**Механічні властивості** характеризують поведінку матеріалу під дією навантажень. **Навантаження** бувають статичні (є незмінні або зростають повільніше, ніж процеси в металі), динамічні (зростають з великою швидкістю) і циклічні, або повторнозмінні (змінюються періодично, зазвичай за синусоїдним законом). До цих властивостей належать міцність, пластичність, твердість, ударна в'язкість, витривалість та інші.

**Міцність** - це здатність матеріалу чинити опір пластичній деформації і руйнуванню під дією навантажень.

Важливою характеристикою матеріалу є **границя міцності**, яку визначають за результатом руйнування зразків під час статичних випробовувань на спеціальних розривних машинах. Найчастіше випробовують на розтяг, рідше на стиск, згин або закрут.

За числовим значенням сили F, що відповідає горизонтальній ділянці діаграми, розраховують ***фізичну границю текучості матеріалу*** σ як відношення сили F, при якій зразок деформується без помітного зростання сили, до початкової площі поперечного перерізу зразка:

* σ = (3.1)

Більшість металів і сплавів не мають явно вираженої горизонтальної ділянки текучості. Для них визначають ***умовну границю*** ***текучості*** як відношення сили F, що відповідає залишковому видовженню зразка ∆*l* = 0,002*l*до початкової його площі поперечного перерізу :

* σ = (3.2)

Точка D діаграми відповідає руйнуванню зразка.

**Границя міцності матеріалу на розтяг** *σ* це відношення найбільшої сили F, яку витримує зразок перед руйнуванням, до початкової площі його поперечного перерізу :

* σ = (3.3)

**Пластичність** це здатність металу пластично деформуватися. Пластичність характеризується величинами відносного видовження і відносного звуження.

***Відносне видовження після розриву*** *δ* - це відношення залишкового видовження зразка після руйнування ∆*l* до його початкової розрахункової довжини , виражене у відсотках:

* (3.4)

***Відносне звуженням зразка після розриву***ψ це відношення зменшення площі поперечного перерізу зразка після руйнування до початкової площі поперечного перерізу зразка , виражене у відсотках:

* (3.5)

**Твердість** це здатність металу чинити опір проникненню в нього іншого твердішого тіла, яке пластично не деформується.

***Визначення твердості за Брінеллем***. Суть методу зводиться до втискання у випробовуваний матеріал сталевої загартованої кульки діаметром D (рис. 4.20), на яку діє сила F протягом певного часу, достатнього для закінчення в металі пластичних деформацій.

***Твердість за Брінеллем НВ*** - це відношення діючої на кульку сили F (Н) до площі поверхні S (мм) отриманого відбитка:

* (3.6)

Підставляючи у формулу (9) значення S, отримуємо:

* НВ = (3.7)

***Вимірювання твердості за Роквеллом*** є зручнішим, бо операції втискання й вимірювання виконуються з одного встановлення, тривалість їх не перевищує 1 хв. зникає необхідність замірювати діаметр відбитка, а число твердості показує стрілка приладу на шкалі індикатора. Відбитки, що залишаються, незначні і, як правило, не псують поверхні виробу.

***Твердість за Роквеллом*** визначають за величиною заглиблення індентора у матеріал під дією загальної сили F+ F.

Оскільки твердість за Роквеллом НR прийнято виражати не в мм, а в поділках шкали індикатора, то величину - *h* ділять на ціну поділки шкали с (с = 0,002 мм):

* HR= (3.8)

***Визначення твердості за Віккерсом*** зводиться до втискання силою F правильної чотиригранної алмазної піраміди з кутом між протилежними гранями α = 136° у матеріал. Про значення твердості свідчить значення сили F і діагоналі відбитка *d,* розмір якої вимірюють під мікроскопом.

***Твердість за Віккерсом*** НV знаходиться як відношення сили F(H), що діє на правильну чотиригранну піраміду, до площі поверхні S (мм) отриманого відбитка:

* (3.9)
* d - середнє арифметичне довжин обох діагоналей, мм;

Щоб оцінити опір матеріалу динамічним силам, проводять випробовування на удар. Одним із видів таких випробувань є ***ударний згин***, за допомогою якого виявляють схильність матеріалів, зокрема конструкційних сталей, до крихкого руйнування внаслідок зниження температури, наявності надрізів, шкідливих домішок, зміни структурного стану, збільшення швидкості деформації та інших факторів.

**Ударна в'язкість** КС (МДж/м2) це відношення роботи *К*, яка витрачається на руйнування стандартного зразка, до початкової площі його поперечного перерізу в місці руйнування, яка залежить від виду концентратора напруги (KCU, KCV, KCT):

* КС = (3.10)

Для визначення ударної в'язкості застосовують призматичні зразки з надрізами різних типів. Найпоширенішими типами є зразки з U-подібним (рис. 4.23, а) і V-подібним (рис. 4.23, б) надрізами.

|  |  |
| --- | --- |
| http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image036.jpg | Зразки для випробувань на ударну в'язкість: * а - з U-подібним надрізом;
* б - з V-подібним надрізом.
 |

Рисунок 2.2.1

Якщо зразок з U-подібним надрізом, то до символу додається буква U (KCU), а якщо з V-подібним надрізом, то додається буква V (KCV).

Для крихких матеріалів основна частина роботи йде на зародження тріщини, а робота розповсюдження тріщини незначна. Для пластичних матеріалів робота розповсюдження тріщини має переважаюче значення. Аналіз складових ударної в'язкості дозволяє раціональніше вибрати матеріал і визначити його призначення.

Здебільш деталі машин під час експлуатації навантажені *циклічними* (повторно змінними) силами. При цьому прикладене до деталі напруження змінюється протягом кожного циклу від заданих найменшого (рис. 4.25) до найбільшого значення. Якщо значення і рівні за величиною і протилежні за знаком, то цикл напружень симетричний і ***коефіцієнт асиметрії цикл****у* = -1.

Нагромадження пошкоджень у металі під дією циклічних напружень є причиною ***втомного руйнування***. Процес втомного руйнування поділяють на дві стадії - стадію зародження і стадію росту тріщини.

**Витривалість** це здатність металу протистояти втомному руйнуванню. На втому випробовують серію гладких, переважно круглого перерізу, зразків або зразків круглого перерізу з надрізом.

За результатами випробувань будують графіки - криві втоми, або криві *Веллера* - в координатах - *lgN* (рис. 4.27).

***Границя витривалості* (*границя втоми*)** це таке максимальне за абсолютним значенням напруження циклу, за якого матеріал не руйнується після як завгодно великої або заданої кількості циклів навантаження.

|  |  |
| --- | --- |
| http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image049.jpg | Крива втоми в координатах http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image050.gif:* σ - максимальне напруження циклу; N - кількість циклів напружень;
* N - кількість циклів напружень;
* http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image051.gif- значення максимальних напружень і Nhttp://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image052.gif- відповідна їм кількість циклів, при яких були зруйновані зразки;
* http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image044.gif- границя витривалості;
* http://ocw.sumdu.edu.ua/stream/c5/d7/12/bd/d9/7a/0a/a4/71/56/44/a8/fb/ca/6e/0d/r4t3.files/image053.gif- базова кількість циклів.
 |

Рисунок 2.2.2