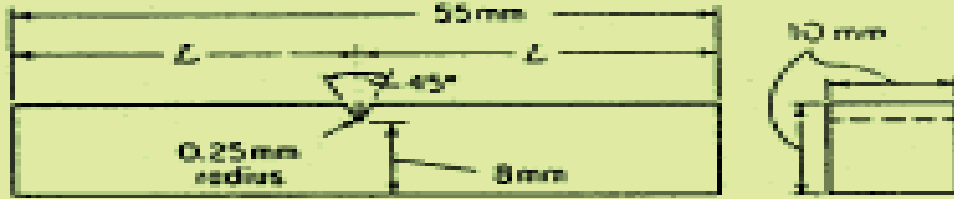


## الفصل الثاني

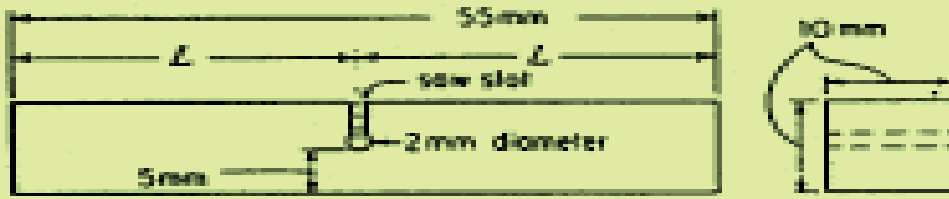
(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

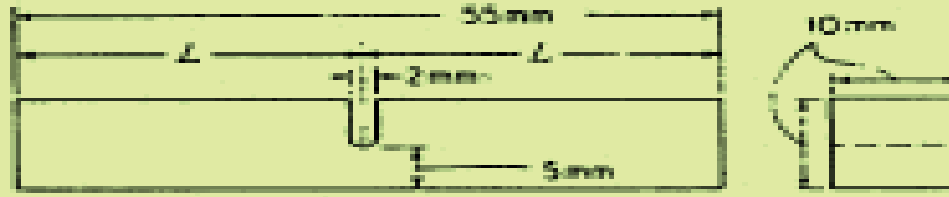
تختلف اشكال العينات القياسية لكل من اختبار أيزود وشاربي من حيث شكل الحز (Recess) ففي اختبار أيزود للصدم يكون شكل الحز ثابت لكل العينات وهو مجرى بزاوية  $45^\circ$  وعمق (2mm) أما في اختبار شاربي فيكون الحز بإشكال مختلفة وفي وسط العينة . لاحظ الشكل ادناه



(a) Specimen with V notch

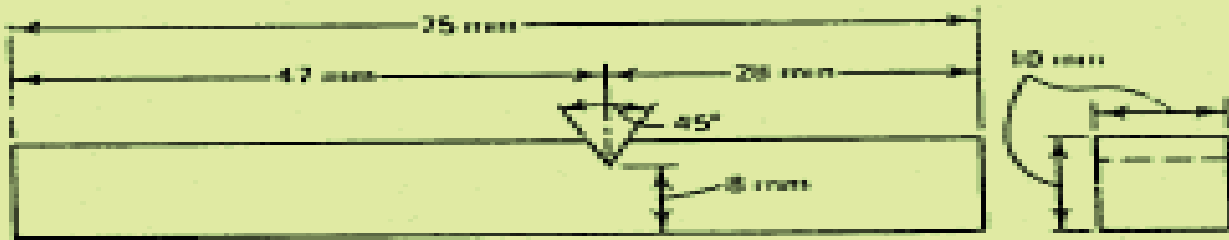


(b) Specimen with keyhole notch



(c) Specimen with U notch

(A)



(B)

(A) اشكال عينات اختبار شاربي B شكل عينة اختبار أيزود

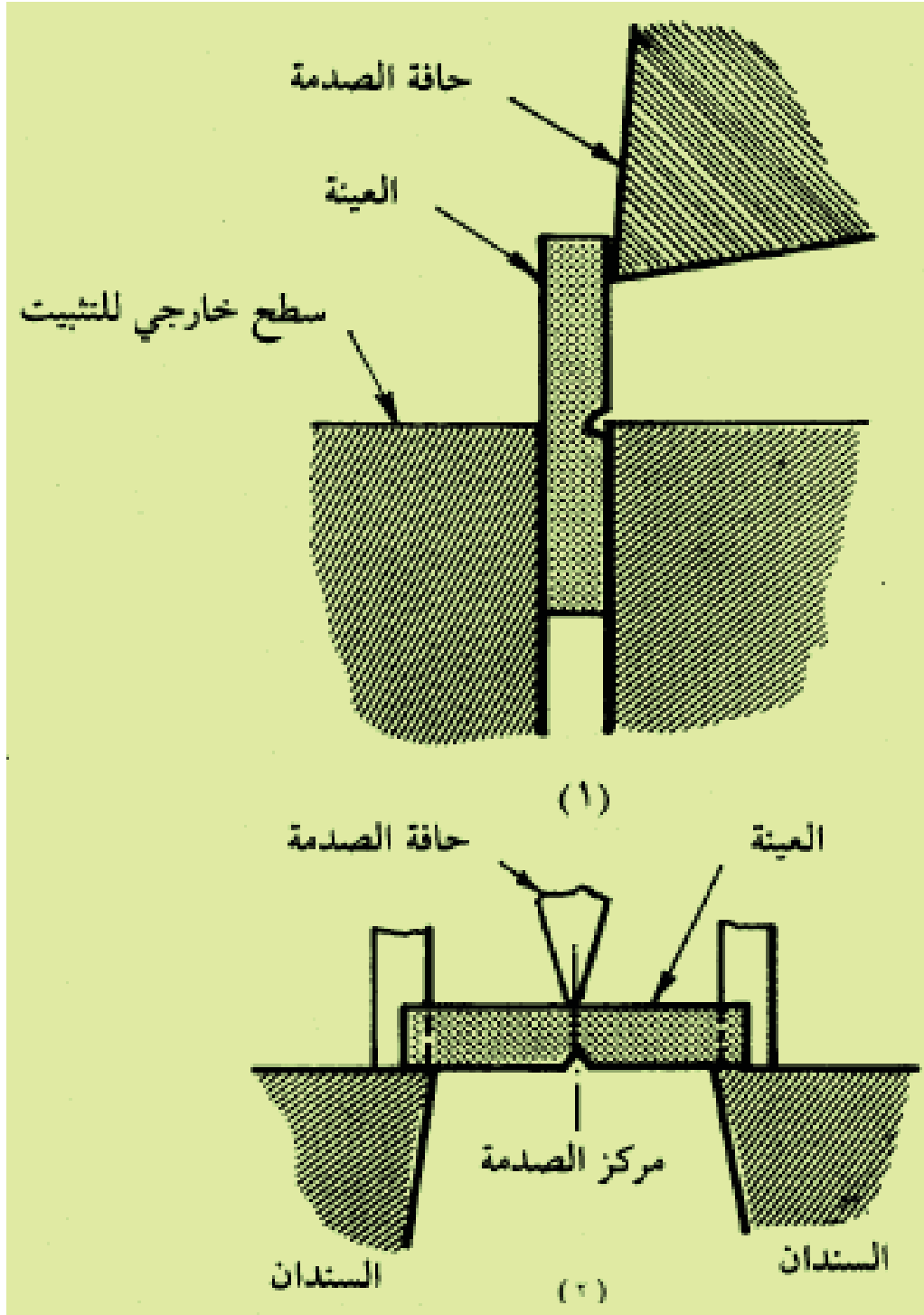
### 2. كيفية تثبيت عينات الاختبار بطريقة شاربي و أيزود

في اختبار شاربي تثبت العينة أفقياً بحيث تكون الصدمة تؤثر في منتصفها على الوجه المقابل للحز اما في حالة اختبار أيزود فتثبت العينة رأسياً في ماكينة الاختبار بحيث يكون قاع الحز في مستوي السطح العلوي لفكوك التثبيت وتكون الصدمة على نفس السطح العلوي المحتوي للحز . لاحظ شكل تثبيت العينات في كلا الاختبارين.

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي



(طرق تثبيت العينات في اختبار الصدم 1. طريقة أيزود 2. طريقة شاربي )

### 3. كيفية اجراء الاختبار

1. توضع العينة بين فكي الجهاز الموضح في الشكل ادناه .
2. يرفع الحمل الى ارتفاع معين (H) ويترك ليسقط على العينة ليرتفع بعد ذلك الى ارتفاع اخر (h) .
3. يكون الفرق في طاقة الوضع بين الارتفاعين معيارا لمقاومة المعدن للصدمات .
4. بعد تحديد وزن كتلة البندول ( W ) فإن مقاومة المعدن للصدمات ( $\alpha_k$ ) تحسب وفق العلاقة :

## الفصل الثاني

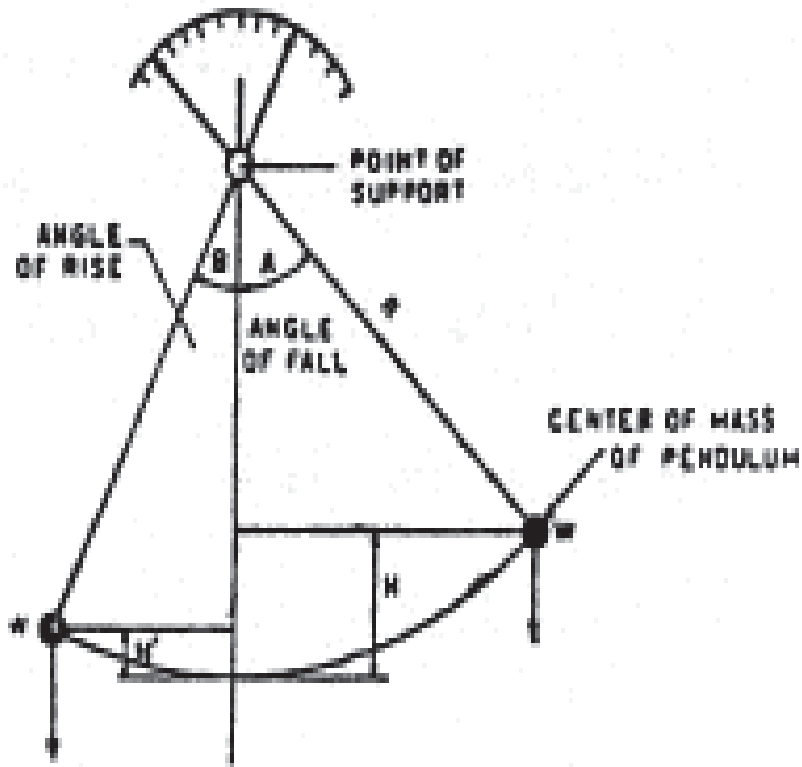
(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

$$\alpha_k = \frac{W (H - h)}{A} \text{ (Kg/Cm}^2\text{)}$$

حيث: A المساحة عند الحز بالسنتيمتر المربع .

### Calculation of Energy Relations



(مخطط توضيحي لمآكنة الصدم)

#### 4. نتائج الاختبار

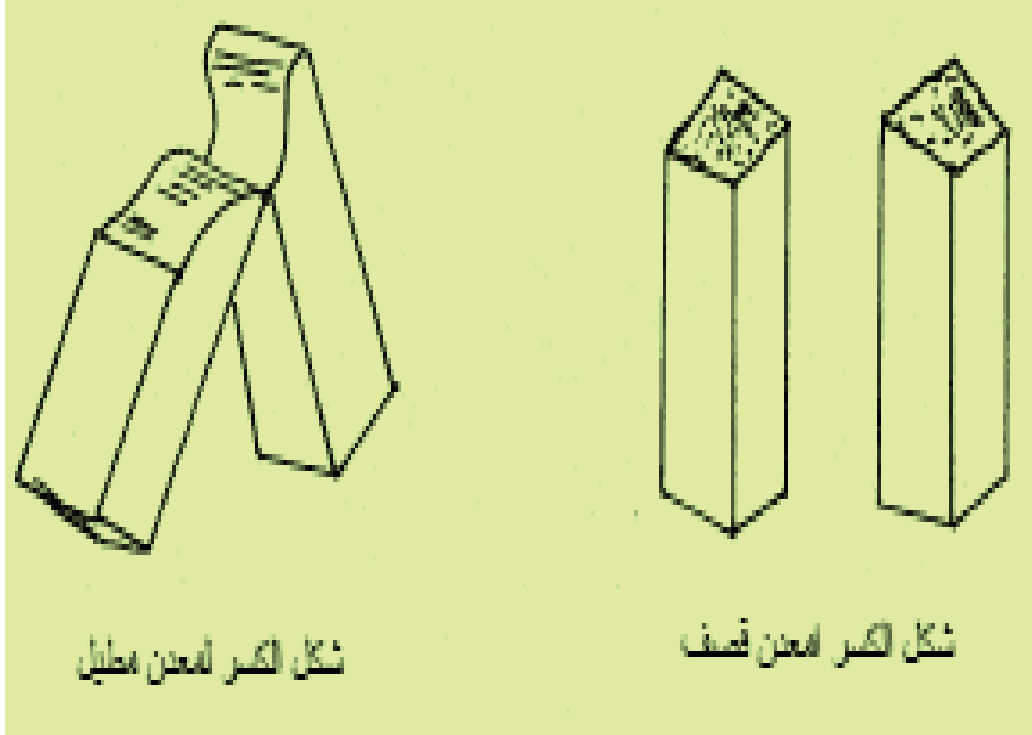
1. عند الحصول على مقاومة المعدن للصدمات يتم مقارنتها بنتائج قياسية فهي تختلف باختلاف نوع المعدن فإذا كانت قيمة هذه المقاومة منخفضة جدا ( 0.1 – 0.2 كجم اسم<sup>2</sup> ) فذلك يعني ان المادة هشة كالحديد الزهر اما اذا كانت تتراوح قيمتها بين 2 و 12 كجم اسم<sup>2</sup> فذلك يعني ان الحديد المفحوص من الحديد الصلب.

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

2. من الملاحظ ان شكل الكسر للعينة في كل من اختباري شاربي و أيزود يعكس خاصية مطيلية المعدن أو قساوته فالمعدن المطيلي تنثنى عينته مع الكسر أما المعدن القصيف فتكسر عينته عند الحز. لاحظ الشكل ادناه



(اشكال الكسر في اختبار الصدم للمعادن المطيلية والقصفة)

ملاحظة :

يمكن حساب الشغل المبذول لكسر العينة من جداول تعطى فيها قيمة هذا الشغل حسب زاوية ارتفاع البندول بعد الصدمة وتحدد زاوية ارتفاع البندول بواسطة مؤشر ينزلق على تدريج الجهاز .

أسئلة للمراجعة

س1/ ما المقصود باختبار مقاومة الصدمات ؟

س2/ عرف المتانة و اشرح طريقة لقياسها ؟

س3/ ما المقصود بالتقصيف ؟ كيف تقاس خاصية التقصف ؟

### 3. اختبار الصلادة Hardness Test

س/ ما المقصود بالصلادة (Hardness)؟

ج/

الصلادة تعبير عن مقاومة المعدن للخدش والاختراق بواسطة المواد الاخرى وهي خاصية هامة جدا وخصوصا في الاجزاء المعرضة للاحتكاك الانزلاقي كأعمدة الدوران التي تدور داخل كراسي (ركائز ) انزلاقية واسطح فرش وعربات الات الورش التي تنزلق أثناء حركتها .

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

س/علل: لقي اختبار الصلادة انتشارا واسعا في المجال الصناعي ؟

ج/

وذلك لأنه يتم بسهولة وسرعة دون أن ينتج عنه تحطيم للمعدن المراد اختباره .

### طرائق اختبار الصلادة

#### 1. اختبار صلادة برينل Brinell Hardness Number

تستعمل هذه الطريقة لقياس صلادة الاجزاء غير المقاسة ( غير المصلدة ) كالقطع المدرفلة والمطروقات والمسبوكات والمكبوسات المعدنية وغير المعدنية المنخفضة او المتوسطة الصلادة .

س/كيف يتم اجراء اختبار صلادة برينل ؟

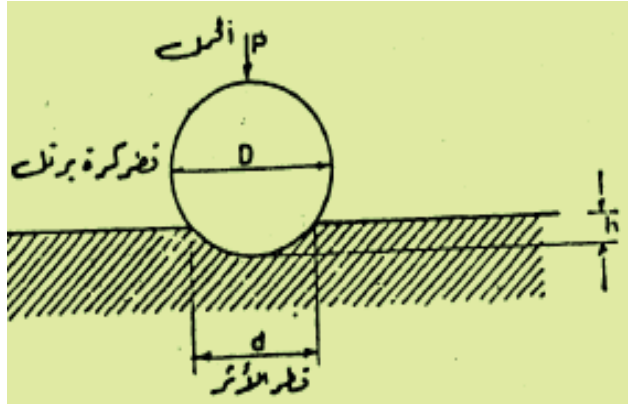
ج/

بعد تنظيف سطح المعدن المراد اختباره على حجر تجليخ او بالصنفرة ، يضغط على سطح المعدن بكرة من الصلب المقسى ذات قطر (D) ملم وبحمل قدره ( P ) كغم ثم يقاس الاثر ( d ) ملم الناتج من هذا الضغط على سطح قطعة الاختبار وذلك بعد ازالة الحمل المؤثر ويعبر عن صلادة المعدن المختبر برقم برينل للصلادة ( B.H.N ) والذي يحسب كمايلي :

$$B.H.N = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

حيث ان :

P – مقدار الحمل المسلط ، kg ، D – قطر الكرة المستخدمة ، mm ، d – قطر أثر الكرة ، mm  
لاحظ الشكل ادناه والذي يبين ابعاد كرة برينل وقطر الاثر الذي تحدثه اثناء الفحص .



(ابعاد كرة برينل وقطر الاثر اثناء الفحص)

#### 2. اختبار صلادة المعادن بطريقة روكويل Rockwell

يجرى اختبار روكويل باستخدام ماكينة خاصة تؤثر بحمل 60 أو 100 أو 150 كغم وهو حمل صغير بالنسبة للحمل المستعمل في برينل لاحظ الشكل والذي يبين جهاز اختبار روكويل .

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

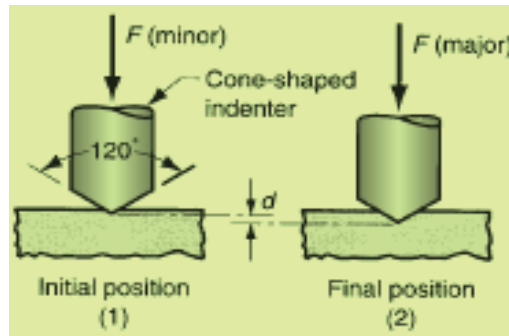
عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي



جهاز اختبار روكويل

س/كيف يتم اجراء اختبار فحص الصلادة بطريقة روكويل ؟  
ج/

لا اختبار صلادة المعادن بطريقة روكويل ،تضغط على سطح الجزء المراد اختباره كرية من الصلب قطرها 1.59 ملم أو مخروط من الماس زاوية قمته  $120^\circ$  وتختبر المواد اللينة بالكرية المصنوعة من الصلب اما المواد الصلدة فتختبر بالمخروط الماسي .  
يجرى الاختبار بتحميل قطعة الاختبار بحمل ابتدائي قيمته 10 كغم ( Minor load ) وبعد ذلك يعاد مؤشر القرص المدرج للجهاز أمام التدرج ،ثم يزداد الحمل بإضافة الحمل الكبير ( Major load ) حتى يكون الحمل الكلي النهائي 60 أو 100 أو 150 كغم حسب نوع اختبار روكويل المستخدم ( الحمل النهائي = الحمل الابتدائي +الحمل الكبير المضاف ) .



(اختبار روكويل)

ملاحظة :

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

1. أثناء التحميل بالحمل الكبير المضاف يسير الجسم المحدث للأثر داخل سطح قطعة الاختبار و في نفس الوقت يتحرك مؤشر القرص المدرج للجهاز لأنه متصل بالجسم المحدث للأثر بحيث انه كلما زاد عمق الاثر كلما زادت حركة دوران المؤشر على قرص الجهاز .
  2. يزال الحمل الكبير المضاف فيقل عمق الاثر قليلا و يرتد بالتعبية قليلا المؤشر على القرص ويثبت عند تدريج معين يكون رقمه هو رقم روكل للصلادة (مع ملاحظة ان الحمل الابتدائي 10كغم لازال مؤثرا على قطعة الاختبار اي ان رقم الصلادة يتعلق بالأثر الناتج من الحمل الكبير فقط)
  3. بنى روكويل طريقته على اساس أن رقم المبين على تدريج الجهاز يتناسب تناسباً عكسياً مع عمق الاثر الناتج من الحمل الكبير اي انه كلما زاد عمق الاثر كلما صغر رقم روكويل للصلادة اي كلما قلت صلادة المعدن المختبر .
  4. من مميزات طريقة روكويل الدقة الكبيرة و الانتاجية العالية و صغر الاثر (الختم) الذي يتركه الاختبار على المصنوعة وبساطة الاختبار .
  5. هناك مقاييس مختلفة لتحديد الصلادة بطريقة روكويل منها :
    - أ. مقياس صلادة روكويل B او (HRB) وتستخدم فيه كرية الصلب وحمل كلي 100كغم وتحدد بها صلادة الصلب الكربوني الطري والمتوسط والالواح والقضبان المعدنية الطرية .
    - ب. مقياس صلادة روكويل C او (HRC) و يستخدم فيه المخروط الماسي و حمل 150كغم و تحدد بها صلادة الصلب المصلد و السبائك الحديدية و السبائك المعدنية ذات صلادة اكثر من روكويل 100.
    - ج. مقياس صلادة روكويل A او (HRA) و يستخدم فيه مخروط ماسي و بحمل 60كغم و تحدد صلادة شرائح الصلب المصلد الرقيقة و المعادن و السبائك شديدة الصلادة و في اختبار الصلادة اذا اريد ان يكون الاثر الحادث صغيراً.
- لاحظ الجدول ادناه الذي يبين مقاييس روكويل

TABLE 3.5 Common Rockwell hardness scales.

Rockwell Scale	Hardness Symbol	Indenter	Load (kg)	Typical Materials Tested
A	HRA	Cone	60	Carbides, ceramics
B	HRB	1.6 mm ball	100	Nonferrous metals
C	HRC	Cone	150	Ferrous metals, tool steels

3. اختبار صلادة المعادن بطريقة فيكرز Vickers

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

تسمح هذه الطريقة بقياس صلادة الطبقات السطحية الرقيقة الناتجة عند الكربنة أو النتردة أو المعاملة (الكربونتروجينية). كما يمكن بواسطتها قياس صلادة المواد الشديدة الصلادة والمصنوعات ذات المقطع الصغير، وتعين الصلادة بضغط هرم رباعي ماسي زاوية قمته  $136^\circ$  في المادة المختبرة ويجري الضغط تحت تأثير حمل قدره - 5، 10، 20، 30، 50، 100 أو 120 كغم ثم تقدر مساحة الاثر الناتج بقياس قطره بواسطة ميكروسكوب مثبت على الجهاز أو ان هذا الاثر يظهر مكبرا على شاشة الجهاز حيث يمكن قياس قطر الاثر بدقة أو ان الجهاز يعطي مباشرة عن طريق مقياس خاص قيمة رقم فيكرز للصلادة.

**ملاحظة :**

1. يحسب رقم فيكرز للصلادة من المعادلة :

$$\text{Vickers hardness number} = \frac{2.p.\sin(\phi/2)}{D^2} = 1.854 \frac{P}{D^2}$$

2. ان رقم فيكرز ثابت للمعدن الواحد مهما اختلفت الاحمال المؤثرة .

3. يمكن باختبار فيكرز الحصول على قيمه دقيقة لرقم الصلادة وتعبير تام عن صلادة المعدن المختبر وذلك مع استخدام جهاز صغير الحجم واحمال مؤثرة صغيرة كما يمكن لهذا الاختبار باستخدام الهرم الماسي الدقيق الحجم تحديد صلادة المعادن شديدة الصلادة وقليلة الصلادة والمعادن الرقيقة السمك التي لا يصلح لها اختبار برينل وذلك حتى سمك 0.1 ملم .

4. يستعمل هذا الاختبار في الاعمال التي تتطلب نتائج دقيقة للمعادن مهما اختلف النوع او تنوعت الابعاد او اختلفت الصلادة، ويعتبر اختبارا هاما في اعمال المقارنة والابحاث .

**ملاحظة :**

توجد أساليب مهمة لا اختبار الصلادة بأجهزة بسيطة منها جهاز قياس الصلادة بالكرة المرتدة (الصلادة المرنة)، حيث تقاس الصلادة في هذه الطريقة بأسقاط قرص صغير، يحتوي في مركزه على كرة فولاذية مصلده أو نقطة صغيرة من الماس على سطح القطعة المعدنية المراد قياس صلابتها واحتساب ارتفاع الارتداد عن سطح المعدن بعد الارتطام به حيث يتناسب هذا الارتفاع طرديا مع صلادة المعدن. ونظرا لصغر حجم الجهاز، يكثر استعماله لقياس صلادة القطع المعدنية في مواقع العمل أو الانتاج كما انه يستعمل ايضا لقياس صلادة المنتجات المنجزة لا اندام أو صغر الاثر الذي يتركه على هذه القطع بعد عملية القياس .

**اسئلة للمراجعة**

1. كيف يجري اختبار برينل

2. كيف يمكن حساب متانة الشد بصورة تقريبية من الصلادة البرينيلية

3. بم يضغط على العينة الاختبارية في اختبار فيكرز

4. ما الحمل المستخدم في اختبار روكويل

5. عرف الصلادة و اشرح طريقة لقياس صلادة قطعة منجزة دون تخديش سطحها

### 3. خواص الميكانيكية اخرى

توجد مجموعة اخرى من الخواص الميكانيكية الهامة منها:



# الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

## 1. الزحف ( Creep )

هي الظاهرة التي يستطيل عندها المعدن تحت تأثير قوة ثابتة . تؤخذ تأثيرات الزحف بجدية شديدة خاصتنا عند تصميم توربينات الغاز والبخار التي تعمل عند درجات الحرارة العالية حيث يسهل الزحف

## 2. الكلال ( Fatigue )

تسمى ظاهرة انكسار المعدن تحت تأثير الاجهادات المتكررة او المتغيرة الاتجاه (بالكسر الكلالي ) للمعادن . ويمكن ان يحدث الكسر الكلالي عند اجهادات تقل كثيرا عن المقاومة القصوى وقد تقل حتى عن مقدار حد الانسياب وتسمى قدرة المعدن على مقاومة الانكسار في هذه الظروف (بمقاومة الكلال ) والسبب في كلال المعادن هو الانزلاقات التي تحدث في الحبيبات البلورية الموجودة في اسوأ وضع بالنسبة للقوى المؤثرة وتساعد هذه الانزلاقات على تكوين شقوق بالغة الدقة ، تزداد تدريجيا تحت تأثير التحميل المتكرر او المتغير الاتجاه . تحدث ظاهرة الكلال كما بينت التجارب عند تخطي اجهاد الكلال لحد الكلال للمادة وحد الكلال ( Fatigue Limit ) هو اكبر اجهاد تتحمله المادة خلال عدد معين من دورات التحميل دون ان تنكسر وهناك عدد كبير من الماكنات الخاصة لاختبار مقاومة الكلال عند الانتشاء والشد واللي .. الخ .

اسئلة السنين السابقة