

Механические, физические, химические и технологические свойства металлов

Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться действию внешних сил. К основным механическим свойствам относятся прочность, твердость, ударная вязкость, упругость, пластичность, хрупкость и др.

Прочность — это способность материала сопротивляться разрушающему воздействию внешних сил.

Твердость — это способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела под действием нагрузки.

Вязкостью называется свойство материала сопротивляться разрушению под действием динамических нагрузок.

Упругость — это свойство материалов восстанавливать свои размеры и форму после прекращения действия нагрузки.

Пластичностью называется способность материалов изменять свои размеры и форму под действием внешних сил, не разрушаясь при этом.

Хрупкость — это свойство материалов разрушаться под действием внешних сил без остаточных деформаций.

При статических испытаниях на растяжение определяют величины, характеризующие прочность, пластичность и упругость материала. Испытания производятся на цилиндрических (или плоских) образцах с определенным соотношением между длиной l_0 и диаметром d_0 . Образец растягивается под действием приложенной силы P (рис. 1, а) до разрушения. Внешняя нагрузка вызывает в образце напряжение и деформацию. Напряжение σ — это отношение силы P к площади поперечного сечения F_0 , МПа:

$$\sigma = P/F_0,$$

Деформация характеризует изменение размеров образца под действием нагрузки, %:

$$\varepsilon = [(l_1 - l_0) / l_0] \cdot 100,$$

где l_1 — длина растянутого образца.

Деформация может быть упругой (исчезающей после снятия нагрузки) и пластической (остающейся после снятия нагрузки).

При испытаниях строится диаграмма растяжения, представляющая собой зависимость напряжения от деформации. На рис. 1 приведена такая диаграмма для низкоуглеродистой стали. После проведения испытаний определяются следующие характеристики механических свойств.

Предел упругости σ_y — это максимальное напряжение при котором в образце не возникают пластические деформации.

Предел текучести σ_T — это напряжение, соответствующее площадке текучести на диаграмме растяжения (рис. 1). Если на диаграмме нет площадки текучести (что наблюдается для хрупких материалов), то определяют условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ — напряжение, вызывающее пластическую деформацию, равную 0,2 %. *Предел прочности* (или временное сопротивление) σ_B — это напряжение, отвечающее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец при испытании.

Относительное удлинение после разрыва δ — отношение приращения длины образца при растяжении к начальной длине l_0 , %:

$$\delta = [(l_k - l_0) / l_0] \cdot 100,$$

где l_k — длина образца после разрыва.

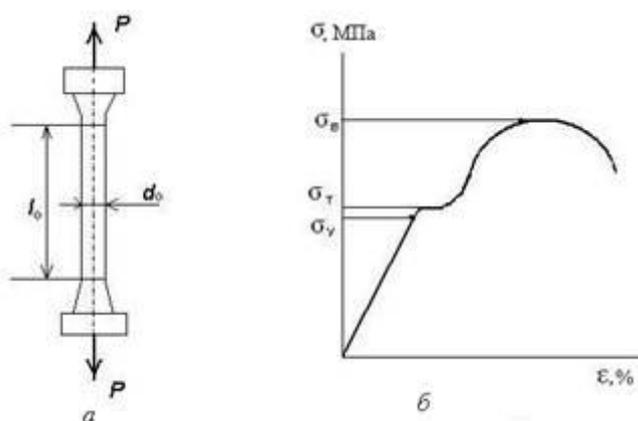


Рис. 1. Статические испытания на растяжение: а – схема испытания;

б – диаграмма растяжения

Относительным сужением после разрыва ψ называется уменьшение площади поперечного сечения образца, отнесенное к начальному сечению образца, %:

$$\psi = [(F_0 - F_k) / F_0] \cdot 100,$$

где F_k — площадь поперечного сечения образца в месте разрыва. Относительное удлинение и относительное сужение характеризуют пластичность материала.

Твердость металлов измеряется путем вдавливания в испытуемый образец твердого наконечника различной формы.

Метод Бринелля основан на вдавливании в поверхность металла стального закаленного шарика под действием определенной нагрузки. После снятия нагрузки в образце остается отпечаток. Число твердости по Бринеллю НВ определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к площади поверхности полученного отпечатка.

Метод Роквелла основан на вдавливании в испытуемый образец закаленного стального шарика диаметром 1,588 мм (шкала В) или алмазного конуса с углом при вершине 120° (шкалы А и С). Вдавливание производится под действием двух нагрузок — предварительной равной 100 Н и окончательной равной 600, 1000, 1500 Н для шкал А, В и С соответственно. Число твердости по Роквеллу НРА, HRB и HRC определяется по разности глубин вдавливания.

В методе Виккерса применяют вдавливание алмазной четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136° . Число твердости по Виккерсу НV определяется отношением приложенной нагрузки к площади поверхности отпечатка.

Ударная вязкость определяется работой А, затраченной на разрушение образца, отнесенной к площади его поперечного сечения F ; Дж/м²:

$$K_C = A / F$$

Испытания проводятся ударом специального маятникового копра. Для испытания применяется стандартный надрезанный образец, устанавливаемый на опорах копра. Маятник определенной массы наносит удар по стороне противоположной надрезу.

К физическим свойствам материалов относятся плотность, температура плавления, электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства, коэффициент температурного расширения и др.

Плотностью называется отношение массы однородного материала к единице его объема.

Это свойство важно при использовании материалов в авиационной и ракетной технике, где создаваемые конструкции должны быть легкими и прочными.

Температура плавления — это такая температура, при которой металл переходит из твердого состояния в жидкое. Чем ниже температура плавления металла, тем легче протекают процессы его плавления, сварки и тем они дешевле.

Электропроводностью называется способность материала хорошо и без потерь на выделение тепла проводить [электрический ток](#). Хорошей электропроводностью обладают металлы и их сплавы, особенно медь и алюминий. Большинство неметаллических материалов не способны проводить электрический ток, что также является важным свойством, используемым в электроизоляционных материалах.

Теплопроводность — это способность материала переносить теплоту от более нагретых частей тел к менее нагретым. Хорошей теплопроводностью характеризуются металлические материалы.

Магнитными свойствами т.е. способностью хорошо намагничиваться обладают только железо, никель, кобальт и их сплавы.

Коэффициенты линейного и объемного расширения характеризуют способность материала расширяться при нагревании. Это свойство важно учитывать при строительстве мостов, прокладке железно-дорожных и трамвайных путей и т.д.

Химические свойства характеризуют склонность материалов к взаимодействию с различными веществами и связаны со способностью материалов противостоять вредному действию этих веществ. Способность металлов и сплавов сопротивляться действию различных агрессивных сред называется коррозионной стойкостью, а аналогичная способность неметаллических материалов — химической стойкостью.

К эксплуатационным (служебным) свойствам относятся жаростойкость, жаропрочность, износостойкость, радиационная стойкость, коррозионная и химическая стойкость и др.

Жаростойкость характеризует способность металлического материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность характеризует способность материала сохранять механические свойства при высокой температуре.

Износостойкость — это способность материала сопротивляться разрушению его поверхностных слоев при трении.

Радиационная стойкость характеризует способность материала сопротивляться действию ядерного облучения.

Технологические свойства определяют способность материалов подвергаться различным видам обработки. Литейные свойства характеризуются способностью металлов и сплавов в расплавленном состоянии хорошо заполнять полость литейной формы и точно воспроизводить ее очертания (жидкотекучестью), величиной уменьшения объема при затвердевании (усадкой), склонностью к образованию трещин и пор, склонностью к поглощению газов в расплавленном состоянии. Ковкость — это способность металлов и сплавов подвергаться различным видам обработки давлением без разрушения. Свариваемость определяется способностью материалов образовывать прочные сварные соединения. Обрабатываемость резанием определяется способностью материалов поддаваться обработке режущим инструментом.