

# الباب الثاني

## مكنات الاختبار

### TESTING MACHINES

مقدمة

أولا - أنواع مكنات الاختبار

أانيا مكنات الاختبار العامة

١ - المكنة ذات الترس واللوب ب - المكنة الهيدروليكية

ثالثا - طرق قياس الاحمال بمكنة الاختبار

١ - أوزان القياس ب - أوزان القياس والرافعة ذات النسبة الثابتة

ح - الوزن الثابت والرافعة المتغيره و - الضغط الهيدروليكي

هـ - الدينامومترات

رابعا - التحكم في سرعة التحميل في مكنات الاختبار

خامسا - طرق تثبيت ووضع العينة بمكنة الاختبار

سادسا - الاشتراطات الواجب توافرها في مكنات الاختبار

سابعا - معايرة مكنات الاختبار

١ - الأتقال الثابتة ب - الأوزان والروافع

ح - الأجهزة المرنة

١ - قضيب الصلب القياسى ٢ - حلقة المعايرة

٣ - صندوق المعايرة القياسى ٤ - الانشودة المرنة

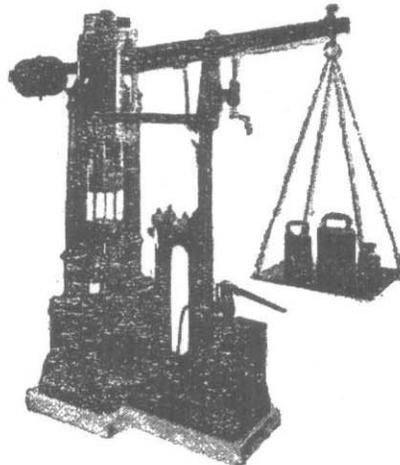
٥ - الشروط الواجب توافرها في أجهزة المعايرة المرنة

## مقدمة

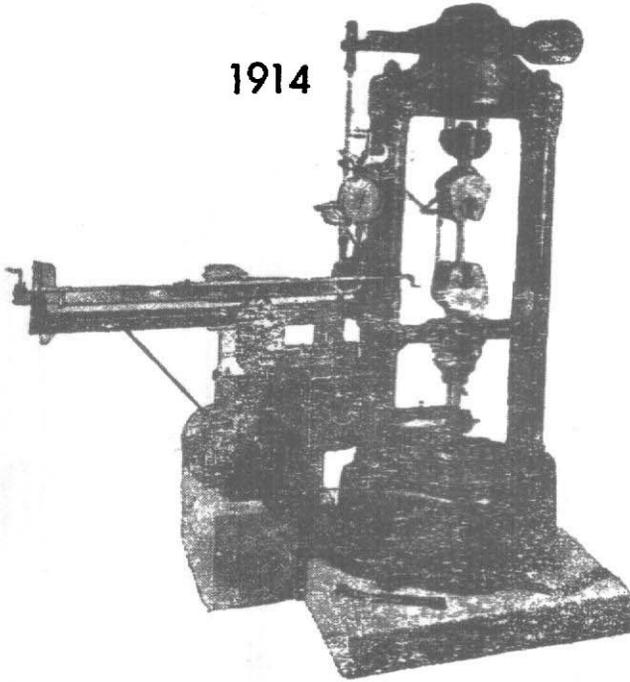
يعتبر إنشاء كوبرى نيللى على نهر السين بفرنسا في سنة ١٦٥٨ من أوائل التطبيقات لإستخدام مكينات الإختبار في إجراء إختبارات الشد والذخط والإنحناء . فقد أنشأ المهندس (جان بيرويت) - الذى عهد إليه بذلك الكوبرى - مكينة إختبار ذات سعة (Capacity) ٢٦٠٠٠ باوند للتحقق من مدى مقاومة المواد المستخدمة فى الإنشاء ، وقد أدى النجاح فى إنشاء هذه المكينة إلى عمل مكينات مماثلة إستخدمت بعد ذلك ، ثم تعددت تسميات مكينات الإختبار بعد ذلك (أشكال رقم ٢ - ٣، ٤، ١) نتيجة للتقدم فى صناعة المعدات الميكانيكية ، وانتشرت صناعتها لمختلف أغراض إختبار المواد المتنوعة حيث توجد مكينات ذات قدرة عالية (حوالى ٤٠٠٠ طن) لتسمح بإختبار المنشآت وأجزائها بالمقاس الكامل ( Full Size ) كما توجد مكينات لها منتهى الحساسية والدقة تمكن من معرفة مقاومة الإنهار للأنسجة الدقيقة .

مكينة الإختبار هى جهاز يؤثر على قطعة الإختبار ( Test Piece ) بحمل مناسب يؤدى إلى الكسر أو إلى حدوث تغيرات وتشكلات فى شكل قطعة الإختبار ، ويمكن قياس هذه التغيرات أو التشكلات بأجهزة قياس دقيقة ومن ثم يمكن معرفة سلوك مادة قطعة الإختبار تحت تأثير مثل هذا الحمل .

1870



شكل ( ٢ - ١ ) مكينة إختبار عامة سنة ١٨٧٠ م



شكل رقم (٢ - ٢) مكينة اختبار عامة سنة ١٩١٤ م

### لولا - انواع مكينات الاختبار

يمكن تقسيم مكينات الاختبار إلى الأنواع الآتية :

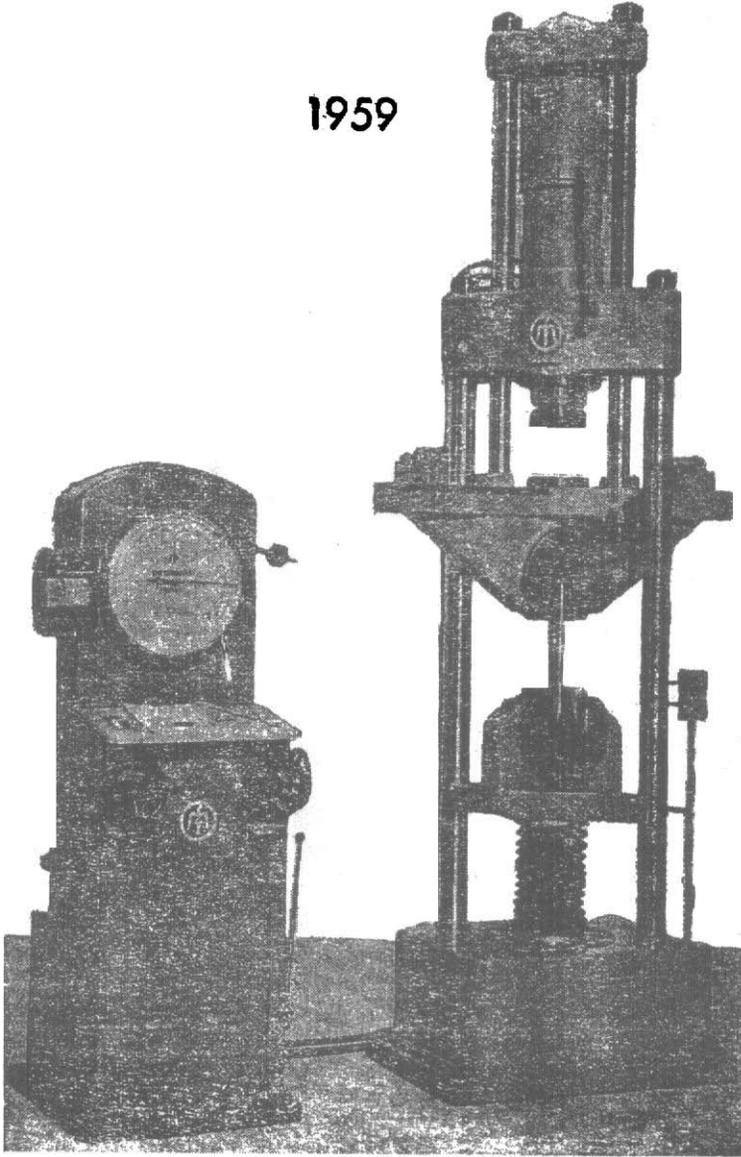
١ - مكينات اختبار مصممة لإجراء نوع واحد فقط من الاختبارات مثل مكينة الضغط ( شكل رقم ٢ - ٤ ) أو مكينة الشد ( شكل رقم ٢ - ٥ ) أو مكينة الانحناء ( شكل رقم ٢ - ٦ ) .

٢ - مكينات الاختبار العامة ( Universal Testing Machines ) .  
وهي مصممة لإجراء أي من اختبارات الشد والضغط والانحناء .

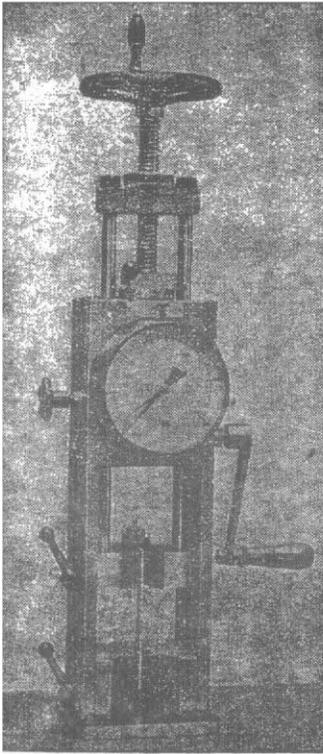
( شكل رقم ٢ - ٣ )

٣ - مكينات الاختبار الخاصة Special Testing Machines  
وهي مصممة لإجراء اختبارات خاصة مثل الصلادة ( Hardness ) أو الالتواء ( Torsion ) أو المدم ( Impact ) . الخ .

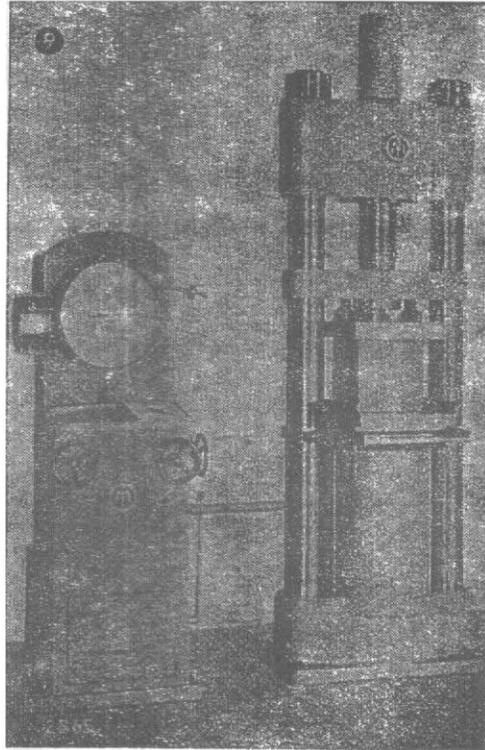
1959



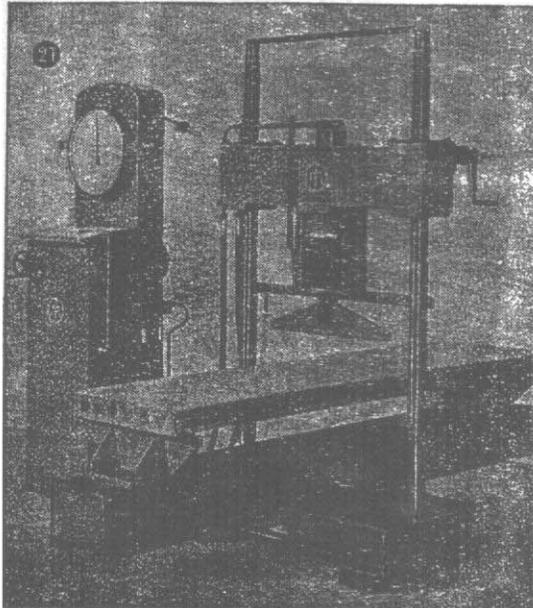
شكل رقم ( ٢ - ٣ ) مكينة اختبار عامة سنة ١٩٥٩



شكل رقم ( ٢ - ٥ ) مكينة اختبار الشد



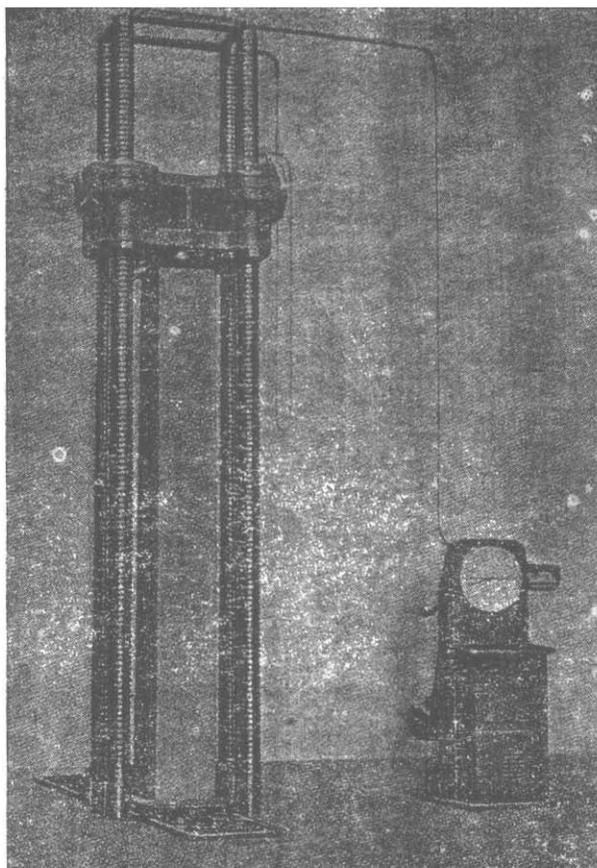
شكل رقم ( ٢ - ٤ ) مكينة اختبار الضغط



شكل رقم ( ٢ - ٦ ) مكينة اختبار الانحناء

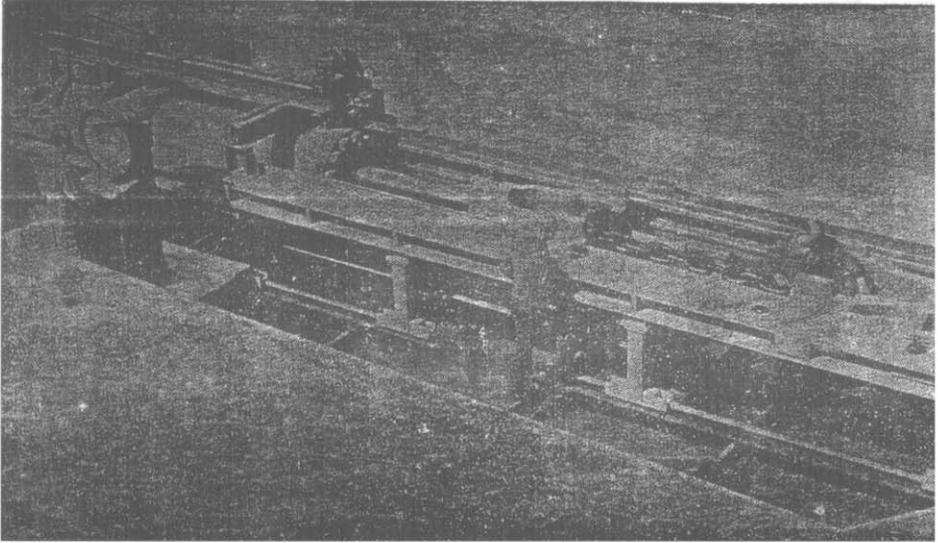
٤ - مكينات الاختبار الرأسية ، حيث التأثير بالحمل رأسياً مثل مكينات اختبار الأعمدة . شكل رقم (٢ - ٧) .

٥ - مكينات الاختبار الأفقية ( Horizontal Testing Machines )  
وفها يتحرك رأس التحميل في الاتجاه الأفقي ويفضل هذا النوع في حالة العينات



شكل رقم (٢ - ٧) مكينة اختبار رأسية لضغط الأعمدة

الطويلة نسبياً كما هو الحال في اختبارات السلاسل أو الحبال والسلك ( رقم ٢-٨ )  
إذ أن طبيعة هذا النوع من الاختبارات تحتم طولاً معيناً لقطعة الاختبار وقد لا يسمح  
به ارتفاع المعمل لو كان محور تحميل المكينة رأسياً .



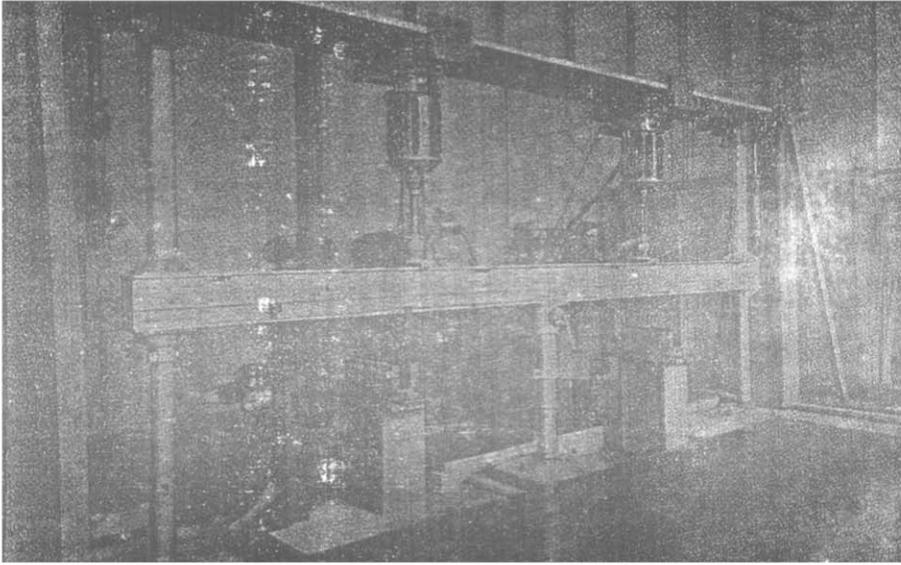
شكل رقم ( ٢ - ٨ ) مكنة اختبار أفقية لكبد السلاسل

٦ - مكينات الإختبار عند درجات الحرارة العالية أو المنخفضة .

وتستخدم لدراسة سلوك المواد عند درجات الحرارة المختلفة ومنها اختبار الزحف ( Creep ) للبعادن عند درجات الحرارة العالية .

٧ - مكينات لاختبار منشآت أو مكينات كاملة أو أجزاء كاملة من هذه المنشآت أو المكينات ، مثل قاعدة الاختبار ( Test bed ) المزودة بهياكل التحميل وبضغوط هيدروليكية ( Hydraulic Jacks ) للتأثير بالحمل كما في الشكلين رقم ( ٢ - ٩ ) ، رقم ( ٢ - ١٠ ) .

ويتضح من التقسيم السابق لمكينات الاختبار أن أهم نوع فيه هو مكينات الاختبار العامة حيث يمكن استعمالها في اختبارات عديدة خصوصاً الروتينية منها والتي تجرى عادة في المعامل والمصانع ، لذلك سندرس بالتفصيل الأجزاء المختلفة وطريقة عمل مكينات الاختبار العامة .



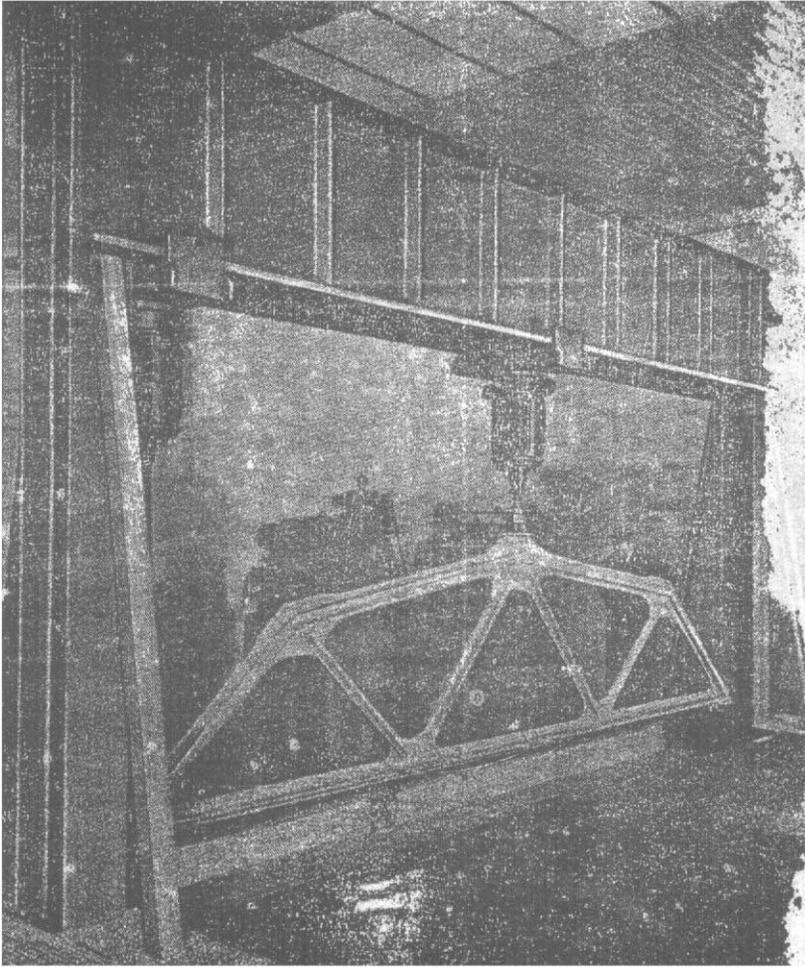
شكل رقم ( ٢ - ٩ ) قاعدة الاختبار

### ثانياً - مكونات الاختبار العامة

تتكون مكنة الاختبار العامة بصفة رئيسية من الجزأين الأساسيين الآتيين :

- الجزء الأول وهو الخاص بتحميل ( Loading ) قطعة الاختبار .
- والجزء الثاني لموازنة ( Balancing ) هذا الحمل وقياس قيمته .

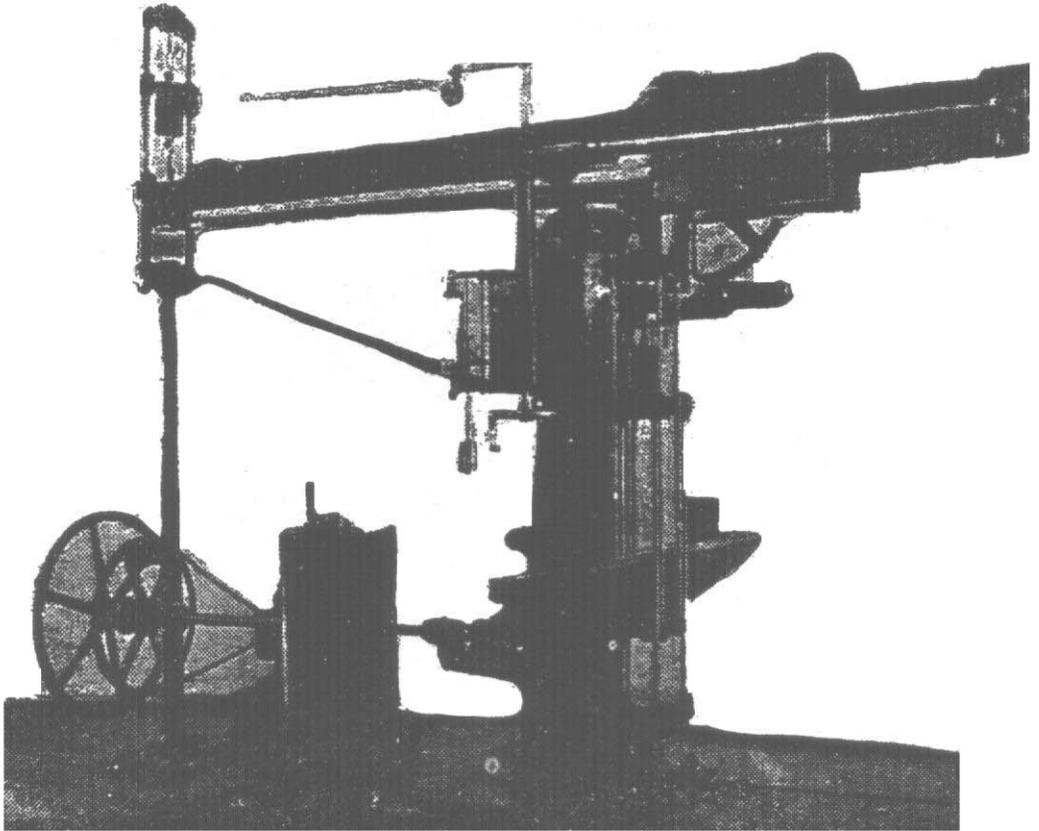
بالإضافة إلى ذلك يوجد في مكنة الاختبار أجزاء أخرى إضافية ( Accessories ) لها دور هام في قيام المكنة بوظيفتها مثل الكلابات ( Grips ) التي تستخدم لتثبيت قطعة الاختبار في المكنة ، ومصدر القوة المحركة الذي يكون في أغلب الحالات موتوراً كهربائياً ، وأجزاء امتصاص الصدمات ( Shock absorption ) ، وأجهزة بيان معدل التحميل ( Rate of Loading ) وتسجيل الأحمال وأثرها على قطع الاختبار . ويختلف شكل هذه الأجزاء من مكنة إلى أخرى حسب نوع المكنة والشركة التي قامت بصناعتها على الرغم من أن طبيعة عملها واحدة .



شكل رقم ( ٢ - ١٠ ) قاعدة الاختبار

ويمكن تقسيم مكثات الاختبار العامة بالنسبة إلى طريق تحميل قطعة الاختبار إلى نوعين أساسيين :

- (١) مكثات اختبار ذات الترس والولب ( Screw - Gear ) ، ويكون فيها التحميل بوسائل ميكانيكية حيث تستخدم مجموعة من التروس للتحميل .
- (ب) مكثات اختبار هيدروليكية ( Hydraulic ) ، وفيها الضغط يستخدم الهيدروليكي للزيوت لدفع الرأس المتحرك للسكنة ، ومن ثم تحميل قطعة الاختبار .



شكل رقم ( ٢ - ١١ ) مكنة الاختبار ذات الترس واللولب

ويمكن وصف كل من النوعين فيما يلي :

١ - المكنة ذات الترس واللولب : ( Screw - Gear Machine )

( شكل رقم ٢ - ١١ ) و ( شكل رقم ٢ - ١٢ ) .

تثبت عينة الاختبار بين رأسى ( Heads ) هذه المكنة حيث يوجد لها رأسان إحداهما ثابت والآخر متحرك . فإذا ثبتت العينة بين الرأسين فإن حركة الرأس المتحرك تسبب التحميل للعينة وتحدث هذه الحركة ميكانيكياً باستخدام الترس واللولب . وتحدد قيمة الحمل المؤثر باستخدام رافعة حيث توازن قيمته بتغيير موضع الثقل الراكب على ذراع الرافعة ، ويمكن قراءة قيمة الحمل على مقياس



وذلك للأحمال الكبيرة ، بالإضافة إلى أن الجزء من المكنة الخاص بقياس الحمل لهذا النوع من المكينات يضع تحديداً يصعب تجاوزه للحمل الممكن قياسه بهذه الطريقة تبعاً لتحديد الثقل المستخدم في الرافعة .

والمكينات ذات الترس والولب ثبت أنها خدومة ( Servicable ) سهلة التشغيل وكانت منتشرة الاستخدام في الماضي إلا أن لها بعض عيوب ( بالإضافة إلى عدم إمكانها التأثير بأحمال كبيرة ) منها شغلها مساحة كبيرة نسبياً من أرضية المعمل وكذلك حدوث ضوضاء واهتزاز ( Noise and Vibration ) ناتجة من الطريقة الميكانيكية للتشغيل كما أن تآكل تقطع الار تكاز ذات الحد السكوني - ولو قليلا - مع الزمن يؤثر على دقة قراءة المكنة .

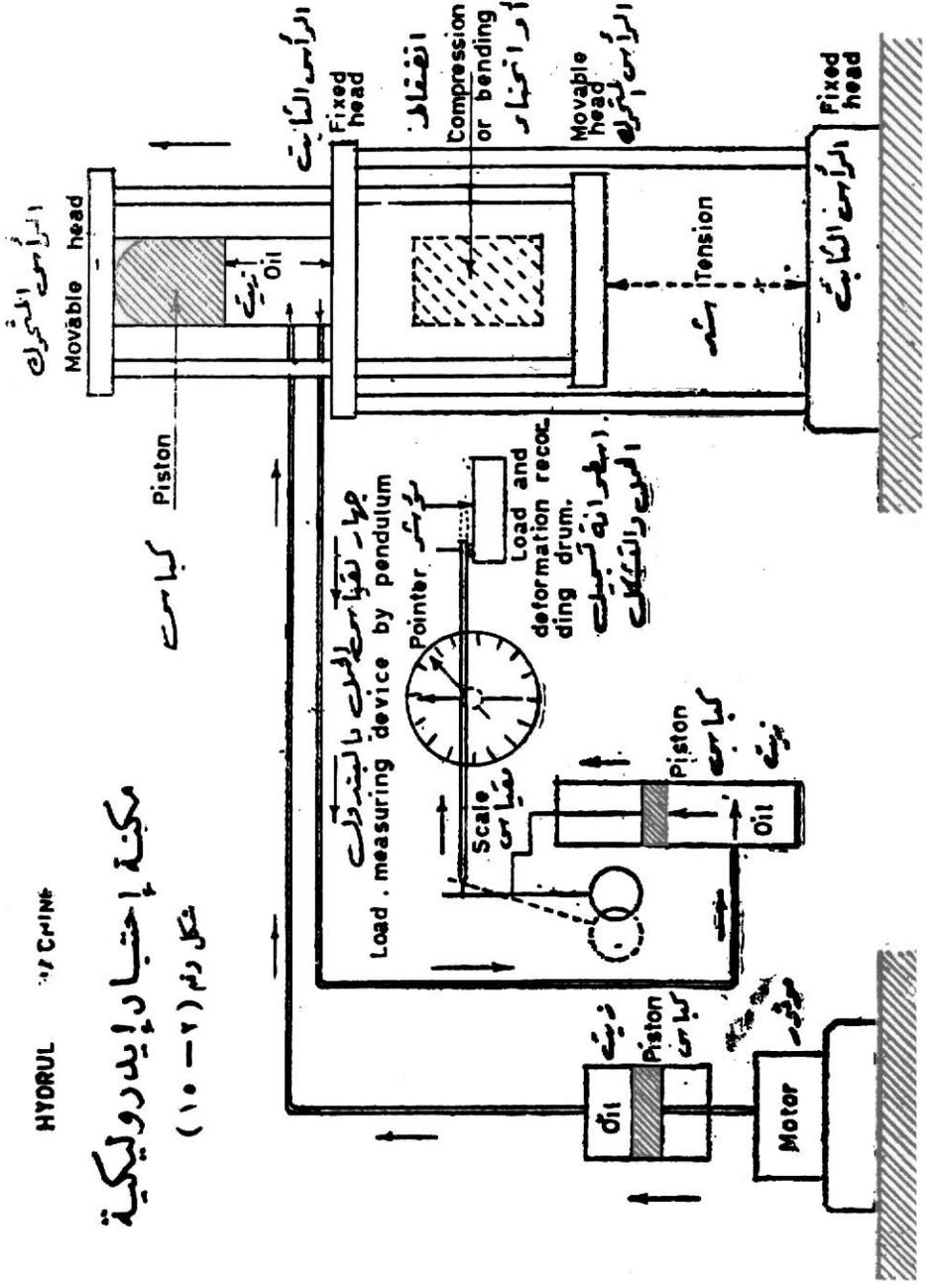
ب - المكنة الهيدروليكية : ( Hydraulic Machine ) الشكلان ( ٢ - ١٣ ، ٢٠ - ١٤ )

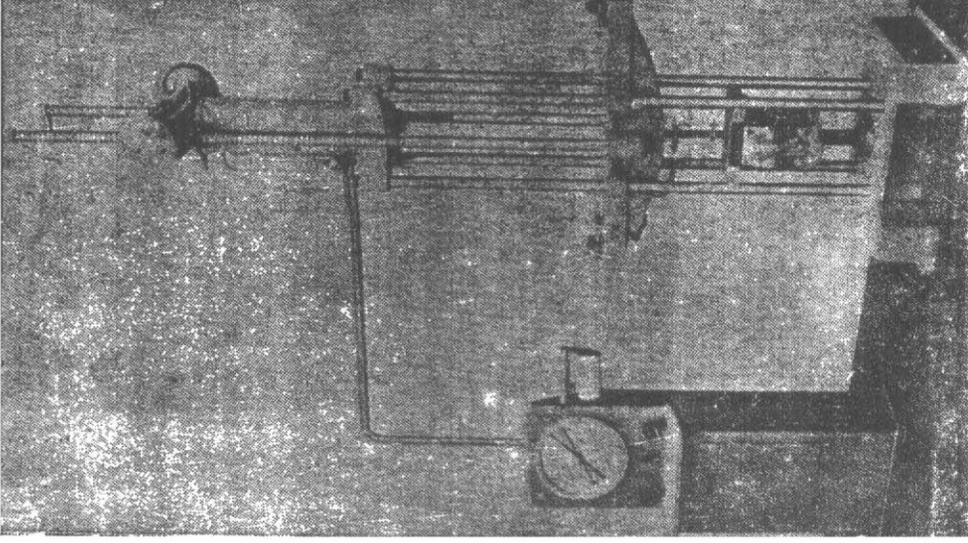
يوجد لهذه المكنة أيضاً رأس ثابت وآخر متحرك ولكن حركة الرأس المتحرك (المسبب للأحمال المؤثرة على العينات المختبرة) تكون بواسطة المنضخ الهيدروليكي للزيت .

والرسم الكروكي المبين في كل من شكل ( ٢ - ١٥ ) ، ( ٢ - ١٦ ) يبين طريقة تشغيل مكنة الاختبار الهيدروليكية ، وفيها يضغط الزيت بتشغيل الموتور الكهربائي والمنضخة الهيدروليكية ويرفع المكبس ويرفع معه الجزء المتحرك من المكنة فيسبب شداً على قطعة الاختبار المثبتة بينه وبين الجزء الثابت من المكنة أو ضغطاً أو انحناء على قطعة الاختبار الموجودة أعلاه ، وقياس الحمل المؤثر على قطعة الاختبار ينقل ضغط السائل الموجود في الاسطوانة بواسطة ماسورة إلى اسطوانة أخرى صغيرة ويكون نتيجة هذا الضغط أن يتحرك المكبس تبعاً لذلك فيؤثر العمود المتصل مباشرة بالمكبس على البندول الذي ينقل حركته إلى المؤشر الذي يتحرك على مقياس مدرج ليعين مقدار الحمل الواقع على قطعة الاختبار . ويلاحظ في مكينات الاختبار الهيدروليكية أن وجود فقاعات من الهواء في دورة السائل (الزيت) ينتج عنها عدم الدقة في القراءات التي تحصل عليها ، لذلك يجب عند إجراء أى إصلاح بالمكنة - يحتمل معه تهرب هواء في دورة الزيت - القيام بعملية طرد فقاعات الهواء قبل تشغيل المكنة . كما يلاحظ في

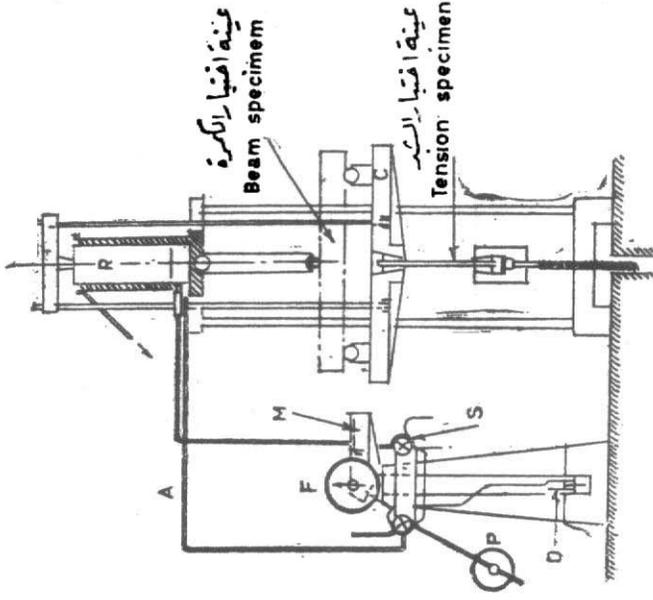
# مكينة اختبار إيدرو ليكينة

شكل رقم (١٥ - ٢)



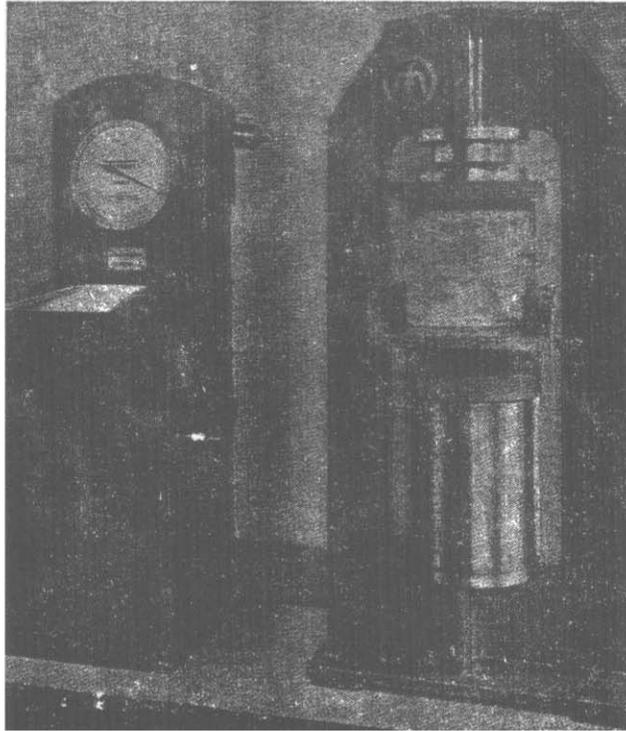
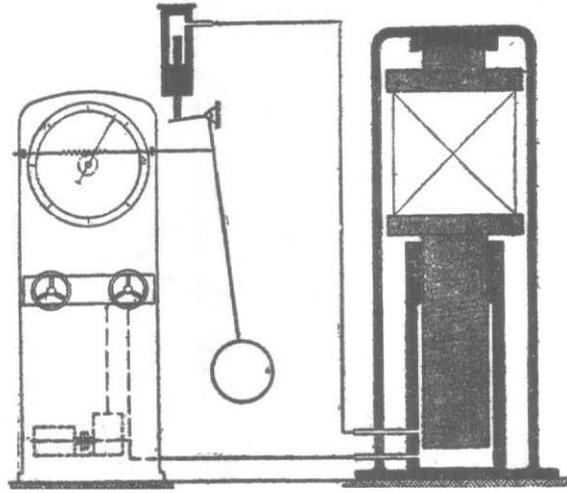


شكل رقم (١٣-٢) مكينة هيدروليكية عامة



HYDRAULIC TESTING MACHINE  
مكينة اختبار هيدروليكية

شكل رقم (١٤-٢)



شكل رقم ( ٢ - ١٦ ) مكنة اختبار هيدروليكية للضغط

المسكنات الهيدروليكية أنه يمكن تغيير ثقل أو ذراع البندول — أو الاثنين معاً — ويصحب ذلك تغيير المقياس المدرج. بأخر مرادف له ومدرج تبعاً للثقل الجديد . وهذا يمكننا من جعل سعة ودقة المسكنة مناسبة للحمل الذي يمكن أن تتحملة قطعة الاختبار .

ومسكنات الاختبار الهيدروليكية هي الوسيلة الوحيدة للتأثير بأحمال كبيرة أى تعتبر ذات سعة كبيرة فى التحمل ويلاحظ ذلك من أن أكبر مسكنة موجودة تعطى حمل ضغط قدره حوالى ٤٥٠٠ طن كما أنه توجد مسكنات هيدروليكية تتراوح سعتها بين ٢٠ طن إلى ٢٠٠٠ طن للاستخدام المعمل العادى فى الوقت الحاضر ، وتعتبر مسكنات الاختبار الهيدروليكية منتشرة الاستخدام فى معامل اختبار المواد ويفضل استخدامها عن المسكنات ذات الترس واللولب نظراً لسرعة وسهولة التأثير بالحل وإمكان التحكم الدقيق فى معدل تلك السرعة مع قلة أو انعدام تواجد الاهتزازات والضوضاء .

### ثالثاً - طرق قياس الاحمال بمسكنات الاختبار

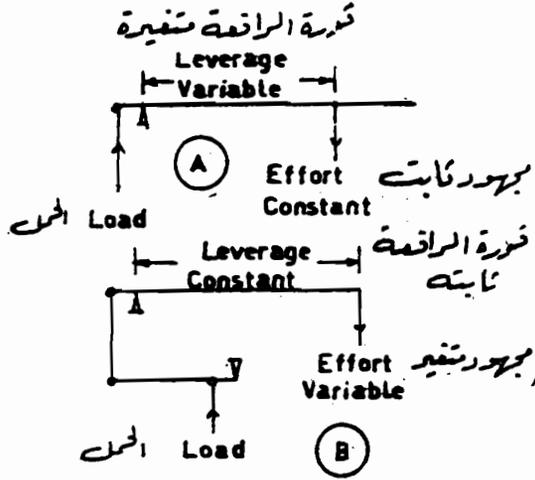
يمكن قياس قيمة الحمل الذى تؤثر به مسكنة الاختبار على العينة المختبرة فى أية لحظة من لحظات التحمل بإحدى الطرق الآتية .

#### ١ - أوزان القياس : ( Measuring Weights )

عند استعمال أوزان القياس للتأثير بالحمل على قطعة الاختبار تكون هذه الأوزان فى نفس الوقت مقاساً للحمل ولكن هذه الطريقة تكاد لا تستعمل إلا فى أضيق الحدود .

#### ٢ - أوزان القياس والرافعة ذات النسبة الثابتة : ( شكل ٢ - ١٧ )

باستخدام رافعة أفقية يمكن موازنة الحمل الذى يؤثر على الذراع القصير لهذه الرافعة بأوزان قياس معروفة تؤثر على الذراع الطويل للرافعة من نهايته ويندرج استخدام هذه الطريقة فى مسكنات الاختبار وذلك لبطء طريقة موازنة الحمل المؤثر ( Applied Load ) على قطعة الاختبار بزيادة الأوزان على الذراع الطويل .



PRINCIPLE OF LEVER-TYPE  
TESTING MACHINES (A) SINGLE-  
LEVER (B) COMPOUND-LEVER

نظرية مكينات الاختبار طراز الرافعة  
(A) رافعة مفردة (B) رافعة مركبة

شكل رقم ( ٢ - ١٧ )

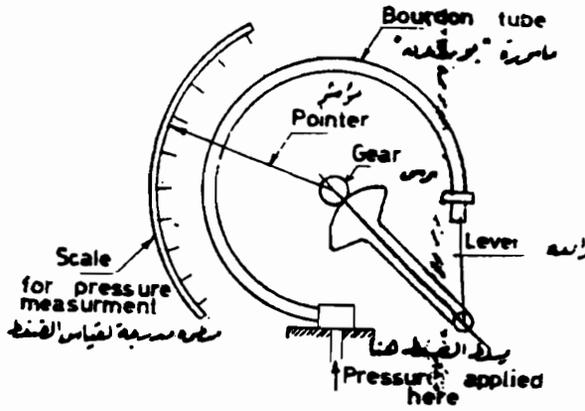
٣ - الوزن الثابت والرافعة المتغيرة : (شكل رقم ٢ - ١٨)

وتستخدم هذه الطريقة في كثير من مكينات الاختبار وتلخص في موازنة الحمل الذي يؤثر على قطعة الاختبار المثبتة في الذراع القصير لرافعة أفقية بواسطة قفل ثابت يتحرك على الذراع الطويل الذي يدرج بحيث يعطى قيمة الحمل المؤثر على قطعة الاختبار مباشرة وذلك عندما تزن الرافعة وتأخذ وضعاً أفقياً . وكثيراً ما يسمى قفل الموازنة الذي يحرك لموازنة الحمل بالثقل الراكب (شكل ٢ - ١٨ أ) .

وهناك طريقة أخرى تأخذ فيها الرافعة شكل البندول (شكل ٢ - ١٨ ب) وتمتاز هذه الطريقة عن طريقة الراكب في أن الاجهزة تحتاج إلى تحريك القفل لموازنة الحمل في حين أن الموازنة في طريقة البندول تحدث تلقائياً . وبين المؤشر الذي



ومن الواضح أن استعمال المانومتر يقتصر على قياس الأحمال البسيطة ويجوز استعماله لقياس أحمال أكبر باستخدام رافعة تنقص من قيمة الحمل الذي يؤثر على السائل .



BOURDON TUBE FOR MEASUREMENT OF LOADS

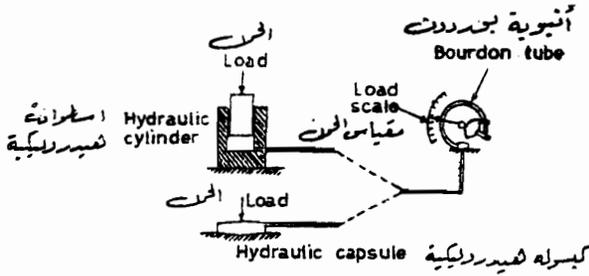
ماسورة بوردون لقياس الأحمال

شكل رقم ( ٢ - ١٩ )

أما أنبوبة بوردون ( شكل ٢ - ١٩ ) فهي عبارة عن أنبوبة معدنية مسدودة الطرف على شكل منحن يتغير انحنائها ويتحرك طرفها عند تغيير ضغط السائل بداخلها تحت تأثير الحمل وتكبير حركة طرفها بواسطة الترسين المتصلين بها وتسبب حركة الترس الصغير حركة المؤشر على مقياس مدرج ليبين قيمة الحمل المؤثر .

ويلاحظ أن دقة القياس عند استعمال أنبوبة بوردون تتأثر تأثيراً مباشراً بتغير درجة الحرارة وبالاحتكاك الناتج من حركة أجزائها وكذلك من تأثير فقد بعض الطاقة أثناء حركة الأنبوبة ، ويمكن قتل الحمل المراد قياس قيمته بواسطة اسطوانة هيدروليكية ومكبس أو بواسطة كبسولة مطاط مقلدة ( شكل ٢ - ٢٠ ) .

ولقياس الأحمال الكبيرة يمكن استعمال مجموعة من الاسطوانات ذات مساحات مقطع مختلفة وذلك لإتصاص الحمل بدلا من استعمال رافعة مركبة . وفي حالة الاسطوانة والمكبس يلاحظ أن تسرب السائل من بينهما والاحتكاك بين المكبس وسطح



WEIGHING BY HYDRAULIC PRESSURE

## الوزن بالضغط الهيدروليكي

شكل رقم ( ٢ - ٢٠ )

الاسطوانة الداخلى من أعم عيوب هذه الطريقة في حين أن طريقة الكبسولة لا يحدث فيها احتكاك يذ كر، وثبتت صلاحيتها من نواح كثيرة، ولقد شاع استعمالها فتيحة لذلك .

## ٥ - الدينامو ميترات : ( Dynamometers )

عبارة عن أجهزة تستخدم عادة لقياس الطاقة، ولما كان قياسها يتحدد بقياس القوة ( Force ) وقيمة أخرى معها فان لفظ الديناموميتر يطلق غالباً على الأجهزة التي تمكن من قياس الاحمال ذاتياً . وتتلخص فكرة عمل كثير من الديناموميترات في قياس التشكلات أو سهم الانحناء الذي يحدث في جسم مرن نتيجة للتأثير بالحمل . وتستخدم هذه القياسات كأساس في تقدير القوى المؤثرة على الجهاز على أنه في بعض الاحيان قد يستخدم الضغط الناتج في كبسولة هيدروليكية كأساس لتقدير القوى المؤثرة على الجهاز .

وعادة يوضع الديناموميتر في دائرة القوى التي يراد قياسها ( أو قياس جزء معين منها ) وبمعايرة الديناموميتر تحت تأثيرأحمال معروفة يمكن معرفة قيمة القوى المراد قياسها وذلك بقراءتها على مقياس مدرج أو باستخدام عامل معايرة ( Calibration Factor ) مع التشكلات أو سهم الانحناء الذي يحدث .

وفي مكثات اختبار المواد يستعمل عادة نوعان من الديناموميترات أحدهما يستخدم

ميزاناً زهريكياً (Spring Balance) مصنوعاً من لولب ملفوف تماماً (Closely Wound) ويمكن بواسطته القياس المباشر للحمل الواقع على عينات صغيرة . وقد يكون متصلًا برافعة مركبة أو مجموعة هيدروليكية .

والنوع الثاني يقاس الحمل فيه عن طريق سهم الانحناء المرن لتضيق أو هيكل (Frame) أو حلقة بدلا من الميزان الزهريكى المستخدم فى النوع الأول ، وفى بعض الأحيان تلصق مقاييس الانفعال السنكية باستخدام المقاومة الكهربائية وذلك لصفة دائمة على بعض الأجهزة المرنة وتستخدم كدينامومتر .

#### رابعاً - التحكم فى سرعة التحميل فى مكينات الاختبار

يمكن تغيير سرعة التحميل فى مكينات الاختبار ذات الترس واللولب بتغيير سرعة الرأس المتحرك ويكون ذلك بتغيير النسبة بين أسنان مجموعة التروس التى تحركها أو بتغيير سرعة الموتور الكهربائى الذى يحرك التروس نفسها .

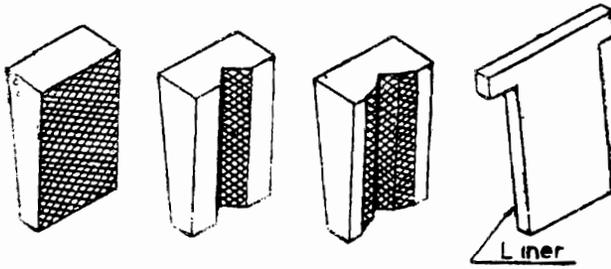
أما فى مكينات الاختبار الهيدروليكية فإن سرعة التحميل يمكن تغييرها إما باختيار السرعة المناسبة للضغط التى تدفع السائل إلى الاسطوانة أو التحكم فى دخول السائل إلى الاسطوانة بواسطة صمامات (Valves) توضع خصيصاً لذلك - وفى مثل هذه المكينات يوجد مقياس مدرج ليبين سرعة التحميل يتحرك عليه ذراع ( يبين سرعة التحميل) وبملاحظته يمكن ضبط سرعة المضخة بحيث تتشى مع سرعة التحميل المطلوبة .

#### خامساً - طرق تثبيت ووضع العينة بمكينة الاختبار

تثبت العينة المختبرة بالمكينة تبعاً لحالة التحميل وشكل ونوع العينة ، وفى حالة اختبار الشد تستخدم كلابات خابورية (Wedge Grips) أو ماسكات أخرى لتثبيت العينة كما يقين من الأشكال (٢ - ٢١، ٢٢ - ٢٣) وفى حالة اختبار الضغط توضع العينة بين لوحين معدنيين وذلك بين وجهى مكينة الاختبار كما فى

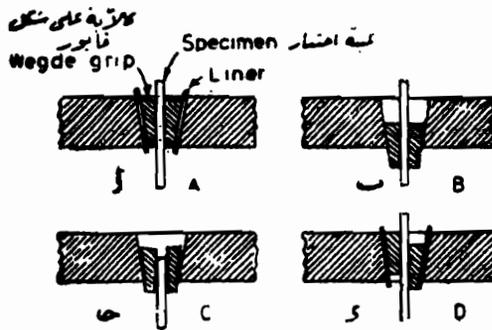
شكل رقم (٢ - ٢٤). وفي حالة اختبار الانحناء توضع العينة في المسكنة على مرتكزين (Supports) وتحمل في نقطة المنتصف أو في نقطتين كما يتضح من الشكل رقم (٢ - ٢٥) وفي حالة اختبار الشد يكون وضع العينة بالمسكنة كما هو مبين بالشكل رقم (٢ - ٢٦).

وفي حالة اختبار الحبال السلك (Wire Ropes) والحبال من الألياف النباتية مثل



WEDGE GRIP UNITS FOR TENSION TESTS OF METALS

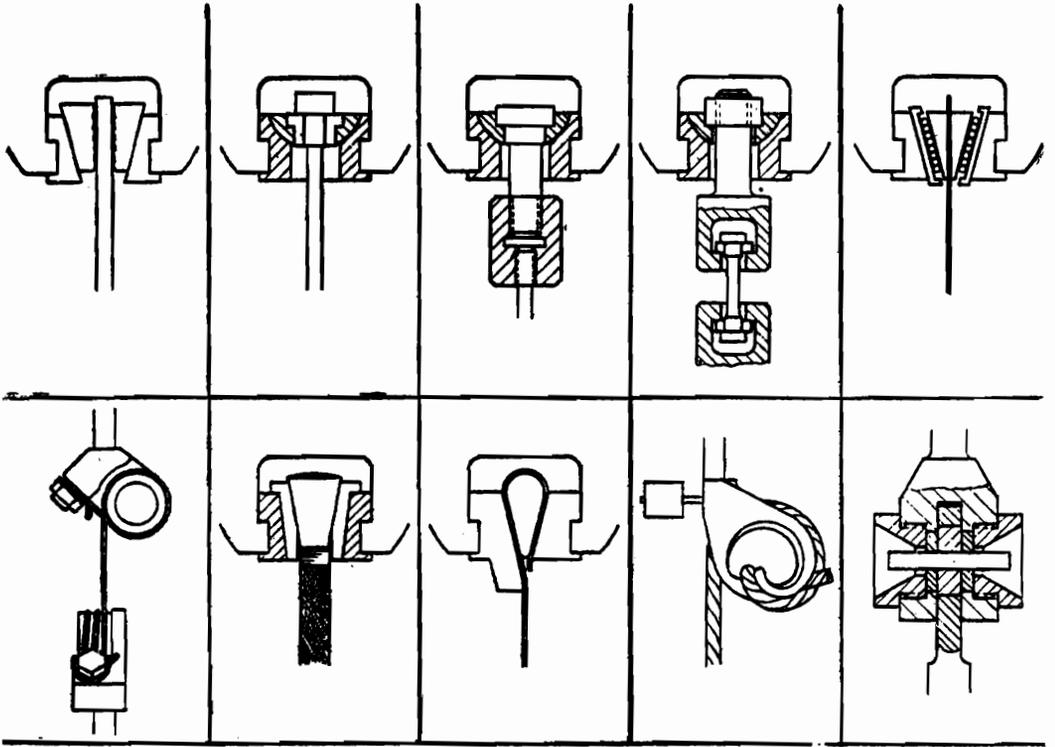
### وحدات الكلابات المخابورية لاختبارات الشد للمعادن



CORRECT (A) AND FAULTY SETTING (B, C, and D) OF WEDGE GRIPS

التوضيح الصحيح (أ) للكلابات المخابورية والأوضاع الخاطئة (ب، ج، د)

شكل رقم (٢ - ٢٦)



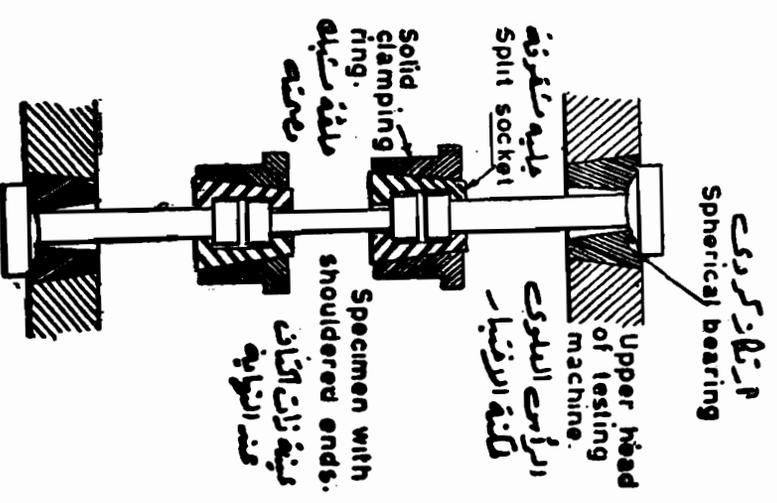
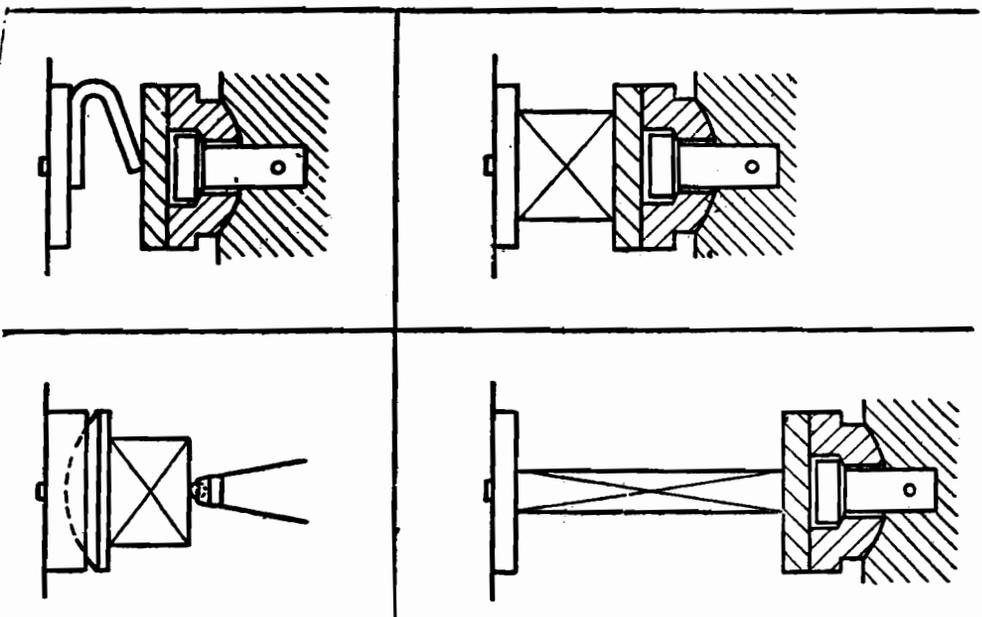
شكل رقم (٢-٢٢) الطرق المختلفة تثبيت عينات الشد بمكنة الاختبار

حبال المانيلا (Manila Ropes) وذلك في تحميل الشد ويكون تثبيت طرفي الحبل كما هو مبين بالشكل (٢ - ٢٢). كما توجد طرق أخرى متنوعة لتثبيت العينات بالمسكنة تتفق مع طبيعة الاختبارات الأخرى ومع حجم العينة المختبرة.

#### سادساً - الاشتراطات الواجب توافرها في مسكنات الاختبار

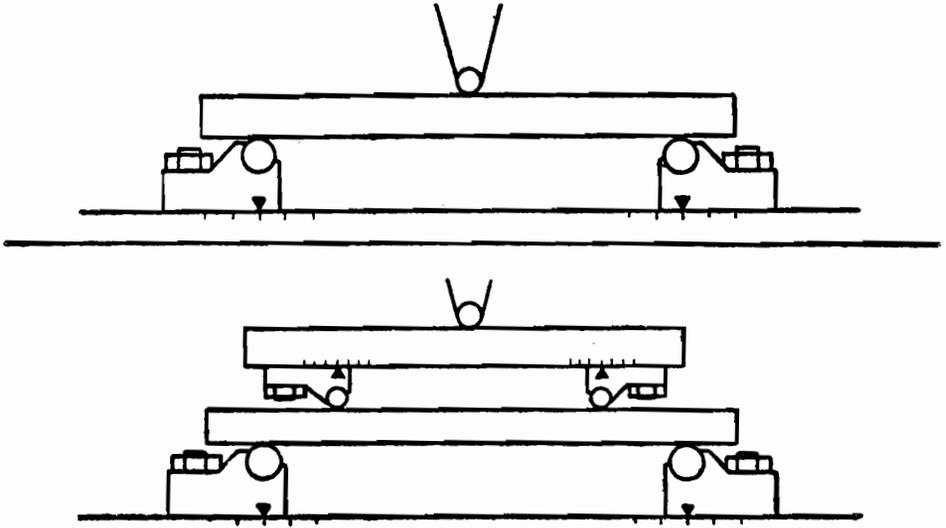
إن الاشتراطات اللازمة لمسكنات الاختبار يمكن إجمالها فيما يلي :

- ١ - يجب أن تكون المسكنة دقيقة (Accurate) في بيان الحمل على طول مدى الحمل التي يمكن أن تؤثر به المسكنة. ويمكن التجاوز عن الأخطاء (Errors) التي تتبل عن ١٪ من قيمة الحمل وغالباً تكون أقل من ٠,٥٪.
  - ٢ - يجب أن تكون المسكنة حساسة (Sensitive) لإمكان بيان التغير في الأحوال
- ٧ - المواد أول

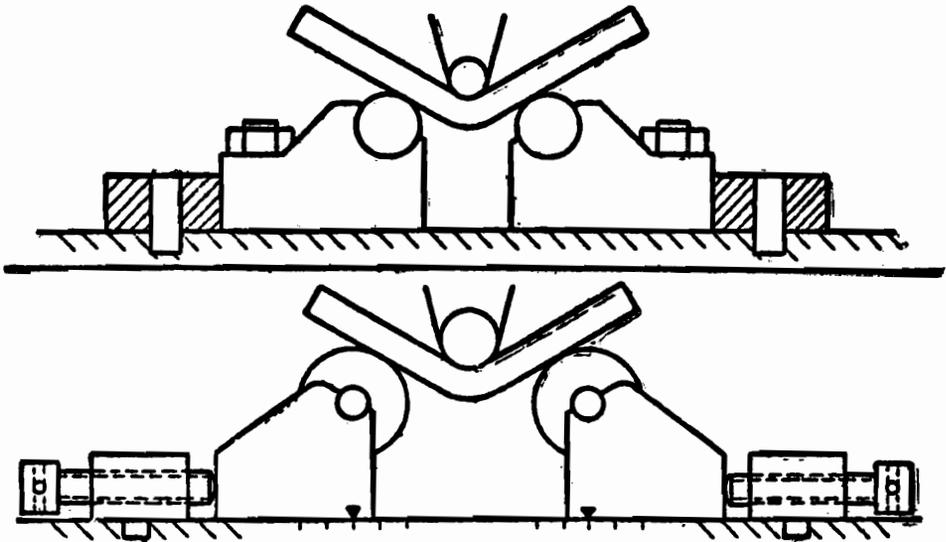


GRIPPING DEVICE FOR SHOULDERED.  
END SPECIMENS.

كلايات عيقات الاختبارات الاكثاف  
عند النهايه



شكل رقم ( ٢ - ٢٥ )  
الركائز المستخدمة في إجراء اختبار الأحمال



شكل رقم ( ٢ - ٢٦ )  
الركائز المستخدمة في إجراء اختبار التني على البارد

للصغيرة أى يمكنها تسجيل تغير في الحمل قدره ٠.٥ ٪ من قيمة الحمل .

٣ - يجب أن يكون كل من فكي (Jaws) للسكنة متمركزاً على استقامة واحدة ( In Alignment ) مع الفك الآخر .

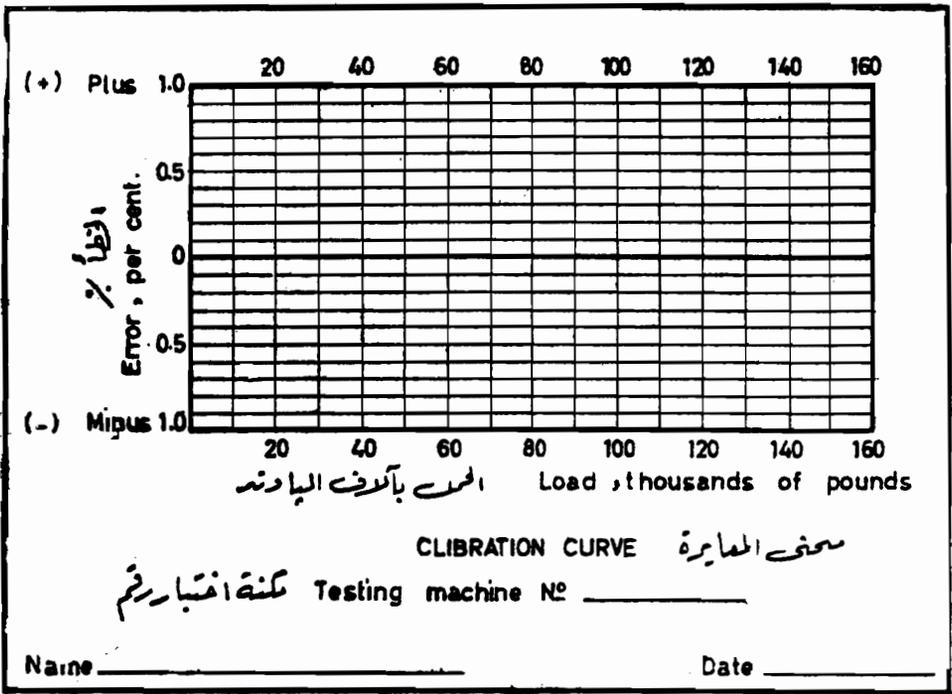
٤ - يجب ألا يسمح للفك المتحرك للسكنة بالدوران أو الالتواء أو التحرك جانبياً حتى لا يغير ذلك من حالة الحمل المؤثر به على العينة المختبرة .

٥ - يجب أن يكون التأثير بالحمل منتظماً ويمكن التحكم فيه وأن يكون في حدود سرعة معينة .

٦ - يجب أن تكون المسكنة عالية من الاهتزازات الشديدة حتى لا يؤثر ذلك في التحميل وفي نتائج الاختبارات .

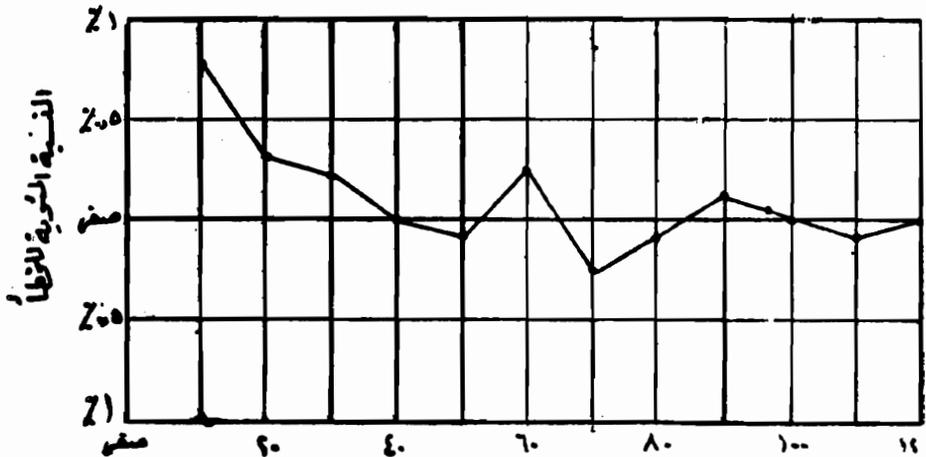
### سابعاً - معايرة مكنتات الاختبار

يلزم معايرة مكنتات الاختبار العامة من وقت إلى آخر لتأكد من أن القراءات التي تقيسها دقيقة وتمثل تماماً قيمة الحمل المؤثر به على العينات المختبرة ، وتكون المعايرة الأولية للسكنتات من عمل الصانع ، أما المعايرات التي تلى ذلك فتكون من اختصاص معامل الاختيار التي تستخدم هذه المكنتات ، وتجري المعايرة على فترات زمنية لا تتعدى سنتين ، كما يجب إجراؤها عند قتل المسكنة من مكان إلى آخر . وتكون المعايرة بالتأكد من دقة بيانات التحميل في حدود السماح التي تحددها المواصفات على أن يكون ذلك للأحمال المختلفة تبدأ من الصفر وتزداد تدريجياً حتى الحمل الأقصى للسكنة . وتستخدم أجهزة مختلفة لإجراء المعايرة تبين قيمة الحمل الصحيح الذي تؤثر به المسكنة ثم تسجل قراءات المسكنة المقابلة لهذا الحمل ومنها تحدد النسبة المئوية لخطأ تحميل المسكنة ، ثم بتكرار ذلك للأحمال المختلفة حتى أقصى سعة للسكنة يمكن رسم المنحنى البياني للمعايرة ( شكل ٢ - ٢٧ ) . ويوضح ذلك المثال الآتى والشكل رقم ( ٢ - ٢٨ ) .



Sample sheet for plotting calibration curve of testing machine in experiment coordinate scale shown for load may be modified to conform to the capacity of machine calibrated.

مثال للنوطة توقيع منحنى المعايرة لمكينة اختبار - يمكن تعديل المحاور المبين  
لمقياس الحمل لي مطابق سعة المكينة المطلوب معايرتها  
شكل رقم ( ٢ - ٢٧ )



المنحنى البياني للمعايرة  
شكل رقم ( ٢ - ٢٨ )

النسبة المئوية للخطأ	قراءة المسكنة - كجم	قراءة جهاز المعايرة - كجم
+ ٠.٨٠	١٠٠٨٠	١٠٠٠٠
+ ٠.٣٠	٢٠٠٦٠	٢٠٠٠٠
+ ٠.٣٠	٣٠٠٤٠	٣٠٠٠٠
صفر	٤٠٠٠٠	٤٠٠٠٠
- ٠.١	٤٩٩٥٠	٥٠٠٠٠
+ ٠.٢	٦٠١٢٠	٦٠٠٠٠
- ٠.٢	٦٩٧٩٠	٧٠٠٠٠
- ٠.١	٧٩٤٢٠	٨٠٠٠٠
+ ٠.١	٩٠٠٩٠	٩٠٠٠٠
صفر	١٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠
- ٠.١	١٠٩٨٩٠	١١٠٠٠٠
صفر	١٢٠٠٠	١٢٠٠٠٠

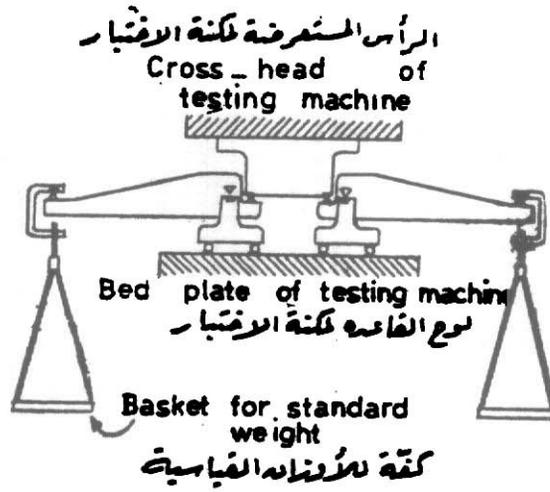
وتتوقف الطريقة المتبعة في معايرة مسكنة الاختبار على مدى الدقة المطلوبة ، وعادة تكون المعايرة بأحدى الطرق الآتية :

### (١) الانتقال الثابتة : ( Dead Weights )

وتعتبر هذه الطريقة أبسط وأسهل الطرق وتكون بتعليق حمل ثابت معلوم مباشر بفك مسكنة الاختبار ثم قراءة تدريج المسكنة المناظر لهذا الحمل . وهذه الطريقة غير عملية وتصلح فقط للسكنات الصغيرة نظراً لضعف الحيز بالمسكنة الذي يعلق به الحمل علاوة على أن رفع الحمل لتعليقه بالمسكنة يكون سهياً ولا يمكن إجراؤه في الأحمال الكبيرة .

### (ب) الأوزان والروافع : ( Levers and Weights )

يمكن تكبير مدى استعمال طريقة الأوزان فقط في معايرة مسكنات الاختبار وذلك باستعمال فكرة الروافع مع الأوزان . وعادة تكون بالنسبة بين ذراعى الرافعة ١٠ : ١ وبالتالي يمكن تكبير مدى المعايرة عشر مرات . والأشكال رقم



### PROVING LEVERS

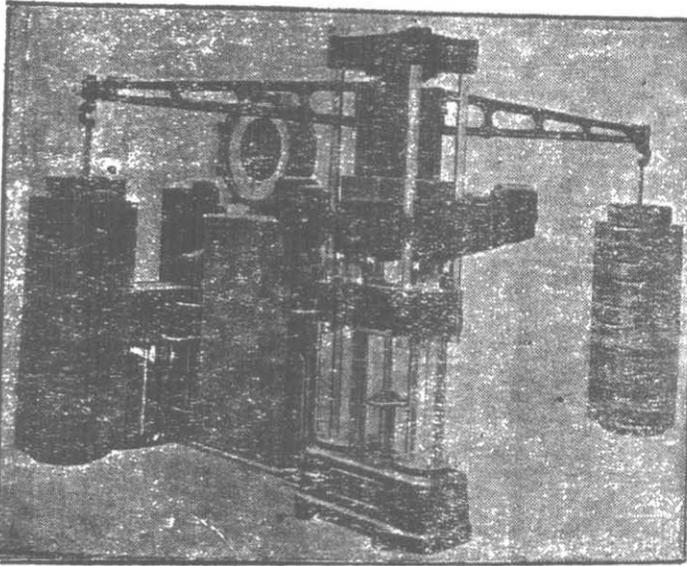
## روافع اختبار

شكل رقم ( ٢ - ٢٩ )

( ٢ - ٢٩ ، ٢ - ٣٠ ) تبين جهاز روافع الاختبار ( Proving Levers ). وهو يوضح إحدى التركيبات المألوفة المبنية على هذه الفكرة ، ولمعايرة مكينات الاختبار الأفقية بهذه الطريقة يستخدم نوع من الروافع يسمى « روافع ذراع الجرس » ( Bell Crank Levers ) وفيه يكون أحد ذراعي الرافعة عمودياً على الآخر ، وهذه الطريقة للمعايرة محدودة الاستعمال أيضاً نظراً لصعوبة نقل وحمل الأثقال والأذرع كما أنه لا يمكن بها معايرة حمل أكثر من ٢٠ طناً .

ح - الأجهزة المرنة للمعايرة : ( Elastic Devices )

تتضمن طريقة المعايرة بالأجهزة المرنة تعريض جهاز المعايرة إلى التحميل بمسكة الاختبار فيحدث به تشكل مرن ( Elastic Deformation ) ويمكن قياس ذلك التشكل بمنتهى الدقة بتمتص متصل بالجهاز فتكون قيمة التشكل متناسبة مع قيمة الحمل الذي تؤثر به المسكة ، ويمكن بمعرفة ثابت الجهاز الذي يعطى بواسطة الصانع



شكل رقم ( ٢ - ٣٠ ) معايرة مكنتة الاختبار بجهاز روافع الاختبار

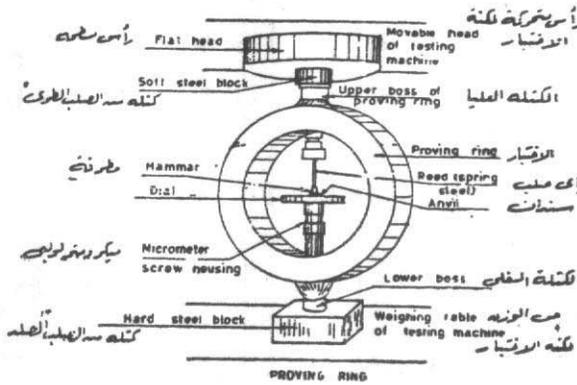
تحديد قيمة الحمل الحقيقي الذي تؤثر به المكنتة كما يمكن قراءة تدريجات مقياس الحمل بالمكنتة ثم مقارنة كل من الحالتين لإجراء المعايرة ، ومن أنواع تلك الأجهزة المرفقة للمعايرة ما يأتي .

#### ١ - قضيب الصلب القياسي : ( Standard Steel Bar )

يوجد مع هذا القضيب رسم بياني يبين القيمة الدقيقة للانفعال الذي يحدث به نتيجة الحمل في حدود المرونة . ولإجراء القيمة يوضع القضيب بين فكي مكنتة الاختبار ويعرض لحمل شد معين تبينه المكنتة . ثم يعين الانفعال المصاحب لهذا الحمل من قراءة جهاز الانفعال الذي يوضع على القضيب قبل بدء الاختبار . ومن قيمة هذا الانفعال ومن الرسم البياني الخاص بالقضيب سالف الذكر يعين الحمل الصحيح الذي يسبب الانفعال المذكور . ويقارن هذا الحمل الصحيح بالحمل الذي تبينه مكنتة الاختبار .

#### ٢ - حلقة المعايرة : ( Proving Ring )

يبين الشكل رقم ( ٢ - ٣١ ) الأجزاء الرئيسية لحلقة المعايرة . وتشكل حلقة المعايرة بالتشغيل بالمكنتات من صلب صلب مصنع ومعرض لمعاملة حرارية بمنتهى العناية



### حلقة الأختبار لمعايرة المكتبات

شكل رقم ( ٢ - ٢١ )

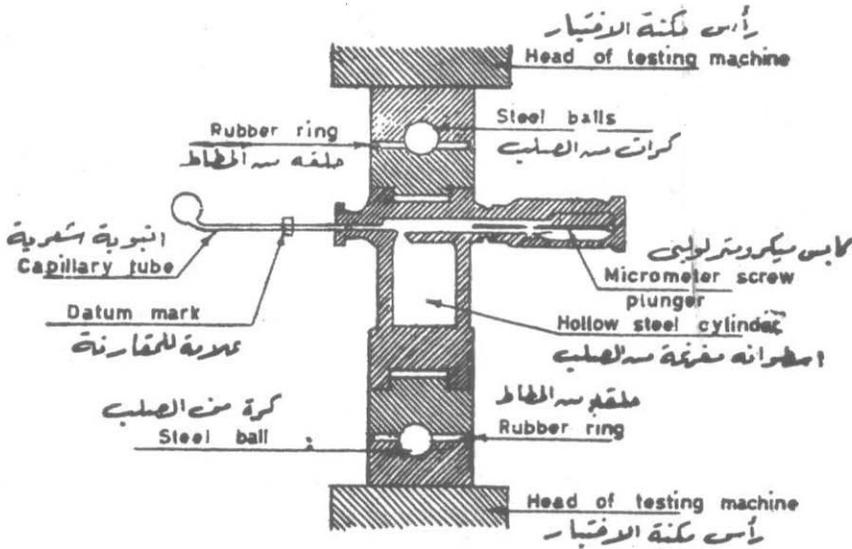
ويتكون الجزء الخاص بالمقياس من ميكرومتر لولبي (Screw Micrometer) دقيق يحمل قرص (Dial) مدرج بمنتهى الدقة . ويوجد في وسط القرص كرة من الصلب تعمل كسندان (Anvil) ويتصل بإى ورقى صغير ( Leaf Spring ) رقيق السمك بحلقة الضغط فوق الميكرومتر اللولبي مباشرة حيث يحمل ذلك الإيى في طرفه السفلى ساند مصلد (Hardend pad) بشكل مطرق ( Hammer ) وعند إجراء المعايرة توضع حلقة المعايرة بمكنة الاختبار بحيث تكون المطرقة بعيدة عن السندان في حالة إجراء التحميل بالضغط ، أو تكون المطرقة ملاسة للسندان في إجراء التحميل بالشد ، ثم تسجل قراءة الميكرومتر . ثم تحمل الحلقة (تقرب المطرقة من السندان في حالة الضغط وتبعد المطرقة عن السندان في حالة الشد) ثم يدار القرص يدوياً حتى تلامس المطرقة السندان وتسجل قراءة الميكرومتر ثانية ويأكد من الملامسة المذكورة بالسمع أو بالنظر ، ويحسن أن يكون ذلك عن طريق استخدام دائرة كهربائية تنضى لمبة صغيرة أو تحدث رنيناً عند التلامس ثم يعين الفرق بين قراءتي الميكرومتر فيكون هو التشكل المرن الحادث بالحلقة نتيجة التحميل ، وتوجد رسومات بيانية خاصة يجهزها صانع الحلقة تبين العلاقة بين قراءة الميكرومتر وقيمة الحمل الحقيقية المناظرة لها .

ومن هذه الرسومات يمكن تعيين الحمل الحقيقي ، وبمقارنته بالحمل المبين بمقياس المكنة يمكن إجراء المعايرة لأي حمل .

وتستخدم حلقة الاختبار مفردة أو قد تستخدم مجموعات من هذه الحلقات في حالة معايرة المكنتات ذات السعات العالية .

### ٣ - صندوق المعايرة القياسي : ( Standardizing Box )

يبين الشكل رقم ( ٢ - ٢٢ ) الصندوق القياسي أمسلر ( Amaler ) وهو عبارة



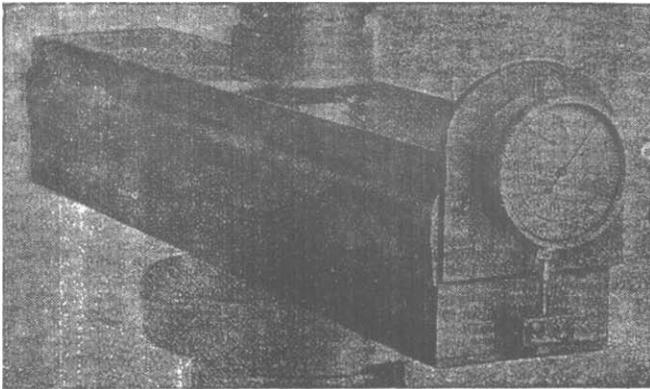
STANDARDIZING BOX

## صندوق المعايرة

شكل رقم ( ٢ - ٢٢ )

عن إسطوانة حديدية مفرغة مقفلة تماماً ومملوءة بالزئبق وهو الذي يقيس الاحمال بزيادة أو نقص حجمه . ويتم ذلك بتجهيز أحد جوانب الاسطوانة بأنبوبة شعيرية أفقية تنتهي ببيصلة زجاجية ( Glass bulb ) ويوجد في مواجهة الأنبوبة من الجانب الآخر تماماً ميكرومتر لولبي بمحرك دافعة ( plunger ) ويتصل كل من الأنبوبة الشعيرية والميكرومتر اللولبي بداخل الاسطوانة المملوءة بالزئبق . وعند بدء الاختبار يحرك الميكرومتر حتى يكون عمود الزئبق في الأنبوبة الشعيرية منطبقاً على علامة الإسناد

( Datum Mark ) وتؤخذ قراءة الميكرومتر . وعند تحميل الصندوق القياسي بحمل ضغط فإن تقص الحجم الداخلى للصندوق يطرد الزيت فى الأنبوبة الشعرية . ثم يدار الميكرومتر ليحرك الرافعة إلى الخارج من الأنبوبة الشعرية ( فيحل محلها الزيت المطرود بالأنبوبة ) حتى يعود عمود الزيت لينطبق ثانية على علامة الإسناد ثم تؤخذ قراءة الميكرومتر، ويكون الفرق بين قراءتى الميكرومتر وهو المقابل للتغير فى الحجم الناتج من الحمل الذى تؤثر به المسكنة . وباستخدام رسم يبانى يعده الصانع بين التغير فى الحجم للصندوق وبين الحمل المناظر الذى يؤدى هذا التغير يمكن معرفة الحمل الحقيقى ومقارنته بالقراءة التى تبينها المسكنة بجهاز القياس بها ، ويستخدم الصندوق القياسى لأحمال الشد وأحمال الضغط ويمكن تصميمه لمعايرة مسكنة ذات سعة تحميل ٥٠٠ طن على الأكثر .



شكل رقم ( ٢ - ٣٣ ) جهاز الأنشوط المرنة

#### ٤ - الأنشوط المرنة : ( Elastic Loop )

تستخدم الأنشوط المرنة شكل ( ٢ - ٣٣ ) لتأكد من دقة قراءات مسكنات الاختبار ذات السعات الصغيرة بحد أقصى ١٠ - ٣٠ طناً . ويتكون الجهاز من أنشوط مستطيلة المقطع من كتلة مصممة من الصلب المصلد . ويحمل أحد طرفى الأنشوط مقياس مدرج يبين فى حالة ضغط الأنشوطه تغير فى الارتفاع بحد أدنى قدره ٠.١ مم وذلك التغير فى الارتفاع للأنشوطه نتيجة التحميل ينتقل ليبين بالمقياس

عن طريق أذرع بسيطة . وتكون قيمته متناسبة مع الحمل المؤثر وبذلك يعمل المقياس المدرج غالباً ليدين الحمل الحقيقي مباشرة ويقارن بالحمل الذي تسجله مكنة الاختبار بمقياسها وتجرى المعايرة على هذا الأساس . ويصير حماية الأنشوطة الصلب بوضعها في غلاف خاص ( Casing ) يحوى أيضاً مجموعة الأذرع .

وتستخدم الأنشوطة المرنة في اختبارات تحميل الشد أو الضغط .

ويجب توافر الشروط التالية في أجهزة المعايرة المرنة عموماً :

١ — أن يكون تصميمها بحيث لا يؤثر تداولها وتقلها على دقتها وبحيث يمكن تغيير الأجزاء التي تبلى فيها بدون التأثير على حساسيتها .

٢ — أن تركيب الأجزاء الإضافية المختلفة واللازمة لتثبيتها في المكنة دون أن تؤثر العيوب الموجودة في هذه الأجزاء ( عند ربطها ) على دقة الجهاز أو حساسيته .

٣ — أن تتم معايرتها مع أجهزة القياس التي تستخدم معها وأن تسمح سعة جهاز القياس باستعماله في مدى المعايرة كله .

ويراعى عند استعمال أجهزة المعايرة المرنة أن يكون التغيير في درجة الحرارة أثناء المعايرة أقل ما يمكن . كما يجب معرفة درجة الحرارة التي تمت عندها معايرة الجهاز نفسه حيث أن الخواص المرنة لجهاز المعايرة تتغير بتغير درجة الحرارة .

وتعابير هذه الأجهزة عادة باستخدام الأوزان القياسية ( Standard Weights ) .

## تمرين رقم (٢)

دواسة مكنتات الاختبار وكيفية معايرتها

المجال :

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أنواع مكنتات الاختبار المختلفة وتركيبها وطرق تشغيلها ، وكذلك دراسة كيفية معايرة هذه المكنتات لبيان الأخطاء في قيمة الاحمال التي قد تكون موجودة بالقراءة التي تبينها أجهزة المكنتة .

الثالثة :

- ١ - ما هي أنواع مكنتات الاختبار ؟
- ٢ - ما هي الأنواع الرئيسية لمكنتات الاختبار العالمة ؟
- ٣ - ارسم رسماً تخطيطياً لمكنتة الاختبار الهيدروليكية ورسماً آخر لمكنتة الاختبار ذات الترس واللولب . وبين في كل حالة طريقة التأثير بالحمل وطريقة قياس ذلك الحمل .
- ٤ - متى ينضل استخدام مكنتات الاختبار الرأسية أو الأفقية ؟ وضح ذلك بالأمثلة .
- ٥ - ما هي عيوب مكنتات الاختبار ذات الترس واللولب المجهزة بالنراع والتثل لقياس الحمل؟ وهل لمكنتات الاختبار الهيدروليكية أية عيوب؟ وضح ذلك .
- ٦ - ما هي مزايا مكنتات الاختبار العامة الهيدروليكية ؟
- ٧ - ماذا يتمدد بمعايرة مكنتات الاختبار ؟
- ٨ - ما هي الطرق المختلفة لمعايرة مكنتات الاختبار العامة ؟ بين متى يلزم معايرة تلك المكنتات ؟
- ٩ - اشرح تفصيلاً كيف يمكن معايرة مكنتة الاختبار العامة . . اطن باستخدام حلقة المعايرة ؟ وضح إجابتك بالرسومات .
- ١٠ - ما الفرق بين دقة ( accuracy ) وحساسية ( sensitivity ) مكنتة الاختبار وهل يلزم أن تكون مكنتة الاختبار ذات الحساسية دقيقة دائماً؟ اشرح ذلك .

١١ - أجرى اختبار معايرة لمكينة اختبار عامة ١٠ طن باستخدام حلقة المعايرة وكانت القراءات التي بينتها مكينة الاختبار والقراءات المقابلة لها والتي بينتها حلقة المعايرة كالآتي :

١٠	٩	٨,٧	٦	٥	٤	٣	٢	١,٥	١	٠,٥	مكينة الاختبار - طن
٩,٧	٨,٨	٨,٧	٦,٢	٥	٣,٨	٢,٩	٢	١,٥٥	١,١	٠,٦	حلقة المعايرة - طن

ارسم منحى المعايرة لمكينة الاختبار وبين عليه مناطق التحميل التي يمكن اعتبار مكينة الاختبار غير دقيقة في بيانها وذلك باعتبار أن الخطأ المسموح به في قراءات مكينة الاختبار هو بحد أقصى  $\pm ١$  %.