الباب السابع

7

آليات التحريك الخطى

Circular Transmission & change
it to straight movement

تمهيد

يناقش هذا الباب آليات التحريك الخطى .. (نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة).

توجد آلات التحرك الخطى (المجموعات الناقلة للحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة) على هيئة مجموعات مختلفة كأعمدة القلاووظ والصواميل ، أو الجرائد المسننة والتروس ، أو الحدبات المختلفة الأشكال ، أو على هيئة آلات مستقلة كآلية التحريك الخطى بالمقاشط النطاحة ، أو الإدارة اللامركزية بالأعمدة المرفقية ..... وغيرها.

يتناول هذا الباب شرح لأجزاء هذه الآليات والمجموعات وطرق الاستفادة من هذه الحركات فى عمليات القطع والتشغيل .. مع عرض العديد من الأشكال التوضيحية والرسوم التخطيطية ذات العلاقة.

ويتعرض إلى استخدامات مجموعات وآليات التحريك الخطى ومميزات وعيوب كل منها على حدة.

الحركة المستقيمة بآلات القطع

The Straight motion at Cutting machines

تنتقل الحركة الدورانية من المحرك الكهربائي إلى مجموعات تروس السرعات بآلات قطع وتشغيل المعادن ، حيث تكون الحركة الرئيسية فى معظم هذه الآلات هى الحركة الدورانية ، وأقرب مثال لذلك هى حركة عمود الدوران الحامل لظرف المخرطة ، وعمود الدوران الحامل للسكاكين بالفريزة ، وعمود الدوران الحامل لأقراص التجليخ بآلات التجليخ ، ولكن هناك حركات مستقيمة ضرورية لهذه الآلات مثل حركة التغذية والتعميق ، بالإضافة إلى الآلات الأخرى التى تكون الحركات الرئيسية لها هى الحركة المستقيمة كالمقاشط الأفقية والرأسية . لذلك فقد زودت معظم الآلات بمجموعات مختلفة لنقل الحركة الدورانية وتحويلها إلى حركة مستقيمة.

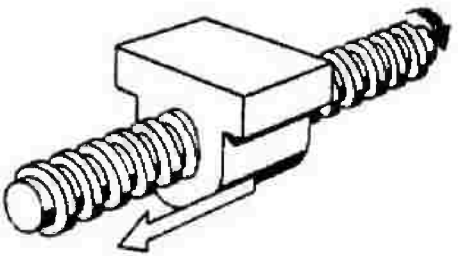
توجد طرق مختلفة للحصول على الحركة المستقيمة ، يمكن أن تكون على شكل مجموعات ميكانيكية أو تجهيزات هيدروليكية ، وذلك حسب القدرات المنقولة أو الأحمال الواقعة عليها . فيما يلي عرض لهذه المجموعات كل منها على حدة.

مجموعة بعمود قلاووظ وصامولة :

Group with lead screw and nut

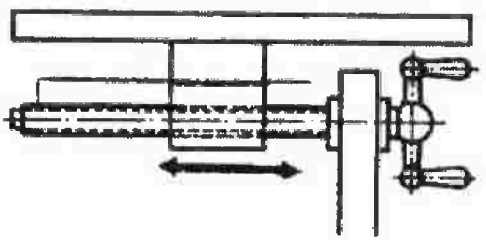
تتكون هذه المجموعة من عمود قلاووظ وصامولة ، حيث تركب الصامولة المنشورية فى دليل إنزلاق ذو مجاوى طولية ، ويثبت طرف العمود القلاووظ الأسطواني على محمل.

عند دوران عمود القلاووظ تتحرك الصامولة حركة مستقيمة إلى الأمام أو إلى الخلف حسب إتجاه دوران المقبض ، حيث تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة كما هو موضح بشكل 7 – 1.



1 – 7
تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة باستخدام عمود قلاووظ وصامولة

تستخدم هذه المجموعة فى معظم آلات القطع وتشغيل المعادن ذات الإنتاج الفردى كحركة التغذية بالمخارط ، وحركة طاولة الفريزة الطولية والعرضية، وحركة صينية وراسمة المقشطة النطاحة كما هو موضح بشكل 7 – 2.



شكل 7 – 2
إحدى حركات التغذية (المستقيمة) بآلات قطع المعادن

يستخدم لولب (قلاووظ) شبه المنحرف بأعمدة نقل الحركة بصورة عامة ، وذلك لمقدرته على تحمل القوى المحورية العالية.

مميزات مجموعة عمود القلاووظ والصامولة :

Advantages of group of lead screw and nut

تتميز مجموعة عمود القلاووظ والصامولة بالمميزات التالية :-

1- صغيرة الحجم.

2- لها سعة تحمل عالية.

3- سهلة التصنيع.

4- دقة نقل الحركة.

عيوب مجموعة عمود القلاووظ والصامولة :

Disadvantages of lead screw and nut

عيوب مجموعة عمود القلاووظ والصامولة تتمثل في الآتي :-

1- التواء أعمدة القلاووظ بمقدار كبير نسبياً وخاصة عند زيادة الطول عن ثلاثة أمتار.

2- صعوبة إنتاج الصواميل الضرورية لأعمدة القلاووظ ، وذلك بضم نصفي الصامولة على العمود أثناء نقل الحركة ، كما هو الحال بالمخارط.

3- ضرورة تقسية وتجليخ أعمدة القلاووظ.

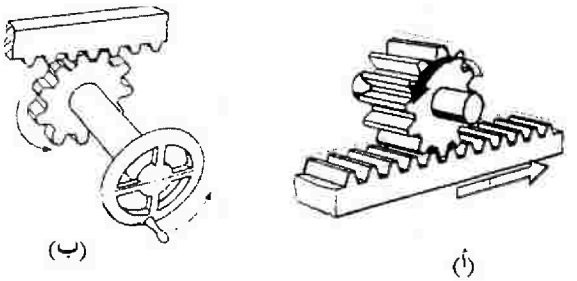
4- مرتفعة التكلفة نسبياً.

مجموعة بترس وجريد مسننة :

Group with Rack and pinion

تستخدم مجموعة بترس وجريدة مسننة فى تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة أو العكس ، وذلك بتثبيت الترس للحصول على حركة مستقيمة للجريدة كما هو موضح بشكل 7 – 3 (أ) ، أو بتثبيت الجريدة المسننة للحصول على حركة دائرية للترس كما هو موضح بشكل 7 – 3 (ب) ، وأقرب مثال لذلك هى حركة عربة المخرطة.

عند دوران مقبض عربة المخرطة يتحرك الترس حركة دائرية على الجريدة المسننة المثبتة بأسفل الفرش ، لتتحرك العربة حركة مستقيمة فى الإتجاه اليمين أو اليسار ، وذلك حسب حركة إتجاه الدوران.

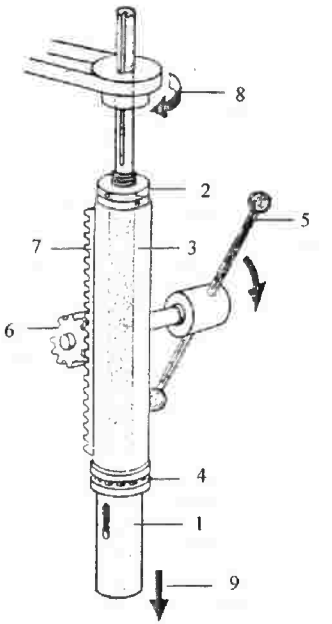


شكل 7 – 3

تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة أو العكس

بإستخدام ترس وجريدة مسننة

كما تتحول الحركة الدائرية من ترس إلى حركة مستقيمة بالجريدة المسننة بالمثاقب كما هو موضح بشكل 7 – 4 ، ليتحرك عمود الدوران المركب داخل الجلبة المثبت بها الجريدة المسننة إلى أعلى وإلى أسفل.



شكل 7 – 4

تحرك ترس على جريدة مسننة بمثقاب ليتحرك عمود الدوران إلى أعلى وإلى أسفل

1- محور.

2- صامولة حلقية.

3- جلبة.

4- محمل مقاوم للإحتكاك.

5- مقبض التغذية اليدوية.

6- ترس.

7- جريدة مسننة.

8- الحركة الدورانية لعمود الدوران.

9- حركة التغذية الرأسية.

مميزات مجموعة الترس والجريدة المسننة :

Advantages of Rack and pinion group

تتميز مجموعة الترس والجريدة المسننة بعدة مميزات .. أهمها الآتي :-

1- أبسط أنواع وسائل نقل الحركة المستقيمة.

2- كفاءتها عالية.

3- تكلفتها منخفضة.

عيوب مجموعة الترس والجريدة المسننة :

Disadvantages of Rack and pinion group

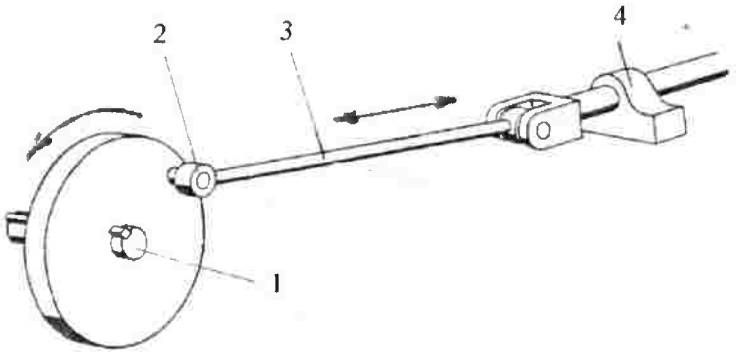
عيوب مجموعة الترس والجريدة المسننة تتمثل في الآتي :-

1- معرضة لتأثيرات التصاق الأتربة والرايش لكونها مجموعة مفتوحة.

2- يصعب استعمالها للحركات العمودية.

الإدارة اللامركزية .. Eccentricity

تتكون الإدارة اللامركزية الموضحة بشكل 7 – 5 من قرص أسطواني معدني له مركزان ، أحدهما مركز أساسي والآخر مركز مرحل (يبعد عن المركز الأساسى بمقدار معين) ويسمى باللامركزية.



شكل 7 – 5
الإدارة اللامركزية

1- العمود المركزى.

2- العمود اللامركزى.

3- عمود التوصيل.

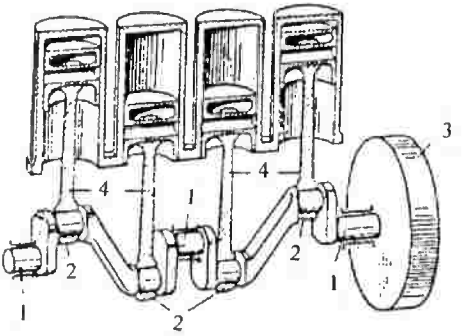
4- دليل توجيه المنزلقة.

تستخدم مجموعات الإدارة اللامركزية Eccentric في تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة مترددة ، حيث يكون طول المشوار يساوى ضعف البعد اللامركزى .. (أى ضعف المسافة بين المحور الأساسى والمحور اللامركزى).

يمكن أن تكون مجموعة الإدارة اللامركزية من جزأيين أسطوانيين أو أكثر ، بحيث يكون محاور هذه الأجزاء متوازية وتبعد عن بعضها البعض بمسافات معينة.

تعتبر الإدارة اللامركزية من أكثر الطرق إنتشاراً وخاصة فى المكنات ذات الكبس ، وجميع محركات الاحتراق الداخلى.

شكل 7 – 6 يوضح رسم تخطيطي لإدارة لامركزية بعمود مرفق فى محرك إحتراق داخلى ذات أربعة إسطوانات.



شكل 7 – 6

إدارة لامركزية بعمود مرفق فى محرك إحتراق داخلى ذات أربعة أسطوانات

1- الأعمدة المركزية.

2- الأعمدة اللامركزية.

3- الحدافة.

4- أعمدة التوصيل.

عيوب الإدارة اللامركزية باستخدام الأعمدة المرفقية:

Disadvantages eccentricity by using crank shafts

تتمثل عيوب **الإدارة اللامركزية باستخدام الأعمدة المرفقية في الآتي** :ـ

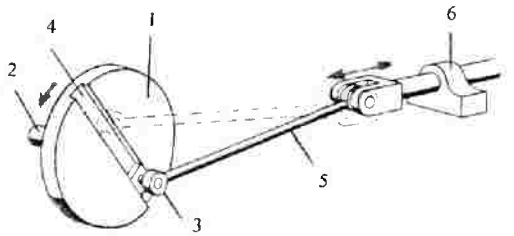
1. لا تصلح للأشواط الطويلة حيث تصبح أبعادها كبيرة وأجزاؤها ثقيلة جداً.
2. استعمالها غير إقتصادي ، حيث أن الزمن اللازم لشوط الرجوع يساوى الزمن اللازم لشوط العمل ، أى نصف دورة عمود المرفق.

الإدارة اللامركزية المتغيرة المشوار :

Eccentricity with variable stroke

تتكون الإدارة اللامركزية المتغيرة المشوار الموضحة بشكل 7 – 7 من قرص أسطواني معدني مثبت على إحدى أسطحه الجانبية عمود مركزي ، بينما يوجد على

منتصف السطح الجانبى الآخر مجرى على شكل حرف T ، يثبت عليها دليل يمكن إنزلاقه وتثبيته بربطه جيداً بمسافة معينة تبعد عن المركز الأساسى.



شكل 7 – 7

الإدارة اللامركزية المتغيرة المشوار

1- القرص الإسطوانى.

2- العمود المركزى.

3- العمود اللامركزى (دليل يمكن التحكم فيه بتثبيه بالقرب أو بالبعد عن المركز الأساسى).

4- مجرى على شكل حرف T ، لإمكان تثبيت الدليل المنزلق اللامركزى بالبعد المطلوب.

5- عمود التوصيل.

6- **دليل توجيه المنزلقة.**

عند تشغيل الإدارة اللامركزية المتغيرة المشوار ، يدور القرص الأسطواني الذي ينتج عنه تحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة مترددة ، حيث يكون طول ضعف المسافة بين المحور الأساسى والمحور اللامركزى).

يمكن التحكم في حركة الدليل بتثبيته بالقرب أو البعد عن المركز الأساسى لتغيير طول المشوار الترددي لمشوار صغير أو مشوار طويل نسبياً.

الإدارة بالحدبات .. Cams

تتشابه الإدارة بالحدبات (الكامات Cams) مع الإدارة اللامركزية، إلا أن الإدارة بالحدبات تنتج عنها حركة مستقيمة مترددة بمسافات قصيرة جداً.

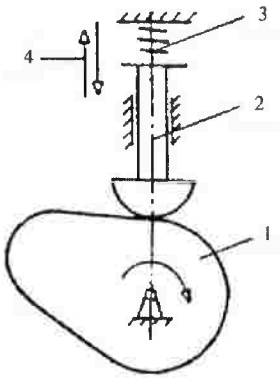
الحدبة عبارة عن جسم معدني ذات منحيات خارجية أو داخلية ، تعمل بمساعدة عمود لنقل الحركة المطلوبة.

تصمم أعمدة الحدبات ، بحيث تتخذ عدة مواضع على أساس أن تأخذ الحدبات مواضع أخرى محسوبة مسبقاً.

تستخدم الحدبات على نطاق واسع لنقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة مترددة متذبذبة بآلات الاحتراق الداخلي والماكينات وآلات الإنتاج ، بحيث لا تخلو ماكينة من حدبة أو أكثر .. لكونها تلعب دوراً هاماً بأداء الأعمال الدقيقة وتنفيذها بكفاءة عالية .. فيما يلي عرض لأكثر أنواع الحدبات إنتشاراً كل منها على حدة.

الحدبة القرصية : Disc cam

تنتح الحدبة القرصية الموضحة بشكل 7 – 8 بأسطح منحنية على شكل بيضاوي ، لها بروز من جانب واحد.



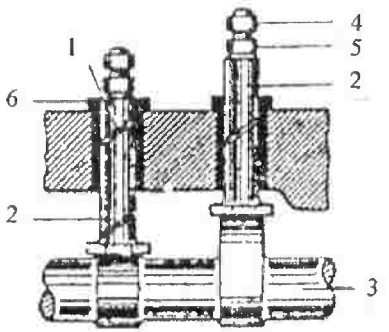
شكل 7 – 8

الحدبة القرصية

1. **الحدبة القرصية.**
2. **ذراع دفع.**
3. **نابض (ياى) ضغط.**
4. **الحركة المستقيمة المترددة .. (الحركة المتذبذبة) لعمود الدفع.**

تستخدم الحدبات القرصية الموضحة بشكل 7 – 9 للتحكم في حركة فتح وغلق الصمامات بجميع محركات الاحتراق الداخلي ، حيث تفتح الصمامات نتيجة لضغط البروز الجانبى للحدبة على الإصبع الغماز أو الرافعة 2 ، كما تغلق الصمامات نتيجة لضغط نوابض الضغط (الياءات).

يزود الإصبع الغماز الذي يأخذ الحركة من الحدبة بمسمار قلاووظ وصامولة لضبط الحركة الطولية.



شكل 7 – 9

استخدام الحدبات القرصية للتحكم فى حركة فتح وغلق الصمامات بآلات الاحتراق الداخلي

1-مجرى الزيت.

2-إصبع غماز (رافعة)

3-عمود الحدبات (الكامات).

4-مسمار ضبط.

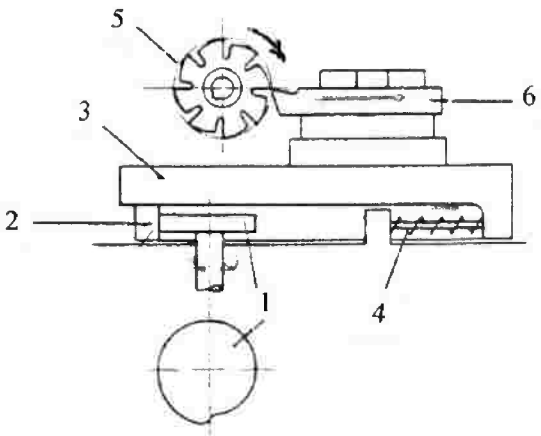
5-صامولة تثبيت.

6- جلبة دليلية.

كما تستخدم الحدبة القرصية بآلات الإنتاج الخاصة كالمخارط الخافضة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 7 – 10 ، حيث زودت المخرطة الخافضة بحدبة قرصية Disc cam ، وذلك لنقل الحركة الحلزونية للحد القاطع للقلم ، لكي يتحرك من المحيط الخارجي لقطعة التشغيل متجهاً إلى محورها.

عند وصل القلم إلى الفراغ الذى يوجد بين كل سنتين ، تكون الحدبة قد وصلت إلى أكبر بروز لها ، لتصطدم بالقمة المنزلقة بالراسمة العرضية ، ليتحرك القلم حركة سريعة إلى الخلف.

تتكرر هذه العملية لكل سنة من الأسنان حتى تتخلق السكينة (مقطع التفريز المراد تصنيعه) بالزوايا المطلوبة.



شكل 10 – 7

استخدام الحدبة القرصية بالمخارط الخافضة

لتخليق أسنان سكاكين التفريز بالزوايا اللازمة

1- الحدبة القرصية.

2- لقمة إنزلاقية.

3- الراسمة العرضية.

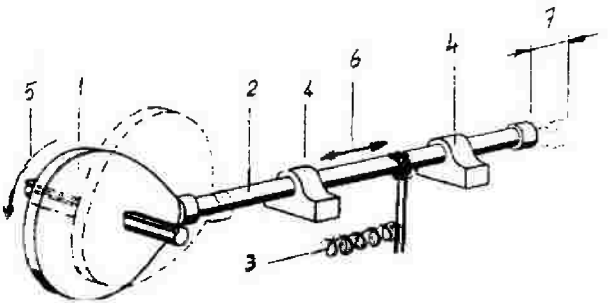
4- نابض .. (ياي أو ستوته).

5- السكينة المطلوب تخليق زواياها.

6- قلم المخرطة.

توجد أجهزة مختلفة للخراطة الخافضة التى تركب على المخارط والفرايز ، أكثر هذه الأجهزة إنتشاراً هي التى تدار بواسطة الحدبات Cams ، والتي يمكن استبدالها بسهولة حسب الرغبة.

تستخدم الحدبة القرصية Disc Cam بآلات إنتاج مسامير البرشام كما هو موضح بشكل 7 – 11 ، حيث تعتبر الحركة المستقيمة المترددة القصيرة ضرورية.



شكل 7 – 11

إستخدام الحدبة القرصية لتوليد الحركة المستقيمة المترددة القصيرة بآلات التشغيل الخاصة

1- الحدبة .. غالباً تكون بشكل بيضاوى.

2- عمود منزلق.

3- نابض لولبي .. (ياى شد لجذب العمود المنزلق نحو الحدبة).

4-دليل توجيه العمود المنزلق.

5-الحركة الدائرية للحدبة.

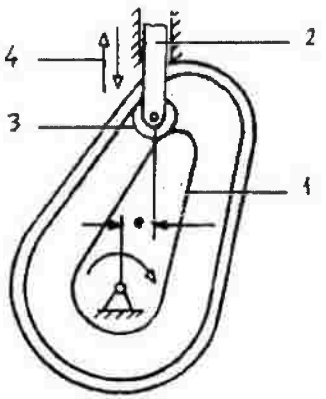
6-الحركة المستقيمة المترددة للعمود المنزلق.

7-طول الحركة المستقيمة المترددة المستفادة.

الحدبة الوجهية : Face Cam

تنتج الحدبة الوجهية الموضحة بشكل 7 – 12 بأسطح منحنية على شكل أقراص بيضاوية ، لها بروز من جانب واحد أو من جانبين . سطح القرص الداخلى كبير والسطحين الخارجين الجانبيين صغيرين وهما السطحين الناقلين للحركة ، يتحرك على السطحين الخارجين محامل مقاومة للإحتكاك (رولمان بلى) مثبتين برافعة لنقل الحركة المستقيمة المترددة.

تستخدم الحدبات الوجهية فى بعض آلات التشغيل لإنتاج الحركة المترددة الطويلة نسبياً.



شكل 7 – 12

الحدبة الوجهية

1-حدبة وجهية.

2-ذراع دفع.

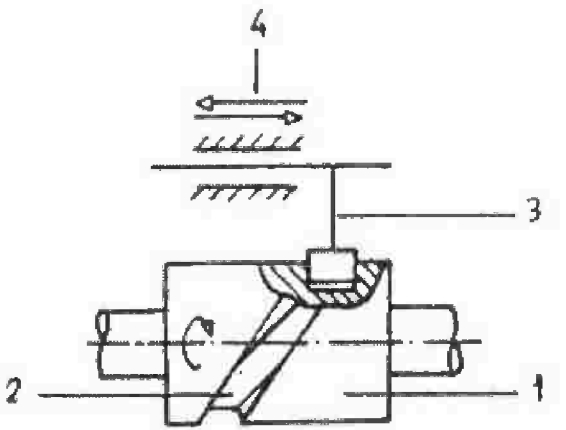
3-محمل ذو كريات .. (رولمان بلى).

4-الحركة المستقيمة المترددة لعمود الدفع.

الحدبة الأسطوانية : Cylindrical cam

الحدبة الأسطوانية الموضحة بشكل 7 – 13 ذات مقطع أسطواني ، يوجد بها مجرى مائل مفتوح على طول السطح الخارجي الأسطواني بمثابة ممر يثبت به رافعة لنقل الحركة.

عند تحرك عمود الحدبة حركة دائرية (نصف لفة) ، تتحرك الرافعة المثبتة بالمجرى المائل حركة مستقيمة إلى الأمام بمسافة معينة ، وعند دوران عمود الحدبة نصف لفة أخري ، تتحرك الرافعة المثبتة بالمجرى المائل حركة مستقيمة إلى الخلف بنفس المسافة السابقة . هذا يعنى أن وظيفة الحدبة الاسطوانية هى نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة.



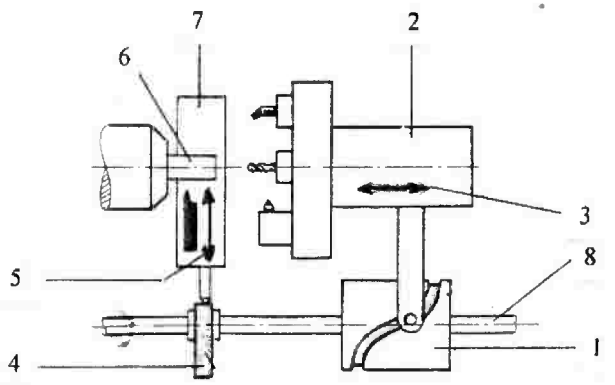
شكل 7 – 13

الحدبة الاسطوانية

1. حدبة أسطوانية.
2. مجرى الحدبة الحلزوني.
3. الذراع الناقلة للحركة.
4. حركة مستقيمة فى إتجاه محورى.

تحدد أطوال الحركة المستقيمة المستفادة أثناء تصميم الحدبات ، وذلك من خلال أطوال المجاري (الممرات المائلة).

تستخدم الحدبة الاسطوانية Cylindrical cam في مخارط البرج والمخارط الأوتوماتية الأفقية والرأسية ، لتحريك الآلات القاطعة كما هو موضح بشكل 7 – 14.



شكل 7 – 14

استخدام الحدبة الاسطوانية لحركة الآلات القاطعة بمخارط البرج والمخارط الأوتوماتية

1- الحدبة الاسطوانية (أداة التوجيه).

2- منزلقة البرج.

3- الحركة الطولية الناتجة عن دوران الحدبة الاسطوانية.

4- حدبة قرصية.

5- الحركة العرضية للراسمة الناتجة عن دوران الحدبة القرصية.

6- قطعة التشغيل.

7- الراسمة العرضية.

8- عمود الحدبات.

كما تستخدم الحدبات الاسطوانية لتحرك عمود أو كتلة تروس بصناديق السرعات والتغذية بآلات التشغيل.

مميزات الحدبات : Advantages of

تتميز الحدبات cams بعدة مميزات .. أهمها الآتي :-

1- ضبط وبساطة الحركة.

2- صغر الحجم.

3- صيانة منخفضة .. (تكاد تكون معدومة).

4- كفاءة عالية.

5- خلو الحركة من الصدمات والاهتزازات.

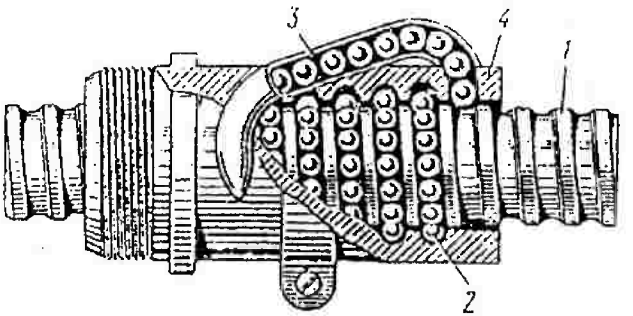
الإدارة بالمدحرجات الانزلاقية

Driving by sliding rollers

تتحرك المنزلقات باختلاف أشكالها (كالراسمات أو الصواني أو الطاولات) بماكينات القطع المتعددة عند دوران عمود ملولب وصامولة ، حيث تتحرك المنزلقات على المجاري الخاصة بكل منها حركة خطية إلى الأمام أو إلى الخلف ، ويتم ذلك أما يدوياً أو آلياً ، أو باستخدام آلية تغذية أوتوماتية ، أو باستخدام الحدبات كما هو الحال بالمخارط الاوتوماتية.

وتتعرض مجاري الانزلاق وكذلك أعمدة القلاووظ والصواميل الخاصة بها أثناء استخدامها في نقل الحركة لقدر كبير من الاحتكاك ، الذي يعتبر مقبولاً في ماكينات القطع العادية ، ولكنه غير ذلك في الماكينات الحديثة الأخرى.

استبدلت هذه الأنظمة بنظام الإدارة بالمدحرجات المنزلقة (الكريات المعدينة أو البلي) مع استخدام أعمدة قلاووظ خاصة بها والموضحة بشكل 7 – 15 في الماكينات ذات التحكم الهيدروليكي ، وفي أجهزة التحكم المختلفة بماكينات القطع للحصول على حركة خطية لإزاحة المنزلقات من موضع لآخر.



شكل 7 – 15

نظام الإدارة باستخدام المدحرجات الإنزلاقية

1. **عمود قلاووظ يحتوي على مجري سن قلاووظ (مقطع سن القلاووظ على شكل نصف دائرة).**
2. **مدحرجات (كرات معدينة أو بلي).**
3. **ممر عمود المدحرجات (مجري سن اللولب الذي على شكل قوس).**
4. **صامولة إحكام.**

مميزات نظام الإدارة بالمدحرجات الإنزلاقية :

Advantages of Driving by sliding rollers

أدي استخدام نظام الإدارة بالمدحرجات الإنزلاقية مع أعمدة القلاووظ ذات المقطع المستدير في أجهزة التحكم الرقمية بماكينات القطع ، إلى الحصول على عدة مميزات أهمها الآتي :-

1. تخفيض الحمل لدرجة كبيرة ، حيث أن الاحتكاك الدحروجي أقل بكثير من الاحتكاك المنزلق في مجاري الانزلاق الطولية.
2. درجة كفاءة عالية جداً بالمقارنة بالمجاري الانزلاقية وأعمدة القلاووظ والصواميل.
3. الاستجابة السريعة للحصول على الحركة الخطية المطلوبة فور صدور إشارة التحكم.
4. تحسن في دقة المنتجات المصنعة.

عيوب نظام الإدارة بالمدحرجات الإنزلاقية :

Disadvantages of Driving by sliding rollers

عيوب نظام الإدارة بالمدحرجات الإنزلاقية يتمثل في الآتي :-

1. ضرورة استخدام محرك أو مكبس هيدروليكي أو محرك كهربائي.
2. الحركة الخطية القصيرة للمنزلقة.