Class: 2nd
Subject: Strength of Materials Lab.
Lecturer: M.Sc Murtadha Al-Masoudy
E-mail: Murtadha_Almasoody@mustaqbal-college.edu.iq

Hardness Test

Introduction المقدمة

It is defined as resistance of materials to permanent indentation.

الصلادة تعني مقاومة المادة للخدش والاختراق من قبل عدد اخرى صلدة.

Good hardness generally means material is resistant to scratching and wear.

الصلادة الجيدة للمادة تعني مقاومتها الجيدة للخدش والبلى.

Most tooling used in manufacturing must be hard for scratch and wear resistance.

معظم عدد القطع المستخدمة في الصناعة يجب ان تكون مقاومة للخدش ومقاومة للبلى

الهدف من تجربة اختبار الصلادة

Commonly used for assessing (measuring) material properties because they are quick and convenient.

اختبار الصلادة عادة يستخدم لحساب خصائص المواد لأنه اختبار سريع وسهل.

Variety of testing methods are appropriate due to differences in hardness among different materials

الاختلاف في طرق اختبار الصلادة هو بسبب اختلاف الصلادات والذي يرجع لاختلاف المواد.

Most well-known hardness tests are *Brinell* and *Rockwell* Other test methods are also available, such as Vickers, Knoop, and durometer.

من اكثر الطرق شيوعا لاختبار الصلادة هي برينل وروكويل, وطرق اخرى موجودة مثل فكرز و نووب ومقياس التحمل.

The application of **hardness testing** enables you to evaluate a material's properties, such as strength, ductility and wear resistance, and so helps you determine whether a material or material treatment is suitable for the **purpose** you require.

ان تطبيق اختبار الصلادة يساعد على تقييم (تخمين) خصائص المواد مثل المقاومة، المطيلية، ومقاومة البلى، ويساعد كذلك في تحديد فيما لو كانت المادة او المادة المعاملة حراريا مناسبة للغرض المطلوب ام لا.

$$TS(Mpa) = 3.45\ HB$$
$$TS(psi) = 500\ HB$$
$$H = 3.\sigma y$$
$$UTS = 0.35*HB$$

Types of hardness Test طرق قياس الصلادة

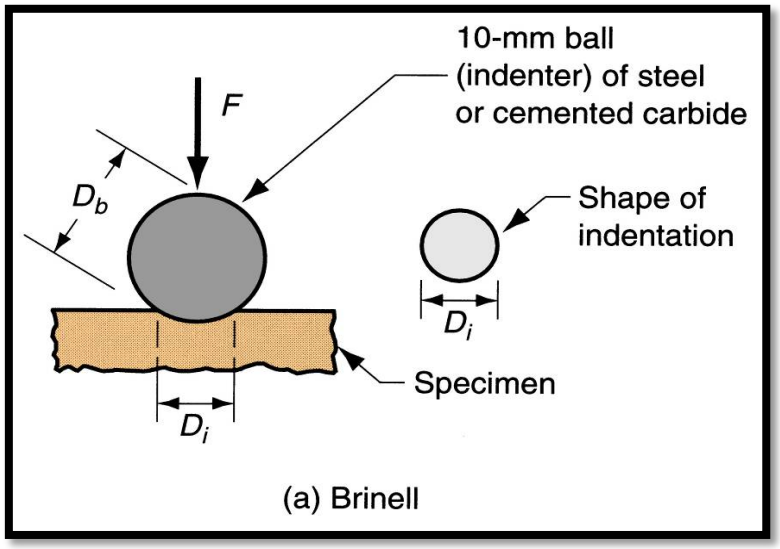
a. Brinell Hardness Test (اختبار برينل)

Widely used for testing metals and nonmetals of low to medium hardness.

تستخدم بصورة واسعة لاختبار المواد المعدنية والغير معدنية التي تكون صلادتها قليلة او متوسطة.

A hard ball is pressed into specimen surface with a load of 500, 1500, or 3000 kg.

كرة فولاذية صلدة تضغط على المعدن بأحمال متغيرة حسب نوع المادة.



Brinell Hardness Number (BHN) = Load divided into indentation surface area.

$$HB = \frac{2F}{\pi D_b (D_b - \sqrt{D_b^2 - D_i^2})}$$

where ***HB*** = Brinell Hardness Number (BHN),

F = indentation load, kg;

D_b = diameter of ball, mm, and

D_i = diameter of indentation, mm

b. Rockwell Hardness Test (اختبار روكويل)

Another widely used test.

اختبار روكويل هو نوع اخر من طرق الصلادة ويستخدم بكثرة.

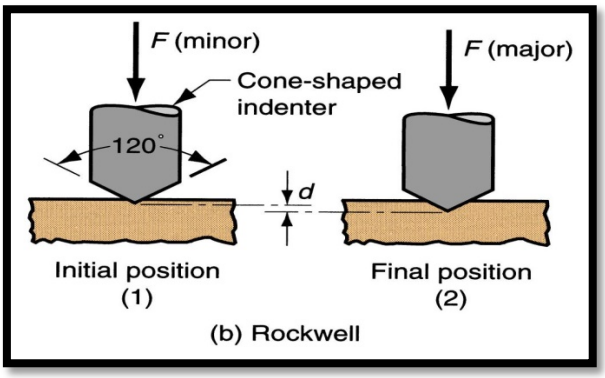
A cone shaped indenter is pressed into specimen using a minor load of 10 kg, thus seating indenter in material Then, a major load of 150 kg is applied, causing indenter to penetrate beyond its initial position.

الرأس يكون على شكل مخروط يضغط على العينة بحمل ابتدائي قدره 10 كغم ، وبعد ذلك يسلط الحمل الاساسي(الثانوي) وقدره 150 كغم فيسبب اختراق العينة فوق الاثر الابتدائي، ويتم قياس الصلادة عن طريق القانون:

$$HRX = R_X = M - \frac{(h_2 - h_1)}{0.002}$$

Additional penetration distance ***d*** is converted into a Rockwell hardness reading by the testing machine.

بعد ذلك، فان مسافة الاختراق الثانوي يحول الى صلادة برينل والتي تقرأ بواسطة جهاز الاختبار.



c. Vickers Hardness Test (اختبار فكرز)

This test, also developed in the early 1920s, uses a pyramid-shaped indenter made of diamond.

هذا النوع من الاختبار تطور مؤخرا ويستخدم في الاختبار هرم رباعي القاعدة مصنوع من الماس والزاوية بين كل وجهين متقابلين تساوي 136 درجة مئوية.

It is based on the principle that impressions made by this indenter are geometrically similar regardless of load.

$$HV = \frac{1.854F}{D^2}$$

where

F = applied load (kg)

D = diagonal of the impression made by the indenter (mm)

d. Knoop Hardness Test (اختبار نووب)

Developed by F. Knoop in 1939 uses a diamond indenter in the shape of an elongated pyramid, with applied loads ranging generally from 25 g to 5 kg.

هذه الطريقة تطورت من قبل العالم نووب سنة 1939، حيث يستخدم لاجل هذا الاختبار هرم ماسي يسلط على العينة المراد اختبارها بأحمال تتراوح من 25 غم الى 5 كغم.

Because of the light loads that are applied, it is a micro-hardness test. Therefore, it is suitable for very small or very thin specimens and for brittle materials such as carbides, ceramics, and glass.

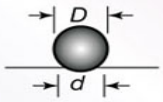
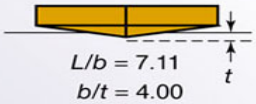
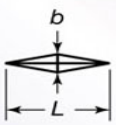
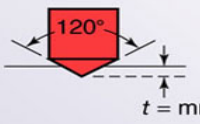
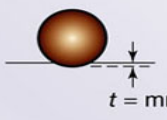
بسبب الاحمال الخفيفة المسلطة على العينة، فانه يعتبر اختبار صلادة ميكروي. لذلك فانه يكون مناسب للأجزاء الصغيرة والعينات ذات السمك القليل والمواد الهشة مثل الكاربيدات والسيراميك والزجاج.

$$HK = 14.2\frac{F}{D^2}$$

where

F = load (kg).

D = long diagonal of the indenter (mm).

Test	Indenter	Shape of indentation: Side view	Shape of indentation: Top view	Load, P	Hardness number
Brinell	10-mm steel or tungsten carbide ball			500 kg 1500 kg 3000 kg	$HB = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Vickers	Diamond pyramid			1–120 kg	$HV = \frac{1.854P}{L^2}$
Knoop	Diamond pyramid			25 g–5 kg	$HK = \frac{14.2P}{L^2}$
Rockwell A C D	Diamond cone			60 kg 150 kg 100 kg	HRA HRC HRD } = 100 - 500t
B F G	$\frac{1}{16}$- in. diameter steel ball			100 kg 60 kg 150 kg	HRB HRF HRG } = 130 - 500t
E	$\frac{1}{8}$- in. diameter steel ball			100 kg	HRE

المناقشة

1. What is the hardness? state the types of hardness tests?

2. In a Brinell hardness test, a 1500 kg load is pressed into a specimen using a 10 mm diameter hardened steel ball. The resulting indentation has a diameter of 3.2 mm. Determine the Brinell hardness number for the metal?

3. Soft sample tested by Vickers and Knoop hardness test with loads (2.5, 5) kg, and the diameter of square based pyramid diamond is (0.362) mm, find the Vichers number of the sample?

4. What is the difference between hardness and rigidity?

5. What is the difference between indenter and indentation?