**ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с утвержденными учебными планами курс «Материаловедение» входит в блок общепрофессиональных дисциплин трех направлений подготовки бакалавров:

- 15.03.01 «Машиностроение»;

- 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»;

- 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

Дисциплина преподается в первом и втором семестре по единой методике, состоящей из лекционного цикла, лабораторных и практических работ и курсовой работы.

Цель дисциплины - предоставить студенту комплекс современных знаний по материаловедению, применяемых в машиностроительном производстве.

Основными задачами дисциплины является:

- предоставить студенту комплекс знаний о химическом составе и строении конструкционных материалов и их влиянии на механические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов;

- дать студенту представление о современных способах формирования у конструкционных материалов заданного комплекса механических и эксплуатационных свойств: деформационном упрочнении, термической, химико-термической обработке, легировании и др.;

- сформировать у студента устойчивые навыки проведения исследования строения материалов, оценки и анализа результатов исследований, обоснованного выбора конструкционных материалов и управления их механическими свойствами.

Основной целью курсовой работы является закрепление знаний теоретического курса и лабораторных и практических работ в области выбора состава и строения металлических конструкционных материалов и методов придания материалам заданных свойств.

В процессе выполнения курсовой работы студент должен овладеть методикой разработки технологических процессов термической обработки стали и микроструктурного анализа. При выполнении курсовой работы студент должен проявить максимум самостоятельности в решении поставленной задачи, подготовив себя к выполнению последующих курсовых проектов и выпускной бакалаврской работы.

За качество работы и выполнение ее в срок отвечает студент. Содержание курсовой работы должно точно соответствовать установленному варианту задания и методической последовательности изложения, приведенной в данном учебно-методическом пособии. Работы, выполненные в произвольной форме и не соответствующие заданию, к рассмотрению не принимаются.

1. **Тематика курсовой работы**

Прогресс в современной машиностроительной отрасли связан с созданием машин и оборудования, способных работать в сложных природных условиях, под воздействием различных технологических параметров (нагрузка, давление, температура, среда). Успешное проектирование, изготовление и эксплуатация всего комплекса машиностроительного оборудования невозможно без знаний широкой номенклатуры современных сталей и чугунов - от углеродистых до высоколегированных сталей, от сталей обыкновенного качества до особо высококачественных, от серых до легированных высокопрочных чугунов, материалов способных улучшать свои свойства в процессе термической, термомеханической и химико-термической обработки.

В зависимости от назначения сталям предъявляют различные требования. Некоторые из них должны отличаться высокой прочностью, другие – пластичностью, высокой износостойкостью, сопротивлением усталости и коррозии. Получение тех или иных свойств определяются структурой. В свою очередь строение стали зависит от состава и характера предварительной обработки, следовательно, между всеми этими характеристиками существуют определенные связи: между химическим составом и строением (первая связь), между обработкой и строением (вторая связь), между строением и свойствами (третья связь). С помощью термической обработки можно придавать различные значения свойствам стали без изменения ее химического состава.

Темой работы является разработка технологического процесса термической, химико-термической, термомеханической обработки сталей и чугунов различного состава применительно к условиям работы заданных деталей машин и оборудования общемашиностроительных и нефтегазовой отраслей промышленности.

Исходные данные для курсовой работы приведены в Приложении 1.

Различные операции термической обработки характеризуются следующими элементами: скоростью нагрева, температурой максимального нагрева, продолжительностью выдержки при температуре нагрева, скоростью охлаждения. В свою очередь изменение значения свойств сталей при проведении термической обработки объясняется изменением внутреннего строения, которое испытывает железоуглеродистый сплав при его нагревании и охлаждении.

1. **Структура курсовой работы**

Задание на курсовую работу студенты получают на 8-й неделе обучения в весеннем семестре 1 курса. Выполнение курсовой работы в срок признается в случае, если она защищена не позднее окончания экзаменационной сессии 1 курса.

Преподаватель при выдаче задания на курсовую работу закрепляет за студентом номер задания в соответствии с номером студенческого билета.

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) курсовой работы печатается без рамки на одной стороне листа формата А4 шрифтом Times New Roman, размер 14, полуторный интервал, выравнивание абзацев по ширине, абзацные отступы – 1,25 или 1,27 см, автоматическая расстановка переносов, левое поле – 25 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм, нумерация страниц в правом верхнем углу.

Рисунки, таблицы, формулы нумеруются в пределах раздела (номер раздела и номер рисунка, таблицы или формулы, разделенные точкой, например: 3.2).

Структура РПЗ является типовой, рекомендуемый объем – 10-20 страниц. В РПЗ должны быть представлены следующие последовательно расположенные разделы:

- титульный лист (пример оформления приведен в Приложении 2);

- задание;

- аннотация;

- содержание, которое включает в себя следующие разделы:

- оглавление;

- введение;

- аналитический обзор с обоснованием выбора стали и характеристикой ее свойств;

- разработка технологического процесса термической обработки стали: выбор температуры закалки, описание влияния легирующих элементов на превращения при нагреве и охлаждении, определение температуры отпуска;

- выводы;

- список использованной литературы.

**3 Содержание курсовой работы**

Аннотация должна кратко отражать основное содержание работы. В ней указывается тема работы, год защиты, фамилия студента, дается краткая характеристика работы, ее задачи и сущность, а также сведения о технических результатах.

Во введении приводятся сведения по заданным характерным размерам детали, области её применения, условиям работы и требования к механическим свойствам, которые должны обеспечить заданные эксплуатационные характеристики.

Аналитический обзор предусматривает обоснованный выбор группы сплавов и их обработки, обеспечивающий в наибольшей степени надежность заданного объекта в условиях эксплуатации. Требуется проанализировать условия работы детали, конструкции и др., выяснить напряженное состояние, которое возникает в них в заданных условиях, возможные виды разрушения и другие причины выхода из строя. Далее надо определить группу сплавов (например, конструкционных сталей общего назначения, инструментальных сталей и т.п.), обладающих свойствами, близкими к требуемым. В данном разделе необходимо привести химический состав выбранных сталей или чугунов, их механические и технологические свойства в состоянии поставки, критические точки Ас1  и Ас3, дать описание исходной микроструктуры в условиях поставки. В процессе анализа могут уточняться и дополняться исходные данные, приведенные в техническом задании. Для поиска требуемых данных можно воспользоваться приведенной в методическом пособии литературой, а также интернет ресурсами.

В основном разделе курсовой работы необходимо осуществить на основе проведенного анализа технически и экономически обоснованный выбор сплава, разработать, в соответствии с техническим заданием, технологический процесс его термической или др. обработки, обеспечивающей заданные эксплуатационные свойства. Технологическая схема процесса должна соответствовать маршруту изготовления, то есть содержать последовательность выполняемых этапов и операций.

*Термическая обработка (термообработка)* - процесс изменения структуры при нагревании и последующем охлаждении с определенной скоростью. Определение режимных параметров термообработки опирается на научные представления о температурных зависимостях структурных превращений железоуглеродистых сплавов различного состава, сконцентрированных в диаграмме железо-углерод (Fe-C).

На диаграмме Fe-C критическим точкам Ас1  отвечает линия PSK, критическим точкам Ас3 (для доэвтектоидной стали) – линия GS. Температуры закалки и отжига обычно на 20-400 С выше Ас3  для доэвтектоидной и на 30- 700 С выше Ас1  для заэвтектоидной углеродистой стали. Диаграмма характеризует состояние чистых железоуглеродистых сплавов, промышленные сплавы содержат, кроме того, марганец, кремний, серу, фосфор (а также в небольших количествах хром, никель и др.). В углеродистых сталях влияние этих примесей на положение критических точек незначительно и это позволяет определять положение критических точек по диаграмме. При увеличении содержания марганца и кремния, введение в сталь других легирующих элементов, положение критических точек изменяется и определить их по диаграмме Fe-C становится невозможным. В этом случае критические точки Ас1  и Ас3  определяют экспериментальным путем и вносятся соответствующими организациями в нормативно-техническую документацию и справочную литературу.

Термическая обработка (термообработка) приводит к существенным изменениям свойств сталей и сплавов. Химический состав сплава в среднем не меняется. Широкое применение получили такие виды термообработки, как отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

*Отжиг* — термическая обработка, при которой производится нагревание металла выше критической температуры, выдержка при этой температуре, а затем медленное охлаждение (в основном с печью).

*Закалка* — термическая обработка, основанная на перекристаллизации структуры при нагреве до температуры выше критической; после достаточной выдержки при критической температуре для завершения термической обработки следует охлаждение со скоростью равной или выше критической.

Закалка является основной операцией, формирующей структуру и свойства материала, которые, например, сталь должна иметь в эксплуатации. Значения критических точек необходимы не только для характеристики превращений, но для практики выполнения термической обработки (температура нагрева для закалки, отжига, нормализации, отпуска).

*Нормализация* — термическая обработка схожая с отжигом. Различия этих термообработок (нормализации и отжига) состоит в том, что при нормализации сталь охлаждается с повышенной скоростью на воздухе (при отжиге — с печью).

*Отпуск* — термическая обработка стали, сплавов, проводимая после закалки для уменьшения или снятия остаточных напряжений, формирующая окончательную микроструктуру в стали и сплавах, повышающая вязкость, уменьшающая твердость и хрупкость металла.

Отпуск производится путем нагрева деталей, закаленных на мартенсит до температуры ниже критической. При этом в зависимости от температуры нагрева могут быть получены состояния мартенсита, троостита или сорбита отпуска. Эти состояния несколько отличаются от соответственных состояний после нормализации по структуре и свойствам: при нормализации цементит (в троостите и сорбите) получается в форме удлиненных пластинок, как в пластинчатом перлите. А после закалки и отпуска он получается мелкозернистым, или точечным.

Преимуществом точечной структуры является более благоприятное сочетание прочности и пластичности. При одинаковом химическом составе и одинаковой твердости сталь с точечной структурой имеет значительно более высокое относительное сужение, ударную вязкость, повышенное удлинение и предел текучести по сравнению со сталью с пластинчатой структурой.

Отпуск является заключительной операцией термической обработки, придающей изделию требуемые свойства. Температура отпуска – наиболее существенный фактор, влияющий на свойства отпущенной стали. В зависимости от нее отпуск подразделяется на низкий, средний и высокий.

*Нагрев заготовки* — ответственная операция. От правильности ее проведения зависят качество изделия, производительность труда. Необходимо знать, что в процессе нагрева металл меняет свою структуру, свойства и характеристику поверхностного слоя и в результате от взаимодействия металла с воздухом атмосферы, и на поверхности образуется окалина, толщина слоя окалины зависит от температуры и продолжительности нагрева, химического состава металла. Стали окисляются наиболее интенсивно при нагреве больше 900°С, при нагреве в 1000°С окисляемость увеличивается в 2 раза, а при 1200°С — в 5 раз.

Хромоникелевые стали называют жаростойкими потому, что они практически не окисляются. Легированные стали образуют плотный, но не толстый слой окалины, который защищает металл от дальнейшего окисления и не растрескивается при ковке. Углеродистые стали при нагреве теряют углерод с поверхностного слоя в 2-4 мм. Это грозит металлу уменьшением прочности, твердости стали и ухудшается закаливание. Особенно пагубно обезуглероживание для поковок небольших размеров с последующей закалкой.

В зависимости от условий работы деталей машин, их упрочнения достигается закалкой и отпуском, поверхностной закалкой или химико-термической обработкой. При выборе технологического процесса необходимо учитывать как требования, предъявляемые к свойствам поверхности, так и к свойствам сердцевины детали. Этого можно добиться за счет комплексного применения термического и химико-термического упрочнения.

*Поверхностная закалка при индукционном нагреве стали* применяется для деталей машин, испытывающих максимальные напряжения на поверхности в результате изгиба, кручения и износа. Номенклатуру основных изделий, подвергающихся данному виду упрочнения, составляют валы машин, коленчатые и распределительные валы двигателей, мало- и средненагруженные зубчатые колеса и многие другие детали машин.

Индукционная закалка позволяет получить в зависимости от марки стали твердость поверхности 45-63 HRC и показатели прочности сердцевины в зависимости от предшествующей термической обработки σв = 700 – 1200 МПа, σ0,2= 500 – 1000 МПа, δ = 6 – 30%. Для данного процесса наиболее используемыми являются машиностроительные стали с содержание углерода 0,4 – 0,5% С (например 40Х, 40ХН, 40 ХНМ и др.). Толщина закаленного слоя для изделий работающих на износ или усталость составляет 1,5 – 3,0 мм, в условиях высоких контактных нагрузок – 4 – 5 мм.

Поверхностная закалка при индукционном нагреве по сравнению с химико-термической обработкой менее трудоемка и во многих случаях не уступает цементации, но при ее назначении необходимо учитывать конфигурацию и размеры деталей.

*Химико-термическая обработка (ХТО) стали* — совокупность операций термической обработки с насыщением поверхности изделия различными элементами (углерод, азот, алюминий, кремний, хром и др.) при высоких температурах. ХТО повышает твердость, износостойкость, кавитационную, коррозионную стойкость. Химико-термическая обработка, создавая на поверхности изделий благоприятные остаточные напряжения сжатия, увеличивает надежность, долговечность деталей машин.

*Цементация стали* — химико-термическая обработка поверхностным насыщением малоуглеродистой (С<0,2%) или легированных сталей при температурах 900 – 950°С – твердым (цементация твердым карбюризатором), а при 850 – 900°С – газообразным (газовая цементация) углеродом с последующей неполной закалкой и низким отпуском. Толщина слоя в зависимости от технологических параметров колеблется в пределах 0,5 – 2,5 мм. Цель цементации и последующей термической обработки — повышение твердости, износостойкости, контактной выносливости поверхности изделия при вязкой сердцевине, что обеспечивает прочностные характеристики изделия в целом при изгибе и кручении.

Цементация и нитроцементация рекомендуется для наиболее напряженных деталей машин – зубчатые колеса, валы, шпиндели, крупногабаритные подшипники качения и др. При этом можно обеспечить на поверхности твердость 58-64 HRC, а показатели прочности сердцевины в зависимости от марки стали до значений σв = 1300 МПа, σ0,2 = 1200 МПа, δ = 12%.

*Азотирование стали* — химико-термическая обработка поверхностным насыщением стали азотом путем длительной выдержки ее при нагреве до 600 – 650°С в атмосфере аммиака NН3. Процесс применяется для деталей машин, склонных к короблению, работающих на износ при небольших контактных нагрузках. Азотированный слой (толщиной 0,3 – 0,6 мм) стали обладают очень высокой твердостью (HV = 6500 – 12000 МПа в зависимости от марки стали и режима термообработки), прочностью и обладают повышенной сопротивляемостью износу и коррозии в таких средах, как атмосфера, вода, пар. Показатели прочности сердцевины в зависимости от марки стали повышаются до значений σв = 1100 МПа, σ0,2 = 950 МПа, δ = 12%.

Азотирование используют для упрочнения шпинделей, направляющих скольжения и ходовых винтов металлорежущих станков, мало- и среденагруженных зубчатых колес, деталей топливной аппаратуры, клапанов, коленчатых и распределительных валов, гильз цилиндров двигателей и др.

*Термомеханическая обработка (ТМО) стали* — совокупность операций термической обработки с пластической деформацией, которая проводится либо выше критических точек (ВТМО), либо при температуре переохлажденного (500 – 700°С) аустенита (НТМО). Термомеханическая обработка позволяет получить сталь высокой прочности (до 2700 МПа). Формирование структуры стали при ТМО происходит в условиях повышенной плотности и оптимального распределения дислокаций. Окончательными операциями ТМО являются немедленная закалка во избежание развития рекристаллизации и низкотемпературный отпуск при Т=100 – 300 °С.

Термомеханическая обработка с последующими закалкой и отпуском позволяют получить очень высокую прочность (σв= 2200…3000 МПа) при удовлетворительных пластичности (δ = 6…8%) и вязкости. В практических целях большее распространение получила ВТМО, обеспечивающая наряду с высокой прочностью хорошее сопротивление усталости, высокую работу распространения трещин, а также сниженные критические температуры хрупко-вязкого перехода, чувствительность к концентраторам напряжений.

В данной части расчетно-пояснительной записки следует обосновать: выбор температуры основной термической обработки (закалка, нормализация, отжиг, ХТО и др.) и ее технологические параметры (режим нагрева, выдержка при заданной температуре, среду охлаждения); технологические параметры операции отпуска; микроструктуру и механические свойства после окончательной обработки; виды термического оборудования; другие дополнительные сведения, указанные в задании. При этом каждый этап должен сопровождаться необходимыми графиками, таблицами, диаграммами. Все принятые решения заносятся в карту технологического процесса термообработки (Приложение 3).

В процессе анализа поставленных технических проблем студент должен выбрать и обосновать принятое техническое решение. При разработке технологического процесса в целом ставится задача найти наиболее приемлемый вариант получения оптимального сочетания механических свойств при обеспечении экономически оправданного решения.

При назначении режима термической обработки легированных сталей необходимо особое внимание уделить влиянию содержания углерода и легирующих элементов на превращения при нагреве и охлаждении, описать это влияние в РПЗ, с анализом микроструктуры и свойств закаленной стали.

В РПЗ необходимо назначить температуру отпуска в зависимости от требований, предъявляемых к данной детали или инструменту, описать превращения при отпуске, структуру и свойства отпущенной стали.

В конце расчетно-пояснительной записки должны быть сформулированы выводы по проделанной работе, в которых указываются достигнутые результаты разработки процесса термической обработки стали.

Список использованной литературы и интернет источников, приведенный в РПЗ, должен реально отражать использованные в работе материалы, по тексту записки должны быть указаны ссылки на литературу в квадратных скобках.

1. **Защита курсовой работы**

Курсовая работа является формой самостоятельной работы студента, выполняемой под руководством преподавателя. Во время работы студент должен продемонстрировать умение самостоятельно решать технические задачи, работать со специальной и научной литературой. Инициатива при решении поставленной задачи должна принадлежать студенту, а руководитель лишь одобряет или отклоняет предложенные студентом решения.

В ходе защиты курсовой работы студент должен пользуясь принятой технической терминологией четко сформулировать поставленную перед ним задачу, обосновать метод ее решения, пояснить особенности выбранных технологических процессов термообработки изделия для достижения заданных эксплуатационных характеристик, сделать выводы.

**5 Рекомендуемая литература**

***Основная литература:***

1.Адаскин, А.М. Материаловедение в машиностроении/А.М.Адаскин [и др.].-СПб.: Юрайте, 2012.-535с.

2.Бондаренко, Г.Г. Материаловедение/Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко.-М: Юрайте, 2013.-359с.

3.Волков, Г.М. Материаловедение/Г.М. Волков, В.М.Зуев.-М:Академия, 2008.-398с.

4. Плошкин, В.В. Материаловедение/В.В. Плошкин.- М: Юрайте, 2013.-463с.

***Дополнительная литература:***

1. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. Учебник для вузов. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – 784 с.

2. Арзамасов В.Б., Черепахин А.А. Материаловедение. Учебник. – М.: Экзамен, 2009. – 352 с.: ил.

3. Гуляев А.П. Металловедение: учебник для вузов – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

4. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1992. – 528 с.

5. Энциклопедический справочник термиста-технолога: В 3-ех томах. Т. 2. /С.Б. Масленков, А.И. Ляпунов, В.М. Зинченко и др., под ред. С.Б. Масленкова. – Москва: Наука и технологии, 2004.-608 с. 17

**6 Варианты заданий по курсовой работе**

**Вариант 1**

1.1 Завод должен изготовить вал двигателя буровой установки с характерным диаметром d (30, 60, 120) мм. Материал вала должен иметь временное сопротивление растяжению не ниже в (750, 900,1200) МПа. Выбрать сталь для изготовления валов, обосновать сделанный выбор, рекомендовать режим термической обработки и указать структуру в готовом вале.

1.2 Плашки из стали У11А закалены: первая – от температуры 760 С, а вторая – от температуры 850 С. Используя диаграмму железо–карбид железа, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

1.3 Выберите латунь для изготовления деталей путем глубокой вытяжки. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим промежуточной термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, обоснуйте выбранный режим. Дайте общую характеристику механических свойств сплава.

**Вариант 2**

1.2 Тросы, применяемые в условиях морской нефтегазодобывающей платформы, должны обладать высоким пределом прочности σ**в** (800, 900, 1000) МПа и высокой устойчивостью против коррозии в морской воде, Указать состав стали, устойчивой, против корродирующего действия морской воды (без применения защитных покрытий), технологический процесс изготовления тросов обеспечивающий получение высоких механических свойств в готовом тросе, и структуру стали. Сравнить структуру, стойкость против коррозии и поведение при сварке стали выбранного состава с хромистой сталью с содержанием 14 % Сг и 0,1 % С. Указать для сравнения механические свойства, режим обработки и структуру стали, применяемой для изготовления тросов, от которых по условиям эксплуатации не требуется повышенной стойкости против коррозии.

2.2 Назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) шпилек из стали МСт6, которые должны иметь твердость НВ 207...230. Опишите их микроструктуру и свойства

2.3 Для изготовления ряда деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, опишите характеристики механических свойств и приведите режим используемой термообработки.

**Вариант 3**

3.1 На заводе изготавливали валы двигателей внутреннего сгорания диаметром d (40,60,80) мм из стали с пределом текучести 200 – 230 МПа и относительным удлинением δ - 20 – 22%. В дальнейшем был получен заказ на валы такого же диаметра для более мощных двигателей; завод должен был гарантировать предел текучести не ниже σ0.2(550, 620, 680) МПа и ударную вязкость не ниже 800 кДж/м2.

|  |
| --- |
| Указать стали, режим термической обработки, структуру и механические свойства после окончательной обработки. Указать, как изменится отношение σ0,2/σв у выбранных  сталей в результате выполнения улучшающей термической обработки.  3.2 Детали машин из стали 45 закалены от температур 740 и 8300 С. Используя диаграмму состояния железо–карбид железа, объясните, какие из этих деталей имеют более высокую твердость и лучшие эксплуатационные свойства.  3.3 Выберите литейный алюминиевый сплав для поршней двигателей внутреннего сгорания, работающих при температуре 200...2500 С. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления детали из данного сплава. Опишите режим упрочняющей термообработки и объясните природу упрочнения.  **Вариант 4** |

4.1 Шестерни привода штанговых насосных установок подвергаются действию знакопеременных и ударных нагрузок и должны иметь максимально однородные свойства в продольном и поперечном направлениях. Их изготавливают в зависимости от типа привода из стали с временным сопротивлением растяжению σв (700-750, 900-950, 1100-1150) МПа. Ударная вязкость, соответственно, должна быть не ниже (600, 700, 800) кДж/м2.

Выбрать сталь для шестерен, обеспечивающую комбинацию требуемых свойств, привести состав, марку, режим термической обработки, микроструктуру и механические свойства в готовом изделии.

4.2 Плашки из стали У11А закалены: первая – от температуры 760 С, а вторая – от температуры 850 С. Используя диаграмму железо–карбид железа, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

4.3 Выберите титановый сплав для обшивки летательных аппаратов. Приведите химический состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую структуру.

**Вариант 5**

5.1 Зубчатые колеса нефтедобывающего оборудования в зависимости от условий работы и возникающих напряжений можно наготавливать из стали обыкновенного качества, качественной углеродистой и легированной с различным содержанием легирующих элементов.

Выбрать, руководствуясь техническими и экономическими соображениями, сталь для изготовления колес диаметром d (40, 50, 60) мм и толщиной (20, 30, 40) мм с пределом текучести не ниже σ0.2 = 360-380 МПа.

Указать термическую обработку колес, механические свойства и структуру выбранной стали в готовом изделии и сравнить их с механическими свойствами и структурой сталей 45 и 40 ХН после улучшающей термической обработки.

5.2 Назначьте режим термической обработки шестерен из стали 20Х с твердостью зуба HRС 58...62. Опишите микроструктуру и свойства поверхности зуба и сердцевины шестерни после термической обработки.

5.3 Для изготовления деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК6. Расшифруйте состав сплава, приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах и объясните, за счет чего они достигаются.

**Вариант 6**

6.1 Выбрать сталь для изготовления валов приводов оборудования нефтегазопереработки диаметром d (45, 65, 85) мм. По расчету, сталь для валов, соответственно, должна иметь предел текучести не ниже σ0.2 (350, 500, 700) МПа.

Указать: состав и марку выбранных сталей; рекомендуемый режим термической обработки; структуру после каждой операции термической обработки; механические свойства в готовом изделии. Можно ли применять углеродистую сталь обыкновенного качества для изготовления валов требуемого сечения и прочности?

6.2 Назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) деталей машин из сплава сталь 50, которые должны иметь твердость HRC 40...50. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и свойства.

6.3 Выберите оловянистую бронзу для отливок сложной конфигурации. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Приведите термическую обработку, применяемую для снятия внутренних напряжений, возникающих в результате литья. Опишите механические свойства бронзы.

**Вариант 7**

7.1 Выбрать сталь для изготовления тяжело нагруженных коленчатых валов диаметром d (40, 60, 80) мм, предел текучести, соответственно, должен быть не ниже σ0.2 (750, 900, 1100) МПа.

Рекомендовать состав и марку стали, режим термической обработки, структуру и механические свойства после закалки и отпуска.

7.2 Назначьте режим термообработки штампов холодной штамповки или высадки из стали У10. Дайте его обоснование и опишите структуру и свойства штампа. Объясните, почему из данной стали изготавливают штампы небольшого сечения.

7.3 Выберите латунь, которая пригодна для изготовления тонкостенных труб. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим отжига, применяемого между операциями волочения, обоснуйте выбранный режим. Дайте общую характеристику механических свойств сплава.

**Вариант 8**

8.1 Конические зубчатые колеса диаметром d (30, 50,70) мм в электротележке работают в условиях динамических нагрузок и повышенного износа. По требованию конструктора сталь должна обладать высоким сопротивлением вязкому и хрупкому разрушению изделия в сердцевине.

Выбрать углеродистую цементуемую сталь, указать состав, рекомендовать режим термической обработки для получения максимальной вязкости в сердцевине изделия, если цементация выполняется в твердом карбюризаторе. Одновременно для сравнения указать режим термической обработки после цементации в газовой среде.

Указать механические свойства стали в сердцевине изделия и твердость на поверхности после окончательной термической обработки к объяснить, целесообразно ли применение для этой цели стали обыкновенного качества.

8.2 Выберите углеродистую сталь для изготовления пил. Назначьте режим термообработки. Опишите сущность происходящих в ее процессе превращений, структуру и свойства инструмента.

8.3 Выберите оловянистую бронзу для отливок сложной конфигурации. Расшифруйте состав и опишите структуру бронзы. Назначьте режим термообработки для снятия внутренних напряжений, возникающих после литья. Опишите механические свойства этой бронзы.

**Вариант 9**

9.1 Палец шарнира диаметром d (15, 25, 35) мм работает на изгиб и срез и должен, кроме того, обладать высокой износостойкостью на поверхности и высоким сопротивлением хрупкому и вязкому разрушению в сердцевине.

Выбрать углеродистую сталь, привести ее состав и марку, рекомендовать режим химико-термической и термической обработки и указать структуру, механические свойства в сердцевине и твердость на поверхности после окончательной обработки.

|  |
| --- |
| Указать желательную толщину твердого поверхностного слоя. Объяснить, в каких случаях необходимо выбрать легированную сталь, и какие механические свойства можно гарантировать в сталях выбранных различных марок.  9.2 Пружины из стали 60 после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеют твердость значительно выше, чем это предусматривается по техническим условиям. Чем вызван этот дефект, и как можно его исправить? Укажите, какая твердость и структура обеспечивают высокие упругие свойства пружин.  9.3 Для изготовления деталей выбран сплав Д18. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава. Укажите, характеристики механических свойств сплава.  **Вариант 10** |

10.1 Заводу нужно изготовить зубчатые колеса сложной формы диаметром 50 мм и высотой 100 мм для нефтегазового оборудования. Они должны иметь твердость на поверхности не ниже HRC 58-60, а в сердцевине временное сопротивление растяжению не ниже σв (450, 550, 650) МПа при ударной вязкости не ниже 500-600 кДж/м2.

Завод изготовил первую партию зубчатых колес из углеродистой цементуемой стали, однако некоторые зубчатые колеса получили деформацию при закалке.

Выбрать сталь и рекомендовать режим термической обработки после цементации для получения заданных механических свойств и предупреждения брака по деформации.

Указать структуру стали в сердцевине и поверхностном слое после окончательной обработки и причины, вызывающие деформацию при закалке.

10.2 Назначьте режим термообработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) шпинделей для станков из стали Ст6, которые должны иметь твердость HRC 40...45. Опишите микроструктуру и свойства изделий.

10.3 Выберите материал для изготовления методом литья под давлением крышки из литейного алюминиевого сплава. При выборе сплава воспользуйтесь диаграммой алюминий–кремний. Для выбранного сплава укажите химический состав, механические свойства и структуру.

**Вариант 11**

11.1 Стаканы цилиндров мощных моторов для приводов бурового оборудования должны иметь особо повышенную износостойкость на рабочей поверхности и высокую твердость (HV 950-1000) и предел текучести в сердцевине не менее σ0.2 (350, 550, 750) МПа.

Указать марку стали, применяемую для этого, и рекомендовать режим термической и химико-термической обработки, последний с учетом сокращения его продолжительности.

Сопоставить последовательность применяемых при этом термических операций, продолжительность химико-термической обработки, толщину, структуру и твердость поверхностного слоя и сравнить выбранные сталь и режим обработки с составом стали и обработкой, применяемой при цементации или нитроцементации.

11.2 Выберите марку чугуна для изготовления ответственных деталей машин (поршневые кольца и т.п.). Укажите состав, обработку, структуру и основные механические свойства.

11.3 Выберите латунь для изготовления деталей путем глубокой вытяжки. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим промежуточной термообработки, применяемой между отдельными операциями, обоснуйте выбранный режим и дайте характеристику механических свойств сплава.

**Вариант 12**

12 Завод изготовляет коленчатые валы диаметром d (35, 50, 65) мм; сталь в готовом изделии должна иметь предел текучести не ниже σ0.2 (300, 500, 700) Мпа и ударную вязкость не ниже 500 кДж/м2.Кроме того, вал должен обладать повышенной износостойкостью не по всей поверхности, а только в шейках, т. е. в участках, сопряженных с подшипниками и работающих на износ.

Привести марку стали, рекомендовать режим термической обработки всего вала для получения заданных свойств и высокопроизводительный режим последующей термической обработки, повышающей твердость только в отдельных участках поверхности вала; указать необходимое для этого оборудование. Привести структуру и твердость стали в поверхностном слое шейки вала, а также структуру и механические свойства в остальных участках.

12. 2 На изделиях из стали 15 требуется получить поверхностный слой высокой твердости. Дайте обоснование выбора метода химико-термической обработки, опишите его технологию и структуру изделия после окончательной термической обработки.

12.3 Для изготовления емкостей применяется сплав АМ3. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава и объясните природу упрочнения. Приведите характеристики механических свойств сплава.

**Вариант 13**

13.1 Многие крупные детали для железнодорожного транспорта, например автосцепки, изготавливают литыми с максимальной толщиной сечения Δ (80,140,200) мм. Для повышения механических свойств отливки подвергают термической обработке.

Выбрать марку стали и обосновать режим термической обработки, если временное сопротивление должно быть не ниже σв (400, 700, 900) МПа. Указать структуру и механические свойства стали после литья и после термической обработки.

13.2 В чем заключаются преимущества и недостатки поверхностного упрочнения стальных изделий закалкой при нагреве токами высокой частоты по сравнению с упрочнением методом цементации. Назовите марки сталей, применяемых для этих видов обработки.

13.3 Назначьте марку латуни, коррозионностойкой в морской воде. Расшифруйте ее состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь–цинк. Опишите метод упрочнения латуни и основные механические свойства.

**Вариант 14**

14.1 Направляющие станин станков изготавливали из чугуна. Однако, в дальнейшем, для повышения износостойкости этих направляющих их стали изготавливать из стали. Рекомендовать состав стали для таких деталей с максимальной толщиной сечения Δ (20,45,60) мм и пределом прочности не менее 650 МПа. Предложить режим поверхностной упрочняющей обработки. Привести значения твердости, которые при этом могут быть достигнуты.

Для сравнения указать марку чугуна, который используется для подобных деталей.

14.2 Пружины из стали 65 после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеют твердость значительно ниже, чем это требуется техническими условиями. Чем вызван этот дефект, и как можно его исправить? Укажите, какая твердость и структура обеспечивают высокие упругие свойства.

14.3 Выберите бронзу, которую можно использовать в качестве арматуры. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов. Приведите характеристики механических свойств сплава.

**Вариант 15**

15.1 Завод изготовлял червячные колеса для листогибочного оборудования диаметром 150 мм и толщиной 40 мм из серого чугуна. В дальнейшем потребовалось изготовить колеса из чугуна, обладающего временным сопротивлением в (1,5, 2,0, 2,5) раза более высоким, и относительным удлинением не менее δ = 3-5 %.

Указать структуру серого чугуна, обладающего наиболее высокими механическими свойствами, которые можно получить в отливке указанной толщины. Привести способ получения чугуна, имеющего прочность в (1,5, 2,0, 2,5) раза больше прочности указанного серого чугуна с и без термической обработки, а также охарактеризовать его структуру.

15.2 Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15Г. Назначьте вид обработки, опишите ее технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины.

15.3 Выберите алюминиевый деформируемый сплав для изготовления деталей двигателя внутреннего сгорания. Расшифруйте его состав, приведите механические характеристики сплава при повышенных температурах и объясните, за счет чего они достигаются.

**Вариант 16**

16.1 Червяк редуктора диаметром 35 мм можно изготовить из цементуемой и нецементуемой стали. Обосновать, в каких случаях целесообразно применять цементуемую, а в каких случая нецементуемую сталь. Временное сопротивление растяжению в сердцевине детали должно быть σв (400, 600, 800) МПа. Выбрать марку цементуемой и нецементуемой углеродистой качественной стали. Указать химический состав, рекомендовать режим химико-термической и термической обработки и сопоставить механические свойства стали обоих типов в готовом изделии.

16.2 Сталь 40 подверглась отжигу при температурах 840 и 1000 °С. Опишите превращения, происходящие при данных режимах отжига, укажите, какие образуются структуры, и объясните причины получения различных свойств и структур.

16.3 Для изготовления деталей самолета выбран сплав В95Т1. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

**Вариант 17**

17.1 Цех изготавливает зубчатые колеса бурового оборудования диаметром d (50, 90, 150) мм, толщиной Δ (20,60,100) мм из цементуемой стали. Выбрать сталь для зубчатых колес, работающих в условиях износа и удара, но при повышенных напряжениях.

Указать химический состав выбранных сталей, рекомендовать режим термической обработки, объяснить назначение каждой операции термической обработки и ее влияние на структуру и свойства стали. Рекомендовать толщину цементованного слоя для данной детали.

17.2 Используя диаграмму состояния железо–карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и отпуска, необходимых для получения твердости HB 250. Опишите превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термообработки структуру.

17.3 Выберите литейный алюминиевый сплав для изготовления деталей. Расшифруйте состав сплава. Опишите метод повышения механических свойств этого сплава и объясните природу явления.

**Вариант 18**

18.1 Станкостроительный завод изготавливает шпиндели токарных станков. Шпиндели работают с большой скоростью в условиях повышенного износа, поэтому твердость в поверхностном слое должна быть HRC 58-62. Выбрать сталь для шпинделя диаметром d (30, 65, 100) мм.

Привести состав и марку выбранной стали и рекомендовать режим обработки, обеспечивающий получение заданной твердости в поверхностном слое в условиях термической и химико-термической обработки. Указать структуру стали в поверхностных слоях и в сердцевине шпинделя, механические свойства сердцевины после окончательной термической обработки.

18.2 После закалки углеродистой стали 40 со скоростью выше критической была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Приведите на диаграмме состояния желез–карбид железа ординату, соответствующую составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите все превращения, которые совершились в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки.

18.3 Выберите деформируемый магниевый сплав, применяемый для изготовления деталей в авиастроении. Расшифруйте состав сплава, опишите характеристики механических свойств. Объясните цель проведения отжига для деформируемых магниевых сплавов.

**Вариант 19**

19.1 Заводу необходимо изготовить шпиндели для токарных станков диаметром d (30, 60, 90) мм, работающих в условиях износа, и для шлифовальных станков, которые, кроме того, должны обеспечить высокую точность обработки. Поэтому деформация шпинделей шлифовальных станков при окончательной термической обработке должна быть минимальной, а шпиндели, кроме того, должны иметь повышенную износостойкость. Выбрать стали для шпинделей обоих типов, рекомендовать режим обработки. Указать структуру стали и твердость поверхностного слоя и механические свойства сердцевины после окончательной обработки.

19.2 Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя в стали получить чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньшей, чем критическая скорость закалки?

19.3 Для изготовления деталей самолета выбран сплав Д1. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу явления. Укажите механические свойства сплава.

**Вариант 20**

20.1 Станины станков изготавливают литьем, временное сопротивление растяжению должно быть 200-250 МПа. Выбрать марку сплава, пригодного для изготовления станины, имеющей максимальную толщину Δ (15-35,30-50,40-70) мм в разных сечениях, и указать режим термической обработки станины и структуры сплава.

При решении задачи учесть, что в литой детали необходимо иметь возможно меньше напряжений и термическая обработка должна предупредить деформацию (коробление) станины в процессе обработки и эксплуатации станка.

20.2 Применяя диаграмму состояния железо–карбид железа, опишите структуру и свойства стали 40 и У12 после закалки от температур 750 и 8500 С.

20.3 Назначьте марку алюминиевой бронзы для изготовления мелких ответственных деталей (втулок, фланцев и т.п.). Расшифруйте ее состав, опишите структуру, используя диаграмму состояния медь–алюминий.

**Вариант 21**

21.1 Блоки цилиндров двигателей трактора изготавливают из чугуна с твердостью HB 170-240 с повышенным пределом прочности σв (300, 500, 700) МПа и износостойкостью.

Выбрать марку чугуна, привести его структуру и механические свойства и указать, каким должен быть его состав для того, чтобы обеспечить получение заданных свойств чугуна.

Каковы должны быть требования к химическому составу и структуре чугуна, если цилиндры нагреваются в работе до 500-600°С?

21. 2 При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит и мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервал температур превращений и опишите характер превращения в каждой из них.

21.3 Для изготовления слабонагруженных деталей самолета выберите литейный алюминиевый сплав. Расшифруйте состав сплава. Опишите метод повышения механических свойств этого сплава и объясните природу явления.

**Вариант 22**

22.1 Несущие конструкции современных морских и речных танкеров должны иметь повышенные габариты и массу, если их изготавливают из углеродистой строительной стали обыкновенного качества.

Выбрать марку строительной стали с примерно таким же относительно низким содержанием углерода, но с пределом текучести в (1,2, 1,5, 1,8) раза более высоким, чем у стали марки Ст3, и хорошей свариваемостью. Объяснить, какими путями может быть достигнуто указанное улучшение свойств.

22.2 Выберите нержавеющую сталь для работы в контакте с крепкими кислотами. Расшифруйте состав и определите класс стали. Объясните причину введения хрома и обоснуйте выбор этой стали для данных условий работы.

22.3 Для изготовления деталей самолета выберите деформируемый алюминиевый сплав не упрочняемый термообработкой. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, объясните природу упрочнения. Укажите механические свойства этого сплава.

**Вариант 23**

23.1 Рессоры бензовозов повышенной грузоподъемности изготавливают из качественной легированной стали с толщиной одной полосы рессоры Δ (5, 10, 15) мм. Сталь в готовой рессоре должна обладать высокими пределами текучести, выносливости и упругости.

Рекомендовать режим термической обработки, структуру и механические свойства, которые можно получить при правильном выборе состава стали и обработке рессоры.

Объяснить, как влияет состояние поверхности на качество рессоры, и указать способ обработки поверхностного слоя, позволяющий повысить предел выносливости.

23.2 Выберите нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах. Расшифруйте состав и определите группу стали по назначению. Объясните причину введения легирующих элементов в эту сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру стали после обработки.

23.3 Опишите термо- и реактопласты, в чем их различия по структуре и свойствам. Перечислите методы переработки пластмасс в вязкотекучем состоянии и принципиальное различие при переработке термо- и реактопластов.

**Вариант 24**

24.1 В термическом цехе обрабатывают зубчатые колеса из стали 20Х диаметром 50 мм и толщиной Δ (10, 30, 50) мм. Цех отказался от выполнения цементации в твердом карбюризаторе и наметил более производительный процесс газовой нитроцементации.

Сравнить условия и режим всего цикла химико-термической и термической обработки зубчатых колес в случае выполнения цементации в твердом карбюризаторе и нитроцементации. Требуемая толщина поверхностного твердого слоя 0,4-0,6 мм.

Указать микроструктуру и твердость поверхности, а также механические свойства в сердцевине после окончательной обработки.

24.2 Выберите хромистую нержавеющую сталь для деталей, работающих в слабых коррозионных средах. Расшифруйте состав и определите группу стали по назначению. Объясните назначение введения хрома в эту сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите микроструктуру после обработки.

24.3 Опишите термопластичные пенопласты, их разновидности и свойства. Укажите способы получения изделий и области применения пенопластов.

**Вариант 25**

25.1 Завод приводит химико-термическую обработку массовых партий зубчатых колес диаметром 50 мм из стали 20 в термическом цехе. Зубчатые колеса поступали в термический цех из механического цеха, а затем вновь возвращались для окончательной обработки в механический цех.

Для повышения производительности и сокращения длительности производственного цикла завод изменил марку стали и начал выполнять закалку с индукционного нагрева. Это позволило проводить термическую обработку непосредственно в потоке механического цеха.

Привести марку стали, из которой следует изготавливать зубчатые колеса толщиной Δ (10, 50, 90) мм, закаливаемые с индукционного нагрева.

Указать технологический режим обоих процессов термической обработки. Дать описание влияния легирующих элементов на прокаливаемость стали.

25.2 Назначьте нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты при температурах до 400 С. Приведите химический состав стали, необходимую термическую обработку, получаемую структуру. Объясните физическую природу коррозионной устойчивости материала и роль каждого легирующего элемента.

25.3 Опишите металлокерамические антифрикционные сплавы на железной и медной основе. Укажите их состав, свойства и область применения. Поясните сущность получения деталей методом порошковой металлургии, достоинства и недостатки метода.

**Вариант 26**

26.1 Стаканы цилиндров двигателей внутреннего сгорания с толщиной стенки Δ (10, 20, 30) мм должны обладать высоким сопротивлением износу на поверхности, На заводе детали изготавливают из стали 20 с последующей цементацией и термической обработкой.

В дальнейшем завод начал изготавливать цилиндры более ответственного назначения с повышенной износостойкостью и твердостью на поверхности не ниже HV 950-1000. Эту твердость сталь должна сохранить при нагреве до 300-400 °С.

Указать сталь, которую необходимо выбрать для этой цели, и изменения, которые следует внести в технологический процесс термической и химико-термической обработки.

26.2 Выберите нержавеющую хромоникелевую сталь для емкости, работающей в контакте с крепкими кислотами. Расшифруйте состав и определите класс стали. Объясните причину введения хрома и обоснуйте выбор этой стали для данных условий работы. Назначьте и обоснуйте режим термообработки после сварки. Дайте понятие межкристаллитной коррозии.

26.3 Кратко изложите основы теории термической обработки алюминиевых сплавов в применении к промышленному сплаву типа дуралюмин. Укажите состав упрочняющих фаз, образующихся при старении дуралюмина.

**Вариант 27**

27.1 Для повышения износостойкости стаканов цилиндров мощных двигателей внутреннего сгорания, работающих при температурах Т (450,550,650) °С, применяют азотирование.

Выбрать сталь для указанных температурных параметров, пригодную для азотирования, привести химический состав, рекомендовать режим термической обработки и режим азотирования и указать твердость поверхностного слоя и механические свойства нижележащих слоев в готовом изделии.

27.2 Назначьте марку жаропрочной стали (сильхром) для клапанов автомобильных двигателей небольшой мощности. Расшифруйте состав и определите класс стали по структуре. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите микроструктуру и основные свойства стали после термообработки.

27.3В качестве материала для ответственных подшипников скольжения выберите свинцовистую бронзу. Расшифруйте состав и определите, к какой группе по назначению относится данный сплав. Укажите основные требования, предъявляемые к сплавам данной группы.

**Вариант 28**

28.1 Завод изготовляет средне модульные цилиндрические зубчатые колеса для нефтегазового оборудования из стали (45, 40ХН, 35ХМЮА) и упрочняет их способом индукционной закалки при поверхностном нагреве. Однако впадина зубьев при такой обработке не закаливается, что сокращает срок службы колес.

Рекомендовать: марку стали и обработку, обеспечивающую закалку зубчатых колес по всему контуру; привести для сравнения состав углеродистой или низколегированной стали, пригодной для изготовления зубчатых колес, упрочняемых методом химико-термической обработки.

28.2 Выберите сталь для изготовления рессор. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и главные свойства рессор после обработки. Каким способом можно повысить усталостную прочность рессор?

28.3 Выберите бериллиевую бронзу для изготовления токопроводящих упругих элементов. Приведите химический состав сплава, режим термообработки и получаемые механические свойства материала. Опишите процессы, происходящие при термообработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь–бериллий.

**Вариант 29**

29.1 Сталь, применяемая для пароперегревателей котлов высокого давления, должна сохранять повышенные механические свойства при длительных нагрузках при высоких температурах и иметь достаточно высокую пластичность для возможности выполнения холодной пластической деформации (гибки, развальцовки и т.п.) при сборке котла.

Указать химический состав, микроструктуру и механические свойства стали при комнатной и при повышенной температурах Т (400,500,600) °С.

29.2 Выберите сталь для изготовления пил. Назначьте режим термообработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

29.3 В качестве материала для вкладышей ответственных подшипников скольжения выберите баббит. Расшифруйте состав и определите к какой группе относится этот сплав. Зарисуйте и опишите микроструктуру сплава. Укажите основные требования, предъявляемые к баббитам.

**Вариант 30**

30.1 Объяснить основные отличия выбранной стали от углеродистой котельной стали. Основным элементов трубчатых печей для нагрева нефти в процессе ректификации подвержены действию высоких температур. Выбрать состав стали для труб, не испытывающих больших нагрузок, но нагревающихся в работе до температур Т (550,650,720) °С.

Указать режим термической обработки и микроструктуру стали, а также объяснить роль легирующих элементов, позволяющих использовать эти стали для длительной работы при высоких температурах.

30.2 Назначьте нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты при температуре до 400 С. Приведите химический состав стали, необходимую термическую обработку и получаемую структуру. Объясните коррозионную устойчивость материала и роль каждого легирующего элемента

30.3 Для деталей арматуры выберите оловянистую бронзу. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов. Приведите механические свойства сплава.

**Вариант 31**

31.1 Многие детали паровых турбин, например лопатки, работают при повышенных температурах Т (550,650,700) °С и в условиях воздействия пара и влаги. Сталь этого назначения должна обладать устойчивостью против ползучести и коррозии.

Выбрать марку стали для лопаток и указать ее химический состав, а также режим термической обработки и микроструктуру в готовом изделии, Привести механические свойства выбранной стали при 20°С и при температуре эксплуатации.

31.2 Выберите углеродистую сталь для изготовления напильников. Назначьте режим термообработки; опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

31.3 Для изготовления деталей самолета выбран сплав Д18П. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава. Укажите характеристики механических свойств сплава.

**Вариант 32**

32.1 Зубчатые колеса в зависимости от условий работы и возникающих напряжений можно изготавливать из стали обыкновенного качества, качественной углеродистой и легированной с различным содержанием легирующих элементов. Выбрать, руководствуясь техническими и экономическими соображениями, сталь для изготовления колес диаметром 50 мм и толщиной Δ (15, 35, 50) мм с пределом текучести не ниже 400 МПа. Указать термическую обработку колес, механические свойства и структуру выбранной стали в готовом изделии и для сравнения механические свойства и структуру сталей 45 и 40 ХН после улучшающей термической обработки.

32.2 Для трубопроводов пароперегревателей выберите аустенитную жаропрочную сталь. Расшифруйте состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термообработки и дайте его обоснование. Опишите влияние температуры на механические свойства этой стали. Опишите структуру после термообработки.

32.3 Для изготовления деталей самолета выберите алюминиевый деформируемый сплав не упрочняемый термической обработкой. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

**Вариант 33**

33.1 Выбрать сталь для изготовления валов редукторов диаметром d (30, 50, 70) мм. По расчету сталь должна иметь предел текучести не ниже σ0.2 (400, 550, 700) МПа.

Указать: состав, и марку выбранной стали; рекомендуемый режим термической обработки; структуру после каждой операции термической обработки; механические свойства в готовом изделии.

Можно ли применять углеродистую сталь обыкновенного качества для изготовления валов требуемого сечения и прочности?

33.2 Назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду, температуру отпуска) шпилек из стали МСт5, которые должны иметь твердость НБ 207...230. Опишите их микроструктуру и свойства.

33.3 Выберите латунь для изготовления деталей путем глубокой вытяжки. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим термообработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, обоснуйте выбранный режим. Дайте общую характеристику механических свойств сплава.

**Вариант 34**

34.1 Выберите углеродистую сталь для изготовления пил. Назначьте режим термообработки. Опишите сущность происходящих в ее процессе превращений, структуру и свойства инструмента.

34.2 Выберите быстрорежущую сталь для изготовления резцов. Расшифруйте состав и определите, к какой группе относится сталь по назначению. Назначьте режим термообработки, приведите подробное обоснование, объяснив влияние легирующих элементов на всех этапах термообработки. Опишите микроструктуру и главные свойства стали после термообработки.

34.3 Выберите баббит, используемый в качестве материала для вкладышей ответственных подшипников скольжения. Расшифруйте состав и определите, к какой группе относится этот сплав. Зарисуйте и опишите микроструктуру сплава. Укажите основные требования, предъявляемые к баббитам.

**Вариант 35**

35.1 Назначьте режим термообработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) шпинделей для станков из стали Ст6, которые должны иметь твердость HRC 40...45. Опишите микроструктуру и свойства изделий.

35.2 Назначьте нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты при температурах до 40 °С. Приведите химический состав стали, необходимую термообработку и получаемую структуру. Объясните коррозионную устойчивость материала и роль каждого легирующего элемента.

35.3 Для деталей арматуры выбрана бронза Бр ОЦС 4-4-2,5. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов. Приведите механические свойства сплава.

**Задание 2**

***Пример решения***

***Исходные данные***

Магниевый сплав Мл5 применяют для изготовления деталей швейных ма­шин (шпульки, катушки). Обоснуйте целесообразность использования этого относительно дорогого цветного сплава по сравнению с дешевым заменителем (ковкий чугун КЧ 37-12).

***Решение***

Вращающиеся с большой частотой детали швейных машин испытывают большие центробежные силы. Напряжение от центробежной силы прямо про­порционально плотности материала. Черные сплавы, в том числе ковкий чу­гун, примерно в 4,5 раза превосходят магниевые сплавы по плотности, а так­же по пределу прочности, т.е. имеют примерно одинаковую удельную проч­ность. Соответственно, в случае вышеупомянутых деталей, форма и размеры которых определяются их кинематической функцией, по воздействию центро­бежных сил магниевый сплав Мл5 примерно равноценен ковкому чугуну КЧ 37-12.

При разгоне швейной машины вращающиеся детали, выполненные из ков­кого чугуна, будут создавать примерно в 4,5 раза большую инерцию, чем в

случае, если бы они были изготовлены из магниевого сплава Мл5.

При литье чугуна потребуется значительно большая температура заливки (Тпл = 1150...1500 °С, рис. 2 приложения), чем в случае магниевых сплавов (Тпл « 650 °С).

Хотя цена магниевых сплавов примерно в 7 раз превышает цену черных сплавов (табл. 6, 45 приложения), это не будет существенным при изготовлении относительно малогабаритных деталей швейных машин.

Таким образом, по ряду технологических и эксплуатационных характерис­тик магниевый сплав Мл5 является более предпочтительным для изготовления вращающихся деталей швейных машин, чем ковкий чугун КЧ 37-12.

Литейный сплав Мл5 легирован несколькими элементами (табл. 51 прило­жения).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Химический элемент** | **Мп** | **Zti** | **А1** | **Mg** |
| **Содержание,** *%* | **0,15...0,5** | **02...0,8** | **7,5...9,0** | **остальное** |

Марганец улучшает коррозионную стойкость, а цинк и алюминий повы­шают механические свойства.

Отливки из высокопрочного сплава Мл5 подвергаются упрочняющей тер­мической обработке: закалке (420 °С, выдержка 12 - 24 часа) и отпуску (170 °С, выдержка 16 часов), после чего обладают хорошими прочностными свойства­ми (***ст*** B = 255 МПа, ст02 = 120 МПа, 8 = 6%).