



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ОРГАНИЗАЦИИ И  
ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Направление подготовки	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Профиль подготовки	<u>Электрооборудование и электрохозяйство горных и промышленных предприятий</u>
Уровень высшего образования	<u>бакалавриат</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>

Автор - разработчик: Худорожкова Ю. В., канд.техн.наук, доцент  
Рассмотрено на заседании кафедры энергетики  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические указания к выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Материаловедение».

Самостоятельная работа обучающихся включает изучение теоретического курса, выполнение домашних работ и подготовку к лабораторным работам, экзамену и зачету. Настоящие методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы относятся к виду учебной работы «Изучение теоретического курса и подготовка к экзамену (зачету)».

#### Тематика самостоятельной работ:

Раздел	Тема занятия
1	Введение. Свойства материалов.
2	Основы кристаллографии и теории дефектов кристаллического строения.
3	Свойства материалов. Метод исследования.
3	Кристаллизация в однокомпонентной системе. Основы теории кристаллизации твердых тел. Неравновесная кристаллизация. Ликвация в сплавах.
4	Кристаллизация в однокомпонентной системе. Основы теории кристаллизации твердых тел. Неравновесная кристаллизация. Ликвация в сплавах.
5	Металлические материалы.
6	Классификация сталей.
7	Электротехнические материалы.
8	Магнитные материалы.
9	Материаловедение цветных сплавов
10	Порошковые и композиционные материалы
11	Общие сведения о неметаллических материалах
12	Электроизоляционные материалы

#### Задание № 1

Для изготовления резьбовых фрез диаметром 50 мм и высотой 40 мм применяется быстрорежущая сталь марки P18. Перед изготовлением фрез катаная сталь подвергается дополнительной ковке. Объяснить назначение операции ковки. Указать режим отжига после ковки и режим окончательной термической обработки фрез. Объяснить, почему быстрорежущая сталь после закалки содержит 30-35% статочного аустенита.

#### Задание № 2

Для резьбовых фрез применяют сталь марки P18. Привести ее химический состав, обосновать режим термической обработки и получаемую после обработки твердость.

Для повышения режущих свойств выбрать режим химико-термической обработки и описать его сущность.

#### Задание № 3

Завод должен изготовить долбянки, обрабатывающие конструкционные стали твердостью HB 200-230.

Выбрать марку быстрорежущей стали с учетом, что долбянки работают с динамическими нагрузками и имеют сечение 60 мм.

Назначить режим термической обработки и указать структуру и твердость готового инструмента.

#### Задание № 4

Ступицы колес автомобиля, тормозные колодки и другие детали, имеющие довольно сложную форму и работающие в условиях динамических нагрузок, можно изготавливать не из стали, а из чугуна, что значительно экономичнее.

Описать способ изготовления чугуна с пределом прочности не ниже  $35 \text{ кгс/мм}^2$  и относительным удлинением 8-10%, отметив микроструктуру чугуна и область его применения.

Наметить марку стали и привести данные о ее химическом составе и механических свойствах, которая может быть использована для изготовления подобных деталей.

#### Задание № 5

Выбрать марку стали для изготовления крупных сверл диаметром 30 мм, обрабатывающих однофазные латуни.

Обосновать выбранный состав стали для сверл, назначить режим термической обработки и объяснить в каких случаях сверла нужно изготавливать из быстрорежущих марок сталей.

#### Задание № 6

В зависимости от типа двигателя, шатуны, сечением 40мм должны иметь предел прочности: а)  $70-75 \text{ кгс/мм}^2$  и б)  $90-95 \text{ кгс/мм}^2$ .

Выбрать марки сталей и назначить режимы термической обработки шатунов указанных типов. Привести данные о химическом составе выбранных сталей, микроструктуре и механических свойствах после обработки.

#### Задание № 7

Червяк редуктора диаметром 35 мм можно изготовить из цементируемой и нецементируемой стали. Обосновать, в каких случаях целесообразно применять цементируемую сталь, а когда нецементируемую. Предел прочности в сердцевине детали должен быть  $60-70 \text{ кгс/мм}^2$ .

Выбрать марку цементируемой и нецементируемой стали, указать химический состав, назначить режим термической обработки и сопоставить свойства обеих сталей в готовых деталях.

#### Задание № 8

Нужно изготовить червячные колеса диаметром 220 мм двух типов:

- а) массивные, толщиной 70 мм;
- б) более тонкие, толщиной 40 мм.

Материал должен обеспечить предел прочности при растяжении не ниже  $20 \text{ кгс/мм}^2$  и предел прочности при изгибе не ниже  $40 \text{ кгс/мм}^2$ .

Выбрать материал для колес и объяснить в каком направлении и почему надо изменить химический состав сплава для колес толщиной 70 мм, по сравнению со сплавом для колес толщиной 40 мм.

#### Задание № 9

Жаропрочные аустенитные сплавы плохо обрабатываются резанием. Поэтому применение быстрорежущей стали марки P18 не обеспечивает необходимой стойкости инструмента. Выбрать марку быстрорежущей стали повышенной стойкости, пригодной для этого назначения. Указать ее химический состав, режим термической обработки, микроструктуру и твердость. Описать влияние ванадия и кобальта на свойства быстрорежущей стали. Какие недостатки имеют ванадиевые и кобальтовые быстрорежущие стали?

#### Задание № 10

Многие детали из медных сплавов, имеющие внутреннюю полость, изготавливают горячим прессованием. Внутренняя полость создается прошивкой: вдавливанием пуансона в нагретый металл, установленный в специальной матрице.

При работе пуансоны нагреваются до  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  и при обратном ходе испытывают значительные растягивающие напряжения.

Выбрать марку стали для пуансонов, диаметром 15 мм, предложить режим термической обработки и сравнить свойства выбранной стали при температурах 20 °С и при 600 °С.

Задание № 11

Завод изготавливает крупные литые шестерни диаметром 300 мм и высотой 80 мм двух типов:

а) шестерни с пределом прочности при растяжении не ниже 25 кгс/мм<sup>2</sup> и пределом прочности при изгибе не ниже 45 кгс/мм<sup>2</sup>,

б) шестерни с пределом прочности при растяжении 35 кгс/мм<sup>2</sup> и пределом прочности при изгибе не ниже 55 кгс/мм<sup>2</sup>.

Выбрать дешевый сплав с хорошими литейными свойствами для изготовления шестерен. Объяснить, какую структуру должен иметь сплав, чтобы обеспечить требуемые свойства. Объяснить, по каким причинам технологического и экономического характера применение сталей в данном случае менее целесообразно.

Задание № 12

Приведите режим химико-термической обработки, применяемый для повышения стойкости многих фасонных инструментов из быстрорежущей стали. Назовите последовательность операций механической, термической и химико-термической обработок. Объясните, почему выбранный режим термической обработки нельзя применять для углеродистой инструментальной стали.

Задание № 13

Протяжки для обработки материалов твердостью НВ 260-280 изготавливают из сталей марок Р14Ф4 и Р9Ф5. Объяснить влияние ванадия на свойства сталей. Привести данные по химическому составу и режимам термической обработки названных марок сталей.

Задание № 14

Штампы холодной вырубке стальных листов должны иметь высокую износостойкость и по возможности лучшую вязкость.

Выбрать сталь для этого назначения и рекомендовать режим термической обработки. Указать получаемую твердость и структуру стали.

Объяснить в каких штампах: с наименьшей стороной 50 или 90 мм сталь будет иметь более высокую прочность и вязкость и причины этого различия.

Задание № 15

Завод должен изготовить вал диаметром 70 мм для работы с большими нагрузками. Сталь должна иметь предел текучести в центре вала не ниже 75 кгс/мм<sup>2</sup> (КТ-75).

Завод имеет стали трех марок: Ст4, 45, 30ХНЗА.

Какую из этих сталей следует применить для изготовления вала? Нужна ли термическая обработка и какая?

Описать превращения аустенита в выбранной стали при закалке по диаграммам изотермического превращения (лучше по термокинетической).

Задание № 16

Червяк редуктора диаметром 55 мм обрабатывается на КТ-60 в центре детали.

Выбрать марку стали для изготовления червяка, назначить режим термической обработки. Показать комплекс механических свойств в центре детали после обработки.

Какую структуру будет иметь готовый червяк?

Задание № 17

Для резьбовых калибров применяют сталь марки Х. Приведите ее химический состав и укажите требования, предъявляемые к стали в состоянии поставки. Назначьте режим окончательной термической обработки, обеспечивающий твердость НРС 62-64, высокую износостойкость и постоянство размеров калибров.

Задание № 18

Завод должен изготовить сверла для обработки на больших скоростях конструкционной стали твердостью НВ 180-200.

Выбрать марку стали для сварки, назначить режим термической обработки, указать структуру после закалки и отпуска. Объяснить, почему для сверл при таких условиях работы не пригодны углеродистые и легирование инструментальные стали.

#### Задание № 19

Выбрать марку стали для изготовления крупного молотового штампа с размерами 500×400×400. Рекомендовать режим термической обработки и привести данные по механическим свойствам после окончательной термической обработки.

Объяснить, почему подобные штампы не следует изготавливать их углеродистой стали.

#### Задание № 20

Выбрать марку быстрорежущей стали для изготовления червячных фрез, обрабатывающих конструкционные стали твердостью НВ 220-240. Указать химический состав, режим термической обработки, микроструктуру и твердость инструмента после закалки и отпуска. Предусмотреть защиту инструмента при обработке от окисления и обезуглероживания.

Привести диаграмму изотермического превращения аустенита для выбранной марки стали и объяснить, почему быстрорежущую сталь не охлаждают при закалке на воздухе.

#### Задание № 21

Пневматические долота, применяемые при разработке горных пород, должны обладать высокой твердостью HRC 55-58, износостойкостью и достаточной вязкостью, т.к. испытывают в работе значительные ударные нагрузки.

Выбрать марки сталей и режимы термической обработки для долот простой формы и для крупных долот сложной формы, обосновать сделанный выбор.

#### Задание № 22

Шаблоны, линейки, штангенциркули изготавливают из листовой стали. Инструменты должны обладать высокой твердостью, износоустойчивостью в рабочих кромках и во многих случаях сохранять вязкость в сердцевине.

Назначить режим обработки, обеспечивающий получение требуемых свойств, если инструменты будут изготавливаться из сталей марок 15 и У7. Указать структуру, которую должны иметь детали на поверхности после обработки.

#### Задание № 23

Цех выполняет токарную обработку чугуновых и стальных деталей с большой скоростью резания.

Выбрать сплавы для резцов, обеспечивающих высокую производительность обработки: а) стали; б) чугуна.

Привести химический состав, структуру, твердость, прочность, теплостойкость и способ изготовления этих сплавов и сравнить их с аналогичными характеристиками быстрорежущей стали Р18.

#### Задание № 24

Штампы сложной формы, особенно имеющие внутреннее отверстие, сильно деформируются при закалке.

Выбрать температуру закалки штампов из стали марки Х12М, при которой уменьшается деформация.

Указать структуру стали после закалки и объяснить причины, способствующие уменьшению деформации.

#### Задание № 25

Для изготовления вагонных осей диаметром 60 мм применяют стали марки 45Г2, которая обрабатывается на категорию прочности КТ-80 (КП 80).

Привести данные о химическом составе стали, выбрать и обосновать режим термической обработки осей, обеспечивающий получение требуемых свойств. Привести данные о механических свойствах в центре изделия после термообработки.

#### Задание № 26

Выбрать стали для изготовления валов редуктора. Диаметр вала 50 мм. Для одного вала требуется КТ-35, для другого – КТ-50.

Привести данные о химическом составе сталей, назначить режим термической обработки. Описать превращения аустенита при закалке по кинетическим диаграммам. Привести данные о механических свойствах валов и структуре после полной обработки.

Задание № 27

Вал диаметром 70 мм для гидротурбины нужно обработать на КТ-80. Выбрать марку стали для изготовления вала, назначить режим термической обработки, привести данные о структуре и механических свойствах готового вала.

Объяснить, какие специфические дефекты встречаются в хромоникелевых сталях в результате неправильного ведения процесса отпуска.

Задание № 28

Высоконагруженные болты сечением 25 мм обрабатываются на КТ-75. Выбрать марку стали и режим термической обработки болтов, обосновать сделанный выбор.

Пользуясь кривыми охлаждения центра заготовки и диаграммой изотермического превращения аустенита для выбранной стали, рассмотреть превращения аустенита при закалке.

Привести данные по химическому составу стали и механическим свойствам готовых болтов.

Задание № 29

Необходимо обработать два вала для мощных двигателей. Диаметр вала 60 мм. Один вал обрабатывается на КТ-60, второй на КТ-80.

Выбрать стали для изготовления валов, назначить режимы термической обработки, привести данные по механическим свойствам готовых изделий.

Задание № 30

На заводе изготавливают валы для мощных двигателей диаметром 60 мм двух типов: а) валы обрабатываются на КТ-60, б) валы обрабатываются на КТ-80.

Выбрать стали и режимы термической обработки для изготовления указанных валов. Обосновать выбор.

Привести данные о химическом составе, структуре и свойствах готовых изделий.

Заданий № 31

Цилиндрические пружины железнодорожных вагонов имеют относительно большие размеры (толщина проволоки 15 мм, высота пружины более 100 мм) и поэтому обычно изготавливаются навивкой в горячем состоянии.

Выбрать марку пружинной стали, не содержащей вредных элементов, привести ее химический состав, указать механические свойства и микроструктуру в готовой пружине после навивки и термической обработки.

Задание № 32

Листовая сталь, применяемая для изготовления топок судовых котлов, должна удовлетворять следующим требованиям:

предел прочности не ниже 36 кгс/мм<sup>2</sup>,  
относительное удлинение не менее 23%  
удовлетворительная свариваемость,  
отсутствие синеломкости в процессе работы.

Выбрать сталь, отвечающую этим требованиям, учитывая, что в процессе работы материал длительное время нагревается до температур 250-300 °С.

Привести данные о химическом составе стали, режимах ее обработки и сопоставить механические свойства при 20 и 250 °С.

Задание № 33

Лопатки паровых турбин работают при температурах 400-500°С в условиях воздействия пара и влаги. Сталь, применяемая для изготовления лопаток, должна обладать устойчивостью против ползучести и коррозии.

Выбрать сталь для изготовления лопаток, назначить режим термической обработки. Привести данные по механическим свойствам стали при 20 и 500 °С и сравнить их со свойствами углеродистой стали с таким же содержанием углерода. Объяснить, в каком направлении нужно изменить состав стали, если рабочая температура деталей повысится до 600 °С.

#### Задание № 34

Лопатки и другие детали особо мощных реактивных двигателей кратковременного действия работают в сильно окислительной среде при температурах 1000-1500 °С. Поэтому, металл, из которого изготавливают лопатки, должен обладать повышенной коррозионной стойкостью и высокими характеристиками и высокими характеристиками кратковременной прочности при рабочих температурах.

Выбрать металл или сплав, удовлетворяющий этим требованиям, привести данные о его составе и свойствах и отметить методы защиты от окисления.

#### Задание № 35

Поршни авиационных моторов изготавливают штамповкой из легкого сплава, обладающего высокой прочностью и устойчивостью механических свойств при повышенных температурах (300-350°С).

Выбрать сплав для изготовления поршней, назначить режим его термической обработки. Объяснить влияние основных компонентов сплава на теплоустойчивость. Сопоставить режимы термической обработки и механические свойства выбранного сплава с аналогичными данными для дуралюмина марки Д 16.

#### Задание № 36

Уменьшение веса поршня в двигателях внутреннего сгорания дает повышение мощности. Рекомендовать сплав для изготовления поршней с минимальным удельным весом. Привести данные с его химическом составе и режиме термической обработки.

Сопоставить удельный вес сплава и его механические свойства с аналогичными характеристиками других сплавов на алюминиевой основе, пригодных для изготовления поршней.

#### Задание № 37

Выбрать марку легкого сплава для изготовления бензиновых и масляных баков для самолетов. Материал должен быть пластичным, достаточно коррозионностойким и хорошо свариваться. По условиям работы высокой прочности не требуется.

Привести данные о химическом составе сплава, его микроструктуре, механических свойствах. Требуется ли термическая обработка и какая?

#### Задание № 38

Лопастей воздушных винтов изготавливают из легкого сплава высокой прочности.

Рекомендовать сплав для изготовления лопастей, назначить режим термической обработки и привести данные с механических свойствах готовых изделий.

Объяснить, почему термическая обработка вызывает упрочнение сплава.

Сопоставить выбранный сплав и его свойства со свойствами нержавеющей стали, которая также может быть использована для изготовления деталей такого типа.

#### Задание №39

Для резьбовых калибров назначена сталь марки Х. Приведите ее химический состав. Укажите, какие требования предъявляются к стали в состоянии поставки. Назначьте режим окончательной термической обработки, обеспечивающий высокую твердость (62-64 HRC), износостойкость и постоянство размеров калибров.

#### Задание № 40

В сложных механизмах применяют зубчатые колеса нескольких типов. В соответствии с условиями эксплуатации зубчатые колеса изготавливают из разных материалов и подвергают различной термической обработке для получения требуемых свойств:

цементованные с пределом прочности в сердцевине 65-70 кг/мм<sup>2</sup> и ударной вязкостью не ниже 8 кг.м/см<sup>2</sup>;

азотированные, имеющие предел прочности в сердцевине 95-100 кг/мм<sup>2</sup> и ударную вязкость - 9 кг.м/см<sup>2</sup>;

из термически улучшаемой стали с пределом прочности 90-100 кг/мм<sup>2</sup> и ударной вязкостью 6 кг.м/см<sup>2</sup>.

При решении принять, что зубчатые колеса всех типов имеют одинаковый диаметр 50 мм и высоту 80 мм.

Выбрать марку стали, привести химический состав, режимы обработки и структуры, необходимые для получения требуемых свойств. Учитывая свойства готовых колес, определить, для каких условий эксплуатации наиболее рационально их использование

Задание № 41

Высоконагруженные болты, сечением 25 мм обрабатываются на КТ-75. Выбрать и обосновать марку стали и режим термической обработки болтов. Разобрать, пользуясь кривыми охлаждения и диаграммой изотермического превращения для выбранной марки стали, процесс превращения аустенита при закалке. Привести данные по химическому составу, механическим свойствам и структуре после обработки.

Задание № 42

Завод изготавливает два типа зубчатых колес диаметром 60 мм и высотой 80 мм, которые работают в одинаковых условиях и должны иметь предел прочности не ниже 55 кг/мм<sup>2</sup>. Однако второй тип колес отличается от первого более сложной формы. Выбрать стали для зубчатых колес, привести их химические составы, учитывая технологические особенности термической обработки и необходимость предотвратить деформацию и образование трещин при закалке. Обосновать сделанный выбор, рекомендовать режим термической обработки и привести свойства в готовом изделии.

Задание № 43

Траки изготавливают из сталей типа 18ХГ и 18ХГТ. После полной термической обработки они должны иметь твердость в сердцевине 400 НВ и предел текучести 75 кг/мм<sup>2</sup>. Описать превращение аустенита при закалке по диаграммам изотермического превращения. Назначить режим закалки и отпуска. Привести данные о свойствах после полной термической обработки.

Задание № 44

Крупные детали станков (направляющие станин, цилиндры) изготавливают литыми. Выбрать марку металла для изготовления деталей:

а) не испытывающих в работе значительных напряжений;

б) для деталей, имеющих прочность  $\sigma = 40-45$  кг/мм<sup>2</sup> и достаточную вязкость.

Привести составы выбранных сплавов и механические свойства в литом состоянии. Показать, для какого сплава рационально применять термическую обработку, привести режим и объяснить влияние термической обработки на структуру и механические свойства.

Задание № 45

Поршни авиационных моторов изготавливают штамповкой из легкого сплава, обладающего высокой прочностью и устойчивостью механических свойств при повышенных температурах (300-350 °С).

Рекомендовать состав сплава и режим его термической обработки. Отметить влияние основных компонентов на теплоустойчивость сплава.

Сопоставить режимы термической обработки, а также механические свойства выбранного сплава и дуралюмина при 300-350°С.

Для сравнения указать химический состав и механические свойства дешевого сплава, применяемого для изготовления поршней маломощных стационарных двигателей.

Задание № 46

Для вагонов необходимо изготовить оси диаметром 100 мм и колеса. Выбрать марки сталей, наиболее пригодные для этой цели.



При выборе материала учесть:

- а) для осей предел прочности должен составлять 60-62 кг/мм<sup>2</sup>;
- б) для колес сопротивление изгибу должно быть не ниже 45 кг/мм<sup>2</sup>, кроме того, рабочая поверхность должна хорошо противостоять износу.

Указать примерный химсостав выбранных марок сталей, микроструктуру и механические свойства.

Задание № 47

На заводе изготавливались валы для двигателей диаметром 60 мм из стали, имеющей предел текучести 20 и 25 кг/мм<sup>2</sup> и относительное удлинение 20-22%.

В дальнейшем предприятию поручили изготовить валы того же диаметра для более мощных и быстроходных двигателей, при этом завод должен был гарантировать предел текучести:

- а) в валах одного типа не ниже 60 кг/мм<sup>2</sup> и ударную вязкость не ниже 6 кгм/см<sup>2</sup>;
- б) в валах другого типа не ниже 80 кг/мм<sup>2</sup> и ударную вязкость не ниже 8 кгм/см<sup>2</sup>.

Указать химсостав, режим термообработки и микроструктуру сталей, обеспечивающих получение заданных значений  $\sigma_T$  (т.е. соответственно 23, 60 и 80 кг/мм<sup>2</sup>) и ударной вязкости.

Задание № 48

В узле талевой системы используется звездочка двухредная, массой 140 кг, диаметром 770 мм, толщиной на ступице 140 мм. Для повышения срока службы детали необходимо обеспечить обработкой ТВЧ твердость на рабочей поверхности зуба HRC  $\geq$  40, глубина закаленного слоя 3-5 мм. Отливка выполнена по 2ой группе ГОСТ 977-88 НВ 187...269 ( $\sigma_B \geq$  540 МПа,  $\delta \geq$  16%). Пользуясь ГОСТ 977-88 подберите марку материала для стальной отливки, назначьте режим термической обработки. Опишите структуру стали в детали звездочка двухредная после всех циклов термической обработки.

Задание № 49

В редукторе используется фланец, изготовленный из конструкционной нелегированной качественной стали. После термической обработки заготовки под фланец (диаметр наружный 340 мм, толщина стенок фланца – 45 мм) получили твердость НВ 1560...1970 МПа. Подберите материал для фланца, назначьте режим термической обработки, опишите структуру материала после термической обработки.

Задание № 50

В ответственном узле, испытывающем высокие нагрузки и локальный нагрев до 400 °С установлена гайка, изготовленная из конструкционной легированной стали. После улучшения заготовка под гайку получила твердость 248...293 НВ. Пользуясь марочником, предложите материал для изготовления гайки, укажите режим термической обработки. Зарисуйте и опишите структуру материала, сформированную термической обработкой.

Из нормализованной заготовки выточили штифт диаметром 20, длиной 120. в качестве материала была использована качественная конструкционная нелегированная сталь. Твердость на заготовке после термической обработки получили НВ 156...197. пользуясь марочником предложите марку материала, назначьте режим термической обработки, опишите структурные превращения в стали после термической обработки.

Задание № 51

К зубчатому колесу предъявляются требования повышенной прочности и вязкости. Оно подвергается вибрационным и динамическим нагрузкам. Термической обработкой необходимо обеспечить следующий комплекс механических свойств:  $\sigma_T \geq$  540 МПа,  $\sigma_B \geq$  685 МПа,  $\delta \geq$  15%, KCU  $\geq$  59 Дж/см<sup>2</sup>, НВ 223-262. Предложите легированную конструкционную марку стали, рекомендуйте режим термической обработки. Объясните структуру стали, формируемую термической обработкой.

Задание № 52

Деталь ось относится к ответственным деталям, к которым предъявляются требования повышенной прочности. После термической обработки легированной стали

получили НВ 223-262,  $\sigma_T \geq 540$  МПа,  $\sigma_B \geq 685$  МПа. Выберите по марочнику материал, назначьте режим термической обработки. Укажите структуру стали после термической обработки.

#### Задание № 53

Из улучшаемой качественной конструкционной нелегированной стали изготовили гайку. После термической обработки на заготовке получили следующие свойства: НВ 174...217,  $\sigma_B \geq 590$  МПа,  $KCU \geq 59$  Дж/см<sup>2</sup>. на основании марочника «Стали и сплавы» подберите марку материала, назначьте режим термической обработки. Опишите структуру стали, формируемую термической обработкой.

#### Задание № 54

Деталь «звездочка» диаметром 1300, толщиной 30 мм, работающую на удар выполнили фасонным литьем. Она должна иметь твердость на рабочей поверхности зубьев HRC 35...50. После улучшения среднеуглеродистой литой стали получили на отливке :  $\sigma_T \geq 343$  МПа,  $\delta \geq 14\%$ ,  $KCU \geq 294$  кДж/м<sup>2</sup>. Выберите нелегированную среднеуглеродистую марку стали по ГОСТ 977-88. Укажите химический состав. Назначьте режим термической обработки. Опишите структурные изменения стали, связанные с ее объемной и поверхностной закалками.

#### Задание № 55

В особо ответственную высоконагруженную конструкцию входит болт, который изготовили из легированной (никелем, хромом, молибденом) конструкционной стали. После улучшения получили механические свойства:  $\sigma_T \geq 640$  МПа,  $KCU \geq 59$  Дж/см<sup>2</sup>, НВ 248-293.

Рекомендуйте марку материала для болта, назначьте режим термической обработки на поковку (диаметр 60, длина 300 мм). Зарисуйте и объясните структуру стали после термической обработки.

#### Задание № 56

Зубья ковшей для шагающих экскаваторов работают в условиях ударно-абразивного изнашивания. По марочнику подберите марку материала для зубьев ковшей из раздела «Сталь для отливок». Укажите химический состав марки материала, назначьте режим термической обработки, опишите структурные превращения в заготовках (до термической обработки и после).

#### Задание № 57

В тяжело нагруженном грузоподъемном приспособлении работает втулка, изготовленная из легированной углеродистой стали. Внешняя поверхность втулки испытывает контактный износ, поэтому на внешней поверхности проводят ТВЧ на глубину до 3 мм и получают твердость  $\geq 40$  HRC. Подберите материал для втулки, назначьте режим термической обработки. Опишите структуру материала на поверхности и в сердцевине.

#### Задание № 58

Завод должен изготовить три вала двигателя с пределом прочности при растяжении не ниже 75 кг/мм<sup>2</sup>. Диаметр первого вала 35 мм, второго- 50 мм и третьего- 100 мм. Выбрать и обосновать выбор сталей для изготовления валов. Рекомендовать режимы термической обработки. Указать структуру готовых изделий после термической обработки.

Рассмотреть превращения аустенита в процессе закалки, пользуясь диаграммами изотермического превращения аустенита и кривыми охлаждения.

Отливка «Шкиф» установлена в промблочке. По желобу шкифа скользит канат. Исходя из тяжелых условий работы желоба шкифа, необходимо обеспечить на его рабочей поверхности ТВЧ  $\geq 45$ . Отливка получена из конструкционной легированной стали по второй группе ГОСТ 977-88 ( $\sigma_B \geq 491$  МПа,  $\delta \geq 15\%$ ). Пользуясь ГОСТ 977-88 выберите марку материала, укажите хим. состав, назначьте режим термической обработки, опишите фазовые превращения в стали, протекающие в процессе обработки. Опишите окончательную структуру, полученную по сечению изделия.

#### Задание № 59

В коробке передач установлен вал, изготовленный из легированной улучшаемой конструкционной стали. Для передачи крутящего момента на валу предусмотрены шлицы. После обработки ТВЧ на поверхности шлиц необходимо получить HRC 40...50, глубина 3...5 мм. Выберите марку материала по марочнику (достаточно в марочнике стали одного легирующего элемента, например хрома 1%). После объемной закалки в заготовке получили HB 212-248. Сечение заготовки 160 мм, длина 2000мм. Укажите режим термической обработки. Опишите структуру в готовом изделии после объемной закалки и ТВЧ.

#### Задание № 60

После улучшения заготовки из конструкционной улучшаемой нелегированной стали изготовили насадку диаметром 160 мм, длиной 70 мм. На рабочем диаметре насадки 160 мм необходимо обработкой ТВЧ обеспечить твердость  $\geq 40$  HRC, глубину  $\geq 2$  мм. Предложите марку материала, после объемной закалки по заготовке получили твердость HB 174...229. Опишите режим термической обработки, структуру материала после объемной закалки и после обработки ТВЧ.

#### Задание № 31

Узел, в который входит гайка, подвергается локальному нагреву до 400 °С. Рекомендуйте улучшаемую конструкционную сталь для гайки. Пользуясь марочником, укажите хим. состав стали, режим термической обработки, структуру после ТО, структуру после ТО (диаметр гайки 200 мм, толщина 50 мм)

#### Задание № 62

Шток ползуна (диаметр 120 мм, длина 1450 мм) изготовили из конструкционной легированной стали. После объемной закалки получили твердость на заготовке 223...262 HB. Исходя из условий работы штока ползуна, необходимо иметь твердость на рабочей поверхности 50...56 HRC, по этой причине готовую деталь отправили на ТВЧ. Пользуясь марочником, подберите материал, укажите режим термической обработки, опишите структуру в сердцевине и на поверхности детали, если глубина упрочненного слоя ТВЧ 3...5 мм.

#### Задание № 63

Для детали «Втулка», испытывающей при работе на высокие нагрузки подберите марку материала из среднеуглеродистой конструкционной стали. Укажите его состав, режим термической обработки, структуру и механические свойства. После улучшения материал должен иметь твердость 1670-2070 МПа ( $\sigma_b \geq 570$  МПа).

#### Задание № 64

В установке, испытывающей местный нагрев до 400 °С для соединения применяют болт, выполненный из улучшаемой легированной стали (в маркировке есть никель, молибден). Рекомендуйте марку стали для болта, режим термической обработки, зарисуйте и опишите структуру в готовом изделии.

#### Задание № 65

В тяжелом машиностроении для крупногабаритных изделий используют мерительный инструмент большого размера и сложной геометрии. Предложите материал, для изготовления такого инструмента. Укажите хим. состав, режим термической обработки, опишите структуру материала после окончательной обработки.

#### Задание № 66

На заготовках после резки образуются заусенцы. Перед термической обработкой заусенцы зачищают напильником. Предложите марку стали для напильника (от напильника требуется высокая твердость и износостойкость). Назначьте режим термической обработки. Опишите структуру напильника.

#### Задание № 67

Деталь «Втулку», подверженную большим динамическим нагрузкам изготовили из высокопрочной цементуемой стали. После ХТО и ТО на рабочей поверхности «Втулки» получили твердость 56-62 HRC (глубина цементуемого слоя 1,8...2,2 мм). Предложите vhrge

материала, опишите ХТО и ТО, которые следует провести для заготовки под деталь «Втулка». Опишите фазовые превращения, протекающие в материале при обработках. Зарисуйте и подпишите структуру готового изделия.

#### Задание № 68

Колесо диаметром 250 мм и толщиной 50 мм изготовили из легированной низкоуглеродистой стали (0,09-0,16 % С). Зубья колеса на рабочей поверхности должны иметь твердость 50-58 HRC при достаточно вязкой сердцевине. Предложите марку материала, режим ХТО и ТО. Опишите структуру поверхности и сердцевины колеса после окончательной ТО.

#### Задание № 69

Оправку для механического участка изготовили из низкоуглеродистой легированной стали. После ХТО твердость на рабочей поверхности оправки получили 58-62 HRC. Подберите материал для оправки, укажите хим. состав, режимы ТО. Опишите структурные изменения внутри оправки и на поверхности (глубина упрочненного слоя после ХТО 1,8...2,2 мм, диаметр оправки 50 мм, длина 32 мм).

#### Задание № 70

Вставка в механизме захвоста должна обладать высокой твердостью и износостойкостью. Предложите конструкционную легированную сталь для вставок. После ХТО на внутренней рабочей поверхности вставки получили твердость 60-63 HRC. Назначьте ТО. Опишите структуру стали по сечению изделия. Габариты вставки 50x200x40, глубина упрочненного слоя после ХТО 1,8...2,2 мм

#### Задание № 71

Тяжелонагруженный вал-шестерня (длина вала 1800 мм, диаметр вала 210 мм, диаметр шестерни 400 мм, толщина шестерни 140 мм) изготовили из конструкционной легированной стали с содержанием углерода 0,35-0,45 %С, зубья шестерни должны иметь твердость на рабочей поверхности 56-63 HRC. Подберите материал, укажите режим ТО и ХТО. Опишите в готовом изделии структуру сердцевины и на поверхности зубьев после ХТО.

#### Задание № 72

Вал-шестерню изготовили из легированной низкоуглеродистой стали (0,09-0,22%) (габариты детали: длина 800 мм, диаметр вала 120 мм, диаметр шестерни 380мм). После нормализации и механической обработки деталь необходимо отправить на ХТО, т.к. на поверхности зубьев необходимо получить 56-62 HRC. Назначьте марку материала, предложите виды ТО и ХТО. Опишите структуру в изделии после ТО и ХТО.

#### Задание № 73

В тяжелых условиях эксплуатации деталь Клапан через 170 часов выходит из строя. Деталь изготовили из низкоуглеродистой легированной стали. Для увеличения срока службы рабочую поверхность клапана упрочнили ХТО и получили на ней твердость 56-63 HRC. Предложите марку материала, режимы ТО и ХТО, опишите фазовые превращения. Укажите структуру на поверхности и в сердцевине детали, глубина поверхности насыщения реагентом после ХТО 1,8...2,1 мм.

#### Задание № 74

От детали палец требуется высокая устойчивость против истирания и относительно высокая прочность. Поэтому на ее рабочей поверхности следует получить 57-62 HRC, например глубиной 1,6...2,0 мм при достаточно вязкой сердцевине. Исходя из требований, деталь изготовили из низкоуглеродистой качественной стали. Пользуясь марочником, подберите марку материала, назначьте режим ТО и ХТО, опишите структурные изменения в готовом изделии и по его сечению.

#### Задание № 75

Поршневые пальцы диаметром 30 мм и длиной 50 мм по условиям работы должны иметь вязкую сердцевину и высокую твердость на поверхности- HRC 58-62, т.к. работают на износ.

Назначить режимы обработки, обеспечивающие получение требуемых свойств, если пальцы обрабатывают массовыми партиями из сталей 20 и 45.

Сопоставить: а) длительность всего цикла обработки для стали 20 (глубина твердого слоя 0,8-1,0 мм), б) циклы всех операций для сталей 20 и 45, в) механические свойства в сердцевине пальцев, изготовленных из стали 20 и 45.

#### Задание № 76

Крупные детали станков (направляющие станины, цилиндры) изготавливают литыми. Выбрать сплав для изготовления деталей: а) не испытывающих в работе значительных напряжений, б) для деталей с прочностью 40-45 кгс/мм<sup>2</sup> и достаточной вязкостью.

Показать механические свойства сплавов в литом состоянии. Для какого сплава рационально применить термическую обработку и какую? Объяснить влияние термической обработки на структуру и механические свойства.

#### Задание № 77

Блоки цилиндра трактора изготавливают из чугуна с твердостью HB 170-241 и повышенной прочностью и износостойкостью. Подобрать марку чугуна для изготовления блоков, указать его структуру и механические свойства. Объяснить каким требованиям должен отвечать химический состав и структура чугуна, если цилиндры нагреваются в работе до 500-600 °С. Сопоставить механические свойства, структуру и состав выбранного типа чугуна с аналогичными свойствами стали, которую можно применять для изготовления цилиндров.

#### Задание № 78

Пароперегревательные трубы котлов работают при температуре 400-450 °С. Выбрать марку стали и назначить режим термической обработки, учитывая, что предел прочности при комнатной температуре должен быть ниже 35 кгс/мм<sup>2</sup>.

Показать, как изменяются свойства стали при нагреве до 450 °С. Объяснить роль легирующих элементов, входящих в состав выбранной стали на ее служебные свойства.

#### Задание № 79

Выберите марку легированной стали для изготовления круглых плашек, обрабатывающих низкоуглеродистую сталь. Укажите химический состав, режим окончательной термической обработки, структуру и твердость. Приведите диаграмму изотермического превращения этой стали. Опишите влияние легирующих элементов, входящих в состав стали на ее свойства и поведение при термической обработке.

#### Задание № 80

Необходимо изготовить валы диаметром 60 мм для мощных двигателей с пределом текучести в одном не ниже 60 кг/мм<sup>2</sup> и ударной вязкостью 6 кг\*м/см<sup>2</sup>, в другом 80 кг/мм<sup>2</sup> и ударной вязкостью не ниже 8 кг\*м/см<sup>2</sup>.

Выбрать стали для изготовления валов, обосновать сделанный выбор, описать режимы термической обработки, структуру и весь комплекс свойств после окончательной обработки.

#### Задание № 81

Клапаны двигателей внутреннего сгорания работают при высоких температурах в условиях повторных ударов и корродирующего действия выхлопных газов.

Выбрать марку стали для изготовления клапанов, учитывая:

- А) клапаны тракторных двигателей нагреваются в работе до температур 500-600 °С;
- Б) клапаны более мощных двигателей нагреваются в работе до температур 700-800 °С.

Назначить режим термической обработки выбранной стали, все данные обосновать.

#### Задание № 82

Гребные винты морских пароходов имеют сложную форму и очень массивны (вес одного винта современного океанского парохода составляет 50т). Винт работает в морской воде.

Выбрать сплав, пригодный для изготовления винтов подобного типа и привести данные о его обработке и механических свойствах.

Для сравнения привести данные для нержавеющей стали, устойчивой против действия морской воды, и указать, по каким причинам применение нержавеющей стали для изготовления гребных винтов менее целесообразно.

#### Задание № 83

Арматура котлов, работающих в условиях пресной воды и пара под давлением 25 ат (краны, вентили), а также трубки и корпуса приборов, изготавливают из цветных сплавов, стойких против коррозии.

Выбрать состав и способ изготовления подобных деталей, если один сплав должен иметь хорошие литейные свойства и обрабатываемость резанием, а второй- высокую пластичность в холодном состоянии для изготовления трубок и корпусов приборов. Привести данные о механических свойствах и структуре выбранных сплавов.

#### Задание № 84

Многие детали установок расщепления нефти, например, трубы печей, подвержены действию высоких температур.

Выбрать марку стали для изготовления труб, не несущих больших нагрузок, но нагреваемых в работе до температур: а) 450-500 °С и б) 650 °С.

Назначить режим термической обработки, объяснить роль легирующих элементов, позволяющих использовать выбранную сталь при высоких температурах.

#### Задание № 85

На заводе изготавливают насосы различного назначения:

А) для перекачки на водопроводной станции,  
Б) для подачи пара при температурах 400-500 °С, т.е. в условиях повышенного корродирующего действия,

В) для перекачки растворов солей, кислот и водных суспензий химически активных масс, т.е. в условиях абразивного и корродирующего действия перекачиваемых масс.

Выбрать марки сталей и чугуна, применяемые для изготовления поршней и цилиндров насосов каждого типа. Назначить и обосновать режимы термической обработки. Привести данные о структуре и механических свойствах готовых деталей.

#### Задание № 86

Отдельные детали гидросамолета изготавливают из высокопрочной стали с пределом прочности не ниже 120 кгс/мм<sup>2</sup>. Детали должны быть устойчивы против коррозии в морской воде.

Выбрать сплав для изготовления подобных деталей, привести данные о его структуре и механических свойствах после закалки. Предложить способ обработки стали, повышающей ее предел прочности выше 120 кгс/мм<sup>2</sup> и показать, как изменяются при этом другие механические характеристики.

#### Задание № 87

Заводу поручено изготовить червячные колеса диаметром 220 мм двух типов:

- 1) Массивные, толщиной 70 мм
- 2) Толщиною 40 мм

Металл должен обеспечить предел прочности при растяжении не ниже 20 кг/мм<sup>2</sup> и предел прочности при изгибе не ниже 40 кг/мм<sup>2</sup>.

Выбрать марку сплава для колес и указать в каком направлении и почему надо изменить химический состав сплава для колес толщиной 70 мм по сравнению со сплавом для колес толщиной 40 мм. Указать микроструктуру сплава, которую следует иметь в отливке.

#### Задание № 88

Подобрать и обосновать выбор марок сталей для изготовления деталей типа муфты, крюки тяги, стержни, двух групп:

- 1) Предел прочности не ниже 35 кг/мм<sup>2</sup> и ударная вязкость более 10 кг\*м/см<sup>2</sup> ;

- 2) Предел прочности не ниже  $45 \text{ кг/мм}^2$  и ударная вязкость не ниже  $8 \text{ кг*м/см}^2$   
Стали должны обладать хорошей свариваемостью  
Указать структуру стали в готовом изделии

Для сравнения привести марку, химический состав, и механические свойства легированной стали, обладающей хорошей свариваемостью и применяемой для изготовления сварных труб и конструкций от которых требуются более высокие механические свойства.

#### Задание № 89

Педали, рычаги, стойки педалей самолета изготавливают из сплава с хорошими литейными свойствами и предел прочности не ниже  $22 \text{ кгс/мм}^2$ . Сплав должен хорошо обрабатываться резанием.

Рекомендовать состав сплава, режим его термической обработки и показать механические свойства в готовых изделиях.

Сопоставить все эти данные с аналогичными свойствами пластически деформируемого сплава на алюминиевой основе.

#### Задание № 90

Тяги управления, обшивку самолета изготавливают из легкого сплава с пределом прочности не ниже  $45 \text{ кгс/мм}^2$ .

Выбрать сплав для изготовления подобных деталей, привести его химический состав, удельный вес, назначить режим термической обработки и показать механические свойства готовых изделий. Указать способы повышения коррозионной стойкости сплава после обработки.

#### Задание № 91

Подобрать марки стали для изготовления деталей типа муфт, крюков стержней при условии, что:

А) предел прочности должен быть не ниже  $35 \text{ кгс/мм}^2$ , а удельная вязкость не менее  $10 \text{ кгс*м/см}^2$ ,

Б) предел прочности не ниже  $45 \text{ кгс/мм}^2$ , удельная вязкость не ниже  $8 \text{ кгс*м/см}^2$ .

Стали должны обладать хорошей свариваемостью. Описать структуру сталей в готовых изделиях. Все выбранные данные обосновать.

#### Задание № 92

Рекомендуйте марку антифрикционного сплава на изготовление венца червячного колеса крупного быстроходного редуктора и дайте теоретическое обоснование сделанного выбора.

Какие еще материала применяются в качестве антифрикционных?

#### Задание № 93

В машиностроении для изготовления путем литья коррозионностойких тяжело нагруженных деталей применяются специальные латуни.

Выбрать сплав с пределом прочности не ниже  $45 \text{ кгс/мм}^2$ , привести данные о химическом составе, механических свойствах и отметить в каких средах латуни устойчивы против коррозии.

Сопоставить механические свойства специальной латуни выбранной марки со свойствами латуни марки ЛС 59-1.

#### Задание № 94

Вращающиеся детали мощных установок реактивной техники нагреваются в процессе работы до температур  $500-600 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Выбрать сплав с меньшей плотностью, чем у стали ( $4,5 \text{ г/см}^3$ ) и сравнить его длительную прочность при  $1000 \text{ ч}$  работы при температуре  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  с жаропрочностью дуралюмина и стали на хромоникелевой основе.

#### Задание № 95

В зависимости от условий работы и возникающих напряжений в металле, шестерни можно изготовить из стали обычного качества, углеродистой качественной или легированной.

Выбрать, руководствуясь техническими и экономическими соображениями, марки стали для шестерен диаметром 70мм, к которым предъявляются следующие требования:

А) предел прочности не ниже  $18 \text{ кгс/мм}^2$ , шестерни не испытывают в работе ударных нагрузок,

Б) предел прочности  $36-38 \text{ кгс/мм}^2$ , шестерни работают в условиях ударных нагрузок.

Назначить режимы термической обработки и привести данные о механических свойствах готовых шестерен.

Задание № 96

Шестерни диаметром 100 мм с внутренним отверстием диаметром 20 мм должны иметь предел прочности по всему сечению не ниже  $85 \text{ кгс/мм}^2$ .

Выбрать марку стали и режим термической обработки шестерен, обеспечивающий получение требуемых свойств. Обосновать сделанный выбор.

Задание № 97

Заклепки и некоторые другие жесткие связи должны обладать хорошей пластичностью, способностью к сварке, особенно кузнечной.

Выбрать стали для изготовления заклепок и анкерных связей и обосновать сделанный выбор. Нужна ли термическая обработка деталей и если да, то какая? Привести данные о химическом составе и механических свойствах готовых изделий.

Задание № 98

Выбрать стали и режимы обработки для отвалов и рам тракторных плугов, учитывая следующие условия работы:

А) отвалы, разрыхляющие почву, должны иметь высокую износоустойчивость и вязкость, чтобы выдерживать удары при работе по почве,

Б) рамы плугов (сечение 30 мм) должны обладать высокой прочностью (КТ-55) в центре и достаточной ударной вязкостью- не ниже  $4 \text{ кгс*м/см}^2$ .

Все выбранные данные обосновать.

Задание № 99

Заводные спиральные пружины для часов, патефонов и т.п. изготавливают из термически обработанной углеродистой или легированной стали, полученной холодной прокаткой заготовки на очень тонкую ленту (толщина  $0,2-0,3 \text{ мм}$ ).

Сталь перед прокаткой должна обладать максимально высокой пластичностью и вязкостью.

Выбрать сталь с содержанием углерода  $0,8 \%$ , назначить режим термической обработки перед прокаткой для получения высокой пластичности и вязкостью, режим термической обработки для получения высоких механических свойств в готовой ленте. Описать структуру перед прокаткой и после окончательной термической обработки.

Задание № 100

Для волочения медных прутков (в холодном состоянии) применяют фильеры (волочильные доски), изготовленные из высокохромистой стали с повышенной износоустойчивостью. Привести химический состав стали, режим термической обработки, получаемую структуру и твердость.