الباب التاسع

نقل الحركة بالسوائل المضغوطة

Hydraulic Transmission

تمهيد

تتحول طاقة السوائل المتحركة المضغوطة (الهيدروليكية) إلى طاقة ميكانيكية يستفاد بها في أجهزة نقل الحركة ، والتحكم الدقيق بالآلات الحديثة المختلفة.

وسائل الإدارة الهيدروليكية تحظي بانتشاراً واسعاً بالآلات القطع والتشغيل والإنتاج الحديثة كآلات التجليخ ـ المقاشط ـ الفرايز ـ التثقيب ـ التجويف ـ المخارط الناسخة ـ المكابس ـ رافعات السيارات ..... وغيرها.

يتناول هذا الباب الشرح التفصيلي لمكونات التجهيزات الهيدروليكية كل منها على حدة كالمضخات ـ اسطوانات التشغيل ـ الصمامات والمنظمات ـ أنابيب التوصيل ..... وغيرها ، مع عرض العديد من الأشكال والرسومات التخطيطية التوضيحية ذات العلاقة.

ويتعرض إلى خواص الزيت الهيدرولكي ، وطرق تحويل تيار الزيت إلى شغل ميكانيكي ، ومجال الاستخدام ومميزات وعيوب التجهيزات الهيدروليكية.

هيدروليه الزيت

Hydraulic Systems

قبل مناقشة هذا الباب (نقل الحركة بالسوائل المضغوطة) نسلط الضوء على كلمة (هيدروليكا .. Hydraulic) . كلمة هيدرو .. مأخوذة من الإغريق ومعناها ماء.

تعمل التجهيزات الهيدروليكية بصفة عامة بكفاءة أعلى بكثير بالمقارنة بالتجهيزات الرئوية (التجهيزات التي تعمل بالهواء المضغوط) ، ومن ثم فإنه يمكن التأثير بقوى كبيرة على مساحات صغيرة ، وتغيير الإتجاه بسرعة ، وبلوغ دقة عالية في التشغيل والتحويل ، وذلك نتيجة للإنضغاطية الضئيلة للزيت .. أي قابلية الزيت الضئيلة للإنضغاط.

الهيدروليكا : hydraulic

تعني السوائل المتحركة المضغوطة والتى لا يقل حجمها بالضغط . لذلك فإن الزيوت الهيدروليكية تستخدم فى أجهزة نقل الحركة لنقل القدرات ولإنتاج قوي كبيرة جداً ، كما تستخدم في أغراض التحكم بالآلات والمكنات الدقيقة الحديثة.

مميزات نظم الإدارة والتحكم الهيدروليكي :

Advantages of hydraulic drive and control systems

تتميز نظم الإدارة والتحكم الهيدروليكي بعدة مميزات .. أهمها الآتي :-

1. تحقق نظم التحكم المعقدة ، وتعمل على إنتاج قوي كبيرة جداً باستخدام وسائل بسيطة نسبياً.
2. نقل الحركة بدقة وبهدوء وبدون اهتزازات أو ذبذبات حتى عبر مسافات بعيدة.
3. أمكان توصيل أجهزة التشغيل والتحكم بوصلات مرنة (وصلات قابلة للانحناء) مما يجعل المعدات حرة الحركة.
4. تسمح بدقة عالية في توصيل وفصل نقط التشغيل.

5. مرونة نقل القدرة وسهولة عكس إتجاهها .
6. التحكم بواسطة مقبض واحد.
7. سهولة السيطرة وإرتفاع الكفاءة.
8. سهولة وضع أساليب الأمان .. (بواسطة الصمامات).

عيوب نظم الإدارة والتحكم الهيدروليكي :

Disadvantages of hydraulic drive and control systems

تتمثل عيوب نظم الإدارة و لتحكم الهيدروليكي بالآتي :-

1- ارتفاع درجات حرارة الزيت مع تغير لزوجته أثناء مروره خلال القنوات الضيقة ، واختلاف أدائه نتيجة لذلك.

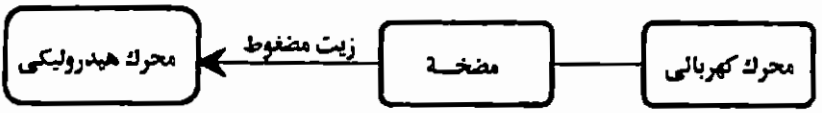
2- تغير خواص الزيت مع طول زمن الاستعمال.

3- ضرورة وجود تفاوتات صغيرة جداً للأجزاء المتحركة لتلافي تسرب الزيت ، مما يؤدى إلى ارتفاع تكلفة الإنتاج.

العناصر الأساسية بالتجهيزات الهيدروليكية:

Basic elements with hydraulic systems

تتكون العناصر الأساسية بالتجهيزات الهيدروليكية والموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 9 – 1 من محرك كهربائي يقوم بتشغيل مضخة لضخ وتوليد تيار زيت ، تحت ضغط معين خلال أنابيب لتوصيله إلى المحرك الهيدروليكي ، الذي يحول طاقة التيار الزيتي إلى شغل ميكانيكي.



شكل 9 – 1

العناصر الأساسية بالتجهيزات الهيدروليكية

يمكن أن يولد المحرك الهيدروليكي حركات مستقيمة أو دائرية ، وتعتبر الحركة المستقيمة المترددة هي الأكثر انتشاراً.

خواص الزيت المستخدم بالتجهيزات الهيدروليكية :

Properties of oil used in hydraulic systems

يجب أن يكون الزيت المستخدم للتجهيزات الهيدروليكية مطابقاً للمواصفات القياسية الدولية .. أي بالخواص التالية :-

1- يحتفظ بلزوجة مناسبة وثابتة زمناً طويلاً.

2- يحتفظ بسيولته عند درجات الحرارة المنخفضة.

3- لا يكون رواسب صمغية.

4- لا يحتوي على أحماض.

5- يقام درجات الحرارة العالية.

6- صامد للضغط كما يقوم بتزليق أسطح الانزلاق.

7- مقاوم للصدأ.

8- لا يتبخر.

9- لا يشتعل بسهولة.

التعبير بالرسم التخطيطي

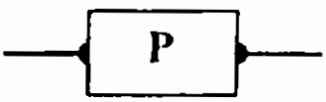
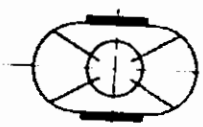
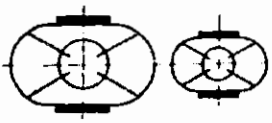
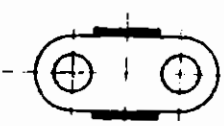
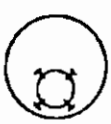
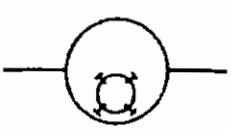
يعتبر الرسم الهندسي بمثابة وثيقة فنية التي تؤدي إلى تصنيع جميع الأجزاء وفقاً لها ، حيث يحتوي الرسم بالإضافة إلى شكل الجزء بيانات عن كل أبعاده وعن المواد التي يجب إستخدامها لتصنيع هذا الجزء ، والمتطلبات التي يجب أن يفي بها الجزء المصنع ..... إلخ . ومن ثم فإن الرسم التخطيطي يوضح عمل وإرتباطات الآليات والأجزاء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

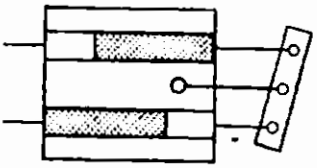
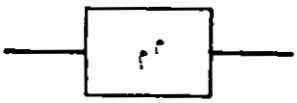
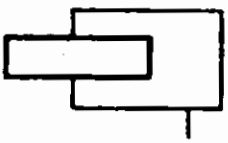
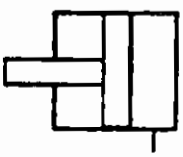
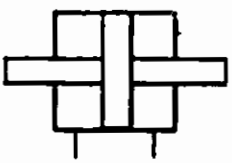
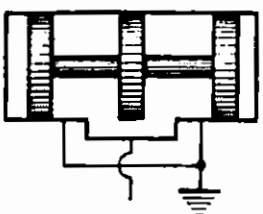
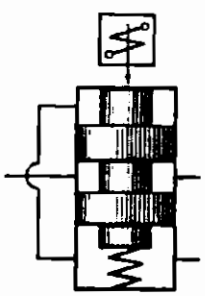
السريع للرسوم التجميعية.

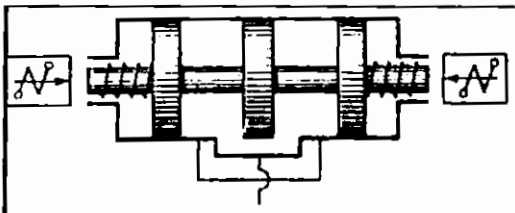
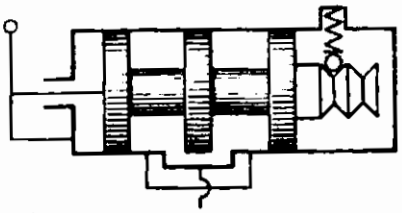
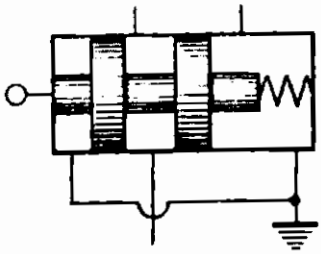
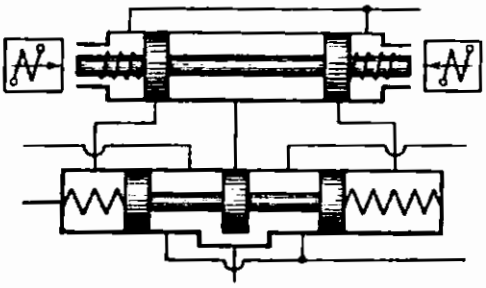
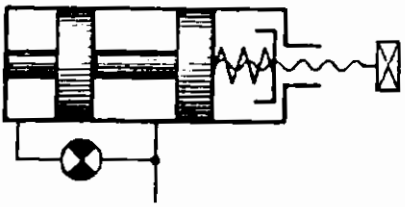
جدول 9 – 1 يوضح الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الهيدروليكية إنتشاراً.

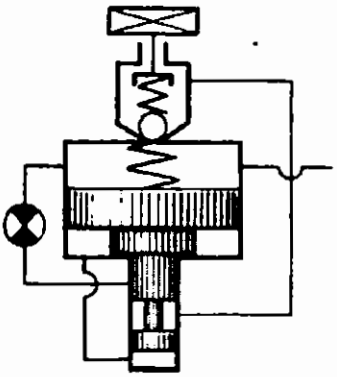
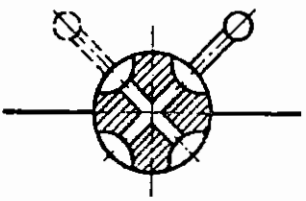
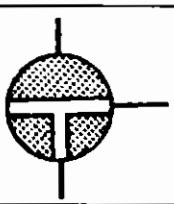
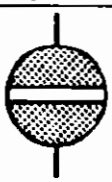
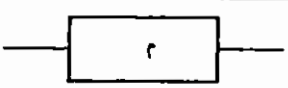
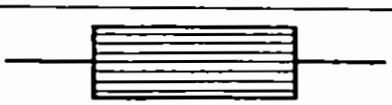
جدول 9 – 1

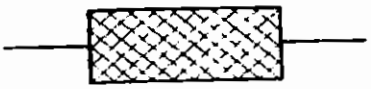
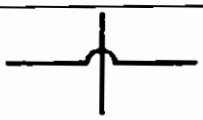
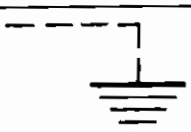
الرموز الاصطلاحية لأكثر أجزاء العناصر الهيدروليكية إنتشاراً

اسم الجـــــزء	الرمز
مضخة غير متحكم فيها .. بدون ذكر النوع	
مضخة بريش (بعضو دواروروقـــائق) ثنائية الفعل	
مضخة بريش ثنائية بإنتجية مختلفة	
مضخة ترسية	
مضخة غير متحكم فيها .. ذات مكبس قطري	
مضخة متحكم فيهـــا .. ذات مكـــبس قطري	

مضخة ومحرك هيدروليكي ذات مكبس محوري .. لا يمكن التحكم فيه	
محرك هيدروليكي يمكن التحكم فيه دون ذكر النوع	
أسطوانة هيدروليكية بمكبس	
أسطوانة هيدروليكية بتأثير مزدوج الإتجاه	
أسطوانة هيدروليكية بذراعي توصيل	
مجموعة هيدروليكية تتخذ ثلاثة أوضاع ، في الوضع الأوسط يتصل خط الدخول وفراغا الأسطوانتين بالتصريف	
صمام دقيق يجرى التحكم فيه عن طريق ملف كهرومغناطيسي	

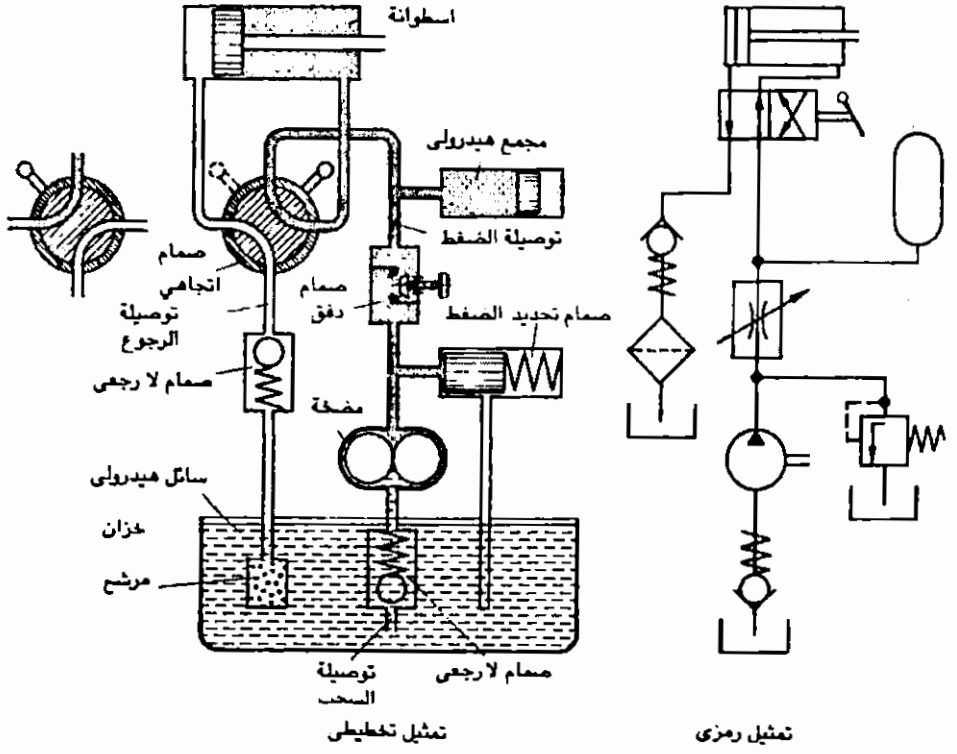
صمام دقيق يجرى التحكم فيه عن طريق ملفين كهرومغناطيسيين	
صمام دقيق يجرى التحكم فيه يدويا	
صمام دقيق يجرى التحكم فيه عن طريق حدبة (كامة)	
مجموعة صمامات دقيقة ، يجرى التحكم فيها بالتأثير الكهربي والهيدروليكي	
صمام عدم رجوع	
صمام دقيق خاص بخط نطرد .. (للضغط المرتفع)	

صمام أمان .. صمام دقيق للتصريف	
صمام باعي المسالك	
محبس ثلاثي المسارات	
محبس ذو مسارين	
حلقة خانقة .. (مقاومة ثابتة)	
مرشح .. (فلتر) للإستخدام العام	
مرشح .. (فلتر) من الأقراص	

مرشح .. (فلتر) شبكي	
مرجل ضـــغط	
خزان هيدروليكي أو هوائي	
مانومتر	
إتصال المواسير	
مواسير غير متصلة	
حوض	
بالوعة	
تصريف	

لبنات التجهيزات الهيدروليكية البسيطة :

من اللبنات الأساسية في التجهيزات الهيدروليكية البسيط الموضحة بشكل 9 – 2 ، خزان السائل الهيدروليكي ـ توصيلات السحب ـ المضخات ـ توصيلات الضغط ـ صمامات تحديد الضغط ـ المجمعات الهيدروليكية ـ الصمامات الإتجاهية ـ صمامات التدفق ـ الأسطوانات ـ المكابس ـ المحركات الهيدروليكية .



شكل 9 – 2

تجهيزة هيدروليكية بسيطة

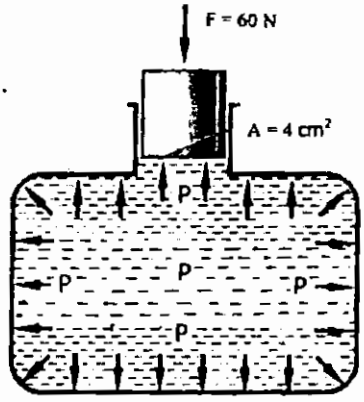
تسحب المضخة الزيت الهيدروليكي من الخزان من خلال صمام لا رجعي ، وتضغطه في الأسطوانة عن طري صمام التدفق والصمام الإتجاهي . ينساب الزيت القادم من المضخة إلى المجمع الهيدروليكي .. طالما أعاق الصمام الإتجاهي تدفقه إلى

الأسطوانة حتى يفتح صمام تحديد الضغط عند بلوغ الحد الأقصى للضغط ، بحيث يمنع التحميل على التجهيزة وينساب الزيت العائد من الأسطوانة عن طريق الصمام الإتجاهي إلى الخزان.

يجب تنفيس التجهيزات الهيدروليكية جيداً لإزالة التأثير النابضي للفقاعات الهوائية المحصورة ، لذلك تزود كل توصيلة سحب أو رجوع بصمام لا رجعي ، بحيث يعوق فراغ التوصيلات وإمتلائها بالهواء.

ضغط السوائل :

ينتشر الضغط في السوائل والغازات في جميع الاتجاهات بانتظام ، وتصلح السوائل الهيدروليكية بدرجة أفضل من الغازات في نقل القوى ، وذلك لأن السوائل لا تقبل الانضغاط ، ويعتبر الضغط المؤثر على سائل موجود في حيز مغلق شكل 9 – 3 ضغطاً منتظماً على جميع الاتجاهات والجوانب ، ومن ثم يكون الضغط السائد داخل سائل موجود في حيز مغلق متساوياً في جميع المواضع.



شكل 9 – 3

ضغط السوائل

نقل القوى باستخدام السوائل :

ينتج عن تأثير القوى **F** على الكباس **A** ضغط في السائل ، يمكن إيجاد قيمة هذا

الضغط من العلاقة التالية :-

$$P = \frac{F}{A}$$

حيث P .... الضغط المؤثر .. N/cm^2

F .... القوى المؤثرة على الكباس .. N

A .... المساحة الكلية للكباس .. cm^2

مثال 1 :

سلطت قوة مقدارها F = 60 N على كباس مساحته $A = 4\ cm^2$ الشكل السابق 9 – 3 . أوجد قيمة الضغط **P** داخل الأسطوانة ؟

الحل :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{60N}{4cm^2} = 20\ N/\ cm^2$$

الضاغط الهيدروليكي :

يتم نقل القوى باستخدام السوائل الهيدروليكية . شكل 9 – 4 يوضح ضاغط هيدروليكي ، وهو عبارة عن تجهيزة هيدروليكية تحتوي على أسطوانتين مختلفتين الأقطار وكباسين . يتم في هذه التجهيزة توليد قوى كبيرة جداً F_2 على الكباس الكبير ، عن طريق قوى صغيرة F_1 تؤثر على الكباس الصغير .

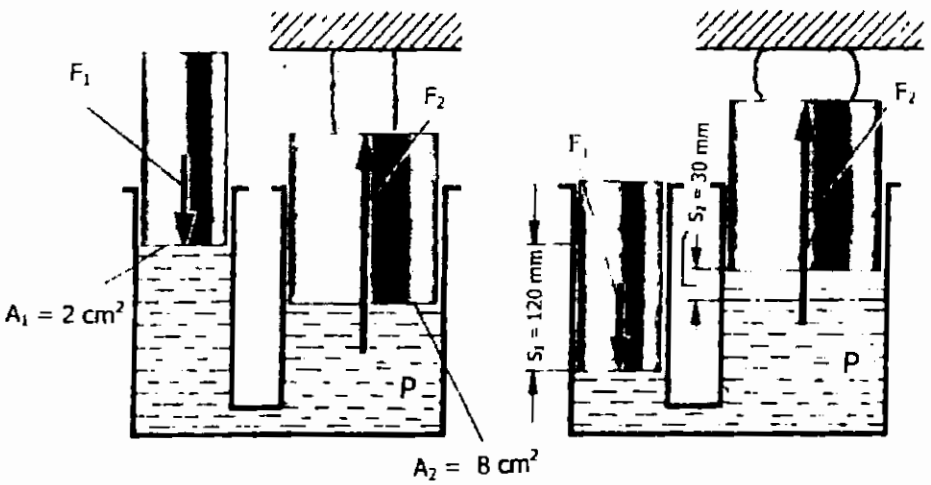
وتتساوى نقل القوى ، النسبة بين مساحتي سطح المكبسين $\frac{F_1}{A_1}$ نظراً لتساوي الضغط عليهما ، ويمكن إيجاد قيمة الضغط من العلاقة التالية :-

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

وكما في جميع الماكينات .. تسري قاعدة التجهيزات الهيدروليكية التي تقول .. (أن ما نكسبه في القوة .. نخسره في المسافة) .. أي أن

$$M_1 . F_1 = M_2 . F_2$$

حيث يقطع المكبس الصغير مسافة طويلة ، بينما يقطع المكلس الكبير مسافة قصيرة ، وتعمل جميع آلات وماكينات الورش التي تدار هيدروليكياً ، وكذلك أجهزة الرفع الهيدروليكية على هذا المبدأ.



شكل 9 – 4

ضـــاغط هيدروليكي

تغيير القوة :

تتوزع القوة $F_1 = 200\ N$ المؤثرة علـــى كبـــاس مســـاحته $A_1 = 2\ cm^2$ توزيعاً منتظماً على المساحة الكلية للمكبس شكل 9 – 5 ، وبذلك ينشأ فـــي الســـائل ضغط P_1 يبلغ قيمته كالآتي :-

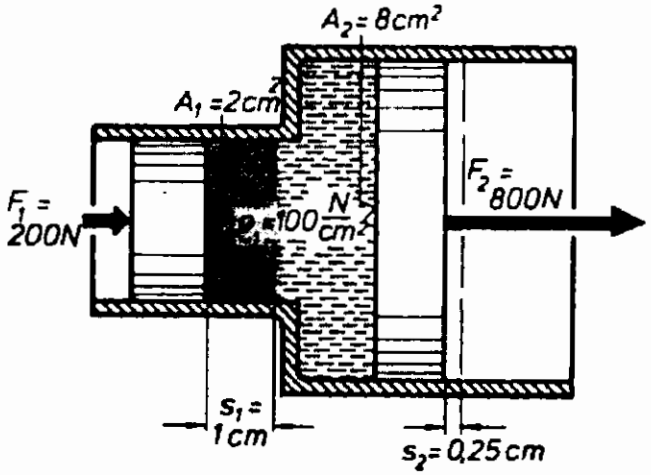
$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$= \frac{200N}{2\,cm^2} = 100\ N/cm^2$$

ويؤثر هذا الضغط على الكباس الثاني الذي مساحته $A_2 = 8\ cm$ ، ويبلغ عن ذلك قوة مقدارها كالآتي :-

$$F_2 = P_1 \cdot A_1$$

$$= 100\ N/cm^2 \cdot 8\ /\ cm^2 = 800\ N$$



شكل 9 – 5

النقل الهيدروليكي لتغيير القوة

نسبة النقل الهيدروليكي :

يستنتج مما سبق أن نسبة القوة تتناسب تناسباً طردياً مع المساحات التي تؤثر عليها كالآتي :-

$$F_1 : F_2 = A_1 : A_2$$

تغيير الضغط :

عند تصور حيزين مملوءتين بسائل هيدروليكي ومنفصلين عن بعضيهما البعض بواسطة كباس كما هو موضح بشكل 9 – 6 ، نجد أنه إذا سلط ضغط من جهة اليسار مقداره $P_1 = 10\ N / cm^2$ على مساحة $A_1 = 2 / cm^2$ ، لنشأ على الكباس قوة مقدارها كالآتي :-

$$F_1 = P_1 \cdot A_1$$

$$= 10\ N / cm^2 \cdot 2 / cm^2 = 20\ N$$

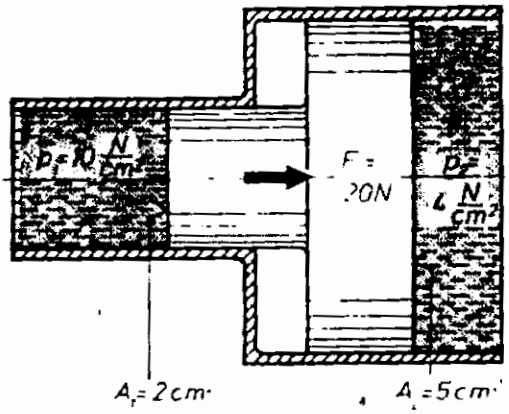
وتنتج هذه القوة على المساحة الثانية للكباس $A_2 = 5 / cm^2$ ضغطا يبلغ قيمته كالآتي :-

$$P_1 = \frac{F_1}{A_2}$$

$$= \frac{20N}{5cm^2} = 4\ N/cm^2$$

ومن ثم تسمى هذه التجهيزة بمحول الضغط ، وفيه يكون الضغوط متناسبة تناسباً عكسياً مع المساحات المؤثرة على الكباس المتدرج .. أي أن

$10\ N / cm^2 : 4\ N / cm^2 = 5 / cm^2 : 2 / cm^2$



شكل 9 – 6

محول الضغط الهيدروليكي

أجزاء التجهيزات الهيدروليكية : parts of hydraulic systems

تتكون التجهيزات الهيدروليكية من أجزاء أساسية وأجزاء أخرى مساعدة ، كأنابيب التوصيل والوصلات الخاصة بها واسطوانات التشغيل والصمامات والمضخات .. وفيما يلي عرض لكل جزء من أجزاء التجهيزات الهيدروليكية على حدة.

أنابيب التوصيل : Connecting pipes

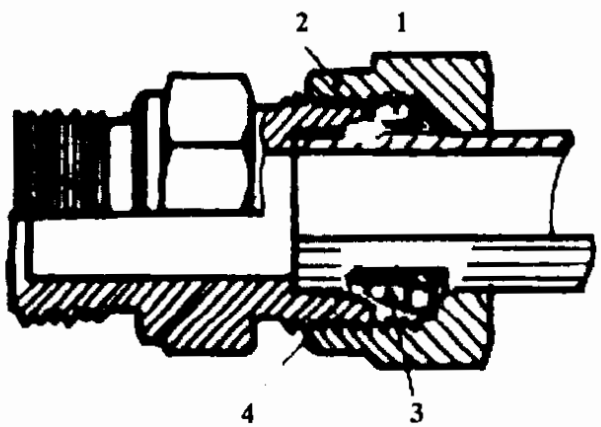
يوجه تيار الزيت المضغوط والخارج من المضخة إلى اسطوانة التشغيل ، وذلك من خلال أنابيب التوصيل.

يستخدم لهذا الغرض الأنابيب (المواسير) المصنوعة من الصلب والغير ملحومة ، وأنابيب التوصيل المرنة والتى تصنع من المطاط المسلح التي تتناسب مع تيار الزيت المضغوط.

تعتبر الوصلات المقلوظة والصواميل وحلقات الأحكام الخارجية والداخلية ، كأجزاء أساسية بأنابيب التوصيل.

لا تستخدم الأنابيب النحاسية بالتجهيزات الهيدروليكية ، وذلك لكونها تساعد على حدوث تغيرات كيميائية.

شكل 9 – 7 يوضح رسم تخطيطي لأنبوبة (مأسورة) بوصلة مقلوظة . تتم عملية أحكام التوصيل بربط صامولة الوصلة ، حيث تضغط على حلقة الأحكام المخروطية بالمأسورة في مواجهة المخروط الداخلي للصامولة ، لضمان عدم تسرب السائل الهيدروليكي.



شكل 9 – 7

أنبوبة (مأسورة) بوصلة مقلوظة

أسطوانات التشغيل : Operation Cylinders

تصمم اسطوانات التشغيل للتحرك الهيدروليكي المستقيم ، أي لتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة ميكانيكية ، للاستفادة بها في تحريك الأجزاء الترددية كالرؤوس النطاحة بالمقاشط ، وطاولات آلات التجليخ ..... وغيرها.

أنواع اسطوانات التشغيل : Types of operation cylinders

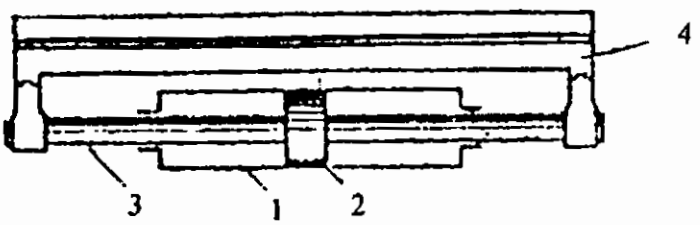
تتنوع تصميمات أسطوانات التشغيل ، وتختلف نظم تشغيل كل منها حسب

أسلوب عمل الكباسات والأسطوانات .. وفيما يلي عرض لأسطوانات التشغيل الأكثر استخداماً في تجهيزات الهيدروليكية.

الاسطوانات المتماثلة : Symmetric cylinders

الاسطوانات المتماثلة الموضحة بشكل 9 – 8 هي الأسطوانات ذات الكباس المزدوج الذراعين ، تحقق هذه الأسطوانات سرعات متساوية لشوط القطع والرجوع عند ضغط ثابت.

تصميم الاسطوانات المتماثلة ، بحيث تكون أسطوانة التشغيل ثابتة ، بينما يكون ذراع الكباس المتردد هو المتحرك والمتصل بطاولة الآلة من الجهتين.



شكل 9 – 8

الأسطوانة المتماثلة

1- أسطوانة التشغيل.

2- الكباس.

3- ذراع الكباس.

4- طاولة الآلة.

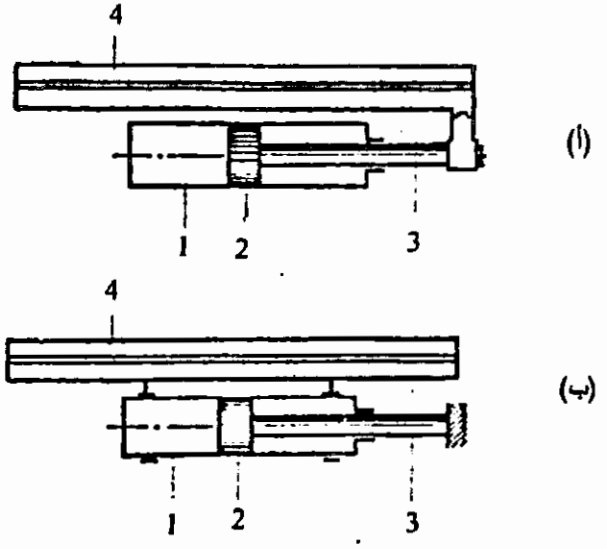
الأسطوانات الغير متماثلة : Asymmetric Cylinders

الاسطوانات الغير متماثلة هي الأسطوانات ذات كباس واحد يتحرك من جهة واحدة.

تتميز هذه الأسطوانات بحركة شوط الرجوع بسرعة أكبر من سرعة شوط القطع.

تصميم الأسطوانات الغير متماثلة ، بحيث تكون أسطوانة التشغيل ثابتة وذراع الكباس المتردد ، والمتصل بطاولة الآلة من جهة واحدة كما هو موضح بشكل 9 – 9 (أ).

وأما أن يكون الكباس هو الثابت ، واسطوانة التشغيل هي المترددة والمتصلة بطاولة الآلة .. أي الأسطوانة هي المتحركة كما هو موضح بشكل 9 – 9 (ب).



شكل 9 – 9

الأسطوانات الغير متماثلة

1- أسطوانة التشغيل.

2- الكباس.

3- ذراع الكباس.

4- طاولة الآلة.

مما سبق يستنتج أن الحركة المستقيمة للكباس أو للاسطوانة ، نتيجة لتأثير ضغط الزيت داخل اسطوانة التشغيل.

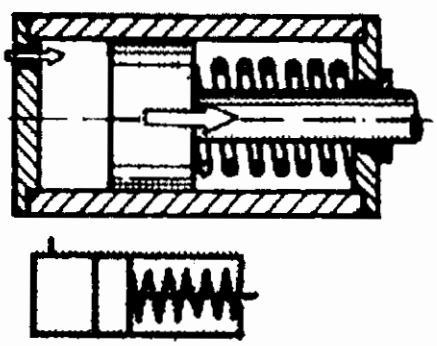
أنواع أسطوانات التشغيل من حيث تأثير الزيت الهيدروليكي:

تنقسم أسطوانات التشغيل من حيث تأثير الزيت الهيدروليكي بها إلى الأنواع التالية :-

1. أسطوانة مفردة التأثير : Single Effective Cylinder

الأسطوانة مفردة التأثير الموضحة بشكل 9 – 10 ، تحتوي على كباس بذراع مفرد ونافذ من الأسطوانة من جهة واحدة فقط ، كما يركب نابض ضغط (ياي أو سوسته) على ذراع الكباس ، بحيث يرتكز على قاعدة الأسطوانة وقرص الكباس.

يتحرك ذراع الكباس من جهة واحدة من خلال تأثير ضغط الزيت الهيدروليكي داخل الاسطوانة ، بينما يعود الكباس إلى وضعه الابتدائي من خلال قوة ضغط نابض الضغط (الياي).



شكل 9 – 10

الأسطوانة مفردة التأثير

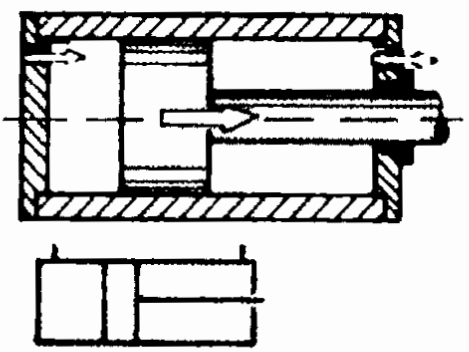
2. اسطوانة مزدوجة التأثير بذراع كباس مفرد :

Double effective cylinder with single piston rod

الاسطوانة المزدوجة التأثير ذات ذراع الكباس المفرد الموضحة بشكل 9 – 11 تحتوي على كباس مثبت به ذراع مفرد ونافذ من الأسطوانة من جهة واحدة.

يستفاد بحركة مزدوجة من ذراع الكباس النافذ من جهة واحدة من الاسطوانة ، وبذلك من خلال التحكم في ضغط الزيت من كلا الفتحتين الموجودتين بجانبي الاسطوانة.

ينساب الزيت داخل الاسطوانة من أحد الفتحتين بالضغط ليؤثر على الكباس ليؤدي الحركة المطلوبة ، كما يخرج الزيت من الفتحة الأخرى حسب قوة دفع الكباس.



شكل 9 – 11

أسطوانة مزدوجة التأثير ذات ذراع كباس مفرد

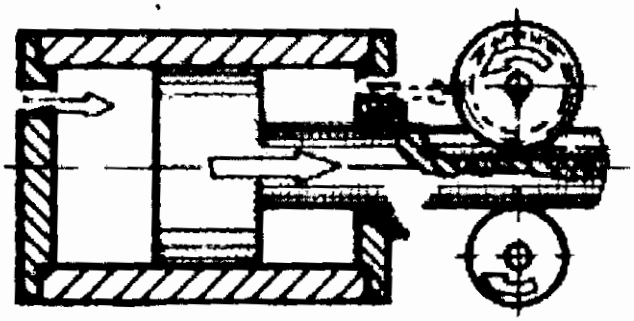
3. الأسطوانة مزدوجة التأثير ذات ذراع كباس مشكل طرفه كجريدة مسننة :

Double effective cylinder with piston rod end shaped as a rack

الأسطوانة مزدوجة التأثير ذات ذراع الكباس المشكل طرفه كجريدة مسننة الموضحة بشكل 9 – 12 . ذراع الكباس مشكل طرفه كجريدة مسننة من كلا الجهتين العليا والسفلي ، لينقل الحركة إلى ترسين مثبتين بأعلى وأسفل الجريدة المسننة.

يستفاد بحركة مزدوجة من خلال التحكم في تعشيق دوران أحد الترسين المركبين بأعلى وأسفل الجريدة المسننة ، المتصلة بذراع الكباس النافذ من جهة واحدة من الأسطوانة ، وذلك عن طريق التحكم في ضغط الزيت من كلا الفتحتين الموجودتين بجانبي الاسطوانة.

ينساب الزيت داخل الأسطوانة من أحد الفتحتين بضغط ليؤثر على حركة الكباس ، الذي يؤثر على حركة دوران الترسين ، ليؤدي الحركة المطلوبة ، كما يخرج الزيت من الفتحة الأخرى حسب قوة دفع الكباس.



شكل 9 – 12

الأسطوانة المزدوجة التأثير ذات ذراع الكباس

المشكل طرفه كجريدة مسننة

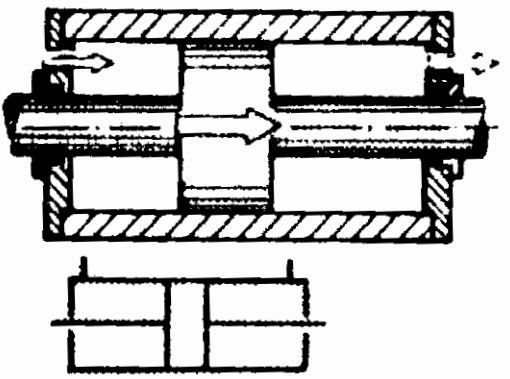
4. الأسطوانة مزدوجة التأثير ذات ذراع الكباس النافذ من كلا الجهتين:

Double effective cylinder with piston rod penetrated in two cylinder sides

يحتوي الكباس على ذراعين يخترقاً أسطوانة التشغيل من كلا الجانبين كما هو موضح بشكل 9 – 13.

يستفاد بحركة مزدوجة من ذراع الكباس النافذ من جهتي الأسطوانة ، وذلك من خلال التحكم فى ضغط الزيت من كلا الفتحتين الموجودتين بجانبي الاسطوانة.

ينساب الزيت داخل الأسطوانة من أحد الفتحتين بالضغط ليؤثر على الكباس ليؤدي الحركة المطلوبة ، كما يخرج الزيت من الفتحة الأخرى حسب قوة دفع الكباس.



شكل 9 – 13
الأسطوانة مزدوجة التأثير ذات ذراع الكباس
النافذ من كلا الجهتين

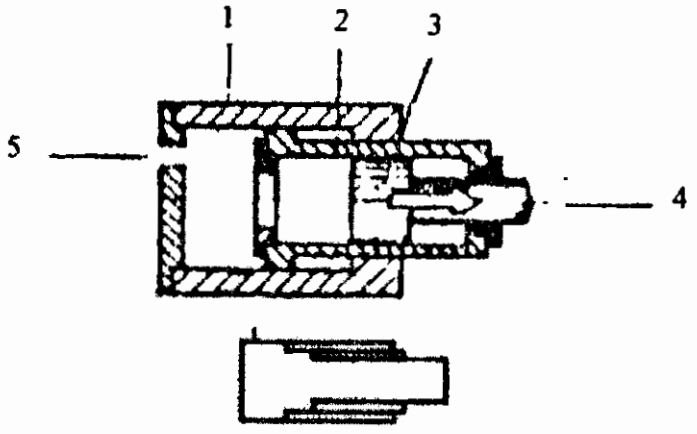
5ـ الأسطوانات المتداخلة الأوصال : Telescopic cylinders

الاسطوانة المتداخلة الأوصال الموضحة بشكل 9 – 14 تسمي أيضاً بالاسطوانة التلسكوبية . تتكون من أسطوانيتين متداخلتين ومكبس واحد ، تتحرك الأسطوانيتين داخل بعضيهما البعض حركة تلسكوبية.

ينساب الزيت المضغوط داخل الأسطوانة الخارجية ، لتمتلئ الأسطوانيتين الخارجية والداخلية ، ويؤثر ضغط الزيت على الكباس والاسطوانة الداخلية ، ليتحركان الحركة المستقيمة المطلوبة.

يتوقف ضخ الزيت إلى الأسطوانيتين ، كما يخرج الزيت من فتحة الدخول من خلال التحكم في للصمام الإتجاهى.

يؤدي استخدام الأسطوانات المتداخلة الأوصال (الأسطوانات التلسكوبية) إلى توفير الحيز بالإضافة إلى إمكانية الحصول على أشواط طويلة ، كما هو الحال في معدات الرفع حيث يكون ذلك ضرورياً.



شكل 9 – 14

الأسطوانة المتداخلة الأوصال(الأسطوانات التلسكوبية)

1- الأسطوانة الخارجية.

2- الأسطوانة الداخلية.

3- الكباس.

4- ذراع التوصيل.

5- فتحة دخول وخروج الزيت.

الصمامات .. Valves

الصمامات هي عناصر مكنية تستخدم كأجهزة تنظيم وتحكم في القدرة ، أي للتحكم في تشغيل وتوقف آليات الإدارة ، وعكس إتجاه الحركة وتشغيل المعدات ، كما تحمي التجهيزات الهيدروليكية من زيادة التحميل ، والمحافظة على ضغوط ثابتة للسوائل في الأجزاء المختلفة للمجموعة.

أنواع الصمامات : Types of valves

توجد أنواع مختلفة من الصمامات ، تختلف أشكالها باختلاف وظيفة كل منها .. فيما يلي عرض لأنواع الصمامات المختلفة كل منها على حدة.

صمام الأمان : Safety valve

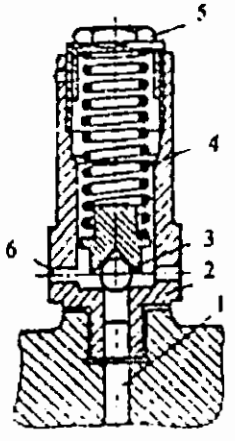
صمم صمام الأمان لكي يفتح تلقائياً عند زيادة الضغط عن المقدار الذي سبق تحديده . يوجد منه عدة أنواع ، أهمهم النوعين التاليين :-

1. **صمام أمان بسيط** : Simple safety valve

عندما يكون الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية عادياً ، يضغط النابض (الياي) 4 على الكرة المعدنية (البلية) 3 التي تضغط على القاعدة 2 لمنع مرور الزيت تماماً كما هو موضح بشكل 9 – 15 .

عند ارتفاع معدل الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية عن الضغط المعتاد ، يضغط الزيت على الكرة المعدنية (البلية) 3 ليضغط على النابض (الياي) 4 ليرتفع إلى أعلى ، ليخرج الزيت من خلال المنفذ 6 ، كما تعود الكرة المعدنية (البلية) 3 إلى وضعها الابتدائي عند وصول الضغط داخل المجموعة إلى المعدل الطبيعي له.

يتم التحكم في ضغط الزيت داخل المجموعة من خلال قوة إنضغاط النابض اللولبي (الياي) 4 بربطه أو فكه عن طريق الصامولة 5 . يستخدم صمام الأمان في جميع التجهيزات الهيدروليكية.



شكل 9 – 15

صمام أمان بسيط

1- الزيت الهيدروليكي.
2- قاعدة.
3- كرة معدنية .. (بلية).
4- نابض ضغط .. (ياي أو سوستة).
5- صامولة.
6- منفذ خروج الزيت.

2. صمام أمان ذو قاعدة مخروطية : Safety valve with cone base

صمام الأمان ذو القاعدة المخروطية الموضح بشكل 9 – 16 يعمل بصورة أفضل من صمام الأمان البسيط.

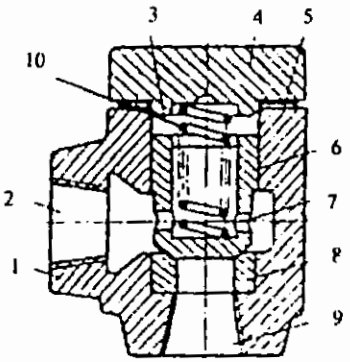
يستخدم صمام الأمان ذو القاعدة المخروطية في التجهيزات الهيدروليكية لآلات التجليخ والمكابس ..... وغيرها ، حيث يستخدم كوسيلة لتهئية ضغط ثابت بالمجموعة ، وكصمام غير رجعي بجانب عمله الأساسي كصمام أمان.

يضغط الزيت من خلال الثقب 9 على قاع الصمام الاسطواني 6 ، حيث يتغلب على المقاومة الضعيفة لنابض الضغط (الياي) 10 ليرتفع عن القاعدة المخروطية 8 ، لينساب الزيت بشكل حر من خلال الثقب 9 إلى الثقب 2.

وعند تحرك الزيت من الاتجاه العكسي من خلال الثقب 7 ليصل إلى التجويف 3 يضغط على الصمام الاسطواني 6 لينطبق على القاعدة 8 ليمنع دخول الزيت إلى الفتحة 9.

تستخدم موانع تسرب نحاسية 5 للأحكام الضروري لجسم الصمام 1 مع الغطاء الذي على شكل صامولة 4.

يتم التحكم في ضغط الزيت داخل المجموعة عن طريق نابض الضغط (الياي) 10 ، كما يمكن إستبدال النابض بآخر ليناسب الضغط الهيدروليكي المطلوب.



شكل 9 – 16

صمام أمان ذو قاعدة مخروطية

1. جسم الصمام.
2. فتحة خروج السائل الهيدروليكي (الزيت).
3. تجويف بأعلى الصمام الاسطواني.
4. غطاء على شكل صامولة.
5. مانع تسرب.
6. قاع الصمام الاسطواني.
7. ثقب .. (لحركة السائل الهيدروليكي في الاتجاه العكسي).
8. قاعدة مخروطية.
9. فتحة دخول السائل الهيدروليكي (الزيت).
10. نابض ضغط .. (ياي أو سوستة).

الصمامات الاتجاهية : Directional-control valves

الصمامات الاتجاهية عبارة عن عناصر مكنية صممت للتحكم في توجيه السائل الهيدروليكي لأكثر من اتجاه . تحدد هذه الصمامات بعدد المسارات أو المسالك التي تتصل ببعضها البعض.

توجد أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية المستخدمة في التجهيزات الهيدروليكية .. فيما يلي عرض لأكثر أنواع الصمامات الاتجاهية انتشاراً.

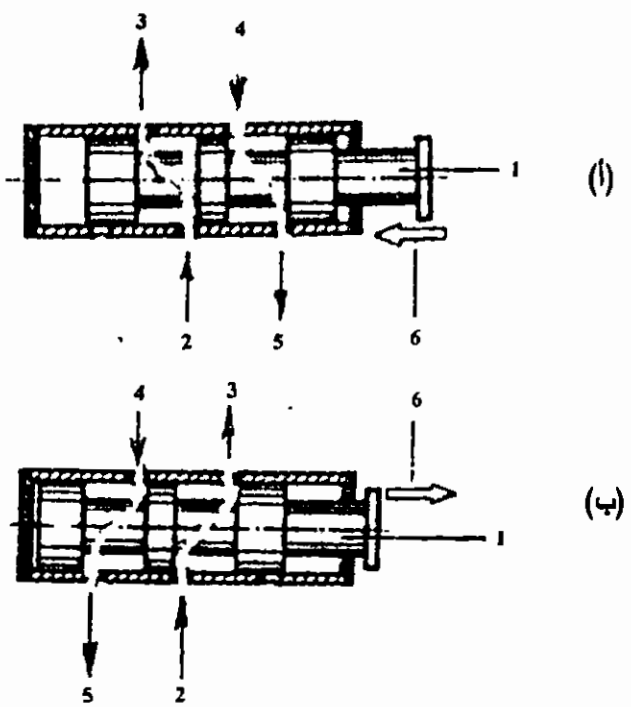
1. صمام اتجاهي بمنزلقة اسطوانية طولية :

Directional-control valve with length wise cylinder slide

يقوم الصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الاسطوانية بتوجيه مسار الزيت من أجـزاء التشغيل وإليها .. أي للسيطرة على اتجاه سريان الزيت وإلى عكس اتجاهه .

صممت الصمامات الاتجاهية ذات المنزلقة الأسطوانية الطولية ثنائية أو ثلاثيـة أو رباعية الاتجاهات . شكل 9 – 17 يوضح صمام اتجاهي بمنزلقة اسطوانية طولية ذو أربعة مسارات.

يتم التحكم في توجيه الزيت من وإلى أماكن التشغيل من خلال حركة المنزلقـة طولياً عن طريق ذراع أو رافعة.



شكل 9 – 17

صمام اتجاهي بمنزلقة أسطوانية طولية

أثناء توجيه مسار الزيت من وإلى أجزاء التشغيل.

(أ) الوضع الأول للصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الاسطوانية الطولية.

(ب) الوضع الثاني .. الحركة العكسية للصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الاسطوانية الطولية.

1- منزلقة اسطوانية طولية .. (كباس توزيع الزيت).

2- فتحة دخول الزيت بالصمام.

3- فتحة خروج الزيت من الصمام واتجاهه إلى أجزاء التشغيل.

4- فتحة دخول الزيت العائد بشكل عكسي من الاسطوانة.

5- فتحة خروج الزيت من الصمام واتجاهه إلى الخزان.

6- الاتجاه الطولي لحركة المنزلقة الاسطوانية (الكباس).

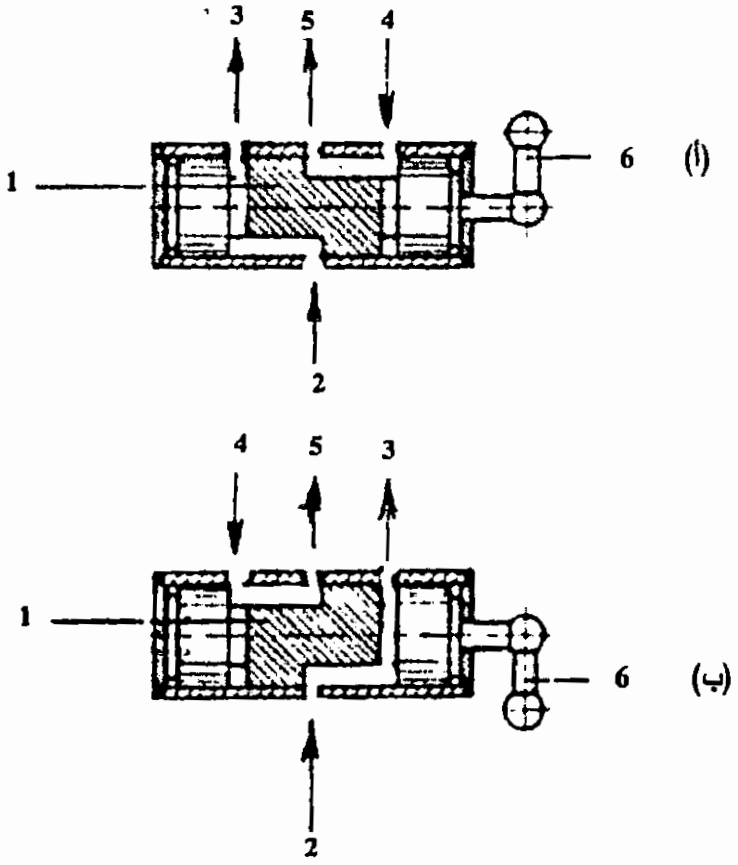
2. صمام اتجاهي بمنزلقة أسطوانية دوارة :

Directional-control valve with rotary cylindrical slide

يقوم الصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الأسطوانية الدوارة الموضح بشكل 9 – 18 بنفس وظيفة الصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الاسطوانية الطولية ، وهو توجيه مسار الزيت من وإلى أجزاء التشغيل من خلال إتجاهاته الأربعة.

صممت الصمامات الاتجاهية المنزلقة الدوارة ثنائية وثلاثية ورباعية الاتجاهات.

يتم التحكم في توجيه مسار الزيت من وإلى أماكن التشغيل عن طريق إدارة المنزلقة الاسطوانية الدوارة حول محورها.



شكل 9 – 18

صمام اتجاهي بمنزلقة أسطوانية أثناء توجيه مسار الزيت من وإلي أجزاء التشغيل.

(أ) الوضع الأول للصمام الاتجاهي ذو المنزلقة الأسطوانية الدوارة.

(ب) الوضع الثاني... الحركة العكسية للصمام الاتجاهي الاسطواني ذو المنزلقة الأسطوانية الدوارة.

1- منزلقة أسطوانية دوارة.

2- فتحة دخول الزيت بالصمام.

3- فتحة دخول الزيت من الصمام واتجاهه إلى أجزاء التشغيل.

4- فتحة دخول الزيت العائد بشكل عكسي من الاسطوانة.

5- فتحة خروج الزيت من الصمام واتجاهه إلى الخزان.

6- الاتجاه الدائري لحركة مقبض المنزلقة الاسطوانية الدوارة حول محورها.

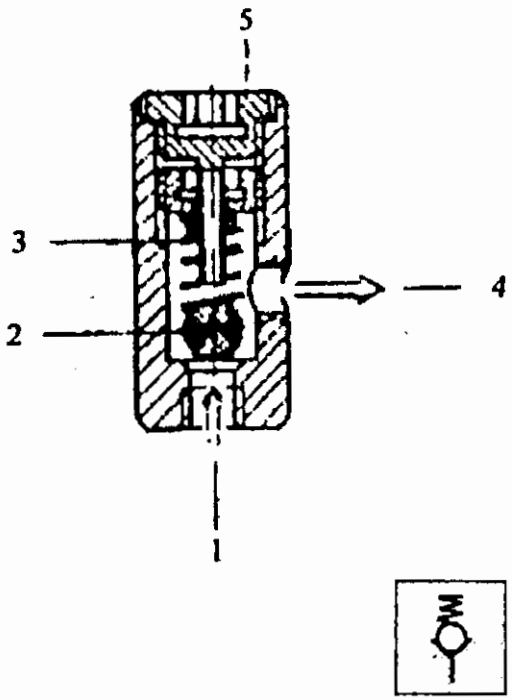
صمام لا رجعي : Non- return valve

الصمام اللارجعي الموضح بشكل 9 – 19 صمم بحيث يسمح بانسياب الزيت من خلاله في اتجاه واحد ولا يسمح برجوعه.

يضغط الزيت من خلال الثقب 1 على الكرة المعدنية (البلية) 2 ، بحيث يتغلب على مقاومة نابض الضغط (الياي) 3 ليرتفع إلى أعلى ، ليمر الزيت بشكل حر من خلال الثقب 1 إلى الثقب 4.

عندما يحدث ضغط عكسي لاتجاه الزيت ، ينتج عنه ضغط على الكرة المعدنية (البلية) 2 ليغلق الثقب 1 ، بحيث لا يسمح برجوع الزيت.

يمكن التحكم في مرور الزيت أو السائل الهيدروليكي من خلال قوة إنضغاط النابض (الياي) 3 بربطه أو فكه عن طريق الصامولة 5.



شـكل 9 – 19

صمام لا رجعي.

1- ثقب دخول الزيت.

2- كرة معدنية .. (بلية).

3- نابض ضغط .. (ياي أو سوستة).

4- ثقب خروج الزيت.

5- صامولة .. (للتحكم في ضغط النابض).

صمامات الضغط : Pressure valves

تعمل صمامات الضغط على التحكم في ضغط الزيت داخل المجموعة الهيدروليكية.

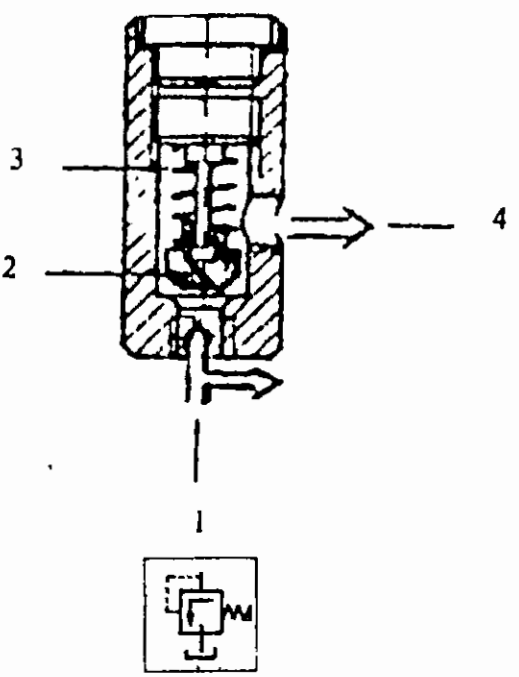
توجد أشكال مختلفة من صمامات الضغط .. تختلف أنواعها وأشكالها باختلاف

وظيفة كل منها .. وفيما يلي عرض لأكثر أنواع صمامات الضغط إنتشاراً.

1. **صمام تحديد الضغط** : Pressure relief Valve

يعمل صمام تحديد الضغط الموضح بشكل 9 – 20 على تثبيت الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية وكصمام أمان.

عند زيادة ضغط الزيت عن قيمة معينة ، ينساب جزء منه عائداً إلى الخزان ليظل ضغط التشغيل ثابتاً.



شكل 9 – 20

صمام تحديد الضغط

1- ثقب دخول الزيت.

2- كرة معدنية ..(بلية).

3- نابض ضغط .. (ياي أو سوستة).

4- ثقب خروج الزيت.

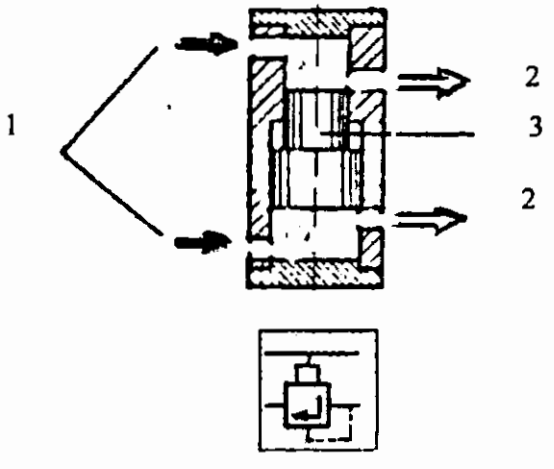
2. صمام تنظيم الضغط : Pressure regulation Valve

يتأثر صمام الضغط بتغيير لزوجة الزيت المتدفق ، فإذا إنخفضت لزوجة السائل الهيدروليكي نتيجة التسخين الذي ينتج عنه فرق في الضغط ، تتدفق كمية أكبر من الزيت لتنظيم الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية.

3. صمام تخفيض الضغط : Pressure reduction Valve

يحتوي صمام تخفيض الضغط الموضح بشكل 9 – 21 على مسارات لدخول وخروج الزيت ، تتغير مساحة مقطع هذه المسارات وذلك لتخفيض ضغط الزيت داخل المجموعة الهيدروليكية ، ولمراقبة السائل المار من خلال التحكم في حركة المنظم.

يستخدم صمام تخفيض الضغط في تخفيض ضغط دخول السائل الهيدروليكي بمقدار ثابت.



شكل 9 – 21

صمام تخفيض الضغط

1- مسارات دخول الزيت.

2- مسارات خروج الزيت.

3- منظم ذو مقطع اسطواني.

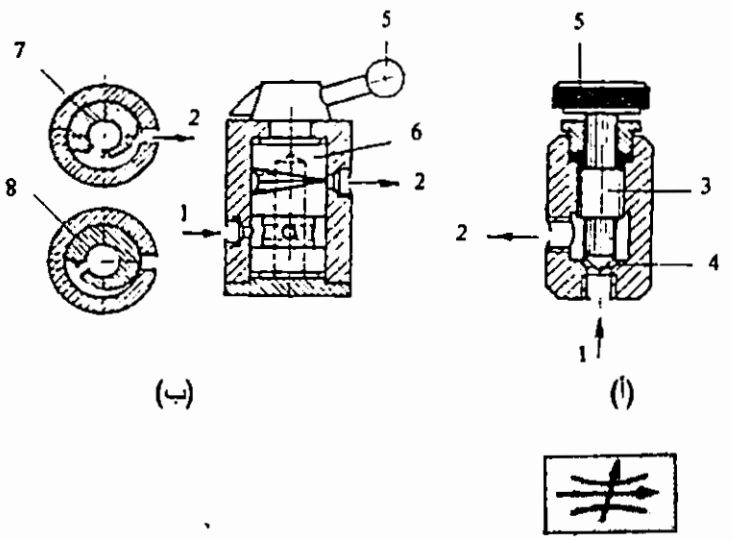
الصمامات الخانقة : Throttle valves

تعمل الصمامات الخانقة على تنظيم سرعة عناصر الآلة المتحركة هيدروليكياً ، وذلك بتغيير معدل التدفق بالتحكم في مساحة مقطع مسار الزيت داخل المجموعة ، حيث يتم تصغير هذا المقطع عن طريق إدارة المنظم ، لتخفيض كمية الزيت المارة من الصمام خلال وحدة الزمن.

أي أن وظيفة الصمام الخانق هو التحكم في تغيير سرعة الكباس (إرتفاع أو إنخفاض معدل سرعة حركة تشغيل الآلة) ، كما يمكن توقف الآلة تماماً وذلك عن طريق غلق الصمام.

يوضح شكل 9 – 22 (أ) تصميم لصمام خانق بسيط ، حيث يمكن التحكم في خفض معدل تدفق الزيت من خلال ربط أو فك مقبض المسمار القلاووظ المتصل بالمنظم.

ويوضح شكل 9 – 22 (ب) صمام خانق ذو اسفين ، حيث يمكن التحكم في خفض معدل الزيت من خلال الحركة الدائرية للمنظم الاسطواني بين فتحتي الدخول والخروج عن طريق المقبض.



شكل 9 – 22

الصمامات الخانقة

1- فتحة دخول الزيت.

2- فتحة خروج الزيت.

3- منظم أسطواني ينتهي بمخروطي.

4- قاعدة مخروطية.

5- مقبض.

6- منظم أسطواني.

7- قطاع للصمام الذي يوضح حركة المنظم أثناء تدفق الزيت ..(مساحة متوسطة لمقطع مسار الزيت لتعطي سرعة منتظمة).

8- قطاع للصمام الذي يوضح حركة المنظم أثناء غلق فتحة الخروج.

المضخات الهيدروليكية

Hydraulic pumps

تقوم المضخة الهيدروليكية المدارة بواسطة محرك كهربائي بسحب الزيت وضخه بضغط من خلال توصيلات إلى أسطوانة التشغيل ، لبذل شغل يمكن الاستفادة به.

هذا يعني أن المضخة الهيدروليكية تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية.

أنواع المضخات الهيدروليكية : Types of hydraulic pumps

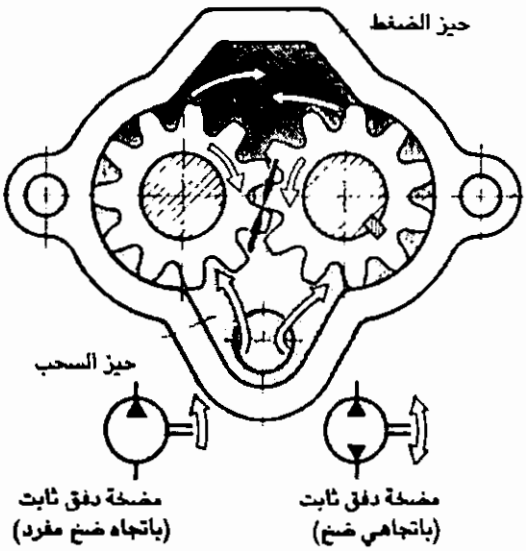
توجد أنواع مختلفة من المضخات الهيدروليكية التي يختلف أنواعها وأشكالها عن بعضها البعض باختلاف وظيفة كل منهم ، ويعرف كل منها من خلال عنصر الضخ.

المضخة الترسية : Gear pump

تعتبر المضخة الترسية من أكثر أنواع المضخات الهيدروليكية إنتشاراً . تتكون المضخة الترسية الموضحة بشكل 9 – 23 من جسم مصنوع من حديد الزهر وغطائين مثبتين بالجسم بمسامير قلاووظ ، يتم إحكام أسطح الجسم والغطائين باستخدام مانع تسرب الزيت.

يحتوي جسم المضخة على ترسين متشابهين مثبتين على عمودين مركبين بمحامل مقاومة للاحتكاك (رولمان بلي) في كراسي محاور.

يوجد خلوص بين جوانب وقمم الترسين المعشقين وجدار المضخة ، وهو خلوص صغير جداً .. (حددت دور الصناعة المنتجة قيمة هذا الخوص ما بين 0.04 ــ 0.08 ملليمتر) .. ويعتبر هذا الخلوص هو الشرط الأساسي للإنتاج المثالي للمضخة.



شكل 9 – 23

مضخة ترسية

يسحب الزيت من الخزان عند دوران المضخة ، ويضخ بضغط من خلال الفجوات التي بين أسنان الترسين بامتداد الجدار الداخلي لجسم المضخة.

المضخة الترسية أما أن تكون منخفضة أو متوسطة أو مرتفعة الضغط . تصنع تروس المضخات من الصلب الكربوني المعالج حرارياً ، وتجلخ أسنان التروس على آلات تجليخ خاصة.

تستخدم المضخات ذات الضغوط المنخفضة والتي تبلغ عدد أسنان تروسها من 5 ــ 10 أسنان في مجموعات التزييت والتبريد ، كما تستخدم المضخات ذات الضغوط المتوسطة والمرتفعة والتي تبلغ عدد أسنان تروسها ما بين 10 ــ 20 سنة في مجموعات الإدارة الهيدروليكية لآلات التجليخ ــ التفريز ــ الثقب ــ القشط ــ الخراطة ..... وغيرها من آلات الإنتاج.

يمكن بهذا النوع من المضخات تغيير إتجاه تغذية السائل باستخدام جهاز عاكس.

عيوب المضخة الترسية : Disadvantages of gear pump

1- صغر كفاءتها .. بسبب الفقد الكبير للطاقة للتغلب على الاحتكاك بين الأسنان.

2- صغر معدل ضخها.

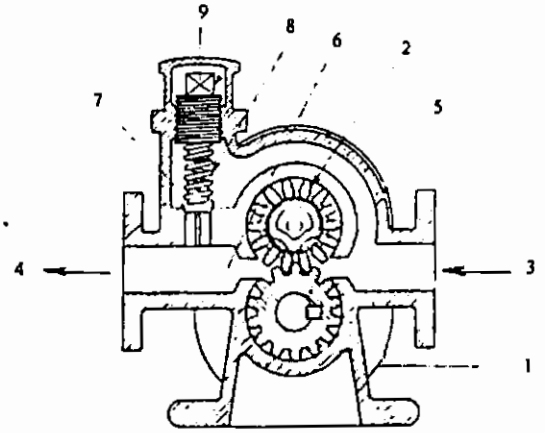
3- الاستهلاك الشديد للأجزاء العاملة.

المضخة الترسية ذات الصمام الواقي : Bent axis pumps

تتكون المضخة الترسية ذات الصمام الواقي الموضحة بشكل 9 – 24 من نفس أجزاء المضخة الترسية السابق ذكرها بإضافة صمام واقي.

الغرض من وجود الصمام الواقي بالمضخة الترسية ، هو تهيئة ضغط ثابت داخل المجموعة الهيدروليكية ، كما يعتبر كصمام لا رجعي بجانب عمله الأساسي كصمام أمان ، حيث يسمح بمرور الزيت من اتجاه واحد فقط.

عند زيادة ضخ الزيت داخل التجهيزة الهيدروليكية عن المعدل الطبيعي ، يضغط الزيت على قاع الصمام المخروطي ، حيث يتغلب على مقاومة نابض الضغط (الياي) 8 ليرتفع الصمام 7 عن قاعدته المخروطية ، لينساب الزيت من جانب الضغط 6 إلى جانب السحب 5.



شكل 9 – 24

مضخة ترسية ذات صمام واقي

1- جسم المضخة.
2- ترسين متشابهين.
3- فتحة دخول الزيت المسحوب.
4- فتحة خروج الزيت المضغوط.
5- جانب السحب.
6- جانب الضغط.
7- الصمام الواقي.
8- نابض ضغط .. (باي أو سوسته).
9- صامولة تحكم في ضغط النابض.

يمكن التحكم في معدل الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية من خلال ضبط ضغط نابض الصمام الواقي.

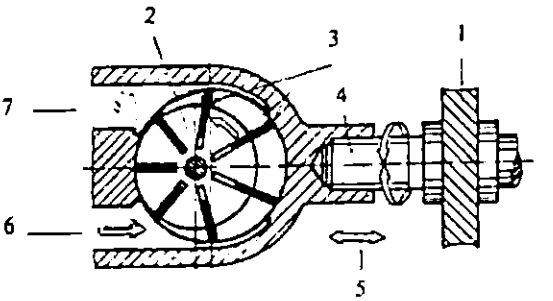
المضخة ذات الريش : vane pump

تسمى أيضا بالمضخة الخلوية ، أو المضخة الريش الإنضباطية ، تتكون المضخة ذات الريش الموضحة بشكل 9 – 25 (أ) من جسم مصنوع من حديد الزهر 1 وعضو دوار اسطواني 2 به مجاري طولية متجهة إلى المركز لتنزلق بها الريش 3 ، يمكن ضبط العضو الدوار الذي يدور داخل المبيت الاسطواني للخروج عن مركزه بواسطة عمود ضبط ملولب 4 لينتج عن ذلك دوران الريش دورانا لا مركزياً.

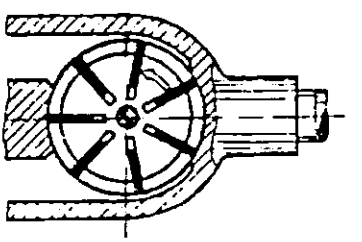
توجد لقمة إنزلاقية بنهاية كل ريشة مركبة في مجاري دائرية بغطاء المبيت الاسطواني ، الغرض منها هو إنخفاض ضبط الريش على سطح المبيت الدائري نتيجة للقوي الطاردة المركزية.

يضخ السائل الهيدروليكي من جانب السحب ، حيث ينقل بضغط (ضغط القوي الطاردة المركزية للريش) من خلال الخلايا المحصورة بين كل ريشتين وجدار

المضخة إلى جانب الضغط ، كما يمكن توقف عملية سحب السائل الهيدروليكي وتوقف ضغطه كما هو موضح بشكل 9 – 25 (ب) من خلال التحكم في ضبط محور العضو الدوار ، حيث تكون ريش المضخة بالمركز تماماً.



(أ)



(ب)

شكل 9 – 25

مضـــخة ذات ريش

(أ) الوضع عند الحد الأقصي للتصريف.

(ب) وضع عدم التصريف.

1- جسم المضخة.

2- عضو دوار اسطواني.

3- ريش قابلة للحركة.

4- عمود الضبط.

5- حركة الضبط.

6- جانب السحب.

7- جانب الضغط

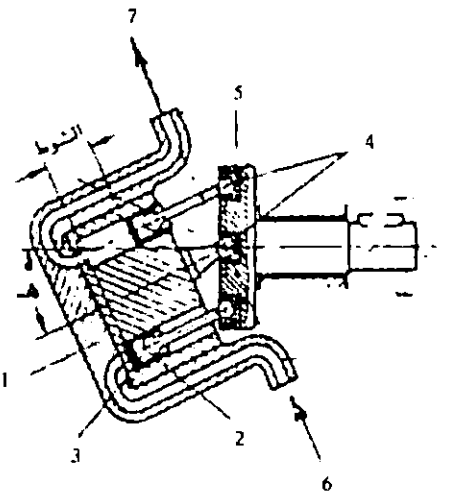
تنتج المضخة ذات الريش معدل تصريف كبير عند ضغط منخفض ، لذلك فهي تستخدم في آلات الثقب والبرغلة والخراطة والتفريز ..... وغيرها من آلات الإنتاج.

المضخة الترددية ذات الأسطوانات القابلة للإمالة:

Bent axis pumps

تتكون المضخة الترددية ذات الاسطوانات القابلة للإمالة الموضحة بشكل 9 – 26 من جسم اسطواني متأرجح 1 يحتوى على أسطوانات تشغيل متوازية 2 ، تتصل مع الكباسات 3 بأسطوانات تشغيل عن طريق مفاصل كروية 4 بقرض الإدارة 5 ، كما تتصل الأسطوانات بتوصيلات السحب 6 وتوصيلات الضغط 7.

يدار قرص الإدارة 5 الذي يدير الجسم الأسطواني المتأرجح 1 ليتحرك الجزأين حركة دائرية مع بعضهما البعض ، ينتج عن دوران الجسم المتأرجح 1 تحرك الكباسات حركة عكسية لبعضهما البعض داخل أسطوانات التشغيل ، حيث يتحرك الكباس 3 من قاعدة الأسطوانة أثناء النصف الأول من دوران الجسم الاسطواني ليسحب الزيت الهيدروليكي من توصيله السحب ، ثم يدفعه خلال النصف الثاني لدوران الجسم الأسطواني ليضخ الزيت إلى أنابيب الضغط ، ثم ينعكس إتجاه الضخ عند إمالة الجسم الاسطواني إلى الجهة الأخرى ..... وهكذا تتم عملية سحب الزيت الهيدروليكي وضخه بضغط.



شكل 9 – 26

مضخة ترددية ذات أسطوانات قابلة للإمالة

1- جسم أسطواني متأرجح.
2- أسطوانات تشغيل متوازية.
3- كباسات.
4- مفاصل كروية.
5- قرص الإدارة.
6- توصيلات السحب.
7- توصيلات الضغط.

تتوقف الكمية المتدفقة من الزيت الهيدروليكي في كل دورة من دورات قرص الإدارة ، علي زاوية ميل الجسم الأسطواني المتأرجح الذي يؤثر على طول مشوار الكباسات . كما تتوقف الكباسات عن الضخ تمامًا عندما يكون قرص الإدارة والجسم الأسطواني على استقامة واحدة أي على محور واحد .. ويسمي هذا الوضع بوضع عدم التصريف.

يمكن ضبط ميل الجسم الأسطواني المتأرجح بالزاوية المطلوبة (a) بغرض التحكم في معدل الضخ بمضخات أخري مماثلة تسمي بالمضخات الانضباطية.

تصميمات المضخة الترددية ذات الأسطوانات القابلة للإمالة :

Designs of Bent axis pumps

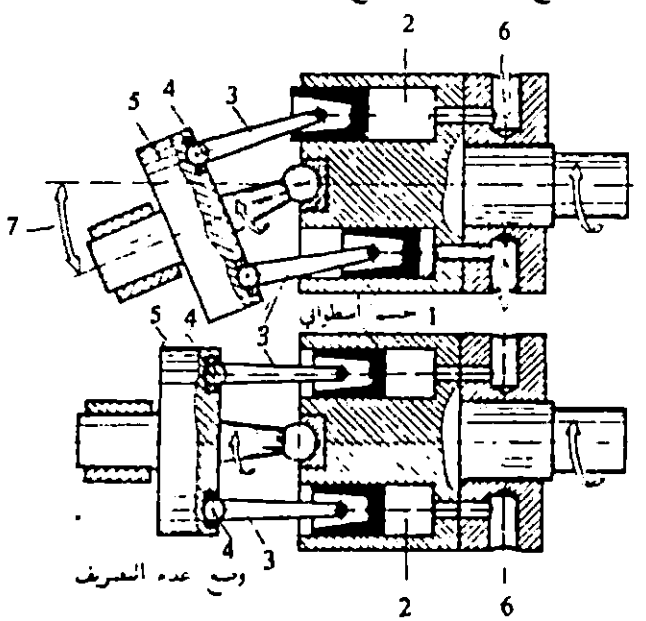
صممت المضخة الترددية ذات الاسطوانات القابلة للإمالة بشكلين أساسيين هما:-

الشكل الأول للمضخة : The first figure of the pump

هو عبارة عن جسم اسطواني متأرجح يحتوي على أسطوانات تشغيل متوازية ، تتصل الكباسات بأسطوانات التشغيل عن طريق مفاصل كروية متصلة بقرص الإدارة كما هو موضح بالشكل السابق.

الشكل الثاني للمضخة : The second figure of the pump

هو عبارة عن جسم أسطواني مثبت بشكل أفقي يحتوي على أسطوانات تشغيل متوازية ، تتصل الكباسات بأسطوانات التشغيل عن طريق مفاصل كروية متصلة بقرص الإدارة المتأرجح كما هو موضح بشكل 9 – 27 .



شكل 9 – 27

تصميم آخر للمضخة الترددية ذات الأسطوانات القابلة للإمالة

1- جسم أسطواني مثبت بشكل أفقي يحتوي على أسطوانات التشغيل.
2- أسطوانات التشغيل.
3- الكباسات.
4- مفاصل كروية.
5- قرص الإدارة المتأرجح.
6- توصيلات السحب والضغط.
7- حركة ضبط قرص الإدارة المتأرجح.

يستخلص مما سبق أنه يمكن أن يكون الجسم الاسطواني الذي يحتوي على أسطوانات التشغيل هو المتأرجح ، بينما يكون قرص الإدارة بوضع أفقي ثابت أو العكس ، حيث يكون الجسم الاسطواني الذي يحتوي على أسطوانات التشغيل بوضع أفقي ثابت ، بينما يكون قرص الإدارة هو المتأرجح.

الغرض من إمالة الجسم الاسطواني الذي يحتوي على اسطوانات التشغيل ، أو إمالة القرص الدوار في كلا التصميمين السابقين هو التحكم في معدل التصريف.

التجهيزات الهيدروليكية

The Hydraulic Arrangements

تتكون التجهيزات الهيدروليكية بصفة عامة من الأجزاء التالية :-

1- خزان للزيت.
2- مضخة لضخ الزيت.
3- لوازم للتحكم والسيطرة على ضغط وحجم الزيت مثل الصمامات والمنظمات.
4- صمامات توزيع لتشغيل الدورة.
5- مكابس وأسطوانات للحركات لمستقيمة ، ومحركات هيدروليكية للحركات الدائرية.
6- أنابيب توصيل لربط جميع أجزاء عناصر الدورة.

نظم التجهيزات الهيدروليكية :

Systems of Hydraulic Accouterment

لم يكن التوصل إلى عمليات الإنتاج الحديثة والتشغيل التلقائي (الأوتوماتي) ممكناً دون الاستعانة بأحدي نظم التجهيزات الهيدروليكية.

توجد نظم مختلفة للتحكم بإدارة التجهيزات الهيدروليكية .. فيما يلي عرض النظم الأكثر إنتشاراً.

التحكم في إدارة التجهيزات الهيدروليكية باستخدام صمام خانق:

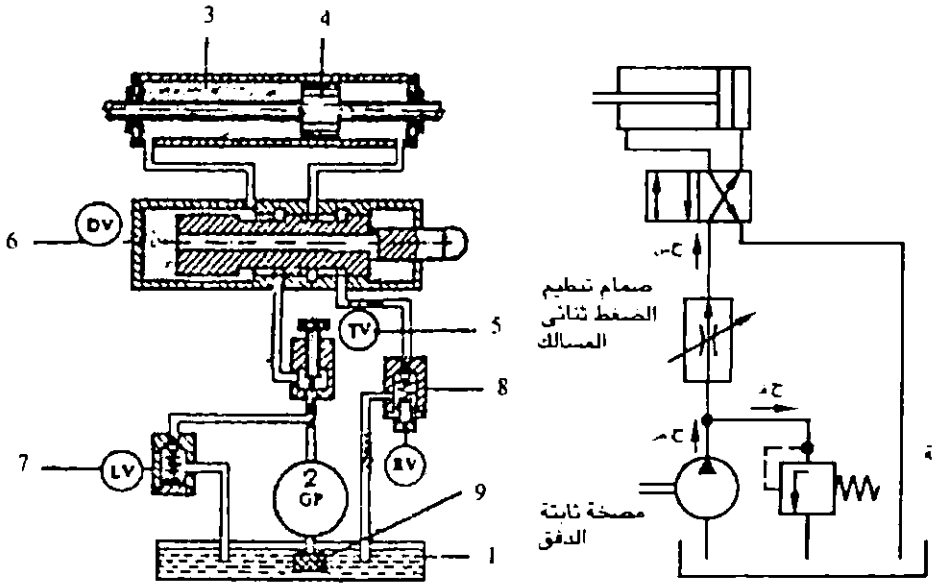
Controlling of hydraulic systems by using a throttle valve

شكل 9 – 28 يوضح رسم تخطيطي لدائرة مفتوحة للتحكم في إدارة تجهيزه هيدروليكية بإستخدام صمام خانق.

يسحب الزيت من الخزان 1 عن طريق المرشح 9 والمضخة الترسية 2 ليعود إليه بعد إتمام كل دورة تشغيل ، حيث يبرد الزيت العائد من خلال أجهزة التشغيل المختلفة.

يدفع الزيت بمثابة تيار زيتي من خلال صمام خانق 5 وصمام إتجاهي 6 (الصمام الذي يحدد مسار التيار الزيتي) إلى اسطوانة التشغيل 3 ، يتم تنظيم سرعة تشغيل المكبس 4 من خلال تيار الزيت عن طريق التحكم في الصمام الخانق 5.

يعود الزيت الزائد عن الحاجة من أمام الصمام الخانق إلى الخزان من خلال صمام تحديد الضغط 7 والصمام المقاوم 8 (الذي يعمل كصمام لا رجعي) . الهدف من ترتيبه عودة الزيت إلى الخزان هو تلافي الحركة الإرتجاجية.



(ب) (أ)

شكل 9 – 28

تجيزه هيدروليكية باستخدام صمام خانق

(أ) رسم تخطيطي لتجيزه هيدروليكية بصمام خانق .

(ب) لتجيزه هيدروليكية بصمام خانق .

1- خزان الزيت .. (خزان السائل الهيدروليكي).

2- مضخة تنظيم ترسية ذات تصريف ثابت .. GP.

3- أسطوانة تشغيل.

4- كباس اسطوانة التشغيل.

5- صمام خانق .. TV.

6- صمام إتجاهي ..DV.

7- صمام تحديد الضغط ..LV.

8- صمام مقاوم .. (يعمل كصمام لا رجعي) .. RV.

9- مرشح الزيت.

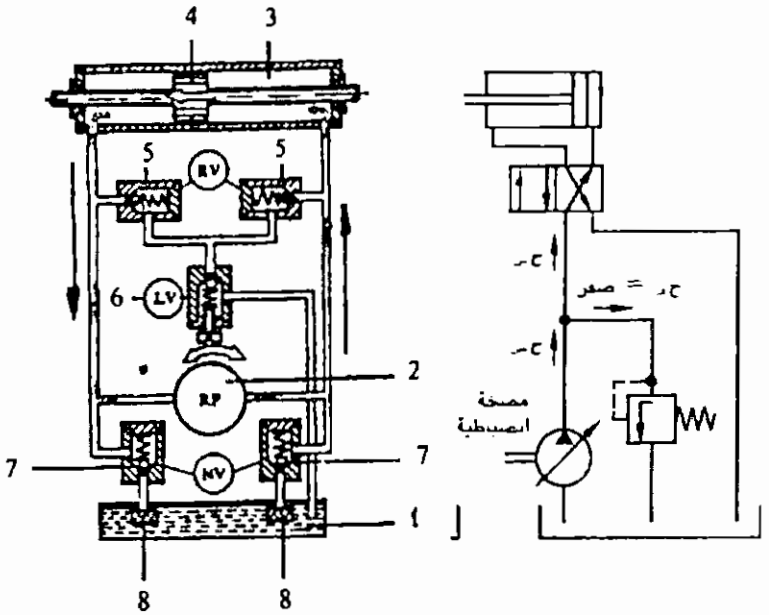
التحكم في إدارة التجهيزات الهيدروليكية باستخدام مضخة تنظيم :

Controlling of hydraulic systems by using regulation pump

شكل 9 – 29 يوضح رسم تخطيطي لدائرة زيت مغلقة للتحكم في إدارة تجهيز هيدروليكية باستخدام مضخة تنظيم .. (مضخة متغيرة التصريف).

يسحب كمية زيت من الخزان 1 عن طريق المرشح 8 ومضخة التنظيم 2 ، حيث لا تدفع المضخة للاسطوانة 3 سوي كمية الزيت اللازمة إلى سرعات محددة للكباس 4 . يتم تغيير حركة الكباس 4 بعكس اتجاه أداة المضخة 2 ، كما يقوم صمامي المقاومة 5 لكل من حركة الاتجاهين بتصريف الزيت الزائد عن الحاجة إلى صمام تحديد الضغط 6 لتخميد وهدوء حركة الكباس 4 ، كما يقوم صمام تحديد الضغط 6 بوقاية الدائرة من الضغط الزائد (المفرط) ، بتوجيه كمية الزيت الزائدة عن الحاجة إلى صمامي عدم الرجوع 7 المتصلين بالخزان ، حيث يوجه إلى المضخة لتشغيله لدورة أخرى ..... وهكذا.

يعمل هذا النظام بدائرة زيت مغلقة حيث يوجه الزيت العائد إلى المضخة لإعادة استخدامه في دورة أخرى ..... وهكذا.



(ب) (أ)

شكل 9 – 29

تجهيز هيدروليكية باستخدام مضخة تنظيم ذات أداء قابل للتغير

(أ) رسم تخطيطي لتجيزه هيدروليكية بمضخة تنظيم.

(ب) لتجيزه هيدروليكية بمضخة تنظيم.

1. خزان الزيت .. (خزان السائل الهيدروليكي).
2. مضخة تنظيم متغيرة التصريف.. RP.
3. أسطوانة تشغيل.
4. كباس اسطوانة التشغيل.
5. صمام مقاوم .. RV.
6. صمام تحديد الضغط ..LV.
7. صمام عدم الرجوع .. NV.
8. مرشح الزيت.

دوائر الزيت المفتوحة والمغلقة :

تعرف دوائر الزيت المفتوحة والمغلقة بأنها وسيلة تكنولوجية لربط المعدات بوسائل التحكم الكهرومغناطيسية أو الهيدروليكية أو النيوماتية .. (الهيدروليكية هي تجهيزات تعمل بالزيوت المضغوطة ، أما النيوماتية هي تجهيزات تعمل بالهو المضغوط) ، لكي تؤدي أي ماكينة (مخرطة ــ فريزة ــ منقاب ــ ماكينة تجليخ ــ ماكينة لحام ..... وغيرها . عمليات التشغيل عن طريق الحركات المختلفة .

تستخدم منظومات التحكم الهيدروليكية أو النيوماتية في عدة الآلات والماكينات الإنتاجية ، حيث تشتمل العديد من الصناعات إبتداء من عمليات اللحام وصناعة الأثاث إلى عمليات التشغيل المختلفة مثل الخراطة ــ التفريز ــ القشط ــ الثقب ..... إلخ ، وكذلك عمليات مراجعة الأبعاد للمشغولات من حين لأخر أثناء التشغيل.

تحتوي أي ماكينة على مجموعات إدارة رئيسية ومجموعة أخرى مثل .. التغذية ــ إدارة وصلات التثبيت والقمط ــ تحريك العربة ــ التبريد ــ التزييت ــ التغذية المنتظمة .... وغيرها من العمليات.

وقد لاقت مجموعات الإدارة الهيدروليكية إستخداماً واسعاً في ماكينات قطع المعادن الحديثة ، لأنها تمكن من التحكم السلس اللا تدريجي للسرعات في مدى واسع ، كما تمكن من عكس الحركة بهدوء دون حدوث أي ضجيج أو خبطات .. في حالة الماكينات التي تعمل للأماموالخلف مثل ماكينات التجليخ والقشط.

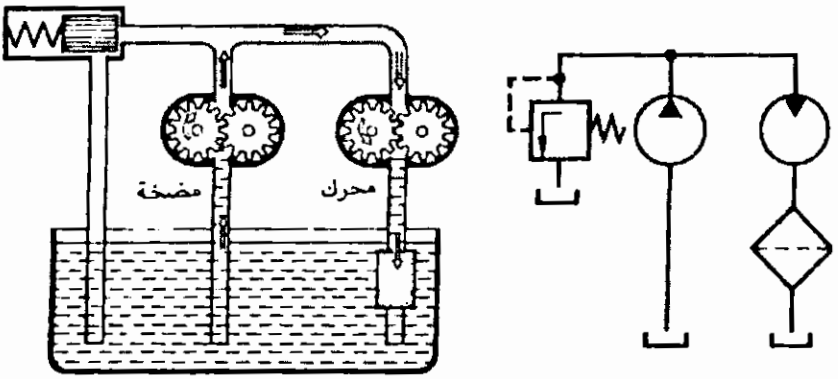
وتيار الزيت الدائر في المجموعات الهيدروليكية .. أما أن يكون تياراً مغلقاً أو تياراً مفتوحاً . فيما يلي عرض كل منهما على حدة.

دوائر الزيت المفتوحة :

في دوائر الزيت المفتوحة الموضحة بشكل 9 – 30 يذهب الزيت بعد أن يقوم بوظيفته من الأسطوانة الهيدروليكية إلى الخزان ، حيث يسحب الزيت عن طريق

المضخات ويبرد كما يتخلص من الشوائب التي قد تعلق به . يتميز هذا النظام بالبساطة ، كما يبرد الزيت بشكل أفضل

تعمل معظم التجهيزات الهيدروليكية بنظام دائرة الزيت المفتوحـــة ، حيث لا يتعتق الزيت أو يرتفع درجة حرارته.



(ب) (أ)

شكل 9 – 30

دائرة زيت مفتوحة

(أ) رسم تخطيطي لدائرة زيت مفتوحة.

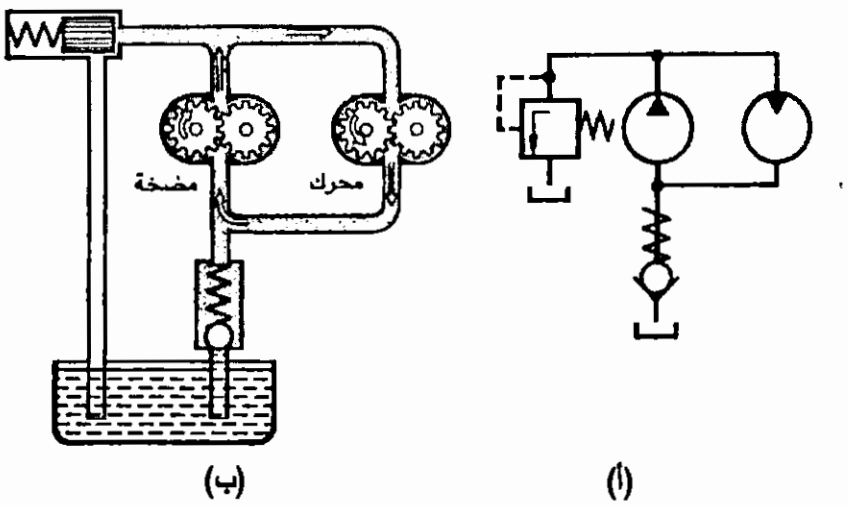
(ب) دائرة زيت مفتوحة.

دوائر الزيت المغلقة :

يتطلب نظام دائرة الزيت لمغلقة الموضحة بشكل 9 – 31 حيزاً صغيراً كما هو الحال بالمركبات مثلا ، ومن ثم فإنه يجب تصغير سعة الخزان ما أمكن.

ينساب الزيت في هذا النظام ماراً عبر التجهيزة الهيدروليكية مراراً ولا يعود إلى الخزان ، وينحصر وظيفته في تعويض الزيت المتسرب من الدائرة ، يؤدي ذلك إلى إجهاد وإرتفاع درجة حرارة الزيت بصورة متزايدة بالمقارنة بنظام الدائرة المفتوحة.

تستخدم دائرة الزيت المغلقة بصورة رئيسية في مجموعات نقل الحركة الهيدروليكية ، كما تصلح لعمليات الشغل التي تتطلب تحويل إتجاه الحركة بسرعة باستخدام مضخة إنضباطية أو محرك هيدروليكي إنضباطي . يمكن تعويض الزيت المتسرب بواسطة مضخة تغذية خاصة إذا تعذر سحبه من الخزان عن طريق المضخة الأساسية ، ويجب إذا تطلب الأمر تبريد زيت الدائرة المغلقة في مبرد زيت.



شكل 9 – 31

دائرة زيت مغلقة

(أ) رسم تخطيطي لدائرة زيت مغلقة.

(ب) دائرة زيت مغلقة.

مجال استخدام الهيدروليات

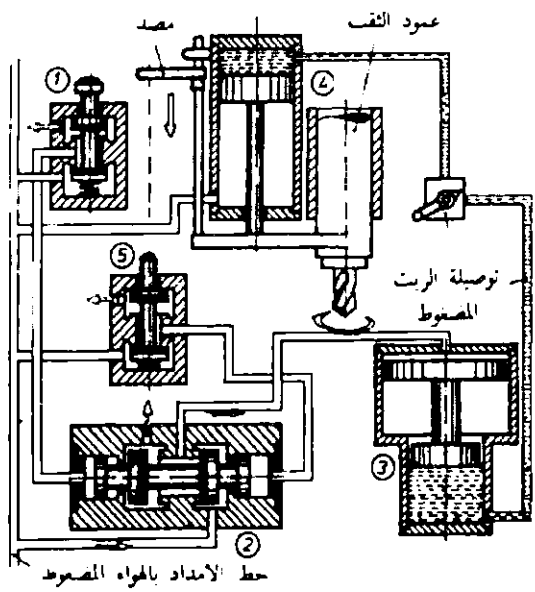
يخزن الزيت عند تحركه طاقة معينة يستفاد بها في التحكم الدقيق في الحركات الدورانية ، أو المستقيمة ، أو المستقيمة المترددة .. بالأجهزة والآلات والماكينات المختلفة.

فيما يلي عرض لبعض الأجهزة والآلات التي تحتوي على تجهيزات هيدروليكية.

التحكم في التغذية بالهواء المضغوط والسوائل الهيدروليكية :

يجرى التحكم في التغذية بواسطة الهواء المضغوط والسوائل الهيدروليكية في ماكينة ثقب على سبيل المثال كما هو موضح بشكل 9 – 32.

عند فتح الصمام الإتجاهي 1 يزاح صمام التحكم 2 بواسطة ضغط الهواء إلى اليمين ، حيث يقوم بتوصيل الهواء إلى محول الضغط 3 ليقوم الكباس الصغير لهذا الحول بدفع الزيت خلال صمام خانق إلى أسطوانة التغذية 4 لماكينة الثقب ، ويقوم الثاقب (البنطة) بالقطع في قطعة التشغيل حتى يصل إلى العمق المضبوطة عليه الماكينة والمطلوب للثقب ، ليضغط المصد على الصمام الإتجاهي 5 وبذلك يزاح صمام التحكم 2 إلى جهة اليسار ، عندئذ يندفع الهواء خارجاً إلى غرفة الهواء المضغوط بالأسطوانة 3 ، وتقوم الوسادة الهوائية الموجودة بإستمرار أسفل كباس الأسطوانة التغذية بإزاحة عمود الثقب ليرتفع إلى أعلى ودافعاً الزيت الهيدروليكي ليعود ثانياً للأسطوانة 3.



شكل 9 – 32

التحكم في التغذية بواسطة الهواء المضغوط والسوائل الهيدروليكية في ماكينة ثقب

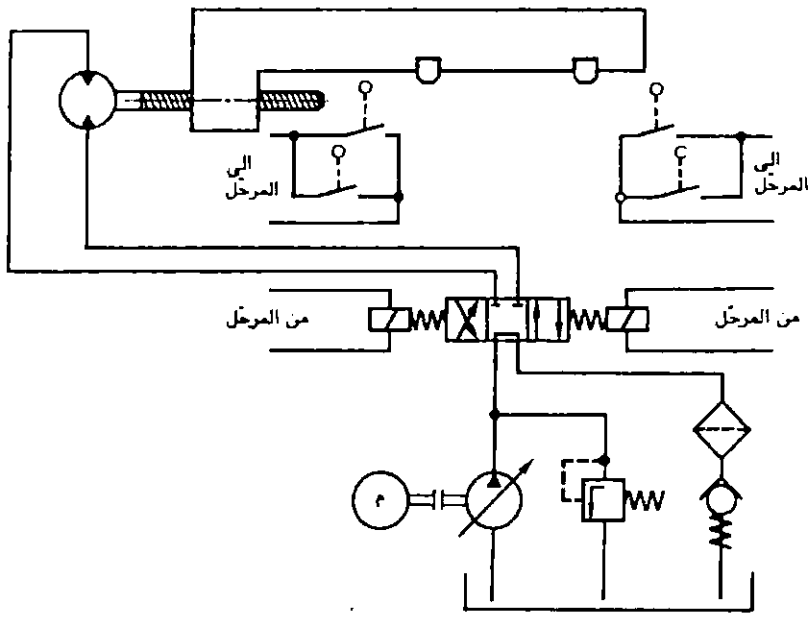
حركة فرش ماكينات التشغيل :

للحصول على سرعات تغذية صغيرة وأوضاع صحيحة لفرش ماكينات تلقائية التشغيل ، تستخدم تغذية كهروميكانيكية أو هيدروميكانيكية.

تحتوي التجهيزة الهيدروميكانيكية الموضحة بشكل 9 - 33 على محرك هيدروليكي يقوم بحركة فرش الماكينة عن طريق عمود إدارة ملولب (مقلوظ) ، بحيث يمكن إيقافه بسرعة ودقة.

يتحكم صمام تحويل كهرومغناطيسي في المحرك الهيدروليكي ، ففي الوضع الابتدائي (وضع الصفر) للصمام تكون جميع مداخله مغلقة والمحرك الهيدروليكي سالكناً . وعند إغلاق الدائرة الكهربائية الخاصة بالمغناطيس الكهربائي الأيمن ، يثار الأخير ويجذب صمام التحويل إلى وضع التدفق الأول ، حينئذ يندفع الزيت إلى المحرك الهيدروليكي ، الذي يعمل على حركة فرش الماكينة عن طريق عمود الإدارة الملولب . فإذا تعدى الفرش المصد الحدي الأيسر زالت الإثارة عند المغناطيس الكهربائي الأيمن ، في حين يثار المغناطيس الكهربائي الأيسر ليجذب صمام التحويل إلى وضع التدفق الآخر ، حيث يتحرك الفرش في الإتجاه العكسي.

في ماكينات التشغيل ذات التحكم الرقمي المزودة بتجهيزات هيدروميكانيكية لتحرك الفرش ، يركب أمام المحرك الهيدروليكي صمام تدفق قابل للتحكم عن بعد ، بحيث يمكن بواسطته عند حركة الفرش إلى أي وضع .. تنظيم تدفق الزيت المندفع إلى المحرك الهيدروليكي تدريجياً ، ثم إيقاف المحرك الهيدروليكي عند بلوغ الوضع المطلوب.



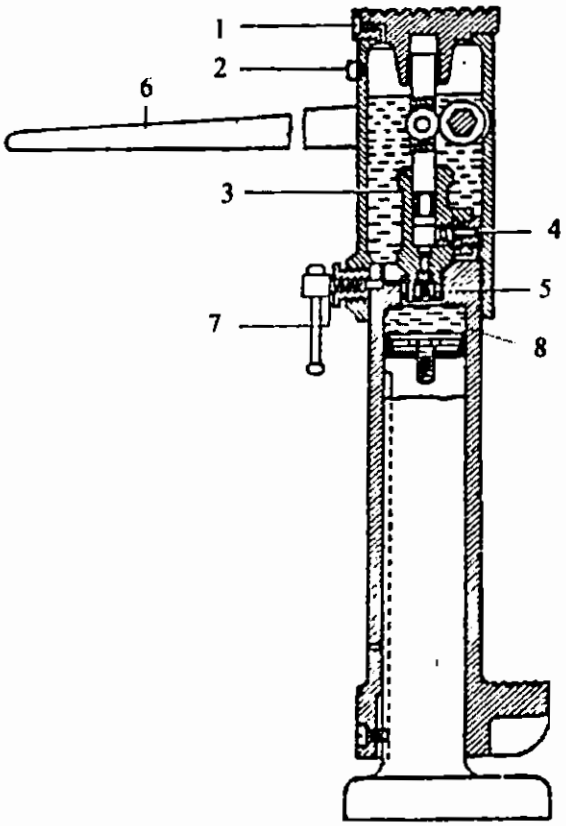
شكل 9 – 33

تجهيزة هيدروميكانيكية لحركة الفرش

رافع السيارة الهيدروليكي : Hydraulic jack

يوضح شكل 9 – 34 رسم تخطيطي لرافع سيارة هيدروليكي ، حيث تستخدم الزيوت الخاصة به لنقل الحركة .. (الرفع السيارة).

يتكون رافع السيارة الهيدروليكي من الأجزاء التالية :-



شكل 9 – 34

رافع سيارة هيدروليكي

1. صمام تنفيس .. (لإزالة الفقاعات الهوائية).
2. مسمار قلاووظ لفتحة ملئ خزان الرافع.
3. مضخة .. (أسطوانة وكباس).
4. صمام ضغط.
5. صمام سحب.
6. رافعة يدوية .. (لحركة الكباس داخل الاسطوانة).
7. مقبض ملولب لخفض الرافع.
8. خزان الزيت.

عند استخدام الرافع (لرفع سيارة) يحرك المقبض 6 يدوياً حركة ترددية (إلى أعلى وإلى أسفل) ، حيث يتم سحب الزيت الهيدروليكي من الخزان 8 عند رفع المقبض 6 إلى أعلى ، ليتحرك الكباس داخل الاسطوانة إلى أعلى في مشوار السحب ليفتح صمام السحب 5 ، وعند خفض المقبض 6 إلى أسفل يتحرك الكباس داخل الاسطوانة إلى أسفل في مشوار الضغط ليفتح صمام الضغط 4 ليضغط الزيت داخل الاسطوانة العليا ، ويرتفع الجزء العلوي المتحرك إلى أعلى.

تخفض السيارة إلى أسفل عن طريق حركة المقبض الملولب 7 لينساب الزيت إلى أسفل .. (إلى لخزان 8) ، حيث تتم حركة رفع وخفض الرافع هيدروليكياً.

المكبس الهيدروليكي : Hydraulic Press

تستخدم المكابس الهيدروليكية بتوليد القوى والضغوط العالية ، وتتميز بسرعتها للضغط . توجد المكابس الهيدروليكية بنظامين أساسيين هما :-

1. مكابس هيدروليكية مفردة التأثير:

تقتصر الحركة في هذه المكابس على الصادم فقط.

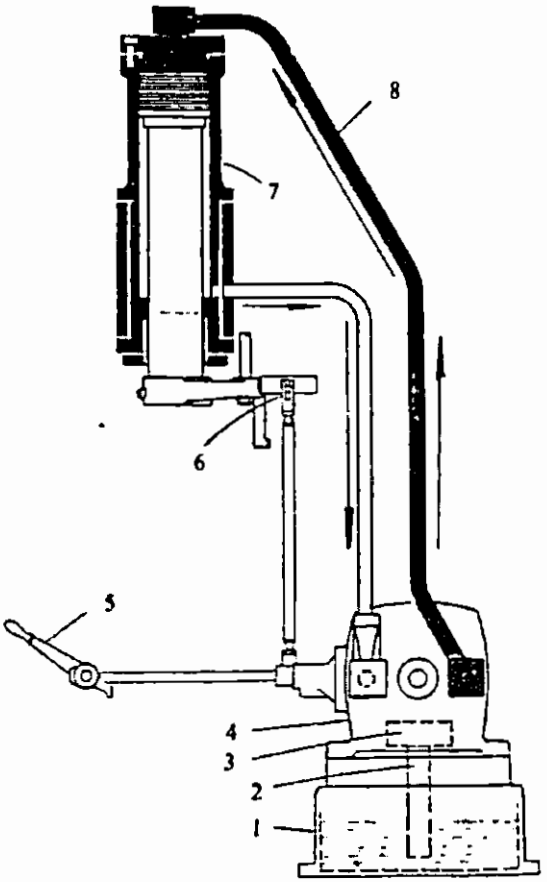
2. مكابس هيدروليكية مزدوجة التأثير:

الحركة في هذه المكابس من جهتين (من أعلى ومن أسفل) ، من الصادم ومن ماسك الغفل ، حيث يتحرك كل منهما حركة مستقلة عن الآخر.

فيما يلي عرض المكبس الهيدروليكي مفرد التأثير ، حيث يعتبر من أكثر أنواع المكابس الهيدروليكية إستخداماً.

المكبس الهيدروليكي مفرد التأثير : Effective single hydraulic press

شكل 9 – 35 يوضح تجهيزة هيدروليكية بمكبس ، حيث تتحول طاقة السائل الهيدروليكي المتحرك إلى طاقة ضغط.



شكل 9 – 35

مكبس هيدروليكي مفرد التأثير

1- خزان السائل الهيدروليكي.

2- ماسورة التعويض.

3- صمام.

4- مضخة.

5- مقبض للتحكم اليدوي.

6- تحديد المسافة.

7- أسطوانة التشغيل.

8- السائل الهيدروليكي المضغوط أثناء تشغيل المكبس.

يحرك المقبض 5 حركة ترددية إلى أعلى وإلى أسفل عند استخدام المكبس ، حيث يسحب السائل الهيدروليكي من الخزان 1 عن طريق الصمام 3 الذي يدفعه إلى المضخة 4 ، حيث يضخ السائل بضغط إلى الاسطوانة 7 ليتحرك الكباس المتصل بالصادم إلى أسفل ليضغط على الجزء المطلوب ضغطه.

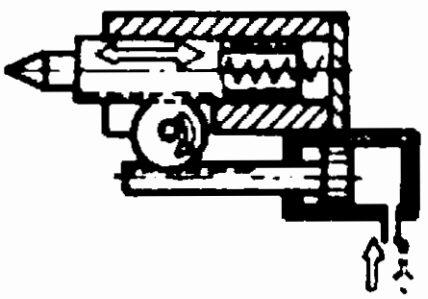
يمكن خفض ضغط المكبس عن طريق فتح الصمام 3 الذي يسمح بانسياب السائل الهيدروليكي إلى أسفل أي إلى الخزان 1.

استخدام الهيدروليات في التحكم الدقيق في الحركات الميكانيكية :

كما تستخدم الهيدروليات في التحكم الدقيق في الحركات الميكانيكية بالآلات المختلفة .. فيما يلي عرض لبعض أجزاء الآلات الميكانيكية ذات التحكم الهيدروليكي.

استخدام الهيدروليات في التحكم الدقيق بالمخارط :

تستخدم الهيدروليات في التحكم الدقيق بالمخارط ذات الأحجام الكبيرة لتحرك عمود الرأس المتحرك (الغراب المتحرك) كما هو موضح بشكل 9 – 36 عن طريق الكباس الذي ينتهي بجريدة مسننة وترس.



شكل 9 – 36

تحرك عمود الرأس المتحرك بمخرطة

استخدام الهيدروليات للتحكم الدقيق في طاولة ماكينة تشغيل :

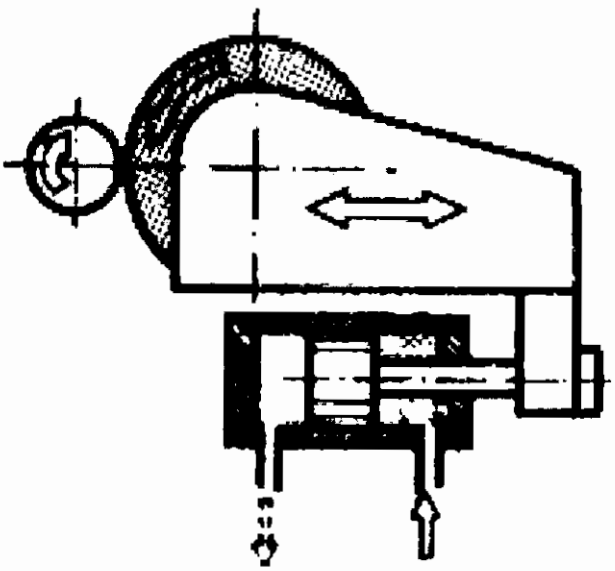
تستخدم الهيدروليات للتحكم الدقيق في طاولات ماكينات التشغيل كما هو موضح بشكل 9 – 37.

شكل 9 – 37

التحكم الدقيق في طاولة ماكينة تشغيل

استخدام الهيدروليات في التحكم الدقيق بماكينات التجليخ :

تستخدم الهيدروليات في التحكم بحركة التغذية الدقيقة بماكينات تجليخ كما هو موضح بشكل 9 – 38.

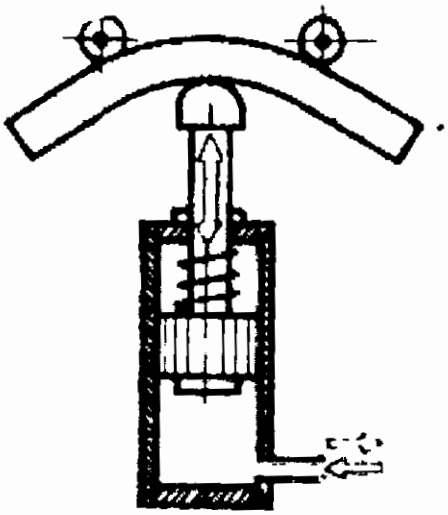


شكل 9 – 38

حركة تغذية بماكينة تجليخ

استخدام الهيدروليات في نقل القوى :

تستخدم الهيدروليات في نقل القوى بضغط مرتفع جداً كما هو موضح بشكل 9 – 39.

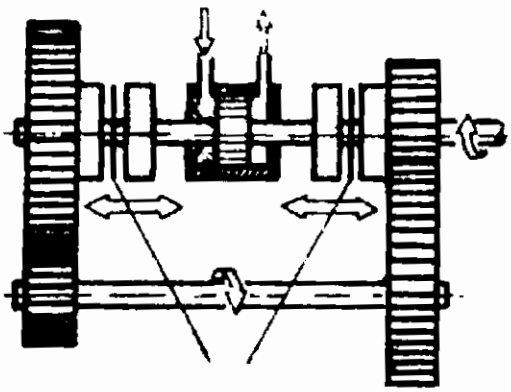


شكل9 – 39

نقل القوى بضغط مرتفع جداً

استخدام الهيدروليات في التحكم بسرعات الدوران :

تستخدم الهيدروليات في التحكم في سرعات الدوران بتعشيق التروس ذات القوابض لتغيير السرعة كما هو موضح بشكل 9 – 40.

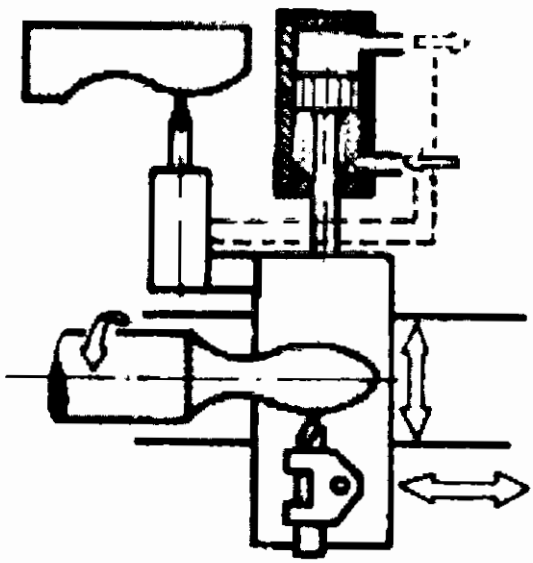


شكل 9 – 40

التحكم في تعشيق التروس ذات القوابض

استخدام الهيدروليات بالمخرط الناسخة :

تستخدم الهيدروليات في التحكم الدقيق في حركة الراسمات بالمخارط الناسخة كما هو موضح بشكل 9 – 41 ، كما تستخدم الهيدروليات أيضاً للحصول على الحركات الدقيقة بالمنزلقات المختلفة بالآلات ذات التحكم الرقمي.



شكل 9 – 41

التحكم الدقيق في حركة الراسمات بمخرطة ناسخة