

Урок №1

ТЕМА: Основные материалы. Требования, предъявляемые к машиностроительным материалам

Срок сдачи до 16.01.2024

Теоретическая часть:

Ресурсосбережение в промышленности подразумевает повышение мощности выпускаемых машин, качества, надежности, экономичности, конкурентоспособности и производительности оборудования и других изделий машиностроения. При этом предполагается уменьшение их габаритов, металлоёмкости, энергопотребления и снижение их себестоимости. Для этого должен быть решен вопрос о расширении и систематическом обновлении номенклатуры и ассортимента конструкционных материалов, внедрении высокоэффективных методов повышения их прочностных свойств; коррозионно- и износостойкости; об увеличении производства новых композитных конструкционных материалов; изделий на основе порошковой металлургии, порошков-сплавов, заменяющих черные и цветные металлы; широком применении малооперационной и безотходной технологии, а также прогрессивной технологии обработки, как электронно-лучевой, лазерной, электроэрозионной, плазменно-механической.

При выборе материала прежде всего учитывают эксплуатационные, технологические и экономические требования, предъявляемые к детали.

Эксплуатационные требования к материалу определяются условиями работы детали в механизме. Для выполнения этих требований учитываются следующие свойства материала: прочность – способность материала сопротивляться разрушению или появлению остаточных деформаций, характеризуется пределом прочности σ_u , пределом текучести σ_y , условным пределом текучести $\sigma_{0,2}$, пределом выносливости σ_R , твердостью по Бринеллю HB или Роквеллу HRC₃; **износостойкость** – способность материала сопротивляться износу, характеризуется твердостью HB, HRC₃ или допустимым удельным давлением q_{adm} ; **жесткость** – способность материала сопротивляться упругим деформациям, характеризуется при растяжении (сжатии) и изгибе модулем упругости E , при кручении – модулем упругости G ; **упругость** характеризуется пределом упругости σ_e и модулем упругости E ; **антифрикционность** характеризуется коэффициентом трения скольжения f ; **плотность**; **удельные характеристики** – характеристики, приходящиеся на единицу массы;

электропроводность, теплопроводность, коррозионная стойкость, жаропрочность и др.

Технологические требования к материалу определяют возможность изготовления деталей с минимальными трудозатратами. При изготовлении

деталей методами обработки давлением (штамповка, прессование и т.д.) учитывают **пластичность** – свойство материала получать без разрушения значительные остаточные деформации; при изготовлении литьем учитывают **легкоплавкость** и **жидкотекучесть** – заполняемость без пустот узких полостей различных форм; при изготовлении методами механической обработки учитывают **обрабатываемость резанием**. К технологическим требованиям относят также **термообрабатываемость** – способность материала изменять механические свойства при термической (закалка, отпуск, отжиг) и термохимической (цементация, азотирование и т.д.) обработках и **свариваемость** – способность материала образовывать прочные соединения при сварке.

Экономические требования к материалу определяются его стоимостью и дефицитностью. Более веским экономическим требованием является себестоимость детали, которая включает как стоимость материала, так и производственные затраты на ее изготовление. Производственные затраты в значительной мере зависят от технологического процесса изготовления детали. Например, при массовом и крупносерийном производствах дешевле изготавливать детали штамповкой, прессованием, с помощью литья, а при единичном или мелкосерийном производстве эти технологии из-за большой стоимости оснастки (штампы, пресс-формы, литейные формы) очень дороги, здесь выгоднее применять детали, полученные с помощью механической обработки. Выбор технологии изготовления детали влияет и на выбор материала.

Стоимость материалов, из которых изготавливают машину, составляет 30...60% полной стоимости машины. Экономия на стоимости материалов можно получить как путем уменьшения количества потребного материала на машину, так и путем замены дорогостоящего материала более дешевым. Но не всегда дешевый материал оказывается выгоднее более дорогого. Например, чтобы изготовить небольшую шестерню из чугуна, необходимо сначала сделать модель, отформовать ее, залить чугуном и обточить полученную отливку; скорее, проще и дешевле будет отрезать диск нужной толщины от круглой стальной заготовки соответствующего диаметра и для получения шестерни обработать его на станке.

При применении литья необходимо иметь в виду, что если принять стоимость 1 т отливок из серого чугуна равной единице, то для стоимости различного вида литья ориентировочно принимают следующее соотношение: серый чугун — 1, стальное литье — 2, ковкий чугун — 2 и бронзовое литье — 8.

При проектировании деталей зубчатых передач наиболее ответственный момент в решении - правильный выбор материала для сопряженной пары зубчатых колес. В практике машиностроения зубчатые колеса для силовых передач, как правило, изготавливают из углеродистых и легированных сталей различных марок. Зубчатые колеса из чугуна находят применение только в слабонагруженных малоответственных передачах. Зубчатые колеса из цветных металлов (из бронзы) применяют главным образом при изготовлении

червячных колес и в основной комбинированной конструкции: зубчатый венец изготавливают из бронзы, ступицу — из чугуна и стали. Пластмассы также применяются относительно редко и главным образом для передач, работающих в агрессивных средах. Зубчатые колеса из углеродистых конструкционных сталей применяют в менее ответственных случаях, а из легированных сталей - в средненагруженных и тяжело нагруженных передачах, работающих с большими динамическими и ударными нагрузками. Следует заметить, что зубчатые колеса из углеродистых сталей, подвергнутых только нормализации и некоторому улучшению, обладают обычно невысокой контактной прочностью. Поэтому такие колеса используют лишь в единичном и мелкосерийном производстве. Высокую нагрузочную способность имеют зубчатые колеса с твердой поверхностью зубьев и вязкой их сердцевиной. Такими они получаются при изготовлении из углеродистых или легированных сталей после проведения соответствующей термической обработки, связанной с цементацией, азотированием или цианированием, и поверхностной закалкой зубьев. При объемной закалке зубья будут обладать пониженной вязкостью сердцевины, а потому плохо сопротивляться ударным нагрузкам.

Из технологических и экономических соображений колеса малых и средних размеров выполняют из поковок или проката. Колеса диаметром более 500 мм рекомендуется изготавливать из стального литья (35Л, 40Л, 50Л), применяя их в паре с ковальной шестерней. Назначая материал, нужно стремиться получить одинаковую прочность зубьев шестерни и колеса. Зубья шестерни обычно имеют меньшее значение коэффициента формы зуба и работают в передаточное число раз интенсивнее, чем зубья колеса передачи. Поэтому для шестерни необходимо назначать материал с более высокими механическими характеристиками, твердость материала на поверхности зубьев шестерне рекомендуется принимать на 20...50 единиц НВ выше твердости поверхности зубьев колеса.

Выбирая тип заготовки и материал для изготовления деталей, специалист должен идти по пути наименьших затрат на изготовление машины и отчетливо представлять технологический процесс её изготовления. Если, например, закладывается поверхностная термическая или химикотермическая обработка зубьев шестерни, то на предприятии-изготовителе должно быть оборудование для выполнения данной обработки (печь ТВЧ или печь газового азотирования ...), а также оборудование для шлифовки зубьев после закалки (зубошлифовальный станок). Это значительно удорожает процесс изготовления и, достигаемое уменьшение габаритов машины может оказаться несоизмеримым с произведенными затратами. Исходя из того, что по чертежам студента предполагается разовое изготовление машины, рекомендуется на начальном этапе проектирования выбирать для изготовления зубчатых передач и валов рядовые конструкционные стали (35; 45; 50) или малолегированные стали (40Х; 40ХН; 35ХМ;..) и вводить щадящую термообработку (улучшение НВ 210-230 или НВ 260- 290). Зуборезный инструмент как правило изготавливается из быстрорежущей стали и способен обрабатывать стали с твёрдостью до НВ 300. Рамы под приводы

рекомендуется выполнять в сварном варианте из стандартных профилей проката марки стали Ст3., которые обладают хорошей свариваемостью. Желательно и корпус редуктора выполнить в сварном варианте, но это потребует больших затрат времени на разработку чертежа и нужно не забыть ввести в требования чертежа пункт: «отпуск после сварки» - иначе после механической обработки размеры корпуса могут измениться из-за поводка от термических напряжений сварки.

При проектировании червячных передач трудно обойтись без использования бронзовых отливок для изготовления венцов червячных колёс, но и здесь желательно по возможности использовать стандартный прокат из цветных металлов.

В последние годы получено вязкое состояние совершенно хрупких тел. Материалом такого типа является гексанит Р, который намного превосходит карбидно-вольфрамовые твердые сплавы.

Широкое применение в машинах нашли пластмассы, которые изготавливаются без снятия стружки, где в 5 раз меньше трудоёмкость изготовления и количество отходов.

Алюминиевые порошки, распыленные плазмотроном на поверхности детали, увеличивают срок службы в 2-3 раза от коррозии.

Применение биметаллических материалов для деталей рациональной пустотелой формы увеличивает контактную прочность, при этом масса детали уменьшается в 2 раза.

Научно-технический прогресс в машиностроении тесно связан с созданием новых конструкционных материалов. Для повышения качества, надежности изделия с одновременным ресурсосбережением разрабатываются эффективные методы повышения прочности, коррозионной стойкости, тепло и хладостойкости сплавов. Расширено производство новых полимерных и композиционных материалов с заданным свойством.

Так, например, ионная имплантация снижает точечную коррозию, поверхностное легирование приводит к экономии дорогостоящих сталей. Если удельная прочность улучшенной стали 40Х составляет 13кМ, то для титанового сплава составляет до 31кМ, а для композиционного материала на основе алюминия, армированного борным волокном до 43кМ.

Таким образом, повышение удельной прочности приводит к значительному сокращению металлоёмкости изделия.

Основные машиностроительные материалы

Конструкционными называют материалы, обладающие прочностью и применяемые для изготовления конструкций, воспринимающих силовую нагрузку. Конструкционные материалы подразделяют на: металлические, неметаллические и композиционные.

Материалы имеют решающее значение для качества и экономичности машин. Выбирая материал, необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) соответствие свойств материала основным требованиям надежности деталей в течение заданного срока службы;

- 2) весовые и габаритные требования к детали и машине в целом;
- 3) соответствие технологических свойств материала конструктивной форме и намеченному способу обработки детали (штампуемость, обрабатываемость на станках и т.д.);
- 4) стоимость и дефицитность материала.

Таблица 1

Критерии оценки материалов				
Эксплуатационные требования	Производственные факторы	Экономические показатели	Механические свойства	Технологические свойства
1. Прочность 2. Жёсткость 3. Износостойкость 4. Теплостойкость 5. Виброустойчивость 6. Устойчивость 7. Коррозионная стойкость 8. Жаростойкость 9. Хладостойкость 10. Теплопроводность 11. Электропроводность 12. Магнитная проницаемость 13. Долговечность 14. Надежность	1. Серийность изделия 2. Требуемая точность изготовления деталей и сборки узлов 3. Наличие оборудования для получения заготовок передовой технологией 4. Наличие режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования 5. Наличие химикотермических и упрочняющих установок 6. Наличие исследовательской базы	1. Доступность и стоимость материала 2. Затраты на проектирование 3. Затраты на изготовление 4. Эксплуатационные затраты 5. Затраты на ведение НИР 6. Затраты на разработку перспективных конструкций 7. Затраты на приобретение лицензии на производство машин или наукоемкой технологии	1. Предел текучести 2. Предел прочности 3. Относительное удлинение 4. Модуль упругости 5. Модуль сдвига 6. Коэффициент Пуассона 7. Твёрдость HB, HRC, HV. 8. Модуль объемной упругости 9. Удельная прочность	1. Обрабатываемость резанием 2. Жидко текучесть 3. Литейные усадки 4. Деформируемость (пластичность) 5. Упрочняемость 6. Свариваемость 7. Пластичность 8. Флокенечувствительность 9. Отпуская хрупкость

Для изготовления деталей в машиностроении применяют различные материалы: сталь, чугун, сплавы цветных металлов, пластмассы, резину.

Металлы подразделяют на черные металлы (сталь, чугун) и сплавы цветных металлов (на основе меди, алюминия, титана и др.).

К неметаллическим материалам относятся пластмассы (текстолит, волокнит, лигнофоль), резина, кожа, графит, минералокерамические материалы, древесина и др.

Черные металлы, подразделяемые на чугуны и стали, имеют наибольшее распространение. Это объясняется, прежде всего, их высокой прочностью и

жесткостью, а также сравнительно невысокой стоимостью. Основные недостатки черных металлов - большая плотность и слабая коррозионная стойкость.

Домашнее задание.

Составьте конспект материала, опираясь на контрольные вопросы:

1. Требования, учитываемые при выборе материала
2. Критерии оценки материалов.
3. Основные машиностроительные материалы.