

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

Цель этой части работы – выработка 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.

Для выполнения заданий этой части работы необходимо освоить все темы дисциплины и уметь пользоваться учебной и (в отдельных случаях) специальной справочной литературой (список рекомендуемых изданий приведен на с.36...38). Желательно также выполнить лабораторные работы.

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.

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. Вспомним, 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 $t = 800...900$ °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.*

Надеемся, что приведенные выше рекомендации помогут Вам в выполнении второй части контрольной работы.

Вторая часть контрольной работы имеет 10 вариантов (в каждом четыре задания). Номер варианта выбирается **по предпоследней цифре шифра**. Задания скомпонованы так, чтобы учесть, по возможности, специализацию студентов:

- спец. 140101.65, 140104.65, 140211.65, 140601.65, 140602.65 на с. 218;
- спец. 151001.65, 150202.65, 220301.65, на с. 227;
- спец. 240401.65, 240301.65, 280202.65 на с. 234;
- спец. 080502.65, 190205.65, 190601.65, 190701.65на с. 243;
- спец. 200101.65, 200501.65 на с. 250;
- спец. 200402.65 на с. 258.

Примечание: приведенные выше рекомендации по выбору материалов касаются только металлических сплавов, они же рассмотрены и в «Опорном конспекте». Поэтому в случае серьезных затруднений допускается (в виде исключения) не делать 4-е задание, посвященное неметаллическим материалам (однако получение хорошей или отличной оценки на экзамене в этом случае проблематично).