

# الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

## 1. الخواص الفيزيائية والميكانيكية Physical & Mechanical Properties

### الخواص الفيزيائية Physical Properties

س/بماذا تمتاز المعادن ؟ وماهي اهم نقاط اختلافها عن المواد غير المعدنية ؟  
ج/

تمتاز المعادن بلمعانها وعدم شفافيتها وتختلف المواد المعدنية عن المواد غير المعدنية في الكثير من النقاط أهمها :

#### 1. الكثافة Density

المواد المعدنية عالية الكثافة مقارنة بالمواد الغير معدنية وهي تختلف في أوزانها النوعية اختلافا كبيرا فلكل معدن من المعادن النحل النوعي الخاص به ، وهي تقسم بصورة عامة الى معادن ثقيلة وهي التي يتراوح وزنها النوعي بين ( 7 و 11 ) أو أكثر ، وإلى معادن خفيفة وهي التي يقل ثقلها النوعي عن ( 4 ) .

ملاحظة :

يمكن تعريف النحل النوعي (الكثافة النسبية) Specific density لأي مادة بأنه النسبة بين كثافة تلك المادة  $(g/cm^3)$  الى كثافة الماء  $(1g/cm^3)$  .

## 2. التوصيل الحراري والكهربائي Thermal & Electric Conductivity

### أ. التوصيل الحراري :

ان جميع المعادن لها القدرة على توصيل الحرارة ولكنها تختلف في قابليتها هذه باختلاف تركيبها البلوري ، وأول المعادن من حيث قابليته على توصيل الحرارة هو الفضة يليها النحاس والالمنيوم .

ملاحظة 1:

تقاس قابلية المعدن على نقل الحرارة بكمية مقدرة بالسرعات الحرارية التي تنقلها وحدة السطوح من المقطع العرضي للقضيب المعدني الذي طوله وحدة الاطوال .

ملاحظة 2:

ان نقل المعدن للحرارة يرفع من درجة حرارته وهذا مما يقلل من قوة تماسك جزيئاته وهو يؤدي بدوره الى تقليل مقاومة المعدن للإجهادات المختلفة كالضغط والسحب والحني واللي .

### ب. التوصيل الكهربائي :

لجميع المعادن قابلية على التوصيل الكهربائي ، وتزيد هذه القابلية بانخفاض درجة الحرارة .

ملاحظة 1 :

المعادن تختلف في قابليتها على التوصيل الكهربائي ، فبعض المعادن لها توصيلية كهربائية عالية وان اول المعادن من حيث هذه الخاصية هو الفضة يليها النحاس والذهب والالمنيوم .

ملاحظة 2:

ان مرور التيار الكهربائي في المعادن يرفع من درجة حرارتها فتقل بذلك قوة التماسك وعلى ذلك تقل مقاومته للإجهادات .

## 3. الحرارة النوعية Specific Heat

المعادن حرارتها النوعية أقل من المواد غير المعدنية .

# الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

## 4. الانعكاس الضوئي Light Reflection

معظم المعادن تعكس الاشعة الضوئية، لذا فان لونها الطبيعي ابيض او اقرب ما يمكن الى البياض ويشذ عن ذلك النحاس والذهب بينما كثير من المواد غير المعدنية لا تعكس الضوء.

## 5. نفاذ الاشعة السينية X-ray Penetration

المعادن صعبة الاختراق بواسطة الاشعة السينية بينما اغلب المواد غير المعدنية تسمح بنفاذ الاشعة السينية.

## 6. القابلية للمغنطة Magnetizability

اكثرية المعادن قابلة للمغنطة بعكس اغلب المواد غير المعدنية .

## 7. الميوعة fluidity

وهي قابلية المعدن على السيولة والانسياب عند درجات الحرارة العالية . وتمتاز اغلب المعادن بانها ذات درجة انسياب عالية عند درجات الحرارة العالية. ويمتاز الزئبق بانه مائع عند درجة حرارة الغرفة.

## 8. الانصهار المحلي fusability

وهي قابلية المعدن على الانصهار عند نقاط محددة اذا سلطت على هذه النقط حرارة عالية ويستفاد من هذه الخاصية في عمليات اللحام المختلفة.

## الخواص الميكانيكية Mechanical Properties

تحدد الخواص الميكانيكية، قدرة المواد على مقاومة تغير شكلها، وانهيارها عند وقوعها تحت تأثير القوى الخارجية، وتتوقف هذه الخواص على نوع المادة وطريقة تشغيلها وبنيتها الداخلي وشكل المصنوعة وعلى عدد من العوامل الاخرى.

س/عدد اهم الخواص الميكانيكية للمعادن ؟

ج/

### 1. المطيلية Ductility

وترمز الى قدرة المعدن على تقبل التغير في شكله تحت تأثير قوى الشد (Tension) او الانحناء (Bending) او السحب (Drawing) بدون حدوث الكسر كما في عمليات سحب الاسلاك وسحب الانابيب .

### 2. الطروقية Malleability

وترمز الى قدرة المادة على قبول التغير في شكلها تحت تأثير الضغط (Compression). وقابلية الطرق هي الخاصية التي تساعد الجسم على التمدد بصفة ثابتة في جميع الاتجاهات دون ان ينكسر من جراء تعرضه لقوة الضغط . وعليه فان المعادن القابلة للطرق (Forgable) هي التي يمكن طرقها بالمطارق او درفلتها الى اي شكل من الاشكال دون ان تنكسر، مثل حدادة الفولاذ على الساخن و درفلته الى اي شكل من الاشكال .

ملاحظة :

ان جميع المعادن قابلة للطرق ولكن بدرجات متفاوتة، فالنحاس أكثر قابلية للطرق من الحديد وهكذا .

### 3. المتانة Toughness

وترمز الى قابلية المادة على مقاومة الانهيار تحت تأثير القوى والعزوم الخارجية وتقاس متانة المعدن بعدد الكيلوغرامات التي يحتاج اليها لقطع سلك من معدن مساحة مقطعة العرضي 1 ملم 2 .

ملاحظة :

متانة الحديد 77 كغم /ملم 2، النحاس 51، البلاتين 43، الفضة 37، الرصاص 2.6 .

# الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

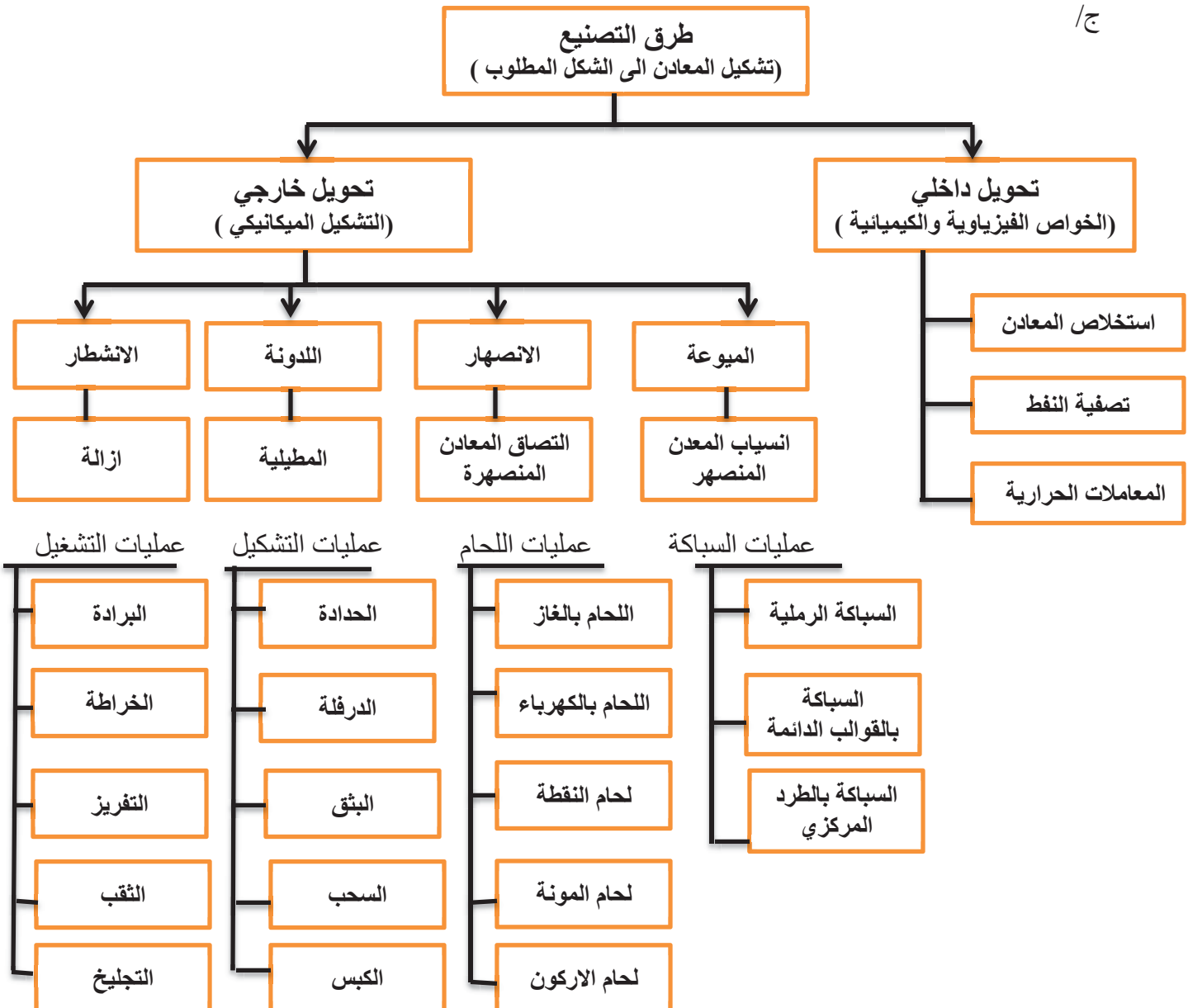
## 4. قابلية الانشطار أو الانقسام Divisibility

وهي قابلية المعدن على نزع اجزاء منه بطريق القص تحت تأثير الاحمال العالية كما هو الحال في عمليات ازالة الرايش المختلفة (الخراطة، التفريز، القشط).

## 5. الصلادة Hardness

وهي مقاومة المعدن لاختراق الاجسام الاخرى فيه وهذه الخاصية ضرورية للآلات القاطعة .  
س/ ارسـم مخطط يوضح استخدام الخصائص الميكانيكية والفيزيائية في عمليات تحويل المعادن الى الاغراض المطلوبة ؟

ج/



(مخطط يوضح العلاقة بين الخواص الفيزيائية والميكانيكية وعمليات التصنيع المختلفة)

## 2. الاختبارات الميكانيكية Mechanical Testes

س/ ما الغرض من اجراء الاختبارات الميكانيكية للمواد المعدنية ؟ وما اهم هذه الاختبارات ؟

# الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

ج/

لتحديد قيم عديدة تعبر عن الخواص الميكانيكية الاساسية لمعرفة خواص المواد المطلوب تصنيعها او انتاجها .  
اهم الاختبارات الميكانيكية هي :

## 1. اختبار الشد Tension Test

س/ ما الغرض من اجراء اختبار الشد ؟

ج/ يجرى اختبار الشد لتحديد خواص المتانة واللدونة (Plasticity) والمرونة (Elasticity) للمعادن .

س/ ما المقصود بـ 1. المرونة (Elasticity) 2. اللدونة (Plasticity) ؟

ج/

### 1. المرونة Elasticity

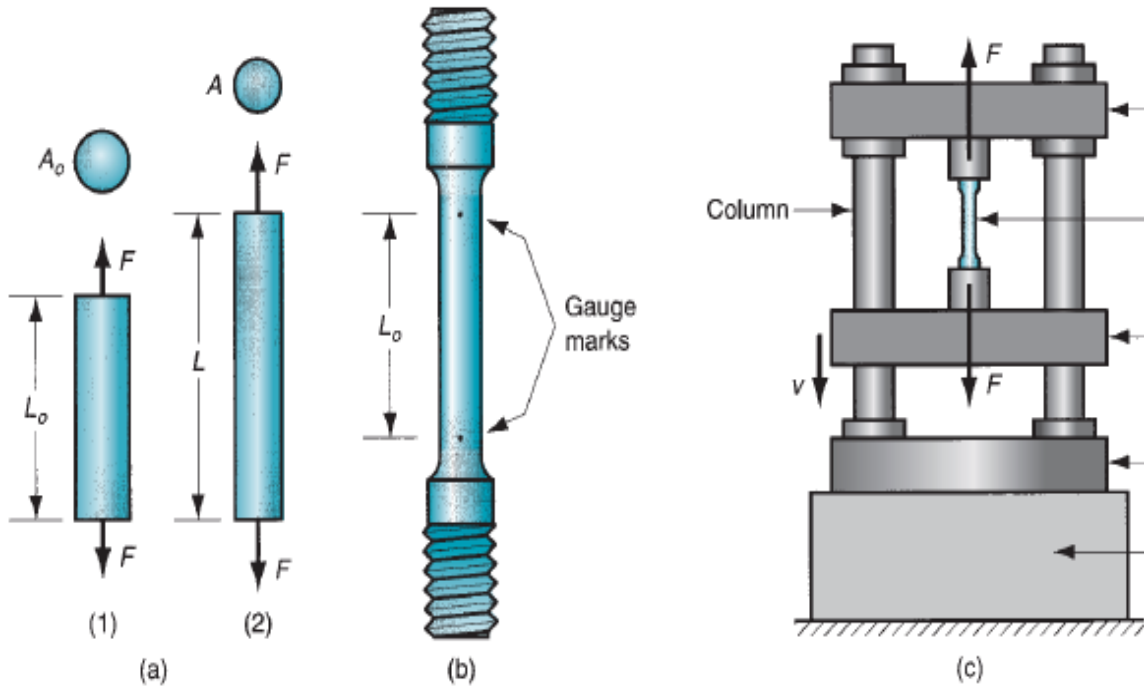
هي قدرة المعدن على استعادة شكله عند ازالة التحميل المسبب لتغير الشكل . (دون حدوث تشويه)

### 2. اللدونة Plasticity

هي قدرة المعدن على تغيير شكله وأبعاده تحت تأثير القوى الخارجية دون أن يتحطم مع احتفاظه بشكله الجديد بعد ازالة التحميل . (وجود تشويه دائم)

ملاحظة :

يعتبر الشد اختبارا سكونيا من حيث طريقة التحميل وعلاقة الحمل بالزمن ، وتجهز لهذا الغرض عينات نمطية ذات شكل وابعاد قياسية كما مبين في الشكل ادناه والذي يبين عينات الشد وطريقة وضعها بين فكي ماكينة الشد الخاصة التي تؤثر عليها بقوى شد متزايدة .



(شكل يوضح عينات الشد وطريقة وضعها على ماكينة الشد)

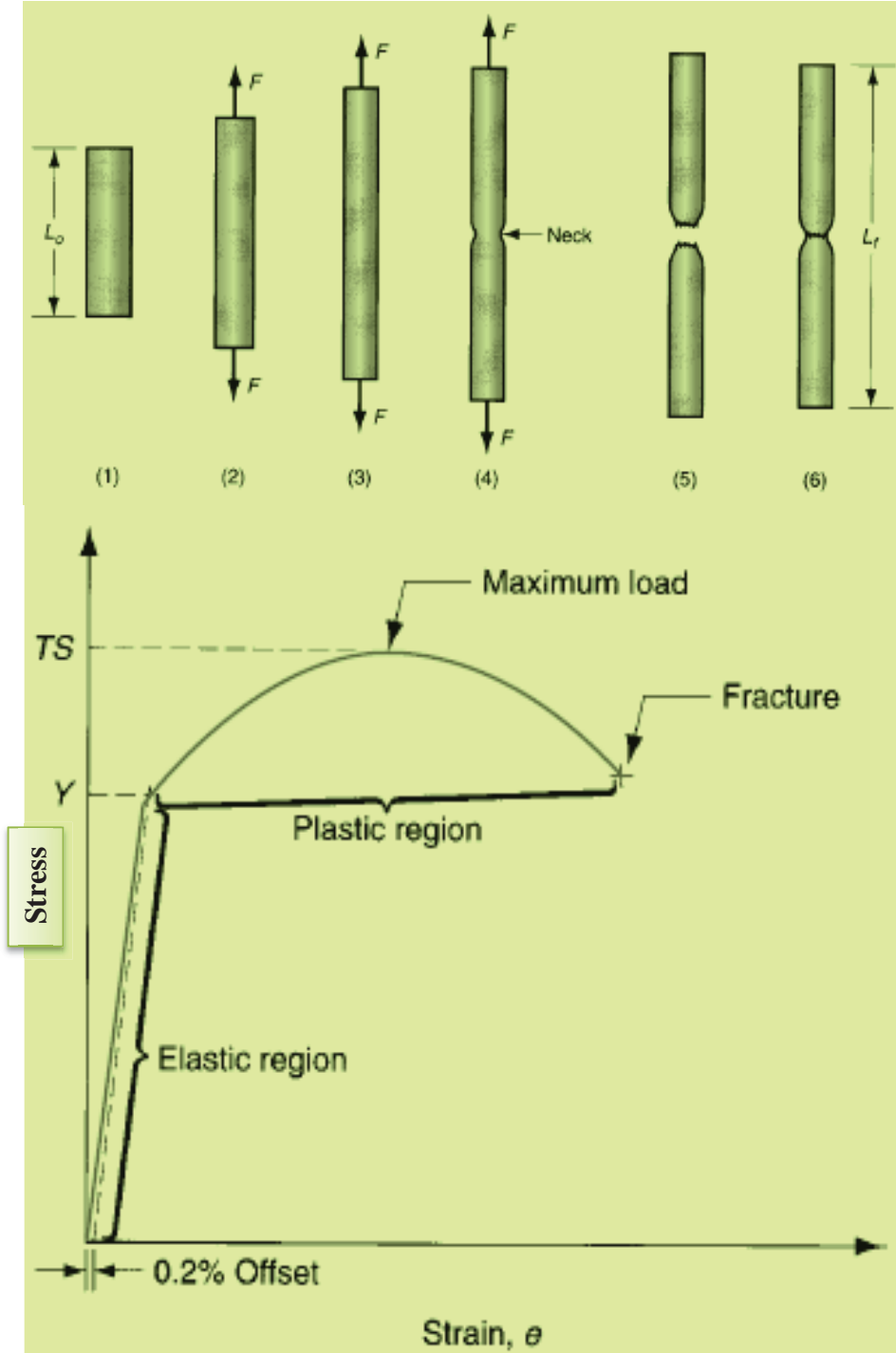
ملاحظة :

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

قبل بدء الفحص يتم تثبيت الطول الاصلي ( $L_0$ ) والمساحة الاصلية ( $A_0$ ) للنموذج وباستمرار عملية الشد تقاس الكميات الاتية: 1. طول العينة ( $L$ ) 2. مساحة مقطع العينة ( $A$ ) 3. مقدار قوة الشد ( $F$ ) وخلال الفحص ينمط (stretches) النموذج ويتعق (necks) وفي النهاية يتعرض للكسر (fractures) ويتم تسجيل الحمل والتغير في الطول لرسم العلاقة بين الاجهاد (Stress) والانفعال (strain) وكما مبين في الشكل ادناه .



(الشكل يبين العلاقة بين الاجهاد والانفعال لنموذج يتم فحصه بطريقة الشد)

استنتاجات اختبار الشد

1. معامل المرونة  $E$  ( Modulus of elasticity ) او (معامل يونج Youngs Modulus ) :

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

وهو قيمة الزيادة في الاجهاد (s) مقسومة على الانفعال (e) المقابل له وذلك في منطقة المرونة ويعبر عنه بوحدة الاجهاد اي :

$$E = s / e$$

$$s = \frac{F}{A_o}$$

حيث:

(s) هو الاجهاد الهندسي ويقاس بـ (MPa)، و (F) هي القوة المسلطة في الاختبار وتقاس بـ (N)، و (A<sub>o</sub>) هي المساحة الاصلية لنموذج الفحص وتقاس بـ (mm<sup>2</sup>)  
(e) الانفعال الهندسي عند اي نقطه في الاختبار ويحسب وفق العلاقة :

$$e = \frac{L - L_o}{L_o}$$

حيث :

(e) الانفعال الهندسي، و L الطول عنده اي نقطة اثناء الاستطالة بـ (mm)، و L<sub>o</sub> الطول الاصلية القياسي بـ (mm).

ملاحظة :

تقارن قيم معامل يونك (E) التي يمكن الحصول عليها من هذا الاختبار بالقيم المجدولة في الجدول ادناه لتحديد مدى ملائمة المعدن المختار لعملية التصنيع. **لاحظ الجدول ادناه**

Metals	Modulus of Elasticity		Ceramics and Polymers	Modulus of Elasticity	
	MPa	lb/in <sup>2</sup>		MPa	lb/in <sup>2</sup>
Aluminum and alloys	69 × 10 <sup>3</sup>	10 × 10 <sup>6</sup>	Alumina	345 × 10 <sup>3</sup>	50 × 10 <sup>6</sup>
Cast iron	138 × 10 <sup>3</sup>	20 × 10 <sup>6</sup>	Diamond <sup>a</sup>	1035 × 10 <sup>3</sup>	150 × 10 <sup>6</sup>
Copper and alloys	110 × 10 <sup>3</sup>	16 × 10 <sup>6</sup>	Plate glass	69 × 10 <sup>3</sup>	10 × 10 <sup>6</sup>
Iron	209 × 10 <sup>3</sup>	30 × 10 <sup>6</sup>	Silicon carbide	448 × 10 <sup>3</sup>	65 × 10 <sup>6</sup>
Lead	21 × 10 <sup>3</sup>	3 × 10 <sup>6</sup>	Tungsten carbide	552 × 10 <sup>3</sup>	80 × 10 <sup>6</sup>
Magnesium	48 × 10 <sup>3</sup>	7 × 10 <sup>6</sup>	Nylon	3.0 × 10 <sup>3</sup>	0.40 × 10 <sup>6</sup>
Nickel	209 × 10 <sup>3</sup>	30 × 10 <sup>6</sup>	Phenol formaldehyde	7.0 × 10 <sup>3</sup>	1.00 × 10 <sup>6</sup>
Steel	209 × 10 <sup>3</sup>	30 × 10 <sup>6</sup>	Polyethylene (low density)	0.2 × 10 <sup>3</sup>	0.03 × 10 <sup>6</sup>
Titanium	117 × 10 <sup>3</sup>	17 × 10 <sup>6</sup>	Polyethylene (high density)	0.7 × 10 <sup>3</sup>	0.10 × 10 <sup>6</sup>
Tungsten	407 × 10 <sup>3</sup>	59 × 10 <sup>6</sup>	Polystyrene	3.0 × 10 <sup>3</sup>	0.40 × 10 <sup>6</sup>

ملاحظ:

تعني الـ (باسكال Pa) (N / m<sup>2</sup>) اما الـ (MPa) فهي 1 × 10<sup>6</sup> Pa

### 2. اجهاد الخضوع (Yield stress) (s<sub>y</sub>)

وهو الاجهاد الذي يحدث عنده زيادة ملحوظة في الاستطالة بدون زيادة في الحمل المسلط ويستخدم اجهاد الخضوع عادة لتحديد اجهاد التشكيل للمعادن المطيلية ويحسب من المعادلة :

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

$$s_y = F_y / A_o$$

حيث :

$F_y$  الحمل عند نقطة الخضوع ( $y$ ) ويقاس بـ (N) .

### 3. مقاومة الشد (TS) tensile strength

وهي تساوي الحمل الاقصى للشد الذي تعرضت له العينة مقسومة على المساحة الاصلية للمقطع المستعرض ويحسب وفق العلاقة :

$$TS = \frac{F_{max}}{A_o}$$

حيث:

$F_{max}$  اقصى حمل يمكن ان يتحملة المعدن قبل ان ينكسر ويقاس بـ (N) .

ملاحظة :

يمكن مقارنة قيم اجهاد الخضوع و مقاومة الشد التي يمكن الحصول عليها من اختبار الشد بالقيم المجدولة ادناه لتحديد الاختيار الملائم للمعدن المطلوب .

TABLE 3.2 Yield strength and tensile strength for selected metals.

Metal	Yield Strength		Tensile Strength		Metal	Yield Strength		Tensile Strength	
	MPa	lb/in <sup>2</sup>	MPa	lb/in <sup>2</sup>		MPa	lb/in <sup>2</sup>	MPa	lb/in <sup>2</sup>
Aluminum, annealed	28	4,000	69	10,000	Nickel, annealed	150	22,000	450	65,000
Aluminum, CW <sup>a</sup>	105	15,000	125	18,000	Steel, low C <sup>a</sup>	175	25,000	300	45,000
Aluminum alloys <sup>a</sup>	175	25,000	350	50,000	Steel, high C <sup>a</sup>	400	60,000	600	90,000
Cast iron <sup>a</sup>	275	40,000	275	40,000	Steel, alloy <sup>a</sup>	500	75,000	700	100,000
Copper, annealed	70	10,000	205	30,000	Steel, stainless <sup>a</sup>	275	40,000	650	95,000
Copper alloys <sup>a</sup>	205	30,000	410	60,000	Titanium, pure	350	50,000	515	75,000
Magnesium alloys <sup>a</sup>	175	25,000	275	40,000	Titanium alloy	800	120,000	900	130,000

### 4. معامل الرجوعية (الارتداد) Modulus of Resilience

ويساوي مقدار الطاقة المخزونة في وحدة الحجم الناتجة من اجهاد المعدن حتى حد المرونة ( Elastic Limit ) اي المساحة تحت منحنى الاجهاد والانفعال حتى حد المرونة ويحسب وفق العلاقة :

$$\text{Modulus of Resilience} = \frac{(S_y)^2}{2E}$$

### 5. معامل المتانة ( T ) Modulus of Toughness

ويساوي الشغل المبذول من وحدة الحجم من المعدن حتى كسر المعدن تحت الحمل الساكن ، أي يساوي المساحة الكلية تحت منحنى الاجهاد والانفعال ويحسب وفق العلاقة :

$$T = \frac{(F_y + F_{max})\Delta L}{2A_o L_o}$$

ملاحظة :

من اختبار الشد يمكن تحديد:

1. نسبة الاستطالة ( $EL$  ( elongation ) للمعادن المختلفة على وفق العلاقة المبينة ادناه:



## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

$$EL = \frac{L_f - L_o}{L_o}$$

2. نسبة التخفيض في المساحة (area reduction)  $AR$  على وفق العلاقة :

$$AR = \frac{A_o - A_f}{A_o}$$

ملاحظة :

تقارن النتائج التي يمكن الحصول من العلاقات اعلاه بالقيم النموذجية للاستطالة والتخفيض في الجدول ادناه لتحديد الاختيار الملائم للمعدن المطلوب :

TABLE 3.3 Ductility as a percent of elongation (typical values) for various selected materials.			
Material	Elongation	Material	Elongation
<b>Metals</b>		<b>Metals, continued</b>	
Aluminum, annealed	40%	Steel, low C <sup>a</sup>	30%
Aluminum, cold worked	8%	Steel, high C <sup>a</sup>	10%
Aluminum alloys, annealed <sup>a</sup>	20%	Steel, alloy <sup>a</sup>	20%
Aluminum alloys, heat treated <sup>a</sup>	8%	Steel, stainless, austenitic <sup>a</sup>	55%
Aluminum alloys, cast <sup>a</sup>	4%	Titanium, nearly pure	20%
Cast iron, gray <sup>a</sup>	0.6%	Zinc alloy	10%
Copper, annealed	45%	<b>Ceramics</b>	0 <sup>b</sup>
Copper, cold worked	10%	<b>Polymers</b>	
Copper alloy: brass, annealed	60%	Thermoplastic polymers	100%
Magnesium alloys <sup>a</sup>	10%	Thermosetting polymers	1%
Nickel, annealed	45%	Elastomers (e.g., rubber)	1% <sup>c</sup>

ملاحظة :

اعتمادا على نتائج اختبار الشد نجد اختلاف المعادن في سلوكها تحت تأثير حمل الشد الاستاتيكي المحوري تبعا لطبيعة تلك المواد فمنها ما يكون :

1. **معادن مطيلية (Ductile Metals)** : وهي المعادن التي يمتاز منحني الاجهاد والانفعال لها بوجود منطقة مرونة (Elastic zone) ومنطقة لدونة (Plastic zone) ومنطقة بين المنطقتين هي تسمى بمنطقة الخضوع (Yield zone)، وكذلك بتكون الرقبة او العنق (Neck) .

2. **معادن نصف مطيلية (Semi Ductile Metals)** : وهي المعادن التي يمتاز منحني الاجهاد والانفعال لها بوجود منطقة مرونة ومنطقة لدونة ولكن دون وجود منطقة خضوع مميزة بين المنطقتين، كما يحدث لها تشوه متوسط، وكذلك تمتاز بتكون رقبة اقل وضوحا.

3. **معادن قصفة (Brittle Metals)** : هي التي لا يوجد لها منطقة خضوع ولا يوجد لها علاقة تناسب بين الاجهاد والانفعال، فالمنحني منذ بدايته عبارة عن خط مائل وليس خطا مستقيما ويحدث به تشوه صغير جدا مقارنة بالمواد الاخرى، كما لا يتكون فيها رقبة، اذ ان المعادن القصفة لا تتحمل قوى الشد لكنها في المقابل تتحمل قوى الضغط بشكل اكبر .

4. يوجد بعض المواد تكون عالية اللدونة (Super Plastic) يزيد فيها الانفعال المرن عن نسبة 100% مثل المطاط وبعض المواد البلاستيكية.

امثلة رياضية محلولة حول اختبار الشد .

مثال 1 :

عند اختبار عينة من الصلب قطرها 10mm كان اقصى حمل تحملته هو 3140kg، ما هو مقدار نقطة الكسر للمادة عند الشد ؟



## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

الحل /

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4} = 78.5 \text{ mm}^2$$

نقطة الكسر عند الشد تحصل عند الحمل الاقصى الذي يتحملة المعدن :

$$TS = \frac{F_{\max}}{A_0} = 40 \text{ kg/mm}^2$$

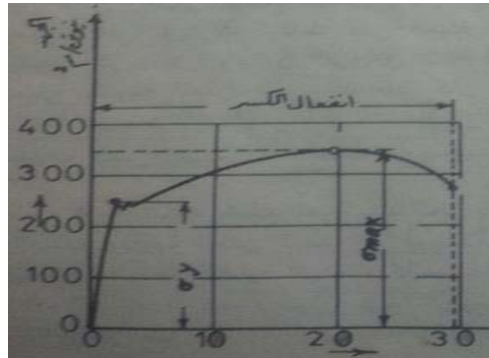
مثال 2 :

ما هو مقدار الاستطالة النسبية اذا كان الطول الحسابي للعينة قبل الاختبار هو 50mm وبعد الاختبار كان طوله 60mm ؟ الحل /

$$\text{Elongation\%} = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 = 20\%$$

### أسئلة للمراجعة

1. سلك من معدن قطره 1 cm وطولة 10 m يراد استخدامه لرفع حاويات ، اوجد اقصى حمل يمكن للسلك رفعه دون ان تزيد قيمة استطالته عن 3cm ؟ علما بأن ( E ) للسلك تساوي 100GPa .
2. ارسم منحنى ( مثالي ) الاجهاد والانفعال لاختبار شد وبيّن عليه جميع المعلومات المفيدة .
3. باستخدام الرسم عرف : 1. المطيلية Ductility 2. الرجوعية Resilience
4. عينة من الصلب طولها 50mm تم اجراء اختبار الشد لها حتى كسرت فكانت استطالتها النهائية 10mm احسب مطيلية العينة ؟
5. اجر اختبار شد على قطعة اختبار قياسية متناسبة طويلا من الصلب الطري المعالج حراريا ذات قطر دائري 8mm و كان منحنى الحمل و الاستطالة هو الموضح في الرسم المرفق ، احسب الاتي : 1. معامل يونك 2. أجهاد الخضوع الاعلى 3. أجهاد الخضوع الادنى 4. مقاومة الشد القصوى 5. أجهاد الكسر 6. الرجوعية 7. معامل الرجوعية 8. المتانة 9. معامل المتانة .



### 2. اختبار المتانة والتقصيف (اختبار مقاومة الصدمات Impact Test)

س / ما الغرض من اجراء اختبار المتانة ؟ وما هي الخصائص الممكن تحديدها منه ؟

ج /

الغرض من الاختبار :

## الفصل الثاني

(الخواص الفيزيائية والميكانيكية واختباراتها)

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

1. معرفة قابلية المادة على مقاومة الانكسار عند تعرضها للصدمات تحت ظروف التشغيل .
2. بيان تأثير تواجد الشروخ في العينات المختبرة على مقاومتها والتي تسبب ضعفا في تحمل الصدم.
3. بيان تأثير المعاملات الحرارية على المعادن وتوضيح مدى قصافتها .

**ملاحظة :**

هناك عدة انواع من اختبارات الصدم القياسية مثل شاربي وايزود وستارت وستانتون ، ويعد اختبار شاربي (Charpy) وايزود (Izod) هما الاختباران الاساسيان في اختبار الصدم ، ويجري هذان الاختباران بواسطة اجهزة خاصة ، وهذه الاجهزة اما ان تكون من النوع الذي يسمى بدقاق ايزود او الذي يسمى بدقاق شاربي لاحظ الشكل ادناه والذي يمثل جهاز فحص الصدم .



(جهاز فحص الصدم)

خطوات إجراء اختبار الصدم بطريقة اختبار أيزود وشاربي

1. اختيار أشكال العينات القياسية