



ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

«Властивості металів і сплавів»

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

Lekz_2_TKM 1M GDB 12.09.14

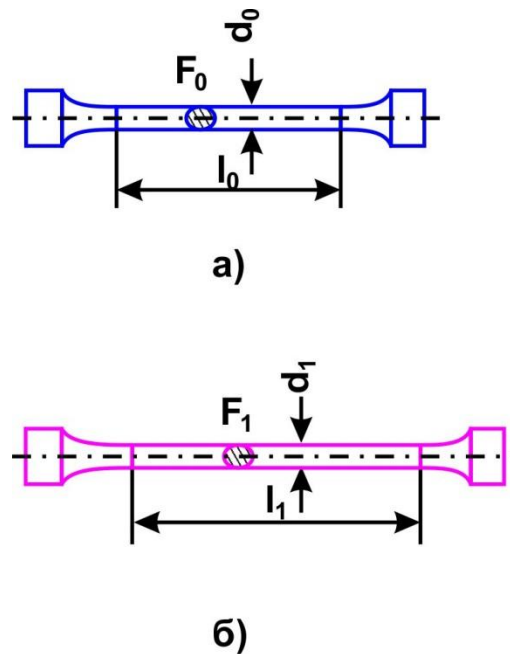
План

1. Властивості металів і сплавів
2. Міцність
3. Втомна міцність
4. Пластичність
5. Ударна в'язкість
6. Твердість

Властивості металів і сплавів. Конструкційна міцність, надійність.

Матеріалознавство - це наука, яка вивчає будову і властивості матеріалів і встановлює зв'язок між їх складом, будовою і властивостями. Мета цієї науки - розробка шляхів впливу на будову і властивості матеріалів.

За своєю природою властивості діляться на механічні, хімічні і фізичні. Механічні властивості характеризують поведінку матеріалу під дією різних механічних навантажень.



Стандартный образец
для испытаний

До загальних відносяться стандартні механічні властивості, що визначаються відповідно з ГОСТами. Зусилля \rightarrow напруга пружна деформація \rightarrow пластична деформація \rightarrow утворення і розвиток тріщин \rightarrow руйнування.

Види механічних властивостей:

1. Міцність;
2. Твердість;
3. Пластичність;
4. Ударна в'язкість.

Міцність

Міцність характеризує опір матеріалу деформації і руйнування.

За кривими «напруга - деформація» визначають такі показники міцності:

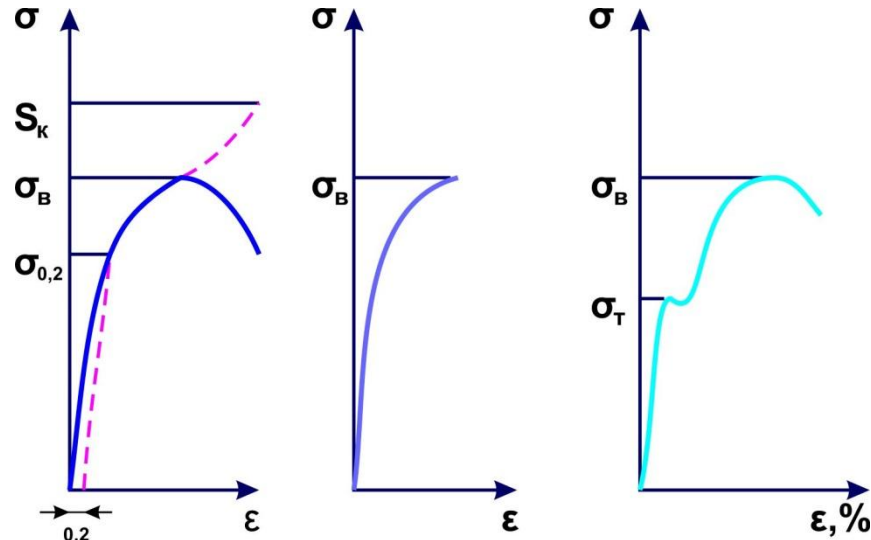
$\sigma_{\text{в}}$ - тимчасовий опір руйнуванню - максимальне напруження, яке витримує метал при розтягуванні.

[МПа]

де $R_{\text{в}}$ - зусилля; F_0 - площа поперечного перерізу до випробувань.

$$y_{\epsilon} = \frac{P_{\epsilon}}{F_0}$$

$\sigma_{0,05}$ - умовна межа пружності - напруга, яка викликає залишкову деформацію 0,05%.



а **б** **в**
Диаграммы растяжения для пластичных (а), хрупких (б) и малопрочных (в) материалов

$\sigma_{0,2}$ - умовна межа плинності - напруга, яка викликає залишкову деформацію 0,2%. Цей показник характеризує опір матеріалу деформації.

$$y_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0} \quad [\text{МПа}]$$

Якщо на кривій розтягування є майданчик плинності, то використовується показник σ_{T} - фізична межа плинності - напруга, при якому зразок деформується без підвищення зусилля [МПа]

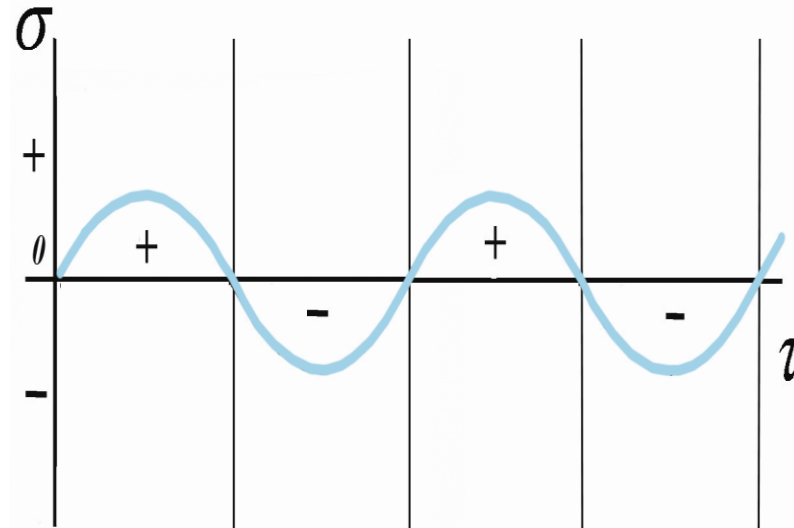
$$\sigma_{\text{T}} = \frac{P_{\text{T}}}{F_0}$$

Всі показники міцності вимірюються в МПа або ГПа

Втомна міцність (витривалість)

Втомна міцність характеризує опір матеріалу циклічних навантажень

Циклічні навантаження викликають в металі процес поступового накопичення ушкоджень, що призводить до утворення тріщин. Це явище називається втомою.



У цьому випадку передчасне руйнування деталей відбувається при напругах, значно нижче σ в. Здатність матеріалу чинити опір втоми називається витривалістю.

Схема циклічних змін напруг при симетричному циклі

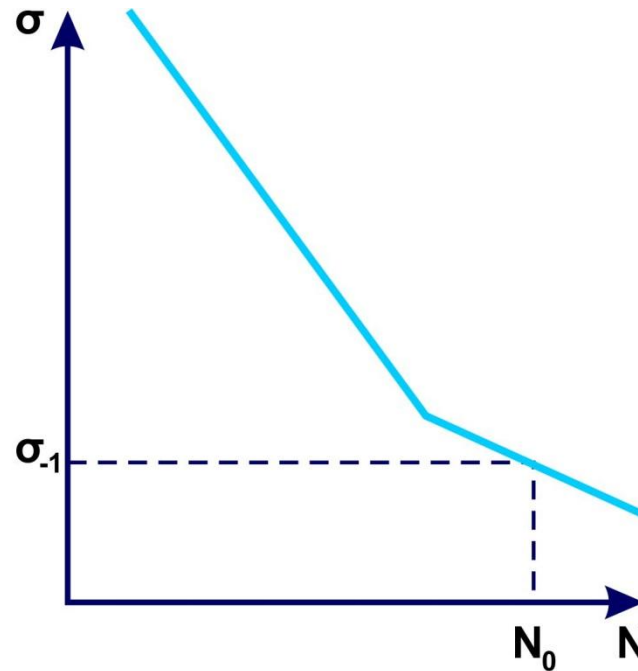
Циклічне напруження змінюється за синусоїдальним законом. При симетричному циклі, коли $\sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$ критерієм витривалості називається умовний межа витривалості, який позначається σ_{-1}

Втомна міцність

Критерій витривалості - це максимальне напруження, яке може витримати матеріал при циклічному навантаженні без руйнування за певне число циклів, яке називається базою (N_0).

Цикл - це одне розтягування і стиснення

Кількість циклів, яке витримує матеріал без руйнування називається - базою (N_0).



Для сталей база
 $N_0 = (5 \div 50) \cdot 10^6$
циклів, для
кольорових сплавів
 $N_0 \sim 10^8$ циклів.

Диаграмма усталости: σ – напружение, N – количество циклов нагрузки, N_0 – база испытаний, σ_{-1} – предел выносливости (симметричный цикл нагружения)

σ -умовна межа витривалості

Показники пластичності

Пластичність характеризує здатність металу пластично деформуватися без руйнування.

Показники пластичності визначаються при випробуванні зразків на розтяг (разом з показниками міцності).

Показники пластичності - це відносне подовження δ і відносне звуження Ψ , які знаходяться за такими формулами:

Відносне подовження:

$$\delta = (l_0 - l_1) \times 100\% / l_0$$

Відносне звуження:

$$\Psi = (F_0 - F_1) \times 100\% / F_0$$

де l_0 і F_0 - довжина і площа поперечного перерізу вихідного зразка,

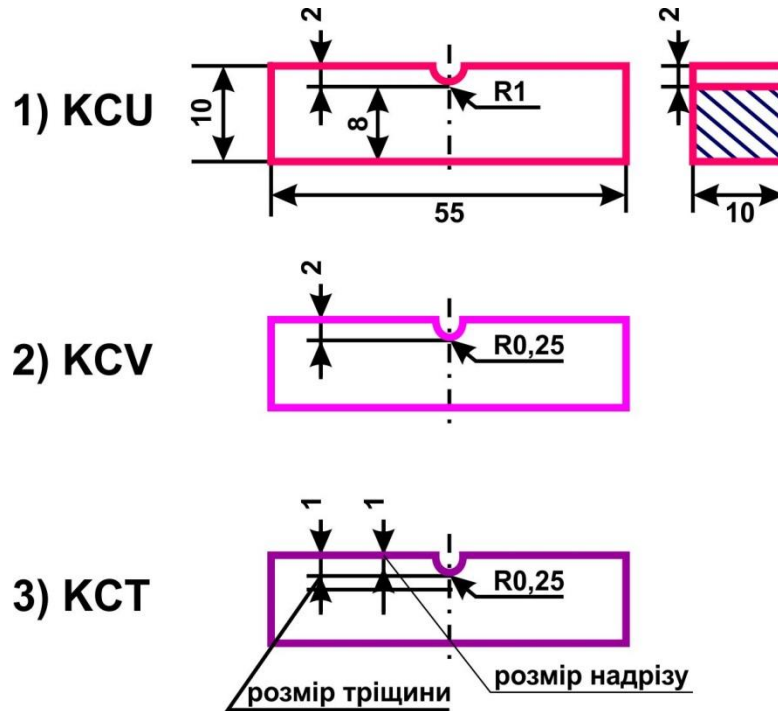
l і F - довжина і площа після руйнування зразка.

Ψ характеризує здатність матеріалу до локальної пластичної деформації

Ударна в'язкість

Ударна в'язкість характеризує здатність матеріалу чинити опір ударним навантаженням.

Ударна в'язкість КС - це питома робота руйнування при динамічному навантаженні. Вона визначає роботу, яку потрібно затратити для руйнування зразка перерізу 1 см² при ударі.



Характеристика позначається КС:

$$КС = A / F_0 \text{ [Дж / см}^2\text{]}$$

де А - робота руйнування,
F₀ - початкова площа перерізу зразка.

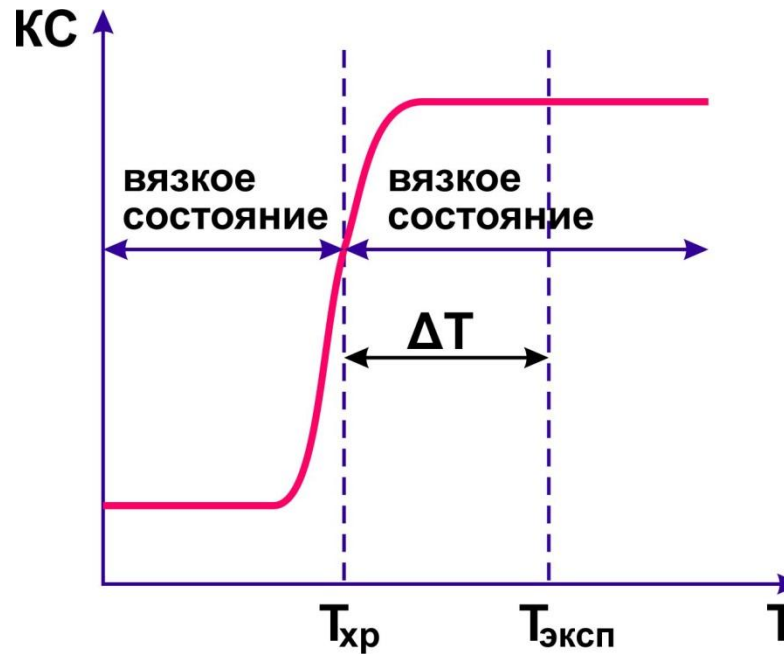
Стандартные образцы для определения ударной вязкости

Ударна в'язкість КС-динамічний показник міцності

Ударна в'язкість - це інтегральна характеристика, яка включає в себе роботу зародження тріщини КСЗ і роботу поширення тріщини КСР.

$$КС = КСЗ + КСР$$

Ударна в'язкість при певній температурі різко знижується. Ця температура називається «поріг хладноломкості». Вона визначає перехід матеріалу від в'язкого руйнування до крихкого (рис.)



Різниця між температурою експлуатації (Тексп.) і порогом хладноломкості (Тхр.) Називається температурним запасом в'язкості (Т).

Зависимость ударной вязкости от температуры испытания образцов

Температура експлуатації повинна бути завжди вище порога хладноломкості
Чим більше запас в'язкості, тим менше ймовірність крихкого руйнування

Твердість

Твердість - це здатність матеріалу чинити опір проникненню в його поверхню іншого більш твердого тіла (індентора). Найбільш відомі такі методи вимірювання твердості: метод Брінелля, метод Роквелла і метод Віккерса.

метод Брінелля

Цей метод полягає у вдавлюванні в поверхню матеріалу сталевий куля загартованої куля діаметром

$D = 2,5; 5; 10$ мм при зусиллі від 15,6 до 3000 кГс.

Застосовується цей метод для вимірювання твердості м'яких об'єктів.

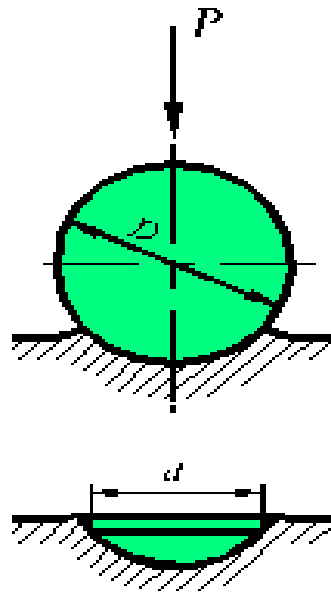


Схема випробування на твердість по Брінеллю

Величина твердості за Брінеллем визначається як відношення зусилля вдавнення P до площі поверхні лунки F .

$$HBW = \frac{P}{F}$$

НВ виражається в МПа або ГПа

Для пластичних матеріалів існує зв'язок .Для $\sigma_{в} = (0,33-0,36) HB$, для мідних сплавів $\sigma_{в} = 0,45HB$, для алюмінієвих сплавів $\sigma_{в} = 0,35HB$

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ДСТУ ISO 6506-1:
2007**

Визначення твердості по Брінеллю

Дата введення : 2009-01-01

Позначення твердості за Брінеллем

425 HBW 10 / 3000 / 20



Час витримки, с (якщо не дорівнює 10-15 с)

Прикладена зусилля, кгс

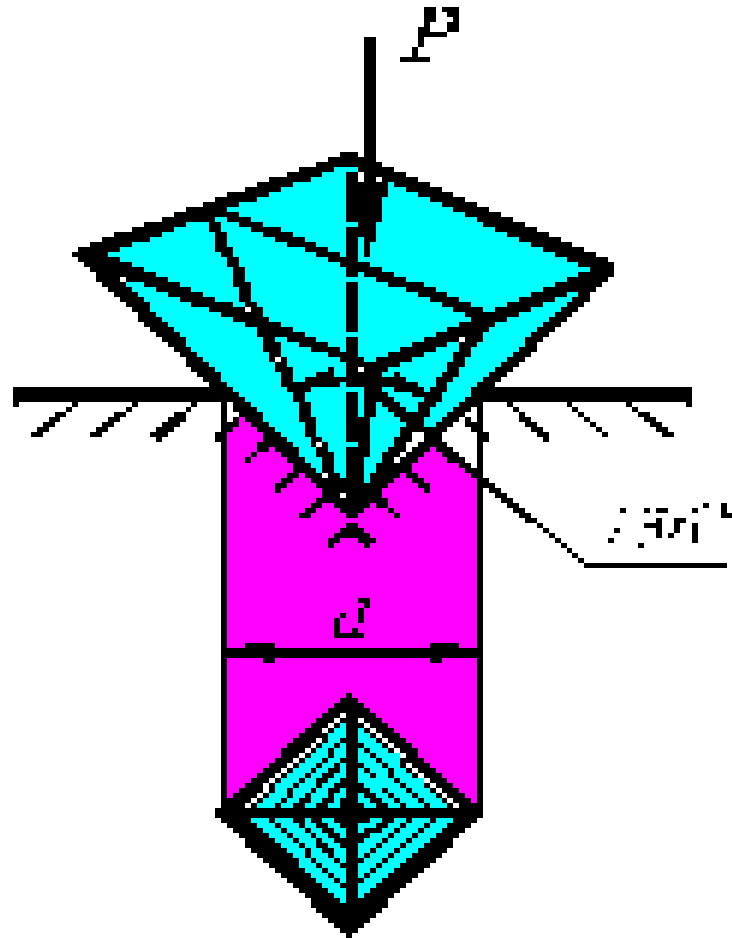
Діаметр твердосплавної кульки-індентора, мм

Символ твердості за Брінеллем

Число твердості за Брінеллем, кгс / мм²

Метод Віккерса

Цей метод заснований на вдавлюванні в поверхню металу чотиригранної алмазної піраміди при навантаженні 5 ... 100 кГс і вимірі діагоналей відбитка, що має форму ромба.



За середнім значенням діагоналей за допомогою перекладних таблиць визначають твердість HV.

Розмірність кГс / мм² або МПа.

Схема випробувань на твердість за Віккерсом

Цей метод застосовується для вимірювання твердості тонких поверхневих шарів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

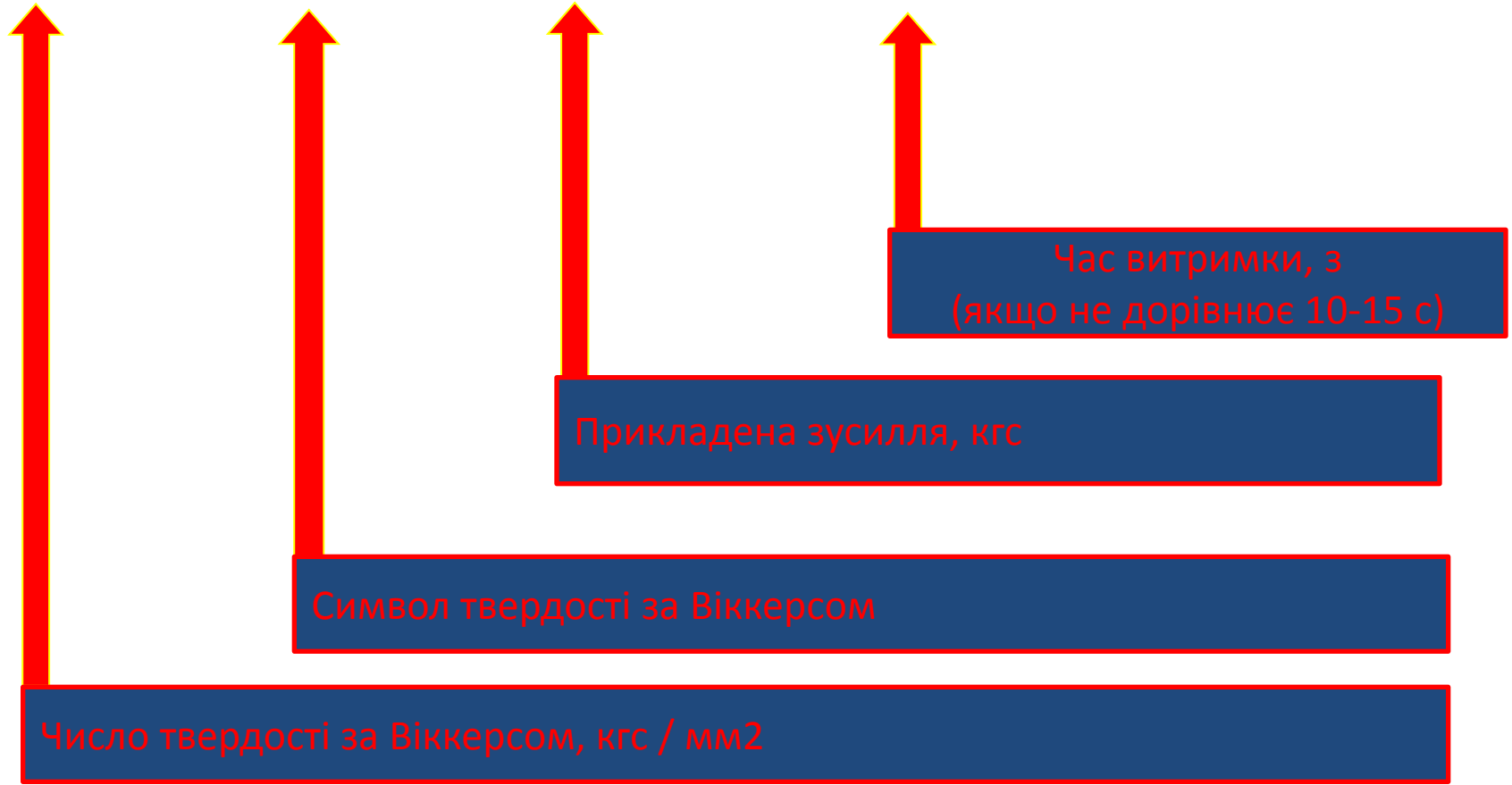
ДСТУ ISO 6507-1:2007

Визначення твердості за Вікерсом

Дата введення : 2009-01-01

Позначення твердості за Віккерсом

750 HV 30 / 20



Метод Роквела

Цей метод універсальний. Існує 54 шкали, найчастіше використовують три шкали А В С

Значення твердості визначають за допомогою індентора по глибині його впровадження

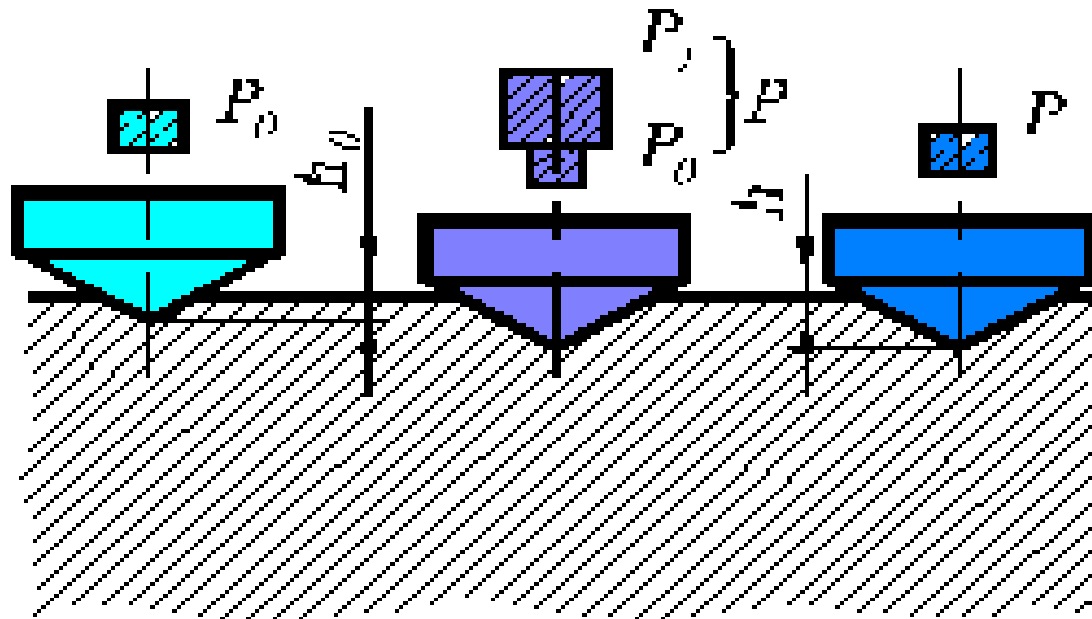


Схема випробування на твердість по Роквелу

| Шкала | Индентор | Усилия, кГс | Обозначения твердости | Использование |
|-------|---------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------|
| А | Алмазный конус | 60 | <u>HRA</u> | Для твердых тонких слоев |
| В | Стальной закаленный шарик | 100 | HRB | Для мягких материалов |
| С | Алмазный конус | 150 | HRC | Для твердых материалов |

При використанні цього методу в поверхню металу вдавлюють загартований сталевий шарик $d = 1,58$ г або алмазний конус з кутом при вершині 120° .

Твердість по Роквелу-безрозмірна величина

МІЖНАРОДНИЙ СТАНДАРТ ISO



ISO 6508-1:2005

**Rockwell
hardness test**

Дата введення : 2005

Позначення твердості по Роквеллу

55

HR

30T

W



Матеріал індентора:
W - кулька з твердого сплаву;
S - кулька зі сталі;
порожньо - алмазний конус

Шкала твердості за Роквеллом

1,588

Символ твердості по Роквеллу

Число твердості по Роквеллу

Обозначение твердости по Роквеллу

55

HR

30Y

W



Материал индентора:

W – шарик из твердого сплава;

S – шарик из стали;

пусто – алмазный конус

Шкала твердости по Роквеллу

12,7

Символ твердости по Роквеллу

Число твердости по Роквеллу

Обозначение твердости по Роквеллу

55

HR

C



Материал индентора:

W – шарик из твердого сплава;

S – шарик из стали;

пусто – алмазный конус

Шкала твердости по Роквеллу

Символ твердости по Роквеллу

Число твердости по Роквеллу

на самостійну роботу виносяться:

1. Експлуатаційні властивості.

2. Хладностійкість

3. Поверхнева і об'ємна твердість



Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lekz_2_TKM 1M GDB 12.09.14