الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الموصل
قسم تقنيات الصناعات الكيمياوية والنفطية
المرحلة الثانية
الجزء العملي

خواص المواد

بأشراف / م.م صبا سعيد محمد

اختبار الخواص الميكانيكية والمعالجات الحرارية

الغرض من اختبار الخواص الميكانيكية

لمعرفة مدى متانة و مرونة ولدونة وقدرة المواد على مقاومة تغير شكلها عند تعرضها تحت تأثير قوى خارجية .

تتوقف خواص المواد على

1-نوعية المادة 2- وبنيتها الداخلية 3- تشكيلها 4- وطريقة التشغيل

- يتم تحديد الخواص الميكانيكية للمعادن بأجراء اختبارات عليها وتقسم هذه الاختبارات كما يالي

1- **الاستاتيكية** : هذا الاختبار يتم عن طريق تعرض العينات الى تحميل تدريجي بطئ - يبدأ من الصفر مثل تجارب الشد والانضغاط والصلادة

2- **الديناميكية** : وهذا الاختبار يتم وضع النماذج والعينات تحت تأثير القوى الخارجية بصورة سريعة ومفاجئة مثل تجارب الصدمات بطريقة (ايزود و شاربي) .

3- **المتكررة** : وهذه الاختبارات تتعرض العينات الى تحميل يتغير مقداره واتجاهه على مدى الاختبار مثل اختبار الكلال .

- **المعالجات الحرارية** : تعرف انها مجموعة من عمليات تسخين السبائك المعدنية في الحالة الصلبة وابقائها عند درجة حرارة ثابتة تبريدها لغرض إعطائها الخواص الميكانيكية المطلوبة .

الاختبارات التي يتم تناولها هي

1- **اختبارات الشد** تعد اختبارات الشد من اهم الاختبارات الميكانيكية في الصناعة والتجارب العلمية والتعلمية بحيث يمكننا التعرف على خواص الشد للاجسام بصورة دقيقة بعد الحصول على قراءات معينة في جهاز الاختبار . أهمها التشوه اللدن والتشوه المرن الذي يتولد عن الاجسام بعد تعرضها للقوى الخارجية . وبواسطة هذا الاختبار يتم التعرف على متانة المعادن وتحديد القوى المسموحة التي يمكن تسليطها على الاجسام .

يعد اختبار الشد اكثر انتشارا في الصناعة

وذلك لسهولة تطبيقها وعن طريها يمكن التحكم على سلوك المادة وكشف مفاهيم أساسية

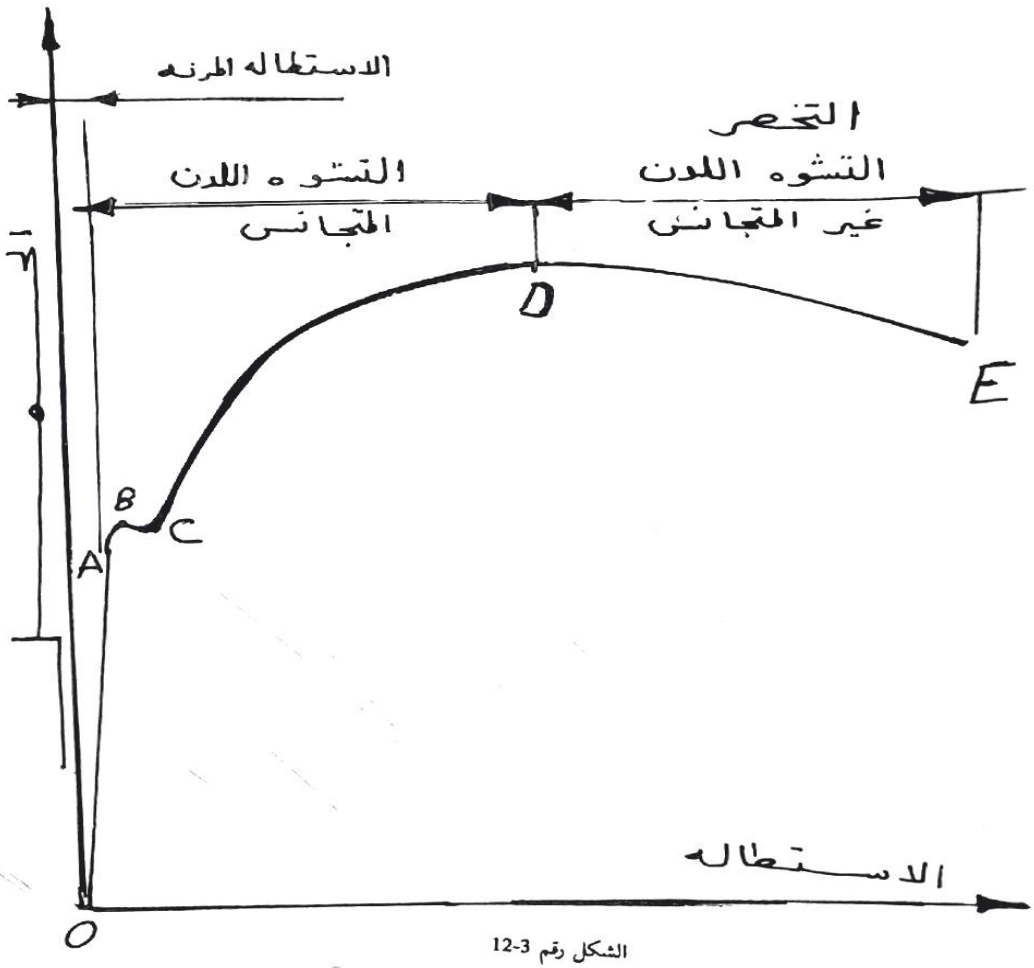
الغرض من اختبار الشد .

الحصول على منحني الاجهاد – الانفعال

تعين نقطة الخضوع Yield Point

تحديد الاستطالة المئوية والنسبة المئوية للنقصان في المساحة

تحديد معامل المرونة والتعرف على مقدار التشوه المرن ومقدار التشوه اللدن



الشكل رقم 3-12

- OA:يوضح بأن الاستطالة تتناسب طردي وخطي مع الحمل والنقطة A تدعى بحد التناسب.
- التشوه المرن : وهي المرحلة الثانية حيث ينحرف الخط البياني عن الاستقامة مع ملاحظة عند إزالة الحمل يؤدي رجوع نموذج الاختبار الى ابعاده السابقة . (AB)
- التشوه اللدن وهي المرحلة الثالثة حيث تبدأ تجاوز المادة نقطة حد المرونة فالاستطالة تصبح دائمية أي ان المادة لا ترجع الى ابعدها الاصلية . حيث تظهر نقطة الخضوع وهي نقطة B حيث تحدث عندها استطالة دائمية و بدون حصول أي زيادة في الحمل .
- في حالة الزيادة في الحمل والوصول الى القيمة القصوى عند نقطة D يحصل هنا نقصان في مساحة المقطع للنموذج (تبدأ عندها تكوين الرقبة او ما يسمى التخصر)

المرحلة الأخيرة : تبدأ عملية الانهيار او الكسر (الفشل) ويحدث عند تسليط حمل اقل ويستمر النموذج بالاستطالة بعد التخصر .

2- اختبارات الصلادة

تعتبر تجارب الصلادة من الاختبارات الستاتيكية وتجري لغرض معرفة قدرة المعدن على مقاومة انضغاط الاجسام الأخرى الأكثر صلادة وتعتمد بصورة رئيسية على أداة التغلغل المصنوعة من مادة شديدة الصلادة

أنواع الاختبارات الصلدة هي

ا- اختبار صلادة بريثل

ب- اختبار صلادة فيكرز

جـ- اختبار صلادة روكويل

يتم احتيساب مقدار الصلادة بعد قياس قطر الأثر المترول على المعدن وبالاستعانة ببعض القوانين .

ا- اختيار صلادة بريثل

- ❖ تستخدم هذه الطريقة لتحديد صلادة الاجزاء غير المقساة كالمطرقات والكابوسات
- ❖ تعتمد هذه الطريقة على اختيار كريات مصنوعة من الصلب المقسى ذات اقطار مختلفة واستخدمها كأداة تغلغل على سطح القطعة المراد قياس صلادتها
- ❖ يتم تحديد الحمل المناسب حسب نوع المعدن وقطر الكرة حسب الجدول الاتي:.

قطر الكرة (mm)	الصلب وحديد الزهر	النحاس و سبائكه	الالمنيوم	الرصاص
1	300	100	50	10
2	1200	400	200	40

يتم حساب صلاة برنيل من القانون التالي

حيث $$HBN = \frac{2F}{\pi D(D-\sqrt{D^2-d^2}}$$

F:- القوة المقاسة بالنيوتن

D:- قطر الكرة بالميمتر

d:- معدل قطر الاثربالميمتر

HBN:- رقم صلادة برينل

مثال / في تجربة اجريت على عينة من الالمنيوم وجد ان قطر الاثر الذي تركته اداة التغلغل هو (1.28 mm) احسب قيمة الصلادة.

مثال / احسب عمق الاثر المتكون لعينة من الصلب عند استخدام (HBN=127.59 kg/mm^2)
وكان قطر اداة التغلغل المستخدمة (2.5 mm)

ب- <u>اختبار صلادة ڤيكرز</u>

- ❖ تستخدم هذه الطريقة لقياس صلادة الطبقات السطحية الرقيقة
- ❖ تعتمد هذه الطريقة على استخدام اداة تغلغل مصنوعة من الماس ذو قاعدة رباعية وزاوية رأسية مقدارها (° 136)بين الوجهين المتقابلين
- ❖ يتم اختيار الحمل المناسب بالاعتماد على نوع المعدن وسمكه والحمل من (5-120) كغم يسلط لمدة (15) ثانية
- ❖ يتم احتساب صلادة ڤيكرز بالعلاقة $HVN=1.854P/d^2$

P :- الحمل

d :- قطر الاثر $d = d_1+d_2/2$

مثال / عينة من الالمنيوم عند استخدام (30 kg) وجد ان قطر الاثر الناتج 0.54 ، 0.5 اوجد مقدار صلادة ڤيكرز (HVN)

جـ- اختبار صلادة روكويل

تتميز هذه الطريقة بالدقة الكبيرة والانتاجية العالية وصغر الاثر الذي الذي يتركه الاختبار في العينة بالاضافة الى انها أبسط من طريقة برينل و ڤيكرز واسهل استخداماً كونها تحصل على رقم الصلادة مباشرة من الجهاز

❖ يتم استخدام نوعين من اداة التغلغل وتستخدم حسب نوع المعدن كما في الجدول ادناه

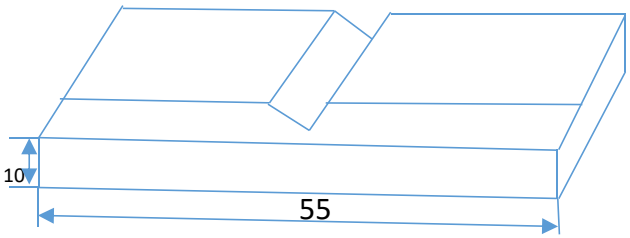
	اداة التغلغل	الحمل الابتدائي	الحمل الثانوي	الحمل الكلي
1	كرة من الصلب قطرها (1.6 mm)	100	900	1000
2	مخروط من الماس ذو زاوية رأسية 120	100	1400	1500

اختبار مقاومات الصدمات Impact Test

وهي من الاختبارات الديناميكية وحظى بأنتشار واسع لمعرفة واسع لمعرفة مقاومة المعادن للصدمات نظراً لبساطة طريقته ولدقة وتطابق النتائج التي يحصل عليها منه

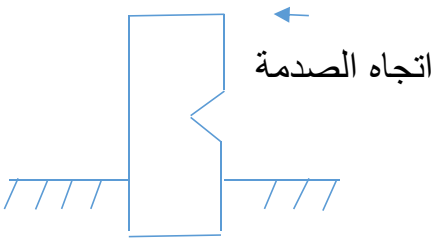
يتميز هذا الاختبار بتحديد مدى مقاومة المادة للانكسار عند تعرضها للصدمات .

العينات المستخدمة لها مواصفات قياسية تحوي شق في منتصف احد جانبيها وحسب الشكل ادناه

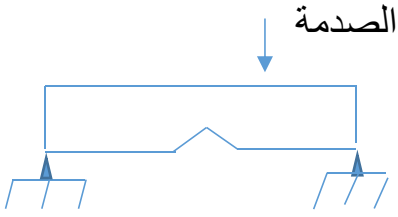


هناك طريقتان للأخبار الصدمات هما

1- طريقة ايزود :- في هذه الطريقة يتم تثبيت العينة في وضع عمودي ويكون الشق مقابل اتجاه سقوط المطرقة



2- طريقو شاربي :- في هذه الطريقة يتم تثبيت العينة في مكانها في وضع افقي مستعرض بحيث يكون الشق عكس اتجاه سقوط المطرقة (البندول) عند السقوط المفاجئ (الصدمة)



بعد الحصول على مساحة مقطع العينة في منطقة الكسر ومعرفة الشغل المبذول E ويمكن حساب مقاومة المعدن للصدمات بتبيق العلاقة R= E/A

R: مقاومة المعدن للصدمات kgm/cm^2

E: الشغل المبذول في كسر العينة kgm

A: مساحة مقطع العينة في مكان الكسر

$E = Wh_1 - Wh_2 = W(h_1-h_2)$

h_1: الارتفاع قبل الكسر

h_2: الارتفاع بعد الكسر

$E = WL (\cos \propto - \cos \beta)$ بعد التعويض h_2 & H_1 نحصل على

W: زاوية لمطرقة

L : طول المطرقة

$\propto$: زاوية ارتفاع المطرقة قبل الصدمة

β:زاوية ارتداد المطرقة بعد الصدمة وكسر العينة

مثال / احسب الجهد المبذول لاختبار الصدمة على عينة من الحديد الصلب اذا كانت زاوية رفع البندول (153°) وكانت زاوية عنق البندول (105°) علماً ان طول ذراع البندول (80 cm) و وزن المطرقة (30 kg) ومساحة المقطع للعينة ($0.8\ cm^2$)

$E = W(h_1-h_2)$ .....(1)

$h_1=L+a$ .....(2)

$= \propto - 90° = 141.5 - 90 = 51.5°$ ɣ

Sin ɣ =a/L

$\text{Sin } 51.5° = La/0.75$

a=0.75(0.78)=0.585m نعوض في (2)

$h_1=0.75+0.585$

$h_1=1.335$ m

مثال / احسب الجهد المبذول لاختبار الصدمة على عينة من الحديد اذا كانت زاوية رفع البندول (141.5°) وزاوية العنق 85° علماً ان طول ذراع البندول(75 cm) و وزن المطرقة (25.81 kg)

الجواب

المساحة $A = 0.8\ cm^2$

طول الذراع $L=0.75\ m = 75\ cm$

$\propto = 141.5°$

$\beta = 85°$

تجارب المعالجات الحرارية

الغرض من المعالجات الحرارية

هو الحصول على الخواص ميكانيكية اجود للمعادن وسبائكها واكتساب هذه الخواص الجديدة مثل المتانة العالية والمقاومة الجيدة للشد وكذلك تحمل الصدمات . ويعتمد على التغيرات التي تتم في البنية الداخلية للمعدن بالتسخين والتبريد .

أنواع المعالجات الحرارية الأساسية التي تجرى على الصلب .

1- **التخمير**
2- **المعادلة**
3- **التصليد (التقسية)**
4- **المراجعة او التطبيع**

تجرى المعالجات الحرارية على الصلب الكربوني لانه من اهم المعادن المستخدمة في الصناعة وتستجيب لعمليات المعالجة الحرارية لذا خصصت هذه التجارب على الصلب الكربوني .

1- التخمير

تعتمد هذه العمليات على تسخين المعدن الى درجة حرارة معينة ثم التبريد البطئ
مثال على ذلك

1- تخمير الاسلاك لإزالة الإجهادات الداخلية
2- تخمير الصلب الكربوني لغرض تلين الصلب وتشكيله
3- تخمير المسبوكات للحصول على مطيلية عالية.

2- المعادلة

تستخدم هذه العملية لغرض زيادة متانة الصلب وزيادة مقاومة الشد وحد المرونة للمعدن.
تتشابه عمليتا التخمير والمعادلة في طريقة التسخين في الفرن بينما في المعادلة يتم تبريدها في الهواء .

3- التقسية (التصليد)

ويتضمن تسخين الصلب الى حرارة يتراوح بين (30-50) م° فوق الدرجة الحرجة العليا وابقاءه عند تلك الدرجة لفترة زمنية محددة ثم تبريدها بواسطة الماء او الزيت والغرض من ذلك هو الحصول على صلب عالي المتانة والصلادة .

ان سبب تصليد المعدن في هذه العملية بدرجة عالية هو التبريد المفاجئ .

4- المراجعة (التطبيع)

تجري هذه العملية لغرض إزالة الإجهادات الداخلية الناجمة عن عملية التصليد وتحسين الخواص الميكانيكية في لدونة ومتانة للصلب وتتم هذه العملية بأعاده تسخين المعدن الى درجة حرارية تحت الدرجة الحرجة السفلى مباشرة ثم تبريده بأي معدل تبريد .
هذه العملية تزيد من المتانة على حساب الصلادة .

مثال / احسب الجهد المبذول لاختبار الصدمة على عينة من الحديد الصلب اذا كانت زاوية رفع البندول 153° وكانت زاوية عنق البندول 105° علماً ان طول ذراع البندول (80 cm) و وزن المطرقة (30kg) ومساحة المقطع للعينة ($0.8\ cm^2$)