

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(СИБСТРИН)

**Кафедра металлических
и деревянных конструкций**

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ

Методические указания
и задания к практическим работам
для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
всех форм обучения

Новосибирск 2020

Методические указания и задания подготовили канд. техн. наук,
доцент Т.П. Бацунова и ст. преподаватель В.Л. Караван

Утверждены учебно-методической комиссией
института строительства
13 января 2020 года

Рецензенты:

- П.В. Семикин, канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой строительного производства
НГУАДИ им. А.Д. Крячкова;
- В.М. Добрачев, канд. техн. наук,
доцент кафедры металлических
и деревянных конструкций НГАСУ (Сибстрин)

© Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
РАБОТА № 1. Диаграмма «железо – углерод».....	3
РАБОТА № 2. Диаграммы состояния двойных сплавов	5
РАБОТА № 3. Расшифровка марок конструкционных материалов и сплавов цветных металлов	19
РАБОТА № 4. Подбор параметров режима ручной дуговой сварки	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	24

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для индивидуальной работы обучающихся в аудитории под руководством преподавателя.

Методические указания рассчитаны на студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», при изучении дисциплин «Металлические конструкции, включая сварку» и «Строительные материалы».

Количество контрольных вопросов определяется ведущим лектором. Студенты получают индивидуальный билет, в который входят два контрольных вопроса по теме работы. Ответы на контрольные вопросы заслушиваются в период проведения практических занятий.

В каждом практическом задании студент выбирает номер варианта, под которым он стоит в списке журнала группы.

Вся нормативная, научно-техническая, учебная и справочная литература, необходимая для выполнения практических работ, приведена в списке литературы данных методических указаний.

Диаграмма «железо – углерод»

1. Вычертить диаграмму «железо – углерод» с указанием фазового и структурного состояния.
2. С правой стороны диаграммы построить кривую охлаждения для чугуна, с левой – для стали. Химический состав стали и чугуна приведен в таблице 1.
3. Указать на кривых охлаждения структуру и фазовый состав во всех интервалах температур и превращения, идущие при постоянной температуре.
4. Для стали и чугуна при заданных температурах (см. таблицу 1) определить количество и химический состав фаз.

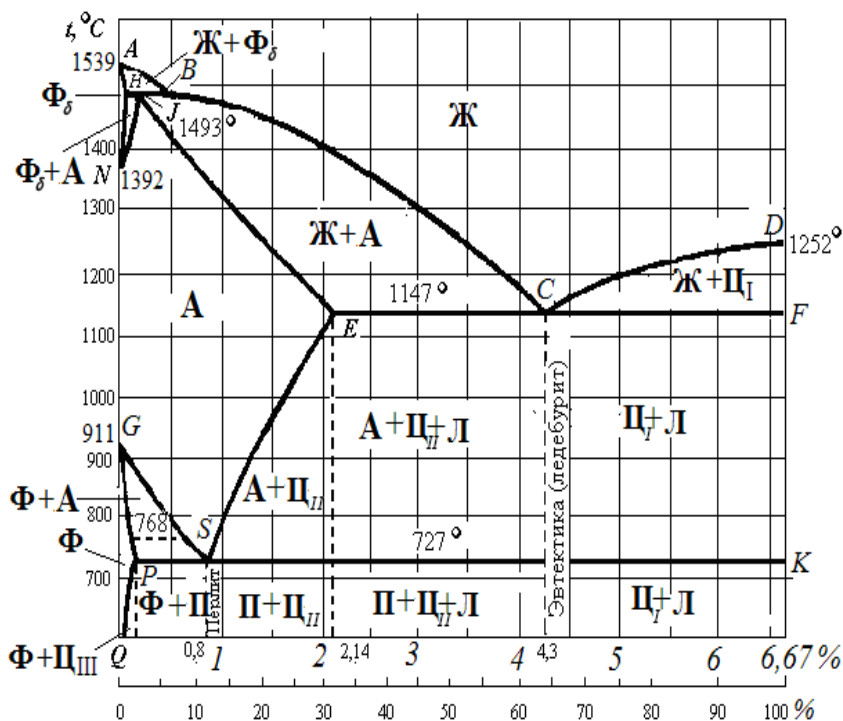


Таблица 1

Вариант	Содержание углерода, %		Температура сплавов, °C	
	Сталь	Чугун	Сталь	Чугун
1	0,03	6,5	750	1300
2	0,04	6,0	700	1200
3	0,05	5,5	760	1150
4	0,81	5,0	740	1000
5	0,10	4,5	1500	700
6	0,15	3,8	1510	20
7	0,20	3,6	1450	300
8	0,25	3,5	1520	1200
9	0,30	3,4	760	1300
10	0,35	3,2	1475	1000
11	0,40	2,4	735	1150
12	0,45	2,3	800	1250
13	0,50	2,2	1470	1300
14	0,55	2,9	1100	1350
15	0,60	2,1	1400	1400
16	0,65	3,0	200	1300
17	0,70	2,8	500	1200
18	0,75	2,7	1500	850
19	0,80	2,6	740	1300
20	0,85	2,5	1450	1000
21	0,90	4,3	1400	1200
22	1,00	4,2	700	1050
23	1,10	4,1	1400	140
24	1,20	4,0	770	1150
25	1,30	3,9	780	1450
26	1,40	3,8	1200	1350
27	1,50	3,7	1250	650
28	1,60	3,6	900	1250
29	1,70	3,5	1000	1350
30	1,80	3,4	750	900

РАБОТА № 2.

Диаграммы состояния двойных сплавов

1. Вычертить диаграмму состояния двойного сплава в соответствии с таблицей 2.
2. Обозначить буквами линии ликвидус, солидус и эвтектических превращений.
3. Указать структуру и фазы во всех областях диаграммы, дать письменные пояснения по каждой фазе и структуре.
4. Для заданных по варианту сплавов, температуре и содержанию компонентов (см. таблицу 2) определить количество и химический состав фаз, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения.

Таблица 2

Вариант	Номер диаграммы	Состав сплава	Температура сплава, °С
1	1	70 % Cu 30 % Ag	820
2	3	35 % Cu 65 % Ni	1300
3	5	10 % As 40 % Cu	800
4	7	35 % Si 65 % Al	800
5	9	90 % Ca 10% Mg	500
6	11	15 % Ge 85 % Al	500
7	13	20 % Sb 80 % Ge	820
8	15	15 % Zn 35 % Cu	1000
9	2	30 % Pb 70 % Mg	550
10	6	35 % Sn 65 % Pb	200
11	8	15 % Sn 85 % Zn	300
12	10	85 % Zn 15 % Cd	350
13	12	20 % Ge 80 % Mg	900
14	14	65 % Sb 35 % Bi	500
15	16	10 % Mg 90 % Bi	600
16	18	10 % Ce 90 % Mg	600
17	19	90 % Mg 10 % Cu	550
18	20	65 % Mg 35 % Li	400
19	22	35 % Mg 65 % Sn	650
20	25	30 % As 70 % Ln	700

Окончание табл. 2

Вариант	Номер диаграммы	Состав сплава	Температура сплава, °C
21	26	80 % Sb 20 % Pt	1000
22	23	20 % Mg 80 % Zn	500
23	21	80 % Si 20 % Mg	1100
24	19	25 % Mg 75 % Cu	700
25	17	40 % Cd 60 % Mg	550
26	24	80 % Mg 20 % Al	500
27	1	80 % Cu 20 % Ag	850
28	25	40 % As 60 % Ln	600
29	20	50 % Li 50 % Mg	250
30	4	20 % Cu 80 % Al	600

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ

№ 1

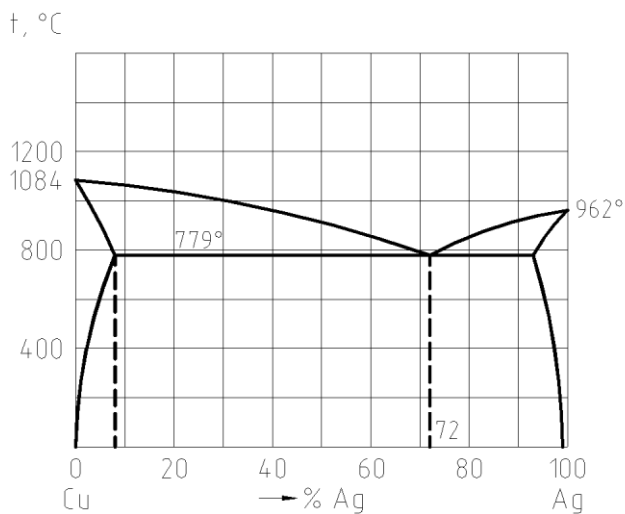


Диаграмма состояния Cu – Ag

№ 2

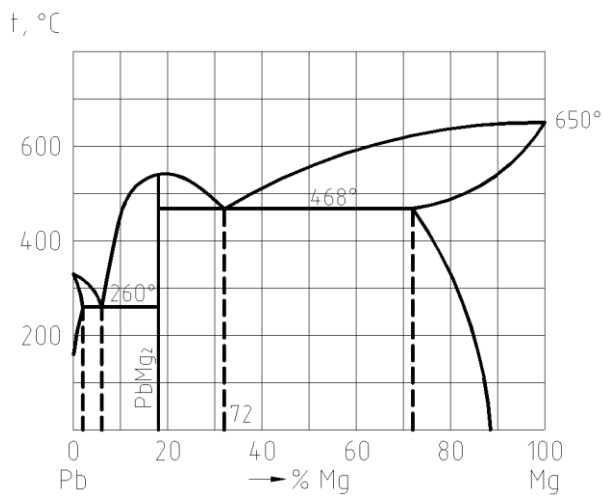


Диаграмма состояния Pb – Mg

№ 3

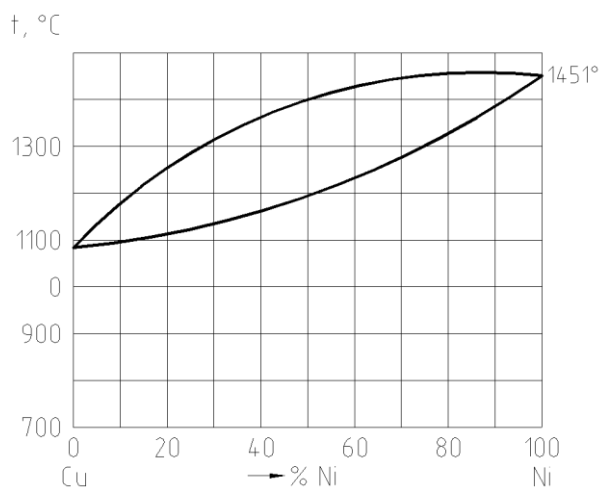


Диаграмма состояния Cu – Ni

№ 4

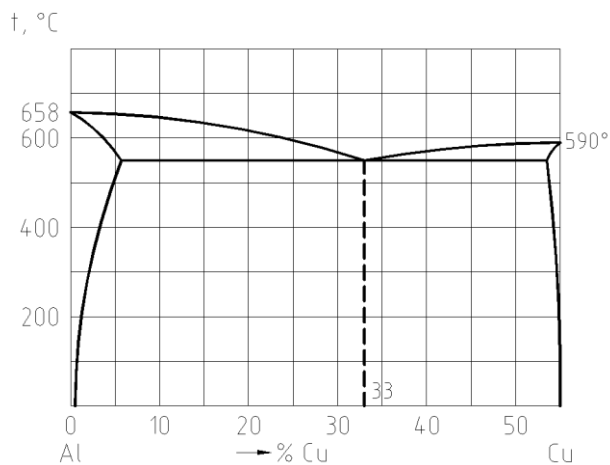


Диаграмма состояния Al – Cu

№ 5

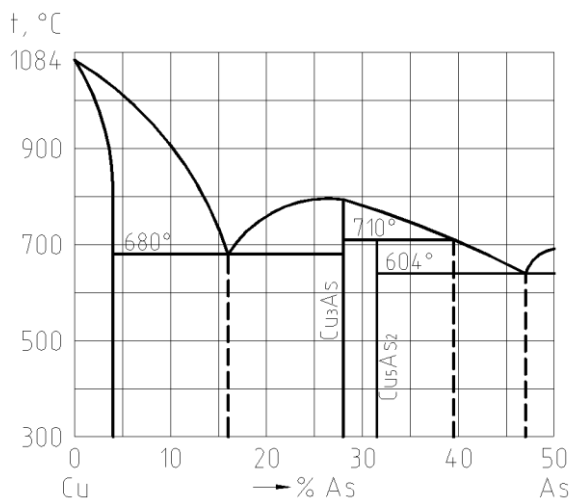


Диаграмма состояния Cu – As

№ 6

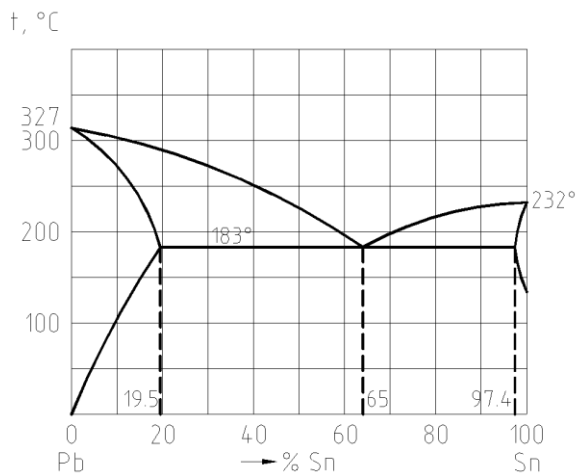


Диаграмма состояния Pb – Sn

№ 7

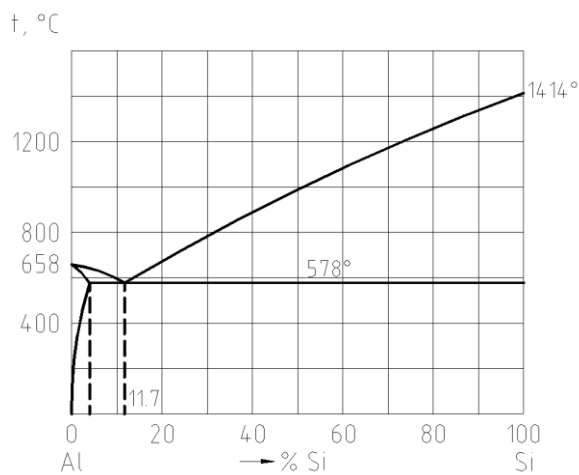


Диаграмма состояния Al – Si

№ 8

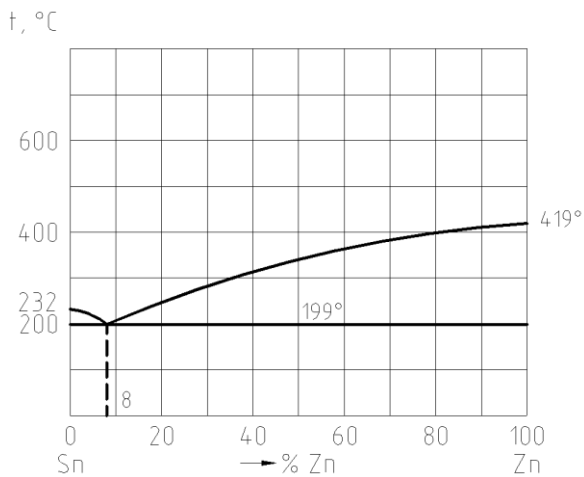


Диаграмма состояния Sn – Zn

№ 9

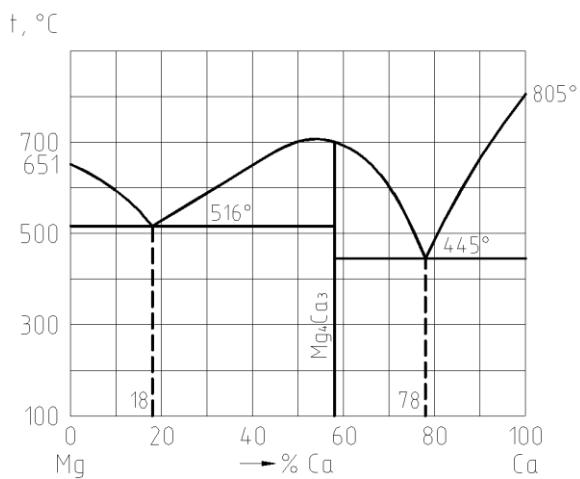


Диаграмма состояния Mg – Ca

№ 10

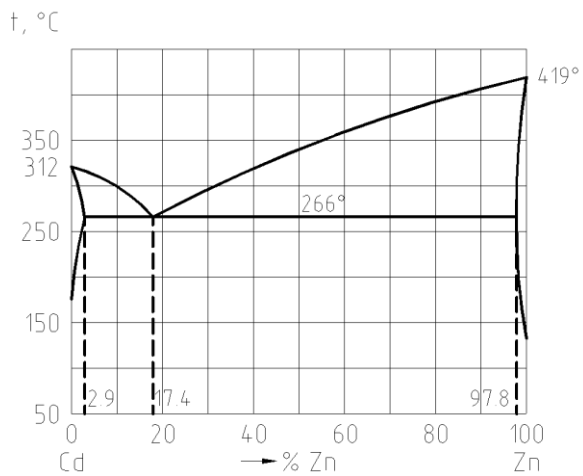


Диаграмма состояния Cd – Zn

№ 11

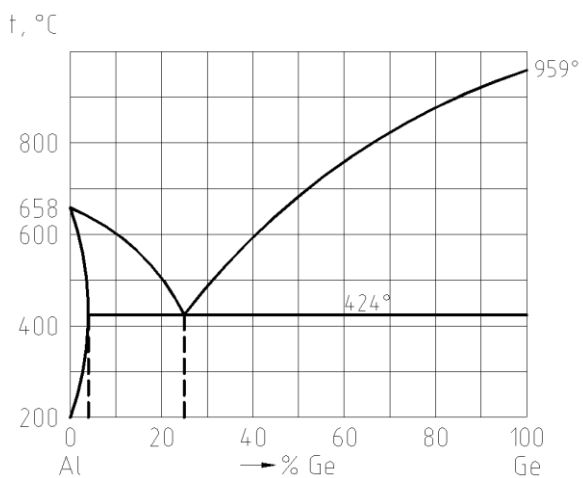


Диаграмма состояния Al – Ge

№ 12

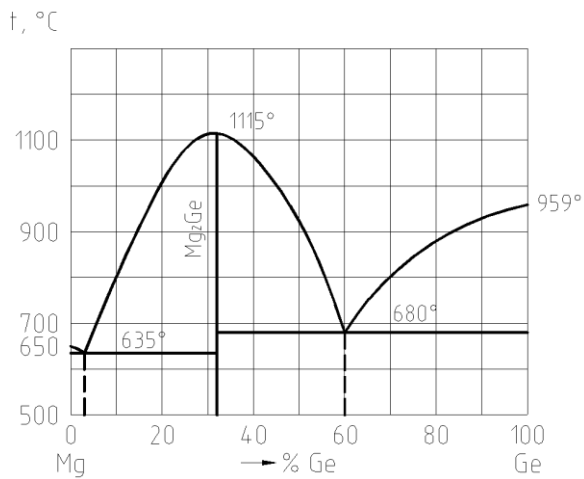


Диаграмма состояния Mg – Ge

№ 13

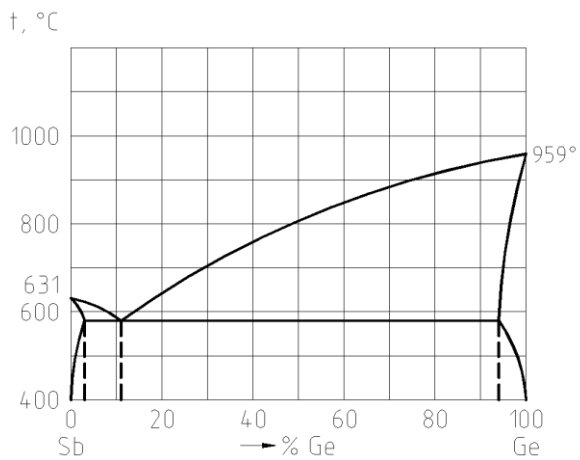


Диаграмма состояния Sb – Ge

№ 14

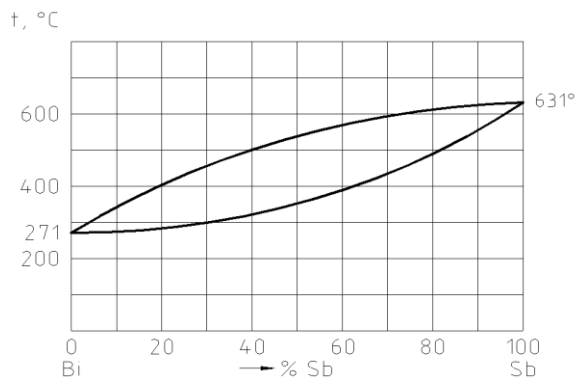


Диаграмма состояния Bi – Sb

№ 15

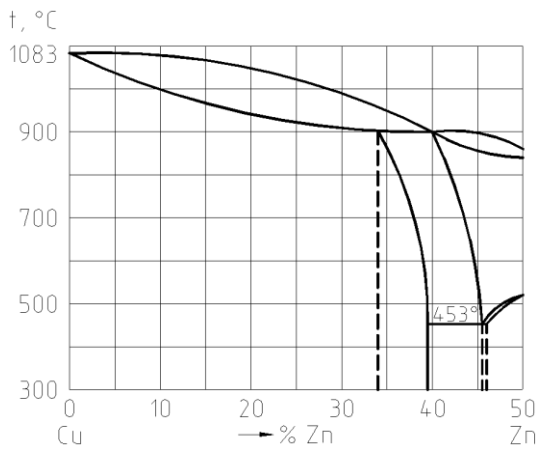


Диаграмма состояния Cu – Zn

№ 16

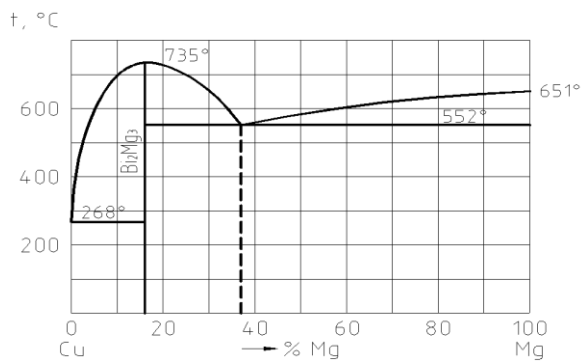


Диаграмма состояния Bi – Mg

№ 17

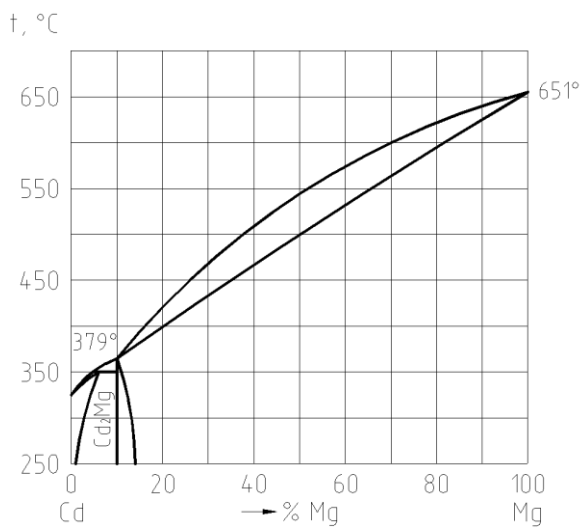


Диаграмма состояния Cd – Mg

№ 18

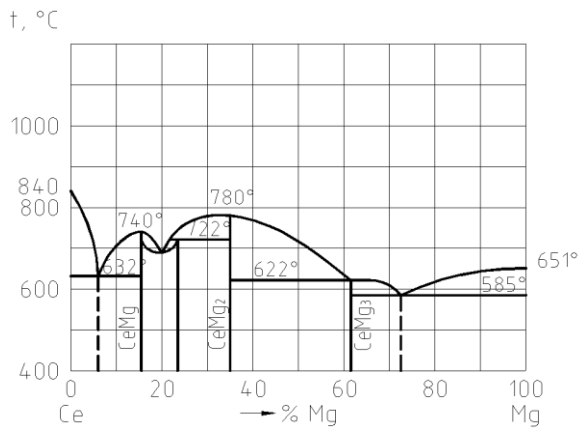


Диаграмма состояния Ce – Mg

№ 19

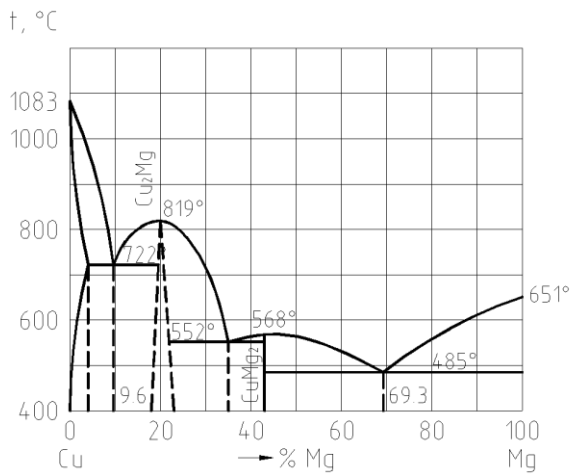


Диаграмма состояния Cu – Mg

№ 20

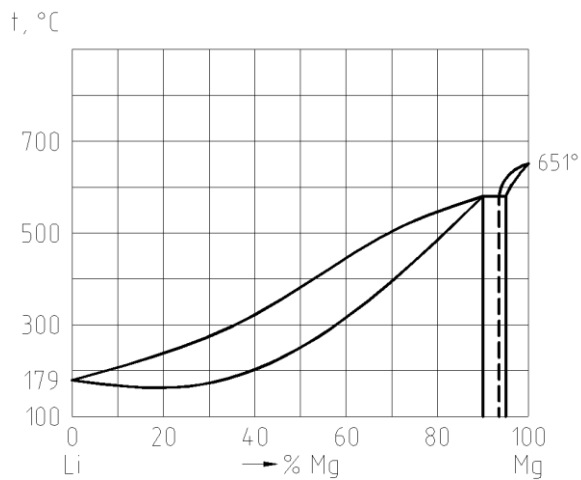


Диаграмма состояния Li – Mg

№ 21

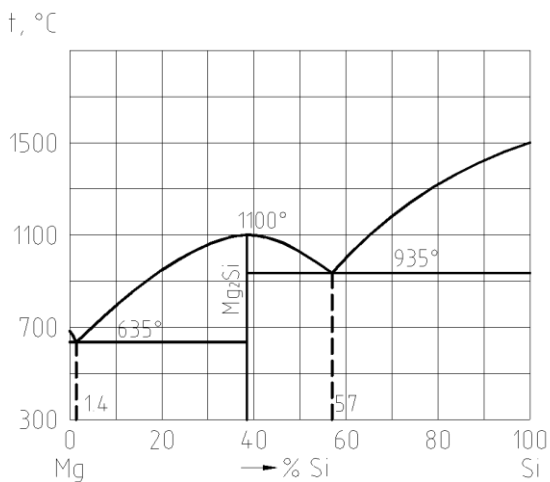


Диаграмма состояния Mg – Si

№ 22

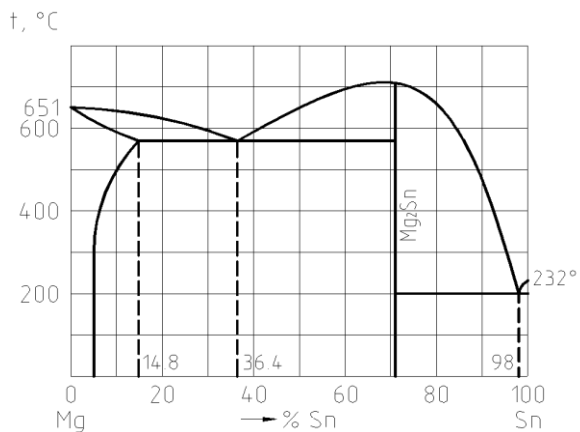


Диаграмма состояния Mg – Sn

№ 23

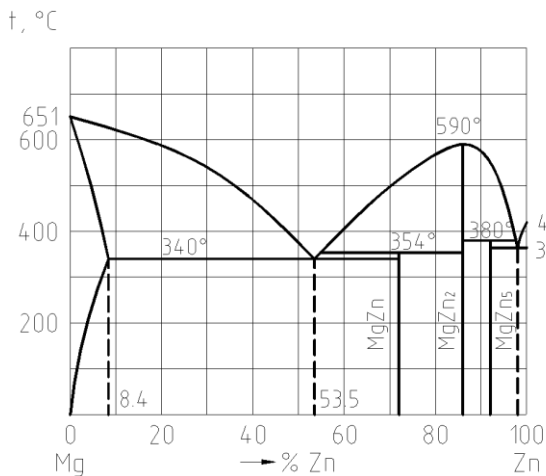


Диаграмма состояния Mg – Zn

№ 24

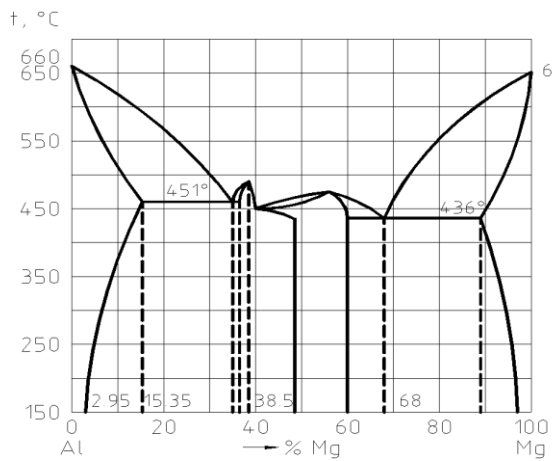


Диаграмма состояния Al – Mg

№ 25

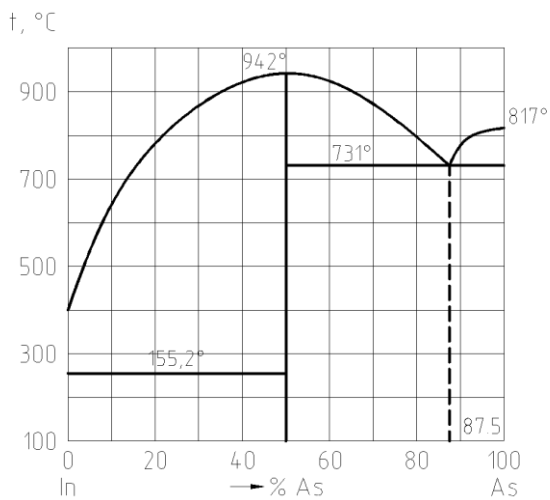


Диаграмма состояния Ln – As

№ 26

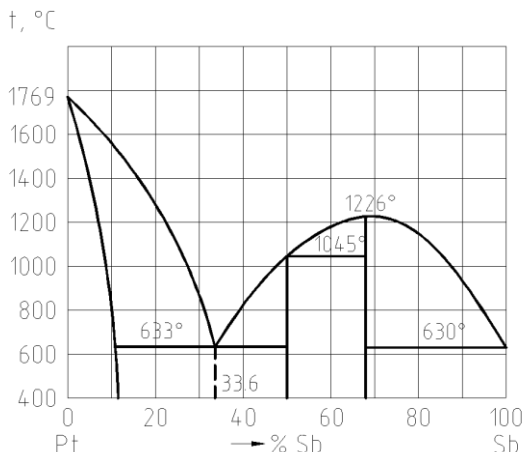


Диаграмма состояния Pt – Sb

РАБОТА № 3.

Расшифровка марок конструкционных материалов и сплавов цветных металлов

1. Приведите полное название и назначение конструкционных материалов и сплавов цветных металлов.
2. Укажите качество, структуру и примерный химический состав марок материалов и сплавов (раскрыть содержание всех букв и цифр марки). В ряде сплавов содержание компонентов прямо не указано в марке, но следует из принципов маркировки данного материала и должно быть отражено при расшифровке.
3. Укажите область применения конструкционных материалов и сплавов цветных металлов.

Таблица 3

Вариант	Марки конструкционных материалов и сплавов цветных металлов				
1	Ст6пс	40Х	У11	40ХГФА	А40Г
	СЧ21	АМг5П	БрБ2	Д12	Л63
2	10	40Г	У8А	ВЧ80-3	АМг6
	АЛ2	БрОЦ4-3	Д1	А40Г	Б83
3	30	12Г2СД	У7	ВЧ38-17	АМц5
	ЛС59-1	АД33	БрОЦ4-3	АЦ4Мг	09Г2С
4	40	40ХН	У13А	30ХГС	АМг5
	Л90	СЧ45	БрБ2,5	А11	А12
5	20	Ст2кп	У9	18ХГТ	Д1
	БрАЖ9-4	ВЧ80	БрКН1-3	ЛЦ40С	АЛ19
6	35	Ст3Гпс	У12А	АЛ22	30ХГСА
	ЛЦ40С	КЧ45-7	БрХ0,5	Д18	АС40
7	50Г	Ст5Гсп	У8	12Х18Н9	В95
	БрС30	СЧ30	Б83	12ХН2	ЛН65-5
8	60С	Ст6Гпс	АС20ХГНМ	60С2Х2	АК6
	ЛЦ30А	КЧ60-3	БрО5Ц5С5	У10А	Д20
9	75	Ст4кп	У12	АМг4,5	60С2ФА
	БрА5	ВЧ70	Р12	ЛЦ40С	ЛЦ16К4
10	10	Ст6сп	У11А	Р121Ф3	АЛ9
	ЛК80-3	СЧ18	БрС30	40Х13	09Г2С
11	Ст3Гсп	20пс	У11	65Г	Л63
	СЧ21	АМг5П	БрБ2	9Х5ВФ	Р5К5
12	08кп	Л96	Х12ВМ	Р9	АМг6
	АЛ2	ЛО60-1	ВЧ80-3	ШХ15	Б83
13	15	Ст1кп	30ХГСМА	Р6М5К5	АМг2М
	ВЧ120	7ХГНМ	Л63	У8А	9ХС
14	65	Ст2пс	У9	55ХГР	АД31Т
	ЛЦ16К4	БрО10Ц2	КЧ45-6	15ХСНД	9ХВ

Продолжение табл. 3

Вариант	Марки конструкционных материалов и сплавов цветных металлов				
15	35	Ст3кп	18Х2НЧВА	У10А	АЛ4
	БрА7	ЛА77-2	СЧ30	60С2ХФА	АД31
16	45	40Х	У12	АЛ22	Д16
	БрАЖ9-4	10Г2С1	СЧ18	16Г2САФ	7Х3
17	40Х	Ст5сп	У13А	55С2	АЛ9
	ЛС59-1	14Г2АФ	АЧС-3	БС6	08Х13
18	55	30Х	У7	Р12	АМцМ
	БрО10Ц2	ЛА67-2,5	СЧ15	10Г2С1Д	Д1
19	60Г	Ст6Гпс	Р12Ф3	АМг4,5	АД31Т5
	Бр10Ф1	ЛК80-3	40Х10С2М	СЧ35	4Х5МФС
20	70Г	Ст3Гсп	25ХГМ	Р18	Л59
	БрБ5	АЛ9	ЧВГ15	23Х2Г2Т	Д20
21	10кп	20пс	У11	65Г	70С3А
	КЧ35-10	АМг5П	БрБ2	Л63	19ХГНАС
22	Ст3кп	Х12ВМ	Р9	60С2ХФА	АМг6
	ВЧ80-3	БрОЦ4-3	Л96	АМг6М	10Г2СД
23	Ст4сп	15ХФ	БрА11Ж6Н6	9Х5ВФ	АЛ7
	СЧ15	Р6М5	ЛАЖ60-1-1	АМг2Н2	12Г2СМФ
24	Ст2пс	40Х	Р8М3	40ХН	АЛ20
	АЧВ-2	БрА3	ЛЦ16К4	АМц1,5	14Г2АФ
25	Ст4сп	70Г	Р12Ф4К5	30ХГС	А20
	ВЧ38-17	БрО10	ЛЦ40С	АД31Т	40Х2Н2М
26	Ст5Гсп	40ХН	У11А	35ХГСА	АЛ22
	АЧС-1	АЛ22	ЛАН59-1	АК4-1	60С2Н2А
27	Ст6сп	Р18	38ХМЮА	18ХГТ	А40Г
	ВЧ120	БрО10Ц2	ЛМц58-2	Д18	20Х2Н4А
28	Ст1кп	12Н4А	ШХ9	10Г2СА	АС14
	КЧ30-6	Б88	ЛО70-1	АД31Т4	09Г2Д

Окончание табл. 3

Вариант	Марки конструкционных материалов и сплавов цветных металлов				
29	Ст4сп	7Х12ВМ	Р8МЗ	АМг4,5	А35Е
	КЧ37-12	АК4	БрКН1-3	АМц1М	12Х18Н10
30	Ст3Гпс	9Х5ВФ	У13	ХВГ	АС40
	СЧ45	АЛ9	ЛН65-5	АК8	40Х9С2

РАБОТА № 4.

Подбор параметров режима ручной дуговой сварки

1. Выбрать и изобразить тип сварного стыкового соединения и угол разделки свариваемых кромок по ГОСТ 5264-86 [8].
2. Подобрать диаметр электрода ($d_э$, мм).
3. Выбрать силу сварочного тока ($I_{св}$, А).
4. Подсчитать количество проходов (слоев).
5. Определить основное технологическое время горения дуги ($t_{св}$, ч).
6. Рассчитать полное время (T , ч) работы источника питания.
7. Определить расход электродов ($P_{эл}$, г).
8. Определить скорость сварки ($V_{св}$, м/ч).
9. Рассчитать расход электроэнергии ($P_э$, кВт·ч).

Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Вариант	Толщина металла, мм	Длина сварного шва, м	Марка стали	Положение шва в пространстве
1	22	15	30	Нижнее
2	14	14	12Х13Н10Т	Горизонтальное
3	8	10	Ст3пс	Вертикальное
4	12	13	Ст2пс	Потолочное
5	6	5	09Г2С	Вертикальное

Окончание табл. 4

Вариант	Толщина металла, мм	Длина сварного шва, м	Марка стали	Положение шва в пространстве
6	24	10	14Г2АФ	Горизонтальное
7	9	12	12ГС	Потолочное
8	11	15	20	Вертикальное
9	20	5	15ХФ	Горизонтальное
10	10	18	17ГС	Нижнее
11	6	10	Ст3пс	Потолочное
12	9	21	15ГФ	Вертикальное
13	12	20	17ГС	Горизонтальное
14	5	5	Ст3пс	Вертикальное
15	8	22	15ГФ	Вертикальное
16	11	24	18ХГТ	Горизонтальное
17	4	26	10Г2	Потолочное
18	8	11	15ХФ	Потолочное
19	10	12	25Г	Нижнее
20	21	14	40	Горизонтальное
21	7	16	08пс	Вертикальное
22	4	19	Ст4кп	Вертикальное
23	14	8	35	Горизонтальное
24	8	17	09Г2АФ	Горизонтальное
25	9	29	25ХГСА	Вертикальное
26	12	18	15ХМ	Горизонтальное
27	5	23	19Г	Полочное
28	8	22	Ст5пс	Вертикальное
29	10	16	10Г2С1	Нижнее
30	4	4	10	Потолочное

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адашкин, А. М.* Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник для бакалавров и магистров по специальностям 15.00.00 «Машиностроение» и 22.00.00 «Технологии материалов» / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. – 400 с.
2. *Металлические конструкции, включая сварку* : методические указания по выполнению лабораторных работ по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения / М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), Каф. метал. и деревян. конструкций ; сост. Т. П. Бацунова. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. – URL: [24](http://mega.sibstrin.ru/MegaPro/Download/MObject/794/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8,%20%D0%B2%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%8F%20%D1%81%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83.%20%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%20%D1%83%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F.%20%D0%A1%D0%BE%D1%81%D1%82.%20%D0%A2.%20%D0%9F.%20%D0%91%D0%B0%D1%86%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0.%20%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%81%D0%BA,%20%D0%9D%D0%93%D0%90%D0%A1%D0%A3%20(%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BD),%202016.pdf. – Текст : электронный.3. <i>Жизняков, С. Н.</i> Сварка и резка в строительстве / С. Н. Жизняков, В. И. Мельник. – Москва : Стройиздат, 1995. – 234 с.</div><div data-bbox=)

4. *Материаловедение и технология металлов*: учебник / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. – Москва : Высшая школа, 2008. – 638 с.
5. *Технология конструкционных материалов*: учебник / О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, А. С. Чаус [и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. – Минск : Новое знание, 2009. – 560 с.
6. *Сварка строительных металлических конструкций*: учебник / В. М. Рыбаков, Ю. В. Ширмов, Д. М. Черновский. – Москва : Стройиздат, 1993. – 267 с.
7. *Технология металлов и сварка* / П. И. Полухин, Б. Г. Гринберг, В. Т. Жадан [и др.] ; под ред. П. И. Полухина. – Москва : Высшая школа, 1977. – 464 с.
8. *ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры*: изм. 1 : введ. 1981-07-01. – Гр. В05. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

Составители

Татьяна Павловна Бацунова
Виталий Леонидович Караван

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ,
ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ

Методические указания
и задания к практическим работам
для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
всех форм обучения

Редактор А.В. Тренина

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
