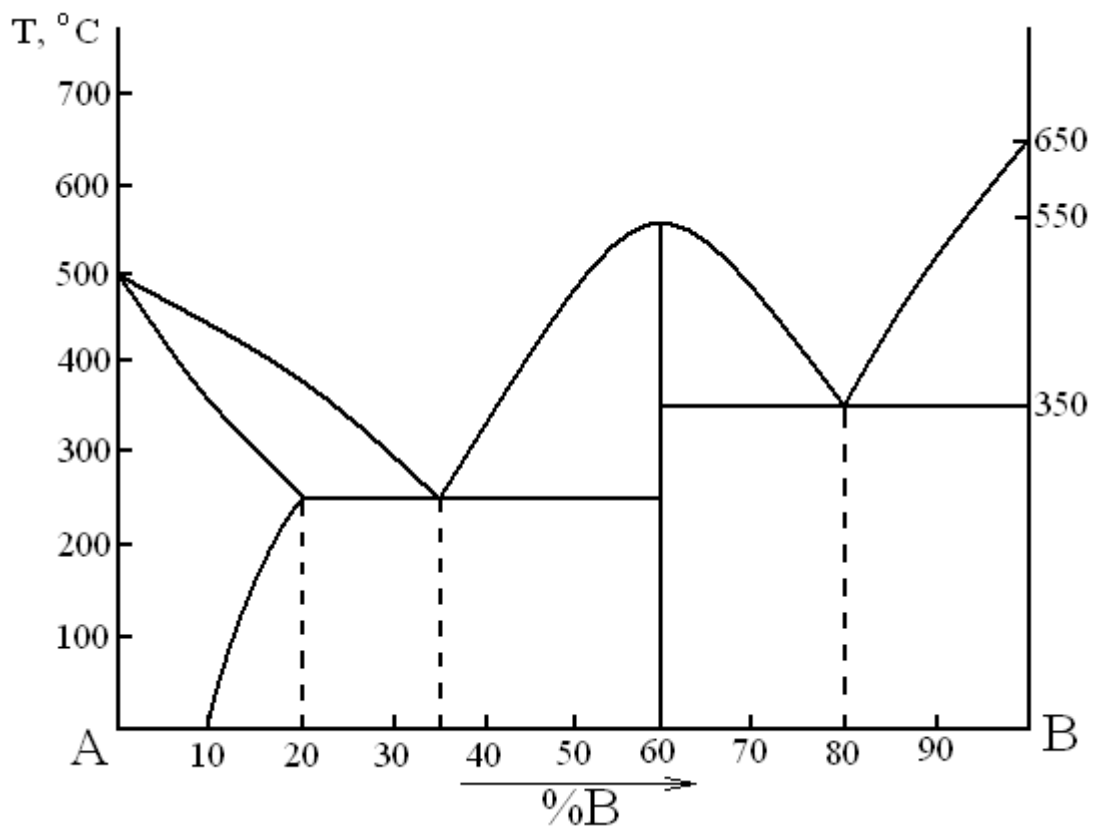


Диаграмма №32

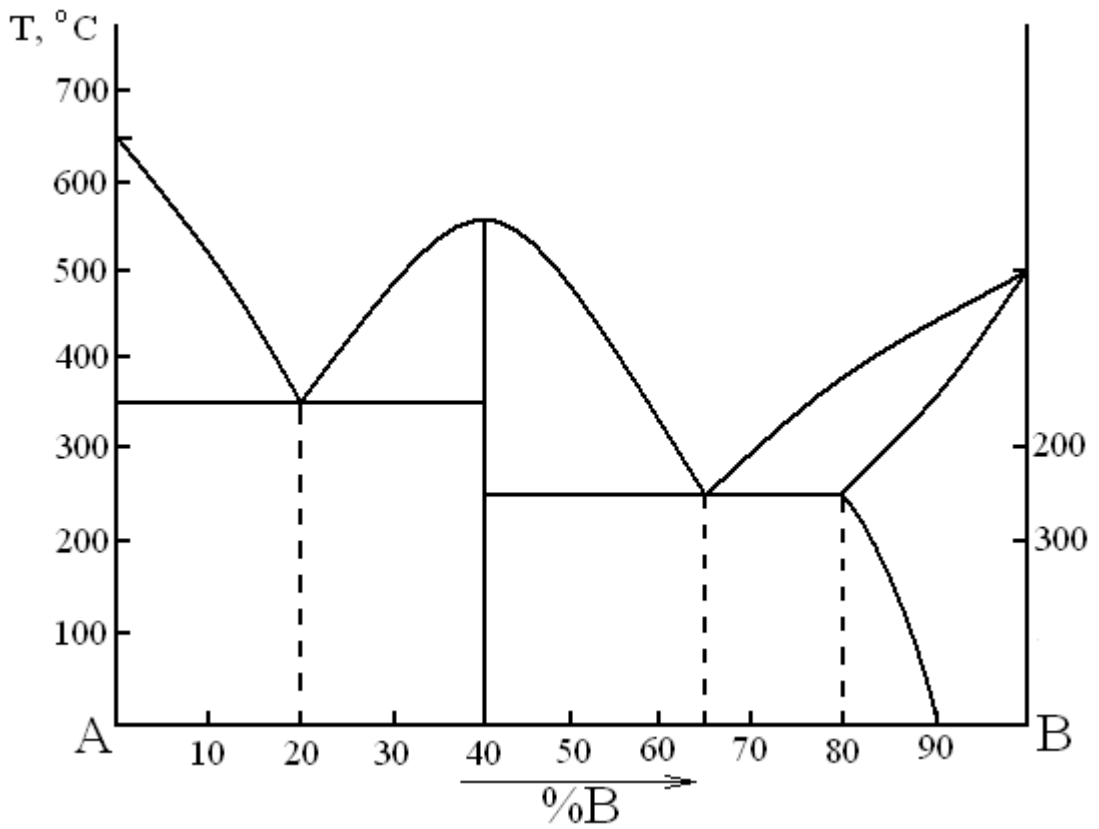


Диаграмма №33

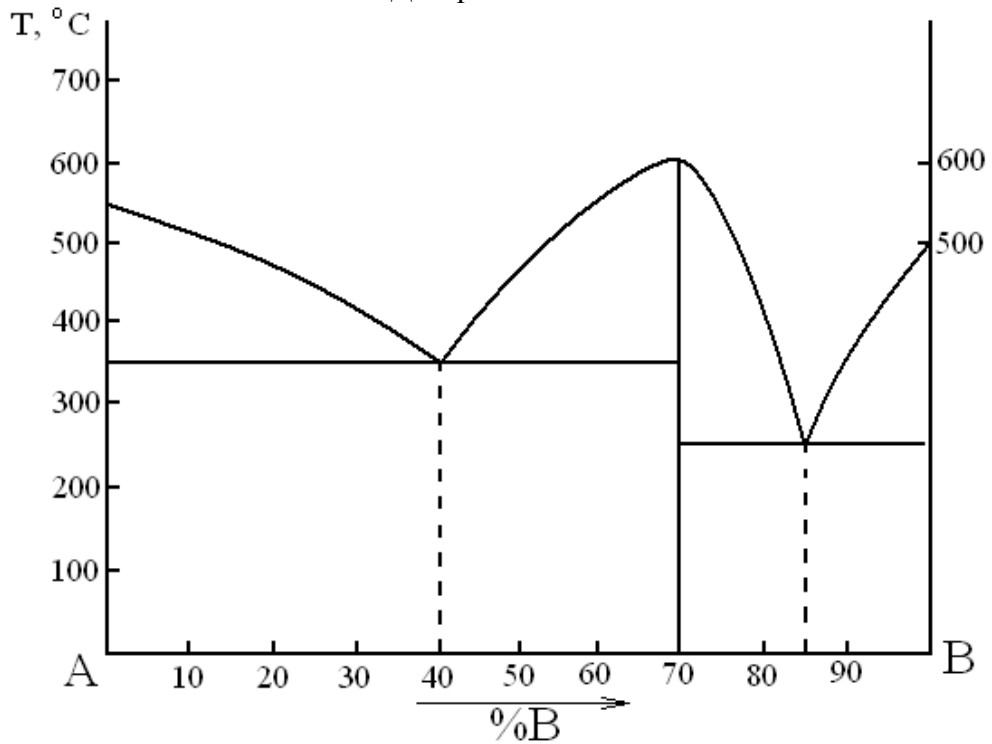


Рисунок 22 – Двухкомпонентные диаграммы состояния

### Пример решения контрольной работы № 1

Пусть дана диаграмма, представленная на рисунке 23 – зарисовываем ее и дальнейшее решение проводим с помощью этого рисунка.

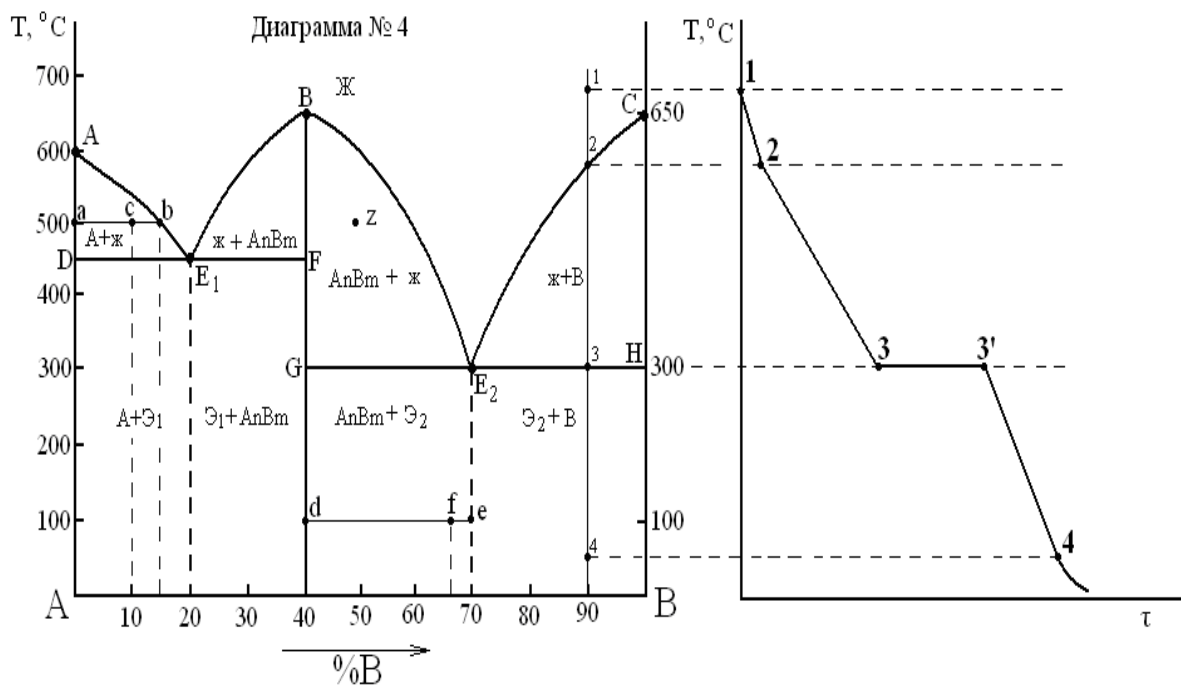


Рисунок 23 – Диаграмма состояния для сплавов с образованием устойчивого химического соединения и кривая охлаждения сплава 90%B+10%A

1.2. Описать превращения по диаграмме.

Название: диаграмма состояния для сплавов с образованием устойчивого химического соединения.

Точки: (·)A – температура плавления компонента A; (·)C – температура плавления компонента B; (·)B – температура плавления химического соединения  $A_nB_m$ ; (·)E<sub>1</sub> – первая точка эвтектики; (·)E<sub>2</sub> – вторая точка эвтектики.

Линии: AE<sub>1</sub>BE<sub>2</sub>C – линия ликвидус; DF и GH – линии солидус.

Фазы и структуры: Ж – расплав компонентов A и B; А – кристаллы компонента A; В – кристаллы компонента B;  $A_nB_m$  – кристаллы  $A_nB_m$ ; Э<sub>1</sub> – первая эвтектика – мелкодисперсная механическая смесь кристаллов A и  $A_nB_m$ ; Э<sub>2</sub> – вторая эвтектика – мелкодисперсная механическая смесь кристаллов  $A_nB_m$  и B.

1.3. Определить при помощи правила отрезков структуру сплава в точке. Дано: 10%B, T=500°C.

Этим данным соответствует точка c на диаграмме (см. рисунок 23). В этой точке две фазы, расплав и кристаллы компонента A, т.е. правило отрезков применимо. Через точку c проводим горизонтальный отрезок ab до пересечения с линиями диаграммы. Составляем пропорцию и решаем ее измерив длину всех отрезков (буквой Q обозначаем массу). При решении необходимо помнить, что при составлении пропорции отрезок, соответствующий данной фазе, это дальний от нее отрезок, т.е. расплаву соответствует отрезок ac, а кристаллам A – cb. Общая масса – это 100%, и ей соответствует общий отрезок ab.

$$\frac{Q_A}{Q_{\text{общ}}} = \frac{cb}{ab}; \quad \frac{Q_A}{100\%} = \frac{5}{15}; \quad Q_A = \frac{5}{15} \cdot 100\% = 33,3\%, \quad Q_{\text{ж}} = 100\% - 33,3\% = 66,7\%$$

Химический состав расплава описывается точкой b (15%B + 85%A), а твердой фазы – точкой a.

Ответ:  $Q_A = 33,3\%$ ;  $Q_{\text{ж}} = 66,7\%$ ;  $C_A = 100\% A$ ;  $C_{\text{ж}} = 15\%B + 85\%A$ .

1.4. Определить при помощи правила отрезков химический состав сплава по структуре. Дано:  $Q_{A_nB_m} = 10\%$ ,  $Q_{(A_nB_m+B)} = 90\%$ ,  $T = 100^\circ\text{C}$ .

Эта задача является обратной задаче 1.3, т.е. нам дано весовое соотношение и надо найти точку на диаграмме, которой оно соответствует. Из данных задачи следует, что в искомой области присутствуют кристаллы  $A_nB_m$  и вторая эвтектика – это область под отрезком  $GE_2$  на диаграмме. В этой области проводим горизонтальный отрезок **de** при температуре  $100^\circ\text{C}$ . На этом отрезке существует некоторая точка **f**, которая соответствует условиям задачи, соответственно можно составить пропорцию и решить ее:

$$\frac{Q_{A_nB_m}}{Q_{\text{общ}}} = \frac{fe}{de}; \quad \frac{10\%}{100\%} = \frac{fe}{30}; \quad fe=3$$

Т.к. длина отрезка **fe** найдена, можно определить химический состав сплава в точке **f**: 67%В и 33%А

Ответ:  $C_{\text{сплава}} = 67\%В + 33\%А$ .

1.5. Построить кривую охлаждения для сплава. Дано: 90%В.

Проводим вертикальную линию для данного химического состава и все точки пересечения этой линии с линиями диаграммы последовательно нумеруем, первая точка должна быть в расплаве – см. рисунок 23. При построении надо помнить, что: 1) если в данной точке начинается кристаллизация, то выделяется тепло и охлаждение идет медленнее (более пологий участок); 2) если число степеней свободы равно нулю, то на кривой охлаждения будет горизонтальный участок. Решение приведено на рис. 23 справа:

(·)1.  $C_1 = 2 - 1 + 1 = 2$ , т.к. 2 компонента и 1 фаза.

от (·)1 до (·)2 остывает расплав.

(·)2. Начинается кристаллизация компонента В, охлаждение пойдет медленнее.  $C_2 = 2 - 2 + 1 = 1$ , т.к. 2 компонента и 2 фазы.

от (·)2 до (·)3 кристаллизуется компонент В.

(·)3. Линия эвтектики. Здесь одновременно кристаллизуются компонент В и химическое соединение  $A_nB_m$ , т.е. вторая эвтектика, поэтому в равновесии находятся 3 фазы – Ж и кристаллы В и  $A_nB_m$ .

$C_3 = 2 - 3 + 1 = 0$ . На кривой охлаждения горизонтальный участок 3-3', т.е. температура не меняется, пока весь расплав не превратится во вторую эвтектику.

от (·)3 до (·)4 остывает механическая смесь фаз  $A_nB_m$  и В.

(·)4.  $C_4 = 2 - 2 + 1 = 1$ .

1.6. Найти число степеней свободы в точке. Дано 50%В,  $T = 500^\circ\text{C}$ .

На рисунке 23 это (·)z. По формуле Гиббса  $C = K - \Phi + 1$ . У нас 2 компонента, 2 фазы ( $A_nB_m$  и Ж), поэтому  $C = 2 - 2 + 1 = 1$ .

1.7. Зарисовываем диаграмму железо-углерод – см. рисунок 24.

1.8. Описать линии, точки, фазы и структуры.

Задание 2.1 выполняется аналогично заданию 1.1.

1.9. Построить кривую охлаждения для сплава. Дано: 2%С.

Решение показано на рисунке 24, справа.

(·)1.  $C_1 = 2 - 1 + 1 = 2$ : 2 компонента (Fe и С), 1 фаза (Ж),

от (·)1 до (·)2 остывает железо-углеродный расплав.

(·)2. Появляются первые кристаллы аустенита, на кривой будет перегиб, т.к. идет процесс кристаллизации.

$C_2 = 2 - 2 + 1 = 1$ : 2 компонента, 2 фазы (Ж и А).

от (·)2 до (·)3 идет кристаллизация аустенита.

(·)3. Линия солидус, последний момент кристаллизации аустенита. Т.к. кристаллизация закончилась, дальше охлаждение идет быстрее.

$C_3 = 2 - 2 + 1 = 1$ : 2 компонента, 2 фазы (Ж и А).

От (·)3 до (·)4 остывает аустенит.

(·)4. Из аустенита начинает выделяться вторичный цементит и охлаждение опять пойдет медленнее.

$C_4 = 2 - 2 + 1 = 1$ : 2 фазы (А и Ц).

От (·)4 до (·)5 по линии ES падает растворимость углерода в аустените, кристаллизуется вторичный цементит, охлаждение идет медленнее.

(·)5. Линия эвтектоидного превращения (перлитного) PSK. Аустенит распадается на феррито-цементитную смесь, т.е. в равновесии 3 фазы, на кривой охлаждения горизонтальный участок 5 5', до тех пор, пока не закончится превращение.

$C_5 = 2 - 3 + 1 = 0$ : 3 фазы (А, Ф, Ц).

От (·)5 до (·)6 остывает механическая смесь феррита и цементита (структура цементит + перлит).

$C_6 = 2 - 2 + 1 = 1$ : 2 фазы.

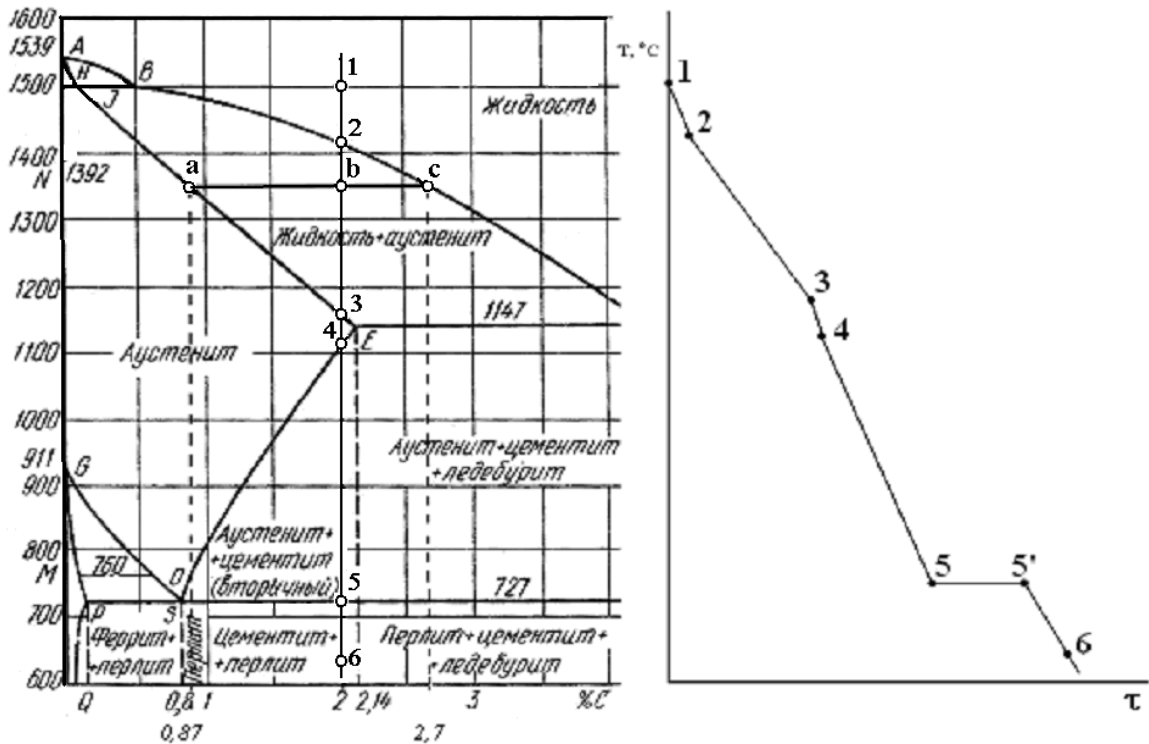


Рисунок 24 – Диаграмма Fe-C и кривая охлаждения для сплава с 2% С.

1.10. Для данного сплава найти весовое соотношение фаз, химический состав фаз.  
Дано: 2%С,  $T = 1350^\circ\text{C}$ .

Условиям задания соответствует точка **в** на диаграмме (см. рисунок 24). В этой точке имеются аустенит, химический состав которого описывается точкой **а** (0,87%С) и расплав, химический состав которого описывается точкой **с** (2,7%С). Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{Q_A}{Q_{\text{общ}}} = \frac{bc}{ac}; \quad \frac{Q_A}{100\%} = \frac{2,7\%C - 2\%C}{2,7\%C - 0,87\%C}; \quad Q_A = \frac{0,7}{1,83} \cdot 100\% = 38\%; \quad Q_{\text{ж}} = 62\%$$

Ответ:  $Q_A = 38\%$ ;  $Q_{\text{ж}} = 62\%$ ;  $C_A = 0,87\%C$ ;  $C_{\text{ж}} = 2,7\%C$ .

Аналогично происходит решение при второй температуре, но при этом необходимо правильно определить какие две фазы имеются в данной точке и где на диаграмме слева и справа от данной точки расположены границы существования этих двух фаз.



## Контрольная работа №2

### *1 Задание*

1.1 Расшифровать марку и химический состав (включая примеси!) двух углеродистых сталей (таблица 36, П.1.1)

1.2 Описать структуру, механические и технологические свойства этой стали, область применения.

2.1 Расшифровать марку и химический состав (включая примеси!) двух легированных сталей (таблица 36, П.2.1)

2.2 Выбрать режим термообработки.

2.3 Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

3.1 Расшифровать марку двух алюминиевых сплавов данных в таблице (таблица 36, П.3.1). Привести химический состав, определить основной ЛЭ. Описать влияние легирующих элементов на свойства сплавов.

3.2 Вычертить диаграмму Al – основной ЛЭ для этих сплавов.

3.3 Выбрать режим термообработки.

3.4 Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

4.1 Расшифровать марку двух медных сплавов данных в таблице (таблица 36, П.4.1). Привести химический состав. Определить основной ЛЭ. Описать влияние легирующих элементов на свойства сплавов.

4.2 Вычертить диаграмму Cu – основной ЛЭ для этих сплавов.

4.3 Выбрать режим термообработки.

4.4 Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

Таблица 36 – Варианты заданий к контрольной работе № 2

Вариант	П.1.1 – 1.2 Углеродистые стали	П.2.1 - 2.3 Легированные стали	П.3.1 – 3.4 Алюминиевые сплавы	П.4.1 – 4.4 Медные сплавы
01	БСт2пс сталь 08	14ХГС Н18К7М5Т	АМц АЛ1	Л96 БрОЦС5-5-5
02	БСт0сп сталь 08кп	15Х11МФ Н18К12М3Т	АМг5 Д1	ЛС59-1 БрА7
03	Ст4сп сталь 10кп	Н18К8М3Т 12ХМФ	АК6 АЛ2	ЛАЖ60-1-1 БрКМц3-1
04	БСт4пс сталь 10пс	Х11Н10М2Т 20Х	Д20 АЛ9	ЛМц58-2 БрБ2
05	Ст1кп сталь 10	15ХМФ 07Х21Г7АН5	АМг3 АЛ7	ЛО 62-1 БрС30
06	БСт1сп сталь 15	60С2ВА 20ХГНР	АМц3 Д16	ЛК80-3 БрОФ6,5-0,4
07	Ст5пс сталь 15кп	Н18К9М5Т 65Г	АК8 АЛ4	ЛС60-1 БрАЖ9-4
08	БСт5 сталь 15пс	20ХФ Х12Н9М2ДТ	АЛ19 АМц2	ЛАН59-3-2 БрК3
09	Ст6сп сталь 20	12ХН4А 60С2Н2А	АЛ8 Д16	ЛМцА57-3-1 БрБ2,5
10	БСт6пс сталь 20пс	18ХГТ 09Х14Н16Б	АМц Д1	ЛО 70-1 БрС60Н2,5
11	Ст2кп сталь 20кп	15ХСНД 70С3А	АК6 АЛ4	ЛКС80-3-3 БрОЦ4-3
12	БСт2сп сталь 30	19Г Х14Н4К14М3Т	Д20 АМг5	ЛЖС58-1-1 БрА11Ж6Н6
13	ВСт2пс сталь 45	14Г2 12Х2Н4ВА	АЛ1 АМц3	ЛА77-2 БрК1Н3
14	Ст1кп сталь 50	17ГС 60С2ХФА	АЛ9 Д16	ЛО60-1 БрБНТ1,7
15	ВСт3сп сталь 70	09Х14Н19В2БР 50С2А	АК4-1 АМг6	Л80 БрА10Мц2
16	БСт2пс сталь 15	15Х 09Х14Н16Б	АМц САП-1	ЛС60-1 ЛК80-3
17	Ст1кп сталь 10	20Х 20Х13Н4Г9	АМг5 САП-2	ЛС59-1 БрК1Н3
18	БСт0сп сталь 15кп	20ХФ 14ХГС	АМг4 АЛ1	ЛС63-3 ЛО70-1
19	БСт1сп сталь 08	17ГС 10Х14П4Н4Т	АД33 АК4-1	ЛМц58-2 БрК3Ц9
20	БСт2пс сталь 08	15ХСНД 09Х14Н19В2БР	Д1 АК8	ЛО70-1 БрБ2
21	БСт4пс сталь 08кп	12ХН4А 20Х23Н18	АЛ27 САП-2	БрА11Ж6Н6 ЛО90-1
22	БСт0сп сталь 15кп	70С3А Н18К8М3Т	АЛ19 Д16	ЛЖС58-1-1 БрК3
23	Ст5сп сталь 10пс	17ГС 15Х12ВНМФ	АМг4 Д20	ЛМц58-2 ЛО90-1
24	Ст1кп	12Х18Н12Т	АЛ2	ЛС60-1

Вариант	П.1.1 – 1.2 Углеродистые стали	П.2.1 - 2.3 Легированные стали	П.3.1 – 3.4 Алюминиевые сплавы	П.4.1 – 4.4 Медные сплавы
	сталь 50	X12H9M2ДТ	АК6	ЛМцА57-3-1
25	БСт1сп сталь 15	55С2А X11H10M2Т	АЛ27 САП3	ЛС59-1 ЛК80-3
26	Ст4сп сталь 10кп	12Х13 10Х14П4Н4Т	АД33 АЛ1	БрС60Н2,5 ЛК80-3
27	БСт2пс сталь 15пс	Н18К8М3Т 60С2ХФА	АК8 АМг2	ЛС63-3 БрБ2,5
28	Ст1кп сталь 08кп	14ХГС 20Х13Н4Г9	АМг5 АЛ1	БрК1Н3 ЛС60-1
29	Ст6сп сталь 08кп	50С2 X14H4K14M3T	САП-2 Д20	ЛМцА57-3-1 ЛО70-1
30	БСт6пс сталь 08	14ХГС 20Х23Н18	АК4-1 АЛ4	БрК3 ЛК80-3
31	БСт5 сталь 20	15ХСНД 25ХМФ	Д1 АВ	БрК3Ц9 ЛЖС58-1-1
32	БСт0сп сталь 15кп	65Г 15Х12ВНМФ	АЛ27 САП-1	БрА7 БрК1Н3
33	ВСт3сп сталь 20пс	14Г2 X12H9M2ДТ	АД33 Д1	ЛО70-1 БрА11Ж6Н6
34	БСт6пс сталь 30	15Х25Т 20Х23Н18	АМг4 САП-3	БрК4Ц9 ЛК80-3
35	БСт4пс сталь 45	70С3А 06Х23Н28МДТ	АМг2 АЛ4	ЛМц58-2 ЛО62-1
36	БСт2пс сталь 10кп	50С2 X11H10M2T	АК8 Д16	БрБ2,5 ЛЖС58-1-1
37	Ст1кп сталь 15	70С3А Н18К8М3Т	АК6 САП-2	ЛЖС58-1-1 БрБ2
38	БСт5 сталь 10пс	15Х 20Х23Н18	АЛ2 АК4-1	ЛО90-1 БрС60Н2,5
39	Ст5пс сталь 15кп	14ХГС 12Х18Н12Т	АЛ21 Д20	ЛС59-1 БрА7
40	Ст4сп сталь 15пс	65Г X12H9M2ДТ	АМц Д1	ЛК80-3 БрК3
41	Ст5пс сталь 20	14Г2 60С2ХФА	АЛ9 САП-1	ЛМцА57-3-1 БрКМц3-1
42	БСт0сп сталь 10кп	19Г X12H9M2ДТ	АМг2 АД33	ЛМц58-2 ЛО70-1
43	Ст6сп сталь 08кп	15Х 09Х14Н19В2БР	АЛ4 Амг5	БрА11Ж6Н6 ЛО90-1
44	БСт1сп сталь 20пс	55С2А X12H9M2ДТ	АМг4 АД33	БрС60Н2,5 ЛС59-1
45	БСт2пс сталь 15кп	50С2 12Х21Н5Т	АВ АЛ19	ЛО62-1 БрА7
46	Ст1кп сталь 15	70С3А Н18К8М3Т	Д20 САП-3	ЛС63-3 БрА11Ж6Н6
47	Ст5пс сталь 10	09Х14Н16Б 20Х23Н18	АМг2 Ал33	ЛС60-1 БрБ2

Вариант	П.1.1 – 1.2 Углеродистые стали	П.2.1 - 2.3 Легированные стали	П.3.1 – 3.4 Алюминиевые сплавы	П.4.1 – 4.4 Медные сплавы
48	Ст6сп сталь 30	50С2 07Х21Г7АН5	АК8 АЛ27	ЛЖС58-1-1 БрК4Ц9
49	Ст4сп сталь 08	14Г2 06Х23Н28МДТ	АЛ21 АК4-1	ЛС59-1 БрА7
50	Ст2кп сталь 15пс	14ХГС 12Х18Н9	САП-1 АД33	ЛО90-1 БрК3Ц9
51	БСт1сп сталь 50	19Г 08Х18Н10	АМг2 АК6	БрК4Ц9 ЛЖС58-1-1
52	БСт6пс сталь 70	65Г 15Х25Т	Д1 АЛ19	ЛК80-3 БрС60Н2,5
53	БСт0сп сталь 08кп	15ХСНД 15Х12ВНМФ	АЛ9 АМц	ЛО70-1 БрА11Ж6Н6
54	Ст6сп сталь 45	40Х9С2 12Х18Н12Т	АЛ4 САП-1	БрА7 ЛС59-1
55	Ст6сп сталь 30	12ХМФ 12Х21Н5Т	АМГ5 АЛ2	ЛМц58-2 БрБ2,5
56	ВСт3сп сталь 15кп	20Х 12Х13	АЛ1 АД33	БрК3 ЛО70-1
57	БСт2пс сталь 10кп	15ХМ 60С2ХФА	АК4-1 Д1	БрА7 БрК3Ц9
58	Ст5пс сталь 20	25ХМФ 12Х21Н5Т	АМг5 АЛ27	ЛМцА57-3-1 БрКМц3-1
59	ВСт3сп сталь 08	17ГС 10Х14П4Н4Т	Д20 АВ	ЛО62-1 БрБ2
60	БСт2пс сталь 08кп	19Г Х11Н10М2Т	АМг4 АЛ4	ЛО90-1 ЛК80-3
61	БСт1сп сталь 30	15Х28 06Х23Н28МДТ	АК8 АЛ9	БрК3 ЛО70-1
62	Ст4сп сталь 20	14Г2 40Х10С2М	АЛ2 АК6	БрС60Н2,5 ЛЖС58-1-1
63	Ст1кп сталь 15пс	65Г 20Х23Н18	АЛ19 Д16	БрА11Ж6Н6 ЛО62-1
64	БСт6пс сталь 08кп	20ХФ 08Х18Н10	АМц САП-3	ЛМц58-2 ЛО70-1
65	БСт6пс сталь 20пс	15Х28 07Х21Г7АН5	Д1 АЛ4	ЛС59-1 БрК4Ц9
66	Ст5сп сталь 50	15ХМ Н18К8М3Т	АМг2 АЛ9	ЛС63-3 ЛМцА57-3-1
67	ВСт3сп сталь 08	20Х 09Х14Н16Б	АЛ21 САП-1	ЛЖС58-1-1 ЛК80-3
68	Ст5пс сталь 15кп	14ХГС Х14Н4К14М3Т	АД33 САП-2	ЛС60-1 ЛО90-1
69	БСт4пс сталь 45	50С2 60С2Н2А	АЛ1 АК4-1	БрБ2,5 ЛО70-1
70	Ст1кп сталь 70	15ХМ 12ХМФ	АВ АК6	БрК3Ц9 ЛК80-3
71	БСт2п	15Х25Т	АМг2	БрС60Н2,5

Вариант	П.1.1 – 1.2 Углеродистые стали	П.2.1 - 2.3 Легированные стали	П.3.1 – 3.4 Алюминиевые сплавы	П.4.1 – 4.4 Медные сплавы
	сталь 30с	60С2ХФА	АК8	ЛО70-1
72	Ст6сп сталь 20пс	15Х 40Х10С2М	АЛ4 АК6	БрКМц3-1 ЛЖС58-1-1
73	БСт6пс сталь 10кп	20ХФ 06Х23Н28МДТ	САП-3 АЛ21	ЛК80-3 БрБ2
74	ВСт3сп сталь 15пс	40Х9С2 Х14Н4К14М3Т	АМг5 АЛ2	БрА11Ж6Н6 ЛС59-1
75	БСт0сп сталь 08кп	14Г2 60С2Н2А	Д1 АЛ27	ЛО70-1 БрА11Ж6Н6
76	БСт5 сталь 15	25ХМФ 12ХН4А	АД33 АЛ19	БрБ2,5 БрК4Ц9
77	ВСт3сп сталь 50	20Х 08Х18Н10	АМг2 САП-1	ЛО90-1 БрС60Н2,5
78	БСт1сп сталь 10пс	12ХН4А 09Х14Н19В2БР	АЛ19 Д16	ЛМцА57-3-1 БрК3
79	Ст1кп сталь 20	55С2А Х11Н10М2Т	АЛ4 САП-3	ЛМц58-2 ЛО62-1
80	Ст1кп сталь 10	65Г Н18К8М3Т	АЛ21 АК6	БрКМц3-1 ЛК80-3
81	БСт1сп сталь 08кп	12Х18Н9 12Х13	Д20 АЛ1	БрК3Ц9 ЛС59-1
82	БСт0сп сталь 20	15ХМ 40Х10С2М	АЛ9 Д1	ЛО62-1 БрС60Н2,5
83	Ст6сп сталь 15кп	14Г2 12Х21Н5Т	АД33 АЛ7	БрК4Ц9 ЛО70-1
84	Ст4сп сталь 15	12ХМФ 60С2Н2А	АМг2 АЛ4	ЛЖС58-1-1 БрА11Ж6Н6
85	БСт6пс сталь 50	50С2 60С2ХФА	АВ АЛ2	ЛС59-1 БрБ2,5
86	ВСт3сп сталь 30	Х11Н10М2Т Х14Н4К14М3Т	АВ САП-3	ЛС60-1 БрК4Ц9
87	БСт2пс сталь 10кп	15Х25Т 25ХМФ	АЛ27 Д20	ЛС63-3 ЛМцА57-3-1
88	Ст6сп сталь 45	40Х9С2 12Х18Н12Т	АМц АК8	БрА11Ж6Н6 ЛС59-1
89	Ст2кп сталь 20пс	55С2А 06Х23Н28МДТ	Д1 АК6	БрК3 ЛЖС58-1-1
90	Ст5пс сталь 70	17ГС 20Х13Н4Г9	АЛ2 АМг3	ЛМц58-2 БрБ2
91	Ст4сп сталь 15пс	15ХСНД 10Х14П4Н4Т	АК4-1 АЛ4	БрК3Ц9 ЛК80-3
92	Ст6сп сталь 08	60С2Н2А 12ХМФ	Д20 АЛ9	БрА7 ЛК80-3
93	Ст1кп сталь 20	19Г 25ХМФ	АЛ19 АМг6	БрС60Н2,5 ЛС59-1
94	ВСт3сп сталь 10	65Г 20Х23Н18	АМц АД33	ЛО70-1 БрК3

Вариант	П.1.1 – 1.2 Углеродистые стали	П.2.1 - 2.3 Легированные стали	П.3.1 – 3.4 Алюминиевые сплавы	П.4.1 – 4.4 Медные сплавы
95	БСт0сп сталь 50	20Х 08Х18Н10	АМг2 АЛ27	БрК4Ц9 ЛС59-1
96	ВСт3сп сталь 30	15Х28 07Х21Г7АН5	АК6 АЛ19	ЛО62-1 БрА11Ж6Н6
97	БСт1сп сталь 08кп	15ХМ 40Х10С2М	АЛ21 Д1	ЛМцА58-2 БрБ2,5
98	БСт2пс сталь 15	20ХФ 12Х18Н9	АМг3 АК4-1	ЛК80-3 БрК3Ц9
99	Ст5пс сталь 10кп	14Г2 12Х18Н12Т	АЛ4 АК8	ЛС63-3 ЛМцА57-3-1
00	БСт2пс сталь 20	12ХН4А 10Х14П4Н4Т	АМг2 АВ	ЛС60-1 ЛМц58-2

### Пример выполнения контрольной работы №2

#### 1.1. Расшифровать марку углеродистой стали (таблица 36 П.1.1)

Дано: сталь 60

Это качественная углеродистая сталь с содержанием углерода ~ 0,6%.

По содержанию углерода сталь - среднеуглеродистая;

по степени раскисления – спокойная;

по качеству – качественная (серы до 0,04%, фосфора до 0,035%);

по назначению – конструкционная.

#### 1.2. Описать структуру, механические и технологические свойства, область применения.

После нормализации эта сталь имеет доэвтектоидную структуру, т.е. феррит+перлит.

Имеет повышенную прочность (650 МПа), среднюю пластичность (13%). Применяются для изготовления деталей, несущих значительные нагрузки (шестерни, валы др.).

#### 2.1. Расшифровать марку легированной стали (таблица 36 п.2.1)

Дано: 60С2ХФА

Это легированная сталь с содержанием углерода ~ 0,6%.

Легирующие элементы: кремний ~ 2%, хром < 1,5%, ванадий < 1,5%.

По содержанию углерода сталь - среднеуглеродистая;

по содержанию ЛЭ – среднелегированная;

по качеству – высокого качества (серы до 0,025%, фосфора до 0,025%);

по структуре после нормализации – перлитного класса;

по назначению – конструкционная (пружинная).

#### 2.2. Выбрать режим термообработки.

Для повышения прочности сталь подвергают закалке, а затем для некоторого снижения твердости и улучшения упругих свойств - среднетемпературному отпуску. Т.к. сталь легированная, температуру отпуска необходимо повысить.

#### 2.3. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

После закалки образуется мартенситная структура по всему объему изделия. При отпуске мартенсит частично распадается на феррито-цементитную смесь – троостит. Сталь используют для изготовления пружин и рессор. Она обладает высоким сопротивлением малым пластическим деформациям, высокими пределом выносливости, ударной вязкостью и сопротивлением хрупкому разрушению, хорошей закаливаемостью и прокаливаемостью, хорошими технологическими свойствами. Пластичность невысокая.  $\sigma_B=1900\text{МПа}$ ,  $\sigma_{0,2}=1700\text{МПа}$ ,  $\delta=5\%$ .

3.1. Расшифровать марку сплава данного в таблице: Дано: Л80.

Задания 3 и 4 выполняются однократно.

Л – латунь; 80 – примерное содержание меди в %; остальное (20%) – цинк.

Простая латунь, деформируемая.

В сплавах, содержащих менее 30% цинка, увеличение его концентрации повышает и прочность, и пластичность. Цинк снижает стоимость латуни.

3.2. Вычертить диаграмму Cu-ЛЭ для этого сплава.

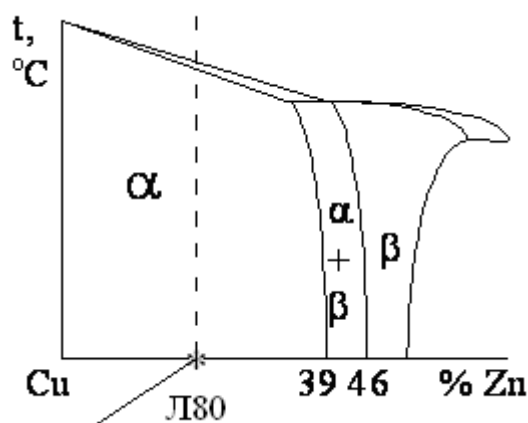


Рисунок 42 – Фрагмент диаграммы состояния Cu-Zn

3.3. Выбрать режим термообработки.

Упрочняющей термообработки не применяют. Прочность латуни может быть повышена холодной пластической деформацией. Для снятия напряжений или получения мелкого зерна применяют отжиг.

3.4. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

По структуре Л80 – α-твердый раствор цинка в меди (α-латунь). Прочность в пределах 300-350 МПа, высокая пластичность, электро- и теплопроводность, не имеет склонности к коррозионному растрескиванию и достаточно устойчива в атмосфере воды и пара.

### Контрольная работа №3

Контрольная работа заключается в Интернет-тестирование на сайте «Единый портал Интернет-тестирования в сфере образования» по адресу <http://www.i-exam.ru>.

Для подготовки к тестированию рекомендуется самостоятельно несколько раз пройти тест в режиме «обучение» и/или «самоконтроль». Для этого проделайте следующее:

- Откройте страницу сайта <http://www.i-exam.ru>.
- На странице в верхней строке выберите «Пройти тестирование».
- В окне «войти по ключу» введите ключ доступа (предварительно получите его в деканате или у своего преподавателя) и нажмите кнопку «Войти».
- Выберите режим. В режиме «Обучение» Вам будут показаны подсказки в случае неверных ответов. В режиме «Самоконтроль» Вы сможете узнать результат тестирования только после его завершения.
- Выберите образовательный стандарт – ФГОС.
- Выберите свою специальность (151.000.62 – Технологические машины и оборудование).
- Выберите дисциплину – «Материаловедение, технология конструкционных материалов». Нажмите «Далее».
- В открывшемся окне появится информация о тесте. Оставьте галочки для первых девяти разделов. Разделы 10-12 не входят в вашу программу. Снимите галочки напротив них. Количество вопросов в тесте уменьшится. Нажмите «Далее».
- Пройдите тестирование, выбирая правильные ответы на заданные вопросы.
- После завершения тестирования вы сможете узнать и проанализировать свой результат.

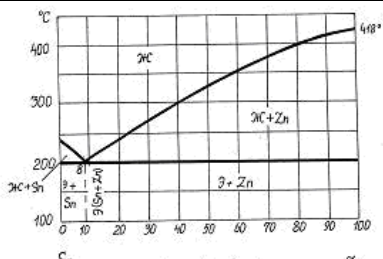
#### Примеры тестовых заданий:

	Кристаллическая решетка, элементарная ячейка которой представлена на рисунке, называется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- гранецентрированной кубической</li> <li>- примитивной кубической</li> <li>- тетрагональной</li> <li>- объемно-центрированной кубической</li> </ul>
Деформация, остающаяся после прекращения действия внешних сил, называется ...		<ul style="list-style-type: none"> <li>- холодной</li> <li>- горячей</li> <li>- упругой</li> <li>- пластической</li> </ul>
Точечными дефектами кристаллической решетки являются ...		<ul style="list-style-type: none"> <li>- поры</li> <li>- вакансии</li> <li>- дислокации</li> <li>- границы зерен</li> </ul>
При пластической деформации металла плотность дислокаций ...		<ul style="list-style-type: none"> <li>- не изменяется</li> <li>- уменьшается</li> <li>- увеличивается</li> <li>- сначала уменьшается, потом увеличивается</li> </ul>
Дислокация является дефектом ...		<ul style="list-style-type: none"> <li>- точечным</li> <li>- линейным</li> <li>- поверхностным</li> <li>- объемным</li> </ul>

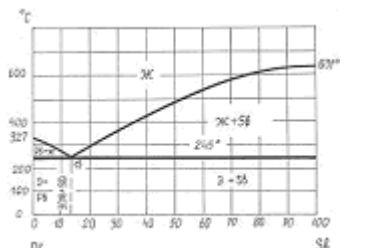


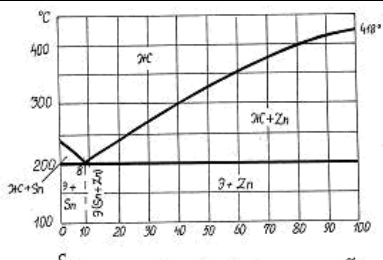
Вакансия является дефектом ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- объемным</li> <li>- поверхностным</li> <li>- точечным</li> <li>- линейным</li> </ul>
Линейными дефектами кристаллической решетки являются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- границы зерен</li> <li>- трещины</li> <li>- дислокации</li> <li>- вакансии</li> </ul>
Горячая деформация – это деформация, которую проводят ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- при температуре выше комнатной температуры</li> <li>- при температуре выше температуры кристаллизации</li> <li>- при температуре выше температуры перлитного превращения</li> <li>- выше температуры начала мартенситного превращения</li> </ul>
Поверхностными дефектами кристаллической решетки являются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- границы зерен</li> <li>- вакансии- раковины</li> <li>- дислокации</li> </ul>
Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокое электросопротивление, высокая плотность</li> <li>- ковкость, пластичность</li> <li>- хрупкость, низкая теплопроводность</li> <li>- склонность к возгонке, хорошие диэлектрические свойства</li> </ul>
Чистые металлы кристаллизуются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- при постоянной температуре</li> <li>- при снижающейся температуре</li> <li>- при увеличивающейся температуре</li> <li>- характер изменения температуры зависит от природы металла</li> </ul>
Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хрупкость, низкая теплопроводность</li> <li>- склонность к возгонке, хорошие диэлектрические свойства</li> <li>- высокое электросопротивление, высокая плотность</li> <li>- ковкость, пластичность</li> </ul>
На диаграмме Fe-Fe <sub>3</sub> C критическая точка A <sub>3</sub> соответствует линии ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ECF</li> <li>- PSK</li> <li>- GS</li> <li>- SE</li> </ul>
Линия ABCD диаграммы «железо-цементит» - это линия ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ликвидус</li> <li>- солидус</li> <li>- эвтектического превращения</li> <li>- эвтектоидного превращения</li> </ul>
Самой твердой фазой железоуглеродистых сплавов является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перлит</li> <li>- феррит</li> <li>- аустенит</li> <li>- цементит</li> </ul>
Цементит – это ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- смесь ледебурита и перлита</li> <li>- химическое соединение железа с углеродом</li> <li>- смесь феррита и аустенита</li> <li>- твердый раствор внедрения углерода в железе</li> </ul>

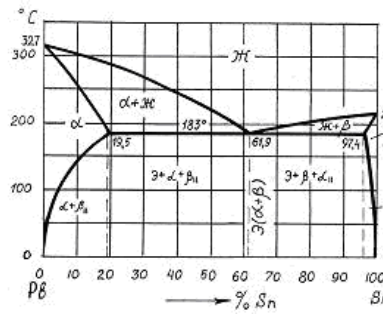
При температуре 727°C в системе «железо-цементит» происходит ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перлитное превращение</li> <li>- образование феррита</li> <li>- образование первичного цементита</li> <li>- эвтектическое превращение</li> </ul>
Наиболее мягкой и пластичной фазой железоуглеродистых сплавов при комнатной температуре является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- аустенит</li> <li>- цементит</li> <li>- феррит</li> <li>- перлит</li> </ul>
Перлит – это ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- твердый раствор внедрения</li> <li>- твердый раствор замещения</li> <li>- химическое соединение железа с углеродом</li> <li>- смесь феррита и цементита эвтектоидного состава</li> </ul>

	Сплав состава 40% Zn+60% Sn кристаллизуется в интервале температур ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (418-240)°C</li> <li>- (300-200)°C</li> <li>- (418-200)°C</li> <li>- (355-200)°C</li> </ul>
---	--	--

Линия солидус диаграммы состояния – это линия ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- окончания кристаллизации</li> <li>- растворимости</li> <li>- начала кристаллизации</li> <li>- эвтектоидного превращения</li> </ul>
---	---

	Состав сплава 13% Sb+87% Pb является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- доэвтектическим</li> <li>- эвтектическим</li> <li>- эвтектоидным</li> <li>- химическим соединением</li> </ul>
---	--	--

	Фазовый состав сплава 70% Zn+30% Sn при температуре 300°C -	<ul style="list-style-type: none"> <li>- эвтектика (Zn+ Sn) + кристаллы Zn</li> <li>- расплав</li> <li>- эвтектика + кристаллы Zn</li> <li>- эвтектика + кристаллы Sn</li> </ul>
---	---	--

	Свинец и олово ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии</li> <li>- образуют химическое соединение</li> <li>- практически не растворимы друг в друге в твердом состоянии</li> <li>- неограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии</li> </ul>
---	--------------------	--

При охлаждении эвтектоидной стали	- мартенсит
-----------------------------------	-------------

со скоростью выше критической аустенит превращается в ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перлит</li> <li>- бейнит</li> <li>- сорбит</li> </ul>
Структура стали 40 после полного отжига - ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- цементит + перлит</li> <li>- перлит</li> <li>- мартенсит</li> <li>- феррит + перлит</li> </ul>
Заэвтектоидные стали для неполной закалки нагревают выше ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>A_{c1}</math></li> <li>- <math>A_{cm}</math></li> <li>- <math>A_{c2}</math></li> <li>- <math>A_{c3}</math></li> </ul>
При увеличении содержания углерода в стали ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- твердость и пластичность увеличиваются</li> <li>- твердость уменьшается, пластичность - увеличивается</li> <li>- твердость и пластичность уменьшаются</li> <li>- твердость увеличивается, пластичность - уменьшается</li> </ul>
Доэвтектоидные стали для полной закалки нагревают выше ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>A_{c1}</math></li> <li>- <math>A_{cm}</math></li> <li>- <math>A_{c2}</math></li> <li>- <math>A_{c3}</math></li> </ul>
Твердость продуктов распада аустенита понижается в ряду ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мартенсит, перлит, сорбит, троостит</li> <li>- троостит, сорбит, перлит, мартенсит</li> <li>- мартенсит, троостит, сорбит, перлит</li> <li>- перлит, сорбит, троостит, мартенсит</li> </ul>
Кристаллическая решетка мартенсита -	<ul style="list-style-type: none"> <li>- гранцентрированная кубическая</li> <li>- объемно-центрированная кубическая</li> <li>- тетрагональная</li> <li>- гексагональная</li> </ul>
Содержание углерода в эвтектоидной стали составляет ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4,3%</li> <li>- 0,8%</li> <li>- 2,14%</li> <li>- 6,67</li> </ul>
При медленном охлаждении эвтектоидной стали аустенит превращается в ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мартенсит</li> <li>- бейнит</li> <li>- перлит</li> <li>- троостит</li> </ul>
Азотирование проводят с целью ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличения пластичности поверхностного слоя</li> <li>- получения мелкозернистой структуры сердцевины</li> <li>- повышения твердости, износостойкости, коррозионной стойкости поверхностного слоя</li> <li>- повышения окалинстойкости</li> </ul>
Углеродистые стали после отжига, обычно охлаждают ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в воде</li> <li>- вместе с печью</li> <li>- в растворе соли</li> <li>- на воздухе</li> </ul>
После цементации детали подвергают ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нормализации</li> <li>- закалке и высокому отпуску</li> <li>- закалке и низкому отпуску</li> <li>- дополнительная термическая обработка не требуется</li> </ul>

Для получения высокой твердости, прочности стали применяется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отжиг</li> <li>- закалка</li> <li>- отпуск</li> <li>- нормализация</li> </ul>
Критическая скорость охлаждения при закалке – это ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры</li> <li>- минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры</li> <li>- минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры</li> <li>- максимальная скорость охлаждения, при которой аустенит еще распадается на структуры перлитного типа</li> </ul>
Поверхностную закалку проводят с целью ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышения твердости и износостойкости поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины</li> <li>- изменения химического состава материала поверхностного слоя</li> <li>- повышения ударной вязкости</li> <li>- увеличения пластичности поверхностного слоя</li> </ul>
Высокий отпуск применяют для ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пружин и рессор</li> <li>- осей автомобилей</li> <li>- мерительного инструмента</li> <li>- режущего инструмента</li> </ul>
Аллитирование – это насыщение поверхностного слоя металла ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродом</li> <li>- азотом</li> <li>- кремнием</li> <li>- алюминием</li> </ul>
Цементацию целесообразно применять для сталей ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- с любым содержанием углерода</li> <li>- высокоуглеродистых</li> <li>- среднеуглеродистых</li> <li>- низкоуглеродистых</li> </ul>
Нормализацию проводят с целью ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устранения дендритной ликвации</li> <li>- снятия напряжений после обработки резанием</li> <li>- получения равновесной структуры стали</li> <li>- получения однородной мелкозернистой структуры стали</li> </ul>
Цианирование – это насыщение поверхностного слоя металла ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- цинком</li> <li>- углеродом и азотом</li> <li>- азотом</li> <li>- углеродом</li> </ul>
Для снятия остаточных напряжений после обработки резанием применяют ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отпуск</li> <li>- закалку</li> <li>- нормализацию</li> <li>- отжиг</li> </ul>
Низкий отпуск применяют для ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осей автомобилей</li> <li>- режущего инструмента</li> <li>- пружин и рессор</li> <li>- штампов горячего деформирования</li> </ul>
Средний отпуск применяют для ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пружин и рессор</li> <li>- шатунов двигателей</li> <li>- мерительного инструмента</li> </ul>

	- режущего инструмента
Химико-термическая обработка металлов это ...	- обработка, проводимая для повышения механических свойств - обработка поверхности металла химически активными веществами с целью удаления с поверхности оксидных пленок - термическая обработка металлов в химически активной среде, изменяющая состав и свойства поверхностного слоя изделия - корректировка химического состава стали в процессе выплавки путем введения в расплав легирующих элементов
По назначению сталь 55С2 является ...	- инструментальной - строительной - рессорно-пружинной - машиностроительной улучшаемой
По назначению сталь 40ХН2МА является ...	- машиностроительной улучшаемой - инструментальной - строительной - рессорно-пружинной
Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...	- углеродистую - инструментальную - конструкционную - электротехническую
Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...	- 30ХГСА - 60С2А - У12 - 15кп
Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...	- 15ХФ, 20 - 40ХН3МА, 30ХГСА - 65, ШХ15 - Х12М1, У10
По назначению сталь 55С2 является ...	- инструментальной - строительной - рессорно-пружинной - машиностроительной улучшаемой
По назначению сталь 40ХН2МА является ...	- машиностроительной улучшаемой - инструментальной - строительной - рессорно-пружинной
Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...	- углеродистую - инструментальную - конструкционную - электротехническую
Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...	- 30ХГСА - 60С2А - У12 - 15кп
Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...	- 15ХФ, 20 - 40ХН3МА, 30ХГСА - 65, ШХ15 - Х12М1, У10

По назначению сталь 55С2 является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>
По назначению сталь 40ХН2МА является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>
Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>
Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>
Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>
По назначению сталь 55С2 является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> </ul>
По назначению сталь 40ХН2МА является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- машиностроительной улучшаемой</li> <li>- инструментальной</li> <li>- строительной</li> <li>- рессорно-пружинной</li> </ul>
Для изготовления сердечников трансформаторов используют сталь ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- углеродистую</li> <li>- инструментальную</li> <li>- конструкционную</li> <li>- электротехническую</li> </ul>
Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30ХГСА</li> <li>- 60С2А</li> <li>- У12</li> <li>- 15кп</li> </ul>
Среди нижеперечисленных сталей цементируемыми являются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15ХФ, 20</li> <li>- 40ХН3МА, 30ХГСА</li> <li>- 65, ШХ15</li> <li>- Х12М1, У10</li> </ul>
Чугун с графитовыми включениями хлопьевидной формы называется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокопрочным</li> <li>- белым</li> <li>- серым</li> <li>- ковким</li> </ul>
Прочность чугуна в наибольшей степени понижается включениями графита ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хлопьевидной формы</li> <li>- форма графитовых включений существенного влияния на прочность чугуна не оказывает</li> <li>- глобулярной формы</li> <li>- пластинчатой</li> </ul>
Отличительный признак серых, ковких и высокопрочных чугунов -	<ul style="list-style-type: none"> <li>- структура металлической основы</li> <li>- форма графитовых включений</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- форма цементитных образований</li> <li>- количество графитовых включений</li> </ul>
Чугун при выплавке модифицируют для ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изменения структуры основы</li> <li>- измельчения зерна</li> <li>- повышения коррозионной стойкости</li> <li>- изменения формы графитовых включений</li> </ul>
Дуралюмины – это ... сплавы на основе алюминия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- литейные</li> <li>- деформируемые, упрочняемые термической обработкой</li> <li>- деформируемые, не упрочняемые термической обработкой</li> <li>- жаропрочные</li> </ul>
Дюралюмины превосходят чистый алюминий по ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прочности</li> <li>- теплопроводности</li> <li>- электропроводности</li> <li>- коррозионной стойкости</li> </ul>
Сплавы алюминия с марганцем относятся к ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сплавам, неупрочняемым термической обработкой</li> <li>- литейным сплавам</li> <li>- сплавам, упрочняемым термической обработкой</li> <li>- дуралюминам</li> </ul>
Число 59 в марке латуни Л 59 обозначает ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание меди, %</li> <li>- содержание цинка, %</li> <li>- предел прочности при растяжении, кгс/мм<sup>2</sup></li> <li>- содержание олова, %</li> </ul>
Сплав марки Л68 имеет состав ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 68% Cu, 32% Sn</li> <li>- 68% Cu, 32% Zn</li> <li>- 0,68% C, остальное Fe</li> <li>- 68% Zn, 32% Cu</li> </ul>
Сплавом на основе меди является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- АМг2</li> <li>- Л80</li> <li>- МЛ5</li> <li>- Д16</li> </ul>
Сплав меди с цинком называется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мельхиором</li> <li>- бронзой</li> <li>- силумином</li> <li>- латунью</li> </ul>
Сплав состава 90%Cu, 10%Zn маркируется	<ul style="list-style-type: none"> <li>- БрМЦ90-10</li> <li>- Бр10</li> <li>- Л90</li> <li>- Л10</li> </ul>
Сплавом на основе меди является ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Х12М</li> <li>- МЛ5</li> <li>- Д1</li> <li>- БрА5</li> </ul>
Название и химический состав марки ЛК80-3:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- латунь, содержащая примерно 80% цинка, 3% кадмия, остальное – медь</li> <li>- литейный алюминиевый сплав, содержащий примерно 80% алюминия, 17% меди и 3% кремния</li> <li>- латунь, содержащая примерно 80% меди, 17% цинка и 3% олова</li> <li>- литейная эвтектидная сталь, содержит</li> </ul>

	примерно 0,8% углерода и 3% кобальта
Макромолекула каучука имеют строение ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- лестничное</li> <li>- густосетчатое</li> <li>- редкосетчатое</li> <li>- линейное или слабоветвленное</li> </ul>
Пластмассами называются ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- искусственные материалы на основе полимерных связующих, способные при нагреве под давлением принимать заданную форму и затем устойчиво ее сохранять</li> <li>- природные или синтетические вещества, обладающие высокой пластичностью</li> <li>- вещества, получаемые в результате реакций полимеризации или поликонденсации</li> <li>- вещества с высокой молекулярной массой, молекулы которых состоят из большого числа элементарных звеньев</li> </ul>
При вулканизации каучуков используется ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сажа</li> <li>- сера</li> <li>- мел</li> <li>- каолин</li> </ul>
При вулканизации каучука ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возрастает прочность и эластичность, уменьшается пластичность</li> <li>- увеличивается растворимость, повышается пластичность</li> <li>- уменьшается износостойкость, повышается пластичность</li> <li>- понижаются твердость и теплостойкость</li> </ul>
Термопластичными называют полимеры ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обратимо затвердевающие в результате охлаждения без участия химических реакций</li> <li>- имеющие пространственную («сшитую») структуру</li> <li>- необратимо затвердевающие в результате протекания химических реакций</li> <li>- имеющие редкосетчатую структуру</li> </ul>
Высоким удельным электрическим сопротивлением обладают ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диэлектрики</li> <li>- проводники</li> <li>- полупроводники</li> <li>- чистые металлы</li> </ul>

### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций при сдаче экзамена достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».