

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время от инженеров, работающих в сельскохозяйственном производстве, требуются определенные знания в области материаловедения, умения рационально выбрать и использовать обширную номенклатуру материалов и методы их обработки для достижения высоких эксплуатационных свойств изделий.

Одной из главных задач материаловедения как науки о материалах является изучение их свойств и способов воздействия на них с целью наиболее рационального применения конструкционных, инструментальных и специальных материалов в машиностроении, строительстве и ремонтном производстве. Все свойства материалов являются, как правило, взаимосвязанными.

Многообразие свойств материалов можно представить в виде пяти групп: механические, физические, химические, технологические и эксплуатационные.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтярев, М. Г. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие* / М. Г. Дегтярев. – Москва: Колос, 2007. – 358 с.
2. *Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов: учеб. пособие* / под ред. В. А. Оськина, В. Н. Байкаловой. – Москва: КолосС, 2007. – 318 с.
3. Оськин, В. А. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб.* / В. А. Оськин, В. В. Евсиков. – Москва: КолосС, 2007. – Кн. 1. – 447 с.
4. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.* / О. С. Комаров [и др.]; под ред. О. С. Комарова. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск: Новое знание, 2009. – 671 с.
5. *Материаловедение и технология металлов: учеб.* / Г. П. Фетисов [и др.]; под ред. Г. П. Фетисова. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., 2006. – 862 с.
6. *Материаловедение: практикум* / А. А. Андрушевич [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: БГАТУ, 2013. – 176 с.
7. *Свойства материалов: метод. указания* / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: В. А. Валетов, В. А. Курочкин. – Горки, 2000. – 16 с.

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Механические свойства конструкционных материалов [1–7] проявляются в процессе механических воздействий или приложения определенных нагрузок: растяжения, сжатия, изгиба, кручения и др. К основным механическим свойствам относятся: **прочность** – способ-

ность материалов противостоять различным механическим нагрузкам; **пластичность** – способность материалов к остаточным деформациям под действием прикладываемых нагрузок; **ударная вязкость** – способность материалов противостоять ударному разрушению; **твердость** – способность материалов препятствовать проникновению в них других материалов под действием создаваемых нагрузок.

Следует запомнить, что важнейшими характеристиками механических свойств материалов являются: предел прочности при растяжении σ_b ($\sigma_{вр}$), предел текучести при растяжении σ_t , предел прочности при сжатии $\sigma_{вс}$, предел прочности при изгибе $\sigma_{из}$, предел усталости σ_y , относительное удлинение при разрыве δ , относительное сужение при разрыве ψ , ударная вязкость KCU , твердость по Бринеллю HB , твердость по Роквеллу HRB , HRC , HRA , твердость по Виккерсу HV , микротвердость H_{μ} , износостойкость и др.

Характеристики механических свойств определяются испытанием стандартных образцов определенной формы и размеров, изготовленных из исследуемых материалов.

Испытания проводятся на специальных машинах различных типов: испытательные машины растяжения, сжатия, маятниковые копры и др.

Прочностные и пластические характеристики чаще всего определяют при испытаниях на растяжение. Их проводят на образцах (по ГОСТ 1497-84), имеющих в поперечном сечении форму круга (рис. 1). Обычно $d_0 = 10$ мм, а расстояние между отметками на стержне l_0 принимают равным $10d_0$ или 100 мм.

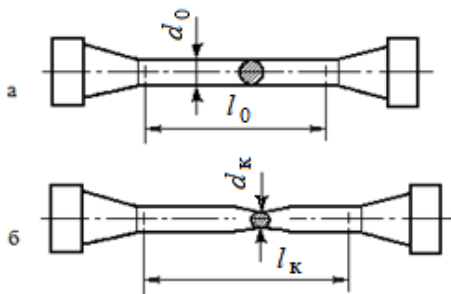


Рис. 1. Образец для испытаний на прочность при растяжении:
а – до испытаний; б – после испытаний

Также могут применяться образцы аналогичной формы не в виде круга, а в виде прямоугольных пластин.

При испытаниях образец нагружают на специальной разрывной машине. В процессе нагрузки образец разрушается, при этом вычерчивается диаграмма растяжения образца (рис. 2) в координатах P (нагрузка) – $\Delta l_{\text{ост}}$ (абсолютное удлинение образца).

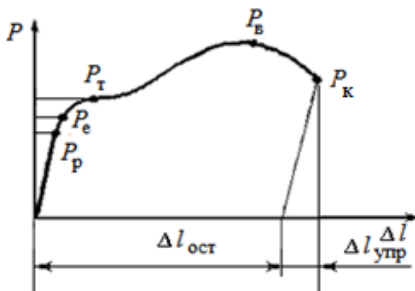


Рис. 2. Диаграмма растяжения образца

По диаграмме можно отметить характерные участки и точки. На участке $0-P_p$ удлинение образца увеличивается прямо пропорционально нагрузке P_p , т. е. на этом участке соблюдается закон Гука, характеризующий упругую деформацию.

Нагрузку P_t , при которой начинается течение металла, называют нагрузкой предела текучести, а горизонтальный участок кривой – площадкой текучести. За площадкой текучести нагрузка снова растет до некоторого максимального значения P_b , после нее на образце начинается образование местного сужения (шейки). Уменьшение площади сечения в области шейки вызывает снижение нагрузки, и при нагрузке P_k происходит разрыв образца.

Предел прочности при растяжении (временное сопротивление разрыву) σ_b (МПа) – напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке

$$\sigma_b = \sigma_{вр} = P_b / F_0,$$

где P_b – наибольшая растягивающая сила, которую способен выдержать испытуемый образец, Н;

F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм².

Обратите внимание на то, что σ_b не есть напряжение, при котором разрушается образец. Если относить растягивающую силу не к начальной площади сечения образца, а к наименьшему сечению в момент разрушения, то можно обнаружить, что среднее напряжение в

наименьшем сечении образца перед разрывом существенно больше, чем σ_b . Таким образом, предел прочности при растяжении является условной величиной. Определить ее очень просто, и поэтому она вошла в расчетную практику как основная сравнительная характеристика прочностных свойств материалов.

Предел пропорциональности $\sigma_{пц}$ (МПа) – наибольшее напряжение, при котором соблюдается закон Гука (деформация в упругом теле пропорциональна приложенной к нему силе):

$$\sigma_{пц} = P_p / F_0.$$

Пределом упругости σ_y (МПа) называется напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,05 % (иногда 0,005 %) от расчетной длины образца.

$$\sigma_y = P_e / F_0,$$

где P_e – соответствующая нагрузка, расположенная между точками приложения сил.

Предел текучести при растяжении (физический) σ_T (МПа) – наименьшее напряжение, при котором металл деформируется без заметного увеличения нагрузки.

$$\sigma_T = P_T / F_0.$$

Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ (МПа) – напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2 % длины участка образца. Он применяется в тех случаях, когда на диаграмме растяжения (см. рис. 2) отсутствует явно выраженная площадка текучести.

$$\sigma_{0,2} = P_{0,2} / F_0.$$

Условным сопротивлением разрыву σ_k (МПа) называется отношение нагрузки P_k в момент разрушения образца к первоначальной площади поперечного сечения образца:

$$\sigma_k = P_k / F_0.$$

Предел прочности при сжатии $\sigma_{вс}$ (МПа) определяется на специальных прессах.

$$\sigma_{вс} = P_{с\max} / F_0,$$

где $P_{с\max}$ – наибольшая сжимающая сила, которую способен выдержать испытуемый образец, Н.

Предел прочности при сжатии хрупких материалов больше в 2–4 раза, чем при растяжении, для пластичных материалов $\sigma_{вс} \approx \sigma_{вр}$.

Предел прочности при изгибе $\sigma_{и}$ (МПа)

$$\sigma_{и} = M_{и} / W,$$

где $M_{и}$ – наибольший изгибающий момент, который способен выдержать испытуемый образец, Н · м;

W – момент сопротивления сечения образца изгибу, мм³.

Усталость – это процесс постепенного снижения прочности материала вследствие появления и развития в нем трещин под действием циклических длительно действующих нагрузок. Усталостное разрушение обычно начинается при напряжениях ниже не только предела прочности, но и предела текучести. Усталостные трещины появляются на поверхности изделия и затем распространяются вглубь материала. Распространение усталостных трещин происходит медленно. Усталостное разрушение происходит хрупко, без заметных следов пластической деформации. Установлено, что усталостное разрушение наблюдается при растяжении, сжатии, изгибе, кручении и более сложных видах нагружения. Методы испытаний материалов на усталость регламентированы (ГОСТ 25.502-79).

Относительное удлинение δ (%) – отношение приращения длины образца после разрыва Δl к его первоначальной длине l_0 (см. рис. 1):

$$\delta = (\Delta l_{\text{ост}} / l_0) 100 = [(l_{к} - l_0) / l_0] 100,$$

где $\Delta l_{\text{ост}}$ – абсолютное удлинение, мм;

l_0 – начальная длина между рисками на испытуемом образце, мм;

$l_{к}$ – конечная длина образца между рисками после разрыва, мм.

Относительное сужение при разрыве ψ (%) – отношение уменьшения площади поперечного сечения образца к первоначальной площади:

$$\psi = (\Delta F / F_0) 100 = [(F_0 - F_{к}) / F_0] 100,$$

где ΔF – абсолютное сужение образца, мм²;

F_0 – начальная площадь сечения испытуемого образца, мм²;

$F_{к}$ – конечная площадь поперечного сечения образца в месте разрушения, мм².

Поскольку для реальных поликристаллических материалов определение $\sigma_{пл}$ и $\sigma_{упр}$ представляет значительные методические трудности из-за очень малых деформаций, соответствующих этим характеристикам, на практике ограничиваются измерением **условного и физического пределов текучести, предела прочности и условного сопротивления разрыву.**

Ударная вязкость (KC) – способность металла противостоять динамическим нагрузкам.

Испытание на ударную вязкость основано на разрушении образца одним ударом маятникового копра с концентратором напряжений, расположенного посередине образца. Копер состоит из тяжелого маятника, свободно качающегося на его оси, и специального шаблона, обеспечивающего установку испытуемого образца строго в середине пролета ножа маятника между опорами (рис. 3).

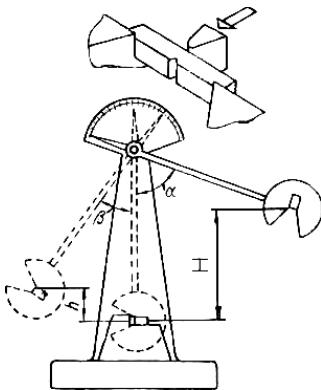


Рис. 3. Испытания на ударную вязкость на маятниковом копре

В результате испытания определяют полную работу, затраченную при ударе, и рассчитывают ударную вязкость. Роль концентратора сводится к следующему. При испытаниях образцов на ударную вязкость напряжения и деформации локализуются в ограниченном объеме металла вокруг надреза. Именно здесь поглощается практически вся работа удара.

ГОСТ 9454-78 предполагает три вида (формы) концентраторов: U -образный с радиусом в вершине $R = 1$ мм, V -образный с $R = 0,25$ мм и T -образный с усталостной трещиной (рис. 4). В соответствии с этим при записи ударной вязкости (KC) в ее обозначение вводится третья буква, указывающая вид надреза, – KCU , KCV , KCT .

Величина KCU характеризует ударную вязкость материала при отсутствии неярко выраженного концентратора напряжения, которая широко используется в машиностроении. Величина KCV характеризует ударную вязкость материала при оценке пригодности материалов для сосудов давления, трубопроводов, летательных аппаратов и других

конструкций, требующих повышенной надежности. Величина *KCT* характеризует работу распространения трещины при ударном действии и оценивает способность материала тормозить начавшееся разрушение. Она учитывается при выборе металлов и сплавов для конструкций особо ответственного назначения (роторы турбин и т. п.).

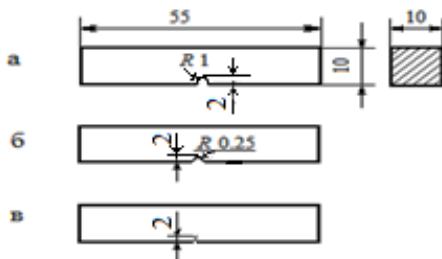


Рис. 4. Образцы испытаний на ударную вязкость с различными концентраторами напряжений: а – U-образный; б – V-образный; в – T-образный с усталостной трещиной

Ударную вязкость *KCU* (МДж/м²) рассчитывают как отношение работы *A* к площади *F* поперечного сечения образца в надрезе.

Например, для образцов с U-образным надрезом ударная вязкость рассчитывается по зависимости

$$KCU = A / F,$$

где *A* – работа разрушения образца, МДж;

F – площадь поперечного сечения образца в месте разреза.

Для стандартного образца, как правило, $F = 90 \text{ мм}^2$ или $F = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

В табл. 1 приведены возможные значения некоторых механических свойств отдельных групп материалов.

Твердость – свойство материала сопротивляться упругой и пластической деформации или разрушению при внедрении в него другого, более твердого тела (индентора).

Способы определения твердости в зависимости от характера приложения нагрузки и сопротивления вдавливанию индентора подразделяют на статические, динамические и кинетические.

По принципу приложения нагрузки различают способы определения твердости: вдавливанием, отскоком, царапанием и резанием.

Таблица 1. Возможные значения некоторых механических свойств отдельных групп материалов

Группы материалов	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{т}$, МПа	δ , %	KCU , МДж/м ²
Алюминиевые сплавы: неупрочненные	150...250	70...140	2...20	
упрочненные	200...700	100...540	2...20	
Медные сплавы: неупрочненные	150...650		6...65	
упрочненные	180...950		2...15	
Малоуглеродистые стали: неупрочненные	250...490	200...320	15...27	0...2
упрочненные	250...490	200...320	15...27	0...2
Среднеуглеродистые стали: неупрочненные	400...600	300...360	5...20	0...1
упрочненные	750...1760	600...1650	3...13	0...1
Высокоуглеродистые стали: неупрочненные	580...700	380...500	7...16	0...1
упрочненные	800...1800	600...1600	5...15	
Легированные стали упрочненные:				
рессорно-пружинные	1100...1900	800...1700	5...10	
шарикоподшипниковые	2000...2600	1800...2300		
нержавеющие хромистые	600...1600	400...1300	0...20	0...9
нержавеющие хромоникелевые	450...1300	200...1100	15...40	0...5
жаропрочные	600...2200	400...1600	5...30	
Чугуны неупрочненные:				
серые	120...440			
ковкие	300...800		1...12	
высокопрочные	350...1000			

Наиболее распространены статистические методы, при которых нагрузка к индентору прикладывается плавно и постепенно, а время выдержки под нагрузкой регламентируется стандартами (см. рис. 4).

Способ отскока основан на измерении твердости по высоте отскока бойка, падающего на испытуемую поверхность. Этот способ обеспечивает высокую точность и стабильность результатов измерений. Его применяют для контроля больших изделий и конструкций с использованием переносных приборов.

Твердость по Бринеллю (ГОСТ 9012-59) определяют вдавливанием в испытуемый материал стального шарика диаметром $D = 10$; 5 или 2,5 мм под действием нагрузки P до 30000 Н, приложенной в течение определенного времени. В результате остаточной деформации на испытуемом образце получается отпечаток диаметром d (рис. 5, а),

измеряемый микроскопом МПБ-2. Твердость материала по Бринеллю в мегапаскалях определяется отношением нагрузки, действующей на шарик P , к площади поверхности полученного отпечатка F .

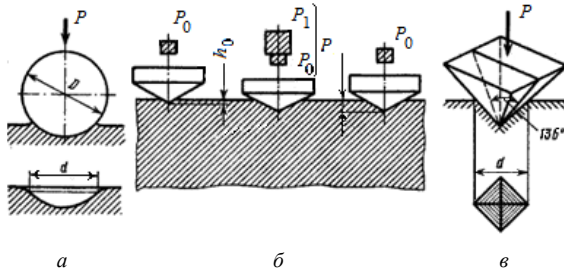


Рис. 5. Схемы испытаний твердости: a – по Бринеллю; b – по Роквеллу; c – по Виккерсу или микротвердости

Выражая площадь отпечатка F через его диаметр d и диаметр шарика D , получаем твердость (МПа)

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{P}{\pi D h} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}.$$

Для удобства использования метода имеются таблицы, в которых приведены значения чисел твердости по Бринеллю, рассчитанные в зависимости от диаметра отпечатка d , используемой нагрузки P и диаметра шарика D .

Существует взаимосвязь [7] между твердостью по Бринеллю и пределом прочности материалов при растяжении. Для сталей $\sigma_b = 0,35 HB$, для медных сплавов $\sigma_b = 0,48 HB$, для алюминиевых сплавов $\sigma_b = 0,25 HB$.

Твердость по Роквеллу (ГОСТ 9013-59) определяют методом вдавливания в испытуемый материал стального шарика диаметром 1,588 мм (шкала B , основная нагрузка 981 Н, для испытания мягких материалов), твердосплавного или алмазного конуса с углом при вершине 120° (шкала C , основная нагрузка 1471 Н, для испытания материалов средней твердости), алмазного конуса с углом при вершине 120° (шкала A , основная нагрузка 588 Н, для испытания материалов повышенной твердости). Общая нагрузка при испытании будет больше основной на величину предварительной нагрузки 98 Н. После окончания вдавливания основная нагрузка автоматически снимается и остается только предварительная нагрузка. Большая стрелка индикатора при

этом перемещается по часовой стрелке и указывает на соответствующей шкале индикатора число твердости по Роквеллу.

Твердость по Роквеллу можно рассчитывать по зависимостям (делений)

$$HRB = 130 - \frac{h - h_0}{0,002}; \quad HRC (HRA) = 100 - \frac{h - h_0}{0,002},$$

где HRB, HRC, HRA – твердость по Роквеллу по шкале B, C, A ;

h – глубина погружения наконечника под действием общей нагрузки, мм;

h_0 – глубина погружения наконечника под действием предварительной нагрузки, мм;

$h - h_0$ – глубина погружения наконечника под действием основной нагрузки, мм;

0,002 – цена деления шкалы индикатора, мм/дел.

На основании ГОСТ 8.064-79 проведена корректировка шкалы C и уточнены переводные числа твердости HRC в числа твердости HRC_{Σ} . Твердость HRC_{Σ} , воспроизводимая специальным государственным эталоном, на 1–2 единицы больше HRC (соответственно для больших и малых значений твердости) и приводится в справочных таблицах.

Для перевода чисел твердости по Роквеллу в твердость по Бриггеллю (МПа) можно пользоваться переводной таблицей или коэффициентами примерного перевода: $HB \approx 20 HRB, 100 HRC, 90 HRA$.

Твердость по Виккерсу (ГОСТ 2999-75) определяют методом вдавливания в испытуемый материал четырехгранной алмазной пирамиды с углом между гранями 136° при нагрузке $P = 9,807 \dots 980,7$ Н и времени выдержки под нагрузкой $t = 10 \dots 15$ с. Твердость (МПа) находят по формуле

$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin \alpha / 2}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2},$$

где P – нагрузка до 980,7 Н;

F – площадь пирамидального отпечатка, мм²;

α – угол между гранями алмазной пирамиды, равный 136° ;

d – длина диагонали отпечатка, мм.

Микротвердость (ГОСТ 9450-76) определяют методом вдавливания в испытуемый материал четырехгранной алмазной пирамиды с углом между гранями 136° .

$$H_{\mu} = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin \alpha / 2}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2},$$

где P – нагрузка до 4,905 Н.

Численные значения микротвердости H_{μ} и твердости по Виккерсу HV для структурно однородных материалов одинаковы.

Твердость по Моосу определяют методом царапания алмазным конусом с углом при вершине 90° или 120° . По ширине царапины при определенной нагрузке судят о твердости материала.

В начале прошлого столетия начали применять относительную шкалу Мооса для приближенного определения твердости минералов. Шкала состоит из десяти минералов-эталонов (табл. 2), которым приписана твердость по Моосу от 1 до 10.

Таблица 2. Значения микротвердости H_{μ} и относительной твердости по Моосу HM минералов-эталонов и некоторых общедоступных предметов

Минералы-эталоны	H , МПа	HM	Общедоступные предметы
Тальк $Mg_3(OH)_2(Si_4O_{10})$	24	1	Карандаш, бумага
Каменная соль $NaCl$	360	2	Алюминий, ноготь
Кальцит $Ca(CO_3)$	1090	3	Медная проволока
Плавиновый шпат CaF_2	1890	4	Железная проволока
Апатит $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$	5360	5	Оконное стекло
Полевой шпат $K(AlSi_3O_8)$	7950	6	Перочинный нож
Кварц SiO_2	11200	7	Твердый сплав ВК6
Топаз $Al_2(F, OH)_2(SiO_4)$	14270	8	Минералокерамика ЦМ-332
Корунд Al_2O_3	20600	9	СТМ (композит 01 и др.)
Алмаз С	100600	10	Алмаз стеклореза

Приближенное определение твердости по шкале Мооса заключается в том, что исследуемый минерал сравнивается путем царапания с минералами-эталонами. Более твердые эталоны царапают исследуемый материал, более мягкие царапаются им. В случае образования царапины и на исследуемом минерале, и на минерале-этalone твердость обоих одинакова.

По Н. К Разумовскому минералы-эталоны с успехом могут быть заменены общедоступными предметами (табл. 2). В этой же таблице также приведены абсолютные значения микротвердости минералов-эталонов, найденные М. М. Хрущовым с помощью алмазной пирамидки.

В табл. 3 дан перевод чисел твердости, полученных разными методами, для некоторых конструкционных и инструментальных материалов.

Таблица 3. Перевод чисел твердости, полученных разными методами, для некоторых конструкционных и инструментальных материалов

<i>HB, МПа</i>	<i>HRB</i>	<i>HRC</i>	<i>HRC₃</i>	<i>HRA</i>	<i>HV, МПа</i>	<i>HM</i>	Материалы
24 100 200 300	1 5 10 15				24 100 200 300	1	Пластмассы и другие неметаллические материалы
360 400 800 1000	18 20 40 55				360 400 800 1000	2	Пластмассы, алюминий, алюминиевые сплавы
1090 1150 1250 1500 1830	61 65 70 80 90				1090 1150 1250 1500 1830	3	Алюминиевые сплавы, медь и ее сплавы, неупрочненные и упрочненные
1890 2070 2410 2850 3750 4290	91 95 100	15 18 24	17,2 20,2 26,0	57 60 63	1890 2070 2410 2850 3900 4600	4	Упрочненные сплавы цветных металлов, «сырые» углеродистые и легированные стали
4800 4950 5450 6010		49 50 55 60	50,3 51,3 56,2 61,0	75 76 79 82	5360 5510 6270 7460	5	Упрочненные среднеуглеродистые стали
6200 6670 7450		62 65 70	63,0 65,9 70,7	83 84 87	7950 9050 11160	6	Упрочненные высокоуглеродистые и легированные стали
7480 7800		70 72	70,7 72,7	87 88 89	11200 12240 13000	7	Инструментальные металлокерамические твердые сплавы
				90 90 95	14270 15000 20000	8	Инструментальные минералокерамические твердые сплавы
					20600 40000 60000 80000	9	Инструментальные сверхтвердые материалы, СТМ: композиты 01, 02, 09 и др.
					100600	10	Алмазы

2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Физические свойства проявляются в процессе выполнения определенных физических воздействий на конструкционный материал. К физическим свойствам относятся: цвет конструкционного материала, блеск, относительная атомная масса, плотность, температура плавления, электропроводность, теплопроводность, коэффициенты линейного и объемного расширения, электрохимический эквивалент, точка Кюри, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, магнитная проницаемость и др.

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Химические свойства проявляются в процессе взаимодействия конструкционных материалов с различными средами: кислородом, воздухом, водой, кислотами, щелочами, повышенной температурой и т. д. Показатели химических свойств материалов:

- коррозионная стойкость – способность материалов противостоять коррозионному воздействию в обычных реальных условиях их применения;
- кислотостойкость – способность материалов сопротивляться действию кислот;
- теплостойкость – способность материалов противостоять действию высоких температур и др.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Технологические свойства проявляются при выполнении отдельных технологических процессов переработки заготовок в изделия. К технологическим свойствам относятся:

- литейные – жидкотекучесть, трещиностойчивость, склонность материала к образованию усадочной пористости, склонность к образованию усадочных раковин, линейная и объемная усадка, температура плавления, склонность к ликвации;
- термические – пористость, склонность к образованию усадочных раковин, линейная и объемная усадка, температура плавления, склонность к ликвации; термические закаливаемость, прокаливаемость, склонность к трещинообразованию, к отпускной хрупкости;
- ковкость – усилие деформации, степень деформации, температура деформации;

- свариваемость – способность материала создавать сварное соединение с требуемыми свойствами, свариваемость по ГОСТу бывает хорошая, удовлетворительная, ограниченная и плохая;
- обрабатываемость резанием – допустимые скорость, подача и глубина резания, усилие резания, шероховатость поверхности, вид стружки и т. д.

5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Эксплуатационные свойства материалов проявляются в процессе эксплуатации деталей, изделий и машин. К ним относятся износостойкость, жаропрочность, антифрикционность, хладостойкость, кислотостойкость, коррозионная стойкость и др.

Износостойкость – способность материала противостоять изнашивающему воздействию в процессе эксплуатации, характеризуется потерей массы или размера за определенное время работы.

Жаропрочность – способность материала изделия сохранять прочность при повышенных температурах.

Антифрикционность – способность материала детали к приработке в условиях трения скольжения.

Эксплуатационные свойства материалов определяют в зависимости от условий работы детали или изделия специальными испытаниями.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите пять групп свойств материалов.
2. Назовите четыре характеристики механических свойств материалов.
3. Назовите характеристики пластичности материалов.
4. Какие существуют прочностные характеристики материалов?
5. Как определяется ударная вязкость материалов?
6. Какие существуют методы определения твердости материалов?
7. Какова взаимосвязь между значениями σ_b и $HВ$ для сталей, медных и алюминиевых сплавов?
8. Как сделать перевод чисел твердости, полученных разными методами?
9. Как построена шкала относительной твердости по Моосу?
10. Перечислите показатели физических и химических свойств материалов.
11. Назовите характеристики технологических свойств материалов.
12. Какие вы знаете характеристики эксплуатационных свойств материалов?