

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Кафедра литейных процессов и конструкционных материалов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к практическим работам по дисциплине  
**«Материаловедение и технология материалов»**  
для направления подготовки  
**200500 «Лазерная техника и лазерные технологии»**

Составитель:  
Л.В.Картонова

Владимир 2013

УДК 620.22

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*А.В. Жданов*

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Материаловедение и технология материалов» для направления подготовки 200500 «Лазерная техника и лазерные технологии»/ Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова. Владимир, 2013 - 53 с.

Содержат методические указания к выполнению практических работ по курсу «Материаловедение и технология материалов».

Составлены по дисциплине «Материаловедение и технология материалов» для направления подготовки 200500 «Лазерная техника и лазерные технологии».

Библиогр.: 15 назв.

УДК 620.22

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Практические занятия являются формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования основных общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для освоения основной образовательной программы.

Методические указания к практическим работам составлены так, чтобы, ознакомившись с целью работы и заданием, изучив рекомендуемую литературу, студенты могли самостоятельно выполнять работы.

На первом практическом занятии преподаватель знакомит студентов с задачами практикума, требованиями, предъявляемыми к отчетам по форме и содержанию. При необходимости преподаватель напоминает студентам некоторые теоретические положения, непосредственно относящиеся к выполняемым работам.

Приступая к выполнению практической работы, студент должен заранее, при подготовке к работе, ознакомиться с методическими материалами по данной работе и с рекомендованной литературой.

В течение очередного практического занятия студенты должны защитить оформленный отчет по предыдущей работе и выполнить следующую работу.

Таблица 1. Перечень тем практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Продолжительность
1.	Изучение кристаллического строения металлов	2
2.	Рентгеноструктурный анализ	4
3.	Диаграммы состояния двойных сплавов	2
4.	Диаграмма состояния железо-углерод	2
5.	Выбор материалов (с разбором конкретной ситуации)	2
6.	Технология изготовления поковок	2
7.	Изучение геометрии токарных резцов	4
	Всего:	18

При составлении методических указаний к практическим работам использован лабораторный практикум по материаловедению под редакцией А.В.Костина и В.А.Кечина.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

## Изучение кристаллического строения металлов

Цель работы: изучение кристаллического строения металлов.

### Задания

1. Используя литературные источники, зарисовать элементарную кристаллическую решетку и параметры решетки для металла, указанного преподавателем.
2. Определить координационное число.
3. Определить базис ячейки.
4. Ознакомиться с системой обозначения граней и направлений. Построить плоскость по индексам, указанным преподавателем.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

### Общие положения

Все металлы и их сплавы являются телами кристаллическими. Кристаллическое состояние прежде всего характеризуется определенным, закономерным расположением атомов в пространстве. Для описания кристаллической структуры используют понятие *кристаллической решетки*, которая представляет собой воображаемую пространственную сетку с атомами в узлах, - элементарную ячейку. Трансляцией такого наименьшего объема можно полностью воспроизвести структуру кристалла.

В кристалле элементарные частицы сближены до соприкосновения и располагаются закономерно по разным направлениям. Для упрощения пространственное расположение частиц заменяют схемами, где центры тяжести частиц представляют точками. Точки пересечения прямых линий, в которых располагаются атомы, называются *узлами* кристаллической решетки.

Для описания элементарной ячейки кристаллической решетки используются шесть величин: три отрезка ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) и три угла ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) между этими отрезками. Размер элементарной ячейки оценивается тремя отрезками – *параметрами (периодами)* решетки.

Основные кристаллические системы: кубическая, тетрагональная; ромбическая, ромбоэдрическая, гексагональная, моноклинная и триклинная.

В таблице 1.1 приведены характеристики основных кристаллических систем.

Таблица 1.1. Характеристика кристаллической системы

Система	Ребра	Углы
Кубическая	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Тетрагональная	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Ромбическая	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Ромбоэдрическая	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
Гексагональная	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$
Моноклинная	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma \neq 90^\circ$
Триклинная	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma$

Металлы образуют в основном три типа элементарных ячеек кристаллических решеток (рис. 1.1): объемно центрированную кубическую (R, Na, Li, Ti<sub>β</sub>, Fe<sub>α</sub> и др.), гранецентрированную кубическую (Ca<sub>α</sub>, Ce, Ag, Au, Cu, Fe<sub>γ</sub>, Ni и др.) и гексагональную плотноупакованную (Mg, Ti<sub>α</sub>, Zn, Ca<sub>β</sub> и др.).

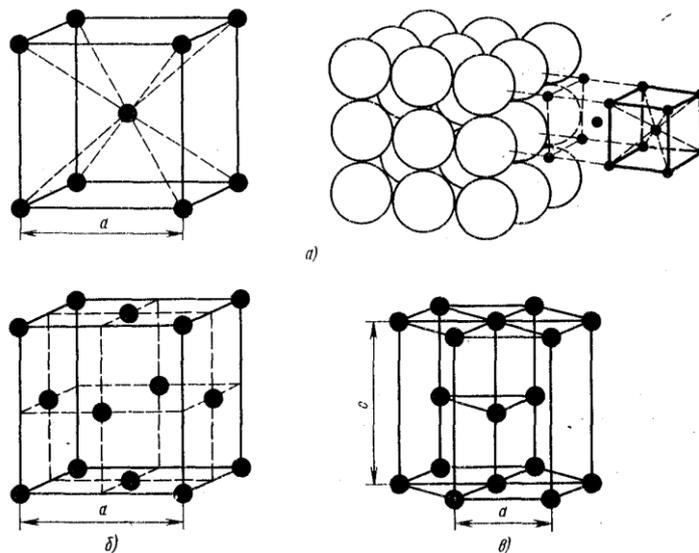


Рис.1.1. Кристаллические решетки металлов:

*a* – объемно центрированная кубическая (ОЦК); *б* – гранецентрированная кубическая (ГЦК); *в* - гексагональная плотноупакованная (ГПУ).

*Объемно центрированная кубическая решетка.* В элементарной ячейке такой решетки девять атомов (восемь – вершинах куба и один – в центре). Каждый угловой атом входит в восемь соседних ячеек, следовательно, на одну ячейку приходится  $8 \cdot 1/8 + 1 = 2$  атома.

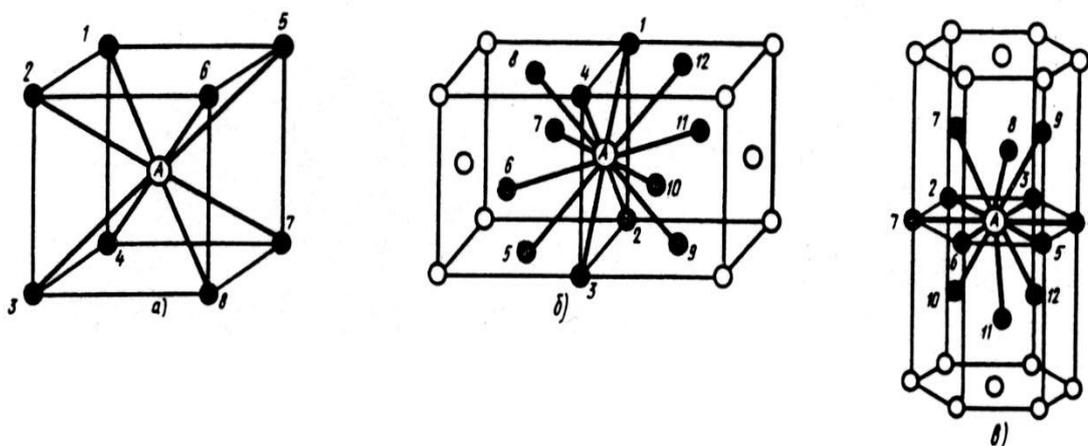
*Гранецентрированная кубическая решетка.* В элементарной ячейке такой решетки 14 атомов (8 – в вершинах и 6 – на гранях куба). Каждый

угловой атом входит в восемь ячеек; каждый атом, находящийся в центре грани, входит в две соседние ячейки, в центре ячейки атома нет. Следовательно, на одну ячейку приходится  $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$  атома.

*Гексагональная плотноупакованная решетка.* В элементарной ячейке такой решетки 16 атомов. Верхние центральные атомы входят в две соседние ячейки; атомы, образующие вершины призмы, входят в шесть соседних ячеек; атомы, лежащие внутри призмы, целиком принадлежат данной ячейке. Следовательно, на одну ячейку приходится  $2 \cdot 1/2 + 12 \cdot 1/6 + 3 = 6$  атомов.

Элементарная кристаллическая ячейка характеризуется координационным числом, под которым понимают число атомов, находящихся на наиболее близком равном расстоянии от избранного атома.

В объемно центрированной кубической решетке (рис.1.2, а) атом А находится на наиболее близком равном расстоянии от восьми атомов, расположенных в вершинах куба, то есть координационное число этой решетки равно 8 (К8).



*Рис. 1.2. Координационное число в различных кристаллических решетках для атома А:  
а - объемно центрированная кубическая (К8);  
б - гранецентрированная кубическая (К12);  
в - гексагональная плотноупакованная (Г12).*

В гранецентрированной кубической решетке (рис.1.2, б) атом А находится на наиболее близком расстоянии от четырех атомов 1, 2, 3, 4, расположенных в вершинах куба, от четырех атомов 5, 6, 7, 8, расположенных на гранях куба, и от четырех атомов 9, 10, 11, 12, принадлежащих расположенной рядом кристаллической ячейке. Атомы 9, 10, 11, 12 симметричны 5, 6, 7, 8. Следовательно, для гранецентрированной кубической решетки координационное число равно 12 (К12).

В гексагональной плотноупакованной решетке (рис.1.2, в) атом А находится на наиболее близком расстоянии от шести атомов 1, 2, 3, 4, 5, 6, расположенных в вершинах шестигранника, и от трех атомов 7, 8, 9, расположенных в средней плоскости призмы. Кроме того, атом А находится на таком же расстоянии еще от трех атомов 10, 11, 12, принадлежащих кристаллической ячейке, лежащей ниже основания. Атомы 10, 11, 12 симметричны атомам 7, 8, 9. Таким образом, для гексагональной плотноупакованной решетки координационное число 12 (Г12).

Чем выше координационное число, тем выше плотность упаковки кристаллической решетки, т.е. объем, занятый атомами.

Плотность кристаллической решетки также характеризуется *коэффициентом компактности*.

Коэффициент компактности  $Q$  равен отношению суммарного объема атомов, входящую в решетку, к объему решетки:

$$Q = \frac{4\pi R^3 n}{3V} \times 100,$$

где  $R$  – радиус атома (иона);  $n$  – базис или число атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку;  $V$  – объем элементарной ячейки.

Для ОЦК коэффициент компактности 68 %, для ГЦК 74 %, для ГПУ 74%.

*Кристаллографические индексы (индексы Миллера)*. В кристаллографии положение атомных плоскостей в кристалле определяется отрезками, отсекаемыми этими плоскостями при их пересечении с осями координат  $X, Y, Z$ . Эти отрезки измеряются целыми числами  $m, n, p$ , равными длине ребер ячейки  $a, b, c$ , которые являются единичными расстояниями вдоль осей координат.

За индексы плоскостей принято брать обратные отрезки:  $m = 1/m, n = 1/n, p = 1/p$ . Эти числа заключаются в круглые скобки.

## Порядок выполнения работы

Задания последовательно выполняются по варианту, предложенному преподавателем.

## Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Рисунок элементарной кристаллической решетки с указанием параметров решетки для металла в соответствии с выданным вариантом.
3. Определение координационного числа и базиса ячейки.
4. Построение плоскости по индексам, указанным преподавателем.
5. Список используемой литературы.

## Варианты задания

Номер варианта	Металл	Индекс кристаллографической плоскости
1	Ni	[100]
2	Cu	[010]
3	Mo	[111]
4	V	[001]
5	W	[110]
6	Fe	[010], для ОЦК
7	Fe	[110], для ГЦК
8	Ti	[100], для кубической модификации
9	Al	[001]
10	Ni	[111]
11	Cu	[100]
12	Mo	[010]
13	V	[001]
14	W	[110]

**Контрольные вопросы**

1. Что такое пространственная решетка, элементарная ячейка?
2. Какие пространственные решетки встречаются среди металлов?
3. Координационное число и методика его вычисления.
4. Определение базиса решетки.
5. Кристаллографические индексы плоскости и направления.
6. Порядок нахождения кристаллографических индексов.

**Рекомендованная литература**

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 7-14
2. Сильман Г.И. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 17-23

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

### **Рентгеноструктурный анализ**

Цель работы: изучить рентгеновский метод исследования структуры металлов и сплавов.

#### **Задания**

1. Используя учебники и пособия, изучить условия получения рентгеновских лучей и их свойства, ознакомиться с выводом уравнения Вульфа-Брегга, лежащего в основе изучаемого метода порошка (рентгеноструктурного анализа поликристаллических веществ методом Дебая-Шерера).
2. Ознакомиться с устройством рентгеновского аппарата камеры РКД и рентгеновской трубки.
3. Освоить методику установления вещества по межплоскостным расстояниям.
4. Рассчитать рентгеновскую плотность исследуемого вещества.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Составить отчет.

#### **Общие положения**

Рентгеновские лучи возникают при соударении быстролетающих электронов с атомами любого элемента и представляют собой электромагнитные волны в диапазоне между ультрафиолетовыми лучами и гамма-лучами. Рентгеновский спектр может быть сплошным (тормозным) либо линейчатым (характеристическим). Длина волны рентгеновского излучения по величине близка к межатомным расстояниям в кристаллической решетке вещества. Поэтому кристаллы являются для рентгеновских лучей естественными трехмерными дифракционными решетками.

Рентгеноструктурный анализ основан на отражении рентгеновских лучей от атомов кристаллической решетки и интерференции рентгеновских лучей, т.е. из их способности усиливать или ослаблять (гасить) друг друга.

Одним из распространенных методов рентгеноструктурного анализа является метод порошка (метод Дебая-Шерера), который позволяет следить за деформированием металла и контролировать режим термообработки. По рентгенограмме (дебаеграмме) можно судить о фазовом составе сплава, определить концентрации твердого раствора, изучать распределение внутренних напряжений.

В методе порошка в качестве объекта исследования берут поликристаллическое вещество (порошок), состоящее из частиц с линейными размерами не больше нескольких микрон, и используют характеристическое излучение.

Каждое вещество (фаза) обладает своей кристаллической решеткой. Семейства атомных плоскостей, образующих эту решетку, обладают характерным только для данной решетки набором значений межплоскостных расстояний  $d$ . Знание межплоскостных расстояний  $d$  исследуемого металла позволяет установить, с каким веществом (фазой) мы имеем дело.

Пусть узкий пучок монохроматических рентгеновских лучей с известной данной волны  $\lambda$  падает на совокупность большого числа кристаллов (кристаллическую решетку), которая может быть охарактеризована семейством параллельных плоскостей с определенными межплоскостными расстояниями. При взаимодействии рентгеновских лучей с кристаллическим веществом возникает дифракционная картина, максимумы интенсивности которой удовлетворяют уравнению Вульфа-Брегга

$$n\lambda = 2d\sin\theta,$$

где  $n$  - порядок дифракции (целое число 1,2,3 и т.д.);  $\lambda$  - длина волны рентгеновских лучей;  $d$  - межплоскостное расстояние;  $\theta$  - угол скольжения лучей (угол рассеяния).

Из уравнения Вульфа-Брегга следует, что

$$\frac{d}{n} = \frac{\lambda}{2\sin\theta}.$$

Так как длина волны характеристического излучения, в котором получена рентгенограмма, известна, то задача определения межплоскостных расстояний  $d/n$  сводится к нахождению углов  $\theta$  для всех линий. Вместо  $d/n$  пишем для сокращения записи  $d_i$ .

Рентгеноструктурный анализ производят на рентгеновском аппарате УРС-60, где источником рентгеновских лучей является рентгеновская трубка БСВ-4. Рентгеновской камерой называется устройство, позволяющее регистрировать на рентгеновской пленке дифракционные рентгеновские максимумы, которые затем расшифровываются. В методе порошка используется рентгеновская камера РКД, в которой исследуемое вещество в виде порошка наклеивается на стеклянную нить. Результат взаимодействия рентгеновских лучей с исследуемым веществом в виде рентгенограммы (дебаграммы) подлежит расшифровке, что и является практической задачей данной работы.

## Порядок выполнения работы

Первое задание выполняется при подготовке к лабораторной работе.

Для выполнения второго задания студенты в сопровождении преподавателя посещают лабораторию рентгеноструктурного анализа, где непосредственно знакомятся с рентгеновской аппаратурой.

Третье задание выполняется индивидуально (*варианты задания в таблицах приложения 1*). По рентгенограмме поликристаллического вещества, снятой в камере Дебая (РКД), определив углы и межплоскостные расстояния  $d$ , с помощью определителя межплоскостных расстояний установить, с какого вещества была снята рентгенограмма (произвести идентификацию вещества).

Четвертое задание, как и третье, выполняется индивидуально. Для исследуемого вещества определяется его рентгеновская плотность, которая совпадает с плотностью вещества для веществ с неискаженной структурой.

Для облегчения расчетов рентгенограммы по определению межплоскостных расстояний рекомендуется заносить исходные данные, результаты замеров и расчеты в табл. 2.1 и заполнять ее последовательно по столбцам.

Расчет рентгенограммы для определения межплоскостных расстояний и идентификации веществ (к заданию 3).

Длина волны излучения  $\lambda =$  , Å

Диаметр камеры 57,3 мм.

Радиус исследуемого образца  $\rho =$

Таблица 2.1

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{исп}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	Sin $\theta$	$d_{i\ расч.}$ , Å	Табл. знач. $d_i$ , Å
1								
2								
3								
4								

Столбец 1. Для расчета выбирают четыре линии, которые цифрами отмечены на рентгенограмме.

Столбец 2. С помощью линейки измеряют расстояние  $2L$  между парой указанных линий, симметрично расположенных относительно входного отверстия (с точностью до 0,2 мм).

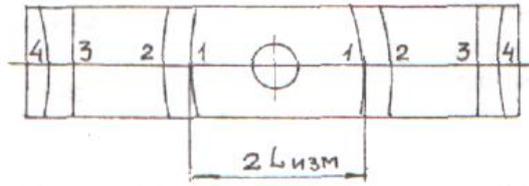


Рис. 2.1. Схематичное изображение рентгенограммы

Столбец 3. Приближенные значения угла  $\theta_{\text{прибл}}$  определяют по формуле, град.:

$$\theta_{\text{прибл}} = 2L_{\text{изм}} / 2.$$

Столбец 4. Более точное значение угла находят с учетом поправки на поглощение. Чтобы упростить расчеты, в специальной таблице для каждого значения  $\theta$  дано значение  $\Delta\rho$  в зависимости от известного радиуса  $\rho$  исследуемого образца.

Столбец 5. Величину  $2L_{\text{испр}}$  получают из формулы

$$2L_{\text{испр}} = 2L_{\text{изм}} - \Delta\rho,$$

где  $\Delta\rho$  - поправка на поглощение, выбранная из табл.8 приложения 1.

Столбец 6. Угол  $\theta_{\text{точн}}$  в градусах рассчитывают по формуле, град.

$$\theta_{\text{точн}} = 2L_{\text{испр}} / 2 ,$$

(например,  $\theta_{\text{точн}} = 42,6^\circ / 2 = 21,3^\circ$ ).

Столбец 7. Определяется  $\sin\theta$  с точностью до четвертого знака после запятой.

*Примечание.* При отсутствии калькулятора с функцией определения синуса значения угла  $\theta_{\text{точн}}$  записывают в градусах и минутах (например,  $21,3^\circ = 21^\circ 18'$ , т.к.  $0,3 \times 60' = 18'$ ). Значения  $\sin\theta$  с точностью до четвертого знака после запятой выбирают из тригонометрических таблиц.

Столбец 8. Используя значение  $\sin\theta$  и известную длину волны рентгеновского излучения, с помощью уравнения Вульфа-Брегга рассчитывают межплоскостные расстояния  $d_{i \text{ расч.}}$

$$d_{i \text{ расч.}} = \lambda_\alpha / 2 \sin \theta.$$

Столбец 9. Табличные значения  $d_{\text{табл.}}$

С помощью справочной табл. 9 приложения 1 следует определить вещество, для которого табличные значения  $d_{\text{табл.}}$  совпадают с расчетными значениями межплоскостных расстояний  $d_{\text{расч.}}$ . Записать название вещества.

Определение рентгеновской плотности вещества (к заданию 4). После выполнения расчета рентгенограммы и идентификации исследуемого вещества необходимо, пользуясь справочной табл. 2.2, найти тип кристалли-

ческой решетки вещества, координационное число и параметр решетки найденного вещества.

Рентгеновская плотность вещества  $\rho$  рассчитывается по формуле, г/см<sup>3</sup>:

$$\rho = nA / a^3,$$

где  $\rho$  - плотность исследуемого вещества;  $n$  - число атомов в элементарной ячейке;  $A$  - вес одного атома в а.е.м. (1а.е.м.=1,66x10<sup>-24</sup>г);  $a$  - параметр ячейки .

Таблица 2.2

№ п/п	Элемент	Межплоскост. расстояние d, Å	Параметр ячейки a, Å	Атомный радиус r, Å	Координационное число	Температура плавления t <sub>пл</sub> , °С	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Атомный вес A, а.е.м.
1	Be	1,97	a=2,28 c=3,60	1,13	Г12	1350	1,85	9
2	Fe	2,01	2,86 3,65	1,26	К8 К12	1535	7,87	56
3	Ni	2,038	3,52	1,24	К12	1455	8,9	58,7
4	Cu	2,08	3,61	1,28	К12	1083	8,96	63,5
5	V	2,14	3,04	1,31	К8	1900	6,11	51
6	Mo	2,22	3,14	1,4	К8	2620	10,2	96
7	W	2,23	3,16	1,41	К8	3410	19,3	184
8	Pt	2,25	3,92	1,38	К12	1773	21,4	195
9	Al	2,33	4,05	1,43	К12	659	2,7	27
10	Au	2,35	4,08	1,44	К12	1163	19,3	197
11	Ag	2,36	4,08	1,44	К12	960	10,5	108
12	Zn	2,46	a=2,66 c=4,94	1,39	Г6	419	7,31	65,4
13	Ti	2,54	a=2,95 c=4,68	1,46	Г12	1668	4,51	47,9
14	Mg	2,77	a=3,21 c=5,21	1,6	Г12	651	1,74	24,3
15	Pb	2,85	4,95	1,75	К12	327	11,34	207
16	Sn	2,91	6,49	1,58		232	7,29	118,7

### Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Краткое содержание работы.

3. Расчет рентгенограммы, выполненный в виде табл. 2.1. по варианту, указанному преподавателем (приложение 1).
4. Расчет рентгеновской плотности исследуемого вещества.
5. Список используемой литературы.

### Контрольные вопросы

1. На каком физическом явлении основан рентгеноструктурный анализ?
2. Свойства и возбуждение рентгеновских лучей (тормозное и характеристическое излучения).
3. Вывод и смысл уравнения Вульфа-Брегга.
4. Что такое межплоскостные расстояния?
5. Почему линии на дебаеграмме имеют форму дуг?
6. Почему приближенное значение угла рассеяния  $\theta_{\text{прибл}}$  при расчете рентгенограммы, полученной в рентгеновской камере РКД, равно половине  $2L_{\text{изм}}$ ?
7. Практическое применение метода порошка (метода Дебая-Шерера) при фазовом анализе металлических сплавов.
8. Определение числа атомов в элементарной ячейке для ОЦК и ГЦК решеток.
9. Получение рентгеновских лучей для структурного анализа.
10. Устройство рентгеновской камеры типа РКД.

### Рекомендованная литература

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепяхина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 7-14
2. Сильман Г.И. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 17-23, 41-45

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### Диаграммы состояния двойных сплавов

Цель работы: научиться определять фазы и структуры в сплавах при различных температурах, устанавливать связь между диаграммой состояния (структурой) и механическими, технологическими свойствами сплавов.

#### Задания

1. Вычертить предложенную преподавателем диаграмму состояния, оставив рядом место для построения кривых охлаждения.
2. Определить образующиеся фазы и значение линий диаграмм состояния (ликвидус, солидус, линии полиморфных превращений, предельной растворимости избыточных фаз, эвтектического и перитектического превращения).
3. Написать реакции фазовых превращений, происходящих при постоянных температурах.
4. Определить структуры сплавов во всех областях диаграммы состояния. Для заданных сплавов построить кривые охлаждения и объяснить происходящие в них изменения. Для указанного сплава при данной температуре определить фазы, их химический состав и весовое количество.
5. Сравнить механические и технологические свойства сплавов с различной структурой.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Составить отчет.

#### Общие положения

В промышленности широко применяются не чистые металлы, а их сплавы. Под сплавом понимается вещество, получаемое сплавлением двух или более элементов. Различают следующие типы сплавов: механические смеси, твердые растворы и химические соединения.

Общие закономерности сосуществования устойчивых фаз, отвечающих теоретическим условиям равновесия, могут быть выражены в математической форме, называемой *правилом фаз*, или *законом Гиббса*. Правило фаз дает количественную зависимость между степенью свободы системы и количеством фаз и компонентов:

$$C = K + P - F$$

где  $C$  – число степеней свободы (вариантность), т. е. число внешних и внутренних факторов, которое может изменяться без изменения числа фаз в системе;

$K$  – количество компонентов (веществ, образующих систему);

$P$  – число внешних и внутренних факторов (температура, давление и концентрация), воздействующих на систему;

$\Phi$  – число фаз; фаза – это однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностью раздела, при переходе через которую свойства изменяются скачкообразно.

Так как в дальнейшем мы будем рассматривать влияние температуры (охлаждение или нагрев системы), то правило фаз можно записать следующим образом:

$$C = K + 1 - \Phi$$

*Диаграмма состояния* представляет собой графическое изображение состояния сплава. Она показывает, как изменяется структура сплавов и температура фазовых превращений при изменении состава.

Между составом и структурой сплава, определяемой диаграммой состояния и свойствами сплава, существует определенная зависимость.

Сплавы эвтектического состава отличаются средней прочностью и пластичностью, но исключительно хорошими линейными свойствами, так как имеют высокую жидкотекучесть и очень малую усадку (поскольку кристаллизуются при постоянной температуре).

Твердые растворы однородны, а потому имеют повышенную прочность и пластичность,ковки, но имеют очень высокое электросопротивление и плохие литейные свойства.

Химические соединения устойчивы, тверды, но чрезвычайно хрупки. Переход сплава в однофазное состояние повышает пластичность, распад твердого раствора – понижает ее.

Коррозионная стойкость высока у чистых металлов, ниже – твердых растворов и наименьшая – у механических смесей.

### **Порядок выполнения работы**

Для выполнения работы каждый студент получает диаграмму состояния, по которой выполняет все предложенные задания.

Пример построения кривой охлаждения показан на рис.3.1.

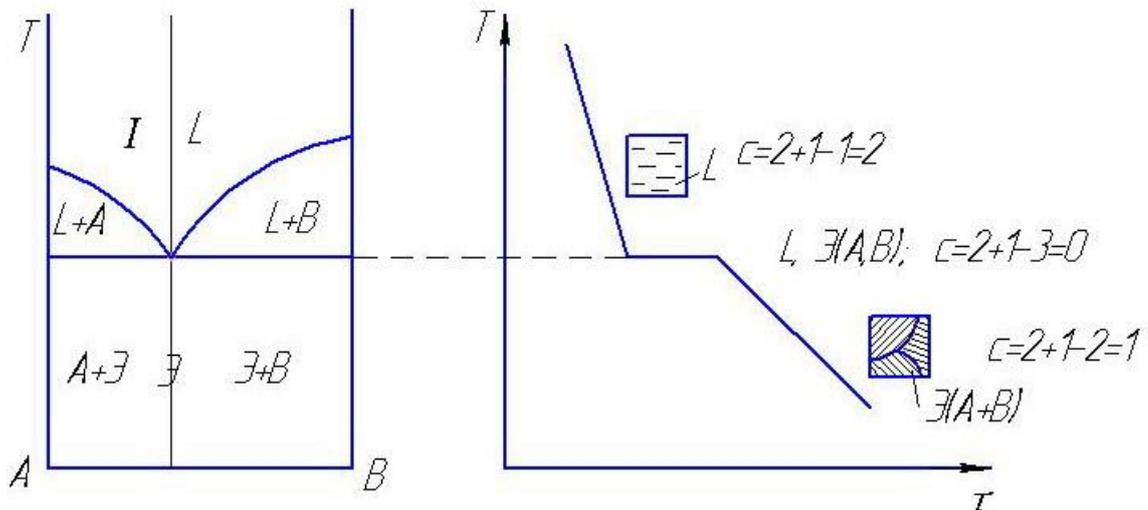


Рис.3.1. Диаграмма состояния и кривая охлаждения сплавов, образующих механические смеси из чистых компонентов

### Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Диаграмма состояния (вариант задания указывается преподавателем из приложения 2).
3. Кривые охлаждения.
4. Список использованной литературы.

### Контрольные вопросы

1. Правило фаз.
2. Твердые растворы замещения, внедрения, упорядоченные.
3. Химические соединения и промежуточные фазы.
4. Линии и структуры в диаграмме состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов.
5. Диаграмма состояния сплавов, кристаллизующихся с образованием механической смеси из чистых компонентов.
6. Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью компонентов и с эвтектикой.
7. Диаграмма состояния с перитектическими превращениями.
8. Диаграмма состояния с устойчивым химическим соединением.
9. Диаграмма состояния с полиморфным превращением.
10. Что такое эвтектическое и эвтектоидное превращение?

11. Правило отрезков.
12. Как определить химический состав (концентрацию) фаз, находящихся в равновесии в двухфазной области?
13. Диаграмма состояния с неустойчивым химическим соединением.

### **Рекомендованная литература**

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 28-39

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

### **Диаграмма состояния железо-углерод**

Цель работы: изучение диаграммы состояния железо-углерод.

#### **Задание**

1. Используя литературные источники, изучить полиморфные превращения чистого железа, а также соединения, образующиеся железом с углеродом, и их свойства.
2. Вычертить в масштабе диаграмму железо-углерод с указаниями температур фазовых превращений и концентраций углерода в особых точках, а также расставить кристаллические фазы и структурные составляющие, присутствующие в различных областях.
3. Построить схематично кривые охлаждения двух сплавов (сплавы выдаются преподавателем из табл.4.1) с применением правила фаз.
4. Описать превращения, происходящие при охлаждении сплавов из жидкого состояния до комнатной температуры. Схематично изобразить структуры сплавов на каждом участке кривых охлаждения.
5. Используя правило отрезков, подсчитать весовое количество (в %) присутствующих в сплаве фаз и их состав при одной из температур, указанного сплава.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Составить отчет.

#### **Общие положения**

На рис.4.1 приведена диаграмма фазового равновесия сплавов железо - углерод (железо – цементит).

Ось концентраций двойная: содержание углерода и содержание цементита. Линия  $ABCD$  является ликвидусом системы, линия  $AHJECF$  – солидусом. Железо, кроме того, что образует с углеродом химическое соединение  $Fe_3C$ , имеет две аллотропические формы  $\alpha$  и  $\gamma$  (до  $911^\circ C$  атомы железа образуют объемно-центрированную кубическую решетку  $Fe_\alpha$ , выше  $911^\circ C$  гранецентрированную  $Fe_\gamma$ ), поэтому в системе существуют следующие фазы:

*жидкость* (жидкий раствор углерода в железе) существует выше линии ликвидус и обозначается буквой  $L$ ;

*цементит*  $Fe_3C$  (линия  $DFKL$ ) обозначается буквой  $C$ ;

*феррит* - твердый раствор углерода в  $Fe-\alpha$ , обозначается буквой  $\Phi$ ;

*аустенит* - твердый раствор углерода в  $Fe-\gamma$ , обозначается буквой  $A$ .

А.

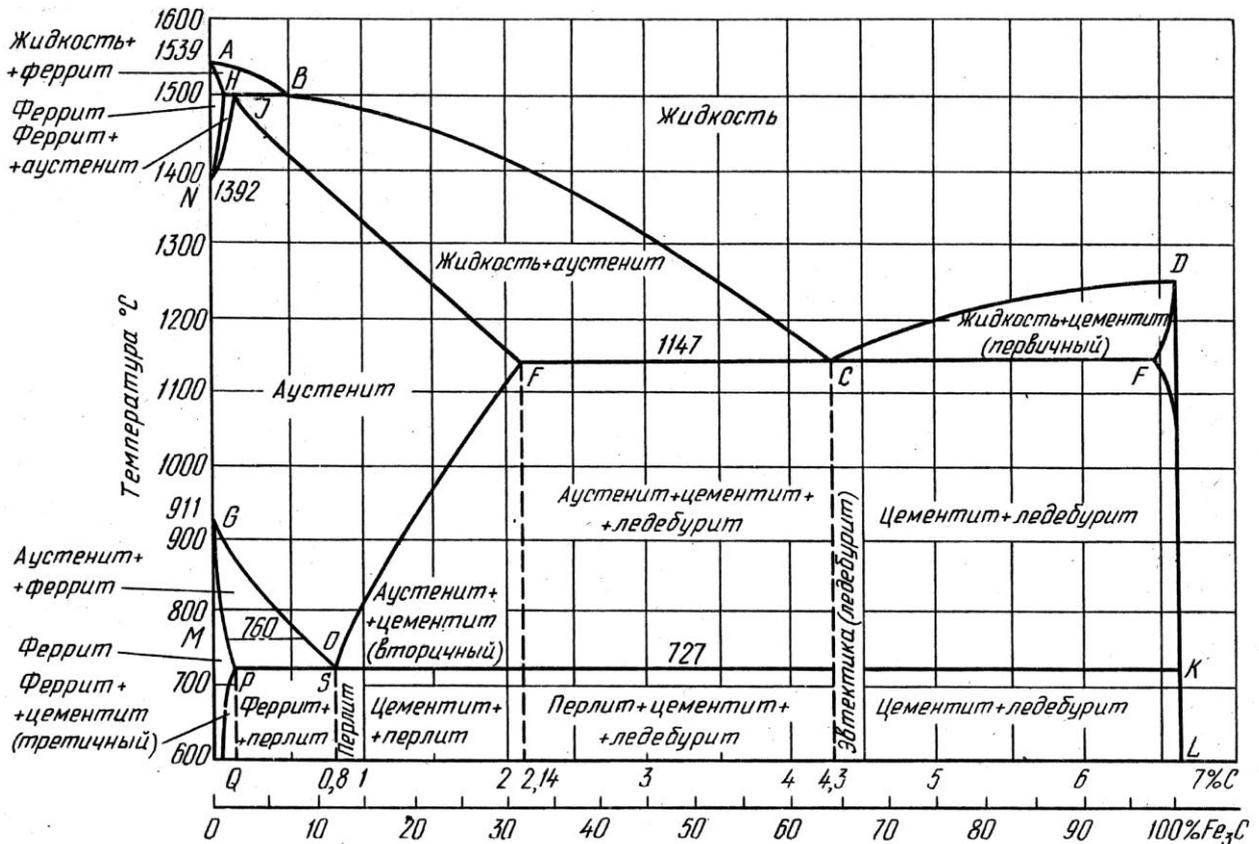


Рис.4.1. Диаграмма состояния железо-углерод (железо-цементит)

Область существования феррита расположена левее линии  $GPQ$  и  $AHN$ , а область существования аустенита – левее линии  $NJESG$ .

Три горизонтальные линии на диаграмме ( $HJB$ ,  $ECF$  и  $PSK$ ) указывают на протекание трех нонвариантных реакций.

1) При  $1499^\circ C$  (линия  $HJB$ ) протекает перитектическая реакция:



В результате перитектической реакции образуется аустенит. Реакция эта наблюдается только у сплавов, содержащих углерода от 0,1 до 0,5 %.

2) При 1147<sup>0</sup>С (горизонталь *ECF*) протекает эвтектическая реакция:  
$$L_C \rightarrow A_E + \text{Ц}.$$

В результате данной реакции образуется эвтектическая смесь аустенита и цементита, называемая *ледебуритом*. Эта реакция протекает у всех сплавов, содержащих более 2,14% углерода.

3) При 727<sup>0</sup>С (горизонталь *PSK*) протекает эвтектоидная реакция:  
$$A_S \rightarrow \Phi_P + \text{Ц}.$$

В результате этой реакции образуется эвтектоидная смесь феррита и цементита, называемая перлитом.

### Порядок выполнения работы

Первое и второе задания выполняются в порядке подготовки к лабораторной работе, при этом необходимо вычертить в масштабе диаграмму с указанием температур фазовых превращений и концентраций особых точек (H, I, В, С, Р, Q, S). Указать кристаллические фазы и структурные составляющие в различных областях диаграммы.

При выполнении третьего и четвертого заданий каждый студент схематично строит кривые охлаждения двух сплавов (по указанию преподавателя) с применением правила фаз, описывает превращения, происходящие при охлаждении сплавов от жидкого состояния до комнатной температуры. Схематично изобразить структуры сплавов на каждом участке кривых охлаждения.

При выполнении пятого задания студенты подсчитывают весовое количество (в %) присутствующих в сплаве фаз (используя правило отрезков) и их состав при одной из температур, указанного сплава.

### Содержание отчета

1. Название, цель работы и задание.
2. Диаграмма железо – углерод в масштабе.
3. Кривые охлаждения для указанных сплавов с расстановкой фаз и числа степеней свободы.
4. Описание превращений, происходящих при охлаждении сплавов из жидкого состояния до комнатной температуры. Схематичное изображение структур сплавов на каждом участке кривых охлаждения.
5. Расчет весового количества фаз и их состава.
6. Список использованной литературы.

## Варианты задания

Номер варианта	Сплав I			Сплав II		
	кривая нагрева (охлаждения)	содержание углерода, %	температура (определение проц. содержания фаз)	кривая нагрева (охлаждения)	содержание углерода, %	температура (определение проц. содержания фаз)
1	охлаждение	1,2	1400	нагрев	4,3	-
2	нагрев	0,3	-	охлаждение	3,0	1200
3	охлаждение	0,8	1400	нагрев	2,5	-
4	нагрев	0,16	750	охлаждение	5,2	-
5	охлаждение	0,01	-	нагрев	3,8	1160
6	нагрев	0,7	1450	охлаждение	4,3	-
7	охлаждение	0,2	800	нагрев	6,0	-
8	нагрев	1,9	1300	охлаждение	4,5	-
9	охлаждение	0,4	1470	нагрев	4,8	-
10	нагрев	0,1	800	охлаждение	6,5	-
11	охлаждение	1,0	1450	нагрев	5,8	-
12	нагрев	0,8	1400	охлаждение	4,0	-
13	охлаждение	0,14	-	нагрев	2,8	1200
14	нагрев	0,002	-	охлаждение	3,5	1180

## Контрольные вопросы

1. Почему на диаграмме состояния у чистого железа имеется несколько критических точек?
2. Что такое феррит, аустенит, перлит и цементит?
3. Где на диаграмме состояния находятся области сталей и чугунов (определить области по содержанию углерода)?
4. Как подразделяются по содержанию углерода стали? Каково различие их структур и механических свойств?
5. Как подразделяются по содержанию углерода белые чугуны? Каково различие их структур и механических свойств?
6. Каков состав, строение и свойства перлита, ледебурита и цементита?
7. Как и при какой температуре протекает перитектическая реакция?
8. Как и при какой температуре протекает эвтектическая реакция?
9. Как и при какой температуре протекает эвтектоидная реакция?

## Рекомендованная литература

1. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 48-60
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепихина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 45-49
3. Сильман Г.И. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 90-103

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Выбор материала

Цель работы: освоить научные основы принципа выбора легированных сталей и их термообработки для конкретных деталей с заданными свойствами.

### Задание

1. Провести анализ условий эксплуатации деталей по заданному преподавателем варианту задания (приложение 4).
2. При наличии в задании предложенных марок сталей охарактеризовать предложенные стали, указав химический состав, область применения и достигаемые в результате термической обработки свойства.
3. Выбрать наиболее экономичный материал, удовлетворяющий эксплуатационным и технологическим свойствам деталей. Выбрать режимы термообработки указанных деталей.
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. Составить отчет.

### Общие положения

Рациональный выбор материала – важнейшая задача конструктора, так как надежность, эффективность и экономичность машины зависит с одной стороны от правильности конструкции, а с другой - от правильности выбора материалов для ее деталей.

В настоящее время нет единой методики выбора оптимального материала, а существуют лишь разрозненные рекомендации для подбора при-

годного материала в частных случаях различных деталей в различных областях машиностроения, базирующиеся на использовании традиционного материала. Во всех случаях создания новых деталей или изменения условий работы (коррозионная среда, радиация, высокие температуры, космический вакуум и т. п.) приходится начинать поиск с самого начала методом проб и ошибок. Проблема усугубляется тем, что количество новых материалов растет в геометрической прогрессии, тогда как опыт их использования – и арифметической, и все больше отстает от разработки новых материалов. Справочник не может дать рекомендации по использованию нового материала, пока не будет накоплен опыт. Но опыт не накапливается, так как конструкторы не применяют новый материал, поскольку нет рекомендаций. Круг замыкается.

Тем не менее, можно сформулировать некоторые общие положения, которые будут полезны для конструктора и помогут ему грамотно ориентироваться в громадной массе конструкционных и инструментальных материалов. Эти положения основываются на излагаемом курсе материаловедения и могут быть сформулированы таким образом - материал можно считать выбранным правильно, если он наилучшим образом отвечает трем основным требованиям:

- эксплуатационная надежность,
- технологичность,
- экономичность.

Наиболее общим требованием, обеспечивающим работоспособность материала, может служить *эксплуатационная надежность*, под которой следует понимать вероятность того, что данный материал обеспечивает безотказность работы изделия в течение заданного срока.

В каждом конкретном случае ведущая характеристика надежности будет своя: у пружины – выносливость, у подшипника – износостойкость, у лопатки газовой турбины – жаропрочность и т. д. Для правильного выбора материала следует ясно представлять, какие характеристики материала для данного изделия являются лимитирующими, и подобрать материал, пригодный в первую очередь по этим характеристикам.

Главная трудность здесь – это определение ведущей характеристики с количественной стороны, так как, например, повышение твердости стали может привести к такому снижению ее пластичности, что материал окажется столь же непригодным, как и при недостаточной твердости. Зная природу механических и иных свойств материалов, можно предвидеть, какие из них и в каком состоянии целесообразно использовать для данного изделия, а при необходимости – внести изменения в нужную сторону.

В проблеме надежности большое значение имеет разброс характеристик материала относительно средних значений.

Второе важное требование к материалу – его *технологичность*, т. е. пригодность к обработке теми или иными способами.

Наиболее дешевый способ получения деталей сложной формы – литье. Поэтому, если деталь сложна, - нужно постараться подобрать металл с хорошими литейными свойствами, учитывая его усадку, жидкотекучесть, температуру плавления, горючесть и т. д.

Но, как правило, литые металлы хрупки и не имеют высокой конструкционной прочности. Если эксплуатационные требования не позволяют использовать литье, нужно выбрать материал, обрабатываемый давлением, т. е. обладающий достаточной ковкостью, пластичностью в холодном или горячем состоянии, учитывая при этом наследственное зерно и красноломкость.

Нередко сложные детали могут быть получены сочетанием штамповки со сваркой. В этом случае ведущим технологическим свойством будет наряду со штампуемостью еще и свариваемость, т. е. способность образовывать прочный шов без образования трещин, больших остаточных напряжений и других дефектов.

Точные формы и размеры изделий требуют применения обработки резанием. В этом случае, собирая материал, необходимо учитывать обрабатываемость резанием, т.е. чтобы он не был ни очень твердым, ни очень вязким, не вызывал бы усиленного износа инструмента и обеспечивал бы хорошую чистоту поверхности, причем шлифуемость не совпадает с обрабатываемостью резцом.

Следует также учитывать возможность термической обработки, поскольку она может в несколько раз изменять свойства металла. При этом надо принимать во внимание закаливаемость, прокаливаемость, наследственное зерно, склонность к короблению и растрескиванию при закалке и к отпускной хрупкости, к образованию шиферного излома, обезуглероживанию и т. д.

Таким образом, технологичность металла играет чрезвычайно важную роль, которую конструкторы не должны забывать, ибо кому же нужен прекрасный по своим эксплуатационным характеристикам материал, если изделие из него невозможно изготовить.

*Вопросы экономики* производства во многих случаях играют решающую роль. Выбирая материал, необходимо стремиться к минимальной его стоимости. Однако такой прямолинейный подход не отражает экономичности производства, поскольку у детали из дешевого материала может оказаться дорогая технология производства изделия, а из дорогого – дешевая. При этом себестоимость продукции может оказаться меньше именно во втором случае, поскольку отходы металла будут меньшими, т. е. выше будет коэффициент использования материала и меньше затраты труда.

Таким образом, выбор оптимального материала должен быть основан на расчете экономических характеристик в тесной увязке с его эксплуатационной надежностью и технологичностью.

### **Порядок выполнения работы**

Студент получает два задания (вариант задания указывается преподавателем). В задании предлагается выбрать сталь для изготовления конкретной детали или инструмента. При этом в некоторых заданиях предложены несколько марок легированных сталей. При выборе материала необходимо использовать справочную литературу.

Выбор материала включает следующие стадии:

- анализ условий эксплуатации и технологии обработки данной детали. В результате анализа необходимо сформулировать требования к материалу по эксплуатационным и технологическим свойствам, обеспечивающие надежность деталей;

- определение группы сталей, обладающих свойствами, наиболее близкими к требуемым (конструкционные и инструментальные стали, стали с особыми физическими и химическими свойствами), и окончательный выбор марки в соответствии с указанными выше требованиями:

- описание технологии изготовления детали или инструмента из выбранного сплава, рассмотрев возможности улучшения свойств путем термической, химико-термической или термомеханической обработки и обосновав выбор того или иного вида обработки.

### **Содержание отчета**

1. Название, цель работы и задание.
2. Задание 1 (вариант задания указывается преподавателем из приложения 4).
3. Задание 2 (вариант задания указывается преподавателем из приложения 4).
4. Список использованной литературы.

### **Контрольные вопросы**

1. Как определить прокаливаемость?
2. Как можно повысить прокаливаемость?
3. В чем природа твердости мартенсита?
4. Что такое красностойкость и каковы способы ее повышения?
5. Что такое обратимая отпускная хрупкость?
6. Как влияют легирующие элементы на порог хладноломкости?

7. Как выглядит диаграмма изотермического распада для сталей мартенситного класса?
8. Как выглядит диаграмма изотермического распада для сталей аустенитного класса?
9. Каковы технологические недостатки хромоникелевых сталей?
10. Как влияют легирующие элементы (хром, никель, марганец, кремний, вольфрам и др.) на полиморфизм железа?
11. Как обозначаются конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества?
12. Как обозначаются качественные углеродистые конструкционные стали?
13. Как обозначаются инструментальные углеродистые стали?
14. Как обозначаются легированные стали?

### **Рекомендованная литература**

1. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 125-189
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепихина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 95-125
3. Сильман Г.И. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – с. 174-247, 274-283

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

### **Технология изготовления поковок**

Цель работы: закрепить знания по технологииковки.

#### **Задание**

1. Ознакомиться с основными технологическими операциями.
2. Разработать последовательность операций и переходов изготовления конкретной поковки, указанной преподавателем.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Составить отчет.

## Общие положения

Ковка – вид горячей обработки металлов давлением, при котором металл деформируется с помощью универсального инструмента. Нагретую заготовку укладывают на нижний боек и верхним бойком последовательно деформируют отдельные ее участки. Металл свободно течет в стороны, не ограниченные рабочими поверхностями инструмента, в качестве которого применяют плоские или фигурные (вырезные) бойки, а также различный подкладной инструмент.

Ковкой получают заготовки для последующей механической обработки. Эти заготовки называют коваными поковками, или просто поковками.

Процесс ковки состоит из чередования в определенной последовательности основных и вспомогательных операций. Каждая операция определяется характером деформирования и применяемым инструментом. К основным операциям ковки относятся осадка, протяжка, прошивка, отрубка, гибка.

Осадка – операция уменьшения высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения (рис. 6.1, а). Осадкой не рекомендуется деформировать заготовки, у которых отношение высоты  $h_{\text{заг}}$  к диаметру  $d_{\text{заг}}$  больше 2,5, так как в этом случае может произойти продольное искривление заготовки. Осаживают заготовки между бойками или подкладными плитами.

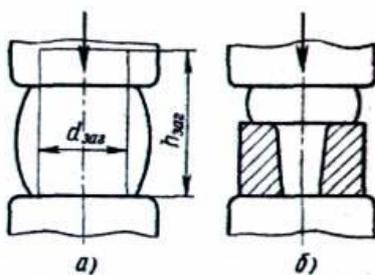


Рис. 6.1. Схемы осадки (а) и высадки (б)

Разновидностью осадки является высадка (рис. 6.1, б), при которой металл осаживают лишь на части длины заготовки.

Протяжка – операция удлинения заготовки или её части за счет уменьшения площади поперечного сечения (рис. 6.2, а). Протяжку производят последовательными ударами или нажатиями на отдельные участки заготовки, примыкающие один к другому, с подачей заготовки вдоль оси протяжки и поворотами ее на  $90^\circ$  вокруг этой оси. При каждом нажатии уменьшается высота сечения, увеличиваются ширина и длина заготовки. Общее увеличение длины равно сумме приращений длин за каждое нажа-

тие, а уширение по всей длине одинаково. Если заготовку повернуть на  $90^\circ$  вокруг горизонтальной оси и повторить протяжку, то уширение, полученное в предыдущем проходе, устраняется, а длина заготовки снова увеличивается. Чем меньше подача при каждом нажатии, тем интенсивнее удлинение. Однако при слишком малой подаче могут получиться зажимы (рис. 6.2, б).

Протягивать можно плоскими и вырезными бойками. При протяжке на плоских бойках в центре изделия могут возникнуть (особенно при протяжке круглого сечения) значительные растягивающие напряжения, которые приводят к образованию осевых трещин. При протяжке с круга на круг в вырезных бойках силы, направленные с четырех сторон к осевой линии заготовки, способствуют более равномерному течению металла и устранению возможности образования осевых трещин.

Протяжка имеет ряд разновидностей.

Разгонка – операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины (рис. 6.2, г).

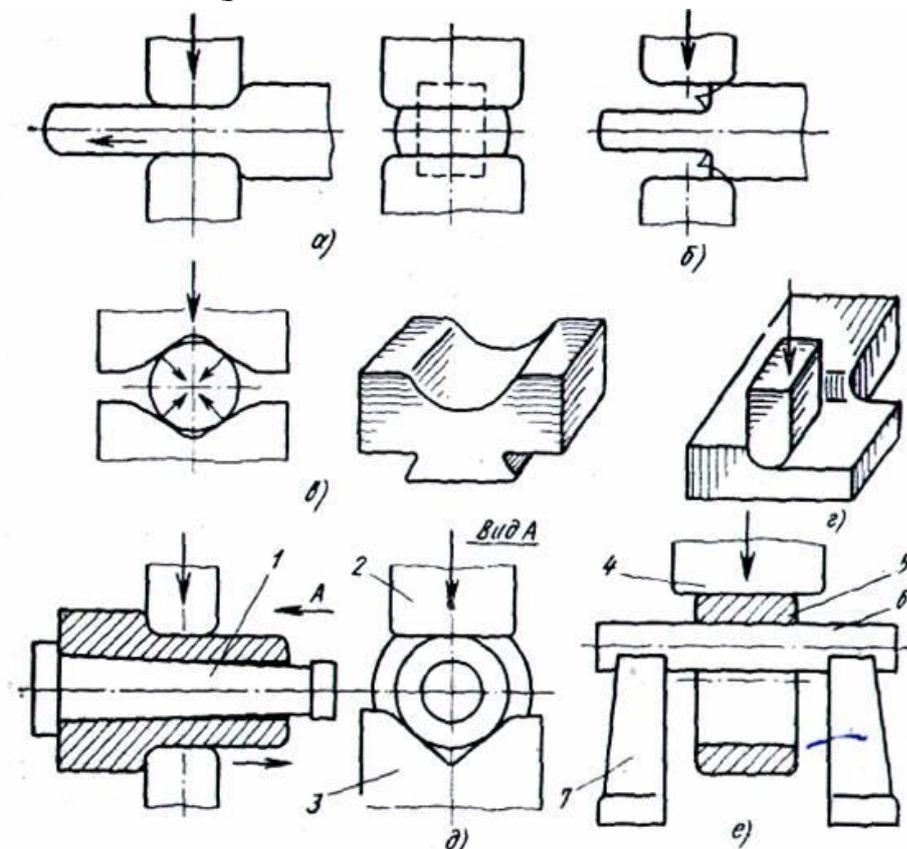


Рис. 6.2. Схемы протяжки и ее разновидности

Протяжка с оправкой – операция увеличения длины пустотелой заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок (рис. 6.2, д). Протяжку выполняют в вырезных бойках (или нижнем вырезном 3 и верхнем плоском 2) на слегка конической оправке 1. Протягивают в одном направлении – к расширяющемуся концу оправки, что облегчает ее удаление из поковки.

Раскатка на оправке – операция одновременного увеличения наружного и внутреннего диаметров кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок (рис. 6.2, е). Заготовка 5 опирается внутренней поверхностью на цилиндрическую оправку 6, устанавливаемую концами на подставках 7, и деформируется между оправкой и узким длинным бойком 4. После каждого нажатия заготовку поворачивают относительно оправки.

Протяжку с оправкой и раскатку на оправке часто применяют совместно. Вначале раскаткой уничтожают бочкообразность предварительно осаженой и прошитой заготовки и доводят ее внутренний диаметр до требуемых размеров. Затем протяжкой с оправкой уменьшают толщину стенок и увеличивают до заданных размеров длину поковки.

Прошивка – операция получения полостей в заготовке за счет вытеснения металла. Прошивкой можно получить сквозное отверстие или углубление (глухая прошивка). Инструментом для прошивки служат прошивки.

Отрубка – операция отделения части заготовки по незамкнутому контуру путем внедрения в заготовку деформирующего инструмента – топора.

### **Порядок выполнения работы**

Мастер демонстрирует на пневматическом молоте основные технологические операции: осадку, протяжку, отрубку, гибку, прошивку.

Бригада студентов из двух-трех человек получает вариант задания и разрабатывает последовательность операций изготовления поковки. Результаты представляются в таблице 6.1.

## Последовательность операций изготовления поковки

Наименование операцийковки	Эскизыковки по операциям

**Содержание отчета**

1. Название, цель работы, задание.
2. Краткое содержание работы.
3. Таблица с эскизами операций.
4. Список использованной литературы.

**Контрольные вопросы**

1. Каково назначение и сущность процессаковки.
2. В чем заключаются операции осадки, протяжки, прошивки, отруб-ки, гибки? какой при этом применяется инструмент?
3. Какое оборудование применяется при ковке?
4. Как влияет деформация на структуру и свойства металлов и спла-вов?
5. Какие условия протекания, достоинства и недостатки горячей де-формации?

**Рекомендованная литература**

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзама-сова, А.А. Черепихина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 217-244
2. Технология конструкционных материалов/ А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.; Под общ. ред. А.М. Дальского. – М.: Маши-ностроение, 2005. – с. 78-86

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА N 7**

### **Изучение геометрии токарных резцов**

Цель работы: научиться воспроизводить геометрию токарного резца при наличии схемы обработки.

#### **Задание**

1. Научиться находить на заготовке поверхности: обрабатываемую, обработанную и резания.
2. Научиться находить на резце переднюю, главную заднюю и вспомогательную заднюю поверхности, главное и вспомогательное лезвие, вершину резца.
3. Научиться находить на схеме обработки углы в плане: главный, вспомогательный, при вершине.
4. Научиться находить плоскости: основную, резания, главную секущую, вспомогательную секущую.
5. Научиться выполнять сечения резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях.
6. Научиться находить угол наклона главного лезвия.
7. Ответить на контрольные вопросы.
8. Составить отчет.

#### **Общие положения**

Технологический метод формообразования поверхностей заготовок точением характеризуется двумя движениями: вращательным движением заготовки (скорость резания) и поступательным движением режущего инструмента – резца (движение подачи). Движение подачи осуществляется параллельно оси вращения заготовки (продольная подача), перпендикулярно к оси вращения заготовки (поперечная подача), под углом к оси вращения заготовки (наклонная подача).

По технологическому назначению различают резцы (рис. 7.1, а): проходные 1 – 3 для обтачивания наружных цилиндрических и конических поверхностей; подрезные 4 для обтачивания плоских торцовых поверхностей; расточные 5 и 6 для растачивания сквозных и глухих отверстий; от-

резные 7 для разрезания заготовок; резьбовые для нарезания наружных 8 и внутренних резьбы; фасонные круглые 9 и призматические 10 для обтачивания фасонных поверхностей; прорезные для обтачивания кольцевых канавок и др.

По характеру обработки различают резцы черновые, получистовые и чистовые. По форме рабочей части резцы (рис. 7.1, а) делят на прямые 1, отогнутые 2, оттянутые 7. По направлению подачи резцы подразделяют на правые и левые (рис. 7.2, б). Правые работают с подачей справа налево, левые – слева направо. По способу изготовления различают резцы целые, с приваренной встык рабочей частью, с приваренной или припаянной пластинкой инструментального материала, со сменными пластинками режущего материала.

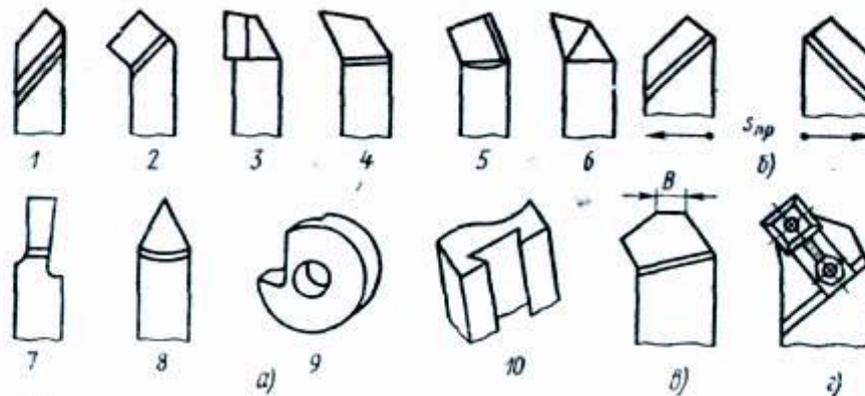


Рис. 7.2. Токарные резцы.

### Порядок выполнения работы

Для выполнения работы каждый студент получает эскизы заготовки, схемы обработки и готового изделия, в соответствии с которыми выполняет все предложенные задания.

### Содержание отчета

1. Название, цель работы, задание.
2. Эскизы заготовки, схемы обработки и готового изделия.
3. Выполненные эскизы в соответствии с заданиями.
5. Список использованной литературы.

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое обрабатываемая, обработанная поверхности и поверхность резания?
2. Как определяются на резце передняя, главная задняя и вспомогательная задняя поверхности, главное и вспомогательное лезвие, вершина резца?
3. Как находится на схеме обработки углы в плане: главный, вспомогательный, при вершине?
4. Как определить плоскости: основную, резания, главную секущую, вспомогательную секущую?
5. Как выполнять сечения резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях?
6. Как находится угол наклона главного лезвия?

## **Рекомендованная литература**

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – с. 333-391
2. Технология конструкционных материалов/ А.М.Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.; Под общ. ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2005. – с. 367-380

## Приложение 1

### Вариант 1

Длина волны излучения  $\lambda=1,541 \text{ \AA}$

Радиус исследуемого образца  $r=0,6 \text{ мм}$

Таблица 2

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{исп}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_i \text{ расч.}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	45							
2	52							
3	76,5							
4	93,5							

### Вариант 2

Длина волны излучения  $\lambda=1,937 \text{ \AA}$

Радиус исследуемого образца  $r=0,55 \text{ мм}$

Таблица 3

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{исп}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_i \text{ расч.}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	58							
2	86							
3	113							
4	147							

### Вариант 3

Длина волны излучения  $\lambda=1,541 \text{ \AA}$

Радиус исследуемого образца  $r=0,5 \text{ мм}$

Таблица 4

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{исп}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_i \text{ расч.}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	44							
2	51,5							
3	75							
4	91							

**Вариант 4**Длина волны излучения  $\lambda=1,541 \text{ \AA}$ Радиус исследуемого образца  $\rho=0,45 \text{ мм}$ 

Таблица 5

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{ист}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_{i \text{ расч.}}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	41,2							
2	59							
3	74							
4	87,8							

**Вариант 5**Длина волны излучения  $\lambda=1,937 \text{ \AA}$ Радиус исследуемого образца  $\rho=0,6 \text{ мм}$ 

Таблица 6

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{ист}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_{i \text{ расч.}}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	56							
2	65,4							
3	99							
4	125							

**Вариант 6**Длина волны излучения  $\lambda=1,541 \text{ \AA}$ Радиус исследуемого образца  $\rho=0,5 \text{ мм}$ 

Таблица 7

№ п/п	$2L_{изм}$ , мм	$\theta_{приб}$ , град	Поправка на поглощение $\Delta\rho$ , мм	$2L_{ист}$ , мм	$\theta_{точн}$ , град	$\text{Sin}\theta$	$d_{i \text{ расч.}}$ , $\text{\AA}$	Табл. знач. $d_i$ , $\text{\AA}$
1	39,5							
2	45,8							
3	66							
4	79							

Поправка  $\Delta$  на поглощение в образце радиусом  $\rho$ 

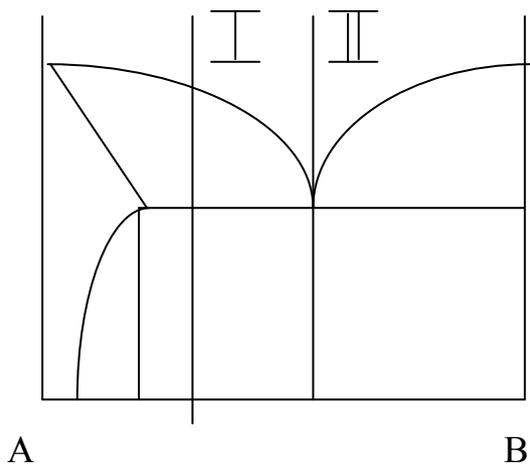
$\Theta$	$\rho$									
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
10	0,29	0,39	0,49	0,58	0,68	0,78	0,87	0,97	1,07	1,16
12	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	0,96	1,05	1,14
14	0,28	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	0,85	0,94	1,03	1,13
16	0,28	0,38	0,46	0,55	0,65	0,74	0,83	0,92	1,02	1,11
18	0,27	0,37	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,00	1,09
20	0,27	0,35	0,44	0,53	0,62	0,71	0,80	0,89	0,97	1,06
22	0,26	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	0,77	0,86	0,95	1,03
24	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,67	0,75	0,84	0,92	1,00
26	0,24	0,32	0,41	0,49	0,57	0,65	0,73	0,81	0,88	0,97
28	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,62	0,70	0,78	0,86	0,96
30	0,23	0,30	0,38	0,45	0,52	0,60	0,68	0,75	0,83	0,90
32	0,22	0,29	0,36	0,43	0,50	0,58	0,65	0,72	0,79	0,86
34	0,21	0,28	0,35	0,41	0,48	0,55	0,62	0,69	0,76	0,82
36	0,20	0,26	0,33	0,39	0,46	0,52	0,59	0,66	0,72	0,78
38	0,19	0,25	0,31	0,37	0,43	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74
40	0,18	0,23	0,29	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,64	0,70
42	0,17	0,22	0,27	0,33	0,39	0,44	0,49	0,55	0,61	0,66
44	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62
46	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,38	0,43	0,48	0,53	0,58
48	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,49	0,54
50	0,12	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,46	0,50
52	0,11	0,15	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46
54	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41
56	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38
58	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,34
60	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30
65	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
70	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14
75	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
80	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04

Таблица 9

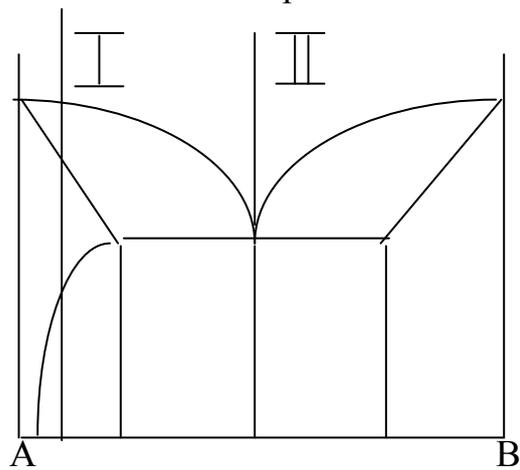
## Межплоскостные расстояния

HKL	d/n	J	HKL	d/n	J	HKL	d/n	J
<b>Al</b>			<b>Cu</b>			<b>Pb</b>		
111	2,330	1,00	111	2,080	1,00	111	2,850	1,00
200	2,020	0,40	200	1,798	0,86	200	2,470	0,50
220	1,430	0,30	220	1,271	0,71	220	1,740	0,50
311	1,219	0,30	311	1,083	0,86	311	1,490	0,50
222	1,168	0,07	222	1,038	0,56	222	1,428	0,17
400	1,011	0,02	400	0,900	0,29	331	1,134	0,17
331	0,928	0,04	331	0,826	0,56	420	1,050	0,17
420	0,826	0,01	420	0,806	0,42	<b><math>\alpha</math> - Fe</b>		
422	0,905	0,04	422	0,735	0,42	110	2,010	1,00
<b>Ag</b>			<b>W</b>			200	1,428	0,15
111	2,360	1,00	110	2,230	1,00	211	1,166	0,38
200	2,040	0,53	200	1,580	0,29	220	1,010	0,10
220	1,445	0,27	211	1,290	0,71	310	0,904	0,08
311	1,232	0,53	220	1,117	0,17	222	0,825	0,03
222	1,179	0,05	310	1,000	0,29	321	0,764	0,10
400	1,022	0,01	222	0,913	0,06	330	0,673	0,03
311	0,938	0,08	321	0,846	0,34	420	0,638	0,09
420	0,915	0,05	330	0,745	0,11	<b>Zn</b>		
422	0,834	0,03	420	0,707	0,06	002	2,460	0,25
511	0,786	0,04	332	0,674	0,06	100	2,300	0,20
440	0,691	0,04	510	0,622	0,06	101	2,080	1,00
<b>Cr</b>			<b>Ni</b>			102	1,680	0,14
110	2,052	1,00	111	2,038	1,00	110	1,330	0,18
200	1,436	0,40	200	1,766	0,50	112	1,169	0,12
211	1,172	0,60	220	1,250	0,40	201	1,120	0,08
220	1,014	0,50	311	1,067	0,60	202	1,040	0,02
310	0,909	0,60	222	1,022	0,10	203	0,941	0,02
222	0,829	0,20	400	0,884	0,02	105,114	0,904	0,02
321	0,768	0,70	331	0,812	0,20	<b>Pt</b>		
400	0,718	0,10	420	0,791	0,16	111	2,250	1,00
330	0,6775	0,40	422	0,723	0,10	200	1,950	0,30
420	0,642	0,30	511	0,681	0,10	220	1,385	0,16
332	0,612	0,30	410	0,625	0,02	311	1,178	0,16
422	0,5865	0,30	531	0,598	0,08	222	1,128	0,03
			422	0,590	0,07	400	0,978	0,01
						331	0,897	0,03

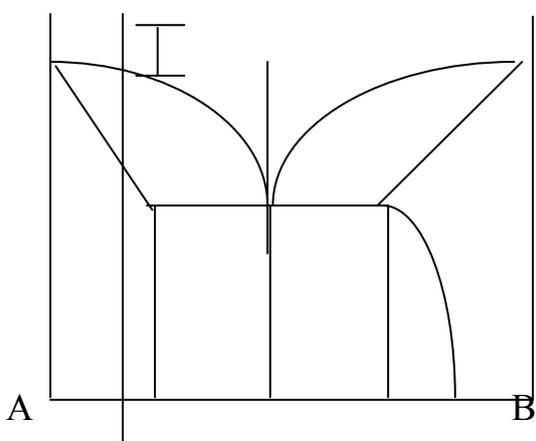
Вариант 1



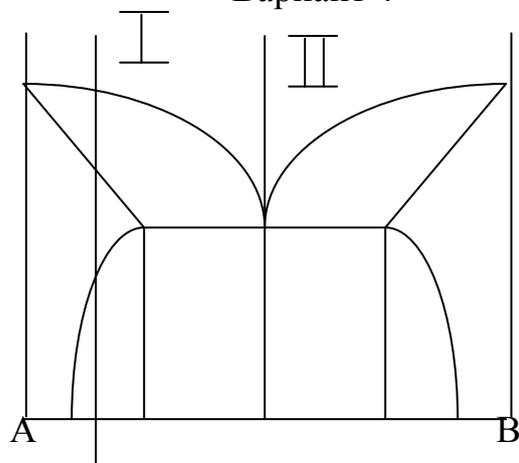
Вариант 2



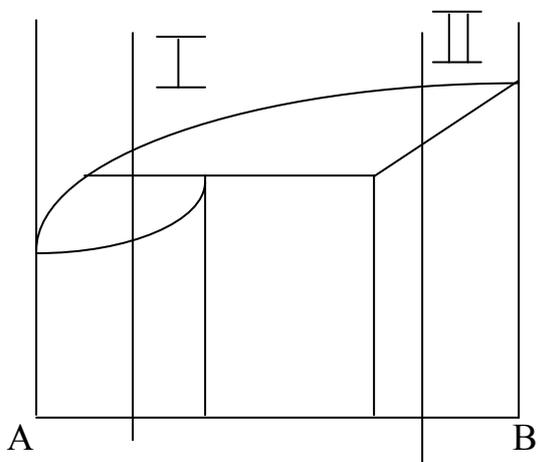
Вариант 3



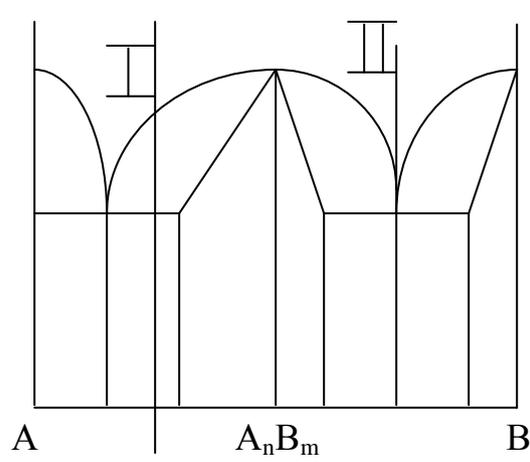
Вариант 4



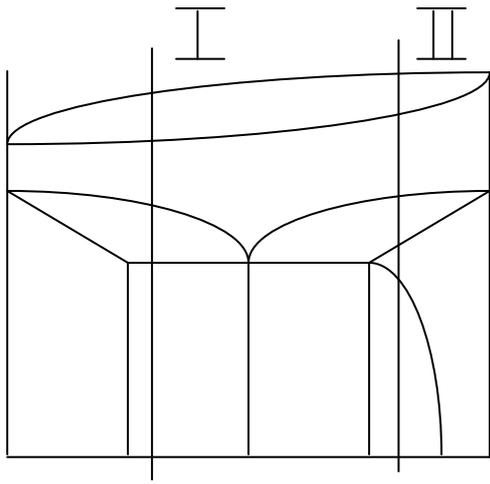
Вариант 5



Вариант 6



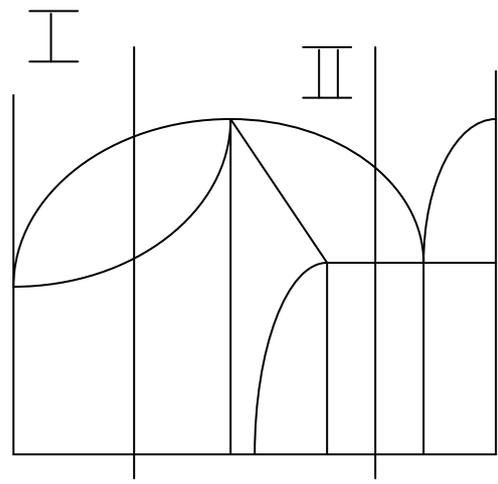
Вариант 7



A

B

Вариант 8

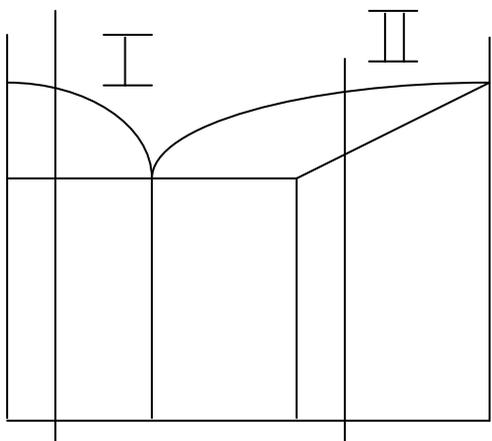


A

$A_n B_m$

B

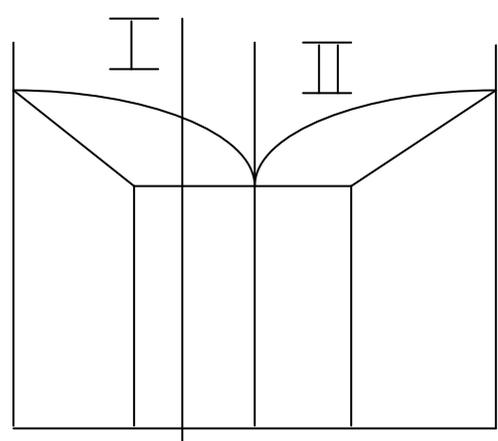
Вариант 9



A

B

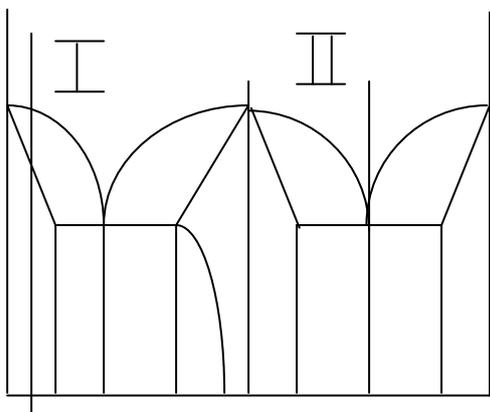
Вариант 10



A

B

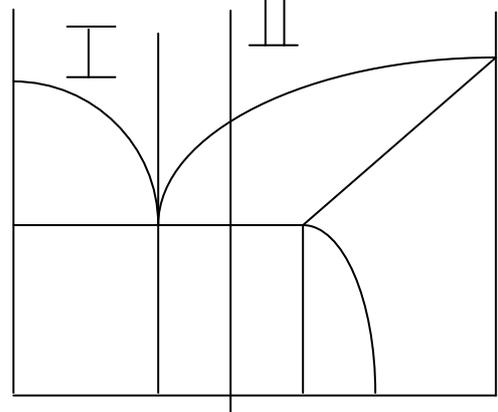
Вариант 11



A

B

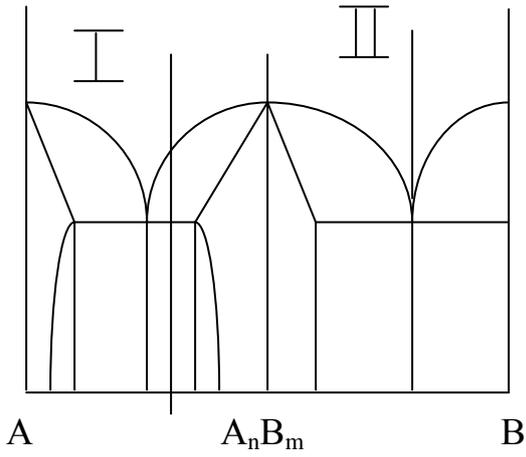
Вариант 12



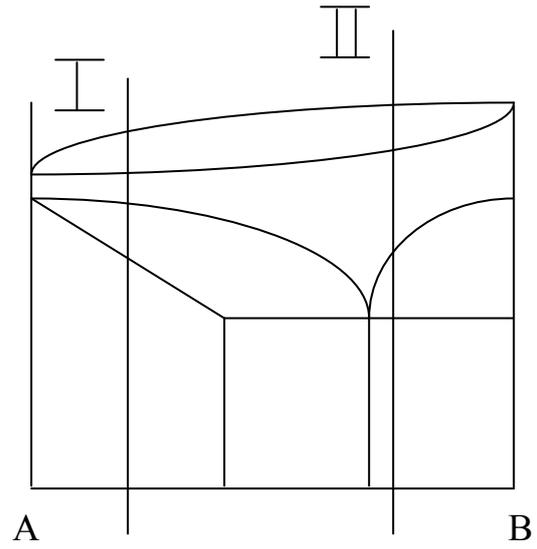
A

B

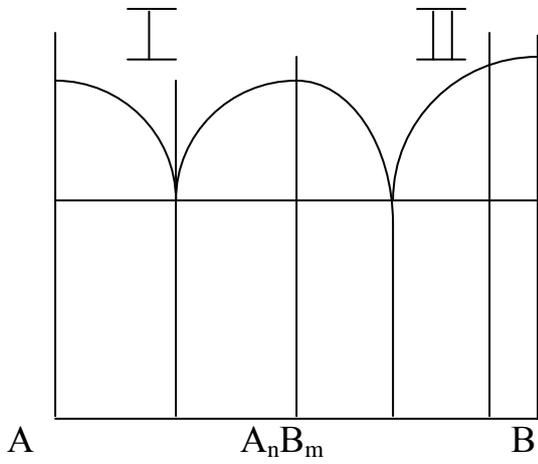
Вариант 13



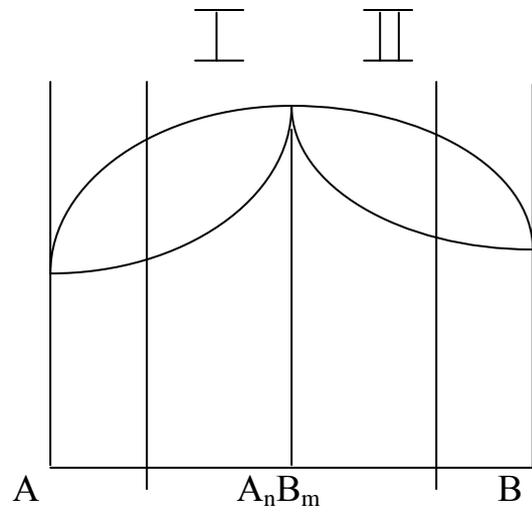
Вариант 14



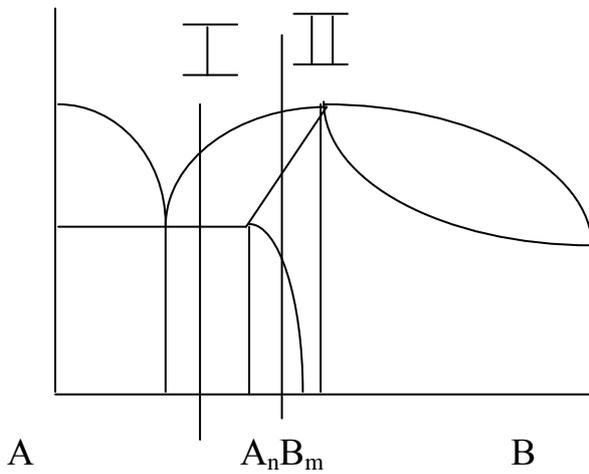
Вариант 15



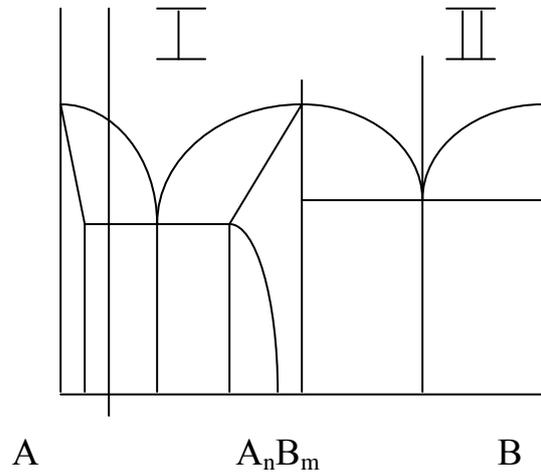
Вариант 16



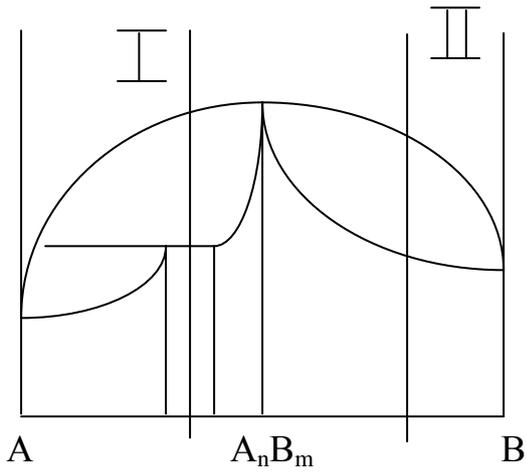
Вариант 17



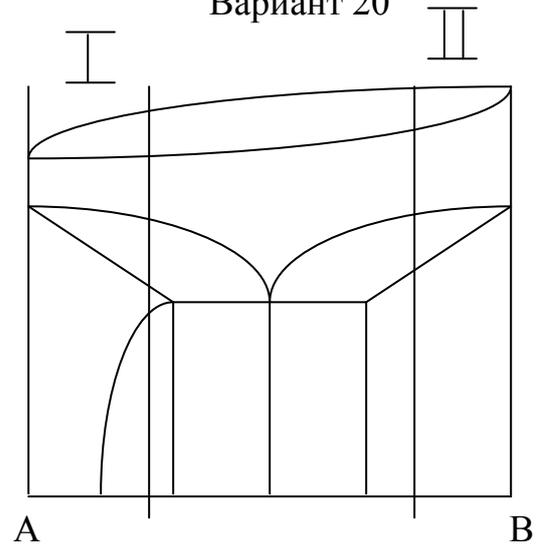
Вариант 18



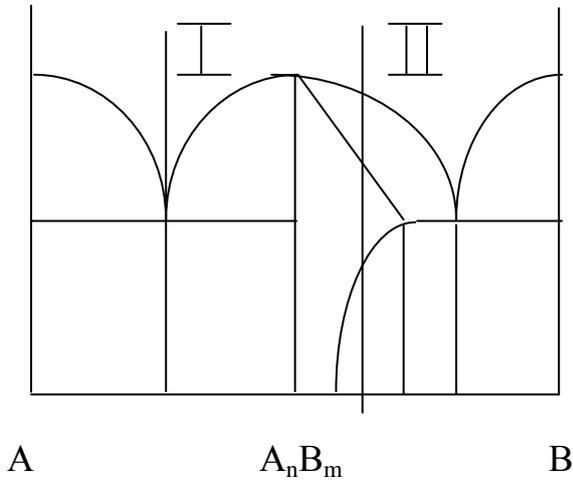
Вариант 19



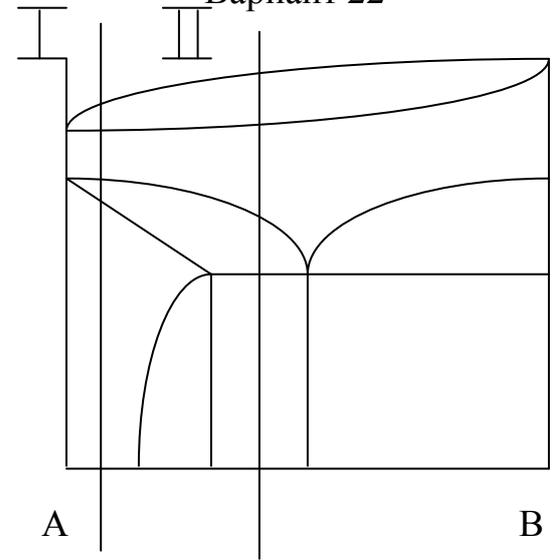
Вариант 20



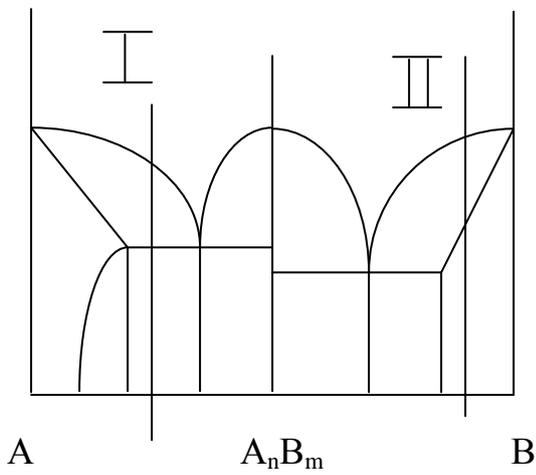
Вариант 21



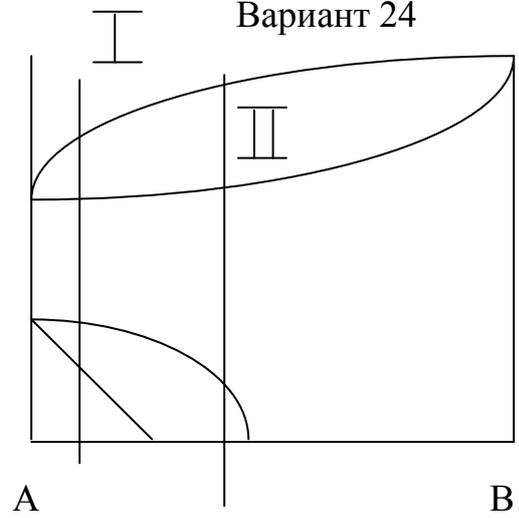
Вариант 22



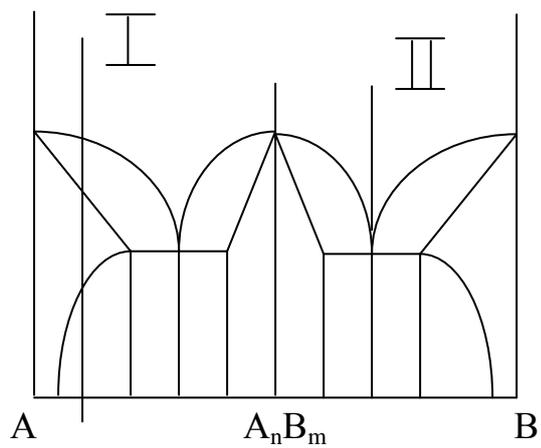
Вариант 23



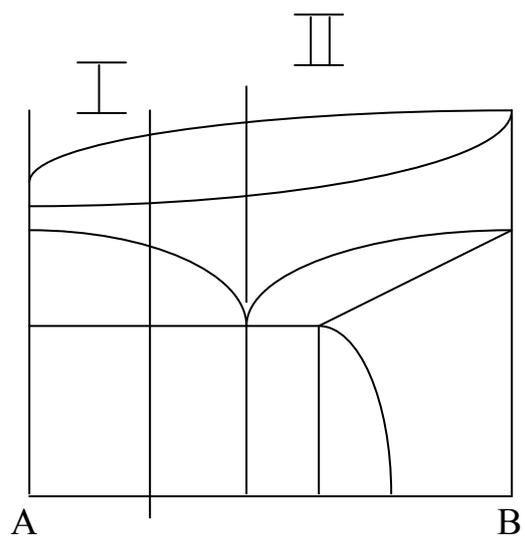
Вариант 24



Вариант 25



Вариант 26





**Задания к лабораторной работе № 5**

Часть 1

1. Выбрать сталь для изготовления матрицы вырубного штампа. Стали: У12, Х6ВФ, Х12Ф1, 40ХНМА.
2. Выбрать сталь для изготовления торцевой фрезы диаметром 100 мм. Стали: Р18, Р6М5, ХВГ.
3. Выбрать сталь для изготовления конических зубчатых колес диаметром 50 мм, работающих в условиях динамических нагрузок повышенного износа. Сталь должна иметь высокую вязкость в сердцевине. Стали: 15, 20, 15Х, 20ХГНР.
4. Выбрать сталь для изготовления штампов горячего прессования. Стали: 3Х2В8Ф, 5ХНМ, 5ХНВ.
5. Какую сталь использовать для изготовления хирургического инструмента. Стали: У10, ШХ15, 30Х13, 10Х13.
6. Выбрать материал для изготовления валов электродвигателей  $\sigma_T \geq 25 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $\delta \geq 17\%$ . Стали: 40Х, 20ХН, Ст5.
7. Выбрать сталь для изготовления распределительного вала диаметром 70 мм с  $\sigma_T > 50 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $\delta \geq 20\%$ , на поверхности кулачков HRC  $> 50$ . Стали: 40Г, 40ХМ, 20, Ст2.
8. Выбрать материал и термообработку для изготовления валов диаметром 50 мм,  $\sigma_T \geq 150 \text{ кгс/мм}$ ,  $\psi \geq 15\%$ . Стали: У8, 40ХНМ, 30ХГСА, Н18К9М5Т.
9. Из предложенных сталей выбрать материал для изготовления пружин. Описать технологию изготовления пружин. Стали: 50ХН, Ст5, 60, 70СЗА.
10. Выбрать сталь для изготовления пружин, работающих в агрессивных средах. Стали: 20ХН, Ст1, 55ГС, 40Х13, 3Х2В8Ф, 30Х13.
11. Выбрать сталь и режим термообработки для изготовления коленчатых валов диаметром 30 мм с одинаковыми свойствами по всему сечению. Стали: 35Г2, 40Х, 50, Ст5.
12. Выбрать сталь для изготовления шестерни диаметром 70 мм с высокой вязкостью и прочностью сердцевины. Стали: 15, 20, 12Х2Н4А, 12ХНЗА.
13. Выбрать стали и термообработку для изготовления ответственных шестерен вместо сталей 12ХНЗА, 20Х2Н4А. Стали: 18ХГТ, 20, 15, 20ХГР.

## Часть 2

14. Подберите марку стали для изготовления пресс-формы для пресования пластмассы, выделяющей химически активные пары. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали до и после термической обработки.

15. Подобрать сталь для изготовления подшипников качения (шариков, роликов и др. деталей). Назначьте термическую обработку, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки.

16. Подберите сталь для изготовления машинных метчиков диаметром 25 мм. Назначьте и обоснуйте режимы термической обработки. Приведите химический состав стали и получаемую микроструктуру.

17. Подобрать сталь для изготовления рессоры. Опишите химический состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки. Обратите внимание к какому виду отпуска подвергается данная сталь для обеспечения высоких упругих характеристик.

18. Подберите сталь для изготовления тяжело нагруженного вала диаметром 40 мм. Назначьте и обоснуйте режимы термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки.

19. Подберите сталь для изготовления хирургического инструмента. Опишите исходную микроструктуру и свойства стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства после термообработки.

20. Подберите сталь для изготовления рессоры с толщиной листа 15 мм. Опишите исходную микроструктуру и механические свойства, назначьте режимы термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений; микроструктуру и свойства после термообработки.

21. Подобрать сталь для изготовления пружин, работающих при температуре 350 °С. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений и влияние легирования, укажите структуру и свойства стали после термообработки.

22. Каким образом и в каких сталях можно получить необходимое для зубчатых колес сочетание высокой твердости поверхностного слоя и вязкости в сердцевине: а) HRC50 и KCV = 1,2 МДж/м<sup>2</sup>; б) HRC62 и KCV = 2,5 МДж/м<sup>2</sup>. Опишите предлагаемые виды обработок.

23. Подберите сталь для изготовления резьбовой плашки. Назначьте режим термической обработки, подробно обоснуйте его, опишите микроструктуру и свойства после термической обработки.

24. Подберите сталь для изготовления стяжных болтов, которые должны иметь твердость HB220-230. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

25. Подобрать сталь для изготовления сварной конструкции. Опишите исходную структуру и механические свойства, назначьте режим возможной термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

26. Подберите сталь для изготовления зубьев ковшей экскаватора. Опишите исходную микроструктуру, назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки. В каком состоянии (литом, ковшем, после механической обработки) рационально использовать данную сталь.

27. Подобрать сталь для изготовления деталей, работающих с крепкими кислотами. Назначьте режим возможной термической обработки, обоснуйте свое решение. Опишите влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термообработки.

28. Подберите сталь для изготовления некоторых деталей подшипников качения, типа роликов, шариков и т.д. Опишите исходную структуру и механические свойства стали, назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

29. Подберите нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты при температуре не выше 60 °С. Приведите химический состав стали, необходимую термическую обработку, получаемую структуру. Объясните физическую природу коррозионной устойчивости материала и роль каждого легирующего элемента.

30. Подберите сталь для изготовления деталей печной арматуры, работающих при температуре 800 °С. Приведите химический состав, объясните роль каждого легирующего элемента, укажите термическую обработку, получаемую структуру и механические свойства сплава.

31. В результате термической обработки деталь должна получить твердый износостойчивый поверхностный слой (HV1200). Для ее изготовления выбрана сталь 38Х2МЮА: расшифруйте состав и определите, к какой группе относиться данная сталь по назначению; назначьте режим термической и химико-термической обработок, приведите подробное его обоснование; объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки данной стали. Каким образом можно ускорить процесс химико-термической обработки?

### Часть 3

32. Для изготовления деталей, получаемых глубокой штамповкой, выбран сплав Л70: а) определите, к какой группе относится данный сплав; б) нарисуйте диаграмму состояния медь-цинк и опишите структуру сплава, в) укажите химический состав и укажите механические свойства сплава.

33. Для изготовления обшивки самолетов выберите титановый сплав. Приведите химический состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую при этом структуру. Опишите процессы, протекающие при термической обработке.

34. В качестве материала для подшипников скольжения выбран сплав Б83: а) определите, к какой группе относится данный сплав; б) нарисуйте диаграмму состояния олово-сурьма и опишите структуру сплава, в) укажите химический состав и укажите механические свойства сплава.

35. Подберите медный сплав для изготовления деталей, получаемых глубокой штамповкой: а) расшифруйте состав и укажите механические свойства; б) опишите структуру сплава и возможную термическую обработку.

36. Назначьте марку алюминиевой бронзы для изготовления мелких ответственных деталей, например втулок: а) расшифруйте состав и укажите механические свойства сплава; б) опишите структуру сплава и возможную термическую обработку.

37. Для изготовления конденсаторных труб, используемых в морском судостроении, выбран сплав Л062-1: а) определите, к какой группе относится данный сплав; б) нарисуйте диаграмму состояния медь-цинк и опишите структуру сплава, в) укажите химический состав и укажите механические свойства сплава.

38. Подберите медный сплав для изготовления конденсаторных труб, используемых в морском судостроении: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру и свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы.

39. Подберите медный сплав для изготовления деталей простой конфигурации, работающих при ударных нагрузках: а) расшифруйте состав и определите к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру сплава; в) объясните назначение легирующих элементов; г) приведите характеристики механических свойств.

40. Подберите медно-никелевый сплав для изготовления проводов, тензодатчиков, обладающих высоким сопротивлением: а) расшиф-

руйте состав; б) опишите микроструктуру сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

41. Подберите медно-никелевый сплав для изготовления посуды: а) расшифруйте состав и определите к какой группе относится данный сплав; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

42. Подберите медно-никелевый сплав для изготовления посуды МН19: а) определите, к какой группе относится данный сплав; б) нарисуйте диаграмму состояния медь-никель и опишите структуру сплава, в) укажите химический состав и укажите механические свойства сплава.

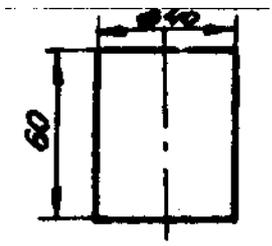
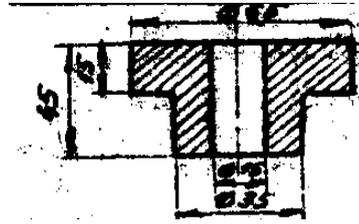
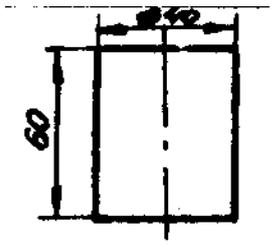
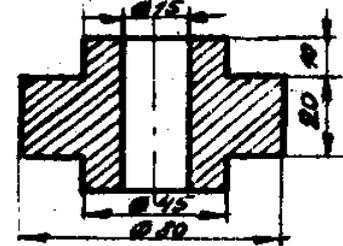
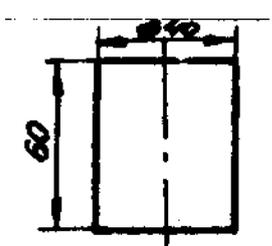
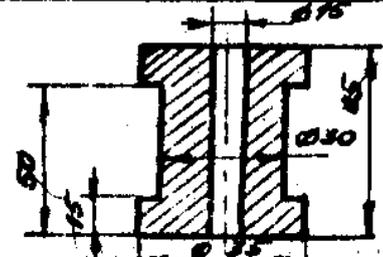
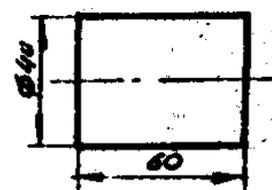
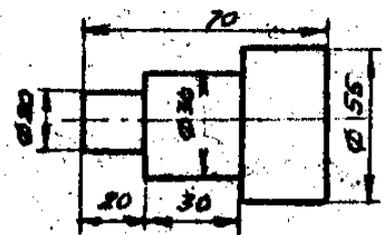
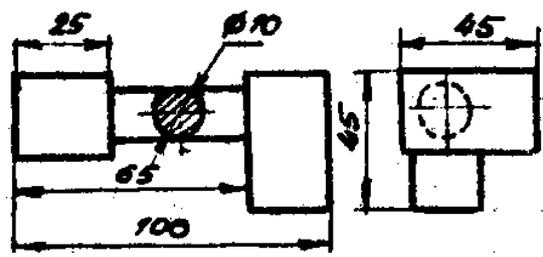
43. Подберите марку припоя для изготовления (припаивания) выводов транзисторов в радиосхеме. Укажите ориентировочно температуру плавления и механические свойства, а так же требования, предъявляемые к припою.

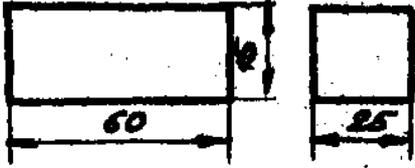
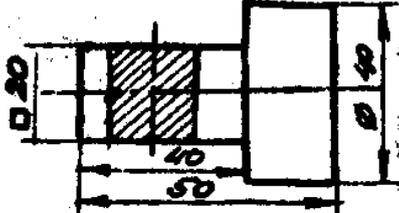
44. Подберите легкоплавкий сплав для подшипника скольжения: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите микроструктуру сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

45. Назначьте марку алюминиевого сплава для изготовления деталей, получаемых литьем: а) расшифруйте состав и укажите механические свойства сплава; б) опишите структуру сплава и возможную термическую обработку.

46. Для изготовления радиаторных трубок выбран сплав Л90: а) определите, к какой группе относится данный сплав; б) нарисуйте диаграмму состояния медь-цинк и опишите структуру сплава, в) укажите химический состав и укажите механические свойства сплава.

Варианты заданий\* для практической работы № 7  
«Изучение геометрии токарных резцов»

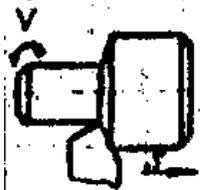
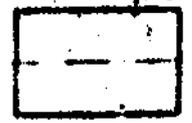
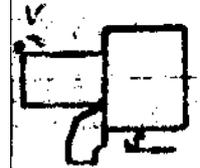
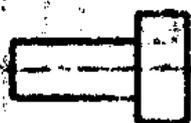
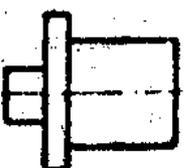
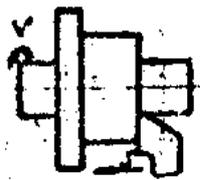
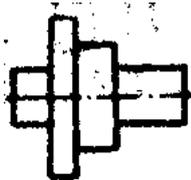
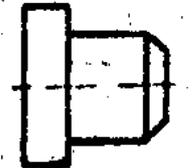
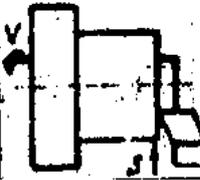
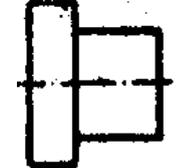
Номер варианта	Эскиз заготовки	Эскиз поковки
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		

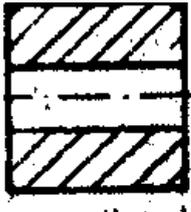
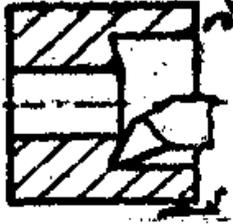
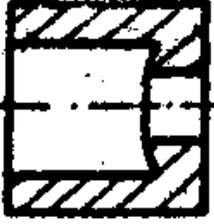
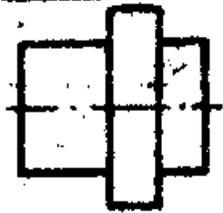
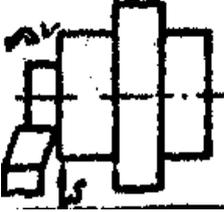
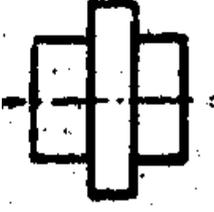
1	2	3
6		

\* Методические указания к лабораторным работам по технологии конструкционных материалов/ Владим. политехн. ин-т; Сост. А.В. Панфилов, А.В. Румянцев, В.Б. Цветаева и др. Владимир, 1990. – с. 23

## Приложение 6

### Варианты заданий\* для практической работы № 7 «Технология изготовления отливок»

Номер варианта	Заготовка	Схема обработки	Изделие
1	2	3	4
1			
2			
3			
4			

1	2	3	4
5			
6			

\* Методические указания к лабораторным работам по технологии конструкционных материалов/ Владим. политехн. ин-т; Сост. А.В. Панфилов, А.В. Румянцев, В.Б. Цветаева и др. Владимир, 1990. – с. 65-66

## Список используемой литературы

1. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.
2. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.: Металлургия. 1983.– 384 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение,-6-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 544с.
4. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Металлургия, 1981. – 416 с.
5. Материаловедение / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Под общ.ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. М. : Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 688 с.
6. Материаловедение и технология конструкционных металлов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепихина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.
7. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П.Фетисова – 4-е изд., испр. – М.: Высш.шк., 2006. – 862 с.
8. Мозберг Р.К. Материаловедение. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1991. – 448 с.
9. Лабораторный практикум по материаловедению/ Л.В. Картонова, А.В. Костин, В.Б. Цветаева; Под ред. А.В. Костина и В.А. Кечина. Владимир. гос. ун-т. Владимир, 2007. – 68 с.
10. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П. Материаловедение. – 3-е изд., перераб и доп.– М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
11. Сильман Г.И. Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
12. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – 3-е изд., перераб. и доп.– СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.
13. Рогов В.А., Поздняк Г.Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки.- М.: Издательский центр «Академия», 2008.-336 с.
14. Технология конструкционных материалов/ А.М.Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.; Под общ. ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.
15. Условные обозначения марок металлических материалов/ Владимир. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова, Н.А. Елгаев. Владимир: ООО Полиграм.- 2011, 20 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<i>Практическая работа N 1. Изучение кристаллического строения металлов</i> .....	4
<i>Практическая работа N 2. Рентгеноструктурный анализ</i> .....	9
<i>Практическая работа N 3. Диаграммы состояния двойных сплавов</i> .....	15
<i>Практическая работа N 4. Диаграмма состояния железо-углерод</i> .....	18
<i>Практическая работа N5. Выбор материала</i> .....	22
<i>Практическая работа N 6. Технология изготовления поковок</i> .....	26
<i>Практическая работа N 7. Изучение геометрии токарных резцов</i> .....	31
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
Приложения 1 .....	34
Приложения 2 .....	38
Приложения 3 .....	43
Приложения 4 .....	44
Приложения 5 .....	49
Приложения 6 .....	50
Список используемой литературы.....	52