

# الباب الأول

1

## عناصر نقل القدرة وملحقاتها

Elements of Power Transmission  
and its suppliments

# متهيد

ينافس هذا الباب شرح الأجزاء الأساسية والمساعدة لوسائل نقل القدرة والجزاء المساعدة لمجموعات وآليات نقل الحركة في آلات التشغيل ، بحيث تقوم بأداء عملها على أكمل وجه.

ويتناول الرسم التخطيطي للأجزاء والوصلات والآليات الميكانيكية ، وعرض لجميع أنواع وأشكال عناصر نقل القدرة وملحقاتها كالأعمدة . المحاور . المسامير . مرتكزات الأعمدة . المحامل . موانع التسرب . النواضح اليايات .. وغيرها ، مع عرض العديد من الأشكال والرسومات التخطيطية التوضيحية ذات العلاقة . ويتعرض إلى مجال إستخدام هذه الأجزاء وطرق تركيبها .

## التعبير بالرسم التخطيطي

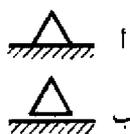
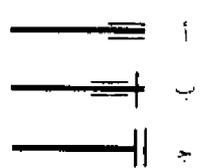
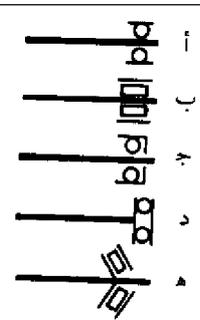
يعتبر الرسم الهندسي بمثابة وثيقة فنية التي تؤدي إلى تصنيع جميع الأجزاء وفقاً لها ، حيث يحتوي الرسم بالإضافة إلى شكل الجزء بيانات عن كل أبعاده وعن المواد التي يجب استخدامها لتصنيع هذا الجزء ، والمتطلبات التي يجب أن يفي بها الجزء المصنع ..... إلخ . ومن ثم فإن الرسم التخطيطي يوضح عمل وإرتباطات الآليات والأجزاء المختلفة ..... إلخ ، حيث يقدم تصوراً واضحاً عن تتابع تركيب الأجزاء والوصلات والآليات الميكانيكية المختلفة التي تساعد الطالب والقارئ على التفهم السريع للرسم التجميعية.

جدول 1 - 1 يوضح الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الميكانيكية

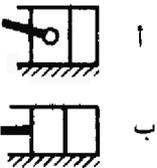
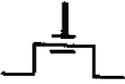
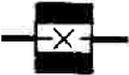
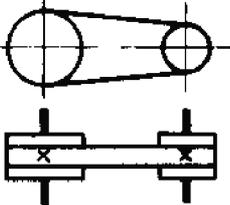
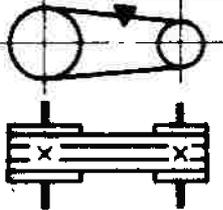
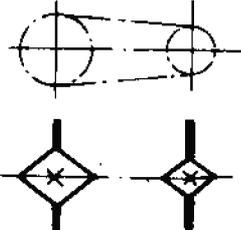
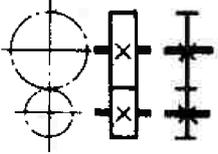
إنتشاراً.

## جدول 1 - 1

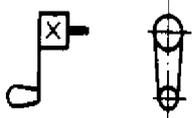
### الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الميكانيكية إنتشاراً.

الرمز	اسم الجزء
-	عمود . عمود صغير . محور قضيب ..... إلخ
	محور . قضيب . مسمار (بنز) ثابت
	نقطة إرتكاز قضيب : (أ) ثابتة (ب) متحركة
	كراسي تحميل إنزلاقية ودحرجية على عمود .. (بدون تحديد النوع) : (أ) قطرية (ب) قطرية إرتكازية (ج) إرتكازية
	كراسي تحميل إنزلاقية : (أ) قطرية (ب) قطرية إرتكازية
	كراسي تحميل دحرجي : (أ) قطرية (ب) أسطوانية قطرية (ج) قطرية إرتكازية (د) إرتكازية (هـ) قطرية إرتكازية أسطوانية

	<p>إتصال الأجزاء بالأعمدة :  (أ) حر أثناء الدوران  (ب) متحرك بلا دوران  (ج) ثابت</p>
	<p>إتصال عمودين :  (أ) مصمت  (ب) مرن  (ج) تليسكوبي</p>
	<p>قارنات كلابية لوصل الحركة قارنات مسننة :  (أ) وحيدة الإتجاه  (ب) ثنائية الإتجاه</p>
	<p>قارنات إحتكاكية لوصل الحركة :  (أ) تعبير عام .. دون تحديد النوع  (ب) هيدروليكية أو نيو مائية من جانب واحد  (ج) كهرومغناطيسية ذات إتجاهين  (د) مخروطية من جانب واحد  (هـ) قرصية من الجانبين</p>
	<p>حدمات (كامات) مسطحة للإنتقال الطولي</p>

 <p>أ ب</p>	<p>أستوانات مع مكابس مثبتة في أعمدة توصيل</p>
	<p>وصلة عمود مرفق (ركبة واحدة) مع ذراع توصيل</p>
	<p>حداقة على عمود</p>
	<p>نقل حركة بسير مسطح</p>
	<p>نقل حركة بسير إسفيني على شكل حرف V</p>
	<p>نقل حركة بالسلاسل .. تعبير تعبير عام دون تحديد نوع السلسلة</p>
	<p>نقل حركة بتروس أسطوانية : التعشيق الخارجي .. تعبير عام دون تحديد نوع التروس</p>

	<p>نقل حركة من أعمدة متعامدة المحاور بواسطة تروس مخروطية .. تعبير عام دون تحديد شكل الأسنان</p>
	<p>نقل حركة من أعمدة باستخدام ترس دودي ويريمة</p>
	<p>لولب تحويل نقل الحركة</p>
	<p>صامولة على لولب لتحويل نقل الحركة (أ) من قطعة واحدة (ب) من أكثر من قطعة</p>
	<p>نوابض .. (بايات) (أ) أسطواناني إنضغاطي (ب) أسطواناني شد</p>
	<p>ذراع تحويل</p>
	<p>نهاية عمود متصل بمقبض فصل</p>
	<p>وصلة لا مركزية</p>

	<p>مقبض إدارة</p>
	<p>دعائم متحركة</p>
	<p>عمود مرن لنقل عزم الدوران</p>

## عناصر نقل القدرة

### Elements of Power Transmission

تنتج الطاقة المستخدمة في المجال الميكانيكي في أغلب الحالات بشكل دوراني كالترينيات والمولدات والمحركات الكهربائية التي تعطي القدرات الميكانيكية. تنقل هذه القدرات عن طريق أجزاء أساسية وأجزاء أخرى مساعدة تسمى بعناصر نقل القدرة ومن أمثلتها الأعمدة - المحاور - المسامير - المحامل - القوابض - القارنات - السيور - التروس - الجنازير..... وغيرها.

كل هذه الأجزاء تثبت في جسم الآلة المطلوب تشغيلها وتستغل في النواحي الهندسية المختلفة بأجهزة نقل الحركة لنقل عزم الدوران.

## الأعمدة والمحاور

### Shafts and Axles

تحمل الأعمدة والمحاور أجزاء المكنات المختلفة مثل التروس - بكرات السيور - الأقراص الإحتكاكية ..... وغيرها المثبتة بها ، أو التي تدور عليها تبعاً لحركة الأعمدة والمحاور لتنتقل القوى من جزء إلى آخر .

### المواد المستخدمة في صنع الأعمدة والمحاور:

#### Materials used for manufacturing shafts and axles

تصنع أعمدة ومحاور ماكينات الإنتاج وآلات الإحتراق الداخلى والآلات ذات القدرات الكبيرة من مواد تتميز بمواصفات متانة عالية بدرجة كافية ، بحيث تقبل المعاملات الحرارية بهدف زيادة مقاومة التآكل الناتج عن الإحتكاك ، بالإضافة إلى قابلية هذه المواد للتشغيل .

يتوقف إختيار المواد التي تصنع منها الأجزاء الميكانيكية المختلفة على مدى تحمل هذه المواد للإجهادات المختلفة ، لذلك يستخدم الصلب الكربونى فى صنع الأعمدة والمحاور، حيث يتميز بقابليته الجيدة للتشغيل ، بالإضافة إلى إجراء المعاملات الحرارية اللازمة له لإعطائه خواص ميكانيكية وصلادة عالية ، كما يستعمل الصلب السبائكي في صنع الأعمدة والمحاور ذات التحميل العالى والذي يجرى معاملته بمختلف أنواع المعاملات الحرارية ، كما تصنع الأعمدة المرفقية من صلب المطروقات أوالمسبوكات وكذلك من حديد الزهر العالى المتانة .

### الأشكال التصميمية للأعمدة والمحاور:

#### Shapes of Shafts and axles

تتحد الأشكال التصميمية للأعمدة والمحاور من واقع الغرض من هذه الأجزاء وظروف تجميع الوحدة، وتختلف تسمية كل منهما حسب وظيفة ونوع العمل القائم به .  
تصمم الأعمدة والمحاور فى العادة بصورة قضبان إسطوانية بأقطار متدرجة مختلفة،

وأبسط الأعمدة والمحاور هي التي تصنع بصورة قضبان إسطوانية ذات قطر واحد والتي تعتبر من الأمور النادرة ، حيث تزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليها ، كما تجعل عمليات فك وتجميع الوحدة أكثر تعقيداً.

### **الأعمدة والمحاور المجوفة :**

#### **hollow shafts and axles**

تنتج الأعمدة والمحاور ، بحيث تكون مصمته أو مجوفة ، وقد لجأت دور الصناعة أخيراً إلى إنتاج الأعمدة والمحاور المجوفة التي إنتشر إستخدامها في شتى المجالات الهندسية ، وأقرب مثال لذلك هو إستخدام الأعمدة المجوفة بآلات التشغيل مثل المخارط والفرايز .

### **مميزات الأعمدة والمحاور المجوفة:**

#### **Advantages of hollow shafts and axles**

1. التخفيف الملموس في الوزن .. مع الاحتفاظ بنفس ظروف العمل.
2. تزييق الأجزاء المختلفة للآلة من خلال مرور الزيت بتجويف الأعمدة والمحاور.
3. تثبيت أجهزة التحكم الدقيقة داخل تجويف الأعمدة والمحاور وخاصة في آلات التشغيل الأوتوماتية.
4. إمكان تثبيت القطع الطويلة المراد تشغيلها.. كما هو الحال في أعمدة دوران المخارط.

### **القوة المؤثرة على الأعمدة والمحاور :**

#### **Forces affecting shafts and axles**

تتشابه الأعمدة والمحاور مع بعضها البعض في الشكل ويختلف كل منهما عن الآخر في القوي المؤثرة وهي كما يلي :-

### **القوة المؤثرة على الأعمدة : Forces affecting shafts**

تحمل الأعمدة أجزاء الآلة المختلفة مثل بكرات السيور - التروس - القوابض - القارنات - الحدافات .....إلخ.

تصمم الأعمدة في الآلة بأوضاع مختلفة حيث يمكن أن تكون أفقية أو رأسية أو مائلة.

تستخدم الأعمدة في نقل عزم الدوران ، وبذلك يكون الحمل الواقع عليها أساساً هو أجهاد لي كما تتعرض لإجهاد حني ، نتيجة لوزن التروس وبكرات السيور والحدافات وغيرها ، بجانب القوي التي تنقلها ووزن الأعمدة نفسها.

### القوي المؤثرة علي المحاور: Forces affecting axles

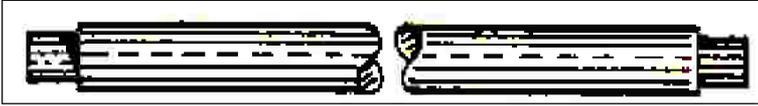
المحاور هي أجزاء من الآلة يقتصر عملها على أن تكون ركيزة للجزء الذي يقوم بالحركة الدورانية ، والسمة المميزة للمحاور هي أنها (لا تنقل عزم الدوران) بل تتعرض لإجهادات الحني فقط ، لذلك ينظر إليها على أنها عوارض أو كمرات. يمكن أن تكون المحاور ثابتة عندما يكون الجزء الدائر عليها حراً.. ويمكن أن تكون متحركة وذلك في حالة تثبيت الجزء الدائر بالمحور ودورانها معاً وفي هذه الحالة تنقل المحاور عزم الدوران.

### أنواع الأعمدة : Types of shafts

تنقسم الأعمدة من حيث الشكل والتصميم لتناسب نقل القدرة (الحركة) لجميع المتطلبات وهي كالآتي :-

### أعمدة إسطوانية : Cylindrical shafts

العمود الإسطواني المستقيم الموضح بشكل 1 - 1 يعتبر من أبسط أنواع الأعمدة وإنتاجه من الأمور النادرة ، حيث يزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليه ، كما تجعل عمليات الفك والتركيب أكثر تعقيداً.

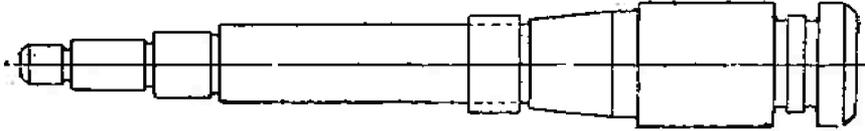


شكل 1 - 1

العمود الأسطواني المستقيم

## أعمدة بتدرجات مخروطية : Shafts With Conical Steps

تستخدم الأعمدة ذات الأقطار أو التدرجات المخروطية شكل 1 - 2 كأعمدة دوران بالمخارط ، كما تستخدم كأعمدة لبعض آلات التشغيل . تمتاز هذه الأعمدة بسهولة تثبيت الأجزاء المركبة عليها .

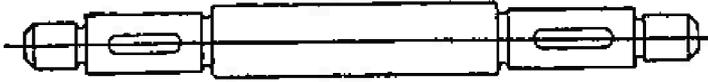


شكل 1 - 2

عمود يتدرجات مخروطية

## أعمدة بأقطار متدرجة : Stepped Shafts

تستخدم الأعمدة ذات الأقطار المتدرجة شكل 1 - 3 كأعمدة دوران بالمخارط ، حيث تثبت الركائز والتروس المختلفة على الأقطار المتدرجة .

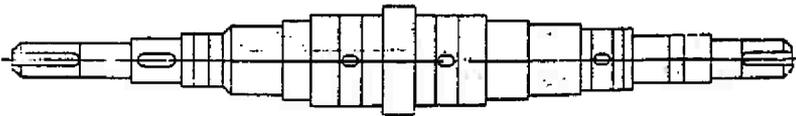


شكل 1 - 3

عمود بأقطار متدرجة

## أعمدة بأقطار متدرجة متعددة : Multi-graded diameters shafts

تصمم الأعمدة بأقطار إسطوانية متعددة {ذات عشرات التدرجات} كما هو موضح بشكل 1 - 4 لإستخدامها كأعمدة دوران بالترينينات لنقل القدرات العالية ، وذلك لتعدد مناطق الإرتكاز .

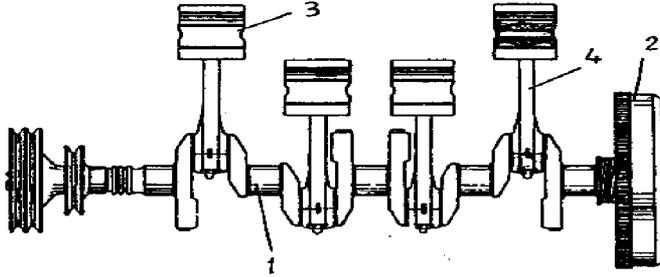


شكل 1 - 4

## عمود إسطواني بأقطار متدرجة متعددة

### الأعمدة المرفقية : Crank shafts

عمود المرفق هو عمود يحمل مجموعة أقطار غير مركزية أى بمحاور مختلفة تقع حول المحور الأساسي ، ويعتبر عمود المرفق أحد أنواع أعمدة الدوران. يستخدم عمود المرفق الموضح بشكل 1 - 5 في جميع محركات الإحتراق الداخلى والمكابس الترددية لتحويل الحركة المستقيمة المترددة إلى حركة دورانية أو بالعكس.



شكل 1 - 5

عمود المرفق .. (الكرنك)

- 1- عمود المرفق .. (الكرنك)
- 2- الحدافة.
- 3- المكابس.
- 4- ذراع التوصيل.

### أعمدة الحدبات : Camshaft

عمود الحدبات Camshaft يسمى بالوسك الفني بعمود الكامات شكل 1 - 6 ، وهو عبارة عن عمود إسطواني موجود به مجموعة حدبات Cames ببيضاوية الشكل بعدة مواضع بإتجاهات مختلفة. تصنع الأعمدة ذات الحدبات من الطب العالى الجودة بدقة فائقة ، صممت لإستخدامها لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة مترددة متذبذبة.

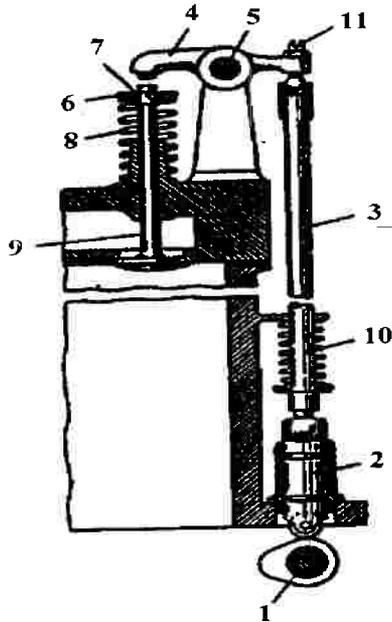


شكل 1 - 6

عمود الحدبات (الكامات)

تستخدم الأعمدة ذات الحدبات (أعمدة الكامات) بجميع آلات الإحتراق الداخلى للتحكم فى حركة فتح وغلق الصمامات.

تتلخص الحركة الآلية لعمود الحدبات الموضحة بشكل 1 - 7 بدوران الحدبة 1 حول محورها ، بحيث تصل إلى وضعها العلوى لتدفع الذراع 2 والعمود 3 المركبان عليها إلى أعلى ، لتتحرك الرافعة المتأرجحة 4 لتصطدم بالصمام 9 ليفتح الصمام، وعند دوران الحدبة ، يعود الصمام تدريجياً إلى وضعه الأول ..... وهكذا تتم عملية التحكم فى فتح وغلق الصمامات.

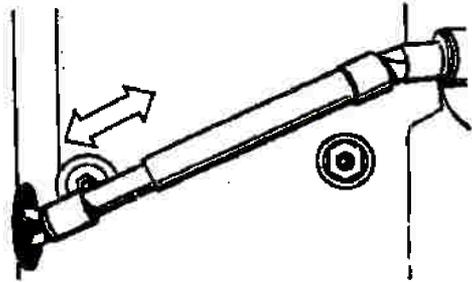


شكل 1 - 7

- الحرمة الآلية لعمود الحديبات (الكامات)
- 1- عمود الحديبات (الكامات).
  - 2- الأصبع الغماز (الرافعة).
  - 3- ذراع الدفع.
  - 4- الذراع المتأرجح.
  - 5- عمود الذراع المتأرجح.
  - 6- طبق الياى.
  - 7- المخروط المشقوق.
  - 8- نابض لولبي .. (ياى الصمام).
  - 9- الصمام.
  - 10- نابض لولبي .. ( ياى ذراع الدفع)
  - 11- مسمار ضبط يحتوي على صامولة للتثبيت.

### الأعمدة المتداخلة : Interference shafts

الأعمدة المتداخلة وتسمى أيضاً بالأعمدة التلسكوبية شكل 1 - 8 ، وهى عبارة عن أعمدة مركبة بأوضاع مائلة قابلة للحركة. تستخدم الأعمدة المتداخلة لنقل الحركة بين الأجزاء التى تقع محاور دورانها فى أوضاع منحرفة ، كما تستخدم فى الحالات التى يتغير فيها المواضع النسبية بين هذه المحاور أثناء عمليات التشغيل.

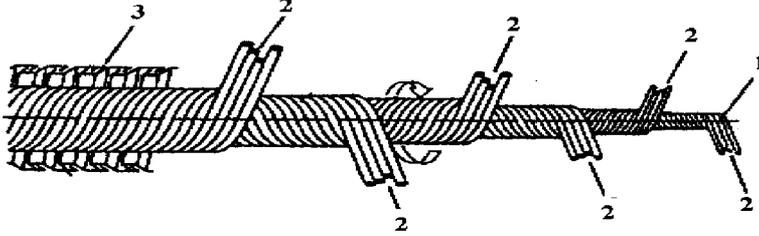


شكل 1 - 8

عمود متداخل .. ( عمود تلسكوبي )

## الأعمدة المرنة : Flexible shafts

الأعمدة المرنة { الأعمدة القابلة للانحناء } الموضحة بشكل 1 - 9 ، تتكون من عدة طبقات متتالية من أسلاك الصلب الملفوفة على بعضها البعض ، وتختلف أقطار ومواصفات أسلاك الصلب المستخدمة ، وذلك حسب الغرض المصنعة من أجله.



شكل 1 - 9

العمود المرن

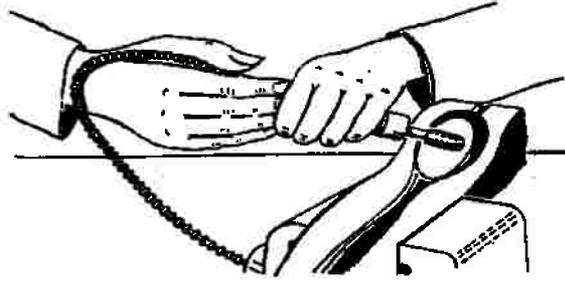
- 1- قلب العمود.
- 2- طبقات من أسلاك الصلب ملفوفة فوق بعضها البعض.
- 3- خرطوم واق.

تستخدم الأعمدة المرنة لنقل الحركة بين الأجزاء التي تقع محاور دورانها في وضع يستحيل الربط بينهما ، أو في الحالات التي يتغير فيها المواضع النسبية بين هذه المحاور أثناء التشغيل.

كما تستخدم في العمليات الميكانيكية التي يصعب تشغيلها بالطرق العادية مثل عمليات البرادة - الثقب - تجليخ القطع الكبيرة ذات الأشكال الخاصة كما هو موضح بشكل 1 - 10.

تعتبر الأعمدة المرنة من أكثر أنواع الأعمدة إنتشاراً في نقل الحركة بعدادات السرعة بالمركبات بجميع أنواعها، وبالأجهزة الطبية بعيادات الأسنان ، وأجهزة التحكم والإدارة عن بعد ، ولتجهيزات وتنظيف هياكل السفن ، وإدارة هزازات الخرسانة.

لذلك فقد حظيت الأعمدة المرنة على إنتشار واسع بصفتها عنصر للإدارة ، حيث أنها تمكن من القيام بالكثير من الأعمال التي تتطلب بذل جهود كبيرة يصعب فيها إستعمال الأعمدة التقليدية لنقل الحركة الدورانية.

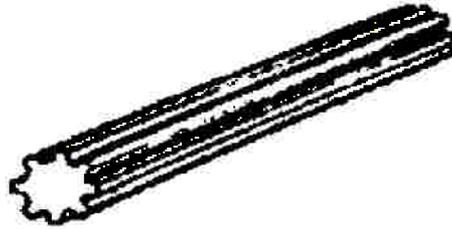


شكل 1 - 10

إستخدام الأعمدة المرنة فى عمليات الثقب - البرادة - التجليخ وغيرها

### الأعمدة المخددة : Spliced shafts

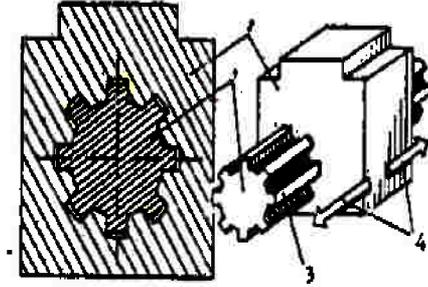
الأعمدة المخددة وتسمى أيضاً بالأعمدة المسننة شكل 1 - 11 وهى عبارة عن عمود إسطوانى مشكل على سطحه الخارجى عدة أخاديد (أسنان) طولية تعمل بمثابة خوابير لنقل عزم الدوارن إلى جزء مقابل لها، مشكلة من الداخل بنفس الشكل يتراوح عدد الأخادير من بين 6 . 20 وذلك حسب قطر العمود. تستخدم الأعمدة المخددة لنقل الحركة لوصلة مماثلة لها فى الحالات التي تغير فيها وضع الوصلة.



شكل 1 - 11

العمود المخدد .. ( المسنن )

تستخدم عادة وصلة مخددة (مسننة) تسمى (صرة) ، للسماح بوجود حركة محورية نسبية بين العمود المخدد وصرة الجزء المتزاوج معه شكل 1 - 12 .  
تشكل الأخادير (الأسنان) بشكل طولي ( مستقيم) أو بشكل حلزوني ، وذلك حسب الحركة المطلوبة للوصلة.



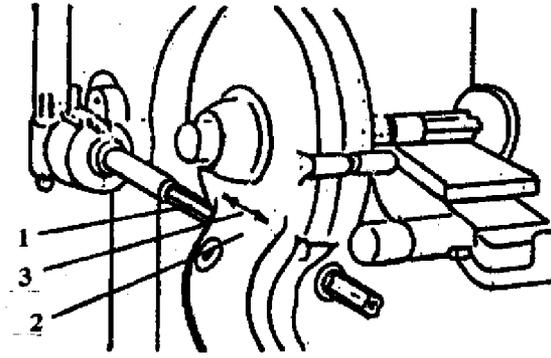
شكل 1 - 12

وصلة مخددة .. ( مسننة)

- 1- العمود.
- 2- الصرة .. (الوصلة).
- 3- الأخادير .. (الأسنان).
- 4- حركة الوصلة .. (الصرة).

شكل 1 - 13 يوضح عمود مخدد أثناء نقل القدرة (الحركة) لوصلة مخددة في

آلة لتشغيل الخشب.

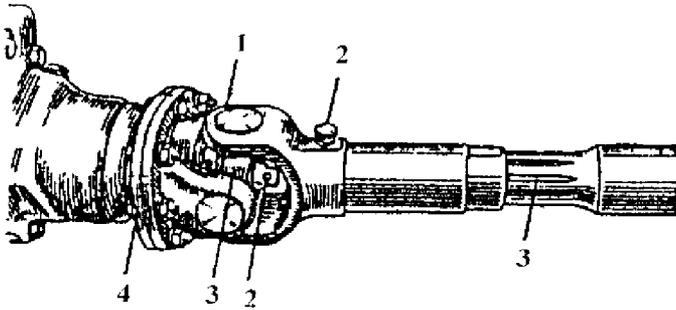


شكل 1 - 13

وصلة مخددة بآلة تشغيل الأخشاب

- 1- العمود المخدد.
- 2- الوصلة المخددة.
- 3- حرمة الوصلة المخددة.

وعلاوة على ذلك تستخدم الأعمدة بوصلات مختلفة لتتناسب بعض الآلات والمركبات. يوضح شكل 1 - 14 عمود بوصلة جامعة (عمود كردان). كما توجد أعمدة بأشكال أخرى تستخدم في الصناعات الهندسية المختلفة.



شكل 1 - 14

عمود بوصلة جامعة .. (عمود كردان)

- 1- وصلة كردان.. وصلة جامعة للحرمة.
- 2- موضع الزيت.
- 3- مجارى العمود المخدد... مجارى طوائية.

4- وصلة مستعرضة.

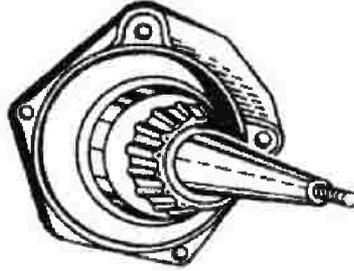
5- شفة صندوق التروس.

### أنواع المحاور : Types Of Axles

تصمم المحاور بأشكال إسطوانية أو متدرجة أو مخروطية (نفس أشكال الأعمدة). تستخدم المحاور عادة Axles للتركيبات الجسيمة ، وذلك لحمل أجزاء الآلة التي ترتكز عليها ، لذلك فهي تصمم بحيث يمكنها تحمل الضغوط التي تسلط عليها وأنواعها كالآتي :-

### المحاور الثابتة : Fixed axles

المحاور الثابتة هي عناصر مكنية ثابتة ، تحمل عناصر أخرى دوارة ، وأقرب مثال لذلك هو المحور الثابت الذي يحمل عجلة السيارة شكل 1 - 15. كما توجد محاور ثابتة متعددة مثل محاور الدراجات والمحاور التي تحمل التروس الوسيطة والبكرات.. وما يشابهها.

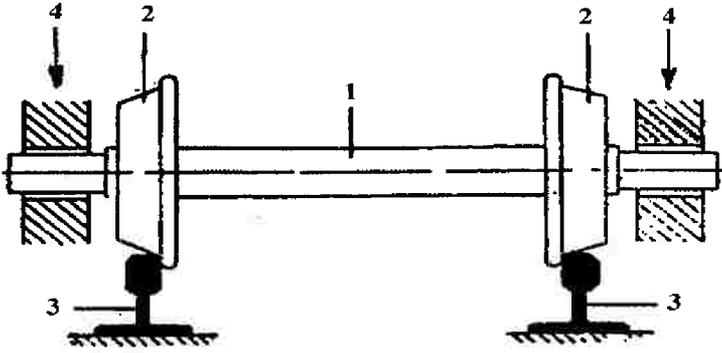


شكل 1 - 15

محور ثابت يحمل عجلة سيارة

### المحاور الدوارة : Rotary axles

المحاور الدوارة هي عناصر مكنية مثبتة بعناصر أخرى دوارة ليدوران معاً وأقرب مثال إلى ذلك هي المحاور الدوارة التي تحمل عجلات عربات السكك الحديدية شكل 1 - 16.



شكل 1 - 16

محور دوار يحمل عربة سكة حديد

1- المحور الدوار.

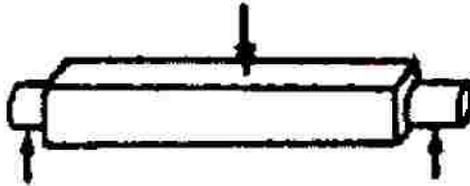
2- عجلات عربات السكك الحديدية.

3- قضبان السكك الحديدية.

4- الأحمال المسلطة على المحور الدوار.

تسمى المحاور الأفقية بمحاور التحميل كما تسمى المحاور الرأسية بمحاور الإرتكاز.

غالبًا ما يكون للمحور الدوار مقطعاً مستديراً ، أما المحاور ذات المقاطع المربعة أو المستطيلة والمحاور المعكوفة الموضحة بشكل 1 - 17 فلا تدور، وتركب العجلات المألوفة بهذه المحاور على محامل تسمح لها بالدوران الحر.



شكل 1 - 17

محور لعجلة عربة ذو مقطع مربع

مرتكزات الأعمدة : Shafts journals

مرتكزات الأعمدة وتسمى أيضاً ( مقعدات الأعمدة ) تمثل مواضع تحميل المحاور

تختلف المرتكزات من حيث أشكالها وأوضاعها وإستخدامها، ويمكن تمييز بعضها البعض من موضعها على الأعمدة أو من خلال إتجاه القوى المؤثرة عليها. فيما يلي عرض لأنواع المرتكزات والموضحة بشكل 1 - 18 وهى الأكثر إنتشاراً فى الصناعات الهندسية.

(أ) مرتكز طرفى: المقعدة فى نهاية العمود. End Journal

(ب) مرتكز متوسط: المقعدة فى وسط العمود. Neck Journal

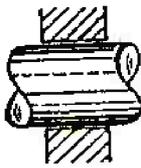
(ج) مرتكز سند: إذا كانت القوة تؤثر فى إتجاه عمودى على المحور ..

Supporting Journal

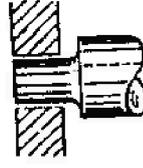
(د) مرتكز ضغط: يسمى أيضاً مقعدة دفعية.. إذا كانت القوة تؤثر فى إتجاه محور

العمود. Pivot Journal

كما توجد المرتكزات المرفقية والمخروطية والكروية وذات الحلقات ..... وغيرها.



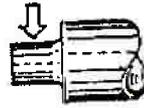
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

شكل 1 - 18

مرتكزات الأعمدة

تصنع مرتكزات الأعمدة بمتانة مناسبة لتحمل الضغوط والعزوم التى تتعرض لها.. كما تعامل تلك التى تتعرض للسرعات العالية لمعاملات خاصة لأسطحها مثل

التصليد بغرض تحسين جودتها.

تجلىح مرتكزات الأعمدة ليكون سطحها ذات نعومة عالية وذلك لغرض تخفيض

قوي الإحتكاك.

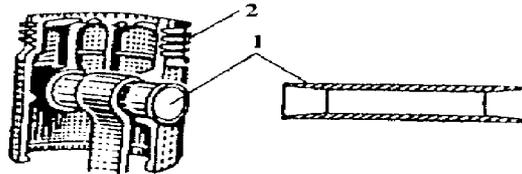
## المسامير .. Pins

تعتبر المسامير (البنوز) كمحاور إرتكاز وهى من الأنواع الخاصة من المحاور . تستخدم هذه البنوز فى توصيل أجزاء الآلة بحيث يمكن الإرتكاز على بعضها البعض أو تكون حرة الدوران.

تنتج المسامير (البنوز) بشكل إسطوانى أو بشكل إسطوانى مدرج ، وقد تكون مصمته أو مجوفه.

تنتج البنوز مجوفه لغرض التخفيف من وزنها ، وأقرب مثال لذلك هو البنز

المركب بذراع التوصيل والمكبس بألة الاحتراق الداخلي كما هو موضح بشكل 1 - 19.



شكل 1 - 19

المسمار المجوف

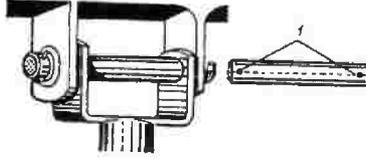
المسمار المجوف

كباس.

-1

-2

وتستخدم البنوز أيضاً كمحاور إرتكاز بين الأجزاء المتحركة المختلفة كما هو

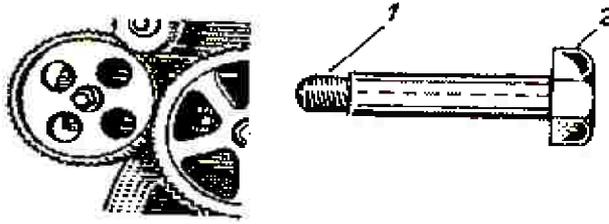


شكل 1 - 20

بنز كمحور إرتكاز بين الأجزاء المتحركة

1- ثقب لتيلة مشقوقة.

عند تركيب مسمار (بنز) مع عنصر من عناصر الآلة ، بحيث يكون هذا العنصر قابل للدوران ، في هذه الحالة يستبدل المسمار بمسمار آخر ملولب ذو رأس مسدس ، وأقرب مثال لذلك هو تركيب مسمار ملولب بترس وسيط لنقل الحركة بين ترس قائد وآخر منقاد كما هو موضح بشكل 1 - 21.



شكل 1 - 21

مسمار يحتوي على جزء ملولب لتركيب جسم دوار بجزء مكنى

1- الجزء المقلوظ

2- رأس مسدس.

كما تستخدم المسامير كعنصر توصيل بين الأعمدة المفصلية . يوضح شكل 1 - 22 توصيل الحركة بين الأعمدة عن طريق تركيب مسمار .



## شكل 1 - 22

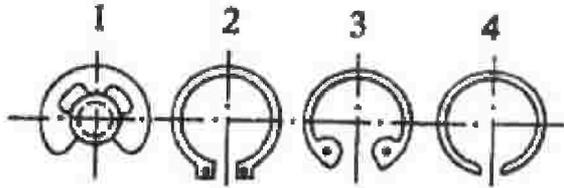
مسمار (بنز) كعنصر توصيل بين الأعمدة المفصيلة  
ثقب لتيلة مشقوقة

-1

### عناصر أحكام المسامير والبنوز:

#### Elements Of Pins And Bolts Locking

يلزم عند تجميع الأجزاء الميكانيكية ذات الوصلات المتحركة أو عند تركيب محاور الإرتكاز ، إستعمال الخوابير بجانب التيل والحلقات (الورد) المختلفة الموضحة بشكل 1 - 23.



## شكل 1 - 23

عناصر أحكام المسامير ومحاور الإرتكاز

1- قرص إحكام.

2- حلقة نابضة (يايية خارجية)

3- حلقة نابضة (يايية خارجية).

4- حلقة حابكة سلكية.

## المحامل .. ( كراسي التحميل )

### Bearings

تستخدم المحامل (كراسي التحميل) في حمل وسند مرتكزات الأعمدة ومحاور الدوران اللذان يحملان أجزاء الآلة الدوارة المختلفة ، مثل بكرات (طارات) السيور والتروس والحدافات ..... وغيرها.

تختلف تصميمات المحامل وفقاً لأعراض استخدام كل منها وظروف تشغيلها ،  
كدوران أجزاء الآلة بسرعات منخفضة أو بسرعات مرتفعة ، أو لاستخدامها بالآلات التي  
تتميز بدرجة عالية من الدقة أو ذات درجة منخفضة.  
ويمكن تقسيم المحامل وفقاً لقوي الاحتكاك الناشئة عن حركة الدوران إلى مجموعتين  
أساسيتين هما :-

1. المحامل البسيطة : التي تعرف بمحامل الانزلاق
2. المحامل التدرجية : المحامل المقاومة للاحتكاك.

## المحامل الإنزلاقية

### Slids Bearings

صممت المحامل الإنزلاقية بصفة عامة بأسطح تحميل كبيرة ، لإستخدامها للأعمدة  
والمحاور ذات السرعات المنخفضة ، وهي تتميز بتحملها للأحمال الكبيرة حتى ولو كانت  
هذه الأحمال صدمية ، كما تتميز المحامل الإنزلاقية بإرتفاع مستوى دقتها وإمكانية  
ضبطها ، وتعتبر أقل من المحامل التدرجية حساسية للجسيمات الغريبة.  
لذلك تستخدم المحامل الإنزلاقية فى الماكينات الثقيلة وتجهيزات الدلفنة والتربينات  
إلخ.....

### الاحتكاك والتزليق : Friction And Lubrication

تدور مرتكزات الأعمدة والمحاور على أسطح المحامل تحت تأثير قوي التحميل ،  
ورغم تجليخ الأسطح الإنزلاقية للأعمدة والمحاور ، فإنه ينشأ عن دوران مرتكزاتهما  
بالمحامل إرتفاع لدرجات حرارة ناتجة عن قوي الاحتكاك، ويكون الإحتكاك الناشئ عن  
ذلك غير مرغوب فيه ، ولتخفيض قوي الاحتكاك بين المرتكز والمحمل إلى أدنى حد  
ممكن ، فإنه يجب استخدام وسائل تزليق مناسبة لتكون كغشاء تزليقي متواصل بينهما ،  
مما يستدعى وجود خلوص في المحمل الذي يتحدد مقداره حسب متطلبات التشغيل.

يستخدم التزليق بالشحم في المحامل الإنزلاقية كبيرة الخلوص ، وللمحامل المعرضة لإجهادات عالية والتي تحمل الأعمدة والمحاور البطيئة الدوران أو المتراوحة.

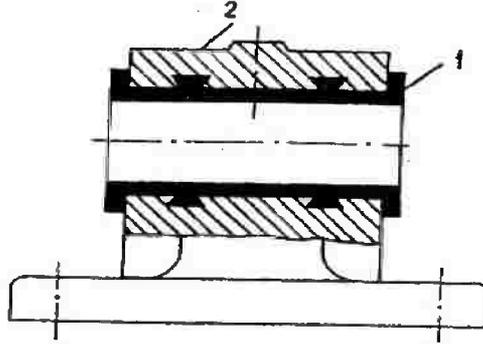
### جلب المحامل الإنزلاقية : Sliding bearing sleeves :

تصمم جلب المحامل الإنزلاقية بأشكال مختلفة وأكثرها إنتشاراً هي الأنواع التالية

-:

#### 1. الجلب الأسطوانية المصبوبة : Casting cylindrical sleeves :

الجلب الإسطوانية المصبوبة الموضحة بشكل 1 - 24 تسمى أيضاً بالجلب الثابتة ، تصنع هذه الجلب من مادة المحمل وتعتبر من أبسط أنواع الجلب.



شكل 1 - 24

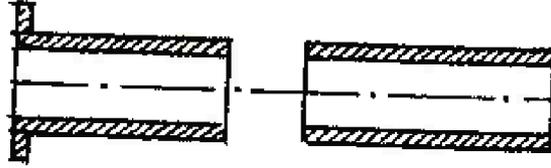
الجلبة الإسطوانية المصبوبة

1- الجلبة الإسطوانية المصبوبة.

2- المحمل

#### 2. الجلب الإسطوانية القابلة للإستبدال : Replaceable cylindrical sleeves :

تصنع الجلب الإسطوانية القابلة للإستبدال الموضحة بشكل 1 - 25 لإمكانية إستبدالها بأخرى جديدة عند تلغها .. (عند زيادة الخلوص المسموح به).



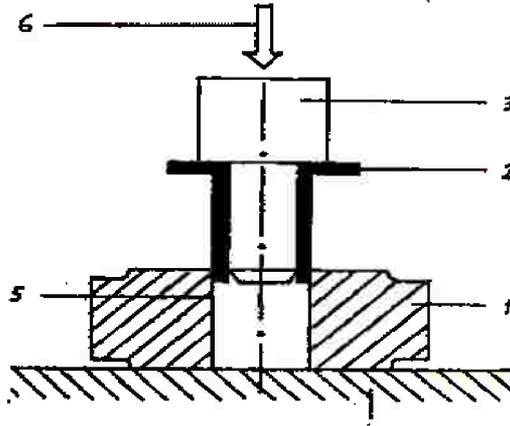
شكل 1 - 25

الجلبة الإسطوانية القابلة للإستبدال

تثبت الجلبة الجاهزة أو المصنعة المتوافقة مع المحمل بتوافق إنتقالى أو توافق

تداخلى بعد ضبطها بشكل عمودى ، بحيث تضغط بالمكبس كما هو موضح بشكل 1 -

. 26



شكل 1 - 26

تثبيت الجلبة بالضغط

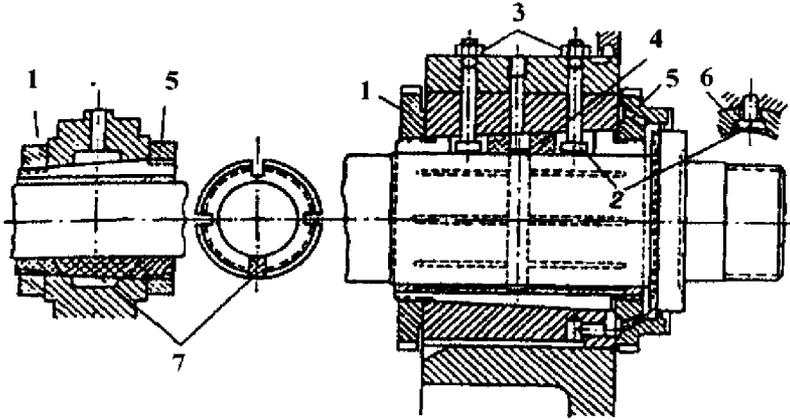
- 1- المحمل.
- 2- الجلبة المراد تثبيتها.
- 3- قطعة إسطوانية.
- 4- قاعدة المكبس.
- 5- سطح الإزواج.
- 6- ضغط المكبس

### 3 الجلب الإسطوانية القابلة لضبط : Adjustable cylindrical sleeve

تصنع الجلب الإسطوانية القابلة للضبط (الجلب المشقوقة) لإستخدامها بمحامل الإنزلاقية التي يتطلب بها خلوص ثابت ، لأغراض حمل أعمدة الدوران الدقيقة كأعمدة دوران المخارط مثلاً.

صممت الجلبة الإسطوانية القابلة للضبط (الجلبة المشقوقة) بشكل أسطواني من الداخل ومخروطي من الخارج ، يوجد بنهاية المخروط الخارجي قلاووظ وصامولة ، كما صمم مرتكز العمود بشكل مخروطي والجلبة بشكل مخروطي أيضاً كما هو موضح بشكل 1 - 27.

عند زيادة خلوص المحمل بعد فترة طويلة من التشغيل ، يمكن ضبط هذا الخلوص عن طريق ربط الصامولة لتخفيض القطر الداخلي للجلبة.



شكل 1 - 27

الجلبة الإسطوانية القابلة للضبط

(ذات شكل إسطواني من الداخل ومخروطي من الخارج)

1- صامولة لضبط القطر الداخلي للجلبة.

2- مسامير ضغط.

3- صواميل مسامير الضغط.

4- حشو.

5- صامولة لضبط القطر الداخلى للجلبة.

6- رأس مخروطى لمسامير الضغط.

7- بطانات.

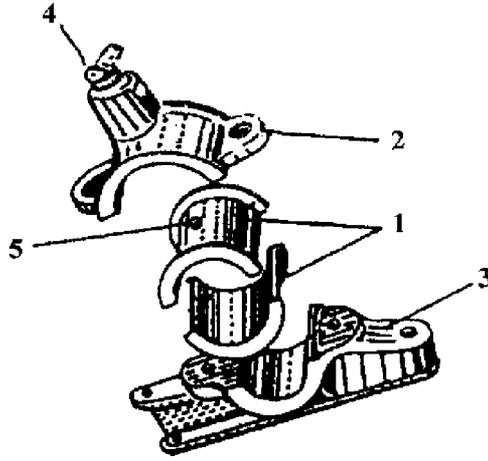
يراعى أن تتم عملية ضبط الخلوص بحرص شديد ، حتى لا ينخفض مقدار خلوص المحمل عما ينبغي أن يكون عليه ، مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المحمل أثناء التشغيل.

#### 4- الجلبة الأسطوانية المقسمة إلى جزأين :

Cylindrical sleeve divided in two parts

تصنيع الجلبة الأسطوانية المقسمة من جزأين من نفس معدن المحمل ، بحيث يثبت الجزء الأسفل من الجلبة الأسطوانية المقسمة إلى جزأين بقاعدة المحمل ، ويثبت الجزء العلوي من الجلبة بالجزء العلوي من المحمل كما هو موضح بشكل 1 - 28. يراعى عن تجميع الجلبة الأسطوانية المقسمة إلى جزأين تطابق تقوب التزليق مع مجارى الزيت.

تتميز الجلبة الأسطوانية المقسمة إلى جزأين بإمكانية استبدالها بأخرى جديدة عند تلفها.



شكل 1 - 28

جلبة إسطوانية مقسمة إلى جزئين

- 1- جلبة إسطوانية مقسمة إلى جزئين.
- 2- الجزء العلوى من كرسى المحمل.
- 3- الجزء السفلى من كرسى المحمل.
- 4- ثقب تزييت بالجزء العلوى بكرسى المحور.
- 5- ثقب تزييت بالجزء العلوى من الجلبة الإسطوانية.

كما توجد محامل أخرى التي لا تحمل جلب إسطوانية بل تحمل مجموعة أسافين ، وتسمى بالمحامل المتعددة الأسافين ، حيث يركز العمود على مجموعة من أسافين التزليق ويتم التزليق عن طريق مجارى بما يلائم ذلك.

تستخدم هذه المحامل لأعمدة الدوران التي تتطلب الدقة الفائقة كأعمدة دوران ماكينات التجليخ الثقيلة ، علماً بأن تنفيذ هذه المحامل تعتبر من العمليات البالغة الصعوبة والتي تحتاج إلى خبرة كبيرة.

**المواد المستخدمة في صنع جلب المحامل الإنزلاقية :**

Materials used in manufacturing slide bearing sleeve

تصنع جلب المحامل الإنزلاقية من المواد الآتية:-

1. سبائك النحاس والقصدير .
2. سبائك النحاس والقصدير والزنك المصبوب.
3. سبائك الرصاص والقصدير .
4. حديد الزهر .
5. المواد الملبدة.
6. اللدائن.

تتميز هذه المواد بخواص تزليق جيدة وفى بعض الأحيان بخواص لصب جيدة أى مواد محامل ذاتية التزليق ، كما تحتوى مواد المحامل الملبدة فى مسامها على وسائل تزليق سائلة أو صلبة تتسأل منها عند إرتفاع درجات الحرارة ، بحيث تؤمن التزليق اللازم ، وكثيراً ما تنزلق المحامل المصنوعة من اللدائن بالماء ، الذي يستفاد به فى عمليات التبريد أيضاً.

### مواصفات جلب المحامل الإنزلاقية :

تتلامس أسطح مرتكزات الأعمدة والمحاور لفترات صغيرة فى بداية التشغيل رغم التزليق الجيد مع المحامل الإنزلاقية ، لذلك يجب أن تتوفر متطلبات خاصة بالمواد المستخدمة لصنع جلب المحامل الإنزلاقية ، بحيث تكون بالصفات التالية :-

- 1- ذات إنزلاق جيد.
- 2- مقدرتها على تسرب الحرارة.
- 3- صامدة للضغوط ومقاومة للبللى.
- 4- مقاومة للصدأ.
- 5- لا تتمدد بالحرارة إلا قليلاً.

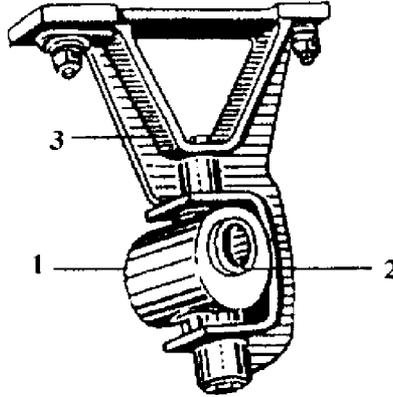
### أنواع المحامل الإنزلاقية : Types of slide bearings

يمكن تقسيم المحامل الإنزلاقية بإختلاف أشكالها وأنواعها ، طبقاً لطريقة تركيبها

أو سمات تصميمها أو إتجاه الحمل المسلط عليها.  
فيما يلي عرض لأكثر أنواعها وأشكالها إنتشاراً وهى كالآتى:-

### المحمل المعلق : Hanging bearing

المحمل المعلق الموضح بشكل 1 - 29 ، هو الذي يثبت بشكل معكوس (أى قاعدة المحمل إلى أعلى) ، يوجد به جلبة أسطوانية من قطعة واحدة ، يعتبر هذا المحمل من أبسط أنواع المحامل.

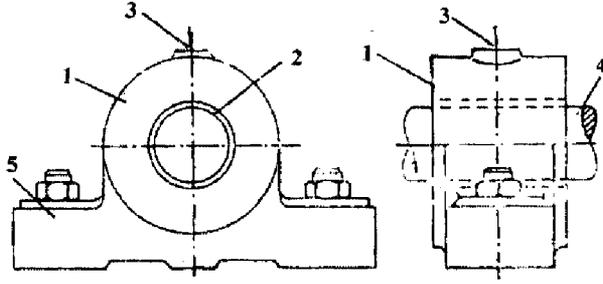


شكل 1 - 29  
محمل معلق

- 1- المحمل.
- 2- جلبة إسطوانية.
- 3- كرسى تحميل بشكل معكوس.

### محمل ذو جلبة أسطوانية : Bearing with cylindrical Sleeve

المحمل ذو الجلبة الأسطوانية الموضح بشكل 1 - 30 ، عبارة عن جلبة أسطوانية من قطعة واحدة . يعتبر هذا المحمل من المحامل البسيطة.



شكل 1 - 30

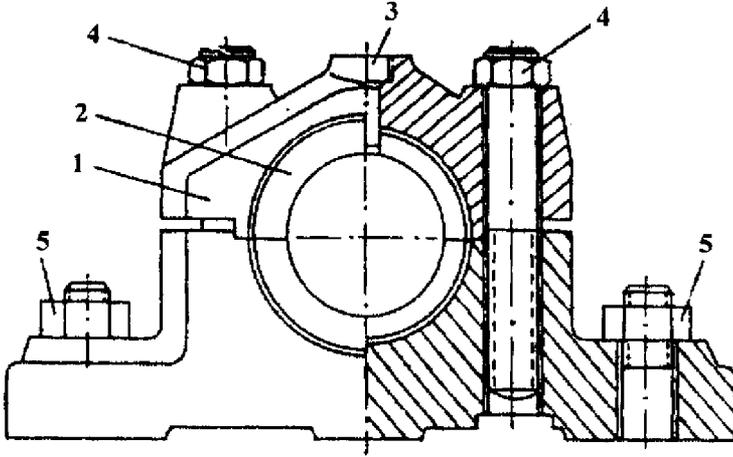
محمل ذو جلبية إسطوانية

- |                     |    |
|---------------------|----|
| المحمل.             | -1 |
| الجلبية الإسطوانية. | -2 |
| وسائل للتزييق.      | -3 |
| العمود أو المحور.   | -4 |
| كرسى المحمل.        | -5 |

محمل الجلبية المشقوقة : Split sleeve bearing

محمل الجلبية المشقوقة الموضح بشكل 1 - 31 يسمى أيضاً بمحمل الجلبية الأسطوانية القابلة للضبط ، حيث أن الجلبية المثبتة بالمحمل مشقوقة .  
تصنع الجلبية بشكل مخروطي لتناسب المبيت المخروطي بالمحمل . يستخدم محمل الجلبية المشقوقة لأغراض حمل أعمدة الدوران الدقيقة كأعمدة دوران المخارط وغيرها .

عند زيادة خلوص المحمل بعد فترة زمنية طويلة من التشغيل ، فإنه يمكن ضبط هذا الخلوص عن طريق ربط الصواميل لينخفض مقدار القطر الداخلي للجلبية المشقوقة ، بحيث يتناسب مع قطر عمود الدوران .



شكل 1 - 31

### محمل الجلبة المشقوقة

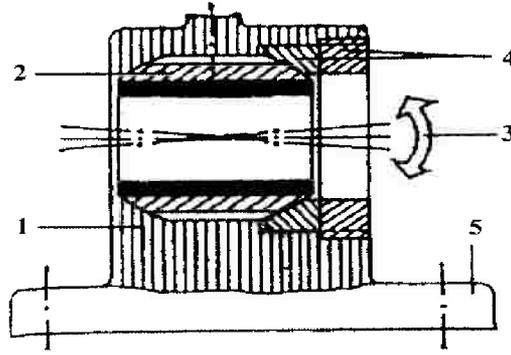
- 1- المحمل.
- 2- الجلبة الأسطوانية المشقوقة.
- 3- وسائل تزئيق.
- 4- صواميل ضبط خلوص الجلبة الإسطوانية المشقوقة.
- 5- صواميل تثبيت كرسى التحميل.

يراعى أن تتم عملية ضبط الخلوص بحرص شديد حتى لا ينخفض خلوص المحمل عما ينبغي أن يكون عليه ، مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المحمل عند التشغيل.

### محمل بجلبة ذاتية المحاذاة : Self-aligning bearing

يصنع السطح الخارجي لجلبة المحمل ذو الجلبة ذاتية المحاذاة الموضحة بشكل 1 - 32 بشكل كروي أو بيضاوي.

تثبيت الجلبة بالمحمل ، بحيث يمكن حركتها حسب وضع دوران العمود . يتميز هذا المحمل بإمكانية إستبدال الجلبة عند تلفها بأخرى جديدة.



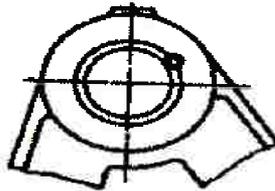
شکل 1 - 32

محمل بجلبة ذاتية المحاذاة

- 1- المحمل.
- 2- الجلبة ذات المحاذاة.
- 3- الحرمة المطوية عند تثبيت العمود بالمحمل.
- 4- جلب تثبيت.
- 5- قاعدة كرسى التحميل.

محمل ذو إسفين زيتي واحد : Single wedge bearing

المحمل ذو الإسفين الزيتي الواحد الموضح بشكل 1 - 33 ، يحتوي على إسفين واحد ، يتم التزليق للجلبة الأسطوانية عن طريق الإسفين ، من عيوب هذا المحمل أنه غير قابل للاستبدال أو الضبط.

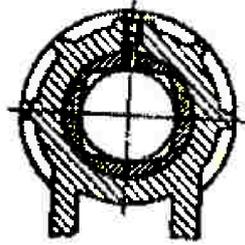


شکل 1 - 33

محمل ذات إسفين زيتي واحد

محمل متعدد أسافين الزيت : Multi-oil wedes bearing

المحمل المتعدد أسافين الزيت الموضح بشكل 1 - 34 ، يحتوي على مجموعة أسافين التي يتم التزليق عن طريقها . تتميز هذه المحامل بدقتها العالية رغم عدم قابليتها للإستبدال أو الضبط.



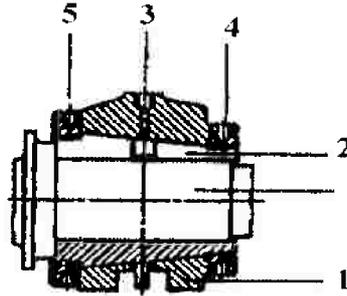
شكل 1 - 34

محمل متعدد أسافين الزيت

### المحمل ذو الأسفين الزيتي الواحد والقابل للضبط :

Bearing of adjustable single-oil wedge

المحمل ذو الإسفين الزيتي الواحد والقابل للضبط الموضح بشكل 1 - 35 ، يحتوي على إسفين واحد ، يتم التزليق للجلبة المخروطية بالمحمل عن طريقه . تتميز هذه المحامل بقابليتها للضبط عن طريق التحكم في الصامولة المثبتة على لولب (قلاووظ) بنهاية مرتكز العمود.



شكل 1 - 35

المحمل ذو الإسفين الزيتي الواحد والقابل للضبط

المحمل.

- 2 الجلبة المخروطية.
- 3 إسفين زيتي.
- 4 صامولة ضبط.
- 5 صامولة ضبط.
- 6 مرتكز العمود أو المحور.

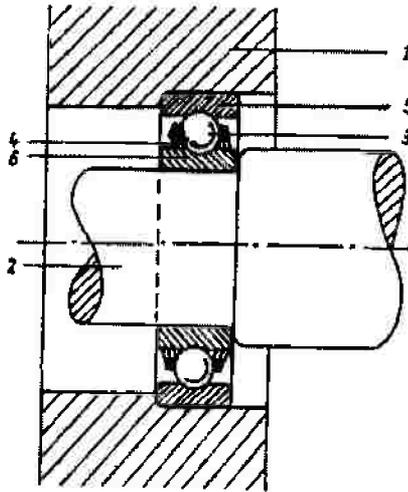
## المحمل التدرجية

### Roller Bearings

المحمل التدرجية هي المحامل المقاومة للاحتكاك ، تستخدم هذه المحامل في حمل وسند مرتكزات الأعمدة والمحاور وتوجيهها.

تتكون المحامل التدرجية [ المقاومة للاحتكاك ] الموضحة بشكل 1 - 36 من

الأجزاء الآتية :-



شكل 1 - 36

المحمل التدرجي .. (المقاوم للاحتكاك)

- 1 مبيت المحمل.
- 2 مرتكز العمود.

- 3- العناصر التدرجية .. (البلى)
- 4- قفص الكريات .. (حافطة البلى).
- 5- حلقة الكريات الخارجية.
- 6- حلقة الكريات الداخلية.

تنزلق العناصر التدرجية على مسارات الحلقتين الداخلية والخارجية ليكون تلامس عنصر التدرج في نقطة واحدة ، وبالتالي يكون الاحتكاك في هذه الحالة صغيراً جداً بالمقارنة بالمحامل الإنزلاقية.

ترتب العناصر التدرجية في صف واحد أو صفين متجاورين ، وتحجز الحافطة بين الحلقتين الداخلية والخارجية ، وتوفر الحافطة (القفص) التباعد المتساوي بين العناصر التدرجية (الكريات أو الأسطوانات أو البراميل).

كما تعمل التجاويف (المجارى) الموجودة بالحلقتين الداخلية والخارجية ، كدليل لتوجيه العناصر التدرجية ، مما يؤدي إلى إنتظام حركة الدوران بالمحمل والعمل الصحيح.

### **المواد المستخدمة في صنع المحامل التدرجية :**

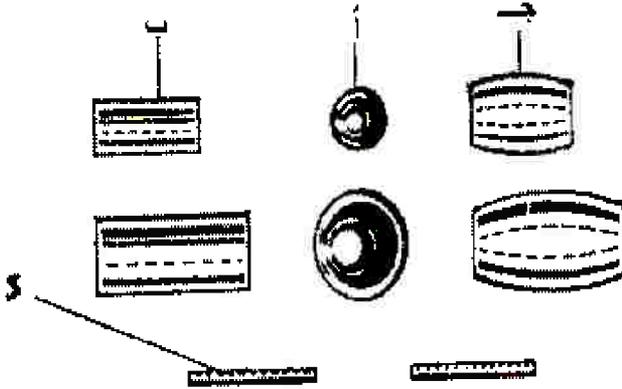
Materials used in manufacturing roller bearings

تصنع العناصر التدرجية والحلقات الداخلية والخارجية من الصلب الكرومى ذو المرتبة العالية أو من الصلب الكرومى النيكلى، تصلد بالمعاملات الحرارية ثم تجلخ وتصفل بعناية وخاصة أسطح العناصر التدرجية ومسارات الحلقات الداخلية والخارجية. تصنع الحافطة (القفص) من ألواح الصلب ، أو من ألواح البرونز ، أو من ألواح النحاس ، أو من سبائك الألومنيوم ، أو من ألواح اللدائن (البلاستيك).

### **تصميم العناصر التدرجية : Design of rollers :**

تصمم العناصر التدرجية بأنواع وأشكال وقياسات مختلفة كما هو موضح بشكل 1 - 37 ، يتوقف إختيار كل منها على قيمة الأحمال والضغوط الواقعة عليها وسرعة الدوران ونوع المكنة ..... وغيرها.

تتكون العناصر التدرجية من الأنواع التالية :-



شكل 1 - 37

أنواع العناصر التدرجية

أ- دحروج كروي.

ب- دحروج إسطواني.

ج- دحروج برميل.

د- دحروج إبري.

أنواع المحامل التدرجية : Types of roller bearings

تنقسم المحامل التدرجية {المقاومة للإحتكاك} الموضحة بشكل 1 - 38 تبعاً

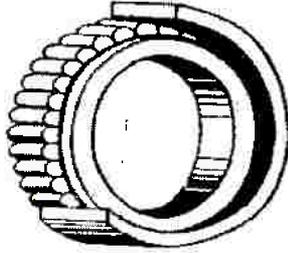
لشكل العنصر التدرجي إلى الآتي :-

1- محمل كريات .. (رولمان بلي).

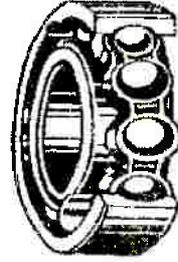
2- محمل أسطوانات.

3- محمل براميل.

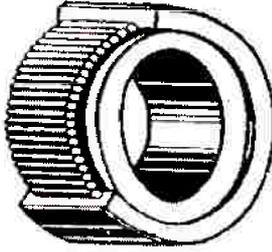
4- محمل إبر .. (يعتبر حالة خاصة من محامل الأسطوانات).



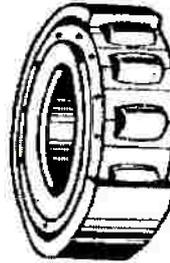
(ب)



(ا)



(د)



(ج)

### شكل 1 - 38

أنواع المحامل التدرجية تبعاً لشكل العنصر التدرجي

أ- محمل كريات .. (رولمان بلى).

ب- محمل أسطوانات.

ج- محمل براميل.

د- محمل قطري.

### تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدرجية :

Classification of bearings according to rollers loading

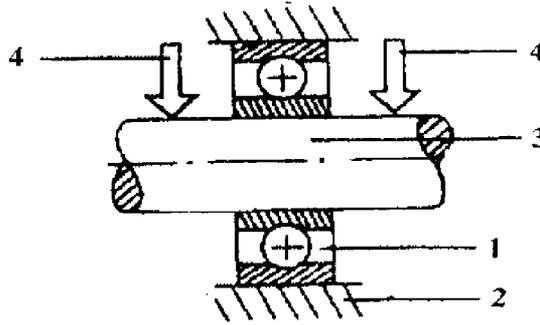
تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدرجية ، وحسب مقدار وإتجاه

قوى التحميل الذي تتلقاه إلى الآتي :-

### محمل قطري :

المحمل القطري هو الذي يتحمل أحمال متعامدة على محور العمود كما هو

موضح بشكل 1 - 39 . تبين الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحمل.



شكل 1 - 39

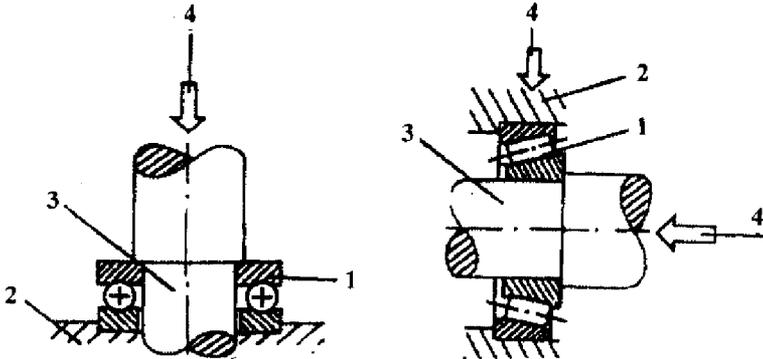
المحمل القطرى .. ( توضح الأسهم الأحمال المسلطة )

- 1- المحمل القطرى.
- 2- مبيت المحمل.
- 3- مرتكز العمود.
- 4- إتجاه الأحمال.

### محمل محوري :

المحمل المحوري هو الذي يحمل أحمال فى إتجاه المحور الرأسى والمحور الأفقى

كما هو موضح بشكل 1 - 40 . توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة.



شكل 1 - 40

محمل محوري .. ( توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة)

1- المحمل المحوري.

2- مبيت المحمل.

3- مرتكز العمود.

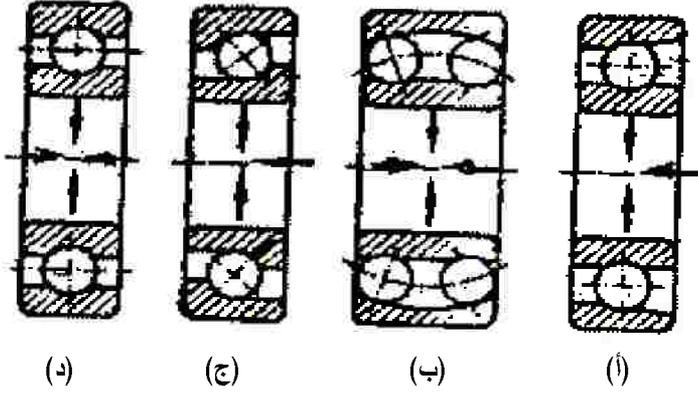
4- إتجاه الحمل.

ويمكن تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدرجية إلى نوعين أساسيين

هما:-

1- المحامل ذات الكريات الموضحة بشكل 1 - 41 . توضح الأسهم

إتجاه الأحمال المسلطة على هذه المحامل.



شكل 1 - 41

المحامل ذات الكريات .. (توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحامل)

أ - محمل كريات كتفي.

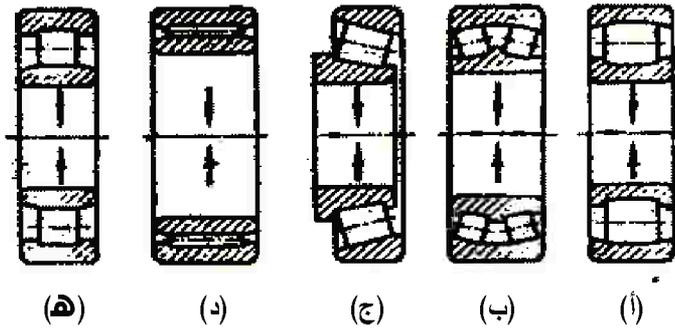
ب - محمل كريات تراوحي.

ج - محمل كريات زوى التلامس.

د - محمل كريات محزوز.

2- المحامل ذات الأسافين الموضحة بشكل 1 - 42 . يوضح الأحمال المسلطة

على المحامل فى إتجاه الأسهم.



شكل 1 - 42

المحامل ذات الأسافين .. ( تبيين الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحامل)

أ- محمل ذو براميل.

ب- محمل تراوحي ذو أسطوانات.

ج- محمل مستدق ذو أسطوانات.

د- محمل إبري.

هـ محمل أسطوانات مستقيمة.

### تركيب المحامل التدرجية:

عند تركيب المحامل التدرجية المقاومة للإحتكاك بالأماكن المخصص لها ، فإنه يجب أن يتحدد التوافق المطلوب بين المحمل وبين مرتكز العمود ، أو بين المحمل ومرتكز العمود والمبيت معاً.

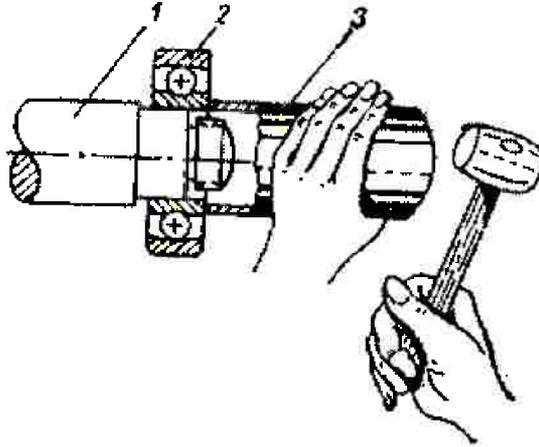
وأبسط الطرق لتركيب المحمل التدرجي هو ما يحقق إستناد الحلقات الداخلية والخارجية بكامل أسطحها المحيطة لإستغلال كامل قدرة تحمله . فيما يلي توضيح الطرق النموذجية لتركيب المحامل التدرجية :-

### تركيب محمل تدرجي على مرتكز عمود :

Mounting of roller bearing shaft support

يوضع المحمل التدرجي على مرتكز العمود ، وتستخدم مأسورة ذات قطر تتناسب

قطر الحلقة الداخلية للمحمل ، ثم يدفع المحمل على مرتكز العمود بالطرق على المأسورة كما هو موضح بشكل 1 - 43 ، حتى يصل المحمل إلى وضعه النهائي .. أى عند إستناد الحلقة الداخلية بالكامل على المحمل.



شكل 1 - 43

دفع المحمل المقاوم للإحتكاك على مرتكز العمود:

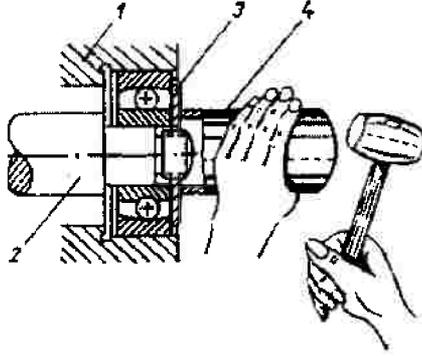
- 1- العمود ذو المرتكز.
- 2- المحمل المقاوم للإحتكاك ذو الكريات .. (رولمان بلى).
- 3- قطعة من مأسورة ذات أقطار مناسبة.

### تركيب محمل تدحرجى على مرتكز عمود مبيت :

Mounting of roller bearing on insertd shaft support

يوضع المحمل في المكان المخصص له أى ما بين مرتكز العمود ومبيت المحمل (بهيكل المكنة) ، ويستخدم قرص أسطواني معدني يناسب القطر الداخلي والخارجي للمحمل.

يدفع المحمل ما بين مرتكز العمود والمبيت بالطرق على المأسورة المثبتة على القرص المعدني المثبت على السطح الجانبي للمحمل كما هو موضح بشكل 1 - 44 ، حتى يصل إلى وضعه النهائي .. أى عند إستناد الحلقة الداخلية والخارجية بالكامل.



شكل 1 - 44

دفع المحمل المقاوم للإحتكاك على مركز العمود ومبيت المحمل فى وقت واحد

1. مبيت المحمل.

2. العمود.

3. قرص أسطوانى.

4. قطعة من مأسورة.

### مميزات المحامل التدرجية : Advantages of roller bearings :

تتميز المحامل التدرجية بعدة مميزات أهمها الآتي :-

- 1- إنخفاض القوى اللازمة للدوران بسبب إنخفاض معامل الإحتكاك.
- 2- الإحتكاك صغير عند بدء الحركة.
- 3- إنخفاض معدل التزليق.
- 4- سهولة صيانتها وإستبدالها.
- 5- إمكانية التشغيل بسرعات عالية.
- 6- طول عمرها التشغيلي.
- 7- إبعادها القياسية تحقق التبادلية.

### عيوب المحامل التدرجية : Disadvantages of roller bearings :

تتمثل عيوب المحامل التدرجية في الآتي :-

- 1- تتطلب دقة كبيرة ودرجة تشطيب عالية للأسطح المتوافقة (لتركيب مرتكز العمود والمبيت).
- 2- شديدة الحساسية حيث تتلف بسبب المواد الغريبة.
- 3- سريعة التأثر بالصدمات لصلادتها.
- 4- لا يمكن تصنيعها إلا في المصانع المتخصصة.

## موانع التسرب .. Sealings

موانع التسرب هي عناصر تركيب في الوصلات المتحركة (تركب ما بين الأجزاء المتحركة والأجزاء الثابتة) ، للحيلولة لمنع تسرب السوائل أو الأبخرة أو الغازات من خلال الشغرات الموجودة ، وتركب بمحامل أعمدة الدوران لمنع دخول الأتربة والمواد الغريبة ولفصل الفراغات ذات الضغوط المختلفة عن بعضها البعض.

مما سبق فإنه يمكن تقسيم موانع التسرب إلى نوعين أساسيين هما :-

1. موانع التسرب الواقية.

2. موانع تسرب الضغوط.

### أولاً : موانع التسرب الواقية Protective sealings

تستخدم موانع التسرب الواقية في جميع الآلات والماكينات والمحركات وفي بعض الأجهزة المنزلية ..... وغيرها ، وذلك للمحافظة على عدم تسرب السوائل أو الأبخرة وما يمثلها ، ولمنع دخول الأتربة والمواد الغريبة إلى هذه الأجهزة.

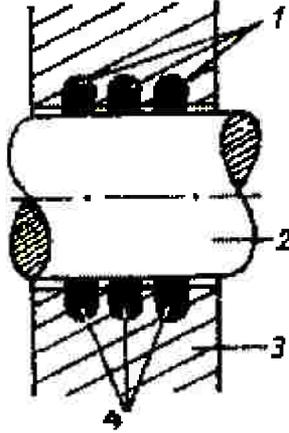
يمكن تصنيف موانع التسرب الواقية إلى الآتى :-

### مانع تسرب ذو مجارى داخلية : Sealing with internal slots

توجد موانع تسرب واقية بالآلات أو الأجهزة الغير دقيقة ، على شكل مجارى داخلية (حزوز داخلية) بالقطر الداخلى لمبيت المحمل شكل 1 - 45. تملأ هذه المجارى بالشحم ثم تتم عملية التجميع ، حيث يدور الشحم كالحلقات

الدائرية مع دوران العمود ، تمل هذه الحلقات (حلقات الشحم) على منع تسرب الأتربة إلى الداخل.

تعتبر هذه الطريقة مناسبة للتزليق ، كما تمنع تسرب الأتربة والمواد الغريبة إلى داخل الآلة ، وتعتبر غير محكمة لمنع خروج أو تسرب السوائل أو الغازات.



شكل 1 - 45

مانع تسرب ذو مجارى داخلية

- 1 مجارى داخلية.. (حزوز).
- 2 العمود.
- 3 المحمل .. (الكرسى).
- 4 الحشو بشحم.

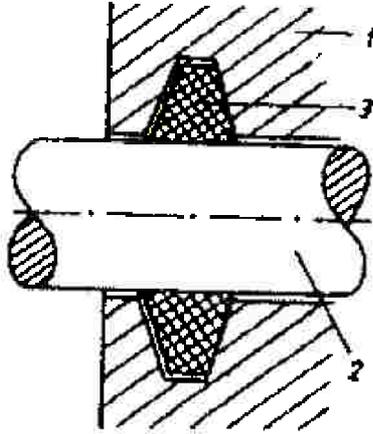
مانع تسرب ذو حلقات لباد منزلقة : Sealing with sliding felt rigs :

يصنع مانع التسرب ذو حلقات لباد منزلقة كما هو موضح بشكل 1 - 46 في أبسط أشكاله من حلقات محشوة باللباد ، توضع هذه الحلقات في تجويف بمحمل العمود حيث تعمل على تزلق العمود بالجزء الداخلي البارز من اللباد.

توضع حلقات اللباد فى زيت ساخن قبل تركيبها ، وذلك لتخفيض الزمن اللازم

لتأيينها بالإضافة إلى إنزلاق العمود على الحشو الموجود بالمحمل ، يؤدي إلى تخفيض قوة الاحتكاك الناشئة لوجود التزليق (الزيت) بحلقات اللباد.

تصنع حلقات اللباد بسهولة وبتكاليف قليلة ، كما إنها تتميز بمنع تسرب الزيت من المحمل ، وعدم دخول الأتربة والمواد الغريبة إلى الداخل.



شكل 1 - 46

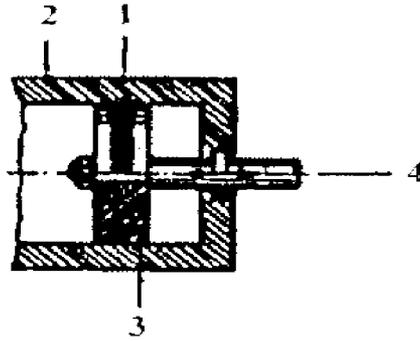
مانع تسرب ذو حلقات لباد منزقة

1. المحمل .. (الكرسى).
2. العمود.
3. حلقة حشو.

**مانع تسرب مطاطي منزلق : Sliding rubber sealing**

يصنع مانع التسرب المطاطي المنزلق من المطاط أو الجلد على شكل حلقات مستديرة كما هو موضح بشكل 1 - 47 .

يستخدم مانع التسرب المطاطي المنزلق في منع تسرب الهواء بالأجزاء المتحركة بمسافات طويلة نسبياً. يتميز هذا النوع بجودته لمنع التسرب بالإضافة إلى رخص ثمنه وسهولة



شكل 1 - 47

مانع تسرب مطاطي منزلق

- |    |                      |
|----|----------------------|
| 1. | مانع التسرب المطاطي. |
| 2. | أسطوانة.             |
| 3. | كباس.                |
| 4. | ذراع الكباس.         |

مانع التسرب ذو حلقات أحكام دائرية :

Sealing with rounded controlling rings

مانع التسرب ذو حلقات الأحكام الدائرية يسمى أيضاً بحلقات منع التسرب القطرية

{نسبة إلى تصميمه الذي على شكل أقطار مختلفة} ، يركب ما بين العمود والمبيت }

تجويف المحمل الداخلي} كما هو موضح بشكل 1 - 48.

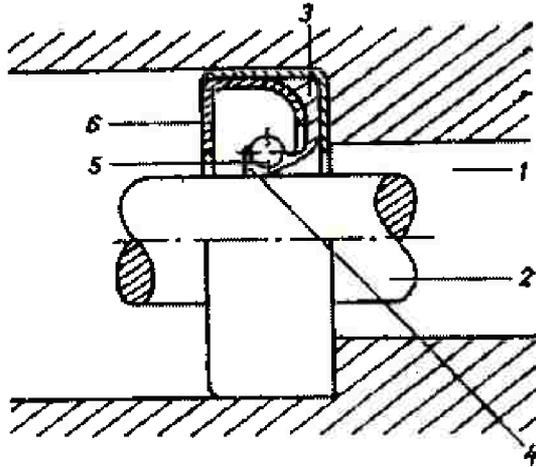
يصنع مانع التسرب ذو الحلقات الدائرية من المطاط المقاوم للزيت ، مقطعه على

شكل حرف L ، ينتهي مقطعه الداخلي بتجويف مستدير مثبت عليه نابض (ياى حلقى).

يتميز هذا النوع من موانع التسرب بالضغط على العمود أثناء دورانه من خلال

ضغط النابض على الجزء الداخلي من مانع التسرب ، وذلك لمنع تسرب الزيت وعدم

دخول الأتربة والمواد الغريبة إلى الداخل.



شكل 1 - 48

مانع تسرب ذو حلقات إحكام دائرية

1. الحيز المطلوب إحكام التسرب منه.
2. العمود.
3. الجزء المانع للتسرب .. ( حلقة على شكل حرف L).
4. شفة منع التسرب.
5. يابى من الطراز الحلقى.
6. الحلقة الداخلية لإحتجاز الحلقة على شكل حرف L.

### تركيب مانع التسرب ذو حلقات الإحكام الدائرية :

Mounting of sealing with rounded controlling rings

عند تركيب مانع التسرب ذو حلقات الإحكام الدائرية (حلقة منع التسرب القطرية)

على عمود بمحمل مقاوم للاحتكاك .. يتبع الإرشادات التالية:-

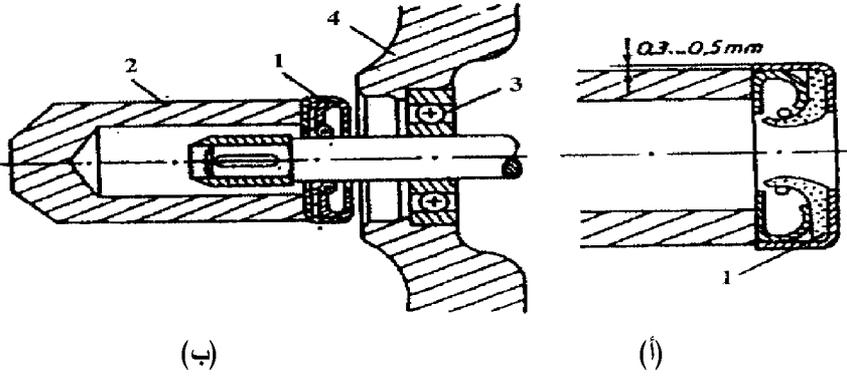
1- تجهيز جلبة ذات أقطار داخلية وخارجية أقل عن قياس القطر الداخلى

والخارجى لمانع التسرب بمقدار ما بين 0.5 . 0.3 ملليمتر كما هو موضح

بشكل 1 - 49 (أ).

2- تشحيم مانع التسرب والعمود والجزء الداخلى للمحمل.

3- يدفع مانع التسرب ما بين العمود ومبيت المحمل بالكبس ، بإستخدام الجلبة السابق تجهيزها كما هو موضح بشكل 1 - 49 (ب) ، ويراعى توزيع قوى الدفع لتحقيق التركيب الصحيح.



شكل 1 - 49

تركيب مانع التسرب ذو حلقات الإحكام الدائرية

1. مانع تسرب.
2. جلبة.
3. محمل مقاوم للاحتكاك.
4. مبيت المحمل.

ملاحظة :

يراعى التأكد من نظافة مانع التسرب قبل تركيبه ، فقد تتسبب الأتربة أو الجسيمات الغريبة المتعلقة به في إنخفاض وظيفته أو تلف المحمل المقاوم للاحتكاك.

### ثانياً : موانع تسرب الضغوط Compression Sealings

تستخدم موانع تسرب الضغوط فى الآلات والمحركات والمكنات التى تحتوى على هواء أو غازات مضغوطة أو الزيت ..... وغيرها ، وغالباً تعمل أجزاء هذه الآلات بشكل ترددى.

تصنع موانع تسرب الضغوط من المواد الآتية :-

1- مواد معدنية.

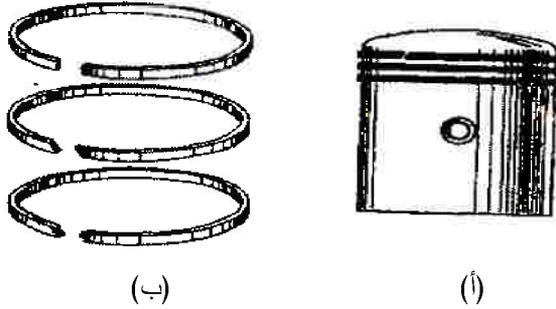
2- مواد لينة ومعدنية.

### موانع تسرب الضغوط ذات المواد المعدنية :

#### Metalic Compression sealings

تصنع موانع تسرب الضغوط ذات المواد المعدنية من حديد الصلب ، وتتكون من حلقات دائرية معدنية ، وتركب على مجارى محفورة على المكابس لإحكام الضغوط الموجودة بداخل الأسطوانات والنااتجة عن الاحتراق الداخلي كما هو موضح بشكل 1 - 50 (أ).

توجد موانع تسرب الضغوط العالية (حلقات الكباس) ذات وصلات مستقيمة أو مائله أو معشقة كما هو موضح بشكل 1 - 50 (ب).



شكل 1 - 50

موانع تسرب الضغوط (حلقات الكباس)

(أ) مكبس.

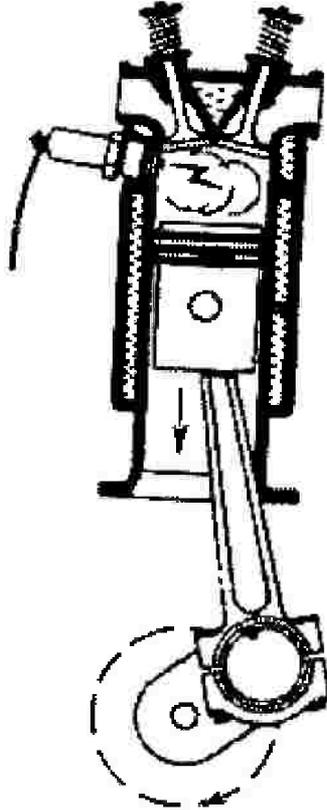
(ب) موانع تسرب .. (حلقات الكباس)

تستخدم حلقات الكباس للضغوط العالية بآلات الاحتراق الداخلي كما هو موضح

بشكل 1 - 51.

تتميز موانع تسرب الضغوط ذات المواد المعدنية (حلقات الكباس) بمئاتها

ومقاومتها لليلى وبخواصها الجيدة على الانزلاق.



شكل 1 - 51

إستخدام حلقات الكباس (موانع التسرب المعدنية)

للضغوط العالية بآلات الإحتراق الداخلى

### موانع تسرب الضغوط ذات المواد اللينة والمعدنية :

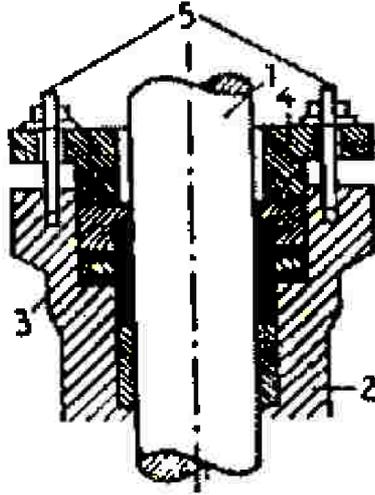
Metallic and elastic compression sealings

تستخدم موانع تسرب الضغوط ذات المواد اللينة والمعدنية في إحكام الأجزاء

الترددية بكباسات المكنات ، والمحركات ذات الضغوط العالية.

يعتبر مانع تسرب الضغوط ذو المواد اللينة والمعدنية الموجود بالمكنات ذات

الضغوط العالية بمثابة صندوق حشو كما هو موضح بشكل 1 - 52.  
 يتكون صندوق الحشو من طبقات ذات حشو داخلي من مواد ليفية من القطن  
 والاسبستوس ومواد أخرى مقاومة للزيت .. كطبقة أولى ، كما تثبت جلبة معدنية لهذا  
 الصندوق قطرها الداخلي والخارجي يتوافقا مع قطر عمود التوصيل (العمود المتحرك  
 الحركة الترددية) والقطر الداخلي لصندوق الحشو .. كطبقة ثانية.  
 تثبت الجلبة المعدنية بصندوق الحشو من خلال ربط الصواميل لتمنع تسرب أى  
 ضغوط.



شكل 1 - 52

مانع تسرب الضغوط ذو المواد اللينة والمعدنية (صندوق الحشو)

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1. | عمود.                      |
| 2. | مبيت صندوق الحشو.          |
| 3. | حشو من مواد ليفية ومعدنية. |
| 4. | جلبة.                      |
| 5. | مسامير رباط.               |

الخوابير .. Keys

تعتبر الخوابير المختلفة الأشكال بمثابة مثبتات بين المحاور أو الأعمدة والأجزاء المطلوب توصيلها.

تستخدم الخوابير في نقل الحركة الدورانية للأجزاء المثبتة على الأعمدة والمحاور، وأقرب مثال لذلك هو استخدامها في تثبيت بكرات السيور (طنابير السيور) والتروس والحدافات مع الأعمدة والمحاور ، حيث يثبت الخابور المناسب بين الجزأين المطلوب توصيل بعضهما ببعض.

### أنواع الخوابير : Types of keys

توجد الخوابير بأنواع وأشكال مختلفة ، يتوقف النوع المختار من الخوابير على تصميم الأجزاء المكنية ، ومقدار القوى المنقولة ، والظروف الفنية الأخرى .. مثل إمكانية تجميعها وتفكيكها ونوع المادة المستعملة .. الخ. فيما يلي عرض لأكثر أنواع الخوابير إنتشاراً ، كل منها على حدة.

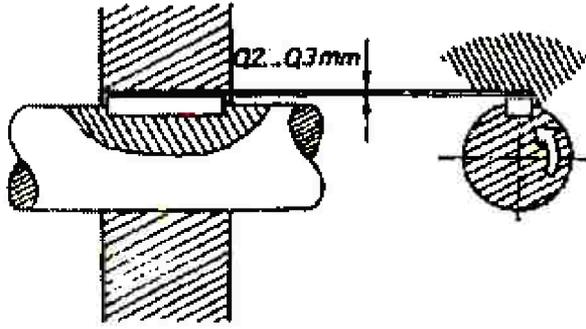
### الخوابير المتوازية : Parallel keys

هي خوابير غاطسة وتسمى أيضاً بخوابير الأزواج ، وهي ذات جبهة مستقيمة أو مستديرة . تتركب بأزواج تلاصق في مجارى الأعمدة والصرر . تستخدم الخوابير المتوازية لنقل عزم الدوران للقوى الكبيرة . توجد الخوابير المتوازية بأشكال مختلفة.

فيما يلي عرض لأشكالها ، كل منها على حدة.

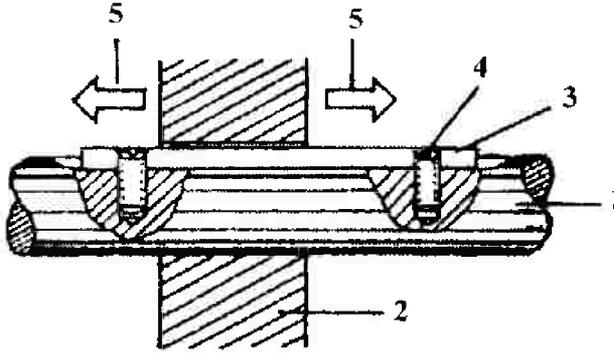
### 1. الخابور المتوازي المنزلق : Sliding parallel key

الخابور المتوازي المنزلق مقطعه على شكل مربع أو مستطيل . يثبت الخابور المتوازي المنزلق بين المحور أو العمود والجسم المراد دورانها كما هو موضح بشكل 1 - 53 ، بحيث يترك خلوص ما بين 0.3 . 0.2 ملليمتر بين السطح العلوي للخابور والسطح السفلى لمجرى العمود لسهولة عملية الفك والتركيب.



شكل 1 - 53

تثبيت الخابور المتوازي المنزلق بين المحور أو العمود والجسم المطلوب دورانه  
يستخدم الخابور المتوازي المنزلق عندما يتعين إزاحة الجسم المركب على العمود  
في إتجاه محوري.. (إتجاه طولي) كما هو موضح بشكل 1 - 54.



شكل 1 - 54

إستخدام الخابور المتوازي المنزلق

1. العمود أو المحور.
2. الجسم المطلوب توصيل الحركي الدائرية إليه.
3. الخابور المنزلق.
4. مسامير قلاووظ غاطسة.
5. حركة الجسم بإتجاه محوري.

تثبت الخوابير المتوازية المنزلقة في مجرى العمود بواسطة مسمار ملولب (مسمار

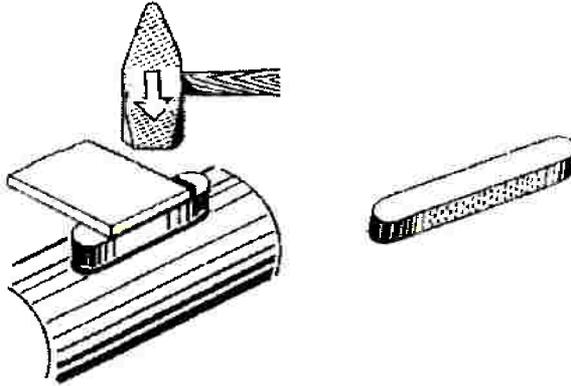
قلاووظ ذات) رأس مستدق غاطس ، كما تثبت الخوابير القصيرة في مجرى العمود بواسطة إسفين جانبي.

تركب حلقة (وردة) ومسمار قلاووظ في وضعهما بإحكام على العمود ، وذلك لعدم الإنزلاق الطولي أو بإحتياطات أخرى مماثلة.

## 2. الخابور المتوازي الغاطس : Sunk Parallel key

الخابور المتوازي الغاطس شكل 1 - 55 (أ) مقطعة على شكل مستطيل ، وعادة يكون نهايتي الخابور على شكل نصف دائرة.

يركب الخابور المتوازي الغاطس بمجرى المحور أو العمود بالطرق ، مع إستخدام رقائق من الصاج أو النحاس لعدم تلفه كما هو موضح بشكل 1 - 55 (ب).



شكل 1 - 55

### الخابور المتوازي الغاطس

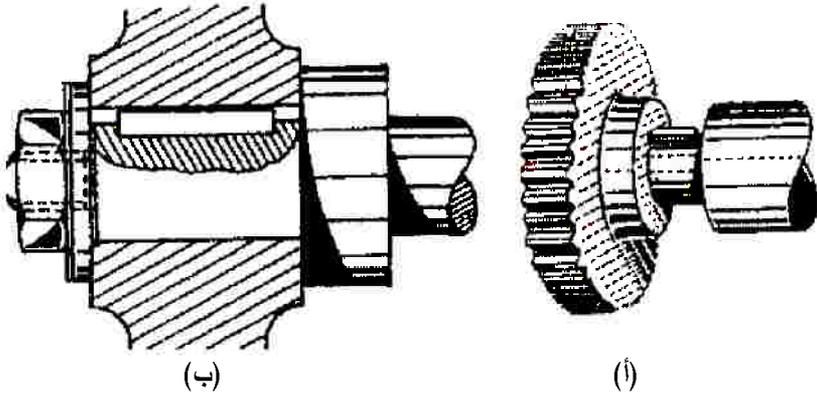
(أ) خابور متوازي غاطس.

(ب) تركيب الخابور بمجرى العمود بالطرق.

يجب ترك خلوص ما بين 0.2 . 0.3 ملليمتر بين السطح العلوي للخابور الغاطس والسطح السفلي لمجرى أو العمود ، وذلك لسهولة عملية الفك والتركيب.

يستخدم الخابور المتوازي الغاطس في نقل عزم الدوران ما بين الأعمدة أو

المحاور وبين الأجسام المطلوب توصيلها كما هو موضح بشكل 1 - 56 (أ) ، وتستعمل حلقة (وردة) وصامولة من الجانب الحر لتثبيت المجموعة كما هو موضح بشكل 1 - 56 (ب).

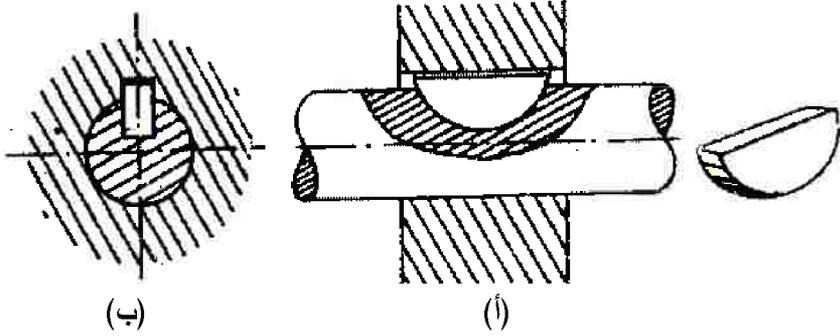


شكل 1 - 56

إستخدام الخابور المتوازي الغاطس في نقل عزم الدوران  
بين الأعمدة والأجسام المطلوب توصيلها

### 3. الخابور المتوازي المستدير: Rounded parallel key

الخابور المتوازي المستدير (خابور وودراف) شكل 1 - 57 (أ) سطحه الأمامي على شكل نصف دائرة ومقطعه على شكل مستطيل.  
يثبت الخابور المتوازي المستدير (خابور وودراف) ما بين الجزء العلوي للمجرى الدائرية للمحور أو العمود ، والجزء السفلي المسطح للجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 57 (ب).  
يستخدم الخابور المتوازي المستدير لتوصيل الأجسام المختلفة بنهايات الأعمدة والمحاور المخروطية أو الأسطوانية توصيلاً محكماً.

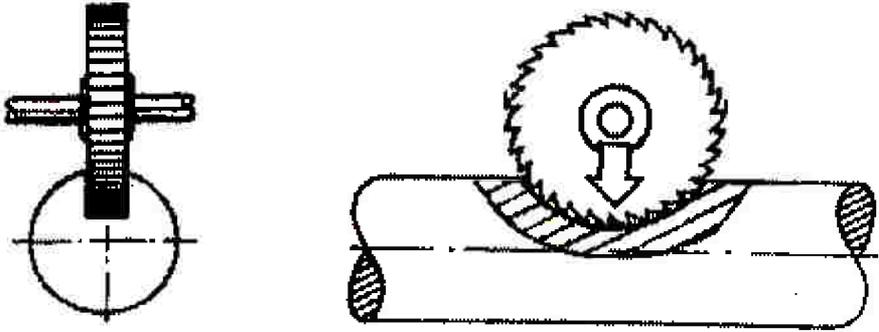


شكل 1 - 57

الخابور المتوازي المستدير .. (خابور وودراف)

### تجهيز مجرى الخابور المتوازي المستدير :

يفرز مجرى الخابور المستدير بالمحاور أو بالأعمدة بواسطة مقطع تفريز (سكينة تفريز) جانبية كما هو موضح بشكل 1 - 58 ، بحيث تتطابق أبعاد سكينة التفريز مع الأبعاد المحددة للخابور حسب الجداول الخاصة بذلك.



شكل 1 - 58

تفريز مجرى الخابور المستدير بالأعمدة بواسطة سكينة تفريز جانبية

يصنع الخابور المتوازي المستدير (خابور وودراف) بالتشكيل المكني على المخرطة على هيئة أقراص أسطوانية ، ثم يشطب السطح العلوي بالمبرد بعد نشر الجزء المطلوب.

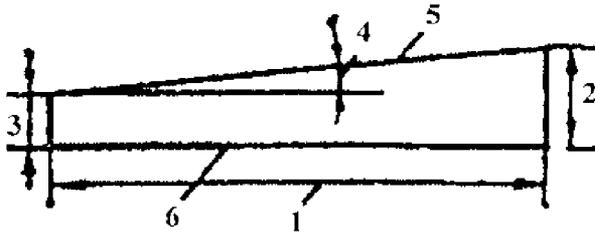
## الخوابير المسدقة : Conical keys

تصنع الخوابير المسدقة (المخروطية أو المسلوقة) ذات إستدقاكات بنسب مختلفة (10 : 1 ، 25 : 1 ، 100 : 1) .. هذا يعنى أن الزيادة فى أكبر إرتفاع للضلع الأكبر للخابور مقداره 1 ملليمتر لكل 10 مم أو كل 25 مم أو 100 كل ملليمتر من طول الخابور .

تستخدم الخوابير المسدقة من 10 : 1 ، 25 : 1 فى الوصلات التى يكتر صيانتها (الوصلات كثيرة الفك والتركيب) ، كما تستخدم الخوابير المسدقة 1 : 100 فى الوصلات ذات الإزدواج المحكم وفى الأجزاء المطلوب توصيلها ببعضها توصيلاً مستديماً ، حيث أن الإستدقاق كلما كان صغيراً كلما زاد تأثير فاعلية التثبيت ، علماً بأن الإستدقاق الصغير جداً يؤثر فى الرباط ، وقد يتسبب فى تلف الأجزاء المكنية .

### أبعاد الخابور المستدق : Dimensions of conical key

تصمم الخوابير المسدقة بأبعاد مناسبة ، بحيث تناسب التصميمات المختلفة للأجزاء المكنية . شكل 1 - 59 يوضح أبعاد الخابور المستدق .  
يثبت الخابور المستدق ما بين الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها ببعض بواسطة سنبك ومطرقة لتعطى قوة الدفع المطلوبة ، وتنقسم هذه القوة إلى مركبتين ممثليين بالضلعين 5 ، 6 اللذان يؤثران على الأجزاء المكنية العلوية والسفلية الموصلة .



شكل 1 - 59

أبعاد الخابور المستدق

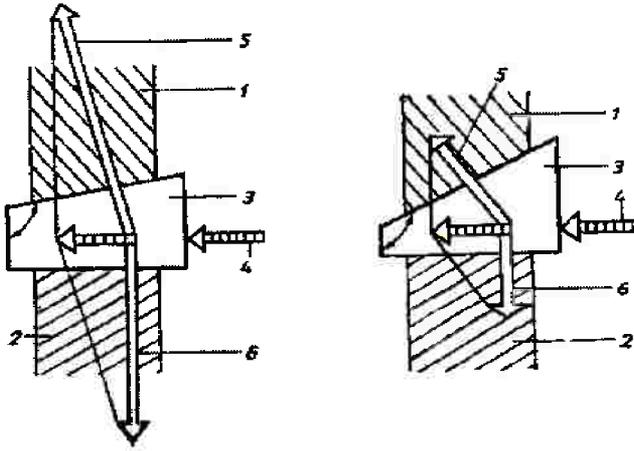
1. طول الخابور المستدق

2. الضلع الأكبر.
3. الضلع الأصغر.
4. الإستدقاق ... (السلبية).
5. القمة.
6. الجذع.

### تحليل قوى المؤثرة للخوابير المستدقة :

تستخدم الخوابير المختلفة الإستدقاق للتوصيل بين الأجزاء المكنية ، ويوضح شكل

1 - 60 تحليل القوى المؤثرة فى حالات إختلاف ميل إستدقاق الخابور .



شكل 1 - 60

تحليل القوى على الخابور

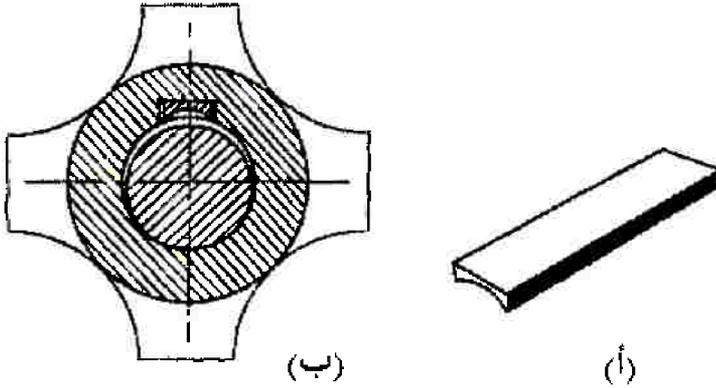
1. الجزء المكنى رقم 1.
2. الجزء المكنى رقم 2.
3. الخابور المستدق.
4. القوة الدافعة.
5. مقدار القوة المنقولة بالخابور إلى الجزء المكنى رقم 1.
6. مقدار القوة المنقولة بالخابور إلى الجزء المكنى رقم 2.

## أنواع الخوابير المستدقة :

توجد الخوابير المستدقة بأنواع وأشكال مختلفة ، يتوقف استخدام كل منها على تصميم الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها . فيما يلي عرض لأشكال الخوابير المستدقة .. مع أمثلة لاستخدامها كل منها على حدة.

### 1. الخابور المستدق المقوس : Arched conical key

الخابور المستدق المقوس الموضح بشكل 1 - 61 (أ) مقطعه على شكل مستطيل ، سطحه الأسفل مقوس ، الإستدقاق بنسبة 1 : 100. يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للمحور أو العمود ، والسطح السفلي لمجرى الجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 61 (ب). يستخدم الخابور المستدق المقوس لنقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.



شكل 1 - 61

الخابور المستدق المقوس

(أ) خابور مستدق غاطس.

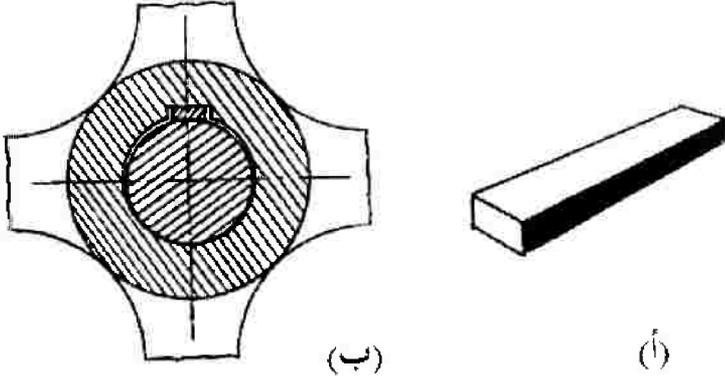
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلي لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

### 2. الخابور المستطيل المستدق : The conical rectangular key

الخابور المستطيل المستدق الموضح بشكل 1 - 62 (أ) مقطعه على شكل

مستطيل ، الإستدقاق بنسبة 1 : 100.

يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للمحور أو العمود ، والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 62 (ب) يستخدم الخابور المستطيل المستدق في نقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.



شكل 1 - 62

الخابور المستدق المستطيل

(أ) خابور مستطيل مستدق.

(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

### 3. الخابور الغاطس المستدق : The conical sunk key

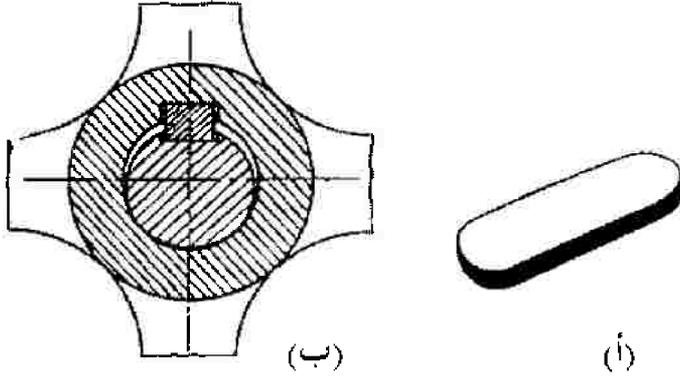
الخابور الغاطس المستدق الموضح بشكل 1 - 63 (أ) مقطعه على شكل

مستطيل . الإستدقاق بنسبة 1 : 100.

يثبت الخابور ما بين السطح العلوي لمجرى العمود أو المحور والسطح السفلى

للمجرى المستدق بالجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 63 (ب).

يستخدم الخابور الغاطس المستدق في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة.



شكل 1 - 63

### الخابور الغاطس المستدق

(أ) خابور غاطس مستدق.

(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلي لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

### 4. الخابور المستدق ذو الذقن : The gib-head key

الخابور المستدق ذو الذقن الموضح بشكل 1 - 64 (أ) مقطعه على شكل

مستطيل . الإستدقاق بنسبة 1 : 100.

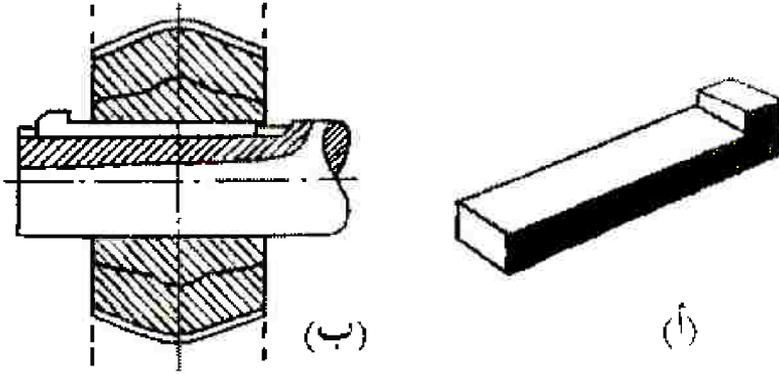
يثبت الخابور المستدق ذو الذقن ما بين السطح العلوي لمجرى العمود أو المحور

، والسطح السفلي للمجرى المستدق بالجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 64 (ب).

تصنع الخوابير ذات الذقن بأشكال مستطيلة أو مقعرة ، سطحها السفلي مقوس أو

غاطس . يعتبر الخابور ذو الذقن أفضل من الخوابير السابقة نظراً لكبر الرأس عند النهاية ، كما يتميز بنزعه بسهولة.

يستخدم الخابور ذو الذقن في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة.



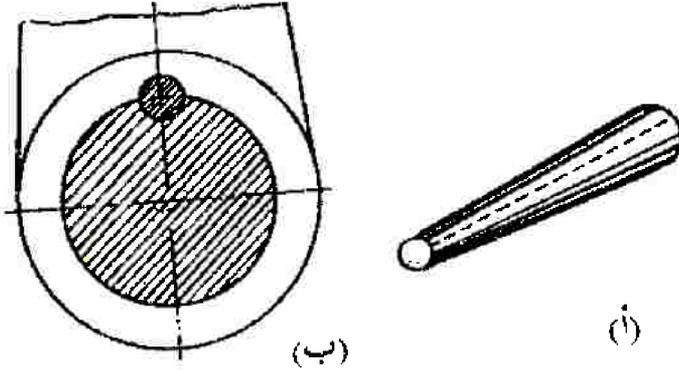
شكل 1 - 64  
الخابور المستدق ذو النقن

- (أ) خابور مستدق بنقن.  
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلي لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

#### 5. الخابور الأسطواني المستدق : The conical cylindrical key

الخابور الأسطواني المستدق الموضح بشكل 1 - 65 (أ) مقطعه على شكل دائري . الإستدقاق بنسبة 1 : 25 ، ويصل إلى نسبة 1 : 100 .  
يثبت الخابور الإسطواني المستدق ما بين الجزء العلوي للمجرى الدائري للمحور أو العمود ، والجزء السفلي للمجرى الدائري للجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 - 65 (ب).

تستخدم الخوابير الإسطوانية المتدقة لنقل عزم الدوران للقوى الكبيرة بالوصلات التي تتطلب كثرة الصيانة .. (كثير الفك والتركيب).



شكل 1 - 65

### الخابور الإسطوانى المستدق

(أ) خابور أسطوانى مستدق.

(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

### النوابض .. Springs

النوابض - اليايات - الزنبركات - السوست .. كلها أسماء مترادفة ومتداولة

وهى تشير إلى معنى واحد.

النوابض هي عناصر مكنية تستخدم فى الآتى :-

1. وصل الأجزاء مع بعضها البعض توصيلاً مرناً.
2. مخفضات للأحمال الصدمية وللأهتزازات والذبذبات .. كما هو الحال فى السيارات.
3. كمصدر للطاقة .. (خزانات للقدرة) كما هو الحال فى الساعات ولعب الأطفال وبعض الأجهزة الأخرى.
4. توجيه ضغط أو قوة كما هو الحال فى القوابض.

### خواص النوابض : Properties of springs

تقوم النوابض فى الماكينات والأجهزة المختلفة بدور العناصر المرنة ، حيث تنشوه

شكلها بتأثير القوى المختلفة المسلطة عليها ، وعند إزالة هذه القوى تعود النوابض إلى

حالتها وشكلها الأصلي.

## المواد المستخدمة في صنع النوابض :

Materials used in manufacturing springs

تصنع أكثر أنواع النوابض إنتشاراً من الصلب اللاسبائكى الذي يتراوح نسبة الكربون فيه ما بين 0.5 : 1% ، كما تصنع من الصلب الكربوني ذي نسبة الكربون العالية والصلب المنجنيزى والصلب السليكونى ، أما نوابض صمامات محركات الاحتراق الداخلى فهي تصنع من صلب سبائك الكروم والفانوديوم ، كما تصنع النوابض المستخدمة في الأغراض الكيمائية من البرونز السليكونى المنجنيزى أو البرونز القصديرى الزنكي.

## أنواع النوابض : Types of springs

توجد أنواع وأشكال مختلفة من النوابض .. يمكن تقسيمها حسب شكلها وتركيبها

إلى الآتي :-

- 1- نوابض سلكية.
- 2- نوابض قرصية.
- 3- نوابض ورقية.
- 4- نوابض القصيب الالتوائى.
- 5- نوابض مسطحة.

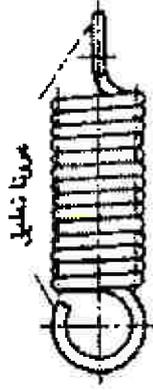
## أنواع النوابض السلكية : Types of wire springs

تنقسم النوابض السلكية حسب نوع التحميل إلى الآتي :-

- 1- نابض شد.
- 2- نوابض ضغط.
- 3- نابض التوائى .. (نابض لى).

## نابض الشد : Tension spring

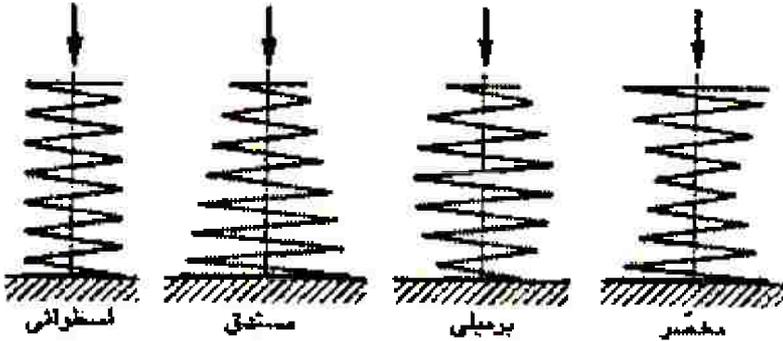
نابض الشد الموضح بشكل 1 - 66 هو عبارة عن سلك من صلب النوابض تتراكب لفاته فوق بعضها البعض بإحكام ، وتتباعد اللفات عن بعضها البعض بتأثير قوى الشد.



شكل 1 - 66  
نابض شد

### نوابض الضغط : Compression springs

توجد أشكال مختلفة من نوابض الضغط كما هو موضح بشكل 1 - 67 ، ويمكن تقسيمها حسب شكل كل منها إلى الآتي :-



شكل 1 - 67  
نوابض الضغط

نابض أسطواني.

2- نابض مخروطي .. (مستدق).

3- نابض بريلي.

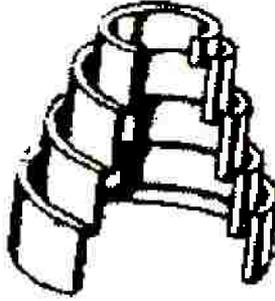
4- نابض مخصر.

نوابض الضغط الموضحة بعالية ، هي عبارة عن أسلاك من صلب النوابض مصنعة بأشكال مختلفة ، بحيث تقوم بجميع الأغراض الهندسية.

تتباعد لفات نوابض الضغط عن بعضها البعض بمسافات ، كما تتقارب لفاتها مع بعضها البعض بتأثير قوى الضغط.

توجد نوابض ضغط أخرى موضحة بشكل 1 - 68 ، تتكون من مجموعة من الصفائح المرنة ، والنابض على شكل حلقات أسطوانية مركبة فوق بعضها البعض بتدرج متناقص (الأكبر من أسفل ثم الأصغر .... وهكذا).

تتقارب الحلقات الأسطوانية مع بعضها البعض بتأثير قوى الضغط ، كما تعود إلى وضعها الأصلي بعد إزالة القوة.



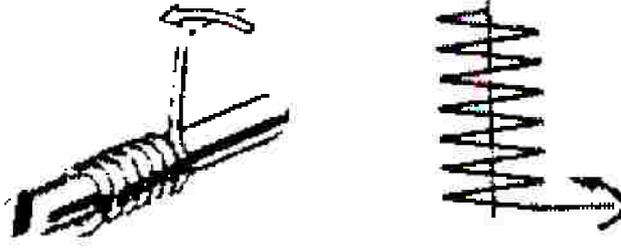
شكل 1 - 68

نابض المخروط الناقص

**النابض الألتواني : Torsion spring**

النابض الألتواني الموضح بشكل 1 - 69 يسمى نابض لي ، وهو عبارة عن سلك من صلب النوابض ، تتباعد لفاته بشكل غير ملحوظ . يثبت بداية سلك النابض الألتواني بعمود ، بينما ينتهي نهايته بشكل ساق يتعامد على محور العمود . يستخدم

هذا النابض لمقاومة عزم الإلتواء.

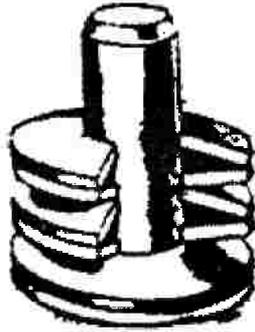


شکل 1 - 69

نابض التوائي (نابض لى)

**النابض القرصي : Disc spring**

النابض القرصي الموضح بشكل 1 - 70 ، عبارة عن مجموعة من أقراص حلقيه مخروطية نابضة ، تتركب على عمود أسطوانى ذو قاعدة قطرها يتناسب مع قطر الأقراص في إتجاه محوري ، بحيث تتقابل رؤوس الأقراص مع بعضها البعض. تتقارب الأقراص مع بعضها البعض لتغير شكلها إلى شكل حلقات أسطوانية بتأثير قوى الضغط ، كما تعود الحلقات إلى شكلها الأسمى عند إزالة القوى.



شکل 1 - 70

نابض قرصى

**النوابض الورقية : Leaf springs**

تتكون النوابض الورقية الموضحة بشكل 1 - 71 من عدة أوراق معدنية مثبتة فوق بعضها البعض بتدرج (الأصغر من أسفل ثم الأكبر ..... وهكذا) ، مقطع النابض الورقي على شكل مستطيل . يمكن أن تكون النوابض الورقية على شكل مجموعة واحدة أو من مجموعتين فوق بعضهما البعض كما هو الحال في الشاحنات (حسب قوى التحميل الواقعة على المركبة).

تستخدم النوابض الورقية في المركبات المختلفة (سيارات الركوب . سيارات النقل . الشاحنات الكبيرة .... وغيرها) لإمتصاص الاهتزازات ولتخفيض الصدمات.



شكل 1 - 71

نابض ورقي