الباب الأول
1

عناصر نقل القدرة وملحقاتها

Elements of Power Transmission and its suppliments

تمهيد

ينافش هذا الباب شرح الأجزاء الأساسية والمساعدة لوسائل نقل القدرة والجزاء المساعدة لمجموعات وآليات نقل الحركة فى 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 ــ المحاور ــ المسامير ــ مرتكزات الأعمدة ــ المحامل ــ موانع التسرب ــ النوابض اليايات .. وغيرها ، مع عرض العديد من الأشكال والرسومات التخطيطية التوضيحية ذات العلاقة.

ويتعرض إلى مجال إستخدام هذه الأجزاء وطرق تركيبها.

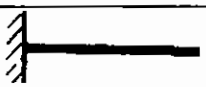
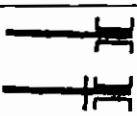
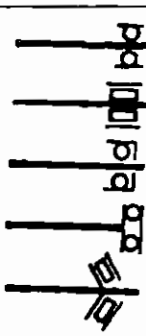
التعبير بالرسم التخطيطي

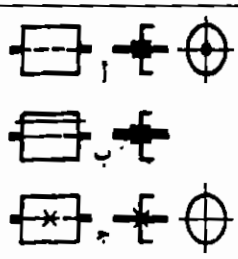
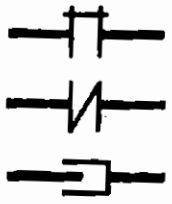
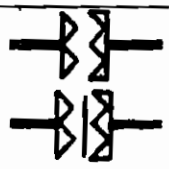
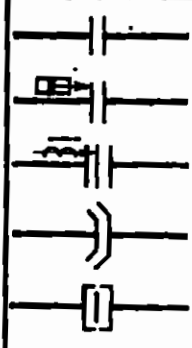
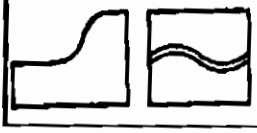
يعتبر الرسم الهندسي بمثابة وثيقة فنية التي تؤدي إلى تصنيع جميع الأجزاء وفقاً لها ، حيث يحتوي الرسم بالإضافة إلى شكل الجزء بيانات عن كل أبعاده وعن المواد التي يجب إستخدامها لتصنيع هذا الجزء ، والمتطلبات التي يجب أن يفي بها الجزء المصنع ..... إلخ . ومن ثم فإن الرسم التخطيطي يوضح عمل وإرتباطات الآليات والأجزاء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

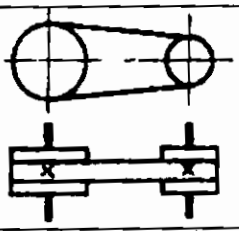
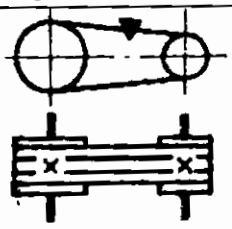
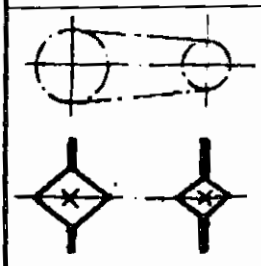
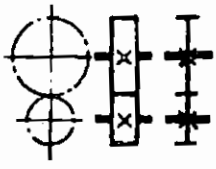
جدول 1 – 1 يوضح الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الميكانيكية إنتشاراً.

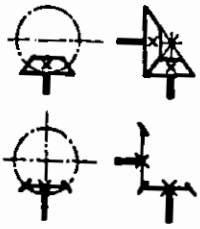
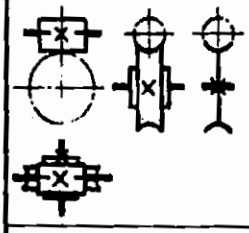
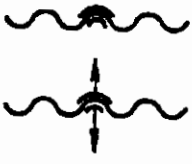
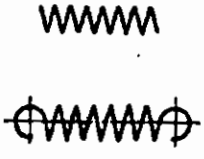
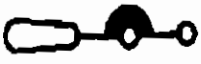
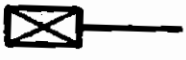
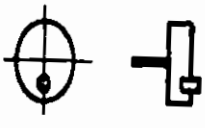
جدول 1 – 1

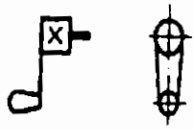
الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الميكانيكية إنتشاراً.

اسم الجـــــزء	الرمز
عمود ــ عمود صغير ــ محور قضيب ..... إلخ	
محور ــ قضيب ــ مسمار (بنز) ثابت	
نقطة إرتكاز قضيب : (أ) ثابتة (ب) متحركة	
كراسي تحميل إنزلاقية ودحروجية على عمود .. (بدون تحديد النوع) : (أ) قطرية (ب) قطرية إرتكازية (ج) إرتكازية	
كراسي تحميل إنزلاقية : (أ) قطرية (ب) قطرية إرتكازية	
كراسي تحميل دحروجي : (أ) قطرية (ب) أسطوانية قطرية (ج) قطرية إرتكازية (د) إرتكازية (هـ) قطرية إرتكزية أسطوانية	

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

أسطوانات مع مكابس مثبتة في أعمدة توصيل	
وصلة عمود مرفق (ركبة واحدة) مع ذراع توصيل	
حدافة على عمود	
نقل حركة بسير مسطح	
نقل حركة بسير إسفيني على شكل حرف V	
نقل حركة بالسلاسل .. تعبير تعبير عـام دون تحديـد نـوع السلسلة	
نقل حركة بتروس أسطوانية : التعشيق الخارجي .. تعبير عام دون تحديد نوع التروس	

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

مقبض إدارة	
دعائم متحركة	
عمود مرن لنقل عزم الدوران	

عناصر نقل القدرة

Elements of Power Transmission

تنتج الطاقة المستخدمة فى المجال لميكانيكي فى أغلب الحالات بشكل دورانى كالتربينات والمولدات والمحركات الكهربائية التى تعطي القدرات الميكانيكية.

تنقل هذه القدرات عن طريق أجزاء أساسية وأجزاء أخرى مساعدة تسمي بعناصر نقل القدرة ومن أمثلتها الأعمدة – المحاور – المسامير – المحامل – القوابض – القارنات – السيور – التروس – الجنازير..... وغيرها.

كل هذه الأجزاء تثبت فى جسم الآله المطلوب تشغيلها وتستغل فى النواحى الهندسية المختلفة بأجهزة نقل الحركة لنقل عزم الدوران.

الأعمدة والمحاور

Shafts and Axles

تحمل الأعمـــدة والمحاور أجزاء المكنات المختلفة مثل التروس – بكرات السيور – الأقراص الإحتكاكة ..... وغيرها المثبتة بها ، أو التى تدور عليها تبعاً لحركة الأعمدة والمحاور لتنقل القوى من جزء إلى آخر.

المواد المستخدمة في صنع الأعمدة والمحاور:

Materials used for manudacturing shfts ans 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 التأكل الناتج عن الإحتكاك ، بالإضافة إلى قابلية هذه المواد للتشغيل.

يتوقف إختيار المواد التى 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 وصـــلادة عالية ، كما يستعمل الصلب السبائكي في صنع الأعمدة والمحاور ذات التحمنيل العالى والذى 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 هى التى تصنع بصورة قضبان إسطوانية ذات قطر واحد والتي تعتبر من الأمور النادرة ، حيث تريد 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 التى إنتشر إستخدامها فى 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. تزليق 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 فى 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 فى الآلة بأوضاع مختلفة حيث يمكن أن تكون أفقية أو رأسية أو مائلة.

تستخدم الأعمد ة 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 الذى يقوم بالحركة الدورانية ، والسمة المميزة للمحاور هى أنها (لا تنقل عزم الدوران) بل تتعرض لإجهادات الحنى 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 فى حالة تثبيت الجزء الدائر بالمحور ودورانهما معاً وفى هذه الحالة تنقل المحاور عزم الدوران.

أنواع الأعمدة : Types of shafts

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

أعمدة إسطوانية : Cylindrical shafts

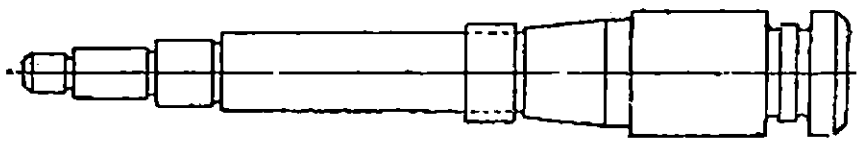
العمود الإسطواني المستقيم الموضح بشكل 1 – 1 يعتبر من أبسط أنواع الأعمدة وإنتاجه من الأمور النادرة ، حيث يزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليه ، كما تجعل عمليات الفك والتركيب أكثر تعقيداً.

شكل 1 – 1

العمود الأسطواني المستقيم

أعمدة بتدريجات مخروطية : Shafts With Conical Steps

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

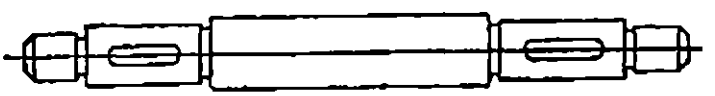


شكل 1 – 2

عمود بتدريجات 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.

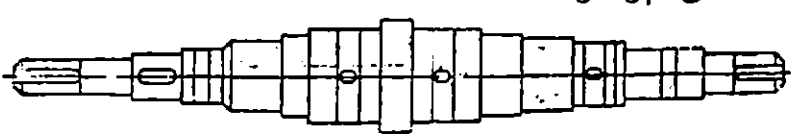


شكل 1 – 3

عمود بأقطار متدرجة

أعمدة بأقطار متدرجة متعددة : Multi-graded diameters shafts

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



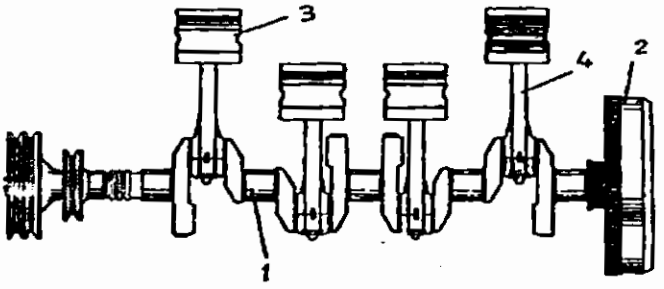
شكل 1 – 4

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- الكباس.
4- ذارع التوصيل.

أعمدة الحدبات : Camshaft

عمود الحدبات Camshaf يسمى بالوسك الفني بعمود الكامات شكل 1 – 6، وهو عبارة عن عمود إسطوانى موجود به مجموعة حدبات Cames بيضاوية الشكل بعدة مواضع بإتجاهات مختلفة.

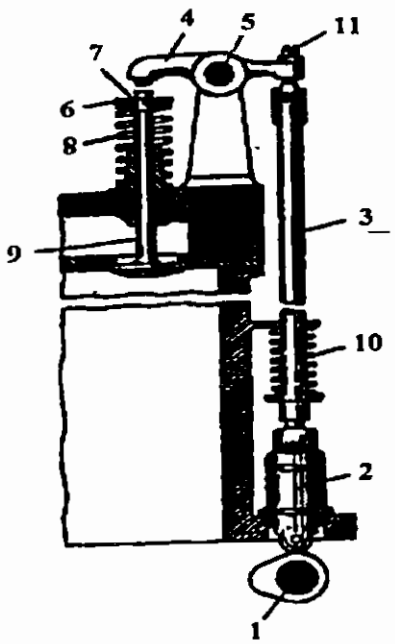
تصنع الأعمداة ذات الحدبات من الطب العالى الجودة بدقة فائقة ، صممت لإستخدامها لتحويل الحركة الدورائية إلى حركة مستقيمة مترددة متذبذبة.

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

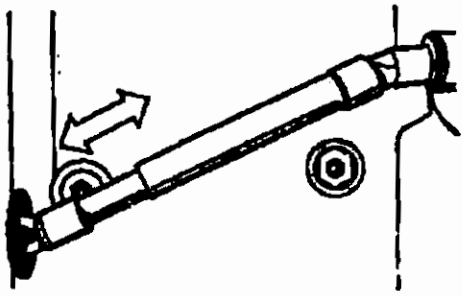
الحركة الآلية لعمود الحدبات (الكامات)

1- عمود الحدبات (الكامات).
2- الأصبع الغماز (الرافعة).
3- ذارع 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 ، تسمى أيضًا 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 هـذه المحاور أثناء عمليات التشغيل.

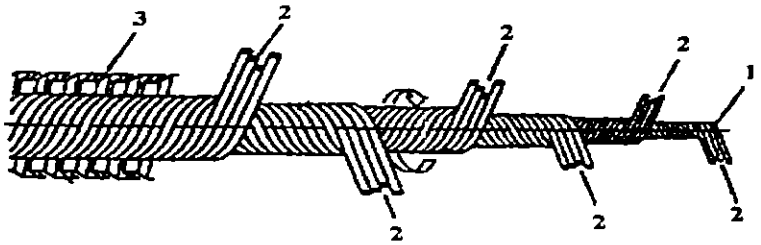


شكل 1 – 8

عمود متداخل .. (عمود تلسكوبي)

الأعمدة المرنة : Flexible shafts

الأعمدة المرنة { الأعمدة القابلة للإنحناء } الموضحة بشكل 1 – 9 ، تتكون من عدة طبقات متتالية من أسلاك الصلب لملفوفة على بعضها البعض ، وتختلف أقطـــار ومواصفات أسلاك الصلب السمتخدمة ، 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.

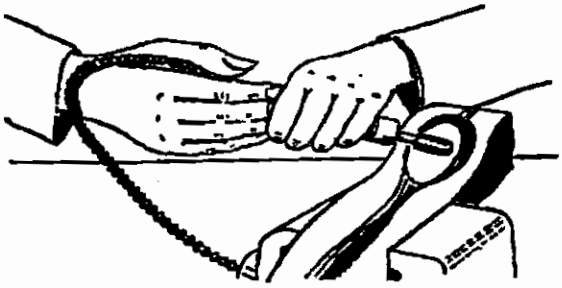
تستخدم الأعمدة المرنة لنقل الحركة بين الأجزاء التى تقع محاور دورانها فى وضع يستحيل الربط بينهما ، أو فى الحالات التى يتغير فيها المواضع النسبية بين هذه المحاور أثناء التشغيل.

كما تستخدم فى العمليات الميكانيكية التى 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 فى نقل الحركة بعدادات السرعة بالمركبات بجميع أنواعها، وبالأجهزة الطبية بعيادات الأسنن ، 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 التى 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 مقبل لها، مشكلة من الداخل بنفس الشكل يتراوح عدد الأخادير من بين 6 ــ 20 وذلك حسب قطر العمود.

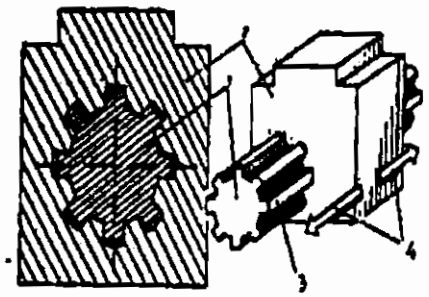
تستخدم الأعمدة المخددة لنقل الحركة لوصلة مماثلة لها فى الحالات التى تغير فيها وضع الوصلة.

شكل 1 – 11

العمود المخـــدد .. (المسنن)

تستخدم عادة وصلة مخددة (مسننة) تسمى (صرة) ، للسماح بوجود حركة محورية نسبية بين العمود المخدد وصرة الجزء المتزاوج معه شكل 1 – 12.

تشكل الأخاديد (الأسنان) بشكل طولى (مستقيم) أو بشكل حلزونى ، وذلك حسب الحركة المطلوبة للوصلة.

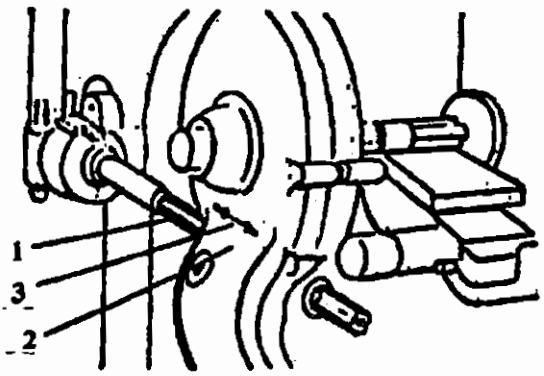


شكل 1 – 12

وصلة مخـــــددة .. (مسننة)

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

شكل 1 – 13 يوضح عمود مخدد أثناء نقل القدرة (الحركة) لوصلة مخددة فى آلة لتشغيل الخشب.



شكل 1 – 13

وصله مخددة بآلة تشغيل الأخشاب

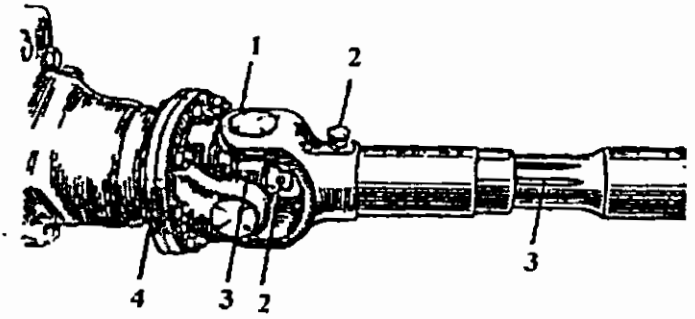
1- العمود المخدد.

2- الوصلة المخددة.

3- حركة الوصلة المخددة.

وعلاوة على ذلك تستخدم الأعمدة بوصلات مختلفة لتناسب بعض الآلات والمركبات. يوضح شكل 1 – 14 عمود بوصلة جامعة (عمود كردان).

كما توجد أعمدة بأشكال أخرى تستخدم فى الصناعات الهندسية المختلفة.



شكل 1 – 14

عمود بوصلة جامعة .. (عمود كردان)

1- وصلة كردان.. وصلة جامعة للحركة.

2- موضع الزيت.

3- مجارى العمود المخدد... مجارى طولية.

4- وصلة مستعرضة.

5- شفة صندوق التروس.

أنواع المحاور : Types Of Axles

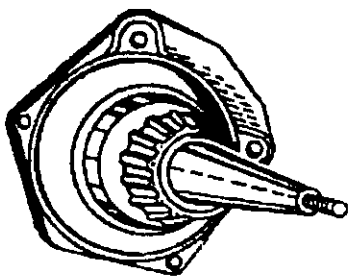
تصمم المحاور بأشكال إسطوانية أو متدرجة أو مخروطية (نفس أشكال الأعمدة).

تستخدم المحاور عادة Axles للتركيبات الجسيئة ، وذلك لحمل أجزاء الآلة التى ترتكز عليها ، لذلك فهى تصمم بحيث يمكنها تحمل الضغوط التى تسلط عليها وأنواعها كالآتى :-

المحاور الثابتة : Fixed axles

المحاور الثابتة هى عناصر مكنية ثابتة ، تحمل عناصر أخرى دوارة ، وأقرب مثال لذلك هو المحور الثابت الذى يحمل عجلة السيارة شكل 1 – 15.

كما توجد محاور ثابتة متعددة مثل محاور الدراجات والمحاور التى تحمل التروس الوسيطة والبكرات.. وما يشابهما.

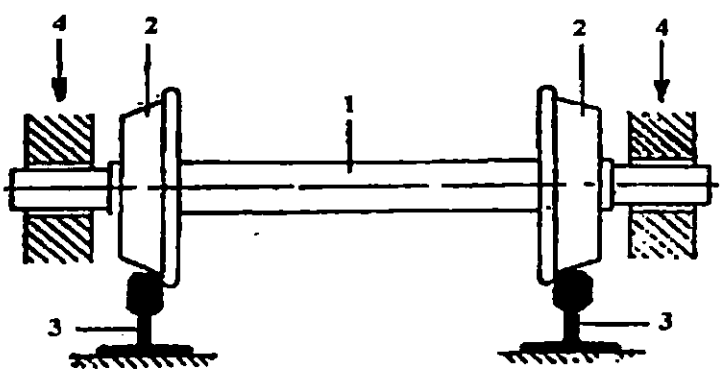


شكل 1 – 15

محور ثابت يحمل عجلة سيارة

المحاور الدوارة : Rotary axles

المحاور الدوارة هى عناصر مكنية مثبتة بعناصر أخرى دوارة ليدوران معاً وأقرب مثال إلى ذلك هى المحاور الدوارة التى 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 والأعمدة.

تختلف المرتكزات من حيث أشكالها وأوضاعها وإستخدامها، ويمكن تمييز بعضها البعض من موضعها على الأعمدة أو من خلال إتجاه القوى المؤثرة عليها.

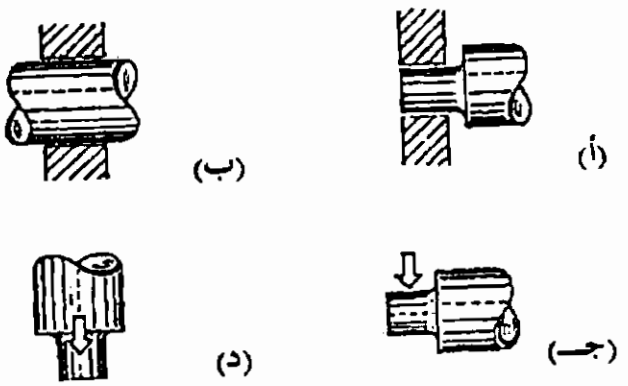
فيما يلى عرض لأنواع المرتكزات والموضحة بشكل 1 – 18 وهى الأكثر إنتشاراً فى الصناعات الهندسية.

(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 Jouranl

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



شكل 1 – 18

مرتكزات الأعمدة

تصنع مرتكزات الأعمدة بمتانة مناسبة لتتحمل الضغوط والعزوم التى تتعرض لها.. كما تعامل تلك التى تتعرض للسرعات العالية لمعاملات خاصة لأسطحها مثل التصليد بغرض تحسين جودتها.

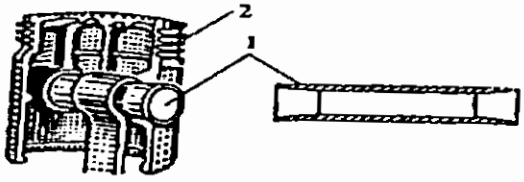
تجلخ مرتكزات الأعمدة ليكون سطحها ذات نعومة عالية وذلك لغرض تخفيض قوي الإحتكاك.

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.

تنتيج البنوز مجوفه لغرض التخفيف من وزنها ، وأقرب مثال لذلك هو البنز المركب بذراع التوصيل والمكبس بآلة الاحتراق الداخلي كما هو موضح بشكل 1 – 19.



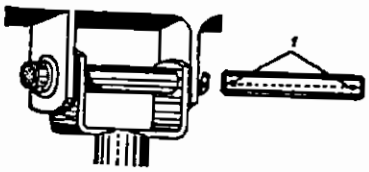
شكل 1 – 19

المسمار المجوف

1- المسمار المجوف

2- كباس.

وتستخدم البنوز أيضاً كمحاور إرتكاز بين الأجزاء المتحركة المختلفة كما هو موضح بشكل 1 – 20.

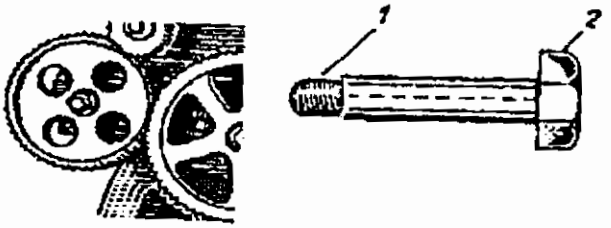


شكل 1 – 20

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.

كمـــا تستخدم المسامير كعنصر توصيل بيـــن الأعمدة المفصلية . يوضح شكل 1 – 22 توصيل الحركة بين الأعمدة عن طريق تركيب مسمار.

شكل 1 – 22

مسمار (بنز) كعنصر توصيلبين الأعمدة المفصيلة

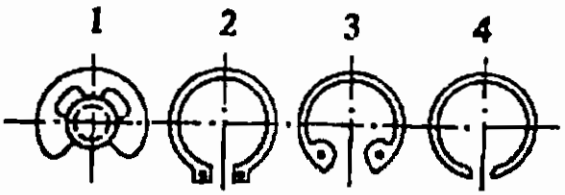
1- ثقب لتيلة مشقوقة

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 (بايية خارجية)
3- حلقة نابضة(بايية 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 وفقًا لأعراض استخدام كل منها وظروف تشغليها ، كدوران أجزاء الآلة بسرعات منخفضة أو بسرعات مرتفعة ، أو لاستخدامها بالآلات التى تتميز بدرجة عالية من الدقة أو ذات درجة منخفضة.

ويمكن تقسيم المحامل وفقًا لقوي الاحتكاك الناشئة عن حركة الدوران إلى مجموعتين أساسيتين هما :-

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

المحامل الإنزلاقية

Slids Bearings

صممت المحامل الإنزلاقية بصفة عامة بأسطح تحميل كبيرة ، لإستخدامها للأعمدة والمحاور ذات السرعات المخفضة ، وهى تتميز بتحملها للأحمال الكبيرة حتى ولو كانت هذه الأحمال صدمية ، كما تتميز المحامل الإنزلاقية بإرتفاع مستوى دقتها وإمكانية ضبطها ، وتعتبر أقل من المحامل التدرحرجية 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.

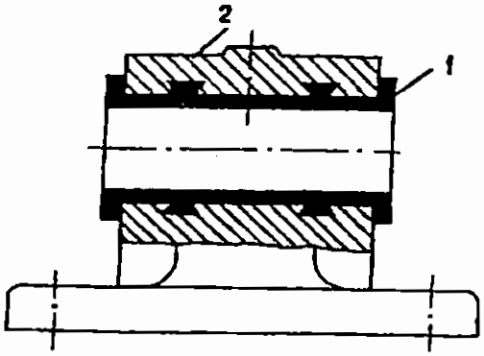
يستخدم التزليق بالشحم في المحامل الإنزلاقية كبيرة الخلوص ، وللمحامل المعرضة لإجهادات عالية والتي تحمل الأعمدة والمحاور البطيئة الدوران أو المتراوحة.

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

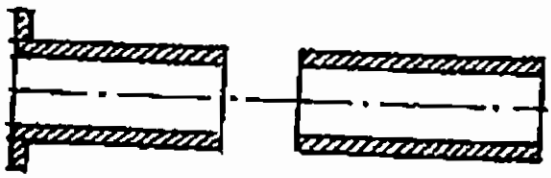
الجلبة الإسطوانية المصبوبة

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 تلفها .. (عند زيادة الخلوص المسموح به).

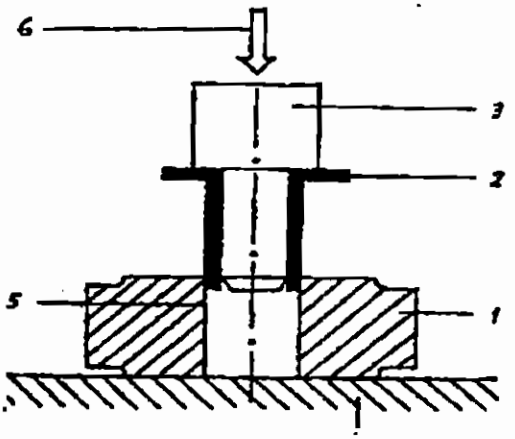


شكل 1 – 25

الجلبة الإسطوانية القابلة للإستبدال

تثبت الجلبة الجاهزة أو المصنعة المتوافقة مع المحمل بتوافق إنتقالى أو توافق تداخلى بعد ضبطها بشكل عمودى ، بحيث تضغط بالكبس كما هو موضح بشكل

. 26 – 1



شكل 1 – 26

تثبيت الجلبة بالضغط

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

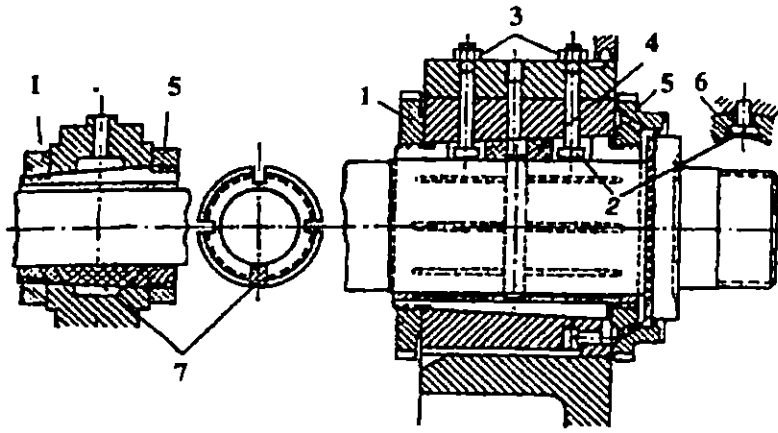
3ـ الجلب الإسطوانية القابلة للضبط : Adjustable cylindrical sleeve

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 الداخلى 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 يؤدى إلى إرتفاع درجة حرارة المحمل أثناء التشغيل.

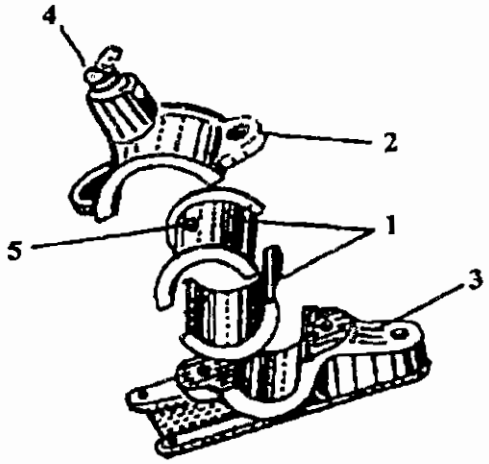
4ـ الجلبة الإسطوانية المقسمة إلى جزأين :

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 ثقوب التزليق مع مجارى الزيت.

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



شكل 1 – 28

جلبة إسطوانية مقسمة إلى جزأين

1- جلبة إسطوانية مقسمة إلى جزأين.

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 أخــرى التي لا تحمل جلب أسطوانية بل تحمل مجموعة أسافين ، وتسمى بالمحامل المتعددة الأسافين ، حيث يرتكز 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 في مسامها على وسائل تزليق سائلة أو صلبة تتسال منها عند إرتفاع درجات الحرارة ، بحيث تؤمن التزليق اللازم ، وكثيراً ما تتزلق المحامل المصنوعة من اللدائن بالماء ، الذي يستفاد به في عمليات التبريد أيضاً.

مواصفات جلب المحامل الإنزلاقية :

تتلامس أسطح مرتكزات الأعمدة والمحاور لفترات صغيرة في 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 للبلى.
4- مقاومة للصدأ.
5- لا تتمدد بالحرارة إلا قليلاً.

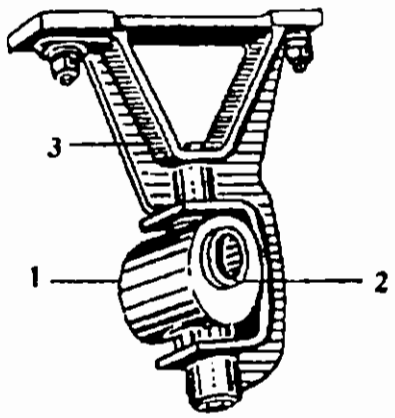
أنواع المحامل الإنزلاقية : Types of slide bearings

يمكن تقسيم المحامل الإنزلاقية بإختلاف أشكالها وأنواعها ، طبقًا لطريقة تركيبها أو سمات تصميمها أو إتجاه الحمل المسلط عليها.

فيما يلى 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

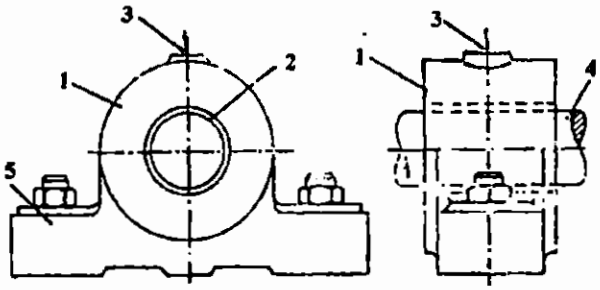
1- المحمل.

2- جلبة إسطوانية.

3- كرسى تحميل بشكل معكوس.

محمل ذو جلبة أسطوانية : Bearing with cylindrical Sleeve

المحمل ذو الجلبة الأسطوانية الموضح بشكل1 – 30 ، عبارة عن جلبة أسطوانية من قطعة واحدة . يعتبر هذا المحمل من المحامل البسيطة.



شكل 1 – 30

محمل ذو جلبة إسطوانية

1- المحمل.

2- الجلبة الإسطوانية.

3- وسائل للتزليق.

4- العمود أو المحور.

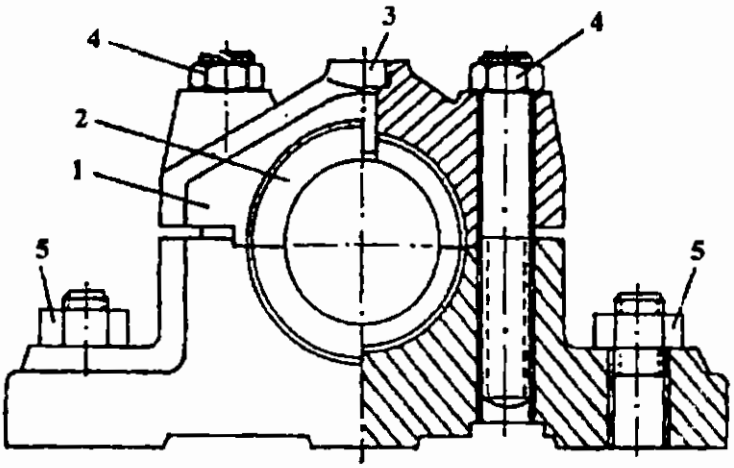
5- كرسى المحمل.

محمل الجلبة المشقوقة : Split sleeve bearing

محمل الجلبة المشقوقة الموضح بشكل 1 – 31 يسمى أيضاً بمحمل الجلبة الأسطوانية القابلة للضبط ، حيث أن الجلبة المثبتة بالمحمل مشقوقة .

تصنع الجلبة بشكل مخروطي لتناسب المبيت المخروطي بالمحمل . يستخدم محمل الجلبة المشقوقة لأغراض حمل أعمدة الدوران الدقيقة كأعمدة دوران المخارط وغيرها.

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



شكل 1 – 31

محمل الجلبة المشقوقة

1- المحمل.

2- الجلبة الأسطوانية المشقوقة.

3- وسائل تزليق.

4- صواميل ضبط خلوص الجلبة الإسطوانية المشقوقة.

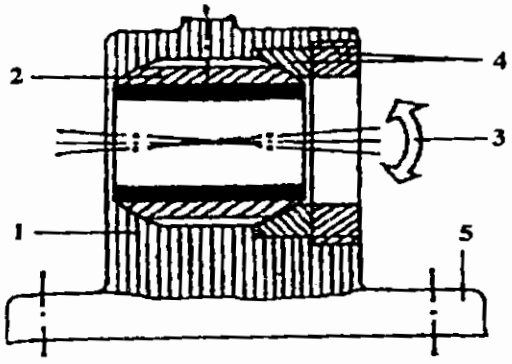
5- **صواميل تثبيت كرسى التحميل.**

يراعى أن تتم عملية ضبط الخلوص بحرص شديد حتى لا ينخفض خلوص المحمل عما ينبغي أن يكون عليه ، مما يؤدى 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.



شكل 1 – 32

محمل بجلبة ذاتية المحاذاة

1- المحمل.

2- الجلبة ذات المحاذاة.

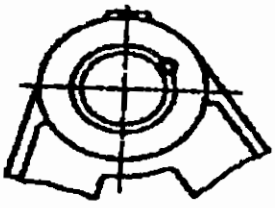
3- الحركة المطوبة عند تثبيت العمود بالمحمل.

4- جلب تثبيت.

5- قاعدة كرسى التحميل.

محمل ذو إسفين زيتى واحد : Single0 wedge bearing

المحمل ذو الإسفين الزيتي الواحـد 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.

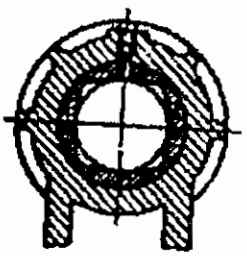


شكل 1 – 33

محمل ذات إسفين زيتى 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

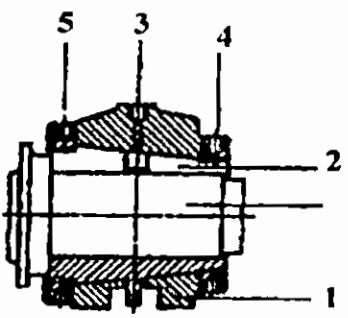
محمل متعدد أسافين الزيت

المحمل ذو الأسفين الزيتى الواحد والقابل للضبط :

Bearing of adjustable single-oil wedge

المحمل ذو الإسفين الزيتى 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 فى الصامولة المثبتة على لولب (قلاووظ) بنهاية مرتكز العمود.



شكل 1 – 35

المحمل ذو الإسفين الزيتى الواحد والقابل للضبط

1- المحمل.

2- الجلبة المخروطية.

3- إسفين زيتى.

4- صامولة ضبط.

5- صامولة ضبط.

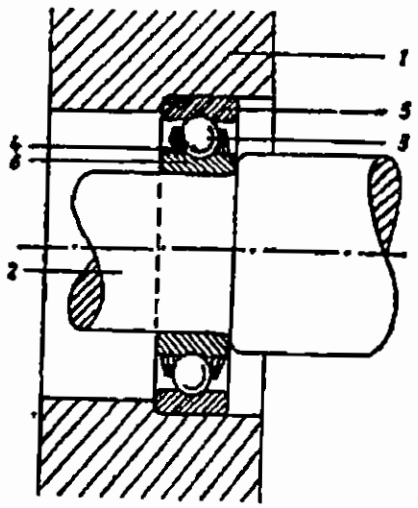
6- مرتكز العمود أو المحور.

المحامل التدحرجية

Roller Beariongs

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

تتكون المحامل التدحرجية [المقاومة للاحتكاك] الموضحة بشكل 1 – 36 من الأجزاء الآتية :-



شكل 1 – 36

المحمل التدحرجى .. (المقاوم للإحتكاك)

1- مبيت المحمل.

2- مرتكز العمود.

3- العناصر التدحرجية .. (البلى)
4- قفص الكريات .. (حافظة البلى).
5- حلقة الكريات الخارجية.
6- حلقة الكريات الداخلية.

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

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

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

المواد المستخدمة في صنع المحامل التدحرجية :

Materials used in manufacturing roller bearings

تصنع العناصر التدحرجية والحلقات الداخلية والخارجية من الصلب الكرومى ذو المرتبة العالية أو من الصلب الكرومى النيكلى، تُصلد بالمعاملات الحرارية ثم تجلخ وتصقل بعناية وخاصة أسطح لعناصر التدحرجية ومسارات الحلقات الداخلية والخارجية.

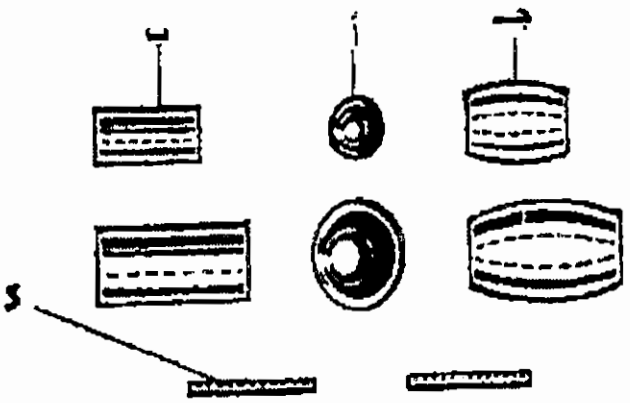
تصنع الحافظة (القفص) من ألواح الصلب ، أو من ألواح البرونز ، أو من ألواح النحاس ، أو من سبائك الألمونيوم ، أو من ألواح اللدائن (البلاستيك).

تصمم العناصر التدحرجية : Design of rollers

تصمم العناصر التدحرجية 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 التدحرجية من الأنواع التالية :-



شكل 1 – 37

أنواع العناصر التدحرجية

أ- دحروج

ب- دحروج إسطواني.

ج- دحروج برميلي.

د- دحروج إبرى.

أنواع المحامل التدحرجية : Types of roller bearings

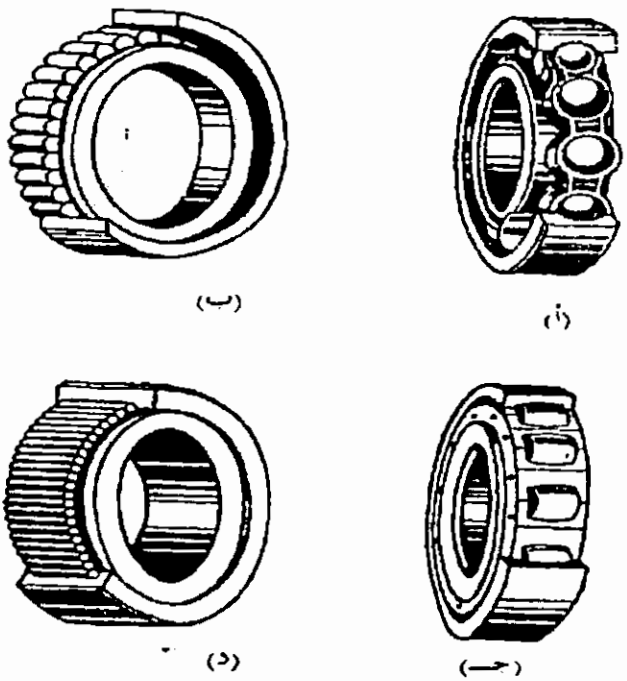
تتقسم المحامل التدحرجية {المقاومة للإحتكاك} الموضحة بشكل 1 – 38 تبعاً لشكل العنصر التدحرجي إلى الآتي :-

1- محمل كريات .. (رولمان بلى).

2- محمل أسطوانات.

3- محمل براميل.

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



شكل 1 – 38

أنواع المحامل التدحرجية تبعاً لشكل العنصر التدحرجى

أ- محمل كريات .. (رولمان بلى).

ب- محمل أسطوانات.

ج- محمل براميل.

د- محمل قطرى.

تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدحرجية :

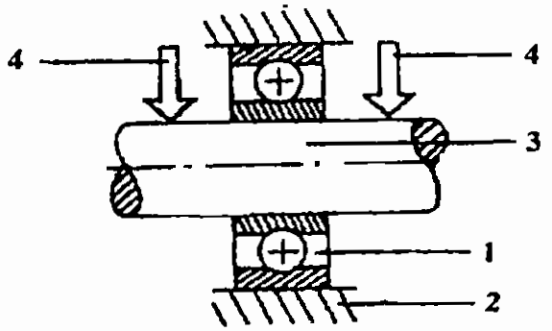
Classigication of bearings according to rollers loading

تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدحرجية ، وحسب مقدار وإتجاه قوى التحميل الذى تتلقاه إلى الآتي :-

محمل قطري :

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

موضح بشكل1 – 39 . تبين الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحمل.



شكل 1 – 39

المحمل القطرى ..(توضح الأسهم الأحمال الملسطة)

1- المحمل القطرى.

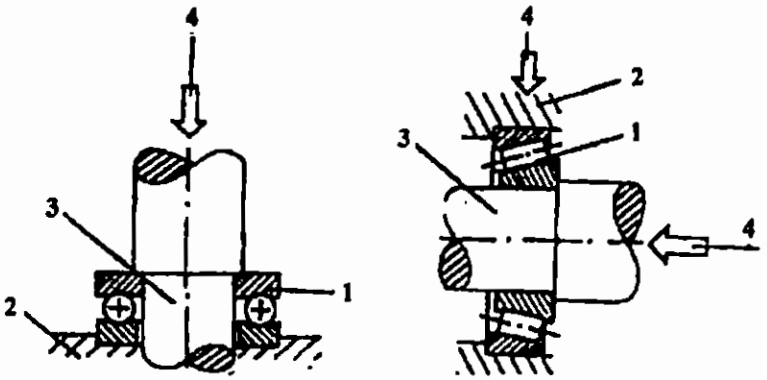
2- مبيت المحمل.

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.



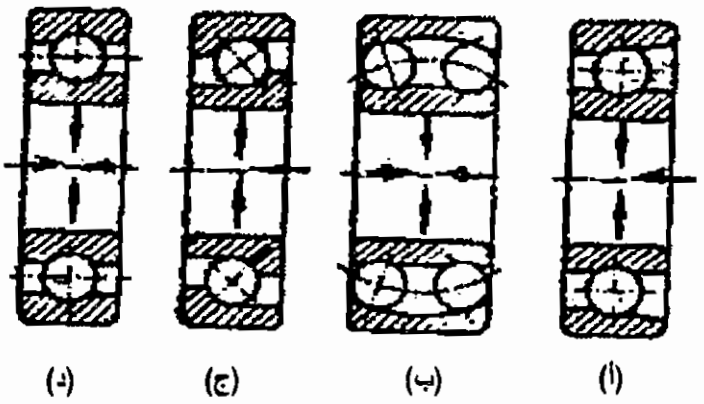
شكل 1 – 40

محمل محورى .. (توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة)

1- المحمل المحورى.
2- مبيت المحمل.
3- مرتكز العمود.
4- إتجاه الحمل.

ويمكن تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدحرجية إلى نوعين أساسيين هما:-

1- المحامل ذات الكريات الموضحة بشكل 1 – 41 . توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على هذه المحامل.

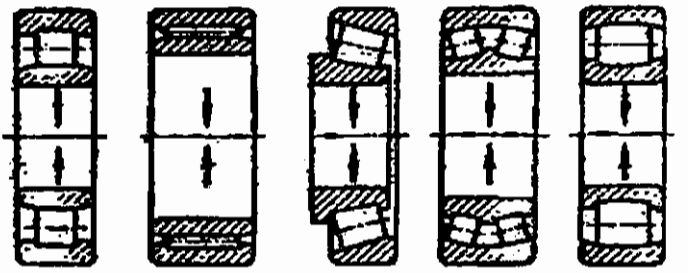


شكل 1 – 41

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

أ- محمل كريات كتفى.
ت- محمل كريات تراوحى.
ج- محمل كريات زاوى 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 .. (تبين الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحامل)

أ- محمل ذو براميل.

ب- محمل تراوحى ذو أسطوانات.

ج- محمل مستدق ذو أسطوانات.

د- محمل إبرى.

هـ محمل أسطوانات مستقيمة.

تركيب المحامل التدحرجية: Mounting of roller bearings

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

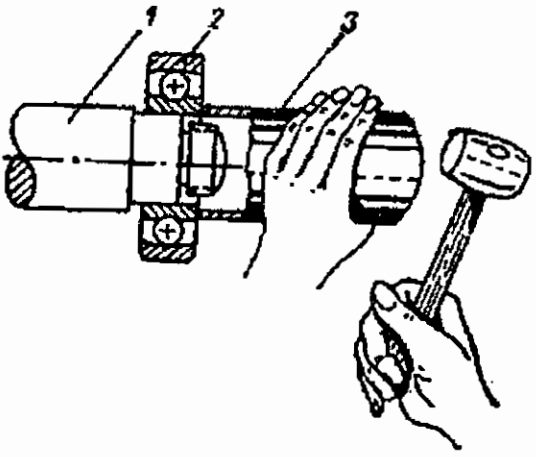
وأبسط الطرق لتركيب المحمل التدحرجى هو ما يحقق إستناد الحلقات الداخلية والخارجية بكامل أسطحها المحيطية لإستغلال كامل قدرة تحمله . فيما يلي توضيح الطرق النموذجية لتركيب المحامل التدحرجية :-

تركيب محمل تدحرجي على مرتكز عمود :

Mounting of roller bearing shaft support

يوضع المحمل التدحرجي على مرتكز العمود ، وتستخدم مأسورة ذات قطر

تناسب 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).

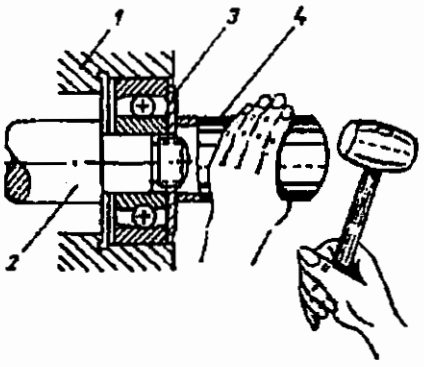
3- قطعة من مأسورة ذات أقطار مناسبة.

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 والخارجى للمحمل.

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



شكل 1 – 44

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

1. مبيت المحمل.
2. العمود.
3. قرص أسطوانى.
4. قطعة من مأسورة.

مميزات المحامل التدحرجية : Advantages of roller bearings

تتميز المحامل التدحرجية 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 التدحرجية : Disadvantages of roller bearings

تتمثل عيوب المحامل التدحرجية 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 فى المصانع المتخصصة.

موانع التسرب .. Sealings

موانع التسرب هى عناصر تركب فى الوصلات المتحركة (تركب ما بين الأجزاء المتحركة والأجزاء الثابتة) ، للحيلولة لمنع تسرب السوائل أو الأبخرة أو الغازات من خلال الثغرات 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.

أولا : موانع التسرب الواقية Protective sealings

تستخدم موانع التسرب الواقية فى جميع الآلات والماكينات والمحركات وفى 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:-

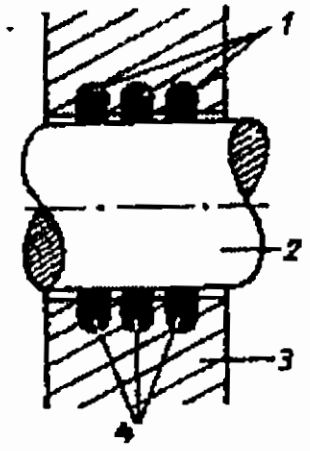
مانع تسرب ذو مجارى داخلية : Sealing with internal slots

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.

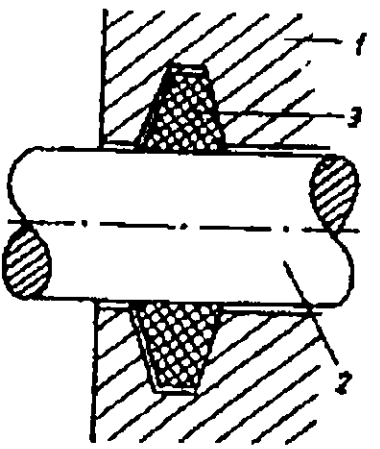
مانع تسرب ذو حلقات لباد منزلقة : Sealing with sliding felt rigs

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 لتليينها بالإضافة إلى إنزلاق العمود على الحشو الموجود بالمحمل ، يؤدى 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

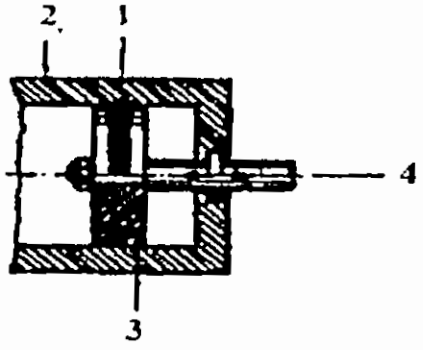
مانع تسرب ذو حلقات لباد منزلقة

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.

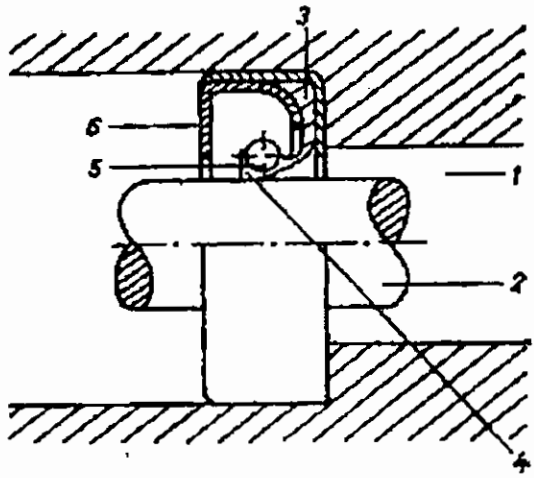
مانع التسرب ذو حلقات أحكام دائرية :

Sealing with rounded cntrolling rings

مانع التسرب ذو حلقات الأحكام الدائرية يسمى أيضاً بحلقات منع التسرب القطرية {نسبة إلى تصميمه الذى على شكل أقطار مختلفة} ، يركب ما بين العمود والمبيت { تجويف المحمل الداخلى} 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. ياى من الطراز الحلقى.
6. الحلقة الداخلية لإحتجاز الحلقة على شكل حرف L.

تركيب مانع التسرب ذو حلقات الإحكام الدائرية :

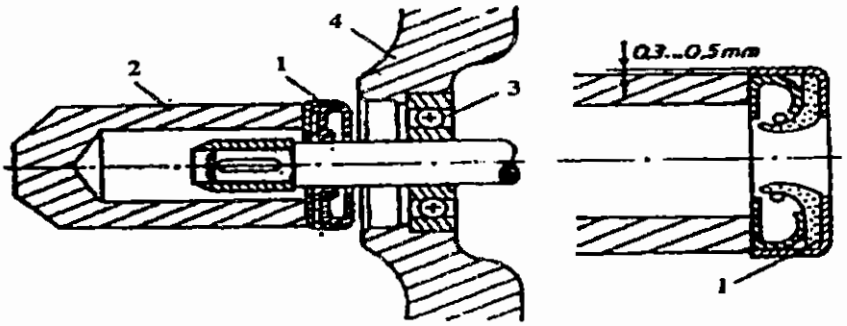
Mounting of sealing with rounded controlling rings

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 ــ 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 تجهزيها كما هو موضح بشكل 1 – 49 (ب) ، ويراعى توزيع قوى الدفع لتحقيق التركيب الصحيح.



(ب) (أ)

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.

ثانيا : 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.

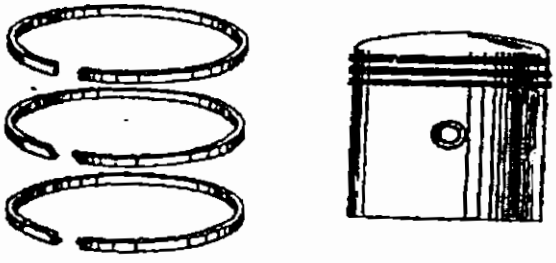
2- مواد لينة ومعدنية.

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 والناتجة 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).



(ب) (أ)

شكل 1 – 50

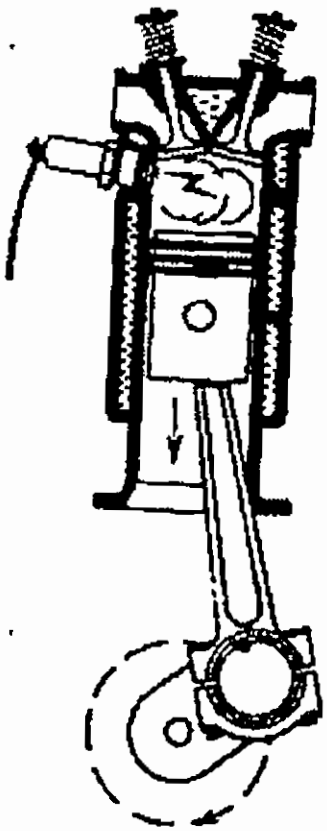
موانع تسرب الضغوط (حلقات الكباس)

(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) بمتانتها ومقاومتها للبلى 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

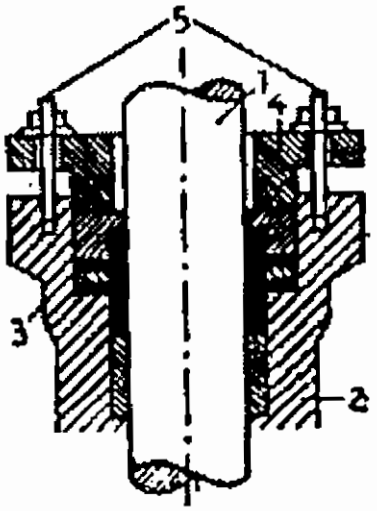
تستخدم موانع تسرب الضغوط ذات المواد اللينة والمعدنية في إحكام الأجزاء الترددية بكباسات المكنات ، والمحركات ذات الضغوط العالية.

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 لينة 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 لينة 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 ..... إلخ.

فيما يلى عرض لأكثر أنواع الخوابير إنتشاراً ، كل منها على حدة.

الخوابير المتوازية : Parallel keys

هي خوابير غاطسه وتسمى أيضاً بخوابير الأزواج ، وهى ذات جبهة مستقيمة أو مستديرة . تركب بأزواج تلاصق في مجارى الأعمدة والصرر.

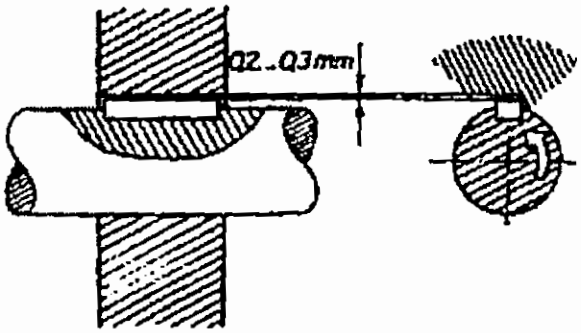
تستخدم الخوابير المتوازية لنقل عزم الدوران للقوى الكبيرة . توجد الخوابير المتوازية بأشكال مختلفة.

فيما يلى عرض لأشكالها ، كل منها على حدة.

1. الخابور المتوازي المنزلق : Sliding parallel key

الخابور المتوازى المنزلق مقطعه على شكل مربع أو مستطيل . يثبت الخابور المتوازي المنزلق بين المحور أو العمود والجسم المراد دورانه كما هو موضح بشكل 1 – 53 ، بحيث يترك خلوص ما بين 0.3 ــ 0.2 ملليمتر بين السطح العلوي

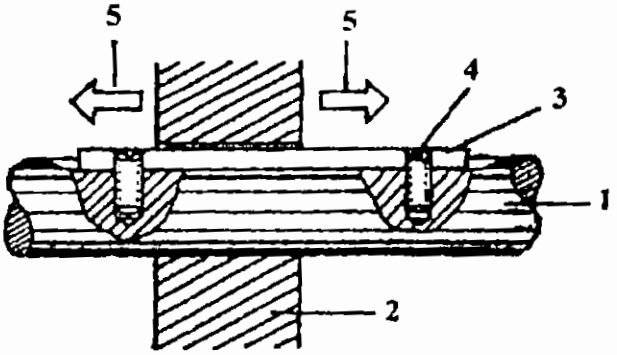
للخابور والسطح السفلى لمجرى العمود لسهولة عملية الفك والتركيب.



شكل 1 – 53

تثبيت الخابور المتوازي المنزلق بين المحور أو العمود والجسم المطلوب دورانه

يستخدم الخابور المتوازى المنزلق عندما يتعين إزاحه الجسم المركب على العمود في إتجاه محورى.. (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 محورى.

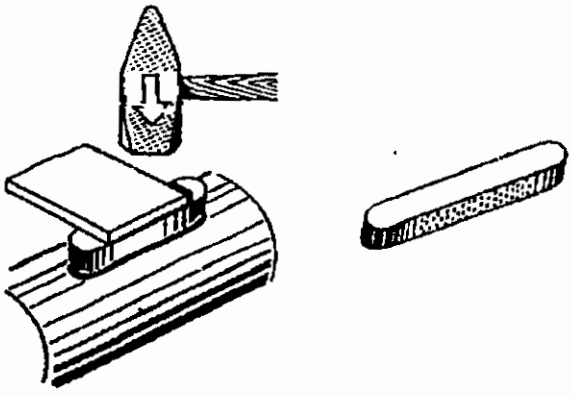
تثبت الخوابير المتوازية المنزلقة في مجرى العمود بواسطة مسمار ملولب (مسمار قلاووظ ذات) رأس مستدق غاطس ، كما تثبت الخوابير القصيرة في مجرى العمود بواسطة إسفين جانبي.

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

2. الخابور المتوازى 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 المتوازى 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

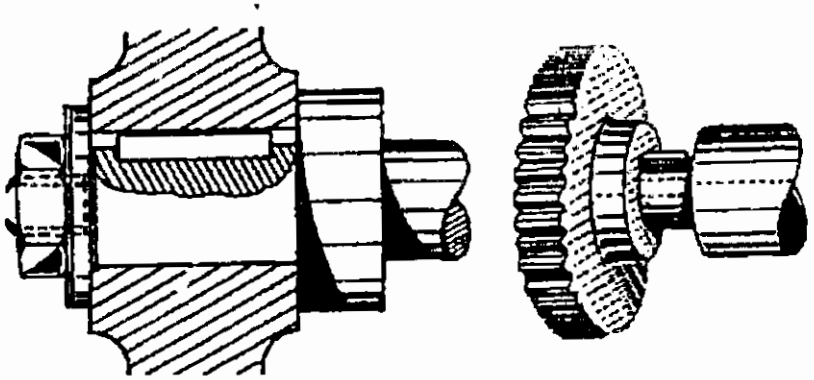
(أ) خابور متوازي غاطس.

(ب) تركيب الخابور بمجرى العمود بالطرق.

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

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

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



شكل 1 – 56

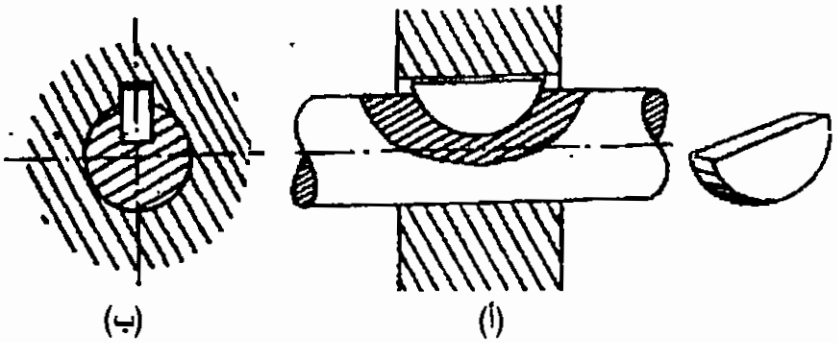
إستخدام الخابور المتوازى الغاطس فى نقل عزم الدوران بين الأعمدة والأجسام المطلوب توصيلها

3. الخابور المتوازى المستدير: Rounded parallel key

الخابور المتوازى المستدير (خابور وودراف) شكل 1 – 57 (أ) سطحه الأمامي على شكل نصف دائرة ومقطعه على شكل مستطيل.

يثبت الخابور المتوازى المستدير (خابور وودراف) ما بين الجزء العلوى للمجرى الدائرية للمحور أو العمود ، والجزء السفلى المسطح للجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 – 57 (ب).

يستخدم الخابور المتوازى المستدير لتوصيل الأجسام المختلفة بنهايات الأعمدة والمحاور المخروطية أو الأسطوانية توصيلاً محكماً.

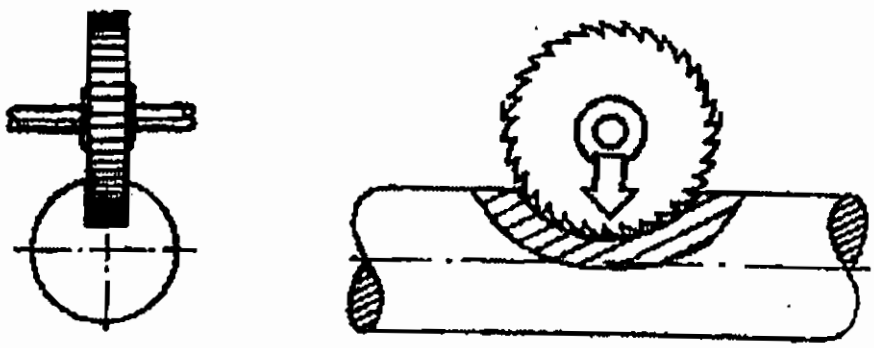


شكل 1 – 57

الخابور المتوازى 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 وودّراف) بالتشكيل المكني على المخرطة على هيئة أقراص أسطوانية ، ثم يشطب السطح العلوى بالمبرد بعد نشر الجزء المطلوب.

الخوابير المسدقة : Conical keys

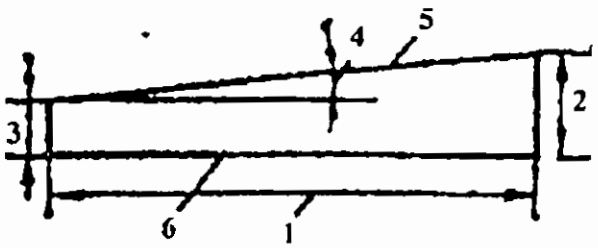
تصنع الخوابير المستدقة (المخروطية أو المسلوبة) ذات إستدقاقات بنسب مختلفة (1 : 10 ، 1 : 25 ، 1 : 100) .. هذا يعنى أن الزيادة فى أكبر إرتفاع للضلع الأكبر للخابور مقداره 1 ملليمتر لكل 10 مم أو كل 25 مم أو 100 كل ملليمتر من طول الخابور.

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

أبعاد الخابور المستدق : Dimensions of conical key

تصمم الخوابير المستدقة 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 ممثلين بالضلعين 5 ، 6 اللذان يؤثران على الأجزاء المكنية العلوية والسفلية الموصلة.



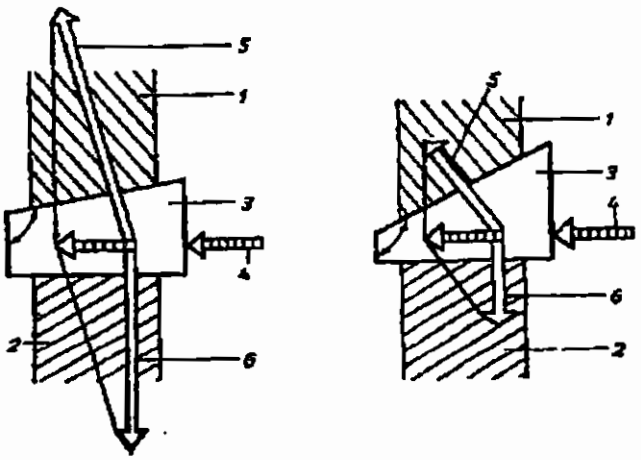
شكل 1 – 59

أبعاد الخابور المستدق

1. طول الخابور المستدق
2. الضلع الأكبر.
3. الضلع الأصغر.
4. الإستدقاق ... (السلبة).
5. القمة.
6. الجذع.

تحليل قوي المؤثرة للخوابير المستدقة :

تستخدم الخوابير المختلفة الإستدقاق للتوصيل بين الأجزاء المكنية ، ويوضح شكل 1 – 60 تحليل القوى المؤثرة فى حالات إختلاف ميل إستقداق الخابور.



شكل 1 – 60

تحليل القوى على الخابور

1. الجزء المكنى رقم1.
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 رقم2.

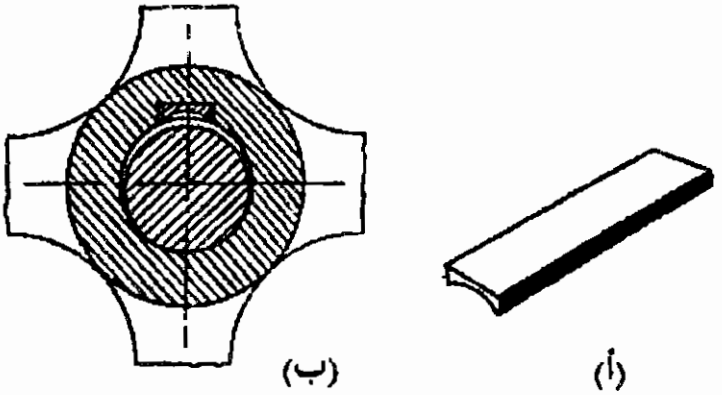
أنواع الخوابير المستدقة :

توجد الخوابير المستدقة بأنواع وأشـــكال مختلفة ، يتوقف استخدام كل منها على تصميم الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها . فيما يلي عرض لأشـــكال 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 العلوى للجزء الدائرى للمحور أو العمود ، والسطح السفلى 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.

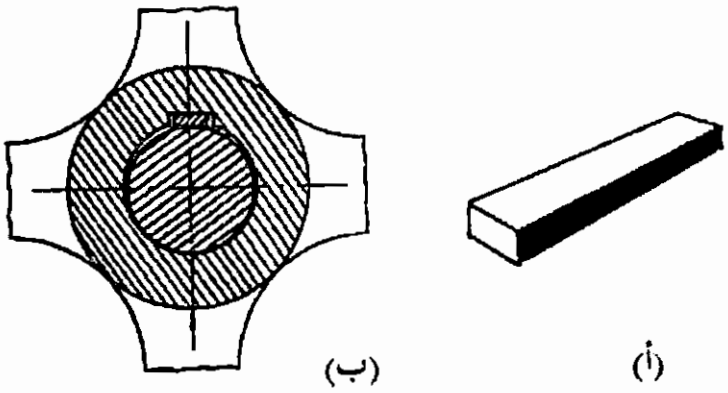
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

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 العلوى للجزء الدائرى 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.

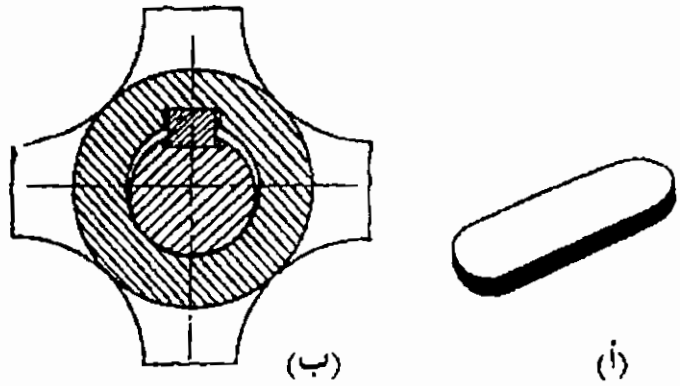
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

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 العلوى 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 السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

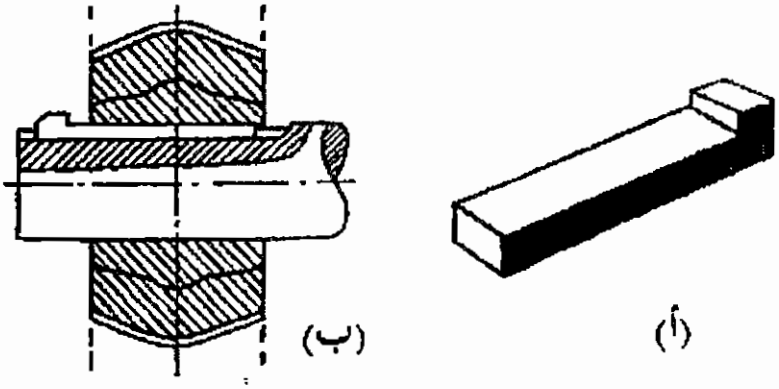
4. الخابور المستدق ذو الذقن : The gib-head key

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 العلوى لمجرى العمود أو المحور ، والسطح السفلى 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 الذقن

(أ) خابور مستدق بذقن.

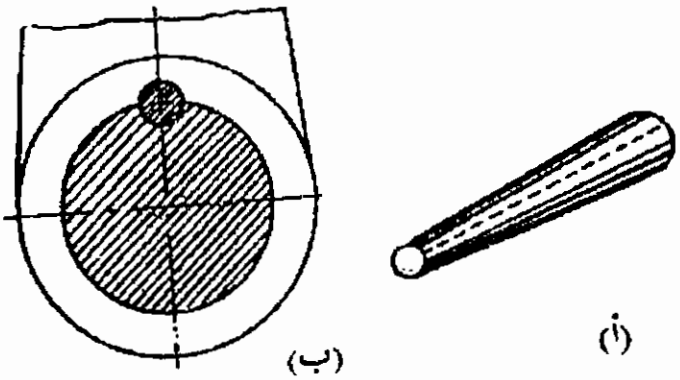
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

5. الخابور الأسطوانى المستدق : The conical cylindrical key

الخابور الأسطواني المستدق الموضح بشكل 1 – 65 (أ) مقطعه على شكل دائرى . الإستدقاق بنسبة 1 : 25 ، ويصل إلى نسبة 1 : 100.

يثبت الخابور الإسطوانى المستدق ما بين الجزء العلوي للمجرى الدائرى للمحور أو العمود ، والجزء السفلى للمجرى الدائرى للجسم المطلوب توصيله كما هو موضح بشكل 1 – 65 (ب).

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



شكل 1 – 65

الخابور الإسطواني المستدق

(أ) خابور أسطواني مستدق.

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

النوابض .. Springs

النوابض – الياءات – الزنبركات – السوســت .. كلها أسماء مترادفة ومتداولة وهى تشير إلى معنى واحد.

النوابض هي عناصر مكنية تستخدم فى الآتي :-

1. وصل الأجزاء مع بعضها البعض توصيلاً مرناً.
2. مخفضات للأحمال الصدمية وللأهتزازات والذبذبات .. كما هو الحال في 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 في الماكينات والأجهزة المختلفة بدور العناصر المرنة ، حيث

تتشوه شكلها بتأثير القوى المختلفة المسلطة عليها ، وعند إزالة هذه القوى تعود النوابض إلى حالتها وشكلها الأصلى.

المواد المستخدمة فى 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 السيليكونى ، أما نوابض صمامات محركات الاحتراق الداخلى فهي تصنع من صلب سبائك الكروم والفاناديوم ، كما تصنع النوابض المستخدمة في الأغراض الكيميائية 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

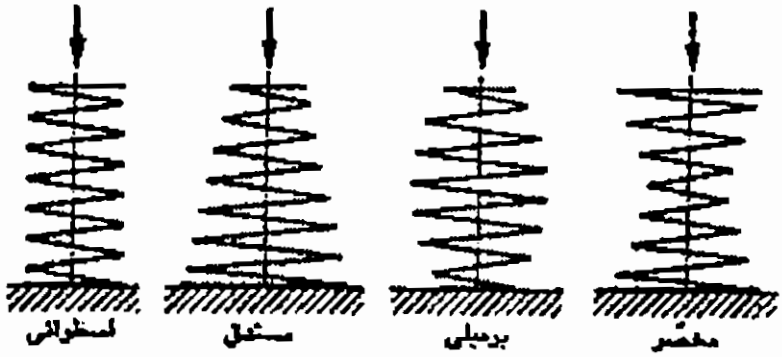
نابض الشد الموضح بشكل 1 – 66 هو عبارة عن سلك من صلب النوابض تتراكب لفاته فوق بعضها البعض بإحكام ، وتتباعد اللفات عن بعضها البعض بتأثير قوى الشد.

شكل 1 – 66

نابض شـــد

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 الضغـط

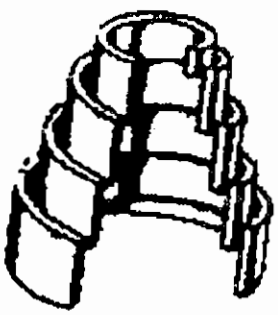
1- نابض أسطوانى.
2- نابض مخروطى .. (مستدق).
3- نابض برميلى.
4- نابض مخصر.

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 المرن ، 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 الأصلى بعد إزالة القوة.

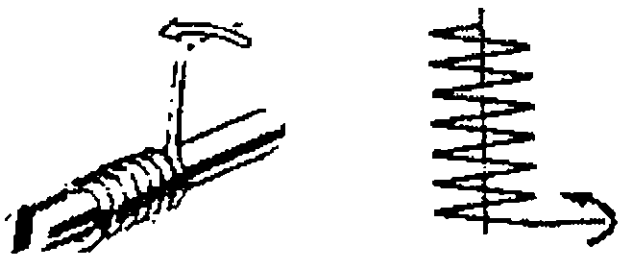


شكل 1 – 68
نابض المخروط الناقص

النابض الألتوائى : Torsion spring

النابض الإلتوائي الموضح بشكل 1 – 69 يسمى نابض لي ، وهو عبارة عن سلك من صلب النوابض ، تتباعد لفاته بشكل غير ملحوظ . يثبت بداية سلك النـــابض

الأنتوائى بعمود ، بينما يثنى نهايته بشكل ساق يتعامد على محور العمود . يستخدم هذا النابض لمقاومة عزم الإلتواء.



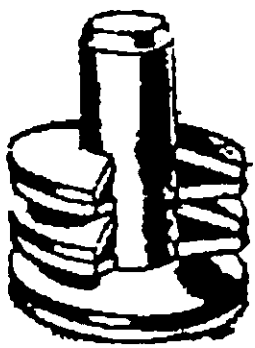
شكل 1 – 69

نابض التوائى (نابض لَى)

النابض القرصى : Disc spring

النابض القرصي الموضح بشكل 1 – 70 ، عبارة عن مجموعة من أقراص حلقية مخروطية نابضة ، تركب 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 الأصلى عند إزالة القوى.



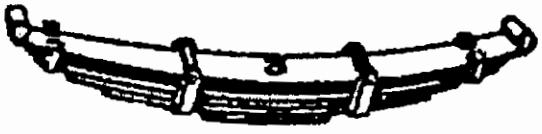
شكل 1 – 70

نابـض قرصى

النوابض الورقية : Leaf springs

تتكون النوابض الورقية الموضحة بشكل 1 – 71 من عدة أوراق معدنية مثبتة فوق بعضها البعض بتدريج (الأصغر من أسفل ثم الأكبر ..... وهكذا) ، مقطع النابض الورقى 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 فى المركبات المختلفة (سيارات الركوب ــ سيارات النقل ــ الشاحنات الكبيرة .... وغيرها) لإمتصاص الاهتزازات ولتخفيض الصدمات.



شكل 1 – 71

نابـــض ورقى