

№ 2197

А.С. Лилеев
Е.С. Малютина

Фазовые равновесия и структурообразование

Двухкомпонентные диаграммы
фазового равновесия

Сборник задач

№ 2197

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра физического материаловедения

А.С. Лилеев

Е.С. Малютина

Фазовые равновесия и структурообразование

Двухкомпонентные диаграммы
фазового равновесия

Сборник задач

Допущено учебно-методическим объединением по образованию
в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению
150400 – Металлургия



Москва 2012

УДК 669.017
Л57

Рецензент
д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотр. *Л.М. Капуткина*

Лилеев, А.С.

Л57 Фазовые равновесия и структурообразование : двухкомпонентные диаграммы фазового равновесия : сб. задач / А.С. Лилеев, Е.С. Малютина. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 80 с.
ISBN 978-5-87623-563-3

Сборник задач по двухкомпонентным диаграммам равновесия системы составлен с целью привить студентам компетентностные навыки в использовании диаграмм фазового равновесия для построения кривых охлаждения и нагрева и для определения состава, количественного соотношения фаз и структурных составляющих.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальностям 150100 «Материаловедение и технология материалов», 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника», 152100 «Наноматериалы», 011200 «Физика».

УДК 669.017

ISBN 978-5-87623-563-3

© А.С. Лилеев,
Е.С. Малютина, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Анализ диаграмм фазового равновесия с превращениями в твердом состоянии.....	5
1.1. Пояснения к решению задач.....	5
1.2. Условия задач.....	7
1.3. Варианты.....	8
2. Структурообразование в сплавах, испытывающих эвтектическое и перитектическое превращения.....	58
2.1. Условия задач.....	58
2.2. Варианты.....	60
Литература.....	79

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель предлагаемых задач – научить пользоваться двухкомпонентными диаграммами фазового равновесия, строить кривые термического анализа, определять микроструктуру сплавов, записывать трехфазные реакции и определять их тип, рассчитывать доли фазовых и структурных составляющих двухкомпонентных сплавов, определять их состав.

Рассмотрены примеры решения задач по определению химического состава и доли фазовых и структурных составляющих сплава, а также нахождению точки состава сплава по заданному количеству фазовых или структурных составляющих. Студенты оценивают растворимость компонентов в жидком и твердом состояниях, наличие аллотропических превращений, магнитных превращений и атомного упорядочения.

Приведены условия задач и диаграммы фазового равновесия, необходимые для их решения.

Задачник состоит из двух частей. Первая часть содержит диаграммы фазового равновесия с превращениями в твердом состоянии. Каждый вариант состоит из восьми задач. Все задачи привязаны к конкретным двухкомпонентным диаграммам, на что указано в условиях варианта. Вторая часть посвящена анализу структурообразования в сплавах, испытывающих эвтектическое и перитектическое превращения.

На основании компетентностного подхода необходимо развить у обучаемого такие инструментальные компетенции, как умение по структуре или соотношению фаз в конкретном сплаве определить его состав, научить строить кривые нагрева–охлаждения, прогнозировать структуру сплава при определенной термической обработке.

1. АНАЛИЗ ДИАГРАММ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ С ПРЕВРАЩЕНИЯМИ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

1.1. Пояснения к решению задач

Химический состав сплавов может быть задан как в атомных, так и в массовых процентах, но всегда по нижней равномерной шкале. Сначала необходимо присвоить точкам химического состава буквенные обозначения, как показано в приведенном ниже примере на рис. 1.1 (это точки **а**, **е** и **в**), и привести формулы в буквенном выражении, а затем провести расчеты по правилу рычага с использованием численных значений в *массовых процентах*.

Пример

Рассчитать количество эвтектики ($m_{\text{эвт}}$) при низкой температуре в сплаве химического состава **Y % Вi**. В задании химический состав сплава **Y** будет указан в атомных процентах – **80 ат. % Вi**. Для расчетов химический состав сплава необходимо определить по шкале массовых процентов, что составит **88 % масс. Вi**, в точке **е** – **57 % масс. Вi**.

Расчет количества эвтектики определим по правилу рычага:

$$m_{\text{эвт}} = [(v - Y) / (v - e)]m_{\text{спл}} = [(100 - 88) / (100 - 57)] \cdot 100,$$

что составит примерно 28 % от массы сплава.

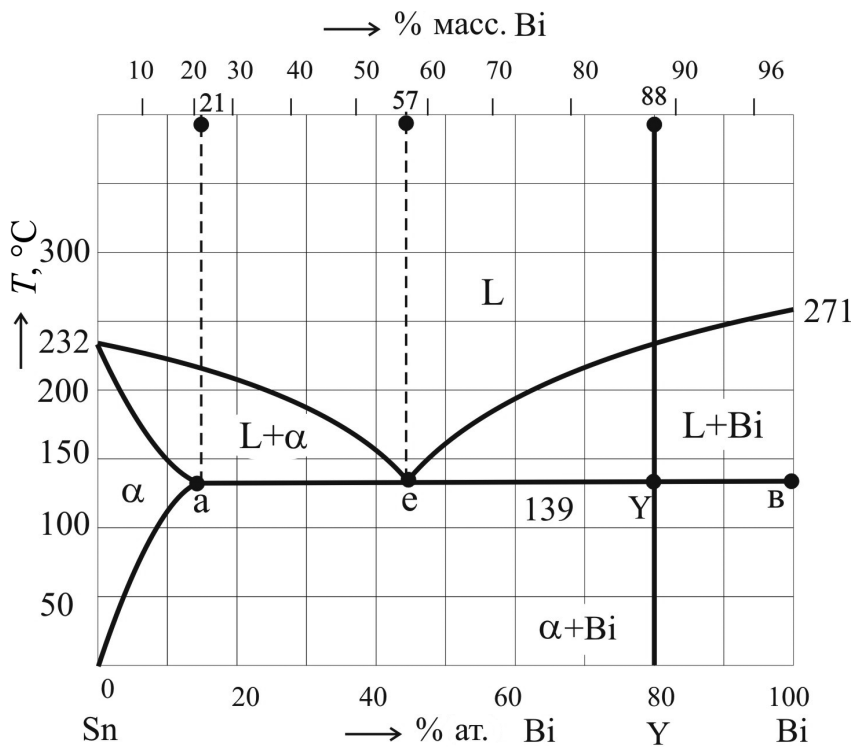


Рис. 1.1. Диаграмма Sn–Bi

1.2. Условия задач

1. Расставить фазы.
2. Описать растворимость компонентов в жидком и твердом состоянии.
3. Указать фазовые переходы второго рода и аллотропические превращения.
4. Записать трехфазные реакции с указанием температуры и химического состава фаз. В сплаве X определить массу фаз, *вступающих* в реакцию или *образующихся* в процессе трехфазной реакции при указанной температуре.
5. Найти интервал составов сплавов, в которых при низких температурах фазовые составляющие отличаются от структурных.
6. Для сплава состава точки Y построить кривую термического анализа при охлаждении, нарисовать структуру при низкой температуре, рассчитать массу и определить химический состав фазовых и структурных составляющих при низкой температуре.
7. По заданному количеству фазовых или структурных составляющих определить химический состав сплава.
8. Проследить за изменением количества и химического состава фаз и структурных составляющих в сплавах указанного состава (от т. А до т. В) при выделенной температуре.