

Федеральное агентство по образованию
Томский государственный
архитектурно-строительный университет

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания для самостоятельной работы
студентов ЗФ и выполнения контрольной работы № 1

Часть 1

Составитель Т.Ю. Малеткина

Томск 2008

Технология конструкционных материалов: методические указания. Часть 1 / Сост. Т.Ю. Малеткина. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 32 с.

Рецензент профессор Д.В. Лычагин
Редактор Е.Ю. Глотова

Методические указания предназначены для выполнения контрольных работ студентами 1-го и 2-го курсов заочной формы обучения по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для специальностей 270102, 270106, 270105, 270109, 270112, 270115 направления 270100 – «Строительство», 270200 – направления «Транспортное строительство», 120300 – направления «Землеустройство и кадастры».

Печатаются по решению методического семинара кафедры общего материаловедения и технологии композиционных материалов № 8 от 30.06.2008.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В. В. Дзюбо

с 01. 09. 20008
до 01. 09. 2013

Подписано в печать.
Формат 60x90/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс, печать офсет.
Уч.-изд. л. 1,7. Тираж 250 экз. Заказ №

Изд-во ТГАСУ, 634003, г.Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство – одна из самых металлоёмких отраслей народного хозяйства. Значительная часть выплавляемой стали расходуется на изготовление строительных металлоконструкций.

При изготовлении конструкций сталь подвергается действию технологических операций: сварке, резке огневым и механическим способами, механической обработке, правке, гибке, вальцовке. При этом она не должна разрушаться, сохраняя, по возможности, стабильность микроструктуры и механических свойств. В сварных конструкциях, изобилующих концентраторами напряжений, сталь при эксплуатации длительное время должна выдерживать статические, динамические, переменные нагрузки, часто при низких температурах и в агрессивных средах. Поэтому существуют определённые требования к свойствам конструкционных материалов: прочности, сопротивлению хрупкому разрушению, свариваемости и др. Эти требования представлены в нормативно-технической документации: государственных стандартах на стали и изделия из них (ГОСТ), строительных нормах и правилах (СНиП), технических условиях (ТУ).

Курс «Технология конструкционных материалов» изучает современные конструкционные металлические материалы и способы изготовления из них изделий. Знание этих вопросов позволяет правильно подойти к выбору и использованию металлических материалов в строительстве в зависимости от условий эксплуатации металлоконструкций.

В результате изучения дисциплины студент должен:

— знать физическую сущность явлений, происходящих в материалах под воздействием различных факторов, и влияние их на свойства материалов; основные свойства и области применения современных металлических материалов;

— уметь на основе анализа условий работы металлоконструкций правильно выбирать материал и его обработку для по-

лучения служебных свойств металлоконструкций, для обеспечения их высокой надежности и долговечности.

Курс «Технология конструкционных материалов» состоит из следующих разделов:

- 1) основы металловедения и термической обработки;
- 2) металлургия и литейное производство;
- 3) обработка металлов давлением (пластическим деформированием);
- 4) сварка и сварочное производство.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел I. ОСНОВЫ МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1.1. Основные методы исследования металлов. Понятие о структуре металлов. Макроструктурный, микроструктурный и физические методы исследования металлов и сплавов.

Методические указания

Структуру металлов и сплавов подразделяют на макроструктуру, микроструктуру и тонкую структуру (субструктуру). Для изучения структуры применяют разные методы исследования, основными из которых являются макроскопический и микроскопический анализы, каждый из которых представляет совокупность методов исследования. Необходимо знать возможности этих методов исследования, а также методики их проведения.

1.2. Атомно-кристаллическое строение металлов. Характерные признаки металлического состояния. Металлический тип связи. Понятия о кристаллической решетке и элементарной ячейке. Основные типы кристаллических решеток металлов. Явление полиморфизма. Анизотропия свойств кристаллов.

Дефекты кристаллического строения металлов и их влияние на свойства металлов.

Методические указания

Изучите характерные свойства металлов, отличающие их от неметаллов. Заметьте, что металлы характеризуются особым типом межатомной связи, называемым металлическим. Особое внимание уделите типам кристаллических решеток, характерным для металлов (ОЦК, ГЦК, ГПУ). Полиморфизм металлов рассмотрите на примере железа.

В реальных металлах нет идеально правильного расположения атомов во всем объеме кристалла, т. е. в них всегда имеются дефекты кристаллического строения. Необходимо знать основные виды дефектов кристаллического строения и влияние их на свойства металлов. При этом особое внимание следует уделить дислокациям.

1.3. Кристаллизация металлов. Общие закономерности. Механизм и кинетика кристаллизации чистых металлов. Величина зерна. Модифицирование жидкого металла. Строение металлического слитка.

Методические указания

Формирование структуры металла происходит при кристаллизации и последующем охлаждении. В большинстве случаев металл должен иметь мелкозернистое строение. Необходимо понять, какие факторы определяют размер зерна литого металла и какими практическими методами можно регулировать величину зерна.

1.4. Упругая и пластическая деформации. Механические свойства металлов и сплавов. Механизм пластической деформации в моно- и поликристаллических телах. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Явление наклепа. Механические свойства, определяемые при статическом растяжении. Твердость металлов и основные методы ее определения. Явление усталости и предел выносливости металлов. Разрушение металлов: хрупкое, вязкое и смешанное. Ударная вязкость и ее определение. Явление хладноломкости.

Методические указания

Пластическая деформация в монокристаллах может проходить путем скольжения и двойникования. В поликристаллических метал-

лах пластическая деформация начинается не одновременно во всех зернах. Необходимо понять, с чем это связано и к чему приводит. Особое внимание уделите влиянию пластической деформации на структуру металлов и явлению наклепа. Изучите основные методы определения механических свойств металлов и физический смысл полученных характеристик. При рассмотрении разрушения металлов особое внимание уделите хрупкому разрушению, как наиболее опасному, а также явлению хладноломкости и способам определения порога хладноломкости.

1.5. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Возврат (отдых и полигонизация). Рекристаллизация: первичная, собирательная, вторичная. Влияние нагрева на свойства наклепанного металла. Факторы, влияющие на размер рекристаллизованного зерна. Холодная и горячая пластическая деформация металла.

Методические указания

Необходимо знать сущность процессов возврата и рекристаллизации: при возврате микроструктура деформированного металла остаётся без изменений, а при рекристаллизации образуются новые равноосные зерна. Обратите внимание на способы регулирования величины рекристаллизованного зерна и принципиальную разницу между холодной и горячей пластической деформацией.

1.6. Элементы теории сплавов. Способы получения сплавов. Типы фаз в металлических сплавах: твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы. Диаграммы состояния двойных систем (с полной растворимостью в твердом состоянии, с эвтектическим превращением). Правило отрезков и правило концентраций. Ликвация в сплавах.

Методические указания

Сплавы имеют более сложное строение, чем чистые металлы. Оно обусловлено тем, в какое взаимодействие вступают образующие сплав элементы. Необходимо понять, что собой представляют твердые растворы (замещения и внедрения), химические соединения (промежуточные фазы) и механические смеси. Наглядное представление о состоянии сплавов в зависимости от химического состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую ме-

тодику разбора диаграмм состояния с применением правила определения состава фаз (правила концентраций) и количественного соотношения фаз (правила отрезков).

1.7. Стали и чугуны. Диаграмма состояния сплавов системы «железо – цементит». Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики и свойства. Формирование структуры углеродистых сталей и белых чугунов при медленном охлаждении.

Углеродистые и легированные стали. Влияние углерода, постоянных примесей и легирующих элементов на свойства стали. Классификация сталей. Маркировка углеродистых и легированных сталей.

Методические указания

Диаграмма состояния сплавов системы «железо – цементит» (см. приложение) является основой для изучения структуры и свойств железоуглеродистых сплавов. Студент обязан уметь по памяти вычертить указанную диаграмму и рассмотреть формирование структуры сплава любой концентрации при охлаждении из жидкого состояния или нагреве до него с применением правила фаз и правила отрезков. В приложении дан пример использования диаграммы состояния для построения кривых нагрева и охлаждения и применения правила определения состава фаз (правила концентраций) и количественного соотношения фаз (правила отрезков).

Промышленные стали обязательно содержат кроме железа и углерода постоянные примеси, которые тоже оказывают влияние на свойства сталей. Необходимо четко уяснить, в чем заключается вредное влияние на сталь серы и фосфора, а также с какой целью добавляют в сталь легирующие элементы, и какое влияние они оказывают на структуру и свойства сталей. Важно научиться расшифровывать обозначения углеродистых и легированных, строительных и арматурных сталей.

1.8. Основы теории термической обработки стали. Критические точки сталей и влияние на них легирующих элементов. Превращения, происходящие при нагреве стали. Рост зерна аустенита. Перегрев и пережог. Влияние размера зерна на свойства стали. Превращения при охлаждении стали из аустенитно-

го состояния. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита углеродистой эвтектоидной стали. Перлитное превращение. Свойства перлита, сорбита и троостита. Мартенситное превращение, его основные особенности.

Превращения при нагреве закаленной стали. Строение и свойства структур отпуска. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.

Виды термической обработки конструкционных сталей: отжиг, нормализация, термическое улучшение, контролируемая прокатка (обработка с прокатного нагрева).

Термомеханическая обработка стали (ТМО). Основные виды ТМО. Влияние ТМО на свойства стали.

Методические указания

Термическая обработка является наиболее рациональным способом изменения структуры и, следовательно, свойств сталей в достаточно широком диапазоне. В большинстве видов термической обработки (отжиг второго рода, нормализация, закалка) сталь нагревается до аустенитного состояния.

При этом основная цель нагрева стали – получение структуры мелкозернистого аустенита. В связи с этим надо четко представлять, как следует выбирать температуру нагрева в зависимости от химического состава стали и вида термической обработки.

Конечная структура и, следовательно, свойства стали формируются при охлаждении из аустенитного состояния, т. е. при распаде или при превращении переохлажденного аустенита. Следовательно, этим вопросам необходимо уделить особое внимание, ибо вся технология термической обработки базируется именно на этом. При изучении превращений переохлажденного аустенита необходимо провести сравнительный анализ строения и свойств перлита, сорбита, троостита, бейнита и мартенсита, получаемых при распаде аустенита в процессе охлаждения и при отпуске закаленной стали.

1.9. Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе алюминия. Классификация и термическая обработка алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой. Литейные сплавы. Алюминиевые сплавы в строительстве.

Сплавы на основе меди. Латунь, их свойства, маркировка и применение. Бронзы оловянистые, алюминиевые, марганцовистые, свинцовые и бериллиевые (состав, свойства, маркировка и области применения).

Титан и его свойства. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Термическая обработка титана и его сплавов.

Методические указания

При изучении сплавов цветных металлов необходимо обратить особое внимание на преимущества тех или иных сплавов, на их термическую обработку и, в частности, на процесс старения сплавов. Надо знать маркировку и область применения цветных металлов и их сплавов.

1.10. Понятие о коррозии металлов и сплавов. Виды коррозии: химическая и электрохимическая. Способы борьбы с коррозией.

Методические указания

Большая часть металлоконструкций выходит из строя по причине коррозии. Строительные конструкции чаще подвергаются атмосферной коррозии и коррозии под напряжением (стресс-коррозии), трубопроводы – почвенной и электрической коррозии. Необходимо уделить внимание изучению механизмов коррозии и способам защиты от коррозии в зависимости от условий эксплуатации конструкций.

1.11. Общая классификация неметаллических материалов, их свойства. Композиционные материалы. Керамика. Полимерные материалы и резина.

Методические указания

При изучении полимерных материалов необходимо обратить внимание на форму макромолекул, которая существенно влияет на их свойства и определяет их поведение при нагреве. Надо знать, что входит в состав пластмасс и резин помимо полимеров, и технологию изготовления изделий из этих материалов.

РАЗДЕЛ II. МЕТАЛЛУРГИЯ И ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

2.1. Исходные материалы, применяемые в металлургии чугуна и стали. Подготовка руд к плавке. Огнеупорные материалы.

2.2. Производство чугуна. Устройство доменной печи. Процесс

выплавки чугуна. Продукты доменного производства. Использование доменного газа и шлака в строительстве. Техничко-экономические показатели работы доменных печей. Прямое восстановление железа из руд.

2.3. Производство стали. Исходные материалы для получения стали. Современные способы производства стали в конвертерах, мартеновских и электрических печах. Характеристика получаемой стали и области ее применения. Техничко-экономические показатели производства стали в конвертерах, мартеновских и электрических печах. Использование шлаков сталеплавильного производства в строительстве.

2.4. Раскисление и разливка стали. Непрерывная разливка стали. Разливка стали под вакуумом. Строение стального слитка. Дефекты слитка и способы их устранения.

2.5. Общие сведения о литейном производстве. Литейные свойства металлов и сплавов. Физические основы и классификация методов формообразования заготовок литьём. Техничко-экономические показатели изготовления литых деталей и изделий.

2.6. Литьё в разовые песчано-глинистые формы. Состав литейной формы. Технология изготовления литейных форм. Машинная и ручная формовка. Понятие о назначении и устройстве литниковой системы. Стадии технологического процесса получения отливок.

2.7. Специальные способы литья: литьё в кокиль, по выплавляемым моделям, литьё под давлением, центробежное литьё, литьё в оболочковые формы.

2.8. Контроль качества и исправление дефектов отливок. Основные способы предупреждения дефектов.

Методические указания

Около 90 % получаемых металлов и сплавов – это продукты чёрной металлургии: стали, чугуны и ферросплавы. Большая часть конструкционных сталей, применяемых в строительстве, выплавляется в кислородных конвертерах, где исходным сырьём является металлолом (скрап) и жидкий чугун. При изучении металлургических процессов необходимо обратить внимание, что производительность процессов выплавки стали и её качество существенно зависят не только от химического состава исходных материалов, но и от способа выплавки и степени раскисления стали.

Литьё является универсальным способом получения заготовок для машиностроения и приборостроения. Литьём также получают трубы и трубопроводную арматуру из чугуна и сплавов на основе цветных металлов, опорные части металлоконструкций и т. д.

Следует обратить внимание при изучении раздела на особенности разных способов литья, их достоинства и недостатки, а также на контроль качества отливок.

РАЗДЕЛ III . ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

3.1. Общие сведения об обработке металлов давлением. Основные виды обработки металлов давлением. Физическая природа пластической деформации металла. Холодная и горячая деформация, влияние обработки давлением на структуру и свойства металла; наклеп и рекристаллизация. Влияние на пластичность металла химического состава, структуры, температуры нагрева, скорости и степени деформации. Понятие о напряженном и деформированном состоянии металлов. Значение обработки металлов давлением в строительстве и промышленности.

3.2. Нагрев металла и нагревательные устройства. Температурный интервал обработки металлов давлением. Продолжительность нагрева. Требования, предъявляемые к нагреву металла. Виды нагревательных устройств.

3.3. Прокатка. Сущность и схема процесса прокатки. Инструменты, оборудование и исходные материалы при прокатке. Сортамент проката. Технологический процесс производства проката.

3.4. Прессование. Сущность процесса прессования. Инструменты, оборудование и исходные материалы при прессовании. Методы прессования. Виды прессованных профилей.

3.5. Волочение. Сущность процесса волочения. Инструменты, оборудование и исходные материалы при волочении. Изделия волочения.

3.6. Свободная ковка. Сущность данного способа обработки давлением. Инструменты, оборудование и исходные материалы при ковке. Изделияковки.

3.7. Объёмная и листовая штамповка. Инструменты, оборудование и исходные материалы. Особенности данных способов обработки и получаемые изделия.

Методические указания

В строительстве применяют преимущественно различные виды стального проката и прессованных профилей. При их изготовлении материал подвергается пластическому деформированию в горячем или холодном состоянии. При воздействии температуры и давления меняются структура и свойства материала. Следует обратить внимание при изучении различных способов обработки давлением не только на инструменты, оборудование, сущность способов обработки давлением, но и на особенности технологических процессов и окончательные свойства материалов полученных изделий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Контрольная работа №1 состоит из 4 вопросов, которые охватывают три раздела дисциплины. Большинство из них имеют практический уклон и требуют для ответа основательной проработки этого раздела. Номер варианта контрольной работы выбирается из таблицы вариантов по последним цифрам номера зачётной книжки.

Ответы на вопросы должны быть краткими, но четкими, по существу. Не допускается дословное воспроизведение текста из учебников. Работа выполняется в обычной тетради рукописным способом либо на компьютере в формате А4. На каждой странице слева должно быть поле шириной не менее 20 мм.

На титульном листе должны быть указаны название дисциплины, номер контрольной работы, фамилия, имя и отчество студента и номер его зачётной книжки.

Таблица вариантов

Вариант	Последние цифры номера зачётной книжки				
1	001	031	061	081	111
2	002	032	062	082	112
3	003	033	063	083	113
4	004	034	064	084	114
5	005	035	065	085	115
6	006	036	066	086	116
7	007	037	067	087	117
8	008	038	068	088	118
9	009	039	069	089	119
10	010	040	060	090	120
11	011	041	061	091	121
12	012	042	062	092	122
13	013	043	063	093	123
14	014	044	064	094	124
15	015	045	065	095	125
16	016	046	066	096	126
17	017	047	067	097	127
18	018	048	068	098	128
19	019	049	069	099	129
20	020	050	070	100	130
21	021	051	071	101	131
22	022	052	072	102	132
23	023	053	073	103	133
24	024	054	074	104	134
25	025	055	075	105	135
26	026	056	076	106	136
27	027	057	077	107	137
28	028	058	078	108	138
29	029	059	079	109	139
30	030	060	080	110	140

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

Вариант 1

1. Что такое элементарная кристаллическая решетка? Начертите основные виды элементарных кристаллических решеток и дайте им характеристику.

2. Приведите классификацию сталей по назначению и требования к ним в зависимости от условий использования. Отличие в обозначениях конструкционных и инструментальных сталей.

3. Какие исходные материалы применяют при выплавке чугуна в доменных печах? Приведите их характеристику и способы подготовки их к плавке.

4. Холодная и горячая деформации, влияние обработки давлением на структуру и свойства металла.

Вариант 2

1. Дайте определение твердых растворов, химических соединений и механических смесей. Особенности их строения и свойства.

2. Классификация сталей по химическому составу и качеству.

3. Приведите классификацию огнеупорных материалов и требования, предъявляемые к этим материалам.

4. Опишите производство бесшовных труб.

Вариант 3

1. Приведите основные механические свойства металлов и сплавов и их характеристики.

2. Обозначение углеродистых сталей обыкновенного качества и качественных.

3. Перечислите исходные материалы для производства стали в мартеновских печах и дайте их характеристику.

4. Охарактеризуйте производство сортового и фасонного проката, применяемого в строительстве.

Вариант 4

1. Явление полиморфизма. Полиморфизм железа.
2. Влияние химического состава, структуры, скорости и степени деформации на пластичность металлов.
3. Начертите схему доменной печи, назовите ее главные части и укажите примерные температуры в различных зонах печи.
4. Охарактеризуйте производство гнутых профилей из листа и ленты, применяемых в строительстве.

Вариант 5

1. Охарактеризуйте основные технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов.
2. Раскисление сталей. Классификация сталей по степени раскисления.
3. Опишите основной процесс, происходящий в доменной печи. Приведите уравнения химических реакций этого процесса.
4. Назначение нагрева металла перед обработкой давлением и выбор температур нагрева.

Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит». Покажите на диаграмме линии ликвидуса и солидуса и определите между ними фазовый состав сталей. Используя правило отрезков, определите количественное соотношение фаз в стали, содержащей 0,8 % С при температуре 1400 °С.
2. Классификация сталей по содержанию легирующих элементов. Влияние легирующих элементов на свойства сталей.
3. Опишите электрические печи для выплавки стали и принцип их работы.
4. Кратко охарактеризуйте общую схему технологического процесса прокатки. Изложите технологию прокатки блюмов и слябов.

Вариант 7

1. Назовите фазы в структуре сталей и белых чугунов и охарактеризуйте их.
2. Классификация легированных конструкционных сталей и принцип их маркировки.
3. Назовите продукты доменной плавки и укажите области их применения.
4. Перечислите виды нагревательных печей, применяемых для нагрева металла под обработку давлением и дайте их краткую характеристику.

Вариант 8

1. Начертите диаграмму состояния сплавов системы «железо – цементит» с указанием во всех ее областях структурных составляющих. Охарактеризуйте структурные превращения, происходящие при охлаждении чугуна с 3,5 % С и начертите кривую его охлаждения. При температуре 1200 °С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.
2. Арматурные стали. Свойства, назначение и обозначение стержневой и проволочной арматуры.
3. Выплавка стали в мартеновских печах. Приведите схему печи и опишите её конструкцию.
4. Приведите схемы прокатных валков и дайте их характеристику.

Вариант 9

1. Начертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит» с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,9 % С. При температуре 1350 °С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

2. Строительные стали. Их свойства, область применения и обозначение.

3. Опишите способы разливки стали. Приведите схему слитка с указанием основных зон и возможных дефектов.

4. Горячая и холодная обработка металлов давлением. Выбор температуры нагрева заготовок при производстве стального горячекатаного проката.

Вариант 10

1. Вычертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит» и, пользуясь ей, начертите кривую охлаждения сплава, содержащего 3,0 % С. Используя правило отрезков, определите количественное соотношение фаз в стали при температуре 1200 °С.

2. Чистые металлы: титан, алюминий, медь. Их свойства и области применения.

3. Опишите способы улучшения качества стали.

4. Начертите схему прессования труб и других профилей и охарактеризуйте технологию их производства.

Вариант 11

1. Вычертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит». Начертите кривую нагрева сплава, содержащего 1 % С. Используя правило отрезков, определите количественное соотношение фаз в стали при температуре 1400 °С.

2. Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой – АМц, АМг2...АМг6: укажите их химический состав, механические свойства в отожженном и нагартованном состояниях, области применения.

3. Выплавка стали в кислородных конвертерах. Приведите схему и опишите конструкцию кислородного конвертера.

4. Прокатка. Сущность и схемы процесса прокатки. Инструменты, оборудование и исходные материалы при прокатке.

Вариант 12

1. Вычертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит». Начертите кривую охлаждения сплава, содержащего 5 % С. Определите фазовый состав сплава при температуре 1000 °С и определите содержание углерода в каждой из фаз.

2. Бронзы деформируемые и литейные: приведите химический состав бронз и их характерные механические свойства.

3. Приведите основные операции при подготовке руды к плавке в доменных печах.

4. Сортамент проката. Технологический процесс производства проката.

Вариант 13

1. Назовите основные виды термической обработки стали и кратко охарактеризуйте их.

2. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой – дюралюминий, авиали, высокопрочные сплавы. Приведите химический состав некоторых указанных сплавов, укажите области применения их, наиболее типичные режимы термической обработки и получаемые механические свойства.

3. Приведите и опишите промышленную схему получения алюминия.

4. Горячая объемная штамповка. Инструменты, технологическая оснастка, исходные материалы и режимы штамповки.

Вариант 14

1. Изложите сущность процесса закалки сталей и укажите температурный интервал полной закалки конструкционной стали.

2. Сплавы меди с цинком – латуни (деформируемые и литейные): приведите химический состав деформируемых латуней и их характерные механические свойства.

3. Опишите разливку стали с использованием вакуума.

4. Прокатные станы. Основные составляющие, классификация и назначение прокатных станов.

Вариант 15

1. Назначение и виды отжига сталей. Нормализация.
2. Явление усталости и предел выносливости металлов. Метод его определения.
3. Опишите электрошлаковый переплав стали.
4. Приведите основные схемы прессования металлов и охарактеризуйте их. Приведите и охарактеризуйте основные операцииковки.

Вариант 16

1. Назначение и виды отпуска сталей. Структуры отпуска. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.
2. Изменение структуры и свойств деформированного металла при нагреве; возврат и рекристаллизация.
3. Начертите схему и изложите сущность способа непрерывной разливки стали и его преимущества.
4. Начертите схемы и изложите технологический процесс волочения.

Вариант 17

1. Характерные признаки металлического состояния. Металлический тип связи. Понятия о кристаллической решетке.
2. Понятие о коррозии металлов и сплавов. Виды коррозии: химическая и электрохимическая.
3. Назовите основные литейные сплавы и укажите литейные свойства металлов и сплавов.
4. Начертите схему волокна, укажите ее основные зоны и приведите материал, из которого изготавливается волокна.

Вариант 18

1. Дефекты кристаллического строения металлов и их влияние на свойства металлов.
2. Способы борьбы с коррозией.
3. Опишите вакуумно-дуговой переплав стали.

4. Как классифицируют волочильные станы? Опишите принцип их работы.

Вариант 19

1. Упругая деформация. Механизм пластической деформации в моно- и поликристаллических телах.

2. Хладноломкость и хладостойкость конструкционных сталей.

3. Опишите способ литья в металлические формы (кокили), укажите его преимущества, недостатки и область применения.

4. Сущность процесса свободнойковки, инструменты, оборудование и изделия.

Вариант 20

1. Механические свойства, определяемые при статическом растяжении. Способы их определения.

2. Что такое наклеп металла и как он влияет на структуру и свойства металлов.

3. Литьё в разовые песчано-глинистые формы. Состав литейной формы.

4. Прессование металлов и сплавов. Сущность процесса прессования. Инструменты, оборудование и исходные материалы при прессовании.

Вариант 21

1. Твердость металлов и основные методы ее определения.

2. Разрушение металлов: хрупкое, вязкое и смешанное.

3. Спокойная, кипящая, полуспокойная сталь, особенности свойств и строения слитков из этих сталей.

4. Методы прессования. Виды прессованных профилей.

Вариант 22

1. Рекристаллизация: первичная, собирательная, вторичная. Факторы, влияющие на размер рекристаллизованного зерна

Влияние процессов рекристаллизации на свойства наклепанного металла.

2. Начертите диаграмму состояния сплавов «железо–цементит» и, пользуясь ей, начертите кривую охлаждения сплава, содержащего 0,5 % С. Определите фазовый состав сплава при температуре 1147 °С и определите содержание углерода в фазах.

3. Структура молекул и пространственное строение полимеров.

4. Элементы литниковой системы и основные требования к ней.

Вариант 23

1. Что такое термическое улучшение стали? Определите температуру нагрева на разных стадиях данной термообработки для стали с содержанием углерода 0,4 %, опишите происходящие при нагреве и охлаждении превращения, конечную структуру и свойства.

2. Углеродистые стали обыкновенного качества, приведите их маркировку и укажите область применения.

3. Опишите сущность способа литья в оболочковые формы, его преимущества и область применения.

4. Что такое многоручьевая штамповка, перечислите основные виды ручьев.

Вариант 24

1. Что такое нормализация стали? Определите температуру нагрева при нормализации стали 45, опишите происходящие при нагреве и охлаждении превращения, конечную структуру и свойства.

2. Натуральные и синтетические полимерные материалы: классификация полимеров по составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, полярности и отношению к нагреву.

3. Опишите процесс изготовления разовых литейных форм.

4. Укажите основные формоизменяющие операции листовой штамповки, приведите их схемы.

Вариант 25

1. Термомеханическая обработка деформируемых алюминиевых сплавов.

2. Состав, классификация и свойства пластмасс. Краткая характеристика термостойких пластиков. Термопласты с наполнителями.

3. Опишите способ литья под давлением, укажите его преимущества, недостатки и область применения.

4. Производство специальных видов проката.

Вариант 26

1. Классификация сталей в зависимости от фазовой микроструктуры. Структура и свойства доэвтектоидных сталей.

2. Назовите и кратко опишите алюминиевые сплавы, применяемые в строительстве.

3. Опишите способ литья по выплавляемым моделям, укажите основные преимущества, недостатки и область применения.

4. Производство сварных труб.

Вариант 27

1. К какой группе качества относятся следующие марки сталей: 45, 08кп, 30ХГС? Расшифруйте марки и укажите области применения для каждой марки стали.

2. Низколегированные строительные стали. Укажите их свойства, виды термообработки, группу прочности. Влияние легирующих элементов на свойства низколегированных сталей.

3. Опишите технологию изготовления разовой литейной формы.

4. Перечислите и охарактеризуйте разделительные операции листовой штамповки, укажите используемое при этом оборудование.

Вариант 28

1. Какую пластическую деформацию называют горячей? Как она влияет на структуру и свойства металлов?

2. Начертите диаграмму состояния сплавов системы «железо–цементит» с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,6 % С. При температуре 800 °С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Укажите современные способы контроля качества отливок и дайте их характеристику.

4. Опишите способы горячей объёмной штамповки в закрытых штампах. Изделия данного вида штамповки.

Вариант 29

1. Атмосферостойкие строительные стали повышенной прочности. Структура, свойства, маркировка и особенности применения.

2. Волокнистые композиционные материалы на металлической основе с дискретным и непрерывным наполнителями: принцип их получения, свойства, достоинства и недостатки в сравнении с чистыми металлами или сплавами, области применения.

3. Изложите сущность получения отливок на центробежных машинах.

4. Газонаполненные пластмассы – пенопласты, поропласты и сотопласты: состав, свойства, области применения. Экономическая эффективность применения пластмасс.

Вариант 30

1. Несамостоятельная кристаллизация металлов и сплавов. Форма кристаллов и строение слитков.

2. Резины. Состав, структура и свойства.

3. Опишите способы очистки отливок.

4. Начертите схему и изложите технологический процесс волочения проволоки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материаловедение: учебник для вузов / 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. – 648 с.

2. Металловедение и термическая обработка стали: справочник. В 2 т. / Б.А. Клыпин, А.З. Меньшиков, А.Г. Рахштадт [и др.]; под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Изд-во «Металлургия», 1983.

3. Технология конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / Под ред. М.А. Шатерина. – СПб.: Политехника, 2005. – 597 с.

4. Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин [и др.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 625 с.

5. Гуляев, А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 542 с.

6. Лахтин, Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.

7. Болдырев, А.М. Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов: учебник / А.М. Болдырев, А.С. Орлов. – М.: Изд-во АСВ, 1994. – 432 с.

8. Стали для строительных металлоконструкций: методические указания / Сост. Т.Ю. Малеткина. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 25 с.

9. Изучение микроструктуры сталей: методические указания / Сост. Т.Ю. Малеткина, В.П. Першин. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 14 с.

10. Изучение микроструктуры чугунов: методические указания / Сост. Т.Ю. Малеткина, В.П. Першин. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 16 с.

11. Общая классификация и обозначение металлов и сплавов: методические указания для самостоятельной работы / Сост. Т.Ю. Малеткина и Д.В. Лычагин. – Томск: Изд-во Том. гос. архит. строит. ун-та, 2007. – 30 с.

Приложение

Пример использования диаграммы состояния для построения кривых нагрева и охлаждения, применения правила определения состава фаз (правила концентраций) и количественного соотношения фаз (правила отрезков)

Рассмотрим фазовые превращения, происходящие в соответствии с диаграммой состояния «железо–цементит» при охлаждении из жидкого состояния *заэвтектоидной* стали с концентрацией углерода 1,2 % (рис. 1, сечение *I–I*). Скорости фазовых переходов зависят от типа фаз, поэтому наклон на *кривой охлаждения* (рис. 1) в координатах «температура–время» для разных фазовых переходов будет различным.

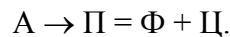
Точка 1. Сплав находится в жидком состоянии (L). При охлаждении до линии ликвидуса (*AC*) структурных превращений в жидкой стали не происходит.

Точка 2. Начало кристаллизации жидкого расплава в виде структурной составляющей – аустенита (A). При выделении кристаллов аустенита из жидкого сплава содержание углерода в нём изменяется по линии *AE*, а в жидкой фазе – по линии *AC*.

Точка 3. Жидкий сплав полностью закристаллизовался в аустенит, и при охлаждении от точки 3 до точки 4 никаких превращений в сплаве не происходит.

Точка 4. Начало выделения из аустенита зерен цементита. При этом концентрация углерода в аустените уменьшается по линии *ES*.

Точка 5. Концентрация углерода в оставшемся аустените становится равной 0,8 % (эвтектоидная концентрация). При постоянной температуре 727 °С (линия *PSK*) и неизменном составе фаз в стали происходит эвтектоидное превращение всего оставшегося аустенита в перлит (П):



Перлит – это эвтектоидная смесь, состоящая из цементита (6,69 % С) и феррита (0,02 % С), образованного при эвтектоидном превращении.

Таким образом, ниже точки 5 структура *заэвтектоидной* стали состоит из цементита, образовавшегося до эвтектоидного превращения ($A \rightarrow П$) и перлита, образовавшегося в процессе эвтектоидного превращения при температуре 727 °С.

Кривая нагрева строится аналогичным образом от комнатной температуры до температуры, соответствующей жидкому состоянию (рис. 2).

Рассмотрим фазовые превращения, происходящие в соответствии с диаграммой при нагреве доэвтектического чугуна, содержащего 3,5 % С (рис. 2, сечение *II–II*).

Структура доэвтектического белого чугуна при комнатной температуре состоит из ледебурита (Л), вторичного цементита и перлита $[(П+Ц_2)_Л+Ц_2+П]$.

Ледебурит при температуре ниже 727 °С представляет собой механическую смесь перлита (0,8 % С) и цементита (6,67 % С).

При нагреве от комнатной температуры до температуры, соответствующей точке 1 в сплаве происходит изотермическое эвтектоидное превращение, т. е. перлит, содержащий 0,8% С, превращается в аустенит. Превращение идёт при постоянной температуре 727 °С (линия *PK*). После превращения структура чугуна состоит из ледебурита, вторичного цементита и аустенита $[(A+Ц_2)_Л+Ц_2+A]$. Выше температуры 727 °С **ледебурит – эвтектическая смесь мелких зерен аустенита и цементита (6,67 % С).** Концентрация углерода в

аустените увеличивается по линии *SE* диаграммы. Сказанное в полной мере относится и к аустениту, входящему в состав ледебурита.

При достижении температуры, соответствующей точке 2, происходит распад ледебурита (обратное эвтектическое превращение) с образованием жидкой фазы и кристаллов аустенита (L+A). Этот процесс идёт при постоянной температуре 1147 °С (точка 2 на кривой нагрева, рис. 2). При завершении распада ледебурита начинается процесс плавления кристаллов аустенита (А), который идёт в температурном интервале между точками 2 и 3 (L+A). При температуре, соответствующей точке 3, плавление завершается, и выше этой температуре (точка 1) чугун находится в жидком состоянии (L) в виде расплава.

Для определения состава фаз при любой температуре применяют *правило концентраций*, которое заключается в следующем. Для определения концентрации компонентов в двух фазах при заданной температуре через точку, характеризующую состояние сплава, проводят горизонтальную линию до пересечения с линиями, ограничивающими данную область. Проекция точек пересечения (*a* и *b*) на горизонтальную ось диаграммы покажут составы фаз (x_a и x_b) (рис. 1 и 3). Например, в сплаве с концентрацией углерода 1,2 % при температуре 1400 °С концентрация углерода в твёрдой фазе – аустените – $x_a \sim 0,6$ % , а в жидкой фазе $x_b \sim 1,2$ % (рис. 3).

Для определения количественного соотношения фаз в микроструктуре сплава при заданной температуре применяют *правило отрезков*. Отрезки проведённой линии между точкой *c* и точками *a* и *b*, определяющие составы фаз, обратно пропорциональны количествам этих фаз:

$$V_{\text{жидкости}} / V_{\text{твёрд}} = ac / cb.$$

Например, в сплаве с концентрацией углерода 1,2 % при температуре 1400 °С:

$$V_{\text{жидкости}} / V_{\text{твёрд}} \sim 2,$$

то есть доля жидкой фазы от общего объёма сплава составляет 2 части, а доля твёрдой фазы – 1 часть.

В этом же сплаве при температуре 800 °С структура состоит из зерен аустенита и цементита (рис. 1). Для определения концентрации углерода в аустените необходимо провести горизонтальную линию, соответствующую данной температуре, и точку пересечения её с линией *ES* спроектировать на ось концентрации углерода. Таким образом, при температуре 800 °С содержание углерода в аустените 1 %. Для определения концентрации углерода во второй фазе – цементите необходимо провести горизонтальную линию до пересечения с линией *FK*, которая соответствует концентрации углерода 6,67 %. То есть концентрация углерода в цементите – 6,67 %.

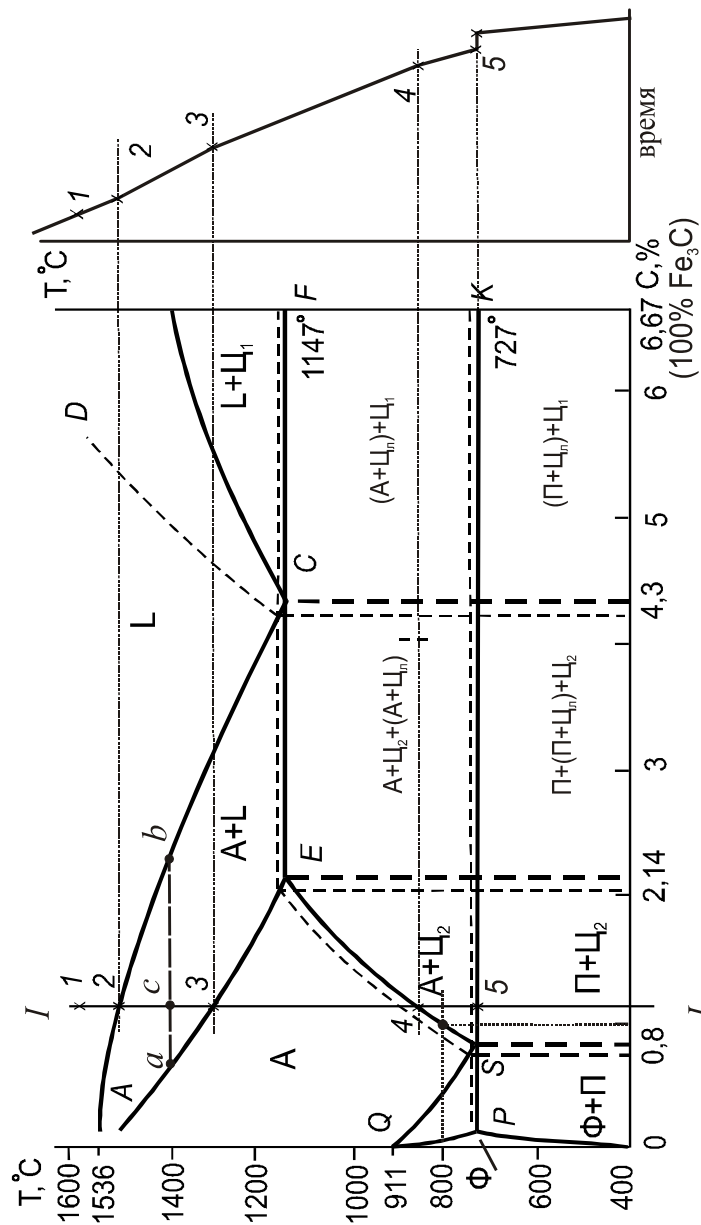


Рис. 1. Диаграмма состояния сплавов «железо–цементит» (пунктиром – диаграмма состояния «железо–углерод») и кривая охлаждения для стали с концентрацией углерода 1,2 % (сечение $I-I'$)

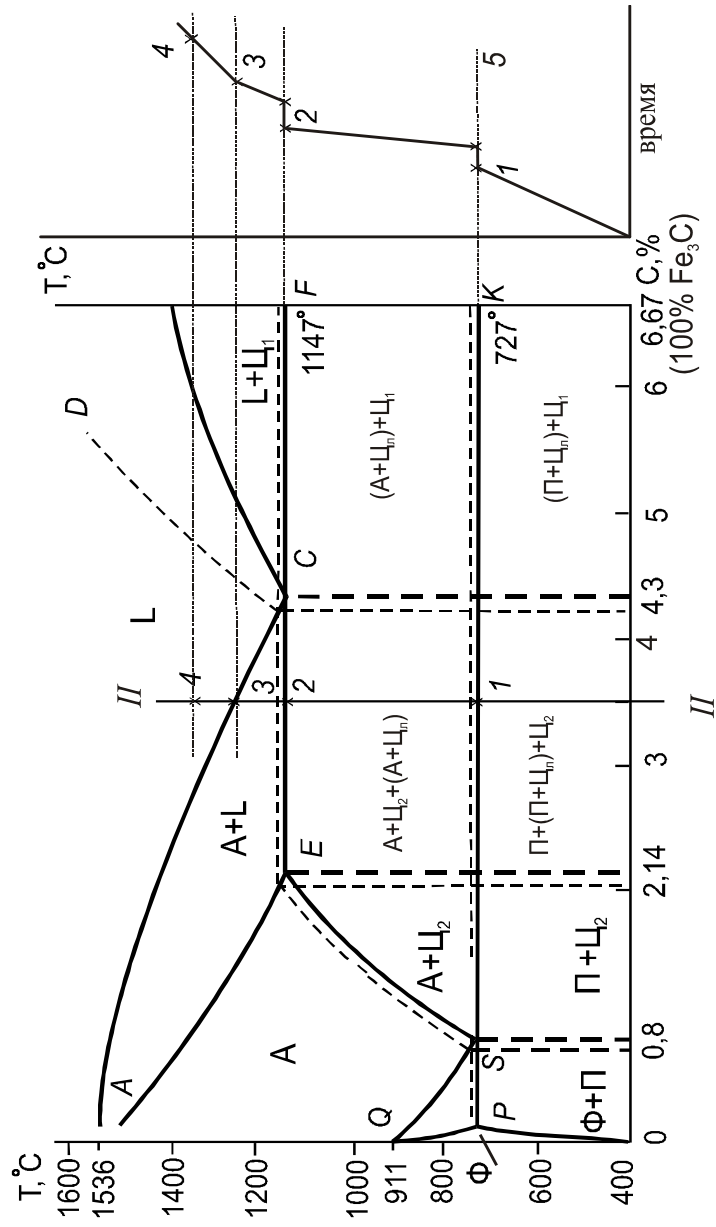


Рис. 2. Диаграмма состояния сплавов «железо–цементит» (пунктиром – диаграмма состояния «железо–углерод») и кривая нагрева для белого чугуна с концентрацией углерода 3,5 % (сечение II – II)

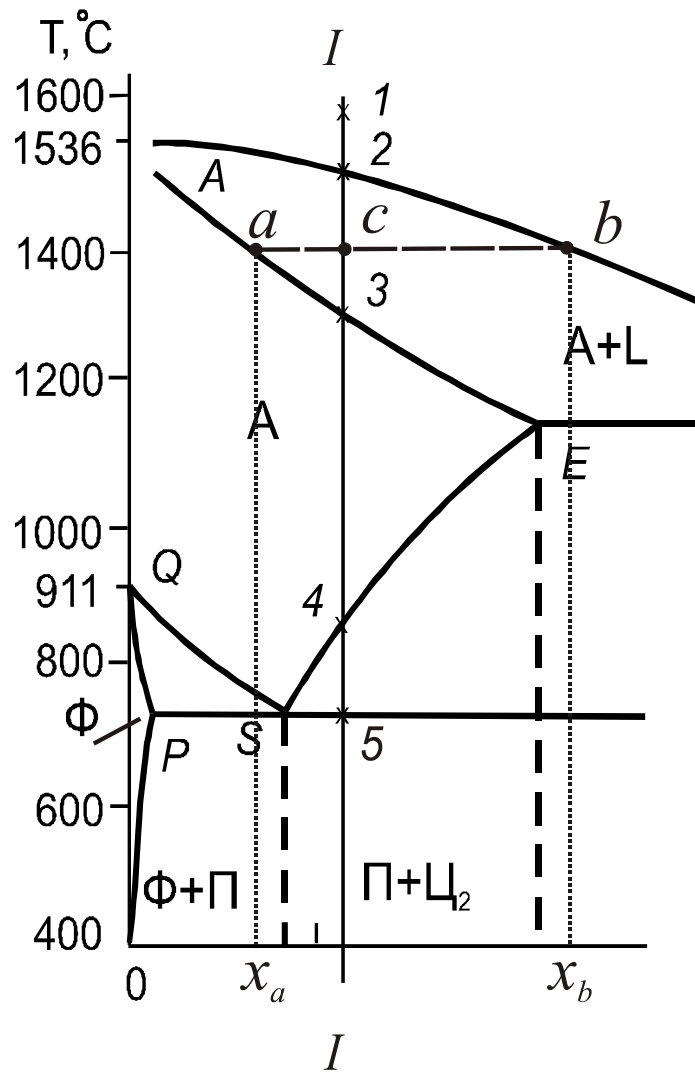


Рис. 3. Определение состава фаз и количественного соотношения фаз стали с концентрацией углерода 1,2 %.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Содержание разделов и методические указания для самостоятельного изучения дисциплины	4
Раздел I. Основы металловедения и термической обработки	4
Раздел II. Metallургия и литейное производство.....	10
Раздел III. Обработка металлов давлением.....	11
Методические указания к контрольной работе № 1.....	13
Задания к контрольной работе № 1.....	14
Список использованной и рекомендуемой литературы	24
Приложение	25