

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине
МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Профиль подготовки:	Материаловедение и технологии новых материалов
Программа	академический бакалавриат
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц., к.т.н. Ганзуленко О.Ю.
Год приема:	2015-2018

Методические указания по подготовке к практическим занятиям и индивидуальные задания для расчетно-графических работ по дисциплине «Методология выбора материалов и технологий в машиностроении» предназначены для студентов 4 курса уровня бакалавриата направления 22.03.01 «Материаловедения и технологии материалов», обучающихся по профилю программы «Материаловедение и технологии новых материалов».

Цель курса практических работ: изучение метода выбора марки стали для машиностроительного или инструментального изделия на основе материаловедческого анализа, выработка и закрепление навыков по выбору материалов для изготовления изделий различного назначения (деталей машин и приборов, инструмента, конструкций) и рациональных технологий объемной и поверхностной упрочняющей обработки (термической, химико-термической и др.) этих изделий с целью формирования компетенций и для продолжения обучения на последующих уровнях высшего образования или при трудоустройстве на промышленное или иное предприятие.

Основные рекомендации для решения задач

Ответы на каждый вопрос задания должны быть обоснованными, четко указано, почему произведен выбор данной группы материалов, конкретной марки сплава, того или иного режима упрочняющей обработки и т.д. В конце решения каждой задачи необходимо указать к какому классу, подклассу, группе и подгруппе относится предлагаемая марка стали или сплава.

Ниже описана **примерная схема (последовательность) выбора материалов** для изделий различного назначения.

1. Назначение изделия

Начинать нужно именно с назначения изделия (указывается в задании), поскольку оно сразу определяет тип материала. Все изучаемые в данном курсе материалы можно разделить по назначению на два основных типа – конструкционные, применяемые для широкого круга деталей машин, приборов, различного оборудования, и инструментальные. Инструментальными являются стали, классифицируемые по назначению инструмента, и твердые сплавы. Все остальные материалы можно считать конструкционными – это чугуны, стали (они также подразделяются на группы по назначению деталей) и сплавы цветных металлов.

Если в задании конкретизируется вид изделия, то это прямое указание на определенную группу сталей. Например, очевидно, что для фрез, метчиков, сверл нужно использовать стали для режущего инструмента, а для пружин – рессорно-пружинные стали.

Если требуется выбор материала для изделий «специфического назначения» (например, постоянных магнитов, сердечников трансформаторов, электронагревательных элементов и т.п.), то это, скорее всего, будут стали и сплавы с особыми свойствами.

Следующим важным этапом выбора материала является анализ условий работы изделия.

2. Условия работы изделия

а) **Величина нагрузки и характер нагружения** определяют требования по механическим свойствам; обычно они указаны в задании – чаще твердость и прочность (σ_B или $\sigma_{0,2}$).

Если твердость указана в единицах HRC_Э, то это высокая твердость и речь идет о сталях в термически упрочненном состоянии (закалка + отпуск). Величина твердости зависит от содержания углерода в стали и вида (температуры) отпуска. Максимальной твердости 60...65 HRC_Э соответствует низкий (≈ 200 °С) отпуск стали, содержащей $\geq 0,8$ % С. Это инструментальные стали (для режущего, измерительного, холодноштампового инструмента) или цементованные низкоотпущенные детали (из цементуемых низкоуглеродистых сталей), поверхностный слой которых содержит такое же количество углерода.

Величина прочности (σ_B) в заданиях указывается обычно для ответственных (нагруженных) деталей, изготавливаемых из качественных углеродистых и легированных сталей, обязательно упрочняемых путем закалки и отпуска. Напомним, что окончательная структура и свойства (в частности σ_B) стали зависят от температуры отпуска. Стали применяемые для разных групп однотипных изделий проходят присущий им вид отпуска (цементуемые – низкий, улучшаемые – высокий, рессорно-пружинные – средний виды отпуска), формирующий необходимый комплекс механических свойств. Все сведения по химическому составу, режимам термической обработки и механическим свойствам (включая σ_B) основных групп конструкционных сталей обычно приводятся в учебной литературе в виде сводных таблиц (см., например, табл. 2.3.1 «Опорного конспекта»), поэтому, если группа сталей по назначению определена, величина σ_B поможет выбрать конкретную марку (и режим термической обработки) стали.

Характер нагружения также является подсказкой в выборе марки стали и режима термической обработки. Динамические (ударные) нагрузки способствуют охрупчиванию материала. Поэтому соответствующие детали должны обладать повышенной ударной вязкостью и пластичностью. Известно, что эти характеристики улучшаются с уменьшением содержания углерода в стали и повышением температуры отпуска. Отсюда для таких деталей (валы, рычаги, ответственный крепеж и т.п.) должны применяться стали с содержанием углерода не выше 0,3...0,5 % после высокого отпуска.

Заметим также, что все промышленные цветные сплавы (за исключением титановых и бериллиевой бронзы) имеют прочность $\sigma_B \leq 500$ МПа, что существенно ниже прочности конструкционных сталей в термически упрочненном состоянии ($\sigma_B \approx 1000...1700$ МПа).

б) Особые условия работы

В основном это температура эксплуатации изделия и химическая активность окружающей среды – они определяют требования по особым физико-механическим свойствам.

Если в задании идет речь об эксплуатации нагруженных деталей машин при $t > 600$ °С (например, лопатки турбин), то это жаропрочные легированные стали и сплавы.

Если требуется выбор материала для инструмента, нагревающегося при работе до $t \leq 600$ °С, то это могут быть штамповые стали для горячего деформирования металла (молотовые штампы, пресс-формы для литья под давлением) либо теплостойкие быстрорежущие стали и твердые сплавы на карбидной основе (рабочая $t = 800 \dots 900$ °С), используемые для режущего инструмента.

Для изделий, работающих в химически агрессивных средах, очевидно, нужны коррозионностойкие (нержавеющие) стали. Цветные сплавы также обладают высокой коррозионной стойкостью, но, как отмечалось выше, почти все значительно уступают сталям по прочности.

3. Размер (сечение) изделия

Если в задании указан диаметр изделия, то речь идет о прокаливаемости стали – способности закаливаться (приобретать мартенситную структуру) на определенную глубину. Для большинства ответственных изделий требуется сквозная прокаливаемость. В углеродистых сталях она не превышает 10...12 мм. В легированных сталях прокаливаемость тем больше, чем выше суммарное количество легирующих элементов в марке. Поэтому конкретизировать выбор марки стали данной группы логично по величине прокаливаемости (определяется критическим диаметром $D_{кр}$), сведения о которой имеются в учебной литературе (см., например, табл. 2.3.1 «Опорного конспекта»).

4. Технология изготовления изделия

Если в задании указана технология изготовления изделия – литье, обработка давлением, то это служит дополнительным ориентиром выбора материала.

Основным требованием к материалу, используемому для формования изделий методами обработки давлением (особенно холодной штамповки), является его высокая пластичность. Величина пластичности сталей падает с увеличением содержания углерода, поэтому в данном случае оптимален выбор конструкционных сталей обыкновенного качества и качественных с минимальным содержанием углерода.

Литейные свойства (главным образом жидкотекучесть, заполняемость формы) тем лучше, чем уже температурный интервал кристаллизации металла. Поэтому наилучшими литейными свойствами среди железоуглеродистых сталей обладают чугуны.

Многие цветные сплавы по технологическим свойствам делятся на деформируемые и литейные, что значительно упрощает выбор нужной марки сплава.

5. Экономичность

Главной целью выбора материалов является обеспечение необходимого комплекса эксплуатационных свойств (что обсуждалось выше), определяющих работоспособность изделий. Однако оптимизация выбора предполагает и учет

экономического фактора. Особенно это важно в условиях массового производства изделий.

Экономическая целесообразность выбора зависит не только от стоимости и доступности самого материала, но также экономичности технологий изготовления и упрочнения изделий и ряда других факторов.

Очевидно, что в рамках контрольной работы задача оптимизации выбора материала по экономическим показателям не может быть решена. Поэтому здесь следует принимать во внимание лишь ориентировочную стоимость материалов, учитывая, что наиболее дешевыми металлическими материалами являются чугуны и стали обыкновенного качества; далее по возрастанию стоимости идут качественные и высококачественные углеродистые стали → мало- и среднелегированные стали → высоколегированные стали и сплавы, сплавы цветных металлов.

Индивидуальные задания для студентов

Вариант 1

1. Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания работают в условиях динамических нагрузок. Выбрать марку стали для изготовления коленчатых валов автомобильных двигателей и режим термической обработки, обеспечивающий оптимальное сочетание механических свойств. Назначить режим местной термической обработки для повышения износостойкости шеек валов. Указать структуру и примерную твердость в различных частях готового изделия.

2. Выбрать экономичный материал для литых деталей автомобилей (блоков цилиндров, картеров, тормозных барабанов) и подъемно-транспортных машин (корпусов редукторов, блоков, барабанов), не испытывающих при работе больших нагрузок ($\sigma_b \approx 200 \dots 250$ МПа). Привести марку сплава, описать его структуру и свойства. Указать пути повышения механических свойств сплавов этой группы.

3. Выбрать сплав для деталей автомобильных радиаторов, изготавливаемых методами холодной пластической деформации. Обосновать выбор, учитывая технологические, механические и физические свойства. Отметить влияние технологии изготовления на механические свойства деталей.

4. Выбрать полимерный материал для изготовления бачков главных цилиндров тормоза и сцепления. Указать классификационную группу материала, привести его структурную формулу, химические и физико-механические свойства.

Вариант 2

1. Выбрать марку стали для полуосей заднего моста автомобилей. Указать химический состав стали и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки изделий, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать марку стали для деталей, которые должны обладать высокой твердостью (HRC₃, 50...55) и устойчивостью в коррозионно-активных средах

(карбюраторные иглы, некоторые пружины). Описать свойства стали, объяснить назначение легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Выбрать сплав для нагруженных антифрикционных узлов автомобиля (втулок различных валов, шестерен, например, втулок шатунов двигателей). Расшифровать марку сплава, описать структурные особенности и свойства сплава.

4. Выбрать пластмассу для изготовления различных втулок (педаль, рессор, дверных петель), вкладышей (наконечников тяг рулевой трапеции, шаровых шарниров), шестерен (привода спидометра). Указать классификационную группу пластмассы и ее химическую формулу; привести физико-механические свойства.

Вариант 3

1. Выбрать марку стали для изготовления деталей передних (не ведущих) мостов грузовых автомобилей (балок передней оси, рычагов рулевого управления, рулевых тяг). Привести химический состав, указать влияние отдельных элементов на свойства стали. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать марку стали для изготовления кузовов и крыльев легковых автомобилей. Описать механические и технологические свойства стали. Указать, как влияет химический состав стали на технологию изготовления и качество рассматриваемых изделий.

3. Обосновать выбор прочного ($\sigma_{\text{в}} \approx 1200$ МПа) цветного сплава с высоким пределом упругости ($\sigma_{0,02} = 600$ МПа) для изготовления пружин карбюраторов и бензонасосов. Привести марку, химический состав и свойства сплава. Назначить режим термической обработки для получения указанной прочности, объяснить механизм упрочнения сплава.

4. Выбрать пластмассу для изготовления крыльев, кузовов легковых автомобилей. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее состав, строение, физико-механические свойства и способ получения изделий.

Вариант 4

1. Ступицы колес большинства автомобилей отливаются из чугуна. По условиям работы ступиц материал должен обладать не только удовлетворительной прочностью ($\sigma_{\text{в}} \approx 350...370$ МПа), но и достаточной пластичностью ($\delta \approx 10...12$ %). Выбрать марку чугуна. Описать технологию получения указанных деталей. Объяснить, как влияет температурный режим обработки отливок на их структуру и механические свойства.

2. Выбрать марку стали для изготовления малоответственных деталей массового производства (болтов, гаек, винтов, пробок и т. п.). Сталь должна обладать хорошей обрабатываемостью резанием и обеспечивать высокое качество поверхности детали. Указать химический состав стали. Объяснить особенности влияния отдельных химических элементов на свойства стали.

3. Назначить сплав для изготовления вкладышей коренных и шатунных подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей. Привести

химический состав сплава и объяснить назначение легирующих элементов. Описать структурные особенности сплава и указать, каково их влияние на основные рабочие характеристики сплава.

4. Выбрать материал для изготовления травмобезопасных приборных панелей автомобилей. Указать классификационную группу материала, привести его химическую формулу и физико-механические свойства.

Вариант 5

1. Сильно нагруженные ($\sigma_{0,2} \approx 900 \dots 1000$ МПа) шестерни главных передач автомобилей и поворотных устройств подъемных кранов должны сочетать высокую поверхностную твердость (HRC₃, 58...63 на глубине до 1,0...1,6 мм) и износостойкость с хорошей сопротивляемостью действию ударных нагрузок. Выбрать марку стали для таких шестерен, привести ее химический состав, объяснить назначение легирующих элементов. Указать способ упрочнения поверхности и режим термической обработки. Описать окончательную структуру и механические свойства в различных частях сечения изделий.

2. Выбрать сталь для изготовления траков гусеничных машин (и других износостойких деталей, работающих в условиях абразивного трения, высоких давлений и ударов). Привести марку, химический состав и назначение легирующих элементов. Описать механические и технологические свойства стали. Объяснить причину высокой износостойкости. Назначить режим термической обработки, указать окончательную структуру и свойства стали.

3. Выбрать легкий ($\gamma \approx 2,7$ г/см³) и достаточно прочный ($\sigma_{\text{в}} \approx 200$ МПа) сплав для отливки поршней автомобильных двигателей, работающих при температурах до 200...300 °С. Привести марку, химический состав сплава, назначение легирующих элементов. Указать режим упрочняющей термической обработки. Описать структуру и свойства сплава.

4. Назначить материал для изготовления накладок тормозных колодок и дисков сцепления. Указать классификационную группу материала, его состав, физико-механические свойства и способ получения изделий.

Вариант 6

1. Выбрать сталь (предел прочности не менее 1300 МПа) для изготовления листовых продольных рессор автомобилей. Привести марку, химический состав, назначение легирующих элементов. Указать режим термической обработки, описать окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать сплав для изготовления болтов ответственного назначения (болтов крепления маховика автомобильного двигателя, шатунных болтов, болтов крепления каната, болтов ступиц барабанов подъемно-транспортного оборудования), испытывающих при работе значительные (в том числе динамические) нагрузки. Привести марку стали, химический состав, назначение легирующих элементов. Указать режим термической обработки, описать окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Для обмотки электромагнитов некоторых приборов (например, в автомобильных реле обратного тока) применяется проволока, обеспечивающая постоянство электрического сопротивления обмотки независимо от температуры. Выбрать оптимальный сплав для этой цели, привести его химический состав, физические и технологические свойства. Указать, какое влияние оказывает фазовое состояние сплава на его основную рабочую характеристику.

4. Выбрать пластмассу для деталей высоковольтных приборов зажигания автомобиля (крышки и бегунка распределителя, крышки катушки зажигания). Указать классификационную группу пластмассы, назначение входящих в нее компонентов и способ получения изделий. Привести свойства пластмассы, обеспечивающие возможность данного применения.

Вариант 7

1. Коленчатые и распределительные валы некоторых автомобильных двигателей отливают из чугуна высокой прочности ($\sigma_B \approx 500$ МПа). Выбрать и расшифровать марку чугуна, описать его структуру и свойства. Указать способ получения таких чугунов, объяснить причину их высоких механических свойств. Предложить возможный режим термической обработки для улучшения механических свойств отливки.

2. Выбрать сталь для изготовления деталей шариковых подшипников, работающих в химически агрессивных средах. Привести марку, химический состав, назначение основных элементов. Указать режим термической обработки, описать окончательную структуру и свойства стали.

3. Выбрать легкий ($\gamma \approx 2,7$ г/см³) деформируемый сплав, сохраняющий механические свойства до 200...300 °С, для штамповки поршней двигателей внутреннего сгорания. Привести марку, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать режим термической обработки и связанные с ним изменения в структуре и механических свойствах сплава.

4. Перечислить основные требования, предъявляемые к материалам подшипников скольжения. Какие пластмассы применяются для таких изделий? Указать классификационные группы этих пластмасс; описать состав, строение и свойства одной из них.

Вариант 8

1. Выбрать марку стали для изготовления пружин подвески легковых автомобилей, а также опорных пружин вибрационных конвейеров. Привести химический состав, объяснить назначение легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, указать окончательную структуру и механические свойства стали. Предложить способ обработки, значительно увеличивающий срок службы пружин.

2. Выбрать экономичную сталь повышенной прочности ($\sigma_B \geq 500$ МПа) для сварных несущих конструкций грузовых автомобилей (поперечин рам, лонжеронов) и подъемно-транспортного оборудования (балок мостов кранов, опорных конструкций конвейеров). Материал должен обеспечивать надежную работу конструкции в условиях низких температур. Привести марку стали,

химический состав, назначение легирующих элементов. Описать механические и технологические свойства стали. Указать возможный режим термической обработки для улучшения эксплуатационных свойств стали.

3. Выбрать легкий ($\gamma \approx 1,8 \text{ г/см}^3$) сплав для изготовления малонагруженных отливок (картеров сцепления, коробок передач). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать физико-механические и технологические свойства сплава.

4. Перечислить требования, предъявляемые к пластмассам для изготовления крышек сигнальных фонарей автомобилей, стекол верхних окон автобусов и т.п. Выбрать материал данного назначения, привести его химическую формулу, описать строение, химические и физико-механические свойства.

Вариант 9

1. Иглы форсунок, плунжеры и гильзы топливной аппаратуры автомобильных двигателей должны иметь высокую поверхностную твердость (HV 1000...1100) и износостойкость. Выбрать марку стали, объяснить роль легирующих элементов. Назначить способ поверхностного упрочнения, учитывая, что эти детали не должны деформироваться в процессе упрочняющей обработки. Описать превращения, совершающиеся в стали в процессе упрочнения, ее окончательную структуру и свойства.

2. Назначить марку стали для изготовления клапанов двигателей внутреннего сгорания небольшой и средней мощности. При выборе сплава учесть, что клапаны (особенно выпускные) работают при высокой температуре в коррозионно-активной газовой среде. Привести химический состав, назначение легирующих элементов и режим термической обработки. Описать основные свойства сталей данного класса.

3. Отдельные детали двигателя и ходовой части гоночных автомобилей должны наряду с высокой прочностью ($\sigma_b \geq 1100 \text{ МПа}$) иметь возможно малый вес, т.е. обладать большой удельной прочностью (отношение предела прочности σ_b [МПа] к плотности γ [г/см³]). Выбрать для этой цели подходящий сплав ($\sigma_b / \gamma > 200$). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать физико-механические и технологические свойства сплава. Указать режим термической обработки, окончательную структуру и свойства сплава.

4. Указать основные компоненты резин, используемых для изготовления автомобильных шин, ремней вентилятора, транспортерных лент и т.п. Каково назначение этих компонентов? Как изменяется структура и свойства резиновой смеси ("сырой резины") в процессе формования изделий? Привести состав и физико-механические свойства одной из резин данного назначения.

Вариант 10

1. Некоторые шестерни редукторов автомобилей изготавливают из стали 55ПП. Расшифровать марку, дать определение основной характеристики такой стали. Назначить режим термической обработки. Привести окончательную структуру и твердость в различных сечениях детали. Обосновать использование

сталей этого типа, сравнив их со сталями, обычно применяемыми для подобных целей.

2. Выбрать марку стали для роликовых подшипников (диаметр роликов не более 10 мм). Указать химический состав стали и роль легирующих элементов. Объяснить критерий выбора стали в зависимости от размера деталей подшипников. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Выбрать легкий ($\gamma \approx 2,7 \text{ г/см}^3$) сплав с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 220...260 \text{ МПа}$ для изготовления сложных отливок (головок и блоков цилиндров автомобильных двигателей, картеров коробки передач и сцепления). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать механические и технологические свойства сплава. Указать способ улучшения структуры сплава, повышающий его эксплуатационные свойства.

4. Описать особенности строения и физико-механических свойств неорганических стекол. Охарактеризовать способы упрочнения листового стекла. Обосновать выбор материала для лобового стекла автомобиля.

Вариант 11

1. Выбрать сплав для изготовления оснований крупногабаритных оптических приборов (спектрометров, интерферометров). Указать основное технологическое свойство, обеспечивающее способ изготовления данного изделия. Привести марку, химический состав, структуру и механические характеристики сплава. Отметить особое свойство этого материала, способствующее повышению точности измерений указанных приборов.

2. Некоторые детали измерительных (штриховые меры длины), геодезических приборов должны сохранять постоянство размеров при изменении температуры в условиях эксплуатации. Выбрать марку сплава, отвечающего этому требованию в температурном интервале $-80...+100 \text{ }^\circ\text{C}$. Привести зависимость основной характеристики сплавов данной группы от их химического состава.

3. Выбрать марку стали для заводных спиральных пружин часов, секундомеров. Указать химический состав, режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу для изготовления прессованного корпуса малогабаритного прибора, работающего в тропических условиях. Описать ее состав, строение и физико-механические свойства.

Вариант 12

1. Многие детали заводного механизма ручных часов (заводное и барабанное колеса, кулачковая муфта, рычаг и др.) по техническим условиям должны иметь твердость HRC₃ 53...54. Их изготавливают из углеродистой стали высокого качества, содержащей $\approx 1 \%$ С. Привести марку стали, обосновать ее выбор. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданную твердость; указать окончательную структуру стали.

2. В оптико-механических приборах широко применяются цилиндрические опоры - подшипники скольжения, в которых вращаются валы. Выбрать недорогой сплав для изготовления втулки такого подшипника. Расшифровать марку сплава, указать его химический состав и способ получения. Объяснить влияние микроструктуры сплава на его свойства, обеспечивающее возможность данного применения.

3. Литой корпус прибора, используемого в космическом аппарате, должен быть легким и иметь достаточную прочность ($\sigma_b = 320...360$ МПа). Привести марку пригодного для этой цели сплава, его химический состав, назначение легирующих элементов. Указать физические, механические и технологические свойства. Описать способ достижения максимальной прочности в сплаве данного химического состава.

4. Выбрать пластмассу для несмазываемого подшипника скольжения цилиндрической опоры стального вала, работающего в диапазоне $-60...+60$ °С. Привести марку, химическую формулу, строение и физико-механические свойства материала.

Вариант 13

1. Некоторые элементы точных приборов (например, спирали манометров, регуляторы хода часов) должны обладать постоянством упругих характеристик (модуля упругости E) при колебаниях температуры. Выбрать сплав, удовлетворяющий этому требованию. Привести марку сплава, химический состав, характерные свойства. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий получение необходимых свойств.

2. В устройствах поворота оптических элементов (призм, зеркал) оптико-механических приборов используют кулачки с твердостью HRC₃, 56...63. Выбрать марку сплава для изготовления такого кулачка, описать технологию его обработки для обеспечения указанной твердости. Привести химический состав, окончательную структуру и твердость сплава.

3. По условиям работы прибора его детали должны изготавливаться из коррозионностойких немагнитных (парамагнитных) материалов. Выбрать марку стали, обладающей такими свойствами, указать ее структуру, химический состав и роль легирующих элементов. Какое нежелательное явление может возникнуть при нагреве сталей такого типа (например, при сварке); каковы пути его предотвращения? Привести механические свойства выбранной стали, отметить основной способ повышения ее прочности.

4. Выбрать пластмассу для изготовления наконечников толкателей кулачковых механизмов. Указать основное свойство выбранного материала, обеспечивающее работоспособность пары кулачок-толкатель. Описать состав, строение и физико-механические свойства пластмассы и способ изготовления из нее деталей.

Вариант14

1. В подвижных системах приборов широко используются червячные передачи. Материал червяков должен обладать достаточной высокой твердостью (HRC₃, 45...48) и износостойкостью, но не быть слишком хрупким

для исключения поломки витков. Выбрать сплав для изготовления червяка, привести марку и химический состав. Указать режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства сплава.

2. В червячных передачах приборов ведомым элементом является червячное колесо. Для уменьшения трения сопряженных поверхностей пар червяк-колесо их изготавливают из разнородных сплавов. Выбрать сплав (НВ 60...90) для литого червячного колеса, работающего в паре с червяком, указанный в предыдущем задании. Привести марку сплава, химический состав, структуру, механические и технологические свойства.

3. Выбрать сталь для изготовления сварного кожуха прибора, работающего в агрессивной среде. Привести марку стали, ее химический состав, назначение легирующих элементов, механические и технологические свойства.

Объяснить возможную причину ухудшения прочности сварного соединения в сталях этого типа. Каковы пути предотвращения такого дефекта?

4. В отсчетных винтовых механизмах приборов для обеспечения плавности хода в паре со стальным винтом используют гайки из пластмасс. Обосновать выбор пластмассы для изготовления такой гайки методом литья под давлением. Привести марку материала, его строение и физико-механические свойства.

Вариант 15

1. В кулачковых механизмах приборов используют материалы с высокой износостойкостью. Выбрать сплав для изготовления кулачка с повышенными требованиями к точности размеров и поверхностной твердости (НВ 1000...1100). Указать марку, химический состав сплава, назначение легирующих элементов. Описать последовательность технологических операций изготовления такого изделия и изменения, происходящие при этом в структуре сплава. Привести окончательную структуру и твердость поверхностного слоя и сердцевины кулачка.

2. Малонагруженные литые детали авиационных приборов (например, корпуса редукторов) изготавливают из материалов, позволяющих снизить массу прибора. Выбрать промышленный сплав с минимальной плотностью. Привести его марку, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать физические, механические и технологические свойства сплава. Указать способ повышения его прочности.

3. Выбрать марку стали для малонагруженных крепежных изделий и других малогабаритных деталей приборов (винтов, гаек, осей, резьбовых оправ для оптических деталей). Какие свойства таких сталей обеспечивают возможность массового производства деталей на токарных автоматах? Опишите основные приемы (металлургические, технологические), используемые для достижения этих свойств.

4. Выбрать пластмассу для изготовления прозрачных шкал приборов. Описать ее состав, строение, физико-механические свойства и способ получения деталей.

Вариант 16

1. Выбрать сплав для мембран, сильфонов, обладающих немагнитностью и способных работать в агрессивных средах при температурах $-200...+400^{\circ}\text{C}$. Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Указать способ изготовления таких изделий и его влияние на свойства сплава. Какое механическое свойство обеспечивает возможность данного способа изготовления? Какую операцию следует включить в технологический процесс для облегчения формования этих изделий из выбранного материала?

2. Перечислите основные требования, предъявляемые к материалам постоянных магнитов. Выбрать наиболее экономичный сплав для изготовления постоянного магнита методом горячей штамповки. Привести марку, химический состав, роль легирующих элементов и основные рабочие характеристики сплава. Назначить режим термической обработки, объяснить ее влияние на структуру, физические и механические свойства сплава.

3. Некоторые шестерни, червяки, рейки зубчатых передач приборов изготавливают из стали 20Х. По техническим условиям твердость поверхности этих деталей должна быть HRC₃, 56...62. Обосновать последовательность операций обработки деталей, обеспечивающих заданную твердость. Объяснить, как изменяются структура и твердость стали на каждом этапе применяемой технологии упрочнения.

4. Перечислить основные типы пластмасс, применяемых для изготовления фольгированных диэлектриков. Какой материал следует предпочесть для печатных плат, работающих при повышенной влажности и испытывающих значительные механические нагрузки? Описать состав, строение и физико-механические свойства выбранного материала.

Вариант 17

1. Основание часового механизма (платину) изготавливают холодной штамповкой с последующей расточкой углублений и выступов для монтажа различных деталей. Выбрать сплав с высокой пластичностью ($\delta \geq 40\%$), обладающий хорошей обрабатываемостью резанием, высокими антикоррозионными и декоративными свойствами. Привести марку, химический состав, отметить его влияние на структуру, механические и технологические свойства сплава. Объяснить, как влияет механическая обработка на свойства металла. Обосновать в связи с этим режим термической обработки, необходимой после формования платины.

2. Ответственные зубчатые колеса высокой точности, используемые в редукторах приборов, имеют твердость HRC₃, 27...32. Обосновать выбор стали данного назначения, привести ее марку, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим необходимой термической обработки, указать окончательную структуру и механические свойства.

3. В качестве опор качения в приборах используют шариковые подшипники с наружным диаметром ≤ 30 мм. Выбрать марку стали для изготовления деталей таких подшипников. Указать химический состав и роль

легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость выбранной стали. Какую марку (и почему) следовало бы использовать для деталей крупногабаритного подшипника?

4. Выбрать пластмассу для изготовления зубчатых колес бесшумных зубчатых передач приборов. Привести марку, состав, строение и физико-механические свойства выбранного материала.

Вариант 18

1. Для обеспечения относительного поступательного перемещения деталей или узлов приборов применяются устройства, в которых контакты рабочих поверхностей подвижного узла (каретки) и неподвижной направляющей осуществляются через стальные шарики (ролики). Выбрать сплав для изготовления такой направляющей с высокой твердостью $HRC_3 \geq 55$ и износостойкостью. Привести марку и химический состав сплава. Обосновать режим термической обработки. Указать окончательную структуру и механические свойства сплава.

2. Выбрать марку сплава для упорных (не токоведущих) плоских пружин элементов переключателей (фиксаторов, кулачковых механизмов). Привести химический состав, режим упрочняющей термической обработки, окончательную структуру и механические свойства сплава.

3. Для неразъемных соединений деталей из хрупких материалов (керамики, некоторых пластмасс) требуются заклепки с высокой пластичностью ($\delta \geq 45\%$). Выбрать подходящий заклепочный материал. Указать марку, химический состав, структуру и свойства. Привести механические свойства сплава в исходном состоянии и после расклепывания и объяснить причину их различия.

4. Выбрать полимерный материал для герметизации корпуса прибора, работающего при низких (до $-80\text{ }^\circ\text{C}$) температурах. Указать состав, строение и физико-механические свойства материала.

Вариант 19

1. Вал поворотного устройства телескопа должен обладать высоким комплексом механических свойств ($\sigma_b = 800\text{...}1000\text{ МПа}$, $\delta = 9\text{...}18\%$) и коррозионной стойкостью. Выбрать марку сплава для изготовления вала. Указать химический состав и назначение легирующих элементов. Привести режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства сплава.

2. Для предохранения деталей приборов от вредного воздействия вибраций их устанавливают на амортизаторах. Выбрать сплав для пружины амортизатора с высокой прочностью ($\sigma_{0,2} \geq 1600\text{ МПа}$). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Указать режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства сплава.

3. Нагруженные детали несущих конструкций приборов летательных аппаратов должны иметь высокую удельную прочность. Выбрать сплав для

штампованных корпусных деталей приборов с удельной прочностью $\sigma_b / \gamma \approx 190$ (σ_b в МПа, плотность γ в г/см³). Указать марку, химический состав, роль легирующих элементов. Привести физические, механические и технологические свойства сплава. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданную величину удельной прочности. Описать, как изменяется структура и механические свойства сплава на отдельных этапах термической обработки.

4. Выбрать пластмассу для изготовления малонагруженных деталей управления приборов (кнопок, ручек, маховичков и т.п.). Описать ее состав, строение, физико-механические свойства и способ получения деталей.

Вариант 20

1. Обосновать выбор сплава для токопроводящих пружин с прочностью $\sigma_b = 1000 \dots 1200$ МПа. Привести марку, химический состав, физические и механические свойства сплава. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданный уровень прочности. Объяснить влияние структурных изменений, происходящих на отдельных этапах термообработки, на механические свойства сплава.

2. Выбрать сталь для ответственных ($\sigma_b = 900 \dots 1000$ МПа) крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек), испытывающих при работе значительные динамические нагрузки. Привести марку стали, химический состав, назначение легирующих элементов. Указать режим необходимой термической обработки, окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Многие детали несущих конструкций приборов изготавливают методом холодной пластической деформации. Указать основное требование, предъявляемое к материалам таких изделий. Выбрать экономичный сплав для деталей стационарных приборов, изготавливаемых глубокой вытяжкой (корпусов, кожухов, колпачков, стаканов). Привести марку, химический состав и механические свойства сплава. Отметить связь между его химическим составом и технологическими свойствами. Объяснить влияние данного способа изготовления деталей на механические свойства используемого материала.

4. Перечислить полимерные материалы, пригодные для изготовления прозрачных колпачков сигнальных фонарей приборов. Выбрать материал данного назначения для работы в температурном диапазоне $-60 \dots +90^\circ\text{C}$; описать состав, строение и физико-механические свойства.

Вариант 21

1. Некоторые острые хирургические инструменты с высокой твердостью (HRC, 62...64) изготавливают из углеродистых и низколегированных сталей. Выбрать марку стали для такого инструмента, указать её химический состав. Привести режим термической обработки и структуру стали, обеспечивающие заданный уровень твердости. Обосновать предельную температуру нагрева, которую можно использовать при многократной "тепловой стерилизации" такого инструмента.

2. Обосновать выбор легкого (плотность $\approx 2,7 \text{ г/см}^3$) сплава для изготовления штампованного футляра для микрохирургического инструмента. Привести марку, химический состав, механические и технологические свойства сплава. Объяснить, как (и почему) влияет способ изготовления такого изделия на механические свойства сплава. Какая термическая обработка должна предшествовать штамповке изделия?

3. Для удаления из глаза инородных ферромагнитных тел применяют литой постоянный магнит. Перечислить требования, предъявляемые к материалам постоянных магнитов, и выбрать сплав данного назначения. Указать марку сплава, физические и технологические свойства. Объяснить, как влияет применяемая термическая обработка на магнитные характеристики сплава.

4. Выбрать полимерный материал, сочетающий достаточную прочность ($\sigma_B \approx 16 \dots 18 \text{ МПа}$) и высокую пластичность (δ до 1000 %), для мягких емкостей различного назначения (например, шприц-тюбиков одноразового использования). Привести структурную формулу, химические и механические свойства материала.

Вариант 22

1. Соединительный винт в конструкции голеностопного протеза подвергается значительным статическим ($\sigma_B \geq 600 \text{ МПа}$) и динамическим нагрузкам. Выбрать марку стали для винта диаметром 10 мм. Привести режим необходимой термической обработки. Указать окончательную структуру и механические свойства стали. Объяснить, какую сталь следовало бы использовать для винта диаметром 20...25 мм.

2. Для снижения веса переносных медицинских приборов их детали стараются изготавливать из материалов с невысокой плотностью. Выбрать промышленный сплав с минимальной плотностью для изготовления малонагруженных литых деталей таких приборов. Привести марку и химический состав сплава. Описать физические, механические и технологические свойства. Указать способ повышения прочности сплава.

3. Обработка эмали зуба, пломб, механических конструкций зубных протезов на высокоскоростных стоматологических установках предъявляет к режущей части боров высокие требования по теплостойкости. Выбрать для этой цели материал с теплостойкостью t_{58} до 800 °С. Привести марку, химический состав сплава, назначение отдельных элементов. Описать способ изготовления сплава, его структуру, механические и технологические свойства.

4. В настоящее время широко применяются светоотверждаемые полимерные пломбировочные материалы. Каковы природа и назначение компонентов таких материалов? В чем заключается роль светового облучения пломбы? Какие изменения в структуре и свойствах пломбировочного материала оно вызывает?

Вариант 23

1. Многие пломбировочные материалы содержат химически активные компоненты и дисперсные минеральные наполнители с высокой твердостью.

При замешивании пломбировочной массы металлическим шпателем продукты его износа могут повлиять на окраску пломбы. Сформулировать требования, предъявляемые к материалу такого шпателя. Выбрать марку стали, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий требуемые свойства данного инструмента. Привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Воронка для обследования наружного слухового канала изготавливается холодной штамповкой из сплава на основе меди. Выбрать наиболее подходящую для этой цели марку сплава, указать его химический состав и механические свойства. Отметить связь между химическим составом, структурой, механическими и технологическими свойствами сплавов данной группы. Объяснить, как влияет способ изготовления воронки на механические свойства сплава.

3. Выбрать марку стали для слабонагруженных крепежных и других серийных деталей приборов (винты, гайки, оси, валики и т.п.). Указать химический состав и роль отдельных элементов. Отметить особые свойства сталей данного назначения, обеспечивающие возможность массового производства деталей на токарных станках-автоматах. Описать металлургические и технологические приемы, используемые для достижения этих свойств.

4. При хирургическом лечении катаракты производится имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ) - искусственного хрусталика. Перечислить основные требования, предъявляемые к материалу ИОЛ. Выбрать полимерный материал для изготовления жестких ИОЛ, описать его состав, строение и свойства.

Вариант 24

1. Выбрать сплав для наконечника "глазного магнита" переменного тока, применяемого для удаления из глаза инородных ферромагнитных тел (стальной стружки, опилок и т.п.). Привести марку сплава и химический состав, отметить влияние отдельных элементов на его свойства. Назначить режим термической обработки, объяснить её влияние на основные рабочие характеристики сплава.

2. При извлечении инородных тел из глаза с помощью магнита применяемый офтальмологический инструмент (пинцеты, векорасширители) должен быть немагнитным. Выбрать сталь для такого инструмента, указать марку, химический состав и роль легирующих элементов. Описать структуру, механические и технологические свойства. Объяснить, каким путем в изделиях из такой стали достигается максимальная прочность. В чем причина этого упрочнения?

3. Литые детали переносных медицинских приборов (например, корпус тонометра) изготавливают из легких сплавов (плотность $\approx 2,7 \text{ г/см}^3$) с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 180...260 \text{ МПа}$. Выбрать марку сплава, привести химический состав. Описать механические и технологические свойства сплава. Указать способ улучшения структуры сплава, повышающий его эксплуатационные свойства.

4. Получение "оттиска" челюстей является первой операцией зубного протезирования. Для этого широко используют силиконовые оттисковые материалы, в состав которых входят полимер (диметилсилоксан) и катализатор, а также могут присутствовать наполнители и пластификаторы. Каково назначение указанных компонентов данной композиции? В каком физическом состоянии находится подготовленная к работе оттисковая масса? Как изменяются ее структура и свойства в процессе формирования оттиска?

Вариант 25

1. Режущий хирургический инструмент (ножи, скальпели, ножницы, пилы) должны иметь высокую твердость (HRC₃, 57...62) и коррозионную стойкость. Выбрать марку стали для изготовления такого инструмента, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки на заданную твердость. Привести окончательную структуру стали.

2. Выбрать сплав для проволочного электрода - "прижигателя" офтальмологического термокоагулятора (удельное электросопротивление $\rho \approx 1,0...1,5$ мкОм·м). Привести марку, химический состав и свойства сплава. Указать связь между химическим составом, структурой и свойствами (физическими, механическими, технологическими) сплавов данного назначения.

3. Выбрать недорогую сталь для пружинных зажимов резиновых трубок. Описать характерные свойства сталей данной группы. Указать марку и химический состав стали. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать полимерный материал для изделий внутреннего протезирования (клапанов сердца, кровеносных сосудов), а также лабораторной посуды и емкостей для хранения химически агрессивных жидкостей. Указать классификационную группу материала и его структурную формулу. Описать строение, привести химические и физико-механические свойства.

Вариант 26

1. Для изменения направления вращения вала в угловом наконечнике электрической бормашины применяется зубчатая передача, состоящая из продольной и поперечной шестерен. Обосновать выбор стали для изготовления шестерен с высокой износостойкостью. Привести марку и химический состав стали. Описать способ упрочнения поверхности и режим термической обработки шестерен; указать окончательную структуру и твердость.

2. Выбрать марку стали для хирургических сшивающих игл (твердость HRC₃, 48...52). Указать химический состав, роль легирующих элементов, режим термической обработки и окончательную структуру стали.

3. Материал спирали медицинского мембранного манометра (тонометра) должен обеспечить высокую чувствительность упругого элемента и независимость модуля упругости (E) от колебаний температуры. Выбрать сплав с высокими упругими свойствами и постоянной величиной E. Привести марку, химический состав, физические и механические свойства сплава. Назначить режим термической обработки, отметить её влияние на свойства сплава.

4. Выбрать полимерный материал с высокой прочностью ($\sigma_B \approx 30...60$ МПа) для изготовления деталей инъекционных шприцов, корпусов медицинских приборов и т.п. Указать классификационную группу материала, привести его структурную формулу, химические и физико-механические свойства.

Вариант 27

1. Фрезы для обработки зубных протезов должны обладать повышенной теплостойкостью (t_{58} до 500 °С). Выбрать марку стали для данного применения, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки и описать происходящие при этом структурные превращения в стали. Привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Плата, на которой монтируют механизм тонометра, изготавливается из сплава на основе меди с прочностью $\sigma_b \approx 400...650$ МПа и очень хорошей обрабатываемостью резанием. Выбрать марку сплава, указать химический состав. Отметить влияние отдельных химических элементов на структуру, механические и технологические свойства сплава. Привести механические свойства сплава. Пояснить, каким состояниям сплава соответствуют указанные в задании нижний и верхний пределы прочности.

3. В качестве опоры ротора турбины пневматической бормашины используются два малогабаритных шариковых подшипника. Выбрать марку стали для изготовления деталей (шариков, колец) таких подшипников, привести химический состав. Назначить режим термической обработки этих деталей, указать окончательную структуру и твердость стали. Какую марку стали следовало бы использовать для деталей крупногабаритного подшипника (например, с диаметром шариков 20 мм)?

4. В хирургии в качестве шовного материала широко используются нити из капрона (нейлона). Каковы химический состав и строение этого материала? Приведите его свойства, обеспечивающие возможность данного применения.

Вариант 28

1. Выбрать марку стали для штампованных зубных коронок. Указать химический состав и роль легирующих элементов, привести структуру и свойства стали. Обосновать режим термической обработки перед операцией штамповки. Объяснить, какое нежелательное изменение в структуре и свойствах стали может произойти, если конструкция протеза предусматривает сварку коронок. Каковы пути предотвращения этого явления?

2. Материал микрохирургического инструмента (особо тонкие пинцеты, держатели игл и т.д.) для некоторых операций на глазах должен обладать высокой прочностью ($\sigma_b \approx 1100...1200$ МПа), быть легким, коррозионностойким и немагнитным. Выбрать подходящий сплав, указать марку, химический состав и структуру. Описать физико-химические, механические и технологические свойства. Назначить режим термической обработки для достижения указанной прочности. Привести окончательную структуру и механические свойства сплава.

3. Выбрать наиболее экономичный сплав для изготовления штампованного кожуха стационарного медицинского прибора. Привести марку, химический состав и механические свойства сплава. Отметить связь между его химическим составом и технологическими свойствами. Объяснить влияние способа изготовления кожуха на механические свойства сплава.

4. Выбрать материал для эластичных медицинских инструментов (катетеры различного назначения, системы взятия и переливания крови и т.п.). Указать классификационную группу материала и его структурную формулу. Описать строение, привести химические и физико-механические свойства.

Вариант 29

1. В качестве направляющей, в которой вращается стальной вал электрической бормашины, используется металлическая втулка - подшипник скольжения. Каково основное требование, предъявляемое к сплавам для подшипников скольжения? Выбрать марку сплава указанного назначения с учетом высокой скорости вращения вала (30000 об/мин). Привести химический состав и физико-механические свойства сплава. Описать его структурные особенности и их влияние на основную рабочую характеристику такого подшипника.

2. Некоторые хирургические молотки изготавливают из углеродистой стали. Сформулировать требования по механическим свойствам, предъявляемые к такому инструменту. Выбрать марку стали, указать химический состав. Обосновать режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

3. В электрических схемах некоторых диагностических приборов используются токопроводящие пружинные контакты. Выбрать сплав с высокими показателями электропроводности, упругости и прочности ($\sigma_b \approx 1100$ МПа). Привести марку, химический состав и физико-механические свойства сплава. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданный уровень прочности. Объяснить влияние структурных изменений, происходящих на отдельных этапах термообработки, на механические свойства сплава.

4. Перечислить полимерные материалы, используемые для изготовления жесткой упаковки лекарственных средств. Выбрать материал для контейнера повышенной прочности ($\sigma_b \approx 60...65$ МПа). Указать классификационную группу материала и его структурную формулу, привести химические и физико-механические свойства.

Вариант 30

1. В турбинных бормашинах скорость вращения бора достигает 500000 об/мин. При обработке твердых тканей зуба в таком режиме режущая поверхность бора сильно нагревается. Обосновать выбор стали для бора, обеспечивающий его длительную эксплуатацию. Привести марку, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, указать окончательную структуру и твердость стали.

2. Выбрать сплав для нагруженных ($\sigma_b \approx 1100...1200$ МПа) внутрикостных имплантантов (например, винтов для остеосинтеза), обладающий хорошей биосовместимостью и инертностью. Указать марку, химический состав и структуру сплава. Назначить режим термической обработки для получения заданной прочности. Привести механические и технологические свойства сплава.

3. В микрохирургии используют кусочки лезвий безопасных бритв из углеродистой стали, зажимаемые в специальных держателях. Привести марку и химический состав такой стали. Назначить режим термической обработки лезвий, формирующий их режущие свойства. Указать окончательную структуру и твердость стали.

4. Акрилоксид - полимерный самоотвердеющий материала, применяемый для пломбирования, изготовления штифтовых зубов и пластмассовых коронок. Основными компонентами акрилоксида являются акриловые и эпоксидные смолы, "инициатор" и молотый кварц ($\approx 10\%$). Какова роль этих компонентов? Опишите методику приготовления пломбировочной массы. Какой физико-химический процесс инициирует эта операция? Как влияет этот процесс на структуру и свойства материала?

Вариант 31

1. Сварные части корпуса реакторов АЭС (обечайки, днища и крышки) изготавливают методом штамповки. Обосновать выбор достаточно экономичной стали для этих изделий, учитывая необходимость их длительной эксплуатации при температурах до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Привести марку стали, химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, обеспечивающей необходимый комплекс свойств. Указать окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать сплав для магнитопроводов электрических машин и аппаратов (роторов и статоров асинхронных двигателей, сердечников трансформаторов и т.п.) Перечислить требования, предъявляемые к материалам этого назначения. Привести марку, химический состав, структуру и физические свойства сплава. Описать технологию изготовления и термической обработки данных изделий, объяснить ее влияние на физические и механические свойства сплава.

3. В системах электроснабжения широко используются литые изделия различного назначения (корпуса насосов, редукторов, вентилях, гидроприводов и т.п.). Выбрать наиболее экономичный сплав с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 300\text{ МПа}$ для изготовления таких изделий. Привести марку, химический состав, механические и технологические свойства; описать структуру и способ получения.

4. Выбрать пластмассу с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 130\text{ МПа}$ для изготовления катушек электромагнитов, работающих при температурах до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Привести ее марку, состав, строение, физические и механические свойства.

Вариант 32

1. Некоторые внутриреакторные детали механизмов управления (штоки, штанги, захваты, ответственный крепеж) работают в контакте с химически активной средой и по характеру нагружения должны обладать оптимальным сочетанием прочности и вязкости. Выбрать подходящую марку стали, указать химический состав и роль легирующих элементов. Обосновать режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. В электромашиностроении многие детали сложной формы (короткозамыкающие кольца с вентиляционными лопатками, фасонные корпуса асинхронных двигателей, автомобильных генераторов и т.п.) отливают из сплавов невысокой плотности. Выбрать сплав с прочностью $\sigma_b \approx 180$ МПа для таких изделий. Указать марку, химический состав, физико-механические и технологические свойства сплава. Описать металлургический прием, применяемый для улучшения структуры сплава, а также режим упрочняющей термической обработки.

3. Выбрать сталь ($\sigma_{0,2} \approx 1400 \dots 1600$ МПа) для пружинных подвесок и опор трубопроводов. Указать марку, химический состав, роль легирующих элементов, назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу для изготовления малонагруженных деталей управления электрических приборов (ручек, кнопок, маховичков и т.п.). Указать классификационную группу, состав, строение, физические и механические свойства пластмассы. Описать способ получения деталей.

Вариант 33

1. Опора вала перекачивающего насоса реактора АЭС находится в жидком натрии, используемом в качестве теплоносителя. Обосновать выбор износостойкой наплавки на поверхности пары трения вал-опора с учетом того, что температура рабочей среды ≥ 600 °С. Привести марку сплава, химический состав и назначение отдельных элементов. Описать физико-механические свойства и способ изготовления сплава.

2. В ряде случаев детали электрических машин и аппаратов изготавливают из немагнитных (магнитная проницаемость $\mu \leq 1,5$) сталей и чугунов. Какую структуру должны иметь эти сплавы? Каков способ получения такой структуры? Каковы преимущества немагнитных сталей и чугунов по сравнению с цветными сплавами этого назначения? Выбрать оптимальный сплав для изготовления литых деталей (крышки, кожухи, втулки) масляных выключателей, силовых и сварочных трансформаторов. Привести марку сплава, химический состав и назначение легирующих элементов. Описать структуру, характеризующие свойства и способ получения деталей.

3. В энергомашиностроении широко применяются труднообрабатываемые резанием стали и сплавы. Обосновать выбор стали для металлорежущих инструментов (резцов, фрез, сверл), используемых для обработки указанных материалов. Привести марку, химический состав, объяснить роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки такого инструмента. Проследить, как изменяется структура и твердость стали на отдельных этапах термической обработки.

4. Выбрать пластмассу для изготовления смотровых стекол, прозрачных шкал переносных электроизмерительных приборов, подверженных ударам. Указать классификационную группу пластмассы, ее состав, строение, физические и механические свойства.

Вариант 34

1. Выбрать экономичный сплав с прочностью $\sigma_b \approx 450$ МПа для изготовления фасонных литых деталей (станины, подшипниковые щиты) мощных электрических двигателей. Учесть, что указанные детали помимо статических испытывают и вибрационные нагрузки. Привести марку сплава, его химический состав и механические свойства. Описать технологию получения этих деталей. Объяснить, как влияет режим термической обработки отливок на их структуру и механические свойства.

2. Работающие на трение детали привода регулирующих систем реакторов АЭС (шестерни, червяки, втулки и т.п.) должны обладать высокой твердостью ($HRC_3 \approx 50...55$) и коррозионной стойкостью. Выбрать марку стали для таких деталей, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Выбрать сплав для изготовления проволочных нагревателей электропечей с рабочей температурой до 1100 °С. Привести марку, химический состав, назначение легирующих элементов, физические и механические свойства сплава. Отметить связь между химическим составом, структурой и свойствами сплавов данной группы.

4. Выбрать полимерный материал с рабочей температурой $-60...+200$ °С для теплоизоляции теплопроводов ТЭЦ, холодильных камер и т.п. Указать классификационную группу материала. Описать его состав, строение, физические и механические свойства.

Вариант 35

1. Выбрать сталь для сварных деталей и узлов водогрейных котлов и трубопроводов, используемых для теплоснабжения жилых районов. При выборе марки стали учесть экономический фактор и то, что температура теплоносителя в данном случае не превышает 200 °С. Привести химический состав, структуру, механические и технологические свойства стали.

2. Перечислить требования, предъявляемые к сплавам для изготовления деталей подшипников качения. Обосновать выбор марки стали для крупногабаритных подшипников (диаметр тел качения ≈ 50 мм) мощных электродвигателей. Указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость стали.

3. Крупногабаритные (толщина стенок до 190 мм) цилиндрические и полусферические детали корпусов АЭС (обечайки, крышки) изготавливают методом штамповки. Каков принцип выбора температуры нагрева заготовок для формообразования таких деталей? Какую инструментальную сталь следует использовать для изготовления соответствующих штампов? Приведите ее марку, химический состав, роль легирующих элементов. Назначьте режим термической обработки штампа. Укажите окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу с прочностью $\sigma_b \approx 500...600$ МПа, которую можно использовать для изготовления высоковольтных изоляторов, а также

нагруженных трубопроводов криогенных установок. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее строение, физические и механические свойства.

Вариант 36

1. В токоведущих контурах некоторых аппаратов используются пружинные контакты, материал которых должен обладать высокими показателями электропроводности, прочности ($\sigma_b \approx 1200$ МПа) и коррозионной стойкости. Выбрать сплав, удовлетворяющий этим требованиям. Привести его марку и химический состав. Назначить режим термической обработки; объяснить, как изменяется структура и механические свойства сплава на отдельных этапах.

2. Некоторые подшипники качения энергетических установок работают в химически агрессивных средах (например, в механизмах привода реакторов АЭС). Выбрать сталь для деталей таких подшипников. Указать марку, химический состав; объяснить влияние основных элементов на структуру и твердость.

3. Перечислить требования, предъявляемые к магнитотвердым материалам. Выбрать сплав для литых постоянных магнитов измерительных приборов, роторов и статоров микродвигателей и микрогенераторов постоянного тока. Привести марку сплава, химический состав, физические и технологические свойства. Описать способ получения таких магнитов и режим их термической обработки; отметить ее влияние на структуру и магнитные характеристики сплава.

4. Выбрать полимерный материал для электроизоляции проводов, кабелей, а также антикоррозионных покрытий стальных трубопроводов, эксплуатируемых в диапазоне температур $-70...+70$ °С. Указать классификационную группу материала, его химический состав, структурную формулу, физические и механические свойства.

Вариант 37

1. Выбрать сталь и способ объемно-поверхностного упрочнения ответственных точных деталей (например, штоков клапанов паровых турбин, гильз и клапанов дизельных двигателей), существенно повышающий поверхностную твердость (до 1200 HV), износостойкость, сопротивляемость коррозии и предел выносливости при работе до 500 °С. Указать марку, химический состав стали и назначение легирующих элементов. Описать последовательность технологических операций обработки таких деталей и изменения, происходящие при этом в структуре стали. Привести окончательную структуру и твердость стали в различных частях сечения изделий.

2. Выбрать сплав ($\sigma_{0,2} \approx 800$ МПа, $E \approx 2 \cdot 10^5$ МПа) для нетоковедущих пружин приводных механизмов аппаратов, электромагнитных реле, контакторов и т.п. Привести марку сплава, его химический состав. Назначить

режим термической обработки пружин. Привести окончательную структуру и механические свойства материала пружины.

3. Многие металлические изделия энергетического оборудования и электрических аппаратов изготавливают методами холодной пластической деформации. Как влияет такая обработка на структуру, физические (электросопротивление) и механические свойства металла? Обосновать выбор стали для изготовления серийных штампованных деталей (например, защитных кожухов электродвигателей, трансформаторов). Привести марку, химический состав, структуру, механические и технологические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу с твердостью НВ 250...350 МПа для изготовления бесшумных зубчатых передач механизмов управления систем электроснабжения. Описать строение и способ получения материала. Привести классификационную группу пластмассы, ее физические и механические свойства.

Вариант 38

1. Нагруженные шестерни реактора питательного насоса тепловых электростанций должны обладать высокой износостойкостью (твердостью поверхности $HRC_{\Sigma} \geq 60$) и достаточной вязкостью для предотвращения хрупкого разрушения зубьев. Выбрать марку стали для шестерен с рабочим сечением ≥ 100 мм. Привести химический состав, объяснить его влияние на выбор марки стали. Назначить технологию и режимы объемно-поверхностного упрочнения шестерни. Привести окончательную структуру и механические свойства в различных частях сечения шестерни.

2. Выбрать сплав для рабочих лопаток, дисков газовых турбин, работающих при температурах до 850 °С. Указать марку сплава, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, объяснить ее влияние на основную рабочую характеристику сплава; привести его механические свойства.

3. Объяснить почему для подвижных электрических контактов чувствительных реле, пакетных выключателей и переключателей не используют стальные пружины. Выбрать сплав с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 400...750$ МПа для плоской пружины переключателя. Привести марку, химический состав и механические свойства сплава. Отметить влияние химического состава на структуру, механические и технологические свойства сплава. Пояснить, каким путем достигается в данном сплаве верхний уровень прочности, указанный в задании.

4. Перечислить основные типы пластмасс, применяемых в приборостроении для изготовления фольгированных диэлектриков. Выбрать материал для печатных плат высокой прочности, работающих в условиях повышенной влажности. Описать состав, строение, физические и механические свойства пластмассы.

Вариант 39

1. Материал труб теплообменных аппаратов, конденсаторов паровых турбин должен обладать высокими показателями теплопроводности,

коррозионной стойкости, а также пластичности ($\delta \geq 40 \%$). Выбрать сплав с прочностью $\sigma_b \approx 320 \dots 400$ МПа, удовлетворяющий этим требованиям. Привести марку, химический состав; отметить его влияние на структуру, механические и технологические свойства сплава.

2. Обосновать выбор стали для крупногабаритных ($\varnothing \geq 500$ мм) валов, роторов паровых турбин, турбогенераторов, испытывающих при работе большие знакопеременные циклические нагрузки. Привести марку, химический состав; объяснить роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки таких деталей, указать окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Температура рабочей среды в коллекторах, паропроводах котла, пароперепускных трубах составляет $\approx 500 \dots 600$ °С. Какую сталь можно использовать для этих изделий, если рабочая среда не обладает высокой агрессивностью? Привести марку стали, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, обеспечивающей наилучшие эксплуатационные свойства таких изделий; указать окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Перечислить основные антифрикционные пластмассы. Каковы их преимущества и недостатки по сравнению с металлическими сплавами данного назначения? Выбрать пластмассу для нагруженного подшипника скольжения (удельная нагрузка до 30 МПа), работающего в насосах систем водоснабжения. Указать классификационную группу пластмассы, ее строение, физические и механические свойства.

Вариант 40

1. В качестве опор валов турбо- и гидрогенераторов, турбокомпрессоров, водяных насосов электростанций применяются подшипники скольжения. Перечислить требования, предъявляемые к сплавам для подшипников этого типа. Выбрать марку сплава для изготовления вкладыша подшипника скольжения высокооборотной машины. Привести химический состав и физико-механические свойства. Отметить влияние структурных особенностей сплава на рабочую характеристику подшипника.

2. Температура теплоносителя в трубах парогенераторов АЭС на быстрых нейтронах достигает 600 °С. Выбрать коррозионностойкую сталь для изготовления таких труб. Привести марку, химический состав, роль легирующих элементов, структуру, механические и технологические свойства стали. Описать возможные изменения в структуре сталей этого типа при их длительной эксплуатации в данных условиях. Объяснить влияние этих процессов на надежность труб, указать пути предотвращения возникающих нежелательных явлений.

3. В высоковольтных аппаратах применяются металлические экраны вокруг токопроводящих элементов. Их изготавливают из тонколистовых заготовок методами холодной пластической деформации (например, гибкой с последующей сваркой или глубокой вытяжкой). Обосновать выбор сплава с учетом указанной технологии для изготовления легкого ($\rho \approx 2,7$ г/см³) экрана.

Привести марку, химический состав, структуру и механические свойства сплава. Объяснить, как данный способ формообразования влияет на механические свойства и электросопротивление сплава.

4. Срок службы электрических машин во многом определяется долговечностью электроизоляции. Выбрать пленочный полимерный материал с удельным электросопротивлением $\approx 10^{17} \dots 10^{18}$ Ом·см и нагревостойкостью до 250 °С. Указать классификационную группу материала, описать его физические, химические и механические свойства.

Вариант 41

1. Выбрать сталь для изготовления фрез высокой стойкости, режущая кромка которых нагревается при эксплуатации до температуры ≈ 600 °С. Указать марку стали, химический состав и роль легирующих элементов, назначить режим термической обработки. Описать превращения, совершающиеся в стали на различных этапах термической обработки. Привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Выбрать марку сплава для изготовления станин мощных станков, ковочных прессов и т.п. Привести химический состав, структуру, механические и технологические свойства сплава. Какой металлургический прием применяется для повышения механических свойств сплавов этой группы? В чем его суть?

3. Выбрать цветной сплав для изготовления деталей методом глубокой вытяжки (относительное удлинение $\delta \geq 45 \dots 50$ %). Привести марку, химический состав, назначение основных элементов. Отметить связь между структурой и механическими и технологическими свойствами сплава. Объяснить, как влияет вытяжка (холодная пластическая деформация) на свойства сплава и, исходя из этого, назначить режим термической обработки между последовательными стадиями глубокой вытяжки.

4. В качестве рабочего (износостойкого) тела направляющих металлообрабатывающих станков используют пластмассовые полосы, прикрепленные к металлическому основанию. Выбрать пластмассу данного назначения. Указать классификационную группу и состав пластмассы, описать ее строение и физико-механические свойства.

Вариант 42

1. Плоский измерительный инструмент (скобы, линейки, лекала) изготавливают вырубкой из листовой стали. Выбрать марку стали для изготовления инструмента таким способом, привести химический состав. Описать технологию и режимы упрочняющей обработки такого инструмента, указать окончательную структуру и твердость стали.

2. Для изготовления ряда деталей машин и приборов применяются немагнитные стали. Выбрать марку наиболее экономичной немагнитной стали, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки. Описать структуру, механические и технологические свойства стали. Привести марку немагнитной стали, которую следует предпочесть, если изделие работает в коррозионно-активной среде.

3. Выбрать прочный ($\sigma_v \approx 420$ МПа) и легкий ($\gamma \approx 2,7$ г/см³) сплав для обшивки самолетов. Указать марку химический состав, роль легирующих элементов. Описать физические, механические и технологические свойства сплава. Назначить режим упрочняющей термической обработки, объяснить причину повышения прочности. Привести окончательную структуру и механические свойства сплава.

4. Выбрать пластмассу для изготовления шестерен и звездочек зубчатых и цепных передач. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее состав, строение и физико-механические свойства. Отметить преимущества и недостатки пластмасс по сравнению с металлическими материалами данного назначения.

Вариант 43

1. Выбрать марку стали для изготовления крупных молотовых штампов (сечением ≈ 600 мм) для горячей штамповки металлов. Указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать недорогой сплав для изготовления постоянных магнитов больших сечений (70×70 мм) методом горячей штамповки. Указать марку сплава, химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки. Объяснить, как влияет термическая обработка на структуру, физические и механические свойства сплава.

3. Перечислить требования, предъявляемые к сплавам для подшипников скольжения. Выбрать марку сплава для заливки вкладыша подшипника высокооборотного двигателя. Привести химический состав и эксплуатационные свойства сплава. Описать структурные особенности и указать их влияние на основную рабочую характеристику подшипника.

4. Выбрать пластмассу для изготовления прозрачных оградительных щитков на металлообрабатывающих станках. Привести химическую формулу материала и его физико-механические свойства. Указать способ повышения прочности данного изделия.

Вариант 44

1. Выбрать марку стали для изготовления режущего хирургического инструмента (HRC_э 50...52) многократного использования. Указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и свойства стали.

2. От многих деталей металлорежущих станков (шпинделей, червяков, кулачков, шестерен и т. п.) требуется сочетание высокой поверхностной твердости (HRC_э 57...63) и достаточной вязкости сердцевины для предотвращения хрупких разрушений. Выбрать марку стали для таких изделий. Указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить технологию и режимы обработки для обеспечения указанных свойств изделий. Привести структуру и механические свойства сердцевины и поверхностного слоя изделий.

3. Выбрать сплав для изготовления проволочных нагревателей электропечей с рабочей температурой до 1100°C . Привести марку, химический состав, назначение легирующих элементов и свойства сплава. Указать связь между химическим составом, структурой и свойствами (физическими, механическими, технологическими) сплавов данной группы.

4. В шпинделях металлообрабатывающих станков в качестве цилиндрических опор используются стальные втулки с пластмассовым вкладышем. Выбрать материал вкладыша. Указать классификационную группу пластмассы, ее состав и физико-механические свойства.

Вариант 45

1. Выбрать марку стали для изготовления длинных метчиков, разверток, протяжек, от которых требуется малая деформируемость при термической обработке. Указать марку стали и роль легирующих элементов, отметить влияние легирования на степень деформации изделий при закалке. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Выбрать марку стали для изготовления сварных конструкций, работающих в химически агрессивных средах. Указать химический состав и роль легирующих элементов. Объяснить суть явления межкристаллитной коррозии и пути ее предотвращения. Назначить режим термической обработки, привести структуру и свойства стали.

3. Выбрать сплав, из которого можно изготовить легкие ($\gamma \approx 2,7 \text{ г/см}^3$) фасонные отливки с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 220 \text{ МПа}$. Привести марку и химический состав сплава. Назначить способ улучшения структуры такого сплава; указать, какие изменения в структуре и свойствах происходят в результате его применения.

4. Указать основные компоненты резин, используемых для изготовления конвейерных лент, приводных ремней, рукавов и т.п. Каково назначение этих компонентов? Как изменяется структура и свойства сырой резины в процессе формования изделий? Приведите состав и физико-механические свойства одной из резин данного назначения.

Вариант 46

1. Выбрать сталь для инструментов холодного деформирования (вытяжных штампов). Сечение формообразующих частей штампа (пуансонов, матриц) более 25 мм. Указать марку стали, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Выбрать марку стали для изготовления крупногабаритных шариковых подшипников (диаметр шариков $\approx 23 \text{ мм}$). Указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость стали.

3. Для изготовления пружинных электрических контактов ответственного назначения необходим материал, обладающий высокими показателями прочности ($\sigma_{\text{в}} \approx 1200 \text{ МПа}$), упругости, электропроводности и коррозионной

стойкости. Выбрать сплав, удовлетворяющий этим требованиям. Привести его марку и химический состав. Назначить режим термической обработки, объяснить какие изменения происходят в структуре сплава, как они влияют на его механические свойства.

4. Перечислить требования, предъявляемые к материалам подшипников скольжения. Какие пластмассы применяются для таких деталей? Указать классификационные группы этих пластмасс. Привести химическую формулу, строение и свойства одной из них.

Вариант 47

1. Выбрать сплав для изготовления режущего инструмента, эксплуатационные характеристики которого не изменяются при нагреве рабочей поверхности до температур 800...900°C. Привести марку, химический состав, объяснить назначение элементов, образующих сплав. Описать способ изготовления сплава, его структуру, механические и технологические свойства.

2. Выбрать марку стали для спиральных пружин высокой прочности ($\sigma_B \approx 1600$ МПа), применяемых в станкостроении. Описать характерные свойства сталей данной группы. Указать марку выбранной стали, её химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и свойства стали. Предложить способ обработки пружин, значительно повышающий их эксплуатационные свойства.

3. Выбрать сплав для изготовления малонагруженных легких отливок ($\gamma \approx 1,8$ г/см³). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать механические, физические и технологические свойства сплава.

4. Выбрать пластмассу ($\sigma_B \approx 500...1000$ МПа) для изготовления корпусов машин, судов, контейнеров, кузовов и кабин автомобилей. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее строение, физико-механические свойства и способ получения изделий.

Вариант 48

1. Перечислить требования, предъявляемые к материалам форм литья под давлением. Выбрать сталь для изготовления форм литья под давлением алюминиевых сплавов. Указать марку стали, химический состав и назначение легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. Выбрать сталь для изготовления валов повышенной прочности ($\sigma_B \approx 1100$ МПа) сечением 40...50 мм. Указать марку стали, химический состав и назначение легирующих элементов. Объяснить, что такое прокаливаемость, как ее величина влияет на выбор марки стали. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Выбрать сплав высокой удельной прочности (отношение предела прочности [МПа] к плотности [г/см³] около 300) для изготовления нагруженных деталей самолетов. Указать марку сплава и химический состав. Описать структуру, физические, механические и технологические свойства сплава.

Назначить режим термической обработки для достижения указанного значения удельной прочности. Привести окончательную структуру и механические свойства сплава.

4. Выбрать пластмассу для изготовления малонагруженных деталей управления машин и механизмов (рукояток, головок, маховичков и т.п.). Указать классификационную группу пластмассы. Описать ее состав, строение, физико-механические свойства и способ получения деталей.

Вариант 49

1. Выбрать марку стали для изготовления измерительного инструмента (калибров, плиток, шаблонов). По условиям работы инструмент должен иметь высокую твердость и сохранять свои размеры при длительной эксплуатации. Указать марку стали, химический состав и назначение легирующих элементов. Отметить особенности режима термической обработки такого инструмента. Привести окончательную структуру и твердость стали.

2. Выбрать сплав для изготовления силовых лопаток газовых турбин, работающих при температурах 800...900 °С. Указать марку сплава, химический состав, роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, объяснить ее влияние на основную рабочую характеристику сплава.

3. Выбрать легкий ($\gamma \approx 2,7 \text{ г/см}^3$) сплав для изготовления малонагруженных сварных и клепаных конструкций с высоким сопротивлением коррозии (трубопроводы и емкости для нефтепродуктов, палубные надстройки и т. п.). Привести марку, химический состав и свойства сплава. Объяснить, как меняются механические свойства сплавов этой группы в зависимости от их состава. Указать способ повышения прочности таких сплавов.

4. Выбрать пластмассу для изготовления емкостей для хранения масел, бензина, различных органических растворителей в температурном диапазоне -70...+60 °С. Указать классификационную группу пластмассы, привести ее структурную формулу, химические и физико-механические свойства.

Вариант 50

1. Выбрать марку стали и способ поверхностного упрочнения эксцентрикков, кулачков и копиров, которые должны иметь очень высокую поверхностную твердость (HV 1000...1100) и точные размеры (мало деформироваться при термической обработке). Указать химический состав и назначение легирующих элементов. Описать последовательность технологических операций обработки таких изделий и изменения, происходящие при этом в структуре сталей. Привести окончательную структуру и твердость стали в различных частях изделия.

2. Перечислить основные требования, предъявляемые к магнитно-мягким материалам. Выбрать недорогой сплав для изготовления сердечников трансформаторов. Привести марку сплава и химический состав. Указать, как влияют элементы, входящие в состав сплава, на его свойства. Назначить режим термической обработки, объяснить ее влияние на основные характеристики сплава.

3. Выбрать цветной сплав с прочностью $\sigma_v \approx 400..550$ МПа для изготовления мелких деталей (пробок карбюраторов, жиклеров, различных болтов, винтов, втулок) на токарных станках-автоматах. Указать марку сплава и химический состав. Рассмотреть влияние отдельных элементов, входящих в состав сплава, на его структуру, механические и технологические свойства. Привести механические свойства выбранного сплава. Пояснить, каким состояниям сплава соответствуют указанные в задании нижний и верхний пределы прочности.

4. Выбрать пластмассу для изготовления шкивов клиноременных передач. Указать классификационную группу пластмассы, ее состав и физико-механические свойства.

Вариант 51

1. Выбрать сталь для изготовления сварных корпусов аппаратов, работающих в агрессивных средах при температурах до 650°C (например, регенераторов и реакторов каталитического крекинга). Привести марку, химический состав, назначение легирующих элементов, структуру, физико-химические и механические свойства стали. Обосновать режим термической обработки перед штамповкой корпуса. Объяснить возможную причину ухудшения прочности сварного соединения в сталях этого типа, описать способы борьбы с этим отрицательным явлением.

2. Литые детали трубопроводной аппаратуры (клапанов, кранов, задвижек) для транспортировки слабоагрессивных сред изготавливают из сплавов на основе меди с прочностью $\sigma_v \approx 200..400$ МПа. Выбрать сплав данного назначения, привести марку, химический состав и физико-механические свойства. Отметить связь между химическим составом, структурой и технологическими свойствами сплавов этой группы.

3. В химической и металлургической промышленности для измельчения природного сырья применяют барабанные шаровые мельницы. Выбрать дешевый материал для изготовления дробящих тел (шаров). Описать примерный химический состав, структуру, механические свойства сплава и способ получения шаров. Какая структурная особенность препятствует использованию этого сплава в качестве конструкционного материала? Каким способом можно изменить его структуру с целью принципиального улучшения механических свойств?

4. Выбрать полимерный материал с рабочей температурой до -60°C для теплоизоляции труб, холодильных камер и т.п. Указать классификационную группу материала. Описать его состав, структуру и физико-механические свойства.

Вариант 52

1. Выбрать марку стали для изготовления бесшовных холоднокатаных труб, используемых в трубопроводах, транспортирующих фреон при температурах до -70°C . Указать химический состав и роль легирующих элементов. Отметить связь между химическим составом, структурой стали и ее механическими и технологическими свойствами.

2. Разрезание бумажного полотна в бумагоделательных машинах происходит с большой скоростью, в результате чего режущая кромка ножей сильно нагревается. Сформулировать основные требования к материалу таких ножей. Выбрать марку стали, привести химический состав, объяснить роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, описать происходящие при этом структурные изменения. Указать окончательную структуру и твердость стали.

3. В вакуумных установках химических лабораторий применяют спай металл-стекло. Каково основное требование, предъявляемое к металлу таких соединений? Выбрать сплав для изготовления деталей, спаиваемых с нетеплостойким стеклом. Привести марку, химический состав и физические свойства сплава.

4. Выбрать полимерный материал для лабораторной посуды, используемой при работе с высокоагрессивными жидкостями (кислотами, щелочами, окислителями). Указать классификационную группу материала и его структурную формулу. Привести химические и физико-механические свойства.

Вариант 53

1. Оборудование для бурения скважин в труднодоступных районах доставляется на вертолетах. Это вызывает необходимость резкого снижения веса оборудования при сохранении его прочностных характеристик, т.е. применения материалов с высокой удельной прочностью. Выбрать сплав с удельной прочностью $\sigma_b / \gamma \approx 190$ (σ_b в МПа, γ в г/см³) для изготовления несущих конструкций буровой установки. Указать марку сплава, химический состав, роль легирующих элементов; привести физико-механические и технологические свойства. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданную величину удельной прочности. Описать изменения структуры и механических свойств сплава на отдельных этапах термообработки.

2. Вал ротора центробежного насоса для перекачки неагрессивных нефтепродуктов опирается на два радиально-упорных подшипника с диаметром шариков 15 мм. Выбрать марку стали для изготовления деталей такого подшипника, указать химический состав и роль легирующих элементов. Объяснить, как выбор марки стали данного назначения связан с размером подшипника. Назначить режим термической обработки, привести окончательную структуру и твердость стали.

3. Выбрать сталь для изготовления труб сварных магистральных газопроводов. Привести марку, химический состав, структуру и механические свойства стали. Объяснить влияние отдельных химических элементов на механические и технологические свойства стали. Обосновать необходимость термической обработки (и ее режима) сварных стыков трубопровода.

4. В химическом машиностроении, строительстве широко применяются трубы из полимерных материалов. Выбрать недорогой материал для изготовления гибких труб, способных длительно работать в диапазоне

-70...+60°C. Указать классификационную группу материала, привести его структурную формулу и физико-механические свойства.

Вариант 54

1. Выбрать марку стали для изготовления штампованных профильных (эллиптических, полусферических и т.п.) днищ и крышек сосудов и аппаратов, работающих при температурах до -40 °С со средами, не вызывающими заметной коррозии. Привести химический состав, механические и технологические свойства стали; объяснить, как изменяются эти свойства в процессе формования изделий. Обосновать режим термической обработки штампованного изделия перед свариванием его с корпусом аппарата.

2. Литые детали (корпус, крышка, седло, тарелка) дыхательного клапана резервуара для хранения нефтепродуктов изготавливают из сплава с плотностью $\approx 2,7 \text{ г/см}^3$ и прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 180 \text{ МПа}$. Привести марку сплава с такими характеристиками, указать его химический состав и свойства. Описать способ улучшения структуры сплава, обеспечивающий достижение заданной прочности.

3. В практике химической лаборатории широко применяется инструмент (различные пинцеты, шпатели, щипцы, ножницы), сочетающий достаточно высокую твердость (HRC₃, 50...55), упругость и коррозионную стойкость. Выбрать марку стали для изготовления такого инструмента, указать химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки, обеспечивающий заданную твердость; привести окончательную структуру.

4. Выбрать неметаллический материал для изготовления прозрачной химически и термически (до 1000 °С) стойкой лабораторной посуды. Описать строение материала и его физико-механические свойства.

Вариант 55

1. Шестерни роторных компрессоров, грязевых и масляных насосов должны обладать высокой износостойкостью и хорошей сопротивляемостью динамическим нагрузкам. Выбрать марку стали для изготовления шестерен с максимальным сечением 35...40 мм. Привести химический состав стали, объяснить назначение легирующих элементов. Указать способ достижения высокой износостойкости зубьев и режим термической обработки. Описать окончательную структуру и механические свойства в различных частях сечения шестерни.

2. Материал труб некоторых теплообменных аппаратов должен обладать высокими показателями теплопроводности, коррозионной стойкости, а также пластичности. Выбрать сплав ($\sigma_{\text{в}} \geq 350 \text{ МПа}$, $\delta \geq 45 \%$), удовлетворяющий указанным требованиям. Привести марку, химический состав, отметить его влияние на структуру, механические и технологические свойства сплава.

3. Выбрать марку стали для форм прессования (рабочая температура 200...250 °С) химически активных пластмасс, содержащих минеральные наполнители с высокой твердостью. Указать химический состав и роль

легирующих элементов. Привести режим термической обработки, окончательную структуру и твердость стали.

4. Выбрать пластмассу для изготовления шестерен зубчатых передач, работающих в агрессивных средах. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее состав, строение и физико-механические свойства.

Вариант 56

1. Оборудование, используемое в производстве азотной кислоты (теплообменники, испарители, перегреватели пара и др.), испытывает сильное коррозионное воздействие при повышенных температурах (200...450 °С). Выбрать металл с прочностью $\sigma_{\text{в}} \approx 500$ МПа, из которого можно изготовить детали указанного оборудования методами пластической деформации с применением сварки. Привести марку, химический состав, структуру, механические и технологические свойства выбранного материала.

2. Выбрать марку стали для ответственных крепежных изделий (шатунных болтов поршневых компрессоров, болтов и шпилек центробежных насосов, фланцевых соединений нефтеперерабатывающих установок), испытывающих в процессе работы значительные статические и динамические нагрузки. Указать химический состав и назначение легирующих элементов. Привести режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства стали.

3. Выбрать недорогую сталь для изготовления труб и свариваемых с ними фланцев и трубных решеток пароперегревателей, паропроводов, работающих до температуры 550 °С. Указать марку стали, химический состав, роль легирующих элементов. Обосновать режим термической обработки, привести окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу с высокой прочностью ($\sigma_{\text{в}} \approx 500...600$ МПа) для изготовления корпусов реакционных аппаратов, труб магистральных и напорных газо- и нефтепроводов и т.п. Указать классификационную группу материала. Описать его строение и физико-механические свойства.

Вариант 57

1. Проходка нефтяных и газовых скважин производится с помощью бурильных долот, режущий инструмент которых (шарошки) подвержен значительным ударным нагрузкам и абразивному изнашиванию рабочих зубьев. Сформулировать требования по механическим свойствам, предъявляемые к такому инструменту. Выбрать марку стали для изготовления шарошек, указать химический состав и назначение легирующих элементов. Обосновать технологию и режимы обработки, обеспечивающие необходимый комплекс свойств. Привести структуру и твердость в различных частях сечения шарошки.

2. Выбрать сплав с прочностью $\sigma_{\text{в}} = 200...300$ МПа, из которого можно изготовить легкий сосуд для хранения химически активных жидкостей. Учесть, что технология изготовления включает холодную пластическую деформацию листовой заготовки с последующей сваркой стыков. Привести марку, химический состав, структуру, механические и технологические свойства

сплава. Объяснить влияние способа формования сосуда на механические свойства сплава.

3. Выбрать марку стали с прочностью $\sigma_b \geq 1600$ МПа для изготовления пружинных амортизаторов, уменьшающих вибрации быстроходных машин химических производств (компрессоров, центрифуг, турбоагрегатов и т.п.). Привести химический состав стали и назначение легирующих элементов. Указать режим термической обработки, окончательную структуру и механические свойства стали.

4. Выбрать пластмассу для изготовления тормозных колодок подъемных механизмов буровых установок. Указать классификационную группу пластмассы, описать ее строение и характерные свойства.

Вариант 58

1. Выбрать сталь для сильно нагруженных крупных ответственных деталей химического машиностроения (коленчатых валов, шатунов, штоков поршневых компрессоров; валов и штоков насосов; валов, звездочек и зубчатых колес буровых установок), подвергающихся при работе значительным динамическим нагрузкам. Указать марку стали, химический состав и роль легирующих элементов. Назначить режим термической обработки на прочность $\sigma_b \approx 1000...1100$ МПа. Привести окончательную структуру и механические свойства стали.

2. В качестве опор валов быстроходных роторных машин химических производств (центробежных компрессоров, центрифуг и т.п.) применяют подшипники скольжения. Перечислить требования, предъявляемые к сплавам для подшипников этого типа. Выбрать марку сплава для изготовления вкладыша подшипника скольжения; привести химический состав и физико-механические свойства. Описать структурные особенности сплава и отметить их влияние на основную рабочую характеристику подшипника.

3. Выбрать экономичный сплав с прочностью $\sigma_b = 300...370$ МПа и хорошей коррозионной стойкостью для изготовления литой запорной аппаратуры (вентилей, кранов) трубопроводов для транспортировки горячей воды и водяного пара. Указать марку, химический состав и структуру сплава. Описать принципиальную технологию получения таких деталей. Предложить режим термической обработки, повышающий их эксплуатационные характеристики.

4. Выбрать пластмассу для концевых опор валов перемешивающих устройств, обеспечивающих стабильную работу узла трения при повышенных удельных нагрузках (≥ 10 МПа) в диапазоне температур $-40...+100$ °С. Указать классификационную группу пластмассы, ее структуру и физико-механические свойства.

Вариант 59

1. Втулки и плунжеры нефтяных глубинных насосов должны иметь очень высокую поверхностную твердость (HV до 1200) и износостойкость, а также сопротивляемость динамическим нагрузкам. Выбрать марку стали для таких деталей, объяснить роль легирующих элементов. Назначить способ

поверхностного упрочнения, учитывая, что детали не должны деформироваться в процессе такой обработки. Описать превращения, происходящие в стали, ее окончательную структуру и механические свойства.

2. Выбрать сплав с прочностью $\sigma_v \approx 1000 \dots 1250$ МПа для тяжело нагруженных деталей химической аппаратуры (сепараторов, центрифуг), подвергающихся воздействию агрессивных сред (сернистый газ, серная, фосфорная, уксусная кислоты) при температурах до 400 °С. Привести марку сплава и химический состав, объяснить роль легирующих элементов в формировании структуры, физико-механических и технологических свойств сплава. Назначить режим термической обработки, отметить ее влияние на свойства сплава.

3. Выбрать сталь для изготовления деталей подшипников качения, работающих в химически агрессивных средах. Привести марку, химический состав, объяснить влияние основных элементов на структуру, физико-химические и механические свойства стали. Назначить режим термической обработки деталей подшипника, указать окончательную структуру и твердость стали.

4. Выбрать резину для газонепроницаемых изделий (кислородных шлангов, различных уплотнений, баллонов). Описать состав, строение и принцип получения резины. Привести характерные свойства выбранного материала.

Вариант 60

1. Выбрать сплав с высокими показателями прочности ($\sigma_v \approx 1100$ МПа) и коррозионной стойкости для изготовления нагруженных деталей машин химических производств (скоростных насосов, турбокомпрессоров, центробежных сепараторов, баллонов для сжатых газов). Привести марку сплава, химический состав, назначение легирующих элементов. Описать структуру, физико-механические и технологические свойства. Указать режим термической обработки, обеспечивающий заданный уровень прочности.

2. Выбрать сплав с твердостью НРА 86...90 (HRC_Э 74...76) для изготовления деталей химического оборудования (трущихся колец торцевых уплотнителей валов; втулок цилиндров насосов и компрессоров; фильтр, корпусов и сёдел клапанов и т.п.), подвергающихся изнашиванию в агрессивных средах с абразивными включениями. При выборе материала учесть, что при температуре рабочей среды до 300 °С и высокой частоте вращения вала машин (≈ 3000 об/мин) трущиеся поверхности деталей сильно разогреваются. Привести марку сплава, химический состав, объяснить назначение отдельных элементов. Описать способ изготовления сплава, его структуру, механические и технологические свойства.

3. Слесарные и другие работы во взрывоопасных условиях выполняются с применением не искрящего при ударах инструмента. Выбрать марку сплава на медной основе с прочностью $\sigma_v \approx 1200$ МПа для изготовления такого инструмента. Привести химический состав и физико-механические свойства сплава. Назначить режим термической обработки для получения заданной

прочности. Объяснить, как изменяются структура и свойства сплава на отдельных этапах этой термообработки.

4. Выбрать масло-, бензо-, щелочестойкую пластмассу для изготовления прозрачного экрана химического аппарата. Привести химическую формулу материала и его физико-механические свойства.