الباب الثالث

عناصر التوصيل الناقلة للحركة وملحقاتها

تمهيد

يتناول هذا الباب شرح الأجزاء الأساسية والمساعدة للعناصر الناقلة للحركة والجزء المساعدة لمجموعات وآليات المركبات الآلية ، بحيث تقوم المركبات المختلفة بأداء عملها على أكمل وجه.

ويتعرض لوصلات وآليات عناصر نقل القدرة وملحقاتها كالأعمدة ــ المحاور ــ المسامير ــ مرتكزات الأعمدة ــ المحامل ــ النوابض الياءات .. وغيرها ، مع عرض العديد من الأشكال والرسومات التخطيطية التوضيحية ذات العلاقة.

ويتعرض إلى مجال إستخدام هذه الأجزاء وطرق تركيبها.

عناصر التوصيل الناقلة للحركة

تعمل عناصر التوصيل للحركة بتوصيل عمود مع صرة، وتحكم هذه العناصر الأجزاء المثبتة (المربوطة) ضد التزحزح، وبالإضافة إلى ذلك فهي تلائم جزئياً نقل قوى الإدارة من العمود إلى الصرة أو بالعكس، ويستخدم عادة الأصابع أو الخوابير المختلفة الأنواع والأشكال كعناصر وصل.

فيما يلي عرض لعناصر التوصيل الناقلة للحركة.

الأعمدة والمحاور

تحمل الأعمـــدة والمحاور الأجزاء المختلفة مثل التروس – بكرات السيور – الأقراص الإحتكاكية ..... وغيرها المثبتة بها، أو التي تدور عليها تبعاً لحركة الأعمدة والمحاور لتنقل القوى من جزء إلى آخر.

المواد المستخدمة في صنع الأعمدة والمحاور:

تصنع أعمدة ومحاور المركبات الآلية من مواد تتميز بمواصفات متانة عالية بدرجة كافية، بحيث تقبل المعاملات الحرارية بهدف زيادة مقاومة التآكل الناتج عن الإحتكاك.

يتوقف إختيار المواد التى تصنع منها الأجزاء الميكانيكية المختلفة على مدى تحمل هذه المواد للإجهادات المختلفة، لذلك يستخدم الصلب الكربونى فى صنع الأعمدة والمحاور.

يتميز الصلب الكربونى بقابليته للمعاملات الحرارية لإعطائه خواص ميكانيكية وصـــلادة عالية، كما يستعمل الصلب السبائكي في صنع الأعمدة والمحاور ذات التحميل العالي 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:

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 واحـــد والتي تعتبر من الأمور النادرة، حيث تزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليها ، كما تجعل عمليات فك وتجميع الوحدة أكثر تعقيداً.

الأعمدة والمحاور المجوفة :

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.

مميزات الأعمدة والمحاور المجوفة:

1. التخفيف الملموس في الوزن .. مع الاحتفاظ بنفس ظروف العمل.
2. تزليق الأجزاء المختلفة للآلة من خلال مرور الزيت بتجويف الأعمدة والمحاور.

القوة المؤثرة على الأعمدة والمحاور :

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

القوة المؤثرة على الأعمدة :

تحمل الأعمـــدة أجزاء الآلة المختلفة مثل بكرات الســـير – التروس – القوابض – القارنات – الحدافات .....إلخ.

تصمم الأعمدة بالمركبات الآلية بأوضاع مختلفة، حيث يمكن أن تكون بأوضاع أفقية 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 :

المحاور هي أجزاء بالمركبات الآلية 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 :

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

أعمدة إسطوانية :

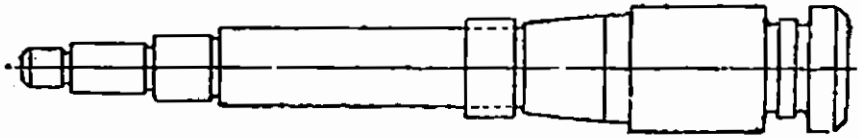
العمود الإسطواني المستقيم الموضح بشكل 3 – 1 يعتبر من أبسط أنواع الأعمدة وإنتاجه من الأمور النادرة ، حيث يزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليه ، كما تجعل عمليات الفك والتركيب أكثر تعقيداً.

شكل 3 – 1

العمود الأسطواني المستقيم

أعمدة بتدريجات مخروطية :

تستخدم الأعمدة ذات الأقطار أو التدريجات المخروطية شكل 3 – 2 كأعمـــدة دوران. تمتاز هذه الأعمدة بسهولة تثبيت الأجزاء المركبة عليها.

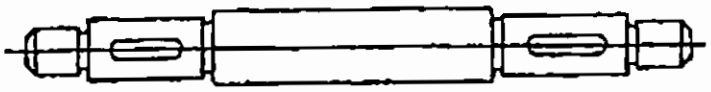


شكل 3 – 2

عمود بتدريجات مخروطية

أعمدة بأقطار متدرجة : Stepped Shafts

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

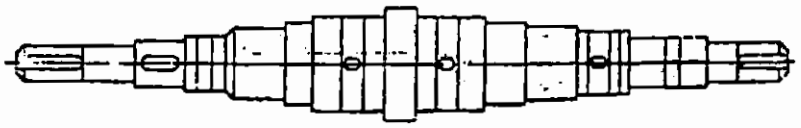


شكل 3 – 3

عمود بأقطار متدرجة

أعمدة بأقطار متدرجة متعددة :

تصمم الأعمدة بأقطار إسطوانية متعددة (ذات عشرات التدريجات) كما هو موضح بشكل 3 – 4 لإستخدامها كأعمدة دوران لنقل القدرات العالية ، وذلك لتعدد مناطق الإرتكاز.



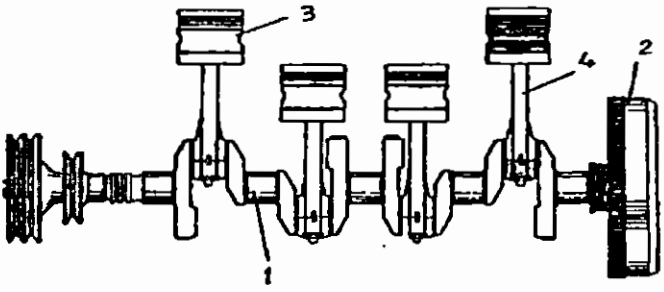
شكل 3 – 4

عمود أسطواني 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 3 – 5 في جميع محركات المركبات الآلية، ومحركات الإحتراق الداخلى، والمكابس الترددية لتحويل الحركة المستقيمة المترددة إلى حركة دورانية أو بالعكس.



شكل 3 – 5

عمود المرفق .. (الكرنك)

1- عمود المرفق .. (الكرنك)
2- الحدافة.
3- الكباس.
4- ذارع التوصيل.

أعمدة الحدبات :

عمود الحدبات Camshaf يسمى بالوسط الفني بعمود الكامات شكل 3 – 6، وهو عبارة عن عمود أسطواني موجود به مجموعة حدبات Cames بيضاوية الشكل بعدة مواضع بإتجاهات مختلفة.

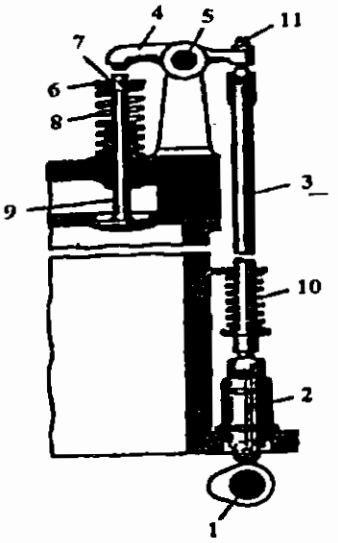
تصنع الأعمدة ذات الحدبات من الصلب العالي الجودة بدقة فائقة. صممت هذه الأعمدة لإستخدامها في تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة مترددة متذبذبة.

شكل 3 – 6

عمود الحدبات (الكامات)

تستخدم الأعمدة ذات الحدبات (أعمدة الكامات) في جميع محركات المركبات الآلية ومحركات آلات الإحتراق الداخلى للتحكم في حركة فتح وغلق الصمامات.

تتلخص الحركة الآلية لعمود الحدبات الموضحة بشكل 3 – 7 بدوران الحدبة 1 حول محورها ، بحيث تصل إلى وضعها العلوي 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 في فتح وغلق الصمامات.



شكل 3 – 7

الحركة الآلية لعمود الحدبات (الكامات)

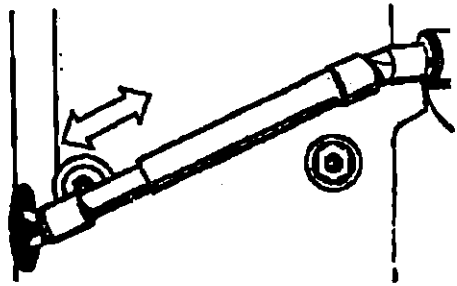
1- عمود الحدبات (الكامات).
2- الأصبع الغماز (الرافعة).
3- ذارع الدفع.

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 :

الأعمدة المتداخلة تسمى أيضاً بالأعمدة التلسكوبية شكل 3 – 8، وهى عبارة عن أعمدة مركبة بأوضاع مائلة قابلة للحركة.

تستخدم الأعمدة المتداخلة لنقل الحركة بين الأجزاء التي تقع محاور دورانها في أوضاع منحرفة، كما تستخدم في الحالات التي يتغير فيها المواضع النسبية بين هـذه المحاور.



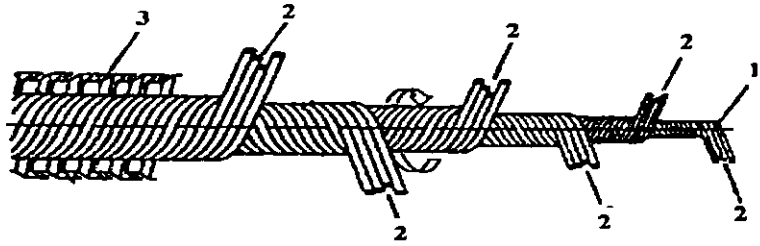
شكل 3 – 8

عمود متداخل .. (عمود تلسكوبي)

الأعمدة المرنة :

الأعمدة المرنة (الأعمدة القابلة للإنحناء) الموضحة بشكل 3 – 9، تتكون مـن عدة طبقات متتالية من أسلاك الصلب الملفوفة على بعضها البعض ، وتختلف أقطـار

ومواصفات أسلاك الصلب المستخدمة، وذلك حسب الغرض المصنعة من أجله.



شكل 3 – 9

العمود المرن

1- قلب العمود.

2- طبقات من أسلاك الصلب ملفوفة فوق بعضها البعض.

3- خرطوم واق.

تستخدم الأعمدة المرنه في نقل الحركة بين الأجزاء التي تقع محاور دورانها في وضع يستحيل الربط بينهما ، مثل الأعمدة المرنة المثبتة بالمركبات الآلية والمتصل من صندوق تروس السرعات وعداد السرعة لمعرفة سرعة المركبة ، كما يستخدم في الحالات التي يتغير فيها المواضع النسبية بين هذه المحاور.

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

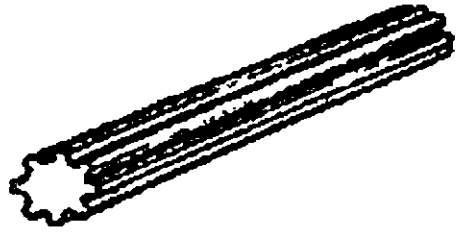
لذلك فقد حظيت الأعمدة المرنة على إنتشار واسع بصفتها عنصر للإدارة ، حيث أنها تمكن من القيام بالكثير من الأعمال التي تتطلب بذل جهود كبيرة يصعب فيها إستعمال الأعمدة التقليدية.

الأعمدة المخددة :

الأعمدة المخددة تسمى أيضاً بالأعمدة المسننة شكل 3 – 10 وهى عبارة عن عمود أسطوانى مشكل على سطحه الخارجي عدة أخاديد (أسنان) طولية تعمل بمثابة

خوابير لنقل عزم الدوارن إلى جزء مقابل لها، مشكلة من الداخل بنفس الشكل. يتراوح عدد الأخاديد ما بين 6 ــ 20 وذلك حسب قطر العمود.

تستخدم الأعمدة المخددة لنقل الحركة لوصلة مماثلة لها في الحالات التي تغير فيها وضع الوصلة.

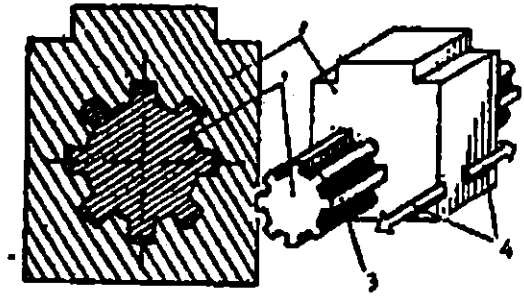


شكل 3 – 10

العمود المخـــــدد .. (المسنن)

تستخدم عادة وصلة مخددة (مسننة) تسمى (صرة) ، للسماح بوجود حركة محورية نسبية بين العمود المخدد وصرة الجزء المتزاوج معه شكل 3 – 11.

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



شكل 3 – 11

وصلة مخـــــددة .. (مسننة)

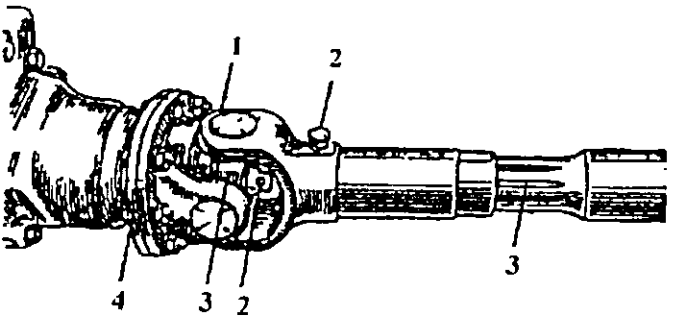
1- العمود.

2- الصرة .. (الوصلة).

3- الأخاديد .. (الأسنان).

4- حركة الوصلة .. (الصرة).

وعلاوة على ذلك تستخدم الأعمدة بوصلات مختلفة لتناسب بعض المركبات. يوضح شكل 3 – 12 عمود بوصلة جامعة (عمود كردان).



شكل 3 – 12

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 :

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

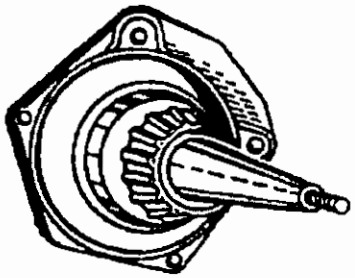
تستخدم المحاور عادة Axles للتركيبات الجسيئة ، وذلك لحمل أجزاء الآلة التي ترتكز عليها ، لذلك فهي تصمم بحيث يمكنها تحمل الضغوط التي تسلط عليها وأنواعها كالآتي :-

المحاور الثابتة : Fixed axles

المحاور الثابتة هي عناصر ثابتة ، تحمل عناصر أخرى دوارة ، وأقرب مثال

لذلك هو المحور الثابت الذي يحمل عجلة السيارة شكل 3 – 13.

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



شكل 3 – 13

محور ثابت يحمل عجلة سيارة

مرتكزات الأعمدة

مرتكزات الأعمدة Shafts journals تسمى 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 3 – 14 وهى الأكثر إنتشاراً فى الصناعات الهندسية.

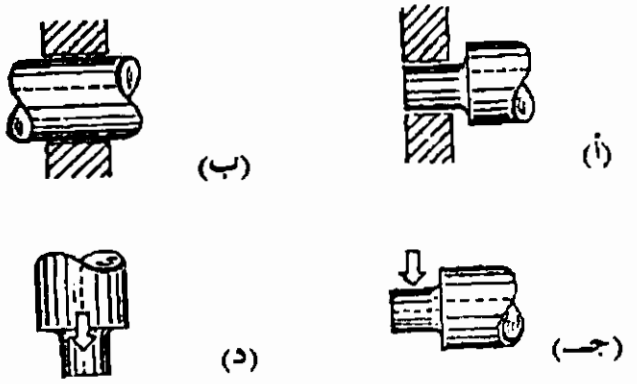
(أ) مرتكز طرفي: المقعدة في نهاية العمود .. End Journal

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

(ج) مرتكز سند : إذا كانت القوة تؤثر في إتجاه عمودي على المحور .. Supporting Journal

(د) تكز ضغط : يسمى أيضاً مقعدة دفعية.. إذا كانت القوة تؤثر في إتجاه محور العمود. Pivot Journal

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



شكل 3 – 14

مرتكزات الأعـــمدة

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

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

المحامل .. (كراسي التحميل) :

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

تختلف تصميمات المحامل وفقاً لأعراض استخدام كل منها وظروف تشغليها، كدوران محرك مركبة بسرعات منخفضة أو بسرعات مرتفعة، أو لاستخدامها بالمحركات التي تتميز بسرعاتها المرتفعة.

ويمكن تقسيم المحامل وفقاً 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 :

صممت المحامل الإنزلاقية Slids Bearings 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.

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.

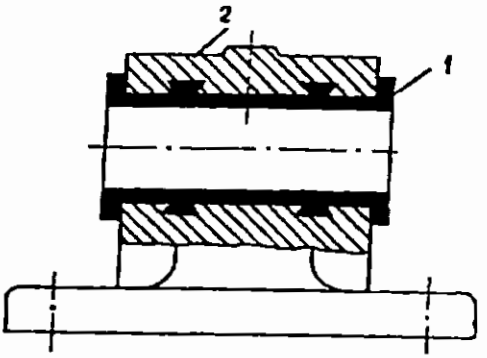
جلب المحامل الإنزلاقية :

تصمم جلب المحامل الإنزلاقية Sliding bearing sleeves بأشكال مختلفة

وأكثرها إنتشاراً هي الأنواع التالية :-

1. الجلب الأسطوانية المصبوبة :

الجلب الأسطوانية المصبوبة Casting cylindrical sleeves الموضحة بشكل 3 – 15 تسمى أيضاً بالجلب الثابتة ، تصنع هذه الجلب من مادة المحمل وتعتبر من أبسط أنواع الجلب.



شكل 3 – 15

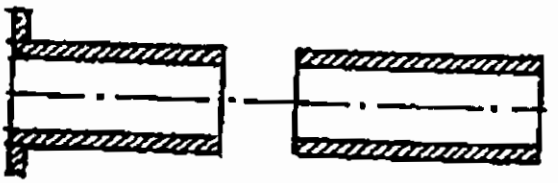
الجلبة الإسطوانية المصبوبة

1- الجلبة الأسطوانية المصبوبة.

2- المحمل

2. الجلب الأسطوانية القابلة للاستبدال : Replaceable cylindrical sleeves

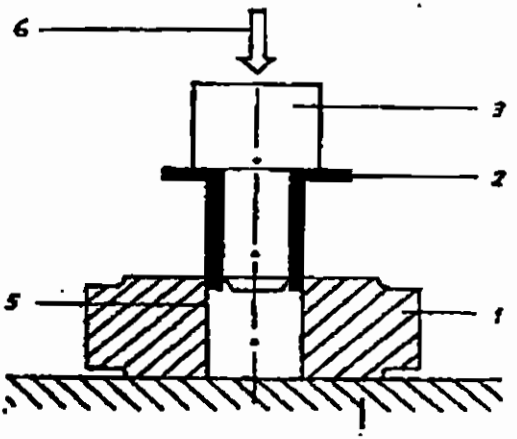
تصنع الجلب الإسطوانية القابلة للإستبدال الموضحة بشكل 3 – 16 لإمكانية إستبدالها بأخرى جديدة عند تلفها .. (عند زيادة الخلوص المسموح به).



شكل 3 – 16

الجلبة الأسطوانية القابلة للاستبدال

تثبت الجلبة الجاهزة أو المصنعة المتوافقة مع المحمل بتوافق إنتقالى أو توافق تداخلى بعد ضبطها بشكل عمودى ، بحيث تضغط بالكبس كما هو موضح بشكل 3 – 17.



شكل 3 – 17

تثبيت الجلبة بالضغط

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

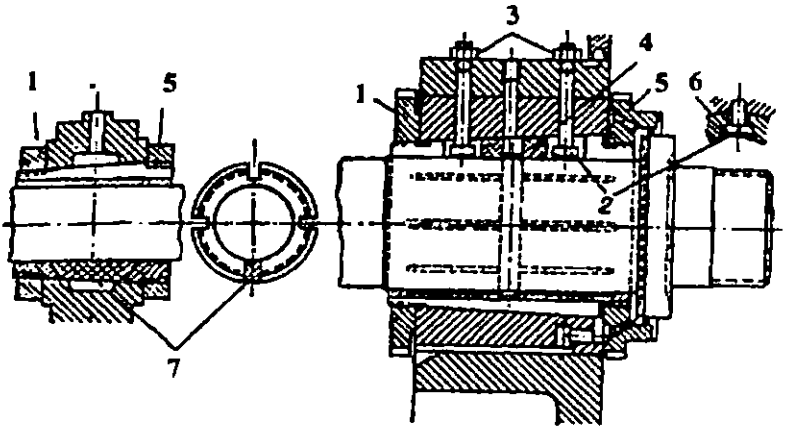
3- الجلب الإسطوانية القابلة للضبط : Adjustable cylindrical sleeve

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

صممت الجلبة الإسطوانية القابلة للضبط (الجلبة المشقوقة) بشكل أسطواني من الداخل ومخروطي من الخارج ، يوجد بنهاية المخروط الخارجى فلاووظ وصامولة ،

كما صمم مرتكز العمود بشكل مخروطى والجلبة بشكل مخروطى أيضاً كما هو موضح بشكل 3 – 18.

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



شكل 3 – 18

الجلبة الإسطوانية القابلة للضبط

(ذات شكل أسطواني 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.**

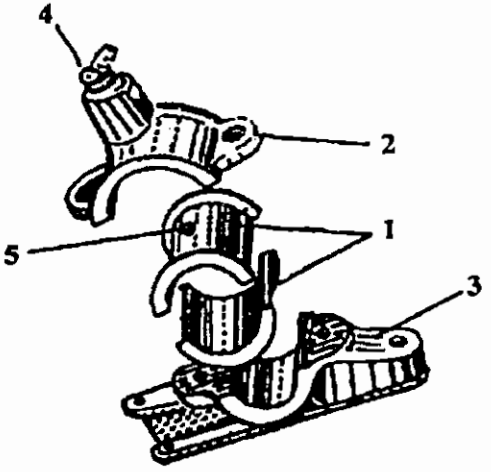
يراعى أن تتم عملية ضبط الخلوص بحرص شديد ، حتى لا ينخفض مقدار خلوص المحمل عما ينبغي أن يكون عليه ، مما يؤدى إلى إرتفاع درجة حرارة المحمل أثناء التشغيل.

4- الجلبة الإسطوانية المقسمة إلى جزأين :

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 3 – 19.

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 3 – 19

جلبة إسطوانية مقسمة إلى جزأين

1- جلبة أسطوانية مقسمة إلى جزأين.
2- الجزء العلوي من كرسي المحمل.
3- الجزء السفلى من كرسي المحمل.
4- ثقب تزييت بالجزء العلوي بكرسي المحور.
5- ثقب تزييت بالجزء العلوي من الجلبة الأسطوانية.

المواد المستخدمة في صنع جلب المحامل الإنزلاقية :

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 تنسال منها عند إرتفاع درجات الحرارة ، بحيث تؤمن التزليق اللازم ، وكثيراً ما تنزلق 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.

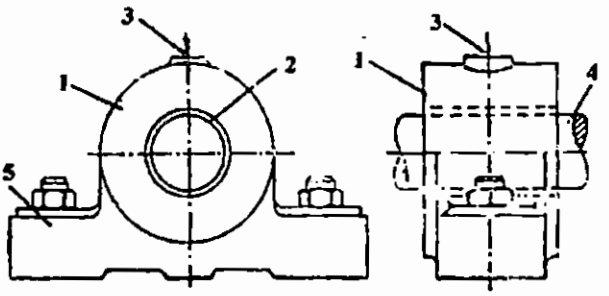
أنواع المحامل الإنزلاقية :

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:-

محمل ذو جلبة أسطوانية :

المحمل ذو الجلبة الأسطوانية الموضح بشكل 3 – 20، عبارة عن جلبة أسطوانية من قطعة واحدة . يعتبر هذا المحمل من المحامل البسيطة.



شكل 3 – 20

محمل ذو جلبة إسطوانية

1- المحمل.
2- الجلبة الإسطوانية.
3- وسائل للتزليق.
4- العمود أو المحور.
5- كرسى المحمل.

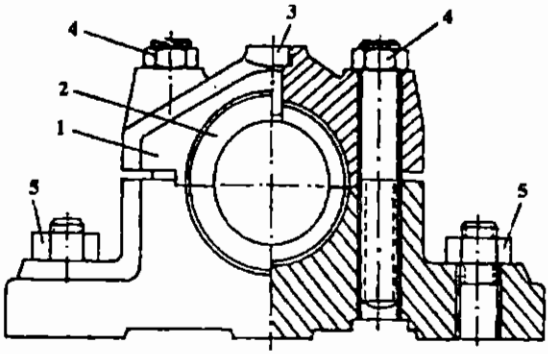
محمل الجلبة المشقوقة :

محمل الجلبة المشقوقة الموضح بشكل 3 – 21 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 هـذا الخلوص عن طريق ربط الصواميل لينخفض مقدار القطر الداخلي للجلبة المشقوقة ، بحيث يتناسب مع قطر عمود الدوران .



شكل 3 – 21

محمل الجلبة المشقوقة

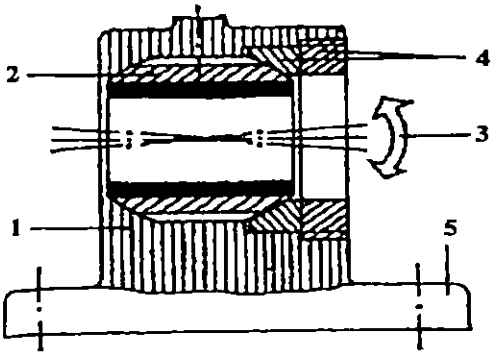
1. **المحمل.**
2. **الجلبة الأسطوانية المشقوقة.**
3. **وسائل تزليق.**
4. **صواميل ضبط خلوص الجلبة الإسطوانية المشقوقة.**
5. **صواميل تثبيت كرسى التحميل.**

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 :

يصنع السطح الخارجي لجلبة المحمل ذو الجلبة ذاتية المحاذاة الموضحة بشكل 3 – 22 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 3 – 22

محمل بجلبة ذاتية المحاذاة

1- المحمل.

2- الجلبة ذات المحاذاة.

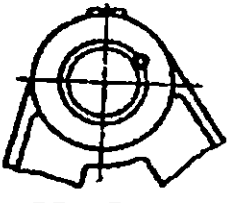
3- الحركة المطوبة عند تثبيت العمود بالمحمل.

4- جلب تثبيت.

5- قاعدة كرسى التحميل.

محمل ذو إسفين زيتى واحد :

المحمل ذو الإسفين الزيتي الواحد الموضح بشكل 3 – 23، يحتوي على إسفين واحد ، يتم التزليق للجلبة الأسطوانية عن طريق الإسفين ، من عيوب هذا المحمل أنه غير قابل للاستبدال أو الضبط.

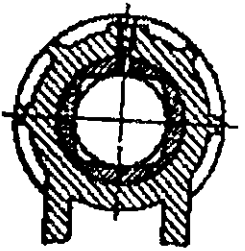


شكل 3 – 23

محمل ذات إسفين زيتى واحد

محمل متعدد أسافين الزيت :

المحمل المتعدد أسافين الزيت الموضح بشكل 3 – 24، يحتوي على مجموعة أسافين التي يتم التزليق عن طريقها . تتميز هذه المحامل بدقتها العالية رغم عدم قابليتها للإستبدال أو الضبط.



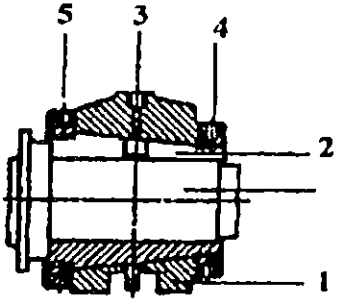
شكل 3 – 24

محمل متعدد أسافين الزيت

المحمل ذو الأسفين الزيتى الواحد والقابل للضبط :

المحمل ذو الإسفين الزيتى الواحد والقابل للضبط الموضح بشكل 3 – 25، 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 3 – 25

المحمل ذو الإسفين الزيتى الواحد والقابل للضبط

1- المحمل.

2- الجلبة المخروطية.

3- إسفين زيتى.

4- صامولة ضبط.

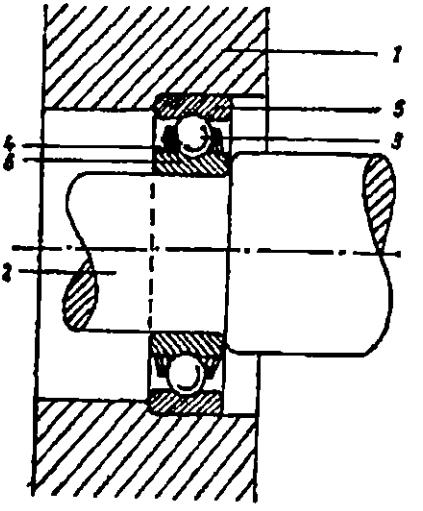
5- صامولة ضبط.

6- مرتكز العمود أو المحور.

المحامل التدحرجية :

المحامل التدحرجية Roller Beariongs هي المحامل المقاومة للاحتكـــاك ، تستخدم هذه المحامل في حمل وسند مرتكزات الأعمدة والمحاور وتوجيهها.

تتكون المحامل التدحرجية (المقاومة للاحتكاك) الموضحة بشكل 3 – 26 من الأجزاء الآتية :-



شكل 3 – 26

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 مسارت 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 :

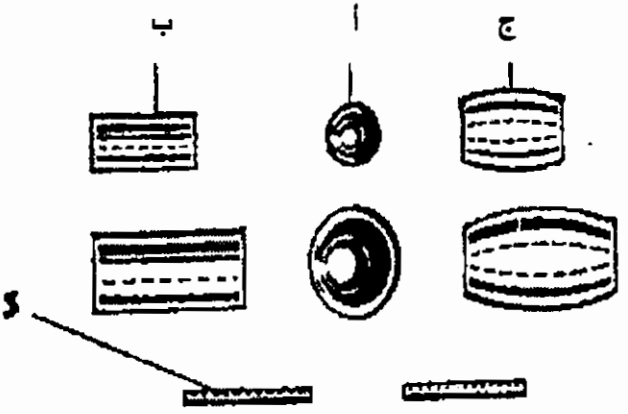
تصنع العناصر التدحرجية والحلقات الداخلية والخارجية من الصلب الكرومى ذو المرتبة العالية أو من الصلب الكرومى النيكلى، تصلد بالمعاملات الحرارية ثم تجلخ وتصقل بعناية وخاصة أسطح العناصر التدحرجية ومسارات الحلقات الداخلية والخارجية.

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

تصميم العناصر التدحرجية :

تصمم العناصر التدحرجية بأنواع وأشكال وقياسات مختلفة كما هو موضح بشكل 3 – 27، يتوقف إختيار كل منها على قيمة الأحمال والضغوط الواقعة عليها وسرعة الدوران ونوع المكنة ..... وغيرها.

تتكون العناصر التدحرجية من الأنواع التالية :-



شكل 3 – 27

أنواع العناصر التدحرجية

(أ) دحروج كروى.

(ب) دحروج إسطواني.

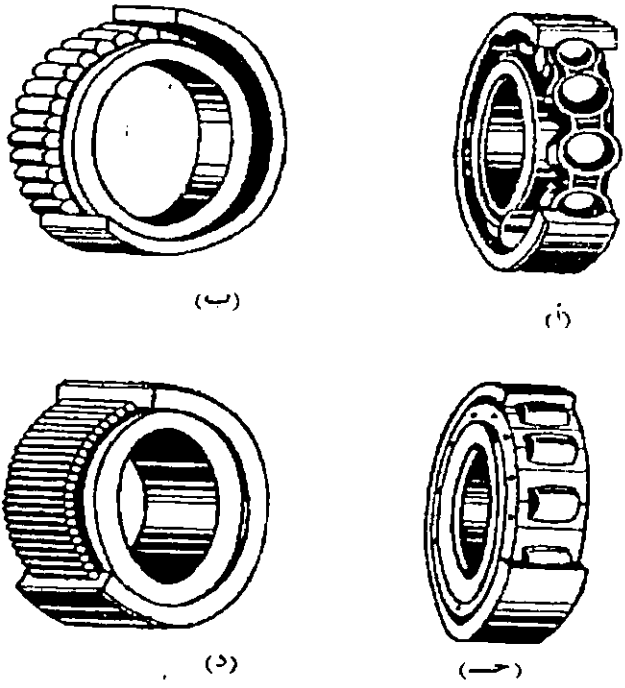
(ج) دحروج برميلى.

(د) دحروج إبرى.

أنواع المحامل التدحرجية :

تنقسم المحامل التدحرجية {المقاومة للإحتكاك} الموضحة بشكل 3 – 28 تبعاً لشكل العنصر التدحرجى إلى الآتي :-

1. محمل كريات .. (رولمان بلى).
2. محمل أسطوانات.
3. محمل براميل.
4. محمل إبر .. (يعتبر حالة خاصة من محامل الأسطوانات).



شكل 3 – 28

أنواع المحامل التدحرجية تبعاً لشكل العنصر التدحرجى

أ- محمل كريات .. (رولمان بلى).

ب- محمل أسطوانات.

ج- محمل براميل.

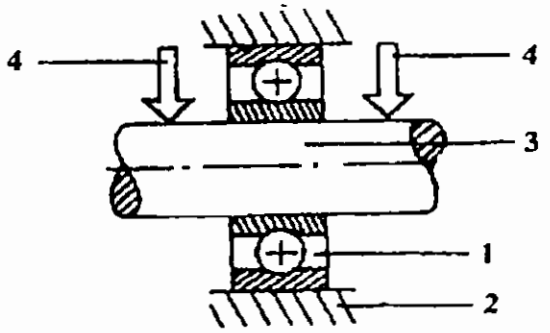
د- محمل قطرى.

تصنيف المحامل من حيث تحميل العناصر التدحرجية :

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 بشكل 3 – 29. تبين الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على المحمل.



شكل 3 – 29

المحمل القطرى ..(توضح الأسهم الأحمال الملسطة)

1- المحمل القطرى.

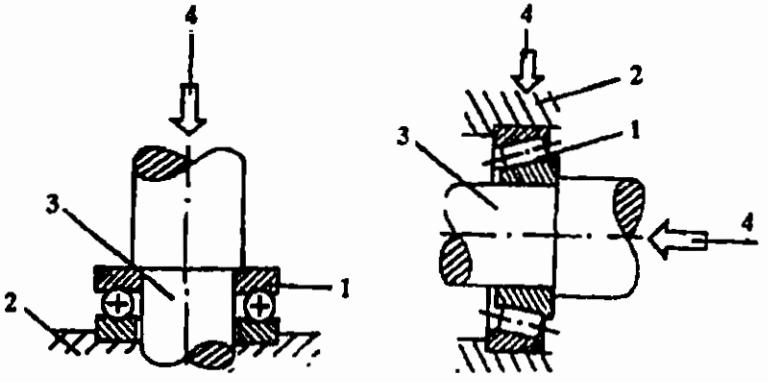
2- مبيت المحمل.

3- مرتكز العمود.

4- إتجاه الأحمال.

محمل محوري :

المحمل المحوري هو الذي يحمل أحمال فى إتجاه المحور الرأسى والمحور الأفقى كما هو موضح بشكل 3 – 30. توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة.



شكل 3 – 30

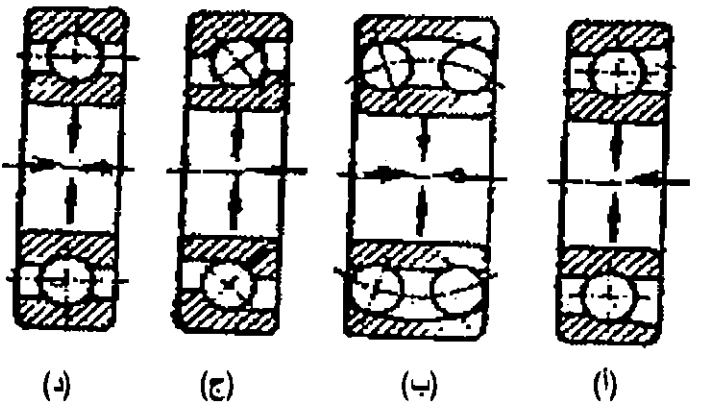
محمل محورى .. (توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة)

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 3 – 31. توضح الأسهم إتجاه الأحمال المسلطة على هذه المحامل.



شكل 3 – 31

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

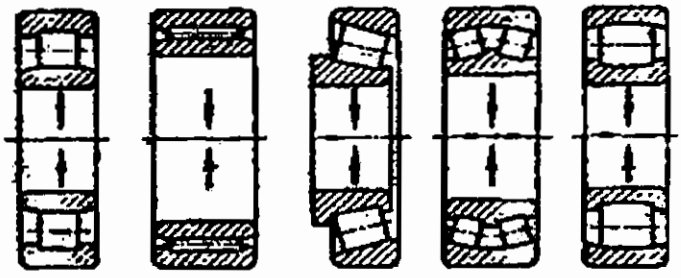
(أ) محمل كريات كتفى.

(ب) محمل كريات تراوحى.

(ج) محمل كريات زاوى التلامس.

(د) محمل كريات محزوز.

2- المحامل ذات الأسافين الموضحة بشكل 3 – 32. يوضح الأحمال المسلطة على المحامل فى إتجاه الأسهم.



شكل 3 – 32

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:

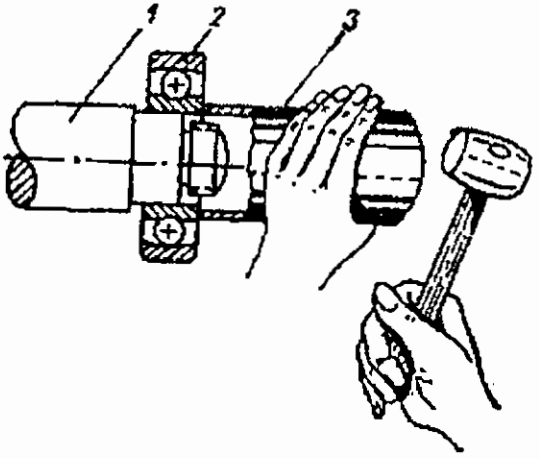
عند تركيب المحامل التدحرجية المقاومة للإحتكاك بالأماكن المخصص لها، فإنه يجب أن يتحدد التوافق المطلوب بين المحمل وبين مرتكز العمود، أو بين المحمل ومرتكز العمود والمبيت معاً.

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 :

يوضع المحمل التدحرجي على مرتكز العمود، وتستخدم ماسورة ذات قطر تناسب قطر الحلقة الداخلية للمحمل، ثم يدفع المحمل على مرتكز العمود بالطرق على

الماسورة كما هو موضح بشكل 3 – 33، حتى يصل المحمل إلى وضعه النهائي .. أى عند إستناد الحلقة الداخلية بالكامل على المحمل.



شكل 3 – 33

دفع المحمل المقاوم للإحتكاك على مرتكز العمود

1- العمود ذو المرتكز.

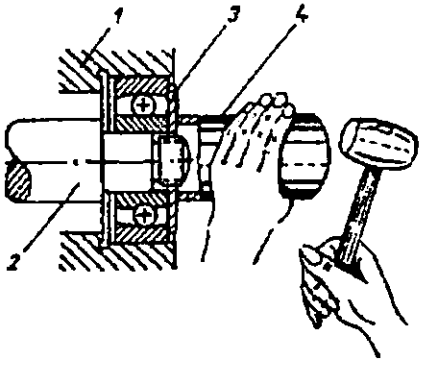
2- المحمل المقاوم للإحتكاك ذو الكريات ..(رولمان بلى).

3- قطعة من ماسورة ذات أقطار مناسبة.

تركيب محمل تدحرجى على مرتكز عمود مبيت :

يوضع المحمل في المكان المخصص له أى ما بين مرتكز العمود ومبيت المحمل. يستخدم قرص أسطواني معدني يناسب القطر الداخلي والخارجي للمحمل.

يدفع المحمل ما بين مرتكز العمود والمبيت بالطرق على الماسورة المثبتة على القرص المعدنى المثبت على السطح الجانبى للمحمل كما هو موضح بشكل 3 – 34، **حتى يصل إلى وضعه النهائى .. أى عند إستناد الحلقة الداخلية والخارجية بالكامل.**



شكل 3 – 34

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 :

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 :

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.

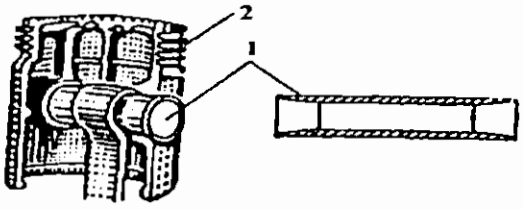
4- لا يمكن تصنيعها إلا في المصانع المتخصصة.

الأصـــابع

صممت الأصابع Pins بحيث تتحمل إجهادات القص. تستخدم في وصل الأجزاء الميكانيكية، بحيث يمكن الإرتكاز عليها أو تكون حرة الدوران، كما تستخدم كمحاور إرتكاز، ويمكن استخدامها في نقل القوى إذا إقتضى الأمر.

تنتج الأصابع بشكل أسطواني أو بشكل أسطواني مدرج أو بشكل مخروطـــي، وقد تكون مصمتة أو مجوفة.

تنتيج الأصابع مجوفة لغرض التخفيف من وزنها ، وأقرب مثال لذلك هو الإصبع المركب بذراع التوصيل والمكبس بآلة الاحـــتراق الداخلي كمـــا هو موضح بشـــكل 3 – 35.



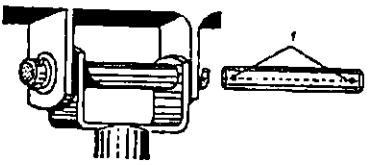
شكل 3 – 35

المسمار المجوف

1- المسمار المجوف

2- كباس.

وتستخدم الأصابع Pins أيضاً كمحاور إرتكاز بين الأجزاء المتحركة المختلفة كما هو موضح بشكل 3 – 36.



شكل 3 – 36

صباع كمحور إرتكاز بين الأجزاء المتحركة

1- ثقب لتيلة مشقوقة.

كمـا تستخدم الأصابع كعناصر توصيل بيـن الأعمدة المفصلية . يوضح شكل 3 – 37 توصيل الحركة بين الأعمدة عن طريق تركيب إصبع.

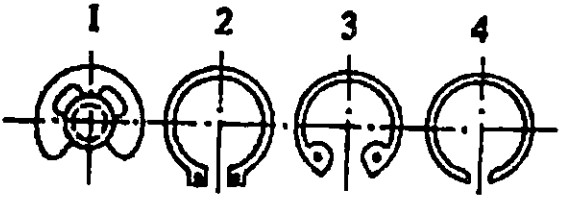
شكل 3 – 37

صباع كعنصر توصيل بين الأعمدة المفصلية

1- ثقب لتيلة مشقوقة

عناصر أحكام الأصابع:

يلزم عند تجميع الأجزاء الميكانيكية ذات الوصلات المتحركة أو عند تركيب محاور الإرتكاز ، إستعمال عناصر أحكام كالحلقات (الورد) المختلفة الموضحة بشكل 3 – 38.



شكل 3 – 38

عناصر أحكام الأجزاء الميكانيكية

1- قرص إحكام.
2- حلقة نابضة (يايية خارجية)
3- حلقة نابضة(يايية داخلية).
4- حلقة حابكة سلكية.

مميزات الأصابع :

تتميز وصلات الأصابع بالمميزات التالية :-

1. سهلة الصنع.
2. سهلة في التركيب والفك.
3. تكاليفها زهيدة.

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 :

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

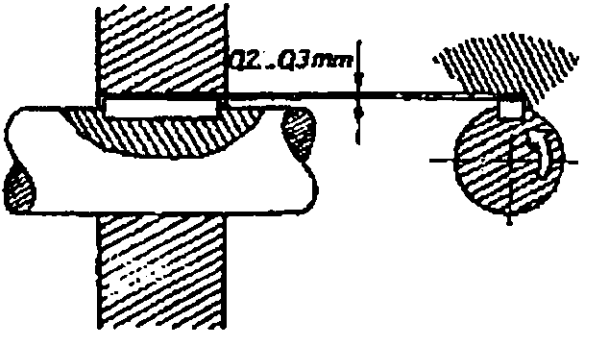
هي خوابير غاطسة وتسمى أيضاً بخوابير الأزواج، وهى ذات جبهة مستقيمة أو مستديرة. تركب بأزواج تلاصق في مجارى الأعمدة والصرر.

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

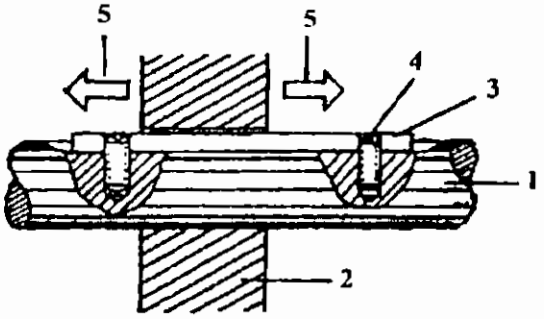
الخابور المتوازى المنزلق مقطعه على شكل مربع أو مستطيل. يثبت الخابور المتوازي المنزلق بين المحور أو العمود والجسم المراد دورانه كما هو موضح بشكل 3 – 39، بحيث يترك خلوص ما بين 0.3 ــ 0.2 ملليمتر بين السطح العلوي للخابور والسطح السفلى لمجرى العمود لسهولة عملية الفك والتركيب.



شكل 3 – 39

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 3 – 40.



شكل 3 – 40

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.

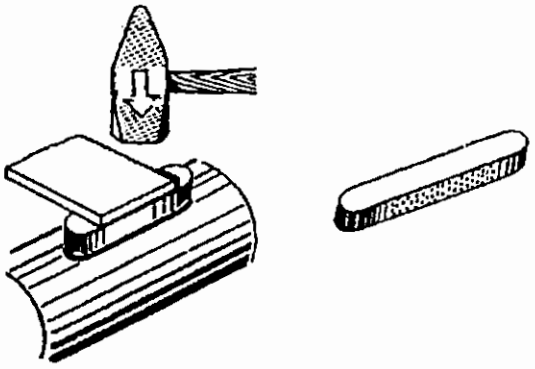
تثبت الخوابير المتوازية المنزلقة في مجرى العمود بواسطة مسمار ملولب (مسمار قلاووظ ذات) رأس مستدق غاطس، كما تثبت الخوابير القصيرة في مجرى العمود بواسطة إسفين جانبي.

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 3 – 41 (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 3 – 41 (ب).



شكل 3 – 41

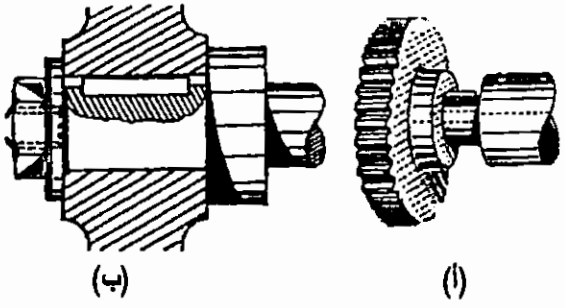
الخابور المتوازي الغاطس

(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 3 – 42 (أ) ، وتستعمل حلقة (وردة) وصامولة من الجانب الحر لتثبيت المجموعة كما هو موضح بشكل 3 – 42 (ب).



(ب) (أ)

شكل 3 – 42

استخدام الخابور المتوازي الغاطس في نقل عزم الدوران

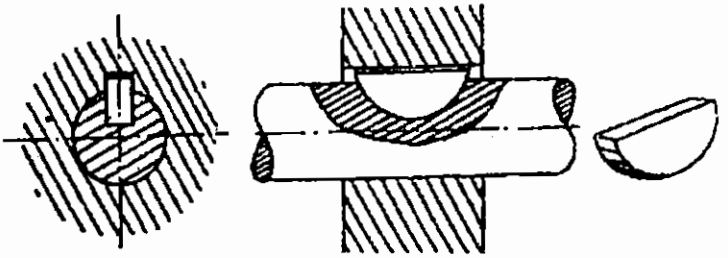
بين الأعمدة والأجسام المطلوب توصيلها

3. الخابور المتوازي المستدير: Rounded parallel key

الخابور المتوازى المستدير (خابور وودراف) شكل 3 – 43 (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 3 – 43 (ب).

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

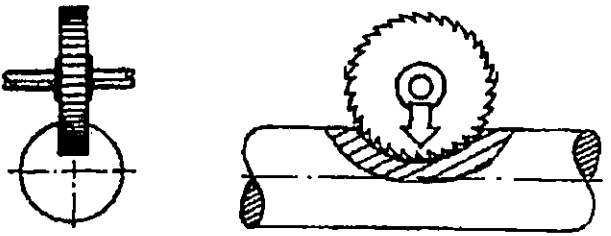


شكل 3 – 43

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 3 – 44، بحيث تتطابق أبعاد سكينة التفريز مع الأبعاد المحددة للخابور حسب الجداول الخاصة بذلك.



شكل 3 – 44

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 العلوى بالمبرد بعد نشر الجزء المطلوب.

الخوابير المسدقة : Conical keys

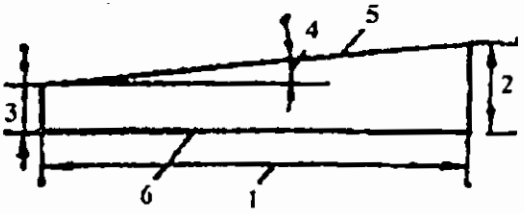
تصنع الخوابير المستدقة (المخروطية أو المسلوبة) ذات إستدقاقات بنسب مختلفة (1 : 10 ، 1 : 25 ، 1 : 100) .. هذا يعنى أن الزيادة فى أكبر إرتفاع للضلع الأكبر للخابور مقداره 1 ملليمتر لكل 10 مم أو كل 25 مم أو 100 كل ملليمتر من طول الخابور.

تستخدم الخوابير المستدقة من 1 : 10 ، 1 : 25 في الوصـــلات التي يكثر صيانتها (الوصلات كثـــيرة الفك والتركيب) ، كما تســـتخدم 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 3 – 45 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 الأجراء المكنية العلوية والسفلية الموصلة.



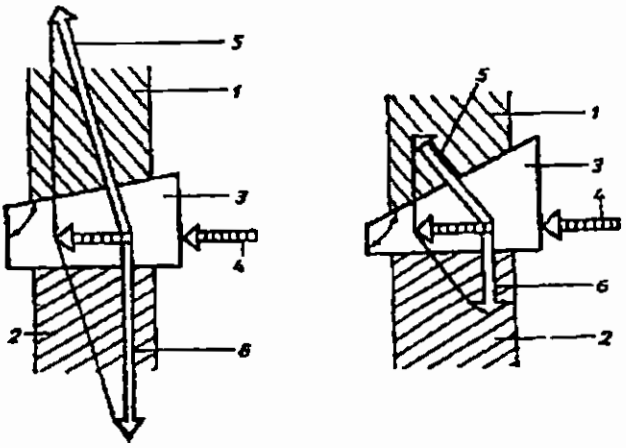
شكل 3 – 45

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 3 – 46 تحليل القوى المؤثرة فى حالات إختلاف ميل إستقداق الخابور.



شكل 3 – 46

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 :

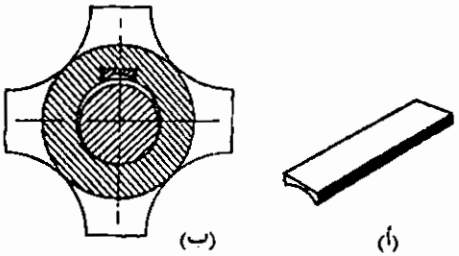
توجد الخوابير المستدقة بأنواع وأشـــكال مختلفة، يتوقف استخدام كل منها على تصميم الأجزاء المكنية المطلوب توصيلها. فيما يلي عرض لأشـــكال الخوابير المستدقة .. مع أمثلة لاستخدامها كل منها على حدة.

1. الخابور المستدق المقوس : Arched conical key

الخابور المستدق المقوس الموضح بشكل 3 – 47 (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 3 – 47 (ب). يستخدم الخابور المستدق المقوس لنقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.



شكل 3 – 47

الخابور المستدق المقوس

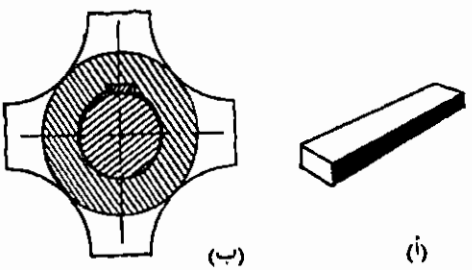
(أ) خابور مستدق غاطس.

(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 3 – 48 (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 3 – 48 (ب). يستخدم الخابور المستطيل المستدق في نقل عزم الدوران للقوى الصغيرة.



شكل 3 – 48

الخابور المستدق المستطيل

(أ) خابور مستطيل مستدق.

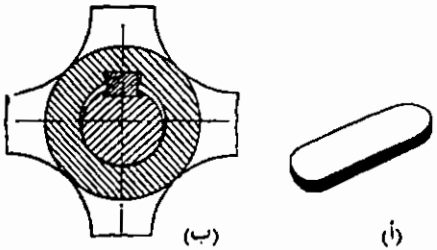
(ب) يثبت الخابور ما بين السطح العلوي للجزء الدائري للعمود والسطح السفلى لمجرى الجسم المطلوب توصيله.

3. الخابور الغاطس المستدق : The conical sunk key

الخابور الغاطس المستدق الموضح بشكل 3 – 49 (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 3 – 49 (ب).

يستخدم الخابور الغاطس المستدق في نقل عزم الدوران للقوى الكبيرة.



شكل 3 – 49

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

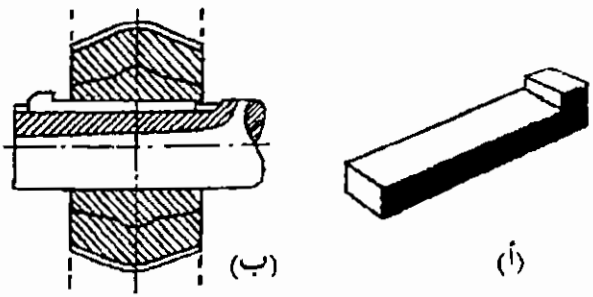
الخابور المستدق ذو الذقن الموضح بشكل 3 – 50 (أ) مقطعه على شكل مستطيل. الإستدقاق بنسبة 1 : 100.

يثبت الخابور المستدق ذو الذقن ما بين السطح العلوى لمجرى العمود أو المحور، والسطح السفلى للمجرى المستدق بالجسم المطلوب توصيله كما هو موضح

بشكل 3 – 50 (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 3 – 50

الخابور المستدق ذو الذقن

(أ) خابور مستدق بذقن.

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

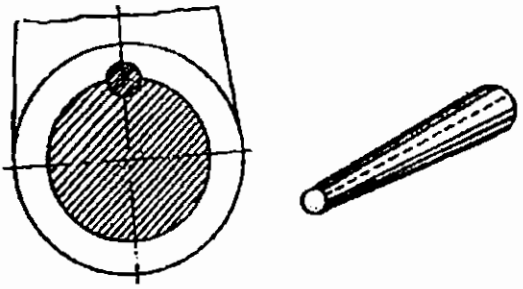
5. **الخابور الأسطوانى المستدق** : The conical cylindrical key

الخابور الأسطواني المستدق الموضح بشكل 3 – 51 (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 3 – 51 (ب).

تستخدم الخوابير الإسطوانية المتدقة لنقل عزم الدوران للقوى الكبيرة بالوصلات

التى تتطلب كثرة الصيانة .. (كثر الفك والتركيب).



(ب) (أ)

شكل 3 - 51

الخابور الإسطوانى المستدق

(أ) خابور أسطواني 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 الآتي :-

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

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 لعالية والصلب المنجنيزى والصلب السيليكونى، أما نوابض صمامات محركات لاحتراق الداخلى فهي تصنع من صلب سبائك الكروم والفانوديوم، كما تصنع لنوابض المستخدمة في الأغراض الكيميائية من البرونز السليكونى المنجنيزى أو البرونز القصديرى الزنكي.

أنواع النوابض :

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

تتقسم النوابض السلكية حسب نوع التحميل إلى الآتي :-

1- نابض شد.
2- نوابض ضغط.

3- نابض التوائي .. (نابض لي).

نابض الشد : Tension spring

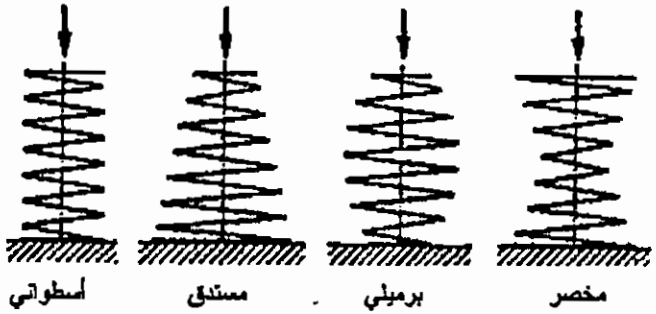
نابض الشد الموضح بشكل 3 – 52 هو عبارة عن سلك من صلب النوابض تتراكب لفاته فوق بعضها البعض بإحكام، وتتباعد اللفات عن بعضها البعض بتأثير قوى الشد.

شكل 3 – 53

نابض شـــد

نوابض الضغط : Compression springs

توجد أشكال مختلفة من نوابض الضغط كما هو موضح بشكل 3 – 54، ويمكن تقسيمها حسب شكل كل منها إلى الآتي:-



شكل 3 – 54

نوابض ضغـط

1- نابض مخصر.

2- نابض برميلي.

3- نابض مخروطي .. (مستدق).

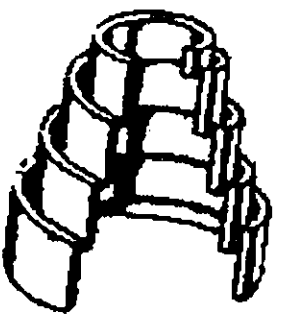
4- نابض أسطواني.

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

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

توجد نوابض ضغط أخرى موضحة بشكل 3 – 55، 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 الأصلي بعد إزالة القوة.



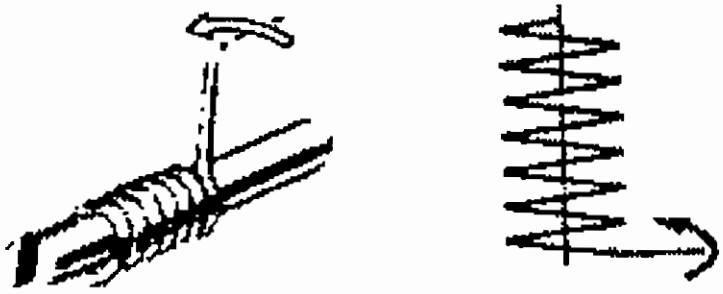
شكل 3 – 55

نابض المخروط الناقص

النابض الإلتوائي : Torsion spring

النابض الإلتوائي الموضح بشكل 3 – 56 يسمى نابض لي ، وهو عبارة عن سلك من صلب النوابض، تتباعد لفاته بشكل غير ملحوظ. يثبت بداية سلك النابض

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



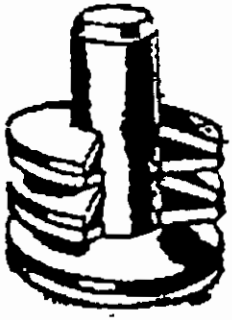
شكل 3 – 56

نابض التوائى .. (نابض لّى)

النابض القرصى : Disc spring

النابض القرصي الموضح بشكل 3 – 57، 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 3 – 57

نابـــض قرصى

النوابض الورقية : Leaf springs

تتكون النوابض الورقية الموضحة بشكل 3 – 58 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 في المركبات الآلية المختلفة (سيارات الركوب ــ سيارات النقل ــ الشاحنات الكبيرة ..... وغيرها) لإمتصاص الاهتزازات ولتخفيض الصدمات.

شكل 3 – 58

نابـــض ورقى