برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

حقوق الطبع محفوظة

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني صيانة ميكانيكا – الدرجة ثالثة

صيانة صناديق التروس ووسائل نقل الحركة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

المحتويات

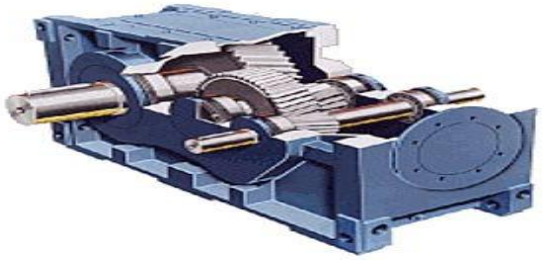
المحتوي..... 2
التروس Gears 2
مقـــــدمة وسائل نقل الحركة 2
أنواع الحركات : -..... 3
أولا : نقل الحركة عن طريق التروس..... 4
التروس .. Gears 4
أنواع التروس (Types of gears) :..... 4
مجموعات تروس نقل الحركة بتغيير السرعات..... 13
البكر والسيور 14
السيور (Belts) : 14
أنواع السيور 15
رابعا : السيور المسننة (Rubber toothed chain) 17
أنواع البكرات المدرجة 20
النقل بواسطة الكتاين او السلاسل او الجنازير 30
نقل الحركة عن طريق الكبالن (القارانات)..... 34
القارنات المتحركة (Movable couplings) :..... 36
القارنة ذات الوصلات المفصلية الكروية :The spherical joints coupling 39
القارنة الجامعة (The universal coupling) : 39

صيانة صناديق التروس ووسائل نقل الحركة

المحتوي

- مقدمة
- وسائل نقل الحركة
- صندوق التروس
- البكر والسيور
- الكبالن
- مكونات دورة التزييت لصندوق التروس

التروس Gears



مقـــــــدمة وسائل نقل الحركة

كان ولابد من تداول الطاقة وتطويعها لتخدم الماكينات والمعدات المتوقفة عن الحركة انتظارا لقوى محركة لها تتناسب مع المتطلبات الخاصة بكل ماكينة.وتستخدم التروس ومغيرات السرعة المكونة منها لنقل القدرة والحركة بين الأعمدة المتوازنة والمتعامدة والمتقاطعة والتي تقع في مستوى واحد أو مستويين مختلفين. وجرى العرف الهندسي الآن على اعتبار نقل الحركة بالتروس من أفضل الأنظمة الميكانيكية ، وهى تربط بين مصدر القدرة والمعدة التي تدار بكفاءة عالية. وتستخدم التروس لتخفيض السرعة مع زيادة العزم غالبا ونادرا العكس مع عمل الاحتياطات اللازمة للاتجاه العكسي.

نستنتج مما سبق أن انجاز العمل يتطلب توافر ثلاثة عناصر هي : -

- مصدر الطاقة (الحركة) .
- وسيلة نقل الحركة .
- الماكينة (مستهلك الطاقة) .

ولما كانت طبيعة عمل كل من الماكينة ومصدر الطاقة مختلفين كل منهما عن الآخر فقد يتم التصميم على أن تكون هذه مجموعة متكاملة أو تصميم بشكل منفرد حيث يكون مصدر الطاقة والجزء الشغال بعيدين عن بعضهما بحيث تنقل الحركة بإحدى الوسائل وبالأسلوب المتلائم لكل منهما لتكون منظومة متناغمة لتوفر للماكينة تغيير سرعة الحركة أو القوى أو العزوم من جهة أو تحول الحركة من شكل لآخر (حركة دورانية إلى حركة ترددية أو مستقيمة أو منحنية) .

أنواع الحركات : -

توجد أنواع كثيرة من الحركات إلا أن أكثرها انتشارا هي : -

- الحركة المستقيمة : ويقصد بها حركة أو انتقال الجسم من وضع لآخر بخط مستقيم .
- الحركة الترددية : هي انتقال الجسم من موضع لآخر بخط مستقيم أو منحنى ثم عودته مرة أخرى إلى موضعه السابق مثل حركة الإبرة في ماكينة الخياطة التي تمثل الحركة الترددية المستقيمة أو حركة بندول الساعة التي تمثل حركة ترددية منحنية .
- الحركة الدائرية : هي حركة الجسم حول محوره مثل حركة الأرض حول محورها .
- الحركة الدورانيه : هي حركة الجسم بخط دائري منتظم حول آخر أو حول محور آخر يقع خارج نطاق الجسم المتحرك دورانيا مثل دوران القمر حول الأرض .

لذلك فهناك فرق بين العمود والمحور .

فالعمود : يقوم بحمل القطع الميكانيكية المثبتة عليه وتوجيه حركتها وكذلك يقوم بنقل عزوم القوى الدائرية لذلك يكون معرضا لتشويه انحنائي مركب (شد وانضغاط) والتواء وقص .

والمحور : يقوم بحمل القطع الميكانيكية التي قد تكون حرة الحركة عليه أو تدور بدورانه إلا أنه لا ينقل عزوم القوى الدائرية وعندها لا يكون عرضه للتشويه والالتواء والقص وهذا هو الفرق الأساسي بينهما . مثال ذلك الدراجة الهوائية فالقضيب المعدني الذي يحمل العجلة الأمامية يمثل المحور وتدور علية العجلة بشكل حر .

أما القضيب المعدني الذي يحمل العجلة الخلفية يمثل العمود يسمى العمود قائدا إذا كان مصدر الحركة لعمود آخر يسمى العمود المنقاد ، وقد يكون العمود المنقاد قائدا لعمود ثالث إذا ما نقلت الحركة إليه من العمود الثاني

، من هذا نستنتج أنه ضمن مجموعة ميكانيكية مكونه من عشرة أعمدة يكون العمود الأول قائدا والعمود الأخير مقاد بينما الأعمدة من الثاني إلى التاسع يكون كل منهم منقادا لما قبله وقائدا للعمود الذي بعده .

أولا : نقل الحركة عن طريق التروس

التروس .. Gears

التروس هي عجلات ذات أسنان بأشكال خاصة ، وهى عناصر يستفاد منها فى نقل عزم الدوران أو الحركة الدورانية مباشرة من عمود لآخر .

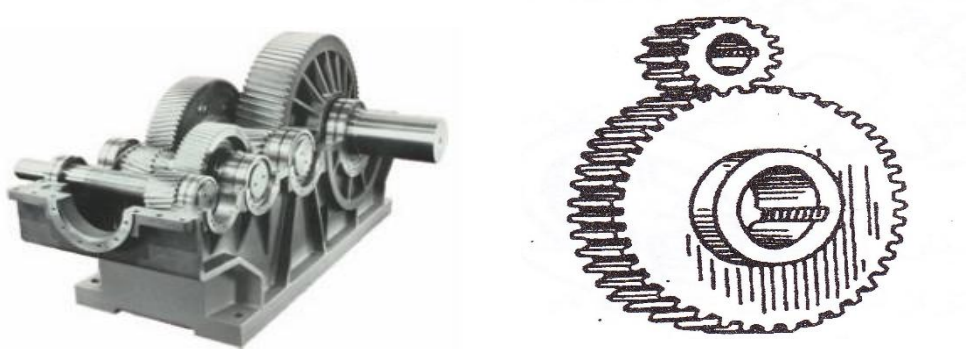
تتميز التروس بنقل الحركة الدورانية أو تحويلها إلى حركة مستقيمة خلال مسافات قصيرة ، دون فقد في السرعة وذلك لعدم وجود انزلاق مثل الذي يحدث بالسيور مع بكراتها وكذلك إمكانية عكس الحركة ونقل الحركة بين أعمدة متوازية .

أنواع التروس (Types of gears) :

توجد أنواع متعددة من التروس التي يختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف شكل أسنانها .. وفيما يلي عرض لأنواع التروس المختلفة كل منها على حدة .

1 – التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) : Spur gears

التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) الموضحة بالشكل رقم (1) ، أسنانها مستقيمة وموازية لمحورها وتعتبر هذه التروس من أكثر أنواع التروس انتشارا في نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية ، عندما تكون هذه الأعمدة قريبة نسبيا من بعضها البعض .



شكل رقم (1) التروس ذات الأسنان المستقيمة

2- التروس ذات السنة الحلزونية

التروس ذات السنة المائلة على محور الترس أو السنة الحلزونية . (Helical Gears) يتم تفتيح أسنان هذه التروس تبعا لحلزون على سطح الدائرة الخارجية للترس.

ويمتاز هذا النوع من التروس أن أكثر من سنه من التروس المتقابلة تلتحم يبعضها أثناء الإدارة وبالتالي تزيد قوة تحمل التروس لنقل القدرة ، كما تضمن انتظام السرعة وسلاستها مما يخفض صوت المنظومة والاهتزازات بها.

شكل رقم 2 التروس ذات السنة الحلزونية

وتنتج من استخدام التروس الحلزونية ضغوط في اتجاه محاور الأعمدة الأمر الذي يستدعى استعمال كراسي مقاومة لهذه الضغوط. (Thrust Bearing)

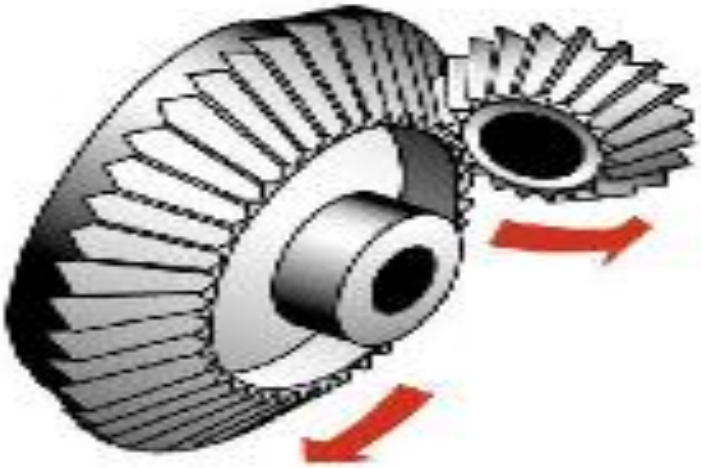
3- التروس ذات السنة المزدوجة الحلزونية

التروس ذات السنة المزدوجة المائلة على محور الترس أو السنة الحلزونية المزدوجة (Double Helical Gears – Herring Bone Gears)، يستعمل هذا النوع من التروس عندما تكون السرعة والقدرة المراد نقلها أكبر من إمكانيات التروس المستقيمة. وتستخدم في حالة وجود ضغوط واهتزازات أثناء نقل الحركة ، كما تستخدم في حالة علو نسبة خفض السرعة بواسطة مرحلة واحدة من النقل ، حيث أن الأسنان المزدوجة تلغى عمليا الضغوط المحورية ولها نفس ميزات السنة المائلة المفردة.

شكل رقم 3 التروس ذات السنة المزدوجة الحلزونية

4-التروس المخروطية(Bevel Gears)

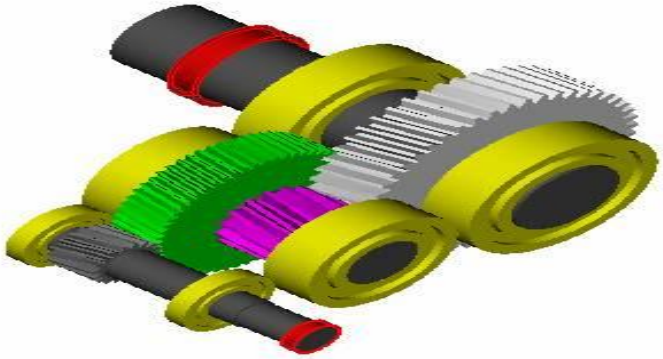
تستخدم غالبا لنقل القدرة والحركة بين الأعمدة المتعامدة ويمكن استخدامها أيضا للنقل بين الأعمدة المتقاطعة على غير الزاوية القائمة .



شكل رقم 4 التروس المخروطية(Bevel Gears)

5- التروس المخروطية المستقيمة(St. Bevel Gears)

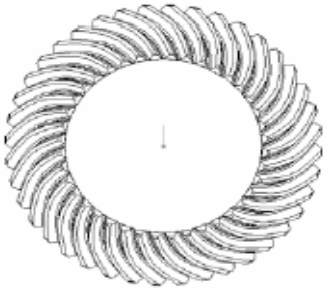
تستعمل لنقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة حيث تكون ظروف السرعة والنقل مشابهة للظروف التي تستعمل فيها التروس العادية . (St. Spur Gears) على أن تتحمل كراسي الأعمدة الضغوط المحورية التي تنتج عن استعمال التروس المخروطية .



شكل رقم 5 التروس المخروطية المستقيمة(St. Bevel Gears)

6- التروس المخروطية المائلة(Spiral Bevel Gears)

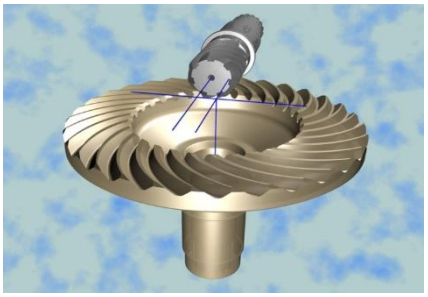
وتستعمل لنقل الحركة ذات السرعة العالية بين الأعمدة المتقاطعة، ونظرا لأن القوة تنقل بأكثر من سنه في هذه النوعية من التروس ، فإنها تستخدم عندما تكون القوة المراد نقلها أكبر من قدرة التروس المخروطية المستقيمة السنة.

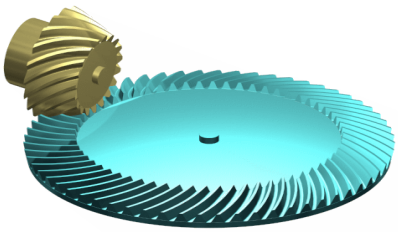


شكل رقم 6 التروس المخروطية المائلة(Spiral Bevel Gears)

7- التروس المخروطية الحلزونية(Hypoid Bevel Gears)

تستخدم هذه التروس حيث السرعات العالية ومطلوب أن يكون صوت التروس منخفض للغاية ، وانتظام سرعة وقدرة النقل. وحيث أن الضغط المحوري في هذه النوعية من التروس عالي ، لذلك بجانب كراسي مقاومة الضغط يجب أن يراعى دقة ومتانة تثبيت التروس على الأعمدة .



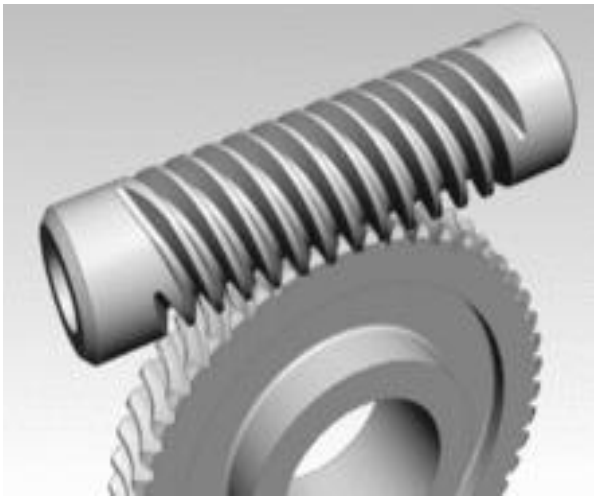


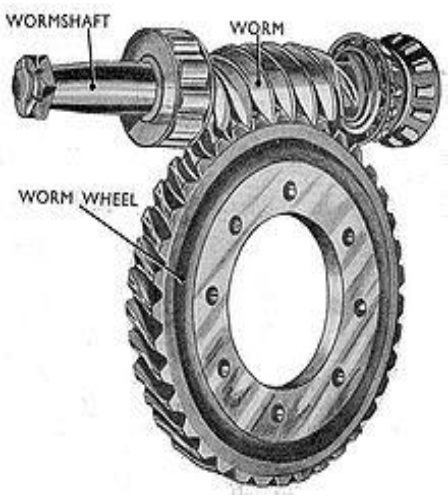
شكل رقم 7 التروس المخروطية الحلزونية(Hypoid Bevel Gears)

بجانب نقل الحركة والقدرة بالتروس فإنها تستخدم لتقليل السرعة مع زيادة العزم وتغيير اتجاه الدوران وتغيير زوايا واتجاه أعمدة الإدارة. وتعامل منظومات التروس كوحدة متكاملة وتصنع على هذا الأساس ، وقد حددت الجهات الصانعة للتروس مواصفات قياسية للتروس تنتج على أساسها لصناعة كل نوع من التروس وتحديد أغراض استعمالها للنوعيات المختلفة من المعدات.

8-التروس الدودية(Worm Gears)

تستخدم هذه التروس لنقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة الغير متقاطعة وحيث يكون التخفيض في السرعة عالي. وغالبا ما يكون التعامد هو الأعم ، ولكن ذلك لا يمنع من تصميم التروس لاستخدامها للإدارة بين الأعمدة الغير متقاطعة والغير متعامدة .





شكل رقم 8 التروس الدودية(Worm Gears)

وتتكون مجموعة الإدارة الحلزونية من عامود الإدارة وبه ما يتراوح بين خطوة واحدة وثمانية خطوات على طول عامود الإدارة ولا توجد علاقة مباشرة بين عدد الخطوات وعدد أسنان الترس التي يديرها الحلزون.

وكفاءة النقل لهذه المنظومات منخفضة لأنها تعتمد على الانزلاق بين الحلزون والترس ولكنها تنقل قدرة أكبر.

وقد يكون جسم عمود الإدارة اسطواني مشكل عليه الحلزون أو قد يكون مقعر في الوسط وعالي في الأطراف ومشكل عليه الحلزون لزيادة عدد الأسنان المتقابلة بين عامود الإدارة والترس الحلزوني. وتكون الإدارة بين الحلزون والترس نتيجة لدوران الحلزون حول محورة دون إزاحة أو تكون نتيجة إزاحة الحلزون على طول محورة.

ولكي تعمل مجموعة الإدارة الحلزونية بنعومة ودقة ، يجب أن تكون خطوة عامود الإدارة

مميزات نقل الحركة بالتروس الدودية: Advantages of transmission by worm gears

تتميز مجموعة نقل الحركة بالتروس الدودية بالآتي : -

- صغر حجمها نسبيا .
- إمكانية الحصول على نسبة كبيرة
- لنقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة أو متوازية بأبعاد غير كبيرة نسبيا .
- التشغيل الهادئ وبدون أي ضوضاء .
- سهولة صيانتها .

عيوب نقل الحركة بالتروس الدودية : Disadvantages of transmission by worm gears

من أهم عيوب مجموعة نقل الحركة بالتروس الدودية هو الآتي : -

- الفقد الكبير فى القدرة .
- انخفاض كفاءة أدائها لا يسمح باستخدامها لنقل الأحمال الكبيرة .

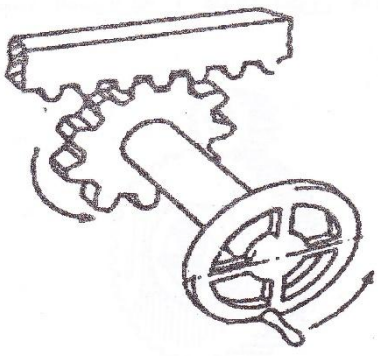
9- التروس ذات الأسنان المستقيمة والجريدة المسننة : Rack and pinion

تستعمل التروس ذات الأسنان المستقيمة (التروس العدلة) مع الجريدة المسننة الموضحة بالشكل رقم (9) في تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة والعكس .

شكل رقم9 التروس ذات الأسنان المستقيمة والجريدة المسننة : Rack and pinion

ترس أسنان مستقيمة مع جريدة مسننة

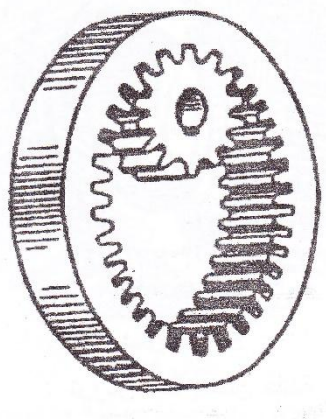
أقرب مثال لذلك هي عربة المخرطة التي تتحرك على الفرش ، نتيجة لدوران ترس (عدل) على الجريدة المسننة المثبتة بأسفل الفرش مباشرة كما هو موضح بالشكل رقم (10) .



شكل رقم (10) الحركة المستقيمة لعربة المخرطة

10- التروس ذات الأسنان المستقيمة الداخلية (Internal gears) :

تستخدم التروس ذات الأسنان المستقيمة (التروس العدلة) الداخلية الموضحة بالشكل رقم (11) ، فى نقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتوازية ، عندما تكون المسافة بين محوريهما صغير جدا .



شكل رقم (11) تروس ذات أسنان مستقيه داخلية

11- التروس ذات الأسنان المائلة (Helical gears) :

التروس ذات الأسنان المائلة الموضحة بالشكل رقم (12) ، أسنانها مائلة على محاورها بزاوية مناسبة . تستخدم هذه التروس فى نقل الحركة الدائرية للأعمدة المتوازية بصناديق تروس آلات القطع . تتميز التروس ذات الأسنان المائلة بالمتانة والتعشيق السلس والتشغيل الهادئ الأكثر انتظاما والخالي من الاهتزازات ، من عيوبها هو وجود قوى دفع جانبية في حالة السرعات العالية .

شكل رقم (12) تروس ذات أسنان مائلة

مجموعات تروس نقل الحركة بتغيير السرعات

Groups of Transmission Gears By changing speeds

صممت المحركات الكهربائية لإدارتها بسرعة عالية جدا ، لذلك لا يمكن نقل الحركة منها إلى عمود دوران أى آلة مباشرة ، حيث ينتج عن ذلك إدارة الآلة بسرعة واحدة وهى سرعة المحرك الكهربائي الذي لا يتناسب معها ، لذلك فقد صممت مجموعات تروس السرعات والتغذية التي توجد بصناديق مغلقة بكل ماكينة والتي تعتبر من العناصر الأساسية لإدارتها .

صناديق تروس السرعات (Gearboxes) :

الغرض منها هو نقل عزم الدوران من المحرك الكهربائي إلى عمود الدوران عن طريق مجموعة تروس ، وذلك لتخفيض سرعة المحرك الكهربائي وتغييرها أيضا . للحصول على سرعات مختلفة مع سهولة التحكم لاختيار السرعة المناسبة حسب ظروف العمل .

تختلف مجموعات تروس نقل الحركة بعضها عن بعض باختلاف طريقة التعشيق وهى كما يلي : -

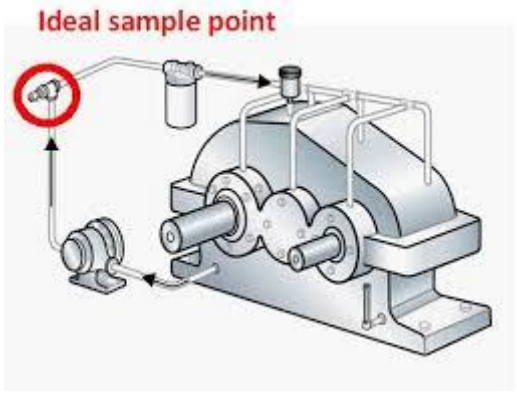
مجموعة التروس المنزلقة (Group of sliding gears) :

تتكون مجموعة التروس المنزلقة من عدة تروس قابلة للانزلاق ، حيث يتم تغيير السرعة عن طريق انزلاق أحد التروس على عمود مخدد.....

(عمود ذو مجارى انزلاق مصمم بأقل خلوص ممكن) .

دورة التزييت لصندوق التروس والمبرد :ـــ

عباره عن طلمبة ترسيه توضع بداخل صندوق التروس أو خارج صندوق التروس ويتم ضخ الزيت عن طريق ماسورة تمر خلال مبرد الزيت ثم فلاتر الزيت ثم المرور على كراسى المحاور لتبريد كراسى المحاور وهى دورة مغلقه أى تتكرر (بدوران حركة صندوق التروس) .



من أهم مميزات صناديق التروس

- اتقان تام لنسبة نقل الحركة المصممة عليها الوسيلة لعدم وجود الانزلاق فيها
- امكانية استعمالها لنقل الحركة من عمود قائد الى عدة اعمدة متوازية قائدة و مقادة في ان واحد من عجلة بحركة واحده .

مميزات نقل الحركة بالتروس :Advantages of means of transmission by gears

تتميز وسائل نقل الحركة بالتروس بصفة عامة على وسائل نقل الحركة بالسيور بالآتي : –

- صغر حجمها .
- دقة نقل الحركة وعزم الدوران من عمود لآخر ، لعدم وجود الانزلاق الذي يحدث بالسيور .
- عدم وجود ضوضاء وخاصة بالسرعات العالية ، لدوران التروس داخل حمام زيتي .
- سهولة صيانتها .
- عمرها طويل .
- نقل الحركة بين الأعمدة المتوازية أو المتعامدة أو المتقابلة .

البكر والسيور

ثانيا : نقل الحركة بواسطة السيور (نقل الحركة بالاحتكاك)

السيور (Belts) :

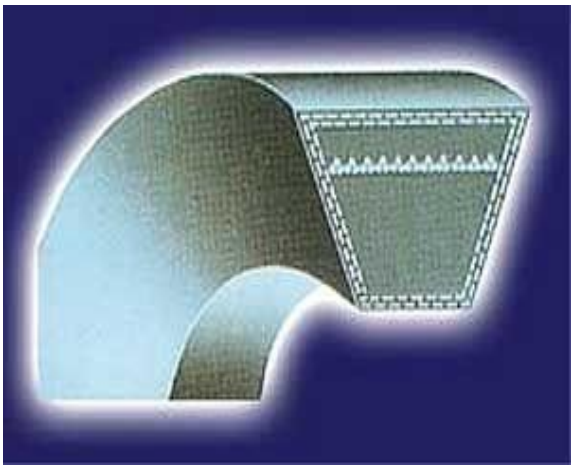
السيور هي وسائل تستخدم لنقل وعكس الحركة الدورانية من عمود لآخر يبعد عنه مسافة كبيرة نسبيا ، وعندما لا يحتم الأمر المحافظة على نسبة نقل الحركة دقيقة بينهما .

ويمكن بواسطة السيور نقل الحركة بنفس السرعة أو بسرعات مختلفة باستخدام بكرات (طارات) بسيطة أو بكرات (طارات) مدرجة ، التي تثبت بين الأعمدة المتوازية والمتقاطعة والمتعامدة .

أنواع السيور (Belts types) :

تستخدم البكرات (الإطارات) المتعددة الأشكال والسيور المختلفة التى تناسبها وفقا للمسافات بين محاور البكرات وقوى الشد وعزوم اللي المنقولة . تميز السيور من خلال مقاطعها .

أنواع السيور الشائعة الاستعمال هي السيور المسطحة والسيور شبه المنحرفة (حرف V) ، والسيور المستديرة والسيور المسننة .



أنواع السيور

- سير مسطح .
- سير مستدير.
- سير حرف V (إسفيني على شكل شبة منحرف)
- سير مسنن.

أولا : السير المسطح : (The rectangular belt)

قطاع السير المسطح على شكل مستطيل ، ينتج من مواد مختلفة ليتناسب مع القدرات المختلفة لنقل الحركة الدائرية . أنواع السيور المسطحة هي كالآتي :-

(أ) سيور جلدية :

تعتبر من أجود أنواع السيور مقدرة على الجر ، وأكثرها انتشارا .

(ب) سيور شبه مطاطية :

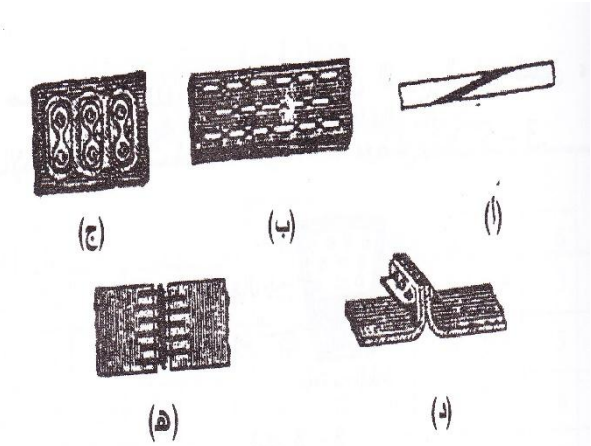
تصنع من عدة طبقات الطبقة الاحتكاكية تصنع من جلد مدبوغ بالكروم ، أو من أنسجة من الأقمشة المكسوة بكلوريد الفينيل مما يتيح التصاق السير جيدا على البكرات .

بالإضافة إلى تخفيض الانزلاق إلى حد كبير ، أما الطبقة الوسطى فإنها تصنع من النايلون على شكل عدة أشرطة متلاصقة فوق بعضها البعض أو متجاورة ، أو تصنع من خيوط مجدولة من البوليستر مما يزيد من متانة السير ويميزه بتحمله قوة شد عالية ، وقابلية جيدة للثني .

(ج) سيور مصنوعة من الأقمشة القطنية والصوفية :

تتميز هذه السيور بنقل الحركة الهادئة بدون ارتجاجات ، ومن ثم فإنها تفضل لإدارة المخارط الدقيقة ، وأعمدة دوران ماكينات التجليخ الداخلى .

تستخدم السيور المسطحة بصفة عامة لنقل الحركة الدورانية لمسافات طويلة ، يمكن أن يكون السير مغلق أو يوصل طرفيه بإحدى الطرق .



- توصيل طرفي السير باللصق .
- توصيل طرفي السير بالخياطة .
- توصيل طرفي السير بالتدبيس .
- توصيل طرفي السير بالمسامير .
- توصيل طرفي السير بوصلات سلكية .

ملاحظة :

يراعى عند تركيب السير على البكرة (الطارة) أن يدور فى اتجاه الوصلة وعدم دورانه فى عكس اتجاهها .

ثانيا : السير المستدير (The rounded belt)

قطاعه على شكل دائرة . ينتج السير بشكل مغلق بدون وصلات ، يوجد بصورة نادرة ، ويستخدم فى نقل حركة القدرات الصغيرة كما هو الحال بمكانات الخياطة .

ثالثا : سير حرف V (إسفيني على شكل شبة منحرف)

قطاعه على شكل شبه منحرف ، يسمى أيضا بالسير حرف V ، زاويته مقدارها مابين 32 ° – 36 ° ينتج بشكل مغلق بدون وصلات أو لحام . يستمد السير متانته من مواد صنعه التي تتكون من عدة طبقات من النسيج الحبلى المتين ، المحاط بالمطاط بالإضافة إلى غلاف شبه مطاطي.

قطاع في سير إسفيني على شكل حرف V

مميزات السير حرف V (إسفيني على شكل شبة منحرف) Advantages of V belts)

تتميز السيور الإسفينية بعدة مميزات .. أهمها الآتي :-

- إمكانية نقل الحركة بين بكرتين (طارتين) بمسافات صغيرة وسرعات عالية .
- قوة شد أعلى بالمقارنة بالسيور المسطحة بفضل معامل الاحتكاك .
- لا تتأثر بالعوامل الخارجية كالرطوبة والسخونة والأبخرة والأحماض والزيوت وغيرها .
- إمكانية نقل جميع القدرات بالتحكم فى اختيار مقاسات السيور وعددها فى أقل حجم ممكن .
- إمكانية نقل الحركة فى أي اتجاه وعدم تأثرها بالجانب المشدود سواء كان من أعلى أو من أسفل
- التصاق كبير وجودة عالية .
- لا ينتج عنها أي ضوضاء .

عيوب السيور الإسفينية (Disadvantages of V belts)

من عيوب السيور الإسفينية الآتي : -

- عدم إمكانية نقل الحركة بين محورين عبر مسافات كبيرة نسبيا .
- أقل متانة بالمقارنة بالسيور المسطحة .
- بكراتها (طاراتها) أعقد وأصعب في الصنع ، بالمقارنة ببكرات (طارات) السيور المسطحة
- تكاليفها مرتفعة نسبيا .

رابعا : السيور المسننة (Rubber toothed chain)

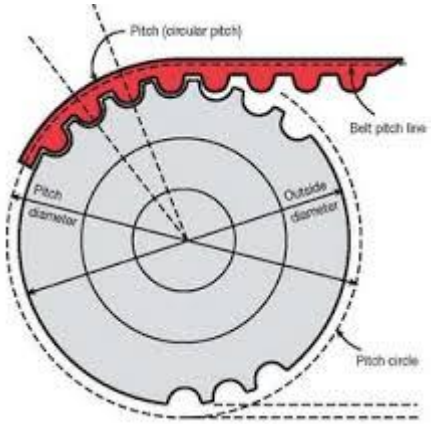
تسمى أيضا بالكاتينة المسننة أو سير التوقيت ، مواصفاتها هي نفس مواصفات الكاتينة المعدنية (الجنزير) في نقل الحركة .

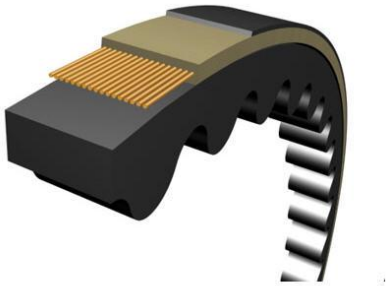
تصنع الكاتينة المسننة من الكاوتشوك العالي الجودة أو المطاط واللدائن ، مدعم من الداخل بأسلاك من الصلب المرن بأقطار صغيرة جدا بقوة شد ، بحيث تجمع الكاتينة بين مرونة الحركة وعدم قابلية التمدد .

مقطع أسنان الكاتينة على شكل شبه منحرف أو نصف دائري بارتفاع يصل إلى 4.5 ملليمتر ، وفى حالات خاصة يصل ارتفاعها إلى 6 ملليمتر وتتحمل أسنان الكاتينة نقل القدرات الكبيرة وتستخدم الكاتينة المسننة فى نقل القدرات والسرعات الكبيرة للآليات التى تتطلب التشغيل الهادئ مثل السيارات وغيرها .

- السيور المسننة .
- أسلاك رفيعة من الصلب .

- العجلة المسننة .





السيور المسننة

- **مميزات السيور المسننة : (Advantages of rubber toothed chain)**

تجمع السيور المسننة بين مميزات نقل الحركة بالسيور ومميزات نقل الحركة بالتروس ، لتؤدى وظيفتهما المميزات التالية : -

قدرتها على نقل القدرات والسرعات الكبيرة بين الأعمدة المتوازية لمسافات كبيرة بكفاءة عالية بدون انزلاق

نسبة نقل حركة أدق بمقارنتها بالسيور .

إمكانية إدارة مجموعة أعمدة متوازية بكاتينة واحدة فى آن واحد .

التشغيل الهادئ بدون حدوث أدني ضجيج أثناء التشغيل .

لا تتعرض للتآكل السريع الناتج عن الاحتكاك .

رخيصة الثمن .

سهلة التركيب .

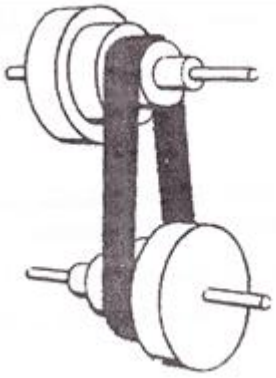
البكرات المدرجة (Stepped pulleys)

تستخدم البكرات (الطارات) المتدرجة فى أزواج (In pairs) لتوفير إمكانية اختيار نسب سرعات (Speed ration) مختلفة .

تحتوى كل بكرة (طارة) على عدة أقطار مختلفة متصلة مع بعضهما البعض تركب البكرتين (الطارتين) على الأعمدة القائدة والمنقادة ، بحيث يكون وضعهما عكس بعضهما البعض .

(أى يقابل القطر الأصغر على إحدى البكرات القطر الأكبر على البكرة الأخرى) ويمكن تغيير نسبة السرعة بانخفاضها أو بارتفاعها بانتقال السير في وضعه إلى أحد درجات البكرتين حسب السرعة المطلوبة .

يمكن أن تكون أسطح البكرات (الطارات) المدرجة بشكل مستوى لاستخدامها فى نقل الحركة بتغير السرعة بين الأعمدة المتوازية عن طريق السيور المسطحة ، كما يمكن أن تكون أسطح البكرات (الطارات) مفرغة على شكل شبة منحرف لاستخدامها فى نقل الحركة بتغيير السرعة بين الأعمدة المتوازية عن طريق السيور الإسفينية حرف V .



أنواع البكرات المدرجة

(أ) بكرة السيور المسطحة .

(ب) بكرة للسيور الإسفينية (حرف v) .

نقل الحركة بالسيور حرف V المتعددة: Multi V belts transmission

تستخدم البكرات ذات الأسطح المستوية المفرغ بها مجموعة مجارى على شكل شبه منحرف بحيث تسمح للسيور الإسفينية (حرف V) لنقل القدرات العالية (High power) .

وتعتبر هذه الطريقة هي الأكثر انتشارا في آلات الإنتاج ، حيث تتميز بأنها أكثر أمنا فى حالة انهيار (قطع) لأحد السيور .

نقل الحركة بالسيور حرف V المتعددة

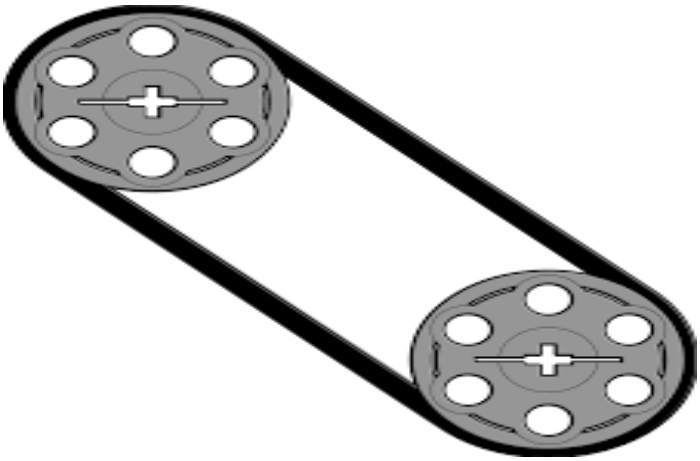
مجموعات نقل الحركة بالسيور : Groups of transmission by belts

تنتقل الحركة الدائرية من عمود إلى آخر المثبت كل منهما على بكرة (طارة) وذلك باستخدام سير عن طريق قوى الاحتكاك التي تنشأ بين السير والبكرتين (الطارتين) وللحصول على هذه القوى ، فإنه يجب أن يتعرض السير لشد معتدل .

تنتقل الحركة باستخدام السيور إلى مجموعات مختلفة بعدة طرق . فيما يلى عرض لمجموعات نقل الحركة بالسيور كل منها على حدة .

نقل حركة متساوية فى اتجاه واحد : Equal transmission in one direction

تكون الأعمدة متوازية وقطر البكرة القائدة يساوى قطر الطارة المنقادة وتسمى هذه الطريقة بالسير المفتوح .



نقل حركة متساوية فى اتجاه واحد

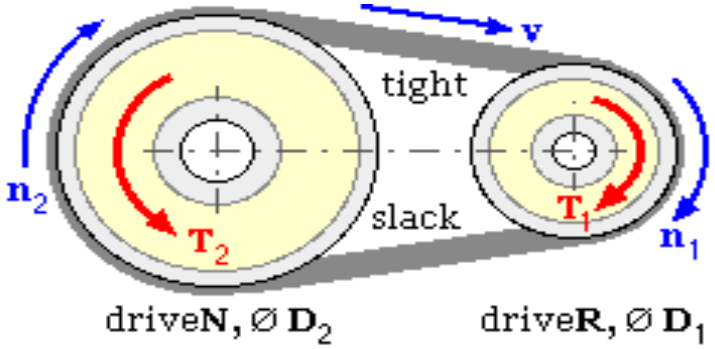
نقل حركة فى اتجاه واحد لتخفيض السرعة : Transmission in one direction to decrease speed

تكون الأعمدة متوازية وقطر البكرة القائدة (1) أصغر من قطر الطارة المنقادة (2) .

نقل حركة في اتجاه واحد لتخفيض السرعة

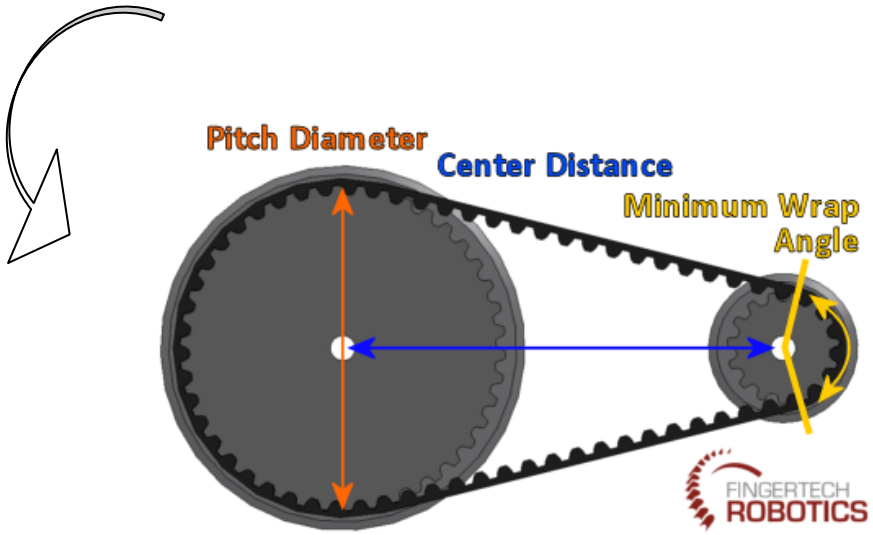
بكرة قائدة .

بكرة منقادة .



نقل حركة في اتجاه واحد لزيادة السرعة : Transmission in one direction to increase speed

تكون الأعمدة متوازية. وقطر البكرة القائدة (1) أكبر من قطر الطارة المنقادة (2) .



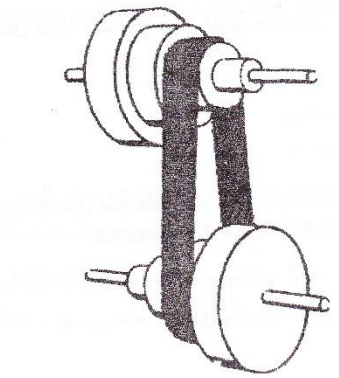
نقل الحركة لزيادة السرعة فى اتجاه واحد

بكرة قائدة .

بكرة منقادة .

نقل حركة فى اتجاه واحد ببكرات مدرجة: Transmission in one direction by graded pulleys

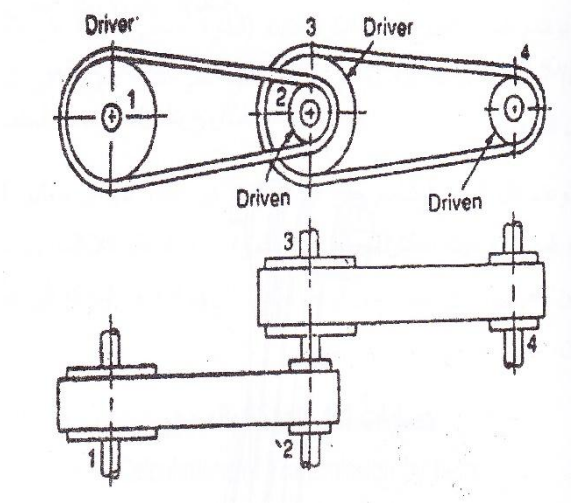
تكون الأعمدة متوازية. وبواسطة تغيير موضع السير من بكرة إلى أخرى يمكن الحصول على سرعات مختلفة .



نقل حركة ببكرات مدرجة بسيطة في اتجاه واحد

نقل الحركة المزدوجة فى اتجاه واحد : Double transmission in direction

تتكون هذه المجموعة من ثلاث أعمدة متوازية. يعبر عن البكرات (الطارات) القائدة بأرقام فردية ، كما يعبر عن البكرات (الطارات) القائدة بأرقام زوجية .



- البكرة (الطارة) القائد الأول .
- البكرة (الطارة) المنقادة الأولى .
- البكرة (الطارة) القائدة الثانية .
- البكرة (الطارة) المنقادة الثانية .

شكل نقل الحركة المزدوجة فى اتجاه واحد

قواعد وإرشادات :

أثناء تثبيت السيور، فإنه يجب ملاحظة وإتباع الإرشادات التالية : –

- يجب أن تتوازى وتتواجه الأعمدة والبكرات القائدة والمنقادة كل منها للآخر تماما .
- يجب أن يكون التجويف الإسفيني لكل من البكرتين القائدة والمنقادة على استقامة واحدة ، لتجنب انحراف السير أثناء التشغيل ومن ثم يتآكل من جانب واحد فقط من جانبيه بشكل غير طبيعي ، وبالتالي يتغير شكل مقطع السير وتنخفض جودة الشد .
- شد السير بدرجة كبيرة ينتج عنه سرعة استهلاكية بالإضافة إلى تلف كراسي المحاور وبعض أجزاء الماكينة .
- ارتخاء السير بدرجة كبيرة ينتج عنه انزلاق وانخفاض لعدد دورات البكرة المنقادة ، لذلك فإنه يجب أن يكون شد السير شدا معتدلا .
- عدم لمس السير أو تركيبه أثناء تشغيل الماكينة مهما كانت سرعتها .
- يجب تغطية مكان السيور بغطاء واقي واحد .

الشروط الواجب توافرها فى وسائل نقل الحركة بالسيور : Terms to be available in transmission by belts

هناك عدة شروط يجب أن تتوافر فى آليات نقل الحركة بالسيور وهى كالآتي : -

- سرعة السير .
- الشد المتولد بين البكرتين والسير .
- تثبيت البكرات على الأعمدة ، بحيث تكون في خط واحد لتوزيع الجهد بصورة منتظمة على السير
- عدم تقارب البكرات من بعضها البعض (بمسافات صغيرة جدا) لكي لا يكون التلامس على سطح البكرة الصغرى أكثر من اللازم .
- عدم تباعد البكرات عن بعضها البعض بمسافات كبيرة جدا ، لكي لا يسبب ثقل السير على الأعمدة حملا إضافيا على كراسي المحاور ، بالإضافة بأن السير الطويل يميل إلى التأرجح من جانب إلى آخر ، مما يسبب التوائه أو خروجه عن البكرات .
- للحصول على أفضل النتائج في حالة السيور المفتوحة ، فإنه يجب ألا تزيد المسافة بين البكرتين عن عشرة أمتار ، وألا تقل عن ثلاث أضعاف ونصف قطر البكرة الكبرى .

مميزات نقل الحركة بالسيور : Advantages of transmission by belts

يتميز نقل الحركة بالسيور بالآتي : -

- إمكانية نقل الحركة الدورانية عبر مسافات كبيرة بين المحاور.
- نعومة العمل لخلوه من الصدمات والارتجاجات.
- حماية أجزاء الآلة عند زيادة تجاوز الأحمال المنقولة ، حيث يحدث انزلاق للسير على البكرة
- بساطة التركيب والتجميع والصيانة.
- منخفضة التكاليف.

عيوب نقل الحركة بالسيور : Disadvantages of transmission by belts

من أهم عيوب نقل الحركة بالسيور هي الآتي : -

- الحجم الكبير واجهادات عالية علي كراسي التحميل.
- عدم ثبات نسبة نقل السرعة بسبب انزلاق السير الذي يختلف بإختلاف القوة المحيطية .
- التمدد أثناء التشغيل بالاستعمال والتحميل لمدة طويلة .
- التغير في طول السير الناشئ من الحرارة والرطوبة.
- تغير معامل الاحتكاك الناشئ من الأتربة والزيوت والرطوبة.

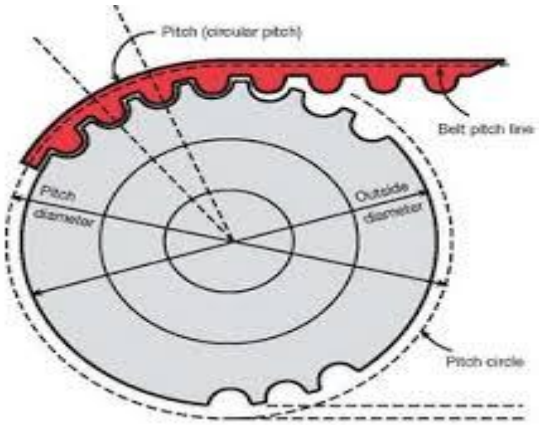
نقل الحركة بسير التوقيت . (الكاتينة) Timing belts drive

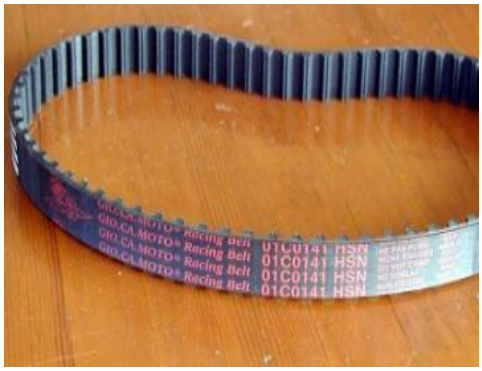
تنتقل الحركة الدورانية بين الأعمدة المتوازية باستخدام سير توقيت (كاتينة) وسمى بسير التوقيت لاستخدامه فى محركات الاحتراق الداخلى لضبط توقيت فتح وغلق الصمامات المختلفة .

يوجد بسير التوقيت أسنان مستعرضة (Transverse teeth) على السطح الداخلى حيث تقابل الأسنان مجارى مستعرضة فى البكرات .

عادة يكون سير التوقيت (الكاتينة) مدعم بأسلاك رفيعة من الصلب (Steel wire reinforcement) والتي تمكنه من نقل حوالي ثلاثة أمثال القدرة وبسرعة مقدارها ثلاثة أمثال سرعة السير العادي .

تتميز هذه السيور بعدم وجود انزلاق ، كما تحافظ على نسبة دقيقة للسرعة .





شكل نقل الحركة بسير توقيت (كاتينة)

السيور الناقلة: (Conveyor belt)

تصنع السيور الناقلة من الجلود المدعمة بأسلاك من الصلب (Steel wire reinforcement) بأقطار مناسبة لسمك السير ، ومناسبة مع المواد المراد نقلها .

والسيور الناقلة هي أداة معدة لنقل المواد السائبة (Loose material) ، ونقل أجزاء الماكينات (Machine parts) ، كما تستخدم فى المطارات والموانى لنقل أمتعة وحقائب الركاب .

السيور الناقلة هي سيور مفلطحة عريضة ، تتحرك على دلافين (أسطوانات) Rollers . وتصنع بأطوال مختلفة ، بحيث تتناسب مع المواد المراد نقلها .

شكل السيور الناقلة

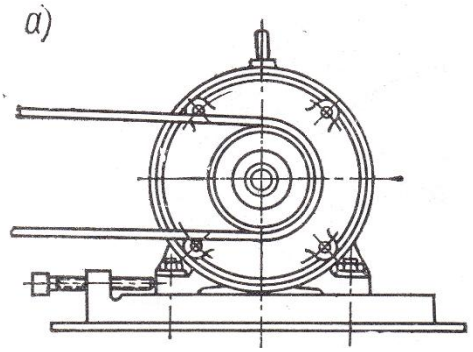
ضبط الشد في السيور :

من أكبر العيوب في السيور أنه في حالة شد السير أكثر من اللازم فإنه يؤثر سلبا على كراسي التحميل ويؤدي إلى تقصير عمرها بطريقة غير عادية نتيجة الشد الزائد . أما ارتخاء السير فيحدث انزلاق للسير على الطنابير وسخونة للسير والطنابير ونقل الحركة يكون غير كامل وعمر السير صغير جدا .

لذا فلابد من شد السير بطريقة سليمة .

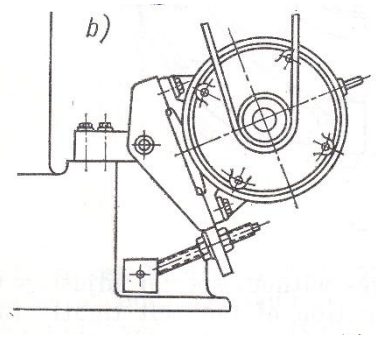
طرق ضبط شد السير :

في حالة الضبط اليدوي : عادة ما يكون الشد بالضغط عموديا على أحد جانبي السير = 2 سمك السير ويتم الضغط عن طريق مسمار رجلاش كما في الشكل رقم (26 أ)



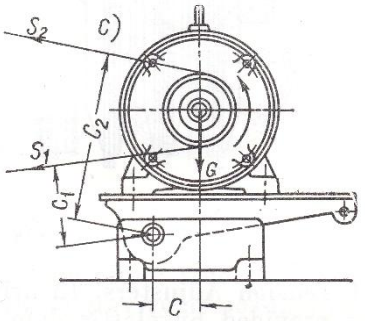
شكل رقم (أ)

2 – يترك المحرك بوزنه ويتم زيادة الشد أو الصيانة عن طريق مسمار الرجلاش مع ملاحظة أنه لابد من رباط صامولة الزنق بعد إتمام عملية الشد كما في الشكل رقم (26 ب)



شكل رقم (ب)

3 – الشد أتوماتيكيا عن طريق وزن المحرك كما في الشكل رقم (26 ج) ويتم فيه الاعتماد على وزن المحرك .



شكل رقم (ج)

النقل بواسطة الكتاين او السلاسل او الجنازير

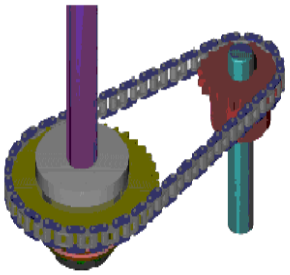
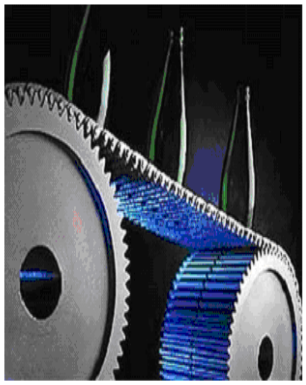
نقل الحركة بالسلاس او الكتاين تشبه نقل الحركة بالسيور ولكن في هذه الحالة حدوث عملية الانزلاق اقل من انزلاق الحركة باستخدام البكر والسيور يتطلب الامر في كثير من الاحيان نقل الحركة بين عمودين احدهما قائد و الاخر مقاد بشكل مباشر، أي نقل الحركة بنفس سرعة الدوران و بنفس الاتجاه .الا ان هذه الحركة قد يتطلب نقلها بنفس المستوى أي يكون محورا العمودين على امتداد واحد

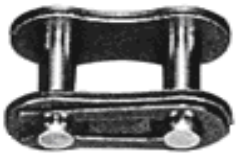
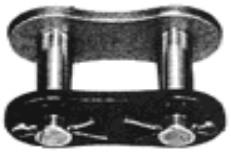
وهناك عدة أنواع من سلسلة :-

- سلاسل الدوارة التي تستخدم لنقل القدرة .
- سلاسل المناولة التي تستخدم لنقل و رفع

وتستخدم السلاسل الميكانيكية للوفاء لغرضين رئيسين وهما :

- نقل حركة ، وعزم دوران أو قوه .نقل أو رفع الأحمال والسلسلة لديها ميزة كونها من السهل جدا نقل الحركة وعزم الدوران القوي
- الفك والتركيب للسلاسل والكتاين :- يتم تغير طول السلسلة من خلال فك الروابط التي وضعت واحده تلو الأخري عن طريق وصلات وتركيب وصلات اخري

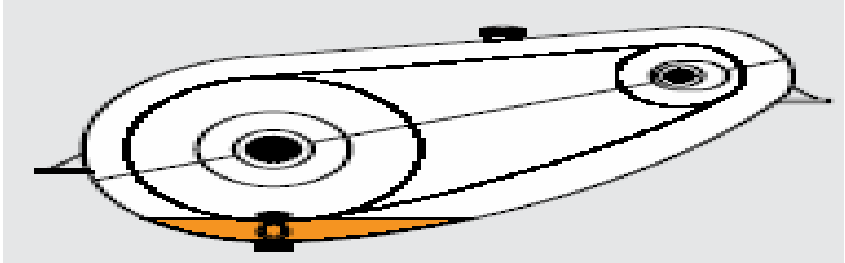



أنواع مختلفة من سلسلة الأسطوانة

- سلاسل بكرة واحدة.
- سلاسل الأسطوانة المزدوجة .
- سلاسل بكرة ثلاثية .
- صيانة واصلاح السلاسل

يجب عليك أبدا إضافة طول جديد من سلسلة لسلسلة حسب عملية الشد المناسبة .

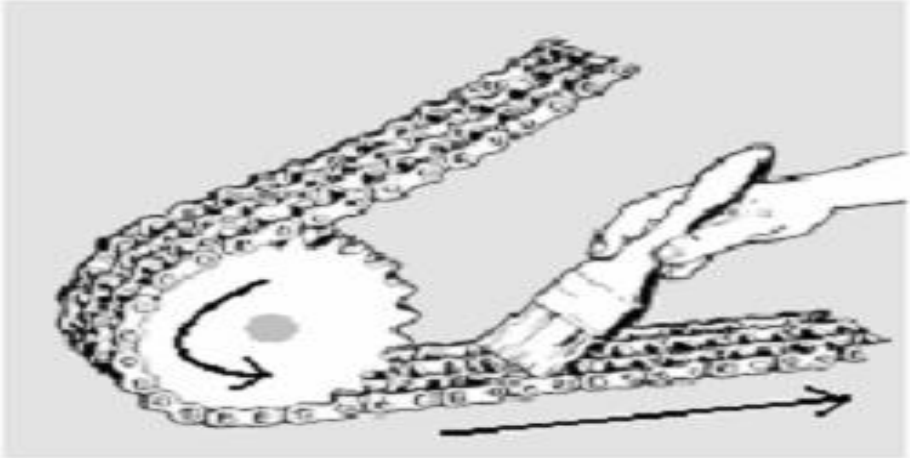
لابد من منظومة تزييت مناسبة لعدم تاكل وصلات السلسلة



ويمكن إجراء عدد كبير من الأخطاء عند التشحيم السلاسل التي يجب تحقيق التشحيم الصحيح و المثالي لهذه السلاسل .

فإن استخدام زيوت التشحيم غير مناسب و أساليب تزييت غير صحيحة تؤدي الي مشاكل كثيرة

وتشير الإحصاءات إلى أن ما يقرب من 60 ٪ من مشاكل على سلاسل هي نتيجة ل تزييت غير مناسب .



وتستخدم على نطاق واسع جدا زيوت التشحيم رذاذ الهباء الجوي لتزييت سلاسل .

هذه المرشات في كثير من الأحيان تحتوي على مذيب أن يتبخر بعد التطبيق.

الشرط الضروري لتزييت جيد ل سلسلة هو أن المفاصل لها يجب أن يتم توفير دائم مع احتياطي كاف من مواد التشحيم.

لا يمكن إلا أن الزيوت التي هي السوائل بشكل كاف تلبية هذا الشرط.

يحظر مواد التشحيم التي رشاقته بعد التطبيق الكبالن (القارنات) COUPLINGS

نقل الحركة عن طريق الكبالن (القارانات)

القارانات .. Coupling

القارانات هي ترتيبات أو آليات ذات أشكال متعددة ، تستخدم كوصلات ثابتة لتوصيل نهاية الأعمدة مع بعضها البعض ، للحصول على أطوال أكبر أو لتوصيل وحدتين أحدهما قائدة والأخرى منقادة .

استخدام القارنات (الكبالنج) :

تستخدم القارانات في المنشأت الميكانيكية للأغراض التالية :

ربط وحدتين مع بعضهما البعض (كمحرك ومولد أو محرك وتوربين) لإمكان فصل الربط بينهما عند وجود أي أعطال أو عند إجراء الصيانة اللازمة .

توفير الحماية (لعدم تحطيم أو تلف الجزء المنقاد) عند زيادة الحمل المفاجئ .

إمكان نقل الحركة بين عمودين متوازيين أو منحرفين

(عمودين ليسا على استقامة واحدة أو عند وجود انحراف بين محاورهما).

الصفات الواجب توافرها في القارانات :

توجد عدة صفات للقارانات أهمها الآتي :-

- سهلة الفك والتركيب .
- نقل عزم الدوران بالكامل .. (بدون فقد) .
- لا تحتوى على أجزاء بارزة .
- أن توفر دوران ناعم عند بدء الحركة وتمتص الذبذبات .

– القارنة ذات القرص (The disc coupling) :

تتكون القارنة ذات القرص والموضحة بالشكل التالي من قرصين يركبان على نهايتي العمودين المطلوب توصيلهما ، تزود القارنة بخابور وذلك لمنع العمودين أو أحدهما من الانزلاق داخل القارنة .

تؤمن الدقة المحورية لدوران القرصين مع العمودين بوجود بروز بأحد القرصين ليعشق بتفريغ القرص الآخر هذا ويجب إبعاد الأعمدة عن بعضها لتركيب جزئي القارنة . يثبت جزئي القارنة بواسطة مسامير ملولبة (مسامير قلاووظ) بعد ضبط محامل الأعمدة ، بحيث تقع محاورها على استقامة واحدة بدقة .

تتميز القارنة ذات القرص بنقل عزم دوران كبير ، لذلك فهي تستخدم في المتطلبات الخاصة كوصلات أعمدة التوربينات والأعمدة ذات الأحجام الكبيرة .

القارنة ذات القرص

القارنات المتحركة (Movable couplings) :

تستخدم القارنات المتحركة في وصل عمودين أو وحدتين لنقل عزم الدوران من جزء قائد إلى جزء آخر منقاد ، مع توفير حيز كاف للتغيرات الطفيفة في أطوال الأعمدة وانحرافها وأوضاع ارتكازها .

تسمح القارنات المتحركة بوجود اختلافات صغيرة في محاذاة الأعمدة سواء كانت هذه الاختلافات بزاوية أو محورية ، لذلك فإن بعضها مزود من داخلها بمادة مرنه لنقل عزم الدوران بطريقة سلسة .

من مميزات القارنات المتحركة هو نقل الحركة الدورانية مع وجود اختلافات ضئيلة في محاذاة الأعمدة (وجود زوايا صغيرة بين الأعمدة) ، كما تعمل على معادلة الاهتزازات أو الصدمات الناجمة عن الأحمال الفجائية . توجد القارنات المتحركة بأشكال عديدة .. وفيما يلي عرض لأكثر أنواعها انتشارا .

القارنات المتحركة

1 – القارنة المخلبية (The toothed coupling) :

القارنة المخلبية أو القارنة ذات الأسنان الموضحة بالشكل (8) عبارة عن جزأين متناظرين أسطوانيين الشكل بكل منهما بروز على شكل أسنان .

تستخدم القارنة المخلبية في توصيل وفصل حركة دوران عمودين بسرعة صغيرة نسبيا ..

(عند استخدامها لتوصيل حركة عمودين بسرعة كبيرة ، قد يؤدى إلى كسر أسنان القارنة) .لذلك فإنها كثيرة الانتشار في صناديق تروس التغذية بآلات القطع المختلفة (كالمخارط – المقاشط – الفرايز – آلات التجليخ) التي تتطلب السرعة المنخفضة بها .

يثبت الجزء الأول من القارنة على العمود القائد بحيث يدور معه ، يعشق الجزء الثاني من القارنة الذي ينزلق على العمود المنقاد الحر مع الجزء الأول من القارنة لينقل عزم الدوران إلى العمود المنقاد الحر. يشترط توقف الآلة عن الدوران أثناء حركة التوصيل .

قارنة مخلبية مكونه من جزأين متناظرين بكل منهما بروز على شكل أسنان

تذكر أن :

عند تجميع القارنة المخلبية على عمودين بمحور واحد ، فإنه يجب الاحتفاظ بحيز محدد من جزئي القارنة (ثغرة هوائية) ، تعادل التمدد الحراري المحتمل حدوثه في الأعمدة أثناء التشغيل .

التأكد من وجود قدر كافي من التزليق أثناء التشغيل .

2 – القارنة المرنة (The flexible coupling) :

القارنة المرنة الموضحة بالشكل التالي تتشابه إلى حد كبير بالقارنة ذات القرص تستخدم كوصلة ثابتة بين عمودين .تصنع من مادة مثل المطاط أو الجلد أو ما يشابهه ، وذلك لمعادلة التغيرات في عزم الدوران والأحمال الفجائية والاهتزازات .

شكل القارنة المرنة ذات الخالب

تتكون القارنة المرنة من قرصين أحدهما يحتوى على مخالب أو بروز ، بينما يحتوى الجزء الآخر على مادة بها تجاويف تماثل المخالب ، وذلك لنقل الحركة الدورانية عن طريق تعشيق مرن . شكل التالي يوضح جزئي القارنة .

وتتميز القارنة المرنة بنقل عزم دوران هادئ ، وفى حالة زيادة الحمل على القارنة فقد تتمزق المادة المرنة دون حدوث أي أضرار على أجزاء نقل الحركة .

وصلات التروس :

يمكن لهذه الوحدات امتصاص الانحراف المتوازي من 1 مم إلى 10 مم وأيضا الانحراف الزاوي حتى 1.5 كما في الشكل

وتتكون هذه الوصلة من صرتين ذاتا أسنان انفليوتية وهاتان الصرتان موضوعتان داخل علبة بها أسنان انفليوتية على جدارها الداخلي معشقة مع أسنان الصرتين وقد صنعت هذه الوصلة بخلوص نسبي بين أسنان الصرة وأسنان العلبة حتى يمكنها امتصاص الانحراف المتوازي والزاوي كما بالشكل التالى

4 – القارنة المفصلية (The joint coupling) .

تعتبر القارنة المفصلية من أهم أنواع القارنات المتحركة استعمالا في وصل الأعمدة المنحرفة عن بعضها البعض ، بزوايا معينة أو التي تنحرف بعضها عن بعض بزوايا مختلفة .

تستخدم القارنات المفصلية في أجهزة نقل الحركة بالسيارات ، وماكينات التفريز والدلفنة ، وأيضا في الماكينات ذات الرؤوس المتعددة المحاور .

توجد القارنات المفصلية بنوعين أساسيين هما (القارنة ذات الوصلات المفصلية الكروية والقارنة الجامعة)

القارنة ذات الوصلات المفصلية الكروية :The spherical joints coupling

تتكون القارنة ذات الوصلات المفصلية الكروية والموضحة بالشكل التالي من عدة وصلات مفصلية . تستخدم في وصل طرفي عمودين بينهما إزاحة ، كما يمكن انحرافهما بزوايا مختلفة حسب ظروف العمل

صممت هذه القارنة لنقل عزم الدوران ذات القدرات الصغيرة ، لذلك تستخدم في أجهزة نقل الحركة بماكينات الثقب المتعددة المحاور ، وبمجموعات التغذية بماكينات التغريز .

القارنة ذات الوصلات المفصلية الكروية

القارنة الجامعة (The universal coupling) :

تسمى أيضا بالوصلة الجامعة للحركة أو بالوصلة الصليبة كما بالشكل التالي

وهى عبارة عن وصلات مفصلية بمحامل إبرية (رولمان بلي) ، وهى وسيلة اتصال بين عمودين محوريهما متقاطعين ، وعن طريقها يكون دوران أحد العمودين حول محورة نتيجة دوران المحور الآخر حول محورة أيضا .

شكل قارنة جامعة (مفككة)

توجد القارنات الجامعة (الوصلة الجامعة للحركة) بتصميمات مختلفة . كما بالشكل التالي وهو يوضح أحد تصميمات قارنة جامعة وهى مفككة بأجزائها المختلفة .

الانحراف الزاوي بين الأعمدة باستخدام قارنة جامعة

نقل الحركة بين عمودين على استقامة واحدة .

نقل الحركة بين عمودين بزاوية معينة .

مميزات القارنة الجامعة : Advantages of universal joint

تتميز القارنة الجامعة بعدة مميزات أهمها الآتي : -

- التوصيل بين الأعمدة المتقاطعة .
- قدرتها على نقل الحركة بين الأعمدة أثناء تغيير الزاوية بينهما .
- نقل عزم الدوران في جميع الاتجاهات .

عيوب القارنة الجامعة :Disadvantages of universal joint

من أهم عيوب القارنة الجامعة هي الآتي : -

- عدم انتظام نقل الحركة عند زيادة الانحراف بين الأعمدة .
- عدم قدرتها على نقل عزم الدوران للقدرات الكبيرة .

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**

و مشاركة السادة :-

مهندس/أحمد عبد العظيم السيد	**شركة مياه الشرب بالقاهرة**
مهندس/ حسنى حجاب	**شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة**
مهندس/ عبد العليم أحمد بدوى	**شركة مياه الشرب بالقاهرة**
مهندس/ عبد المعطى سيد زكى	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ مجدى أحمد عبد السميع	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ محمد حلمي عبد العال	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ محمد غنيم محمد غنيم	**شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة**
مهندس/ محمود محمد الديب	**شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية**
مهندس/ السيد جمال ناصر	**شركة صرف صحي الاسكندرية**

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة الصناعة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)