ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Металлические строительные материалы и изделия, из которых наибольшее применение получили стали и чугуны, широко используются в городском хозяйстве. Использованию металла в городском хозяйстве способствует ряд его ценных технических свойств: высокая прочность, пластичность, повышенная электропроводность и т. д. Наряду с металлическими материалами большое распространение получили и неметаллические материалы. Они являются не только заменителями металлов, но и применяются как самостоятельные материалы. Неметаллические материалы обладают высокой механической прочностью, легкостью, термической и химической стойкостью и т. д. Применение неметаллических материалов обеспечивает значительную экономическую эффективность.

Чтобы здание и сооружения имели оптимальные технические и экономические показатели инженеры-экономисты должны располагать широкими знаниями в области номенклатуры металлических и неметаллических материалов, их важнейших свойств, оптимальных условий их применения. Поэтому особое место в подготовке инженеров экономических специальностей отводится курсу "Материаловедение".

Основные задачи курса: изучение технологических методов обработки металлических и неметаллических материалов, их технико-экономических показателей и областей применения в городском хозяйстве.

ПРОГРАММА КУРСА

ВВЕДЕНИЕ

Значение применения металлов и сплавов в городском хозяйстве. Понятие о металлических и неметаллических материалах. Способы их изготовления и области применения. Основные направления технического прогресса в технологиях производства,обработки и использования указанных материалов. Важнейшие факторы, определяющие материалоемкость конструкций и пути снижения материалоемкости. Классификация и стандартизация конструкционных материалов, методы контроля и оценки их качества. Экономическая эффективность применения различных конструкционных материалов и методов повышения их долговечности.

Раздел I. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Теория сплавов.** Металлические состояние и кристаллическое строение металлов. Кристаллическая решетка и её дефекты. Монокристалл и поликристалл. Кристаллизация. Полиморфизм и анизотропия металлов. Фазы в металлических сплавах: твердые растворы и соединения. Двойные системы.

Раздел II. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Пластическая деформация металлов. Напряжения и деформация. Явление наклепа. Структура и механические свойства металла после холодной деформации. Стандартные характеристики механических свойств металлов: прочность, твердость, пластичность, вязкость, усталость, ползучесть. Хрупкое и вязкое разрушение, конструктивная прочность металлов и методы её определения. Основные параметры, определяющих надежность и долговечности металлов.

Раздел III. ЖЕЛЕЗО И ЕГО СПЛАВЫ

Железо и его сплавы. Диаграммы состояния железо-углерод и железо-цементит. Стали и чугуны. Фазы и структурные составляющие в сталях и чугунах. Основные классификации и маркировки углеродистых сталей их назначение, сортамент и стоимость.

Чугуны (серые, ковкие, высокопрочные, белые). Структура, методы получения, маркировка и области применения.

Раздел IV.ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Превращения в стали при нагреве и охлаждении. Виды термической обработки (отжиг I и II рода, закалка и отпуск). Выбор режима отжига I рода, его основные, параметры и разновидности. Отжиг II рода, его назначение и разновидности. Закалка стали. Закаливаемость и прокаливаемость. Виды закалки. Механические свойства закаленной стали. Виды отпуска. Влияние отпуска на механические свойства стали. Старение закаленных сталей. Химико-термическая обработка. Способы совмещения обработки давлением и термической обработки. Контролируемая прокатка. Термомеханическая обработка, управление структурой при охлаждении. Термическая обработка проката и её влияние на технологические и эксплуатационные свойства. Технико-экономические показатели. Экономическая эффективность термической обработки проката. Структура себестоимости термической обработки.

Раздел V. ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Назначение, классификация и маркировка легированных сталей и сплавов. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства. Экономическое обоснование применения легированной стали. Стандарты и технические условия. Нормируемые показатели качества. Общие принципы выбора стали. Цены стали в зависимости от состава сортамента и технологии обработки. Легирование как народнохозяйственная проблема.

Раздел VI. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

**Алюминий и его сплавы.** Классификация алюминиевых сплавов и термическая обработка. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. Литые алюминиевые сплавы.

**Медь и сплавы.** Основные группы медных сплавов и их классификация. Область применения медных сплавов в строительстве, их технико-экономические показатели. Биметаллы и плакированные материалы. Коррозия металлов и методы борьбы с ней. Технико-экономическое обоснование применения металлических материалов в городском хозяйстве.

Раздел VII. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Классификация пластмасс по физико-механическим свойствам, структуре и отношению к нагреванию. Термопластичные и термореактивные пластмассы. Экономическая эффективность применение пластмасс.

Композиционные материалы (карбоволокниты, бороволокниты, органоволокниты и металлы, армированные волокнами).

Раздел VIII. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ. МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Понятие об экономической эффективности применения материала в строительных конструкциях. Влияние выбора марки материала на технико-экономические показатели эксплуатации готовых изделий. Надежность и техническое совершенство — важнейшие составляющие качества изделий.

Важнейшие пути снижения материалоемкости машин и конструкций (совершенствование методов расчета и проектирования; улучшение методов контроля и оценки качества материалов; использование рациональных видов сортамента; повышение физико-механических свойств микролегированием ​ термоупрочнением; применение защитных покрытий и т. д.).

Пути снижения материалоемкости конструкций на основе использования новых металлических материалов — аморфных микрокристаллический, превышающих показатели традиционных металлов по прочности примерно в 10 раз. Основные виды пластмассовых строительных материалов, их свойства и значение для строительства.

Методика расчета годового экономического эффекта от применения новых марок материалов и прогрессивных технологий их изготовления и обработки.

Раздел IX. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**Общая характеристика методов обработки металлов давлением.** Определение обработка давлением как метод малоотходной технологии получения высококачественных строительных профилей. Классификация видов обработки металлов давлением, область их применения, эффективность методов обработки давлением.

Физические основы обработки давлением. Определение степени пластической деформации и сопротивление деформации. Влияние основных факторов на пластичность. Холодная и горячая обработка давлением. Нагрев заготовки перед обработкой давлением, типы нагревательных устройств.

Экологические проблемы при обработке металлов давлением.

Получение строительных профилей и листа. Определение понятия профиля и сортамента. Экономичные профили проката. Способы получения строительных профилей.

Прокатка. Сущность процесса прокатки. Схема деформирования металла. Количественные показатели деформации. Силовые и скоростные условия прокатки. Продукция прокатного производства. Технология прокатки сортовых профилей и листа. Прокатка бесшовных и сварных труб. Технико-экономические показатели прокатки. Себестоимость готовой продукции в зависимости от конфигурации профиля, размеров, химического состава прокатываемой стали и других показателей. Производство гнутых профилей.

Прессование. Сущность процесса прессования. Напряженное состояние; особенности течения металла и количественные показатели деформации при прессование. Сортамент прессованных изделий. Технико-экономические показатели. Эффективность и область применения прессованных изделий в строительстве.

Производство гнутых профилей. Схема производства и характеристика гнутых профилей. Экономичность применения гнутых профилей в строительстве. Техника безопасности и охрана труда.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛАМ КУРСА

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Создание и безопасная эксплуатация в городском хозяйстве сложного оборудования, каким оснащены санитарно-гигиенические и энергетические предприятия, мусоросжигательные заводы, внутригородской транспорт и другие объекты немыслимы без знания основ материаловедения.

Материаловедение-это наука о связях между составом, строением и свойствами металлов и сплавов,а также о закономерностях изменения основных физики-механических характеристик материалов под влиянием внешних воздействий (механических нагружений, температуры, среды). При изучении курса материаловедения студенты экономических специальностей должны научиться правильно оценивать выбор материалов с учетом их службы в реальных конструкциях машин и оборудования городского хозяйства. Решение этой задачи требует обязательного знания и всестороннего учета всех факторов, оказывающих влияние на эффективность применяемых материалов. Эффективность применения конструкционного материала — это понятие о приспособленности данного вида материала к эксплуатации в заданных условиях при наименьшей стоимости конструкции, нормально функционирующей в течение заданного промежутка времени (технического ресурса).

В условиях рыночной экономики стоимостные показатели в общих критериях оценки эффективности материала приобретают особую актуальность. Поэтому при изучении курса необходимо особое внимание уделить эксплуатационной эффективности конструкций с использование экономических критериев и показателей. Для выбора строительных материалов следует усвоить материаловедческие основы курса.

**Теория сплавов.** При изучении этого раздела рассмотрите основные виды межатомной связи в твердых телах, выделив особый тип металлической связи. Уясните вопрос о кристаллическом строение металлов. Проанализируйте основные виды несовершенств (дефектов) материалов на уровне кристаллической решетки (вакансии, дислокации и т. д.). Сравните понятия теоретическая и реальная прочности кристаллов. Усвойте закономерности влияния качества дефектов на уровне механических свойств.

Обратите внимание на основные положения теории сплавов:твердый раствор, химическое соединение, механическая смесь. Разберитесь в диаграммах состояния двойных сплавов, дающих представление о состоянии сплавов в зависимости от его состава и температуры.

*Вопросы для самопроверки.*

1.В чем сущность металлического типа связи?

2. Каковы свойства металлов и чем они определяются?

3. Перечислите типы кристаллических решеток.

4. Что такое элементарная ячейка?

5. Что такое полиморфизм?

6. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?

7. Перечислите типы кристаллических дефектов.

8. Что такое анизотропия свойств кристаллов?

9. В чем заключается физическая сущность процесса кристаллизации?

10. В чем физическая сущность процесса плавления?

11. Что такое переохлаждение?

12.Какова связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения?

Раздел II. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Рассмотрите природу деформирования и разрушения. Уясните, каким образом пластическая деформация влияет на структуру и свойства металлов. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом применении. Изучите основные методы исследования механических свойств металлов. Обратите особое внимание на понятие «конструктивная прочность» и на методы её определения. Критерии, определяющие надежность металла против внезапных хрупких разрушений и критерии, определяющие долговечность металла (усталостная прочность, износостойкость и т. д.). Уясните, что в целом прочность конструкции определяется не только свойствами металлов, но и характером конструкции, технологией её изготовления и условиями её эксплуатации. Обратите внимание на пути повышения прочности металлов.

*Вопросы для самопроверки.*

1.В чем сущность явления наклепа и его практическое применение?

2.Что такая упругая и пластическая деформация?

3. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?

4. Что такое твердость? Какие методы определения твердости вы знаете?

5. Как влияют температура и скорость нагружения на характер разрушения?

6. Что такое ударная вязкость?

7. Что такое порог хладноломкости?

8. Что такое надежность и долговечность металла, и критерии их оценки?

Раздел III ЖЕЛЕЗО И ЕГО СПЛАВЫ

Изучите диаграмму состояния железо-цементит и определите все фазы и структурные составляющие этой системы. Разберитесь в классификации железо-углеродистых сплавов. Четко усвойте понятия сталь и чугун. Изучите классификацию технических железо-углеродистых сплавов. Обратите особое внимание на классификацию и маркировку углеродистых сталей; их назначение, сортамент и стоимость. Уясните внимание постоянных примесей в углеродистой стали и её механические свойства и стоимость. Обратите внимание на характеристику качественной стали. Рассмотрите основные превращения, протекающие в сталях при нагреве и охлаждении. Уясните различия в строение и свойствах перлита, сорбита, троостита, бейнита и мартенсита. Изучите влияние постоянных примесей на строение чугуна. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации. Обратите особое внимание на эффективность применения сталей различных классов в строительстве.

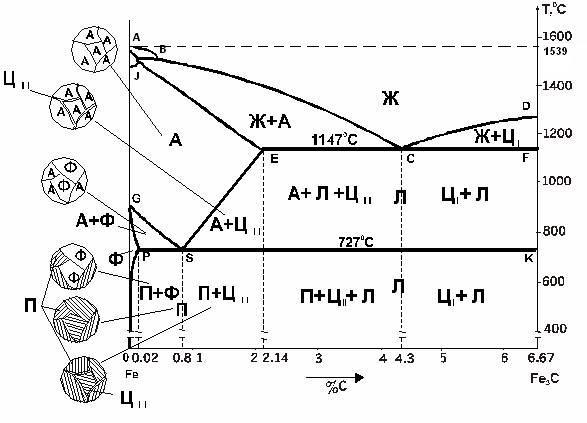


Рисунок 1.Диаграмма состояния (фазового равновесия) железо-цементит(Fe-Fe**3**C)

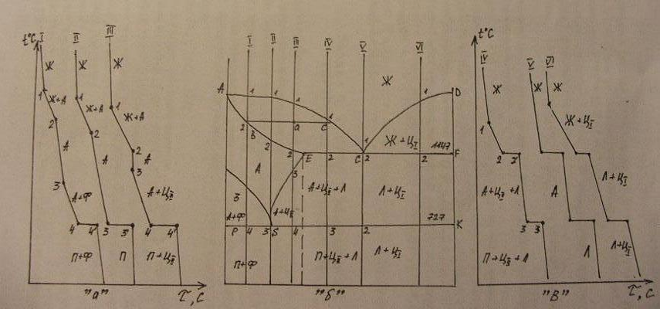


Рисунок 2. Разбор процессов кристаллизации и структурообразования типовых сплавов железо-углерод: «а»-кривые охлаждения и структуры сталей;«б»-диаграмма состояния Fe-Fe3C; «в»-кривые охлаждения и структуры белых чугунов(схемы)

*Вопросы для самопроверки.*

1. Какие фазы устойчивы в области SECFK?

2. Какие фазы устойчивы в области GPSKL?

3.Какие фазы существуют у сплава I при t=727°C и что происходит при этой температуре? (рис.2)

4. Что происходит в сплаве V при температуре равной 727°C в точке 2?Какие фазы в этом сплаве при температурах ниже 727°C ? (рис.2)

5. Из каких структурных состовляющих,из каких фаз и какого состава состоит структура сплава IV после окончания кристаллизации(точка 2 на кривой охлаждения) ? (рис.2)

6. Что происходит со сплавом IV при охлаждении от точки 2 до точки 3? (рис.2)

7.Как определить и чем является кристаллизующая фаза этого сплава в интервале температур 1-2 ?(рис.2)

8.На диаграмме Fe-Fe**3**C в структкрах сплавов,имеющих C>2,14%,имеется ледебурит. Вчем различие ледебурита при температурах выше 727°C и ниже 727°C ?

9. Что такое феррит,аустенит, перлит, цементит и ледебурит?

10.Какие превращения происходят в сплавах при температурах А1, А2, А3, А4, А ст.?

11.Построить с помощью правила фаз кривую охлаждения для стали с 0,8 % С и для чугуна 4,3 %С.

12.Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?

13.Какие постоянные примеси присутствуют в стали? Их влияние на свойства и стоимость стали.

14.Какими критериями определяется качественность стали?

15.Объясните строение перлита, сорбита, троостита, бейнита и мартенсита.

16.Укажите классификацию чугунов.

17.Изложите технологию получения ковких и высокопрочных чугунов.

18.В чем отличие серого чугуна от белого?

19.Какова структура серых, ковких и высокопрочных чугунов? Сравните их механические свойства.

Раздел IV ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Термическая обработка- один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов. Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и рассмотрите основные виды и физическую сущность процессов термической обработки (отжиг, нормализация, закалка, отпуск.). Разберитесь в причинах брака при термической обработке вследствие образования недопустимо высоких термических и фазовых напряжений. Уясните разницу между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей-термомеханической обработке. Обратите внимание на получение стальных изделий методом контролируемой прокатки, когда строго контролируется величина деформации и температура прокатываемой стали. Разберитесь в видах и способах термической обработки проката с прокатного нагрева и её влиянии на технологические и эксплуатационные свойства стали. Технико-экономические показатели применения термической обработки с прокатного нагрева. Уясните структуру себестоимости термической обработки.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, троостита) и бейнита?

2.В чем различие между перлитом, сорбитом и трооститом?

3.Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?

4.Что такое критическая скорость закалки?

5.Что описывает мартенситная кривая?

6.От чего зависит количество остаточного аустенита?

7.В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?

8.Чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска и от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита?

9.Приведите определение основных процессов термической обработки: отжиг, нормализация и закалка.

10.Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?

11.Какова природа фазовых и термических напряжений?

12.Какие вам известны разновидности закалки, и в каких случаях они применяются?

13.Какие виды и причины брака при закалке?

14. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем её технологическое значение?

15. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?

16. В чем сущность и особенности термомеханической обработки?

17. Как влияет поверхностная закалка на эксплуатационные характеристики изделия?

18.Какая структура образуется по сечению образца из эвтектоидной стали,если скорость охлаждения по сечению изменилась от V4 на поветхности до V1 в центре?(рис.3)

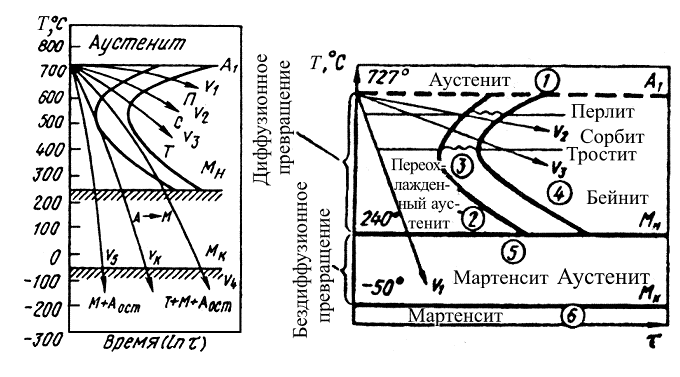


Рисунок 3. Диаграмма изотермического распада аустенита (V1<V2<V3<Vк<V4)

Раздел V. ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

При изучении этого раздела обратите особое внимание на классификацию, стоимость и области применения сталей самых различных марок. Если углеродистые стали по стоимости самые дешевые, то с увеличением качества и количества легирующих добавок стоимость стали возрастает. Поэтому следует уяснить, что применение более дорогих марок стали должно быть экономически оправдано. Следует помнить, что экономическая эффективность применения тех или иных марок стали включает в себя не только стоимость стали, но и стоимость термической обработки, стоимость изготовления проката и т. д. Так, наиболее дешевыми сталями, получившими довольно широкое применение в строительстве, являются стали обыкновенного качества,поставляемые по механическим свойствам (группа А).

Строительные стали применяются в конструкциях мостов, опор, матч, транспортных галерей, подкрановых балок, мостовых кранов, шпунтовых свай, для армирования железобетонных конструкций и других изделий. Строительные стали подразделяются по степени раскисления на спокойную часть стали (сп.), полуспокойную (пс.) и кипящую (кп.).

Основные свойства строительных низкоуглеродистых, низколегированных сталей, а также назначение конструкционных сталей, чугунов, цветных сплавов и пластмасс даны в приложении.

Стоимость этих сталей в основном определяются видом полуфабриката. В свою очередь, стали группы В поставляются с гарантированным химическим составом и механическими свойствами.

Эти стали применяются в тех случаях, когда сталь нужно подвергать термической обработке или сварке. Поэтому стоимость этих марок сталей несколько выше. Качественная углеродистая сталь имеет более высокую стоимость, так как выплавка этой стали более ответственна. Стоимость легированной стали зависит от химического состава, типа полуфабриката и его размеров. Так низколегированные стали, содержащие небольшое количество недефицитных и недорогих легирующих элементов (марганец, кремний), стоят относительно недорого. Стали, содержащие дорогие элементы (никель, хром, ванадий и т. д.),имеют более высокую цену.

Уясните назначение, классификацию и маркировку легированных сталей, а также влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Обратите внимание на показатели, от которых зависит стандартизация легированной стали. При применении более дорогих легированных марок стали в строительстве следует представить экономическое обоснование. Изучите, из каких показателей слагается экономическое обоснование. Уясните, что применение легированной стали в строительстве является серьёзной народнохозяйственной проблемой. Из за дефицита некоторых легирующих элементов возникают сложности выплавки и обработки стали.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Из чего складывается стоимость углеродистых марок стали обыкновенного качества и высококачественных?

2.Изложите основной принципы маркировки легированных сталей?

3.Как классифицируются легированные стали по структуре?

4.Что такое низколегированная сталь?

5.Укажите основные области применения легированных сталей в строительстве.

6.Из каких показателей складывается стоимость легированной стали?

7.В чем заключается экономическое обоснование применения легированных сталей?

8.Изложите основные достоинства и недостатки легированной стали по сравнению с углеродистой.

9.Почему применение легированной стали в строительстве является серьёзной народнохозяйственной проблемой?

Раздел VI. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

**Алюминий и его сплавы.** Алюминиевые сплавы широко используют для изготовления проката в виде разнообразных профилей, применяемых в строительной индустрии. Поэтому ознакомьтесь с основными физико-химическими свойствами алюминия, с классификацией алюминиевых сплавов. Изучите технологию термической обработки алюминиевых сплавов. Обратите внимание, на то что закалка алюминиевых сплавов заключается в нагреве сплавов до температуры, при которой интерметаллидные фазы растворяются в алюминии, выдержке при этой температуре и быстром охлаждении до комнатной температуры. После закалки следует старение. Ознакомьтесь с видами старения и процессами, происходящими в сплаве во время старения и процессами, происходящими в сплаве во время старения. Обратите внимание на то, что алюминиевые сплавы подразделяются на литые и деформируемые, последние в свою очередь подразделяются на упрочняемые термической обработкой и неупрочняемые.

**Медь и её сплавы.** В строительной промышленности медь в основном используется в виде сплавов латуни и бронзы. Латунь- это сплав меди с цинком,а бронза — сплав меди с другими элементами, в числе которых может быть и цинк. Установите область применения этих сплавов в городском хозяйстве. Изучите классификацию латуней и бронз, их структуру и физико- механические свойств зависимости от химического состава.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Где и для каких целей используются алюминиевые сплавы в строительстве?

2.Перечислите основные физико-механические свойства алюминия и его сплавов.

3.Для каких целей производится закалка алюминиевых сплавов?

4.Для чего закаленные сплавы подвергаются старению?

5.Чем отличаются деформированные сплавы от литых?

6.Что такое латунь и бронза?

7.Укажите области применения медных сплавов в городском хозяйстве.

8.Как подразделяются латуни по технологическому признаку?

9.Перечислите основные виды бронз.

10.Как влияют легирующие элементы на механические свойства бронз?

Раздел VII. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Полимерные материалы и изделия.** Изучая данный раздел, уясните, что в основе конструкционных материалов из пластических масс лежат полимеры. Свойства этих материалов определяются физико-химическими показателями полимеров, из которых они получены, а также структурой. В свою очередь, свойства полимера определяются структурой макромолекул и строением элементарных звеньев или текстурой элементарных звеньев, составляющих макромолекулу. Являясь высокопрочными веществами, полимеры способны к большим обратимым деформациям, обладают высокой стойкостью к действию влаги, растворов солей, кислот, щелочей, высокими диэлектрическими свойствами.

Надо знать, что полимеры с линейной структурой макромолекул характеризуются термопластичностью, т. е. способностью многократно сохранять первоначальные свойства при повышенной температуре (например, формуемость) и при пониженных температурах (например, эластичность или упругость.). Структура макромолекул в стадии пластичности полимера не нарушается.

Полимер с пространственной структурой не переходит в пластическое состояние, не обладает формуемостью при высоких температурах. При изучении полимеров следует остановиться на двух процессах их образования-полимеризации и поликонденсации, четко выяснить различие между ними. Далее следует кратко ознакомиться с данными об основных разновидностях полимеров, полученных в процессах полимеризации и поликонденсации. В конденсационных процессах обратить внимание на формальдегидные полимеры, полиамиды, эпоксидные и кремний-органические соединения.

Рассматривая пластические массы, следует понять, что они представляют собой сложную смесь компонентов, основным из которых является полимер. Возможно изготовление изделий и из чистого полимера (понятие пластической массы и полимера в этих случаях становятся тождественными). В качестве других компонентов пластмасс используют наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители и некоторые другие вещества.

В качестве конструкционного материала, обладающего высокими прочностными показателями, применяют главным образом слоистые пластики. Например СВАМ (стекловолокнистый анизотропный материал), стеклотекстолит, текстолит и др. Связующими для получения слоистых пластиков служат полиэфиры, формальдегидные, мочевиноформальдегидные и эпоксидные полимеры.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Основные свойства пластических масс, применяемых в машиностроении.

2.Что представляют собой термопласты и реактопласты ? Объясните их применение.

3. Структура, свойства и применение слоистых пластиков.

4.Структура, свойства и применение волокнитов.

5.Какими свойствами обладают поропласты? Объяснить их применение.

6.Пластмассы с порошковыми наполнителями. Их свойства и применение.

7.Для чего вводят в пластмассы отвердители?

8.В чем преимущество пластмасс по сравнению с металлическими материалами?Каковы их недостатки?

**Композиционные материалы.** Обратите внимание на принципы производства композиционных материалов. Разберитесь в том,как применяются свойства композиционных материалов в зависимости от вида матрицы, а также формы, размеров взаимного положения упрочняющих элементов по отношению к действующей нагрузке. Разберитесь в структуре и составляющих карбоволокнита, бороволокнита и др. Уясните области их применения,

*Вопросы для самопроверки.*

1.Что такое композиционный материал?

2.Что такое матрица и упрочнитель?

3.Из каких материалов изготавливаются матрица и упрочнители?

4.Как изменяются свойства композиционных материалов в зависимости от формы, размеров и взаимного расположения упрочняющих элементов?

5.Объясните экономическую эффективность применения композиционных материалов в строительстве.

Раздел VIII. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ. МАТЕРИАЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Под экономической эффективностью понимают экономию, которая может быть получена от замены более дорогого материала более дешевым, применения той или иной упрочняющей обработки или снижения себестоимости при использовании новых видов оборудования и т.п. Поэтому при изучении этого раздела необходимо хорошо уяснить понятие «эффективность материала»,уяснить основные критерии, определяющие стоимость элементов конструкции. Изучите связь между физико-химическими свойствами, массой данного элемента и трудоемкость его изготовления. Помните, что удельная трудоемкость и удельная стоимость являются основными критериями эффективности конструкционного материала. При выборе материала обратите особое внимание на экономическую целесообразность применения данного вида материала. При этом целесообразно привести стоимостную оценку по формуле

**Сэ ≈Сн ЧКср Чtн Кср +CmЧmm+Cпр [руб]**

Где **Сн-**тарифная ставка основных производственных работников;

**Кср**-коэфицент,учитывающий долю затрат,калькулируемых в % от основной заработной платы производственных работников;

**Tн-**трудоемкость изготовления данного элемента конструкций (в общем случае величина **Tн** зависит от массы элемента и свойств материала);

**Cm-** удельная оптовая стоимость конструкционного материала (стоимость единицы массы материала данного сортамента);

**Mm-** масса материала заготовки элемента конструкции;

**Cпр-**прочная стоимость, не зависищая явно от типа используемого материала (стоимость топлива, стоимость энергии, стоимость воды и т.д. используемых со стороны. Доля этих затрат обычно мала в общем балансе стоимости и в большинстве задач может не учитываться.)

Приведенная формула наглядно раскрывает основные показатели, определяющие стоимость конструктивного элемента, изготовляемого из того или иного материала, тем или иным способом.

Очевидно, что основными критериями, влияющими на эффективность конструкционного материала, являются:

**Tн= tн/mэ** - удельная трудоемкость изготовления элемента конструкции, т.е трудоемкость, отнесенная к единице массы элемента конструкций.

Критерии **Tн-**называется также экономическим критерием технологичности материала. Он характеризует влияние **физико-механических свойств и условий работы материала** на технологические возможности его использования.

Критерии **Cm** – характеризует совокупные затраты труда, связанные с этапами исследований и разработке материалов, получения и испытания данного материала и его производства. Очевидно, что поиск оптимального выбора материала и процесса изготовления на основе исследования эффективности конструкционного материала согласно критериальному уравнению:

**Сэ =Сн ЧКср Чtн +CmЧ (1 + Sотx)=min [руб]**;

Где Sотx - коэффицент,учитывающий долю отходов материалов при изготовлении элемента конструкции.

Приведенное выше уравнение наглядно показывает определенную роль минимизации независимых критериев и tн и Cm в достижении наибольшей эффективности конструкционного материала. При этом дополнительным резервом является уменьшение доли отходов при использование материалосберегающих и безотходных технологий

Таким образом, при экономической оценке выбора материала, видов его упрочняеющей обработки, обратите внимание на технологичность изготовления конструкции, на условия её эксплуатации. Уясните такие понятия как долговечность, надежность и прочность. Материалоемкость конструкции является одним из важных показателей экономической целесообразности применения данного материала. Изучите основные пути снижения материалоемкости. Одним из этих путей является выбор более рациональных видов сортамента полуфабриката для изготовления конструкции. Сравните и качественно оцените применение в строительстве сортового, листового или гнутого профиля. Оцените применение в строительстве прокатных изделий упрочненных термообработкой. Помните, что экономический эффект от упрочнения в сфере производства может быть получен за счет перехода на более дешевыми материалы, а в сфере эксплуатации – за счет уменьшения требуемого количества запасных деталей,меньших затрат на ремонтные работы и т.д.

Годовой экономический эффект от производства и использования новых сталей и сплавов производится по формуле

**Эгод= [З1 У1/У2+ (U`1+ U`2) –Ен (K`2- K `1)/ У2 - З2] N год [руб],**

Где **У1, У2-**удельные расходы соответственно базового и нового предметов труда на единицу продукции, отпускаемой потребителю в натуральных единицах;

**U`1,U`2 –** затраты на единицу продукции, отпускаемой потребителю при использовании базового и нового предметов труда без учета их стоимости;

**K`2, K `1** –капитальные вложения, которые необходимо провести потребителю при использовании им базового и нового труда в расчете на единицу продукции;

**N год –** годовой объем производства в расчетном году в натуральных единицах;

**З1, З2 –** цены базового и нового видов материалов.

Годовой экономический эффект от применения упрочняющей термообработки:

**Эгод= [Здет1+ (Uдет1 – Uдет2 /P2+Eн - Здет2]A2 [руб],**

Где **Здет1, Здет2 –** приведенные затраты на производство деталей без упрочнения и с упрочнением;

**Uдет1, Uдет2 –** годовые эксплуатационные издержки, связанные с ремонтом деталей до и после упрочнения;

**P2 –** доля отчисления от балансовой стоимости на реновацию техники;

**Eн –** нормативный коэффицент эффективности качественных вложений;

**A2 –** годовой объем производства новой техники в натуральных единицах.

*Вопросы для самопроверки*

1.Что понимают под экономической эффективностью?

2.Перечислите основные критерии,определяющие стоимость конструкции.

3.Что такое экономическая целесообразность применения данного вида материала?

4.Приведите и расшифруйте формулу для стоимостной оценки применения вида материала.

5.Что понимают под терминами «долговечность» и «надежность»?

6.От каких факторов зависит материалоемкость конструкции?

7.По каким факторам оцениваются эффективность применения металлического полуфабриката в строительстве?

8 сравните экономическую целесообразность применения упрочненного и неупрочненного проката в строительстве.

9.Напишите и расшифруйте формулу для расчета годового экономического эффекта от внедрения в строительство новых марок стали.

10.Напишите и расшифруйте формулу для расчета годового экономического эффекта от внедрения упрочняющей обработки полуфабриката.

Раздел IX. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**Общая характеристика методов обработки металлов давлением**. При изучении этого раздела необходимо уяснить, что подавляющее количество строительных профилей изготавливается при помощи прокатки. В меньшей степени в строительстве применяются металлические изделия, получаемые при помощи прессования или волочения. Изучая виды обработки металлов давлением, следует обратить особое внимание на технологические возможности и области их применения. Следует помнить, что пластическое деформирование металла дает возможность получить готовые изделия или полуфабрикат с высокой производительность, малыми отходами, а в отдельных случаях даже с повышенными механическими свойствами.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Перечислите основные виды строительных профилей, получаемых при помощи прокатки, прессования или волочения.

2.Сравните технологические возможности прокатки или прессования для производства строительных профилей.

3.Почему пластическое деформирование дает возможность получения изделий с меньшими отходами и высокой производительностью?

**Физические основы обработки давлением.** Обработка давлениемвсеми методами происходит за счет пластической деформации, в основе которой лежит способность металла подвергаться пластическому формообразованию. Поэтому обратите внимание на понятие «пластичность металла» и изучите основные факторы, влияющие на пластичность. Одним из основных факторов, оказывающих большое влияние на пластичность является схема напряженного состояния. Сравните и разберитесь в особенностях холодной и горячей обработки давлением. Известно, что нагрев металла перед обработкой давлением производят с целью повышения его пластичности и уменьшения сопротивления деформированию. Каждый металл или сплав перед обработкой давлением следует нагреть до определенной температуры, превышение которой ведет к образованию брака.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Что такое пластичность?

2.Перечислите основные факторы, влияющие на пластичность и сопротивление деформированию.

3.Чем отличаются холодная и горячая обработка давлением?

4.Для каких целей нагревают металл перед обработкой давлением?

5.Чем ограничивается верхний температурный предел нагрева металла перед обработкой давлением.

6. Чем ограничивается нижний температурный предел нагрева металла, при котором следует оканчивать обработку давлением?

7.Перечислите основные виды нагревательных устройств.

8.Суть экологических проблем, возникающих при эксплуатации нагревательных устройств.

**Получение строительных профилей и листа.** Существуют различные способы получения строительных профилей и листа.

**Прокатка и прессование.**

Прокатка - один из самых распространенных видов обработки металлов давлением. При прокатке металл деформируется в горячем или холодном состоянии вращающимися валками, конфигурация и взаимное расположение которых может быть различным. Различают три схемы прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую.

При наиболее распространенной продольной прокатке в очаге деформации происходит обжатие металла по высоте, уширение и вытяжка. Величина деформации за проход ограничивается условием захвата металла валками, которое обеспечивается наличием трения между валками и прокатываемой заготовкой.

Инструмент прокатки – гладкие и калиброванные валки; оборудование- прокатные станы, устройство которых определяются прокатываемой на них продукцией.

Исходной заготовкой при прокате являются слитки.

Продукцию прокатки (прокат) обычно подразделяют на четыре основные группы. Наибольшая доля приходится на группу листового проката. Группу сортового проката составляют профили простой и сложной – фасонной формы. Прокатанные трубы разделяют на бесшовные и сварные. К специальным видам проката относят прокат, поперечное сечение которого по длине периодически меняется, а также изделия законченной формы (колеса, кольца и т.д.).

Прокат используют в качестве заготовок в кузнечно-штамповочном производстве при изготовлении деталей механической обработкой и при создании сварных конструкций. Поэтому сортаменту основных групп проката следует уделить особое внимание.

Для получения из проката профилей небольших размеров (до тысячных долей миллиметра), с высокой точностью и малой шероховатостью применяют волочение, осуществляемое, как правило, в холодном состоянии. Рассматривая схему деформирования металла при волочении, надо отметить, что в очаге деформации металл испытывает значительные растягивающие напряжения, тем большие, чем больше усиления волочения. Чтобы это усилие не превысило допустимой величины, ведущей к обрыву изделия, ограничивают обжатия за одни проход, принимают меры для уменьшения трения между металлом и инструментом и вводят промежуточный отжиг, поскольку при холодном волочении металл упрочняется.

Процесс прессования, осуществляемый в горячем или холодном состоянии, позволяет получать профили более сложной формы, чем при прокатке, и с более высокой точностью. Заготовками являются слитки, а также прокат.

Рассматривая схему деформирования металла при прессовании, надо отметить, что в очаге деформации металл находится в состоянии всестороннего неравномерного сжатия. Эта особенность дает возможность прессовать металлы и сплавы, обладающие пониженной пластичностью, что является одним из преимуществ этого процесса. Прессованием более экономично изготавливать небольшие партии профилей, поскольку переход от изготовления одного профиля к другому осуществляется легче, чем при прокатке. Однако при прессовании значителен износ инструмента и велики отходы металла.

Прессование производят на специализированных гидравлических прессах. Знакомясь с устройством инструмента, обратите внимание на расположение и взаимодействие его частей при прессовании сплошных и полых профилей.

*Вопросы для самопроверки.*

1.Начертите схему прокатки металла в валках.

1. Изобразите конструкцию гладких и калиброванных валков.
2. Что такое коэффициент вытяжки?
3. Изложите методы получения бесшовных и сварных труб
4. Перечислите основные технико-экономические показатели прокатки.
5. Как влияет толщина листа на его себестоимость?
6. Что такое расходный коэффициент?
7. Что такое прямое и обратное прессование?
8. Как определяется коэффициент вытяжки при прессовании?
9. Перечислите основные виды профилей, применяемых в строительстве.
10. В чем состоит эффективность применения прессованных изделий в строительстве.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

После изучения указанных разделов курса студент выполняет одну контрольную работу, состоящую из 20 вариантов. Выполняют тот вариант, номер которого соответствует вторым последним цифрам учебного шифра студента.

Каждый вариант включает 4 теоретических вопроса по различным разделам курса. Вопросы переписывают в тетрадь, где выполняется контрольное задание. Ответы должны быть краткими точными и не повторять текста учебника или учебного пособия. При выполнении контрольного задания следует пользоваться, помимо рекомендованной, дополнительной литературой по выбору студента.

Выполненное задание студент подписывает, ставит свой шифр, дату выполнения и направляет в институт на рецензирование.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

**Вариант 1**

1.Для изготовления сантехники применяют различные марки стали и чугуна. Обоснуйте свой выбор материала для труб и стояков указанного оборудования с учетом его эксплуатации и технических свойств.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6 %С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.В чем смысл экономической эффективности применения более высокопрочных сталей для изготовления строительных конструкций?

4.Как изменяется структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750-850 С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

**Вариант 2**

1.Из каких сплавов можно изготавливать вентели, переходники, втулки для сантехнического оборудования? Обоснуйте выбор материала с учетом его эксплуатационных, технологических, коррозионных свойств. Приведите марки выбранных сплавов и укажите влияние отдельных компонентов на свойства сплава.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Изложите методы определения основных механических свойств металлов и сплавов при статических и динамических испытаниях.

4.Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ. Опишите превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

Вариант 3

1. В строительной индустрии для изготовления несущих конструкций широко применяются стали обыкновенного качества, а также низколегированная качественные стали. Приведите примеры марок сталей и дайте сравнительную характеристику указанных групп сталей.
2. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы железо - цементит, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2%С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
3. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8,нанесите на неё кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 159 НВ. Укажите,как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.
4. Дайте определение конструктивной прочности строительных конструкций.

**Вариант 4**

1.Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Приведите классификацию сталей по качеству. Для каких строительных конструкций применяются стали обыкновенного качества групп Б и В?

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Изложите методы определения основных механических свойств железа и сплавов при статических и динамических испытаниях.

4.Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении её со скоростью меньше критической?

**Вариант 5**

1.Как классифицируются стали по назначению и химическому составу? Приведите примеры марок сталей по этим группам.

2.Изложите способы поверхностного упрочнения стальных деталей.

3.С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

4.В чем смысл экономической эффективности применения упрочняющих видов термообработки для сталей, идущих на изготовление деталей машин и конструкций?

**Вариант 6.**

1.Какими положительными свойствами обладают алюминиевые сплавы и титановые сплавы, позволяющими применять их в строительстве?

1. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С.Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
2. Что такое конструктивная прочность материалов и каковы критерии её оценки.
3. С помощью диаграммы состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

**Вариант 7.**

1.Что такое строительная сталь? Каким качествам она должна отвечать? Почему строительные стали обыкновенного качества более широко применяются для строительных конструкции чем качественные?

2.Критерии,определяющие надежность металла в металлоконструкциях.

3.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,7% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4.Закалка стали, цель закалки; выбор режима закалки; влияние режима закалки на структуру и механические свойства стали.

**Вариант 8.**

1.Какие алюминиевые сплавы применяются для изготовления строительных конструкций («сэндвич», подвесные потолки, профилированный настил)? В каких случаях применение алюминиевых сплавов экономически более целесообразно? Какие свойства алюминиевых сплавов ограничивают их применение в строительстве.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,0% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Отпуск стали. Назначение различных видов отпуска. Зависимость механических свойств закаленной стали от температуры отпуска.

4.Суть коэффициента экономичности применения в производстве низколегированных сталей вместо сталей обыкновенного качества. Что такое низколегированные стали?

**Вариант 9.**

1.Виды и назначение термической обработки стали.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Как зависит стоимость стали от её качества, легированности, типа полуфабриката и его размеров?

4.С помощью диаграммы состояния железо-цементит, установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

**Вариант 10.**

1.Что такое наклеп? Почему стальные наклепанные детали имеют пониженную пластичность? Что такое рекристаллизация?

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Критерии, обуславливающие долговечность работы металла в строительных конструкциях.

4.Какие строительные стали называются термически упрочненными? В чем их отличие от неупрочненных сталей. Приведите примеры маркировки этих сталей и укажите область их применения.

**Вариант 11.**

1.Что понимают под арматурой железобетона? Каким нагрузкам подвергается арматура железобетона?

2.Какие металлические материалы целесообразно применять для арматуры, как классифицируются и маркируются эти материалы?

3.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4.В чем различие между упругой и пластичной деформацией? Между хрупкими и вязкими разрушениями?

**Вариант 12.**

1.Изложите процессы получения изделий методами прокатки и прессования. Какие строительные изделия получают этими методами.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Чем отличается серый чугун от ковкого и высокопрочного по структуре?

4.Какие изделия строительного назначения изготавливают из ковкого чугуна?

**Вариант 13.**

1.Какие стали называют цементируемыми? С какой целью применяются цементация и как она производится?

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Вязкое и хрупкое разрушение.

4.Какими критериями определяется качественность стали?

**Вариант 14.**

1.Влияние отрицательных температур, химического состава и дефектов на склонность стальных строительных конструкций к хрупкому разрушению.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбит железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Изложите классификацию стали по качеству, приведите примеры марок.

4.С помощью диаграммы состояния железо-цементит, установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 40.Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

**Вариант 15.**

1.Объясните характер и природу изменения свойств металла при пластической деформации.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,3%С.Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Как влияет степень чистоты металла или наличия примесей в сплаве на протекание процесса кристаллизации?

4.Что такое переохлаждение и как оно влияет на величину кристаллизующего металла?

**Вариант 16.**

1.Какими свойствами обладают металлы и какими особенностями типа связи эти свойства обусловлены?

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,3%СКакова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Что такое холодная пластическая деформация?

4.Каковы характерные свойства металла и в чем они определяются?

**Вариант 17.**

1.Опишите явления полиморфизма в приложению к железу.

2Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,5%С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Что такое твердый раствор?

4.Виды твердых растворов, примеры.

**Вариант 18.**

1.Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла? Объясните сущность воздействия.

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 7,3%С Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Как влияет модифицирование на строение и свойства литого металла.

4.Для какой стали применяются отжиг на зернистый перлит?

**Вариант 19.**

1.В чем заключается обработка стали холодом и в каких случаях она применяется?

2Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 8,3%С Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Какие процессы происходят при горячей пластической деформации?

4.В чем сущность явления полиморфизма и какое оно имеет практическое значение? Приведите пример.

**Вариант 20**

1.Что такое дислокация? Виды дислокации и их влияние на механические свойства металла.

2Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,3%С Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

3.Охарактеризуйте параметры процесса кристаллизации.

4.В чем сущность явления наклепа? Его влияние на эксплуатационные свойства металла.