اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

معدات ومنظومات هايدروليكية

مقدمه

الهيدروليكية لها أثر قديم بالنسبة للإنسان الأول ولم تكن هناك مصادر للقدرة الهيدروليكية سوى المياه والرياح وهما المصدران اللذان اثارا انتباه الانسان لتذليل قوى الطبيعة من حوله وتعتبر الجنائن البابلية المعلقة أول تفكير جدي من الانسان القديم في الأزمنة المبكرة باستغلال الهيدروليك في حياته اليومية.

يُدرّس علم السوائل ويُطبّق في مجالين من مجالات التخصص الهندسية: الهندسة المدنية والهندسة الميكانيكية. ويستخدم المهندسون المدنيون مبادئ علم السوائل أساساً لدراسة انسياب المياه في الأنابيب المفتوحة أو الممتلئة جزئياً، كما يقومون بتصميم الجسور والسدود للتحكم في فيضان الأنهار والقنوات وشبكات الري والصرف، كما يصممون شبكات إمداد المدن بالمياه.

ويوجه المختصون اهتماماً أكثر لانسياب السوائل في الأنابيب الممتلئة تحت ضغط، كما يستخدمون مبادئ علم السوائل لتصميم آلات هيدروليكية، مثل التوربينات والمكابح، وأجهزة قيادة السيارات ووحدات التحكم للمعدات وكذلك أجهزة التشييد.

وتعمل معدات وآليات السوائل بضغط الماء أو بضغط أي سائل آخر، بينما تسير بعضها، بقوة سائل متحرك. كما يمكنها تحويل الطاقة الكامنة للسائل إلى شغل يمكن استخدامه في مسير المعدات أو في انجاز أي عمل آخر. كما يوجد نوع من آلات السوائل تسمى المكابس الهيدروليكية تعمل على زيادة ونقل القوة بوساطة سائل من كباس إلى كباس آخر أكبر منه. وتستخدم المكابس الهيدروليكية في الصناعة لرفع الأحمال الثقيلة وللتمكن من الاحاطة بعلم الهيدروليك لابد من الاطلاع على العلاقات الفيزيائية التالية كظواهر مستقلة او علاقتها البينية وهي:

1. الضغط والقوى Pressure and Force
2. قانون باسكال Pascal's Low
3. الطاقة، الشغل والقدرة Work ،Energy and Power
4. طاقة الحركة Kinetic Energy
5. الطاقة الحرارية والاحتكاك Heat Energy and Friction

المائع (Fluid) :

هو الجسم الذي يمكن أن يتغير شكله ويحصل فيه انحراف (Deforms) بأقل قدر من قوى القص (Shear Force) ، ويستمر بالانحراف ما دام هناك قوى قص مسلطة عليه. وللمائع مميزات منها :

(1) قابلية لنقل الضغط الواقع عليه إلى جميع نقاطه وفي جميع الاتجاهات بالتساوي

(2) يقبل الانضغاطة

(3) لا يتحمل الشد (Tension) إلا بقدر محدود أو قليل جداً .

صفات الموائع :

إن المائع إما يكون سائلاً (Liquid) أو غازاً (Gas) ، أن جزيئات المادة في الحالة السائلة هي متقاربة من بعضها البعض وتنزلق فوق بعضها البعض بسهولة ، أما جزيئات الغاز فهي متباعدة عن بعضها البعض وهذا يجعلها أخف من جزيئات المادة في حالتها السائلة وكذلك في الحالة الصلبة ، كما أن جزيئات الغاز تتحرك بسرعة كبيرة في مسافات محدودة الفاصلة بينها وترتطم بعضها ببعض ، يزداد نشاط حركة جزيئات الغاز مع ارتفاع درجة حرارة الغاز مسبباً زيادة في ارتطام جزيئات وبالتالي زيادة

اللزوجة ، على العكس مما في جزيئات السائل فأن ارتفاع درجة الحرارة يعمل على تقليل اللزوجة بسبب انخفاض تماسك الجزيئات . أن جزيئات السائل متقاربة لهذا فأن كثافتها قليلة التأثر بارتفاع درجة الحرارة على عكس الغازات التي تمتد بارتفاع درجة الحرارة نتيجة لزيادة النشاط الحراري للجزيئات فتقل كثافتها.

خصائص الجريان (Flow Characteristics)

يطلق مصطلح خصائص الجريان في الموائع على الكميات التي قد تتغير فيه من نقطة إلى أخرى أو من حين لأخر، وتشمل على:

1- السرعة (Velocity) :

وهي كمية متجهة (Vector) أي أن لها مقدار واتجاه لا يمكن تحديدهما إلا بكليهما ، وتعرف السرعة بأنها معدل الانزياح (Displacement) بالنسبة للزمن ويرمز له (V) وتقاس (m/s) :

$V = ds / dt$

وقد يتحرك جسيم (Particle) من المائع باتجاه متغير أي على منحني فتكون السرعة متغيرة بغض النظر عن كون مقدارها ثابتاً أو متغيراً، كما ويمكن أن تتغير السرعة بتغير مقدارها مع بقاء الاتجاه ثابتا وكذلك يمكن أن تتغير السرعة بتغير كلاهما .

2- الضغط (Pressure) :

يطلق الضغط على القوة مقسومة على وحدة المساحة ، أي أن أبعاده (قوة / مساحة) ويرمز له (P) ووحدتها (Psi , Bar , Kpa , N/cm2) ، ويوجد الضغط في جميع نقاط المائع الواقع تحت الضغط سواء كان المائع في حالة حركة أو سكون ، والضغط كمية غير متجه وذلك لوقوعه في جميع الجهات على نقطة في المائع .

$P = F/A$

1 Bar = 98.08 Kpa = 100 Kpa = N/cm^2

1 Bar = 1.02 Kgf/cm^2 = 14.5 Psi

1 Psi= 0.07 Kgf/cm^2 = 0.689 N/cm^2

1 Psi = 0.068 Bar = 6.89 Kpa

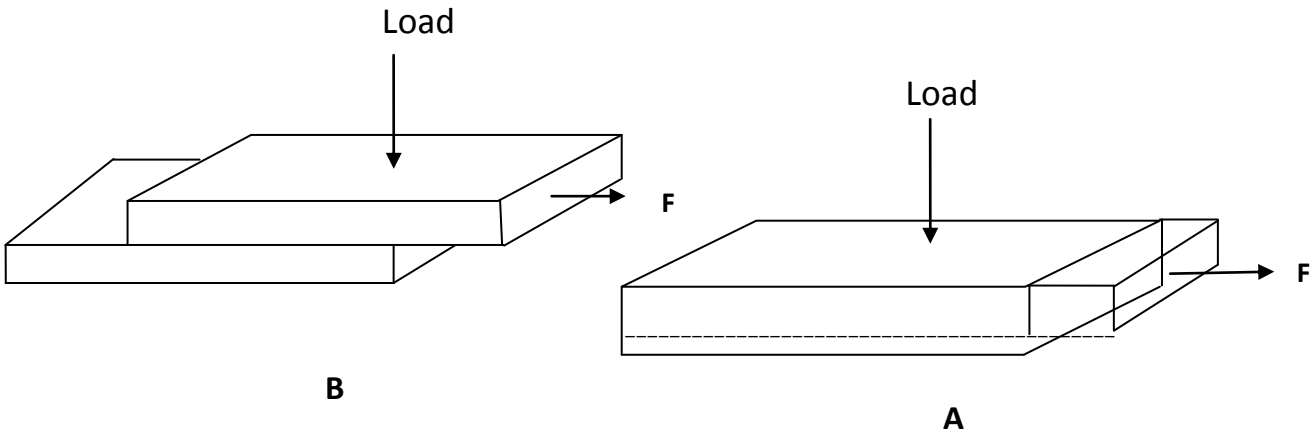
1 Kgf/cm^2 = 14.22 Psi = 0.98 Bar = 98.07Kpa

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

3- القص (Shear) :

هو الإجهاد (Stress) الناتج عن قوة تسبب انزلاق جزء من المائع بالنسبة لجزء أخر منه باتجاه موازٍ لسطح تماسهما ، ويرمز له (τ) (tau) ، والقص كمية متجه أي له مقدار واتجاه خلافا للضغط الذي هو كمية غير متجهة ، والقص يحسب مثل الضغط (قوة / مساحة) (N / cm^2) :

$$\tau = F/A = N/M^2$$



4-التصريف (Discharge) :

وهو كمية المائع الجاري في وحدة الزمن عبر مقطع في مجرى ، ويقاس التصريف في الموائع المضغطة مثل الهواء والغازات (قوة / المساحة) ويقاس (N/s) ، أما في السوائل فيقاس التصريف (L^3/t) ووحدته (m^3/s) والتصريف كمية غير متجهة .

5- القوة (Force) :

وهو كل ما ينتج أو يحاول أن ينتج أو يقف أو يغير الحركة ، والقوة من خصائص الجريان التي قد تتغير زمانا أو مكانا ، والقوة كمية متجهة ويرمز له (F) ويقاس بالنيوتن (N) أو بالداين (D) .

6- الزمن (Time) :

ويمثل المدة بين لحظتين ويرمز له (t) وهو كمية متجه ووحداته الأساسية هي الثانية (s) .

7- التعجيل (Acceleration) :

ويمثل معدل التغير في السرعة ضمن وحدة الزمن ، وهو كمية متجهة ووحداته (m/s^2) ويرمز له (a).

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

• خواص الموائع (Fluid Properties) :

يطلق مصطلح الخواص على الصفات الثابتة في الموائع أي التي لا تتغير في الأحوال الاعتيادية من نقطة إلى أخرى ومن حين إلى أخر ومنها :

1 -الكثافة الكتلية (Mass Density) :

وهي كتلة وحدة الحجوم (M/V) ، ويرمز لها (ρ) (Rho) ووحدتها (Kg/m3) ، والكثافة الكتلية لا تتأثر بتغير النظام ألجاذبي وتبقى ثابتة في حال ثبوت درجة الحرارة والضغط .

2 -الكثافة الثقيلة (Weight Density)

وتمثل ثقل وحدة الحجوم (W/V) أي قوة جذب الأرضي (W) علة وحدة الحجم (V) ، ويرمز له (ý) (Gamma) ووحداتها (N/m3) ، وهي تتغير بتغير النظام ألجاذبي (الجاذبية) ويمكن التعبير عن العلاقة بين الكثافتين الكتلية والثقلية بالاتي :

$$ý = ρ . g$$

3 -الكثافة النسبية (Relative Density) :

هي النسبة بين كثافة المادة وكثافة مادة قياسية معينة بدرجة حرارة وضغط معينين ، ويرمز لها (r) ، والمادة القياسية المستخدمة هي الماء بحرارة (40 مْ) إذ يبلغ كثافته العظمى (1000 Kg/m^3) تحت الضغط الجوي الاعتيادي .

4- الحجم النوعي (Specific Volume) :

وهو مقلوب الكثافة الكتلية (V/m) ، ووحدة قياسه هي (m^3/Kg) ، ويرمز له (V) .

5- الانضغاطة والمرونة (Compressibility & Elasticity) :

الانضغاطة: هي قابلية حجم المائع للتغير بتأثير القوى الخارجية الواقعة عليه أو هو مقياس التغير في الحجم لكتلة ثابتة عندما تتعرض إلى ضغط معين ، وتقاس بمعامل المرونه الحجمي (E) ويقاس (N/m^2) أو (KN/m^2) ، ويعرف معامل المرونة بأنه مقدار تغير الضغط (dp) الذي يرافق تغيراً في الحجم مقداره (dV) :

$$E = - dP / (dV/V)$$

العلامة السالبة في المعادلة أعلاه تدل على أن زيادة الضغط يرافقها نقص في الحجم . أما في الانضغاطة فهناك نقطتان يجب ملاحظتهما ، الأولى أن ارتفاع قيمة معامل المرونة يعني انخفاض الانضغاطة لأن ارتفاع قيمة المعامل يعني زيادة الضغط اللازم لخفض حجم المادة ، والثانية هي أن زيادة ضغط المائع يرافقها انخفاض الانضغاطة أي ارتفاع معامل المرونة ، والسبب يعود إلى ازدياد اقتراب وتراص جزيئاته في السوائل وتزاحمها وازدياد ارتطام بعضها ببعض وتكون هذه الحالة أكثر وضوحا في الغازات .

6- اللزوجة (Viscosity) :

وتمثل مقاومة المائع لتحريف القص أو التشوه الزاوي وتقاس بمعامل اللزوجة الدينامية أو اللزوجة المطلقة ويرمز لها (μ) (Mu) وتقاس ($N.s/m^2$) وتكافئ (باسكال. ثانية) أو تسمى (Poise) بويز أو ستوك. ولا يمكن قياس خاصية اللزوجة في المائع إلا عندما يكون في حالة حركة ، وهذا خلافا لخاصيتي الكثافة الكتلية والثقيلة اللتين يقاسان في حالة السكون . وبما أنه لا يمكن قياس خاصية اللزوجة في المائع إلا عندما يكون في حالة الحركة ، لذا لابد من المعرفة أنواع الجريان في المائع ، فجزيئات المائع أذا تحركت بحيث تنزلق جسيماته بعضها على بعض من دون تداخل في مسيرتها وكأنها في طبقات منفصلة عن بعضها البعض ويسمى هذا النوع بالجريان الاطباقي (Laminar Flow) ، وفيه تسيطر قوى اللزوجة على قوى القصور الذاتي (Inertia) وتمحو أثرها . أما إذا اضطربت جسيمات المائع أثناء الحركة بحيث تتداخل الجسيمات في مسيرتها بحيث تتكون وتختفي الدوامات (Eddies) وبأحجام مختلفة ، ويستمر كل ذلك والمائع يتحرك في مجراه العام ، وهنا يكون لقوة القصور الذاتي تأثير رئيسي على حركة المائع أكثر من تأثير قوى اللزوجة ويسمى هذا الجريان بالاضطرابي (Turbulent Flow) .

7- الشد السطحي (Surface Tension) :

وهو اثر قوة شد الظاهرية تبدو على سطح السائل لدى تحاده مع مائع أو جامد آخر نتيجة للأثر النسبي من خاصيتي التماسك (Cohesion) والذي هو انجذاب جزيئات السائل إلى بعضها البعض ، والتلاصق(Adhesion) والذي هو التجاذب بين جزيئات السائل وجزيئات سائل آخر . علماً بأن درجة

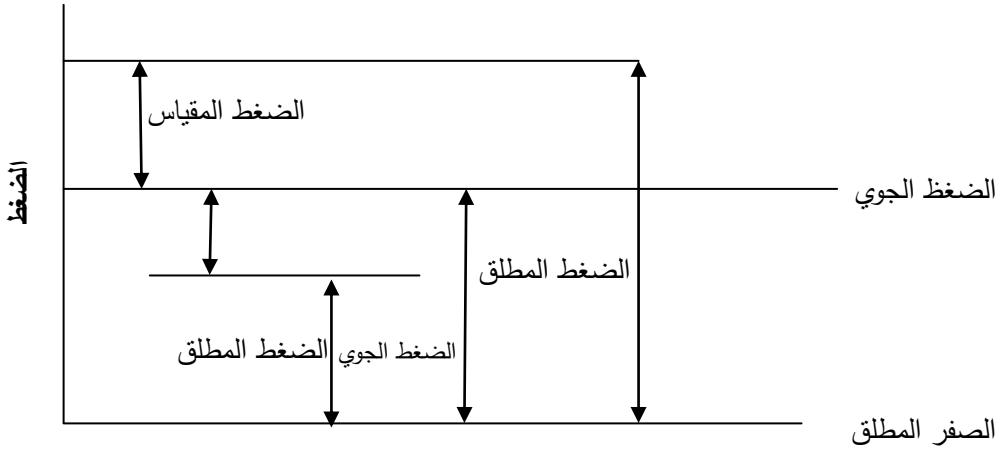
الحرارة تقلل من شدة الشد السطحي ، ويرمز للشد السطحي(δ) (Sigma) الذي يمثل قوة الشد السطحي على وحدة الطول من خط معامد لقوة الشد على سطح السائل . ويقاس الشد (N/m) .

8- ضغط البخار (Vapor Pressure) :

هو مقدار الضغط الذي يتحول عنده السائل إلى بخار ويعتمد مقداره على درجة الحرارة حيث تزداد بزياد ارتفاع درجة الحرارة ، وسببه الاهتزازات الحرارية الطبيعية التي تعمل على تحويله من الحالة السائلة إلى الغازية ، وهو من خواص السائل ويرمز له (Pv) ووحداته (N/m^2) أو باسكال (Pa) .

- **مناسيب قياس الضغط :**

الشكل أدناه يوضح العلاقة بين الضغط الجوي والضغط المطلق وضغط المقياس أو ما يسمى بالضغط النسبي أو الضغط ، ويعرف قياس الضغط بالضغط المطلق (Absolute Pressure) اذا تم بالنسبة إلى الصفر المطلق ، ويمثل ضغط المقياس مقدار زيادة الضغط على الضغط الجوي السائد أي أن المنسوب الذي يتخذ له ضغط الجوي كأساس الذي يعتبر مكافئاً للصفر، والمعروف أن المقياس (Gauge) الذي يقاس به ضغط إطار السيارة مثلاً يسجل صفراً قبل وصله بضغط الدولاب ، ولكن عند وصله بإلاطار فأن المقياس سيسجل قراءة الضغط داخل إلاطار، أما أذا وصل المقياس بوعاء ضغطه أقل من الضغط الجوي فأن المقياس سيسجل قراءة ضغط سالبة والذي يسمى بضغط الفراغ (Vacuum Pressure) وتكون قيمته سالبة نسبة إلى الضغط الجوي ، وعليه فيمكن كتابة العلاقات بين هذه الأنواع من الضغوط كالأتي :



اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

ضغط المقياس (النسبي) + الضغط الجوي = الضغط المطلق

ضغط الفراغ + الضغط المطلق = الضغط الجوي

ضغط الفراغ = ضغط المقياس (النسبي) السالب

قاعدة باسكال

(عملي)

اجهزة قياس الضغط

(عملي)

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

- ## مكونات المنظومات الهيدروليكية

يستخدم في المنظومة الهيدروليكية الزيت كوسط ناقل للطاقة والضغط ، والمضخة تستخدم لدفع هذا السائل في الأنابيب من مكان إلى آخر والمكائن الزراعية تستخدم المنظومة الهيدروليكية في كثير من أجزائها فجهازي التعليق والتوقف في الجرارات كمثال ومجموعتي القطع والدراس في الحاصدات تعمل جميعها هيدروليكياً ، وتصمم مكونات المنظومة الهيدروليكية على ضوء طبيعة الاستخدام ونوع المكائن .

وعليه يمكن ادراج اهم ألمكونات التي تتضمنها اجزاء المنظومة الهيدروليكية وهي كالتالي :-

1) الخزان الهيدروليكي	Hydraulic Tank
2) السائل الهيدروليكي	Hydraulic Oil
3) مبردات الزيت الهيدروليكية	Hydraulic Cooling
4) المنقيات الهيدروليكية	Hydraulic Filter
5) المضخة الهيدروليكية	Hydraulic Pump
6) صمامات السيطرة	Control Valves
7) مجموعة السيطرة والتحكم	Control Crop
8) موزعات الهيدروليك	Hydraulic Distribution
9) انابيب الهيدروليك	Hydraulic Pipe
10) الخواتم	Rings
11) المراكم	Hydraulic Accumulators
12) محولات العزم	Torque Converter
13) محركات هيدروليكية	Hydraulic Engines
14) اسطوانات هيدروليكية	Hydraulic Cylinder

1) الخزان الهيدروليكي :-

وهو خزان معدني موجود في الأسفل وسعة الخزان يتبع حجم المنظومة الهيدروليكية في الساحبة أو المركبة وعلى العموم فإن أي خزان للهيدروليك يحتوي على فتحة للإملاء وأخرى للتفريغ فضلا عن احتوائه على مشبك أو مصفي يكون في مكان منخفض من الخزان ويمثل هذا المصفي أول جزء سيمر به الزيت إلى الخزان وينتهي هذا المصفي بالمضخة التي تجلس في قعر خزان الزيت وقد تكون هذه المضخة ترسية وهي غالباً موجودة في الساحبات والمركبات وقد تكون هذه المضخة ترددية مكبسية أو حديلية أو مروحية كما قد يحتوي الخزان على مبردة الزيت وغالباً ما تكون موجودة خارجه وحسب الجهة المصممة .

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

يجب أن يتصف الخزان الهيدروليكي بالصفات التالية والتي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند التصميم :-

أ) عزل الهواء عن السائل الهيدروليكي

ب) اقتناص الشوائب وفصلها عن السائل الهيدروليكي

ج) نقل الحرارة من السائل الهيدروليكي وتبريده .

1-1 موصفات الخزان

1- شكل الخزان : يجب أن يكون ضيق وبطول مناسب بدلاً من أن يكون قصير وواسع وذلك لمنع دخول الهواء إلى الجهاز

2- سهوله الصيانة : يجب أن تتواجد فتحات تضمن تفريغ السائل الهيدروليكي من خلاله والتنظيف المستمر وغالباً ما يوضع أسفله سداد ممغنط لجذب برادة الحديد الناتج عن الاستخدام المتكرر الطويل

3- مقياس مستوى السائل الهيدروليكي : ليشير إلى مستوى السائل الموجود في الخزان

4- العوارض : تساعد العوارض على حجز السائل الهيدروليكي الراجع إلى الخزان وغالباً ما يوضع نوع من المشبكات على هيئة مصفي ، الغاية منه عزل وتهدئة السائل الهيدروليكي الراجع ومنع اضطرابه .

2-1 الأجزاء المكملة للخزان الهيدروليكي :

لكي يؤدي الخزان الهايدروليكي غرضه لا بد وان يجهز بالأجهزة الآتية :-

1 -غطاء الخزان :

غطاء الخزان يجب أن يكون محكماً عند دخول الهواء ولكن ربما يحتوي على فتحة تهوية كما ذكرت آنفاً.
إن الغرض من هذه الفتحة تنقية الهواء الداخل إلى الخزان لموازنة الضغط داخل الخزان والضغط الجوي .
يجب أن تحفظ هذه الفتحة دائماً نظيفة وذلك لمنع الاختناق الجزئي الذي ربما يحصل .

2 -مقياس مستوى السائل الهيدروليكي :

تزويد بعض الخزانات الهيدروليكية بمقياس يشير إلى مستوى السائل الهيدروليكي أما البعض الآخر فيزود بعصا مدرجة وذلك لقياس مستوى السائل الهيدروليكي .

3 –العوارض:

تساعد العوارض التي توضع في الخزان على حجز السائل الهيدروليكي الراجع إلى الخزان عن السائل الذي يدخل مصفي المضخة الهيدروليكية . إن الهدف من هذا العزل هو تهدئة السائل الهيدروليكي الراجع ومنع اضطرابه .

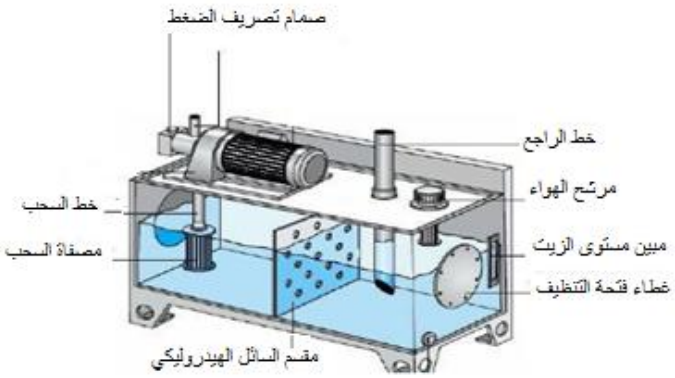
4 –أنابيب الدخول والخروج :

ترتبط أنابيب الدخول والخروج بالخزان الهيدروليكي بأماكن يقل فيها الهواء وحركة السائل الهيدروليكي. يمكن أن تربط الأنابيب الهيدروليكية من السطح العلوي للخزان لكن يجب أن يكون نهايتهما قريبة من قعر الخزان .

إذا كانت نهاية أنبوب الرجوع فوق مستوى السائل الهيدروليكي سيتسبب ذلك في دخول الهواء وأضطرب السائل الهيدروليكي .

5 –سدادة التفريغ المغناطيسية :

تسمح السدادة عند فتحها بتفريغ الخزان من السائل الهيدروليكي وهي مفيدة أيضا في إزالة ذرات الحديد من السائل الهيدروليكي . عند ربط هذه السدادة إلى الخزان يجب أن تبرز بمسافة مناسبة داخل الخزان وذلك كي تجذب القطع الحديد .



2) الزيت الهيدروليكي

الهدف الأساسي من الموائع الهيدروليه في المنظومات هو نقل القدرة الهيدروليكية إلى المشغلات على شكل قوه أو حركة . تلك السوائل تشفط من الخزان عن طريق المضخة ، ليتم إرسالها إلى صمامات التحكم ثم إلى الاسطوانات أو المحركات الهيدروليه (موضع خرج الطاقة) . ومن ثم تعود إلى الخزان مره أخرى لتبريدها واستقرارها قبل استخدامها مره أخرى . ويعتمد مقياس جودة المائع الهيدروليكي لنقل

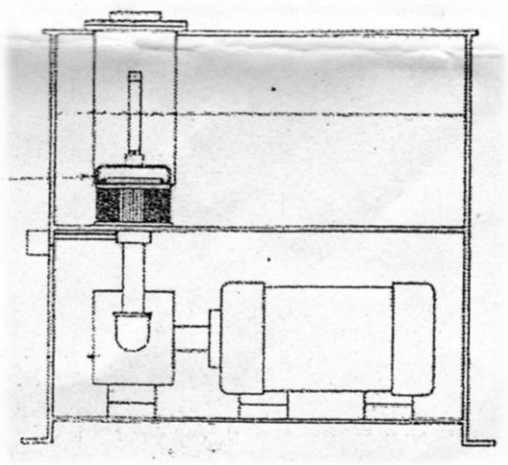
الطاقة على سهولة ضخه ، ومدى تحمله لعناصر أخرى تبين مدى مواءمة هذا المائع للتطبيق المستخدم لأجله والبيئة المحيطة به . وهناك خصائص معينه تؤثر على كفاءة السائل الهيدروليكي تشتمل على : اللزوجة –القابلية للانضغاط – تخميد الرغاوي – المقدرة على فصل الماء وإعتاق الهواء– مقاومة التأكسد– مقاومة التآكل – المقدرة على مقاومة القدم _ نقاط التجمد ، الوميض ، الغليان . مدى الملائمة مع الخراطيم . هذه العوامل لا تحدد ملائمة السائل للاستخدام فحسب، بل مقاومه خلال وقت استخدامه في المنظومة. ولغرض الحفاظ على السائل نظيفا يتم استخدام الفلاتر والتي يجب ان يتم تغيرها بين الحين والاخر لضمان استخدام هذا السائل لأطول فترة في مستوى المقبول . ولتحقيق ذلك يجب ان يتم بين الفترة والأخرى أخذ عينات من هذا السائل لاختباره ومعرفة حالته فيما اذا كان بحاجة إلى تنظيف او تغيير . وعند تعطل إحدى اجزاء المنظومة الهيدروليكية يتم اكتشاف ان سبب المشكلة غالبا يعود الى اهمال اجراء الصيانة الدورية للزين الهيدروليكي. وقد تم مؤخرا إدخال تكنولوجيا حديثة يظهر فيه مدى صلاحية السائل أثناء وجوده في دائرة العمل لضمان عمل الدائرة بشكل صحيح في الماكينة.

2–1 أنواع السوائل الهيدروليكية :

هناك عدة أنواع من السوائل ، بما فيها الماء ، استخدمت على أنها موائع هيدروليكية . وتستخدم الصناعة خمسة أنواع رئيسة من هذه السوائل الهيدروليكية هي :

1. زيوت هيدروليكية بترولية الأصل وهي أقل كلفة من جميع الزيوت الهيدروليكية الأخرى.
2. زيوت مركبه (صناعية) وتمتاز بامتلاكها خاصية تزييت جيدة للأجزاء المتحركة وتوجد على نطاق واسع وخاصة مع السرعات العالية التي تحتاج إلى لزوجة منخفضة ·
3. موائع تحتوي على ماء مجلسر. صممت للاستخدام في الأنظمة الهيدروليكية التي يكون فيها مصدر للحرارة والاشتعال ومخاطر الحريق · اذ تحتوي على ماء مع جلسرين وزيوت عالية اللزوجة ومقاومة للصدأ، ويمكن استخدامها في المضخات الترسية بكفاءة عالية دون الخوف من مشاكل الحريق. كما يمكن استخدامها مع الضغوط العالية ولا ينصح باستخدامه في المنظومات ذات الضغوط المنخفضة أو المتوسطة لان احتوائها على الماء يحد من جودة التزييت في تلك الظروف·
4. مستحلبات الزيت في الماء والماء في الزيت.
5. موائع محتوية على نسب عاليه من الماء (HWCF) . وهي زيوت غير غالية الثمن نسبياً ولها مقاومة عالية للحرارة · وجودة التزيت بها تعتمد على نوعية المائع المضاف إليها · لأنه تحتوي 90% من تركيبتها ماء ، لذا فإنه يعتبر مائع جيد لتبديد الحرارة المتولدة من المنظومة · يجب أن تعمل في درجة حرارة بين (4,4 و 9,48 درجة مئوية) لتفادي تجمدها وتبخرها عند الاستخدام مما يؤدي إلى تغير تركيز وحالة المائع · ينصح باستخدام نظام فلترة لهذا النوع · كون هذا النوع يحتوي على مركبات كيمياوية في نسبة عالية من الماء ، كما أنها سوف تنفصل عن بعضها

البعض إذا وضع خزان المنظومة أسفل المضخة بل يجب وضعه أعلاها لمنع تكهف أرياش المضخة وضمان جودة المزج ووضع الفلتر عند أسفل الخزان كما نشاهد في الشكل (6 – 1)



وضع الخزان في المنظومات التي تستخدم زيت من نوع (HWCF)

وعموما فان 80 % تقريبا من الزيوت التي يتم بيعها سنويا هي زيوت هيدروليكية بترولية الأصل و 20% من باقي الأنواع الأربعة الأخرى كونها زيوت مقاومه للحريق . علما بان الماء كان هو المائع الهيدروليكي الأول في الاستخدام ، ولكن لوجود عدة خصائص غير مرغوب بها استبدل بالزيوت البترولية. وذلك لان الماء يتجمد ويتبخر إضافة إلى عوامل أخرى مثل تسببه للصدئ بالإضافة إلى انه رديء التزييت. لذلك استخدمت الزيوت البترولية كونها رخيصة الثمن مع امتلاكها خصائص جيدة كثيرة.

2-2 الخصائص الرئيسية للمائع الهيدروليكي .

1. نقل الطاقة الهيدروليكية بكفاءة .
2. تزييت المنظومة المستخدم فيها .
3. يبدد الحرارة المتولدة فيها .
4. لا يفسد مانعات التسرب (الصوف) وأجزاء المنظومة .
5. إن يضل صامداً لفترة طويلة مع تغيير درجة الحرارة وتغيير ظرف العمل . وإذا كان هناك احتمالية حدوث حريق في المنظومة فيجب استخدام نوع من الموائع يكون مقاوماً لدرجة الحرارة بالإضافة إلى الخصائص المذكورة ، وقد ثبت بالتجربة أن الحرائق الهيدروليكية تبدأ عندما ينفجر أحد أهواز المنظومة ويرش الزيت على الأسطح الساخنة

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

2-3 متطلبات نقل القدرة في المائع الهيدروليكي:

يجب أن تتمتع موائع نقل الحركة والقدرة بالمميزات الآتية :

1. لتزييت ومكافحة التآكل ، بمعنى أن يكون المائع قادرا على تغطية الأجزاء بطبقة رقيقة تحميه من التآكل نتيجة الاحتكاك ولذلك يقوم بتزييت كافة أجزاء العنصر .
2. أن تكون لزوجته معقولة وجيدة ومناسبة لنوع العمل، بحيث لا يشكل مقاومة عالية لحركة الجزء أو يؤدي إلى التسريب.
3. أن يكون تغير اللزوجة مع تغير درجة الحرارة قليل جدا ، بحيث لا تتغير مواصفات الزيت.
4. أن يكون اختيار اللزوجة مناسبا للضغط ، حيث أن اللزوجة تتأثر بالضغط وعند استعمال ضغط أكبر من 200 بار يجب الأخذ بعين الاعتبار زيادة اللزوجة الكبيرة تحت تأثير الضغط.
5. مناسبة السائل للمواد المختلفة المستخدمة في تصنيع الأجزاء بحيث لا يكون مناسبا لمادة ومضراً لأخرى (المحامل والصوف وغيرها) .
6. أن يكون لديه مقاومة عالية لقوى القص ، لأن وجود هذه القوى يؤدي إلى نقص في لزوجة السائل وبالتالي فقدان خواصه .
7. أن يكون الزيت قابلا لتحمل الحرارة العالية وتغيرها باستمرار .
8. أن يكون مقاوماً للأكسدة ، بمعنى أن يكون قادراً على امتصاص الأكسجين بسرعة وبالتالي منع عملية تأكسد المعادن .
9. أن تكون إنضغاطيتة منخفضة بحيث لا يؤثر على سرعة الاستجابة وأن لا تتواجد أي فقاعات هوائية تؤدي عند انفقاعها إلى أضرار كثيرة منها تكهف المضخة .
10. أن يكون معامل تمدد السائل صغيراً عند ارتفاع درجة حرارته ، حيث إن الزيوت المعدنية تتمدد ب0.7 لكل10 درجات مئوية مثلاً .
11. عدم أو قلة تشكل الرغوة وذلك عن طريق ضبط السائل في خط الرجوع .
12. أن تكون المنظومة مضبوطة بمعنى أنها تسحب القليل من الهواء وتطلق بسرعة أي هواء زائد .
13. أن تكون درجة غليان الزيت عالية وضغط التبخير قليل جداً .
14. أن تكون كثافة السائل عالية قدر الإمكان بحيث يمكن نقل القدرة الهيدروليكية بحجم قليل من المائع.
15. أن يكون قادراً على التخلص من الحرارة الزائدة بسرعة في الخزان أو في المبادل الحراري .
16. أن يكون غير ناقل للتيار الكهربائي .
17. أن تكون مقاومة المائع للاحتراق عالية جداً .
18. أن لا يكون ساماً في الحالة السائلة أو عند التبخر .
19. أن يكون مانعاً للصدأ .

20. أن يكون قابلاً للترشيح والتنظيف .
21. أن يكون سهل الخدمة .
22. أن يكون غير ضار بالبيئة .
23. أن يكون رخيص الثمن ومتوفر بشكل دائم.

2-4 خواص الزيوت المستخدمة في المكائن التي تؤثر على كفاءة السائل الهيدروليكي :

إن للزيوت المستخدمة في مختلف المكائن لها خواص أساسية وتكون مؤثرة على كفاءة السائل الهيدروليكي ، ويمكن ادراج اهم الخواص للزيوت الهيدروليكية كالاتي : -

1- اللزوجة (viscosity) :

تعد الزوجة من المؤشرات المهمة والنوعية في الهيدروليك المستخدم في المكائن كمصدر للقدرة ، إذ تتأثر بدرجة الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت درجة اللزوجة ، والانخفاض في درجة اللزوجة هو مؤشر سيئ للأداء في المكائن والمعدات ، كما أن انخفاض درجة الحرارة يعمل على زيادة اللزوجة ولذلك فان المحركات تعطى زيوت ذات لزوجة أعلى في الصيف منها في الشتاء .

وبما ان اللزوجة من أهم الخواص التي تؤثر على أداء الزيت الهيدروليكية فلابد من في اختيار الزيت الملائم عند استخدامها في تشغيل الدوائر الهيدروليكية ، اذ تسبب الزيوت ذات اللزوجة العالية في تقليل كفاءة نقل قدرة المائع كما أنها تولد حرارة عالية في المائع · وذلك ناتج من الاحتكاك الداخلي بين جزيئات الزيت الهيدروليكي، لذلك في درجات الحرارة المتدنية واللزوجة العالية للزيت سوف تتعرض المضخة والمحرك الكهربي على حد سواء إلى التلف من جراء المقاومة العالية للمائع للدوران ·

اما الزيوت ذات اللزوجة المنخفضة فانها تحسن وتزيد في كفاءة المضخة والمحرك ، إلا أنها تسبب انزلاقاً وانحشاراً في الأجزاء الصغيرة في المنظومة مما يسبب التسرب في بعض الأجزاء مثل الصمامات · عليه يتحتم الاختيار المناسب للزوجة المناسبة للزيت حسب طبيعة عمل المنظومة ودرجة حرارة البيئة المحيطة والمعرضة لها أثناء العمل مما يعود على أداء المنظومة بالشكل المجدي في الأخذ في الاعتبار تبريد وتزييت المنظومة في نفس الوقت بدون أي تسرب أو نقص للزيت ·

وتعرف اللزوجة بدرجة مقاومة الزيت للانسياب ، أي يجب أن يكون للزيت لزوجة كافية تمنع الانسياب والتدفق بين أجزاء المعادن تحت الأحمال ، وتقاس اللزوجة بعدد الثواني المطلوبة لكمية معينة من الزيت بالمرور من فتحة معينة وتحت درجة حرارة معينة أيضا ، إذ تقاس اللزوجة عند درجة حرارة (صفر $م^5$) أو (210 $ف^5$) ، وقام مجمع البترول الأمريكي (SAE) بتصنيف الزيوت كمقياس للزوجة

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

(40 - 30 - 20 - SAE) ، وعلى العموم يعطي الرقم الواطئ قيمة اقل للزوجة والعكس صحيح ، أما الحرف (W) فيشير إلى إمكانية استخدام الزيت في الشتاء (10 - 5W - SAE) أي أن هذا الزيت يصلح في الأجواء الباردة .

2- نقطة السيولة (Drop Point) :

وهي مقياس لمقدرة الزيت على الانسياب في درجات حرارة واطئة ، وطريقة ايجاد نقطة السيولة هي بأخذ نموذج من الزيت ووضعه في إناء تحت درجة حرارة واطئة وتؤخذ القراءة بعد كل انخفاض.

3- اللون (Color) :

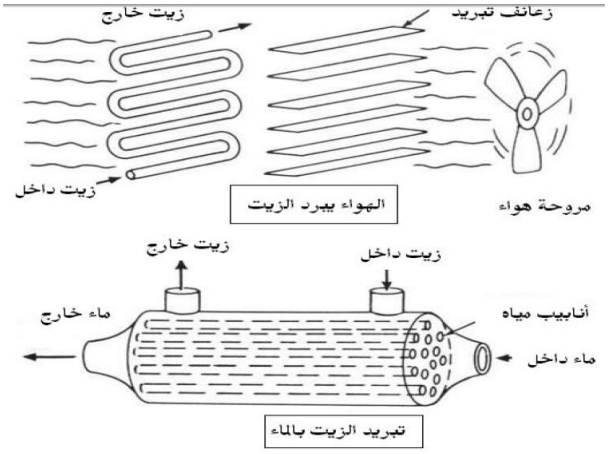
لا يمكن الحكم على نوعية الزيت من خلال اللون ، إذ أن اللون قد يتعرض إلى حالات عودة قد تؤدي إلى تغير اللون وخاصة مع مواد مثل الرصاص أو الرماد .

4- المواد المضافة (Added Materials) :

تضاف بعض المواد الكيمياوية إلى الزيوت لتمنع التسريبات والتآكل ومواد تساعد في تنظيف الجزء الذي يتحرك فيه الزيت ومواد مانعة للتأكسد والذي إذا حدث فانه يفقد الزيوت خواصها كما تضاف بعض المواد التي تمنع تكوين الحوامض ، كما وتضاف بعض المواد التي تمنع تكوين الرغوة في الزيت أثناء دورانها في أجزاء المحرك بصورة سريعة .

3) مبردات الهيدروليك

إن وجود كميه كبيره من الزيت الهيدروليكي في الساحبات الكبيرة وكثره أو تكرار استخدامه له تأثير سيئ وذلك لارتفاع درجه حرارة الزيت وما له من تأثير سلبي على اللزوجة وبالتالي على عمل وكفاءة المنظومة ولهذا تستخدم مبردات الزيت وهذه المبردات إما إن تكون داخل الخزان أو خارجه . فالأولى (داخلية) وهي عبارة عن مجموعه من الأنابيب يمر من خلالها الماء المبرد لكي يمتص من حرارة الزيت وبالتالي تبريده . أما الثانية (خارجية) فتكون مبردات الزيت خارجية كما في المعدات الثقيلة (الحفارات مثلاً) ، وهنا إما يكون تبريدها للزيت هوائي أو مائي . فإذا كان التبريد هوائي فان مشعة التبريد تحتوي على أنابيب أو مجاري داخلية لدخول الزيت ثم تخرج من الأسفل مع وجود مروحة لتبريد المشعة وهذه المروحة تعمل إما كهربائياً أو ميكانيكياً أو هيدروليكياً . أما إذا كان التبريد مائي فان أنابيب الماء تغطي أنابيب الزيت في المشعة مع وجود المروحة كذلك . وبهذا يتم تبريد الزيت . وأساس عمل المشعات هي زيادة المساحة السطحية التي يتعرض لها السائل الذي يعمل على زيادة أشعاعه وتخلصه من الحرارة.



شكل ( ) أنواع المبردات في النظام الهيدروليكي

4) المرشحات الهيدروليكية

بما ان السوائل الهيدروليكية تستعمل لتزييت الأجزاء الدقيقة بالاضافة إلى كونها وسائل لنقل القدرة لذا فأن الزيت الملوث يمكن أن يؤدي إلى تلف أو تجميد ذراع الصمام أي أن الزيت الملوث يمكن أن يؤدي إلى تلف السطوح الناعمة، ان حبة الرمل مهما كانت صغيره يمكن أن تجعل أي ماكنة مهما كبر حجمها عاطلة عن العمل. وعليه إذا أردنا أن تجعل أي جهاز هيدروليكي يعمل بدون أي معوق عليك أن تستخدم الزيت النظيف في هذا الجهاز . وهنا لا بد من الاشارة الى ان الهواء المحيط بالماكنة هو المسبب الرئيسي للتلوث وان الماكنة نفسها تعد مصدرا أخر للتلوث حيث عندما تعمل الماكنة فإنها تولد اصواتاً وغازات عادمة وشظايا صغيرة من المعادن إذا ما قورن بين سعر الشراء لمصفاة جيدة أو صيانتها بصوره جيدة ومناسبة لحفظ الزيت تضيفاً وسعر تبديل مضخة أو زيت مستهلك من أجزاء تلوث الزيت فإن الأول يكون ارخص من الثاني .

4-1 أنواع المرشحات

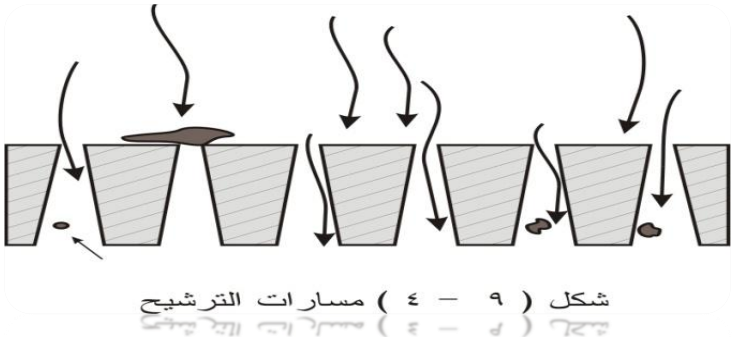
يمكن أن تصنف المرشحات إلى أنواع سطحية وعميقة ويعتمد هذا التصنيف على طريقة إزالتها للأوساخ في الزيت الهيدروليكي . إن المرشحات السطحية يكون لها سطح منفرد بإعاقة وإزالة الأوساخ التي تكون أكثر من الفتحات الموجودة في المرشح حيث يتم عزل وإيقاف الأوساخ خارج المرشح بينما يمر الزيت من خلال الفتحات بمسارات مستقيمة وكما هو مبين في الشكل (×××) فان هذه العملية تسقط الكثير من حبيبات الأوساخ الكبيرة في قعر غلاف المرشح وبنفس الوقت تستقر الكثير من الأوساخ في فتحات المرشح لتمنع سير العملية بصوره صحيحة . وعليه يجب في هذه الحالة أن ينظف المرشح أو يتم تبديله . إن سطح المرشح يكون مصنوعا من شيك سلكي أو أقراص ورقية ويلف شريطاً معدنياً على النهايات

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

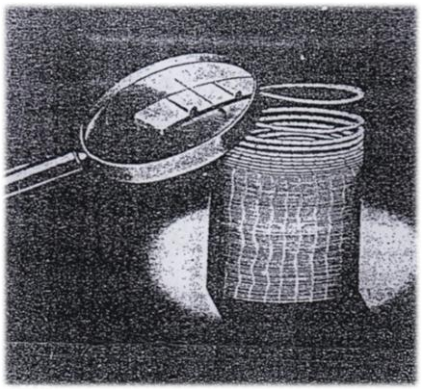
بصوره محكمة لغرض تشكيل الاسطوانة الشكل (×××) أما مرشحات العمق إذا ما قورنت بالمرشحات السطحية فإنها تستهلك حجما كبيراً من المادة المرشحة لجعل الزيت يتحرك باتجاهات كثيرة ومختلفة قبل أن يدخل في الجهاز الهيدروليكي .

إن مرشحات العمق يمكن تصنيفها إلى مرشحات ماصة obsorbent وممتزة adsorbent وذلك بالاعتماد على طريقة إزالة الأوساخ . تعمل المرشحات الماصة ميكانيكياً كالاسفنجة في امتصاص المائع حيث يمر الزيت خلال كتلة كبيرة مصنوعة من مادة مسامية تاركة الأوساخ في مصيدة المرشح ، إن هذا النوع من المرشحات يقوم بإزالة الأوساخ العالقة في الزيت .

أما المرشحات الممتزة فتعمل بنفس الطريقة التي تعمل بها المرشحات الماصة وأيضا تعمل كيمياويا لجذب وإزالة التلوث ' يصنع هذا النوع من المرشحات من فحم الخشب أو الورق المعامل كيمياويا حيث أنها تزيل التلوث والماء وكذلك تزيل التلوث الحاصل بسبب تأكسد الزيت وذلك لكونها معامله كيميائيا أن هذه المرشحات تزيل كذلك المواد الإضافية (مثلا المواد التي تضاف لتهدئة اشتغال المحرك) من الزيت ولهذا السبب فأنها غالباً لا تستخدم في الأجهزة الهيدروليكية .



شكل (٩ – ٤) مسارات الترشيح



4–2 التلوث

إن السوائل والأجزاء المعدنية وغير المعدنية والألياف كلها من المواد التي يمكن أن تؤدي إلى تلوث الزيت ، إن هذه المواد يمكن أن تأتي من داخل وخارج الجهاز الهيدروليكي . إن الهواء هو

المصدر الرئيسي للتلوث ، حيث انه يحتوي على الرطوبة والأوساخ من الغلاف الجوي بالإضافة إلى الأوساخ ألناشئة ، (الغبار) من منطقة العمل ، حيث يمكن أن يدخل هذا التلوث من خلال منافذ الهواء وأنابيب الإملاء الخواتم (seals) والكازكيت أو عندما يفتح الجهاز للتصليح أو الصيانة .

تعد الماكنة الهيدروليكية نفسها مصدرا أساسيا آخر للتلوث ، حيث تتلوث الأجزاء الدقيقة من الماكنة خلال تصليح العطل الداخلي ، أخيراً فانهُ خلال العمل الاعتيادي للماكنة يتولد تلوث داخلي ينتج عن الأصباغ وقطع الكازكيت والقطع المعدنية الصغيرة حيث تستقر جميع هذه الأوساخ في زيت المحرك كذلك يمكن أن يلوث الزيت الهيدروليكي من خلال الصيانة والخدمة إذا ما استعملت أوعيه غير نظيفة أو زيت ملوث أو قطع من القماش المصنوعة من الشاش الغير نظيف .

إن الشقوق الواسعة للمرشحات لا تؤدي إلى التقليل من فعاليتها فحسب وإنما تسبب في كسر قطع صغيره من هذه المرشحات التي تستقر أخيرا في الزيت . حيث يعد الزيت مصدراً أخراً للتلوث لان الزيت يعمل في جهاز لذلك تتكون الحوامض التي تنتج عن التفاعلات الكيمياوية الحاصلة بين الماء والهواء والحرارة والضغط ، حيث أن الحوامض تسبب الخشونة في الأجزاء المتحركة والتي بالمقابل تشكل تلوث إضافي للزيت .

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

5) المضخة الهيدروليكية Hydraulic Pump

(عملي)

6) صمامات السيطرة Control Valves

(عملي)

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

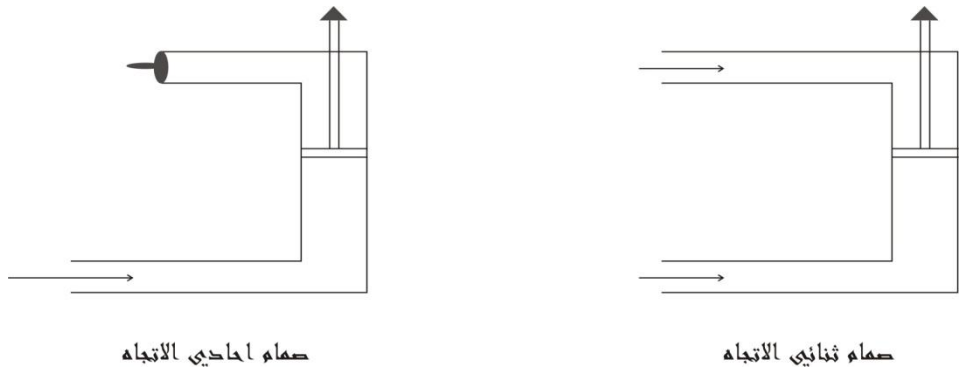
7) مجموعه السيطرة والتحكم

وهي المجموعة المسئولة عن سيطرة وتوجيه الزيت الهيدروليكي لكي يؤدي العمل المطلوب منه بصوره صحيحة إذ تقوم وحدة التحكم والسيطرة في الساحبات الزراعية عبر مجموعة من العتلات أو الأذرع لتوجيه مجرى الزيت عبر التحكم بصمامات أو سيطرة أو تحكم ببوابات توجيه ضمن كتلة السيطرة على :-

1- حجم المنظومة الهيدروليكية

2- استخداماتها

3- نوع الاسطوانة الهيدروليكية



صمام ثنائي الاتجاه صمام احادي الاتجاه

فإذا كانت الاسطوانة أحادية الاتجاه عندها سوف لا تحتاج إلى صمامات كثيرة . كون عمليه الرفع تحتاج إلى ضغط هيدروليكي أما الخفض تعتمد على الوزن الالة المعلقة . أما إذا كانت الاسطوانة ثنائية عندها سوف تصبح وحدة السيطرة أكثر تعقيداً ومن الممكن أن تكون وحدة السيطرة هي نفسها تحتوي على وحدة التوزيع . وكما هو الحال في الساحبات الزراعية العامة . أما في المعدات الثقيلة فإن وحدة التوزيع تكون مستقلة عن وحدة التحكم . وقد تكون وحدة التحكم تحتوي على خلايا كهروهيدروليكية وهذه الخلايا إما إن تكون على هيئة متحسسات أو محددات (Limiter) كهربائية أو مغناطيسية وقد تعمل بعض الأنواع بالأشعة تحت الحمراء .

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

8) الموزعات الهيدروليكية :-

توجد عادةً في المعدات الثقيلة كالحفارات الهيدروليكية والمحملات (الشفرات) ، يتكون الموزع من جسم خارجي يحتوي على :-

1- فتحات لدخول الزيت .

2- فتحات لخروج الزيت .

3- يحتوي في داخله على مجموعة بوابات توجيه .

4- يحتوي على صمامات سيطرة .

وعادةً يعطي الموزع الزيت إلى الاسطوانات الهيدروليكية في شوط العمل كما يقوم بإرجاع الزيت الفائض نحو خزان الزيت وفي حالة وجود محركات هيدروليكية في المنظومة فان الموزع يعمل على إيصال الزيت إلى المحرك كما يقوم بإيصال الزيت إلى محول العزم .

9) الانابيب الهيدروليكية

إن من أجزاء الدائرة الهيدروليكية المهمة والتي يتوقف عمل الدائرة الهيدروليكية هي توصيلات نقل السائل الهيدروليكي . ولما كان لكل توصيلة هيدروليكية عمل مختلف لذا فقد سميت بأسماء مختلفة .

9-1 تصنف التوصيلات الهيدروليكية حسب عملها كآلاتي :

اولا) توصيلات فعالة

عملها نقل السائل الهيدروليكي المشحون بالقدرة الهيدروليكية وتشمل..

أ- توصيلات سحب السائل الهيدروليكي إلى المضخة :

تنقل هذه التوصيلات السائل الهيدروليكي المسحوب من الخزانات الهيدروليكية إلى المضخة ومن مزايا هذه التوصيلات :

1- أن تكون قصيرة في الطول وكبيرة القطر الداخلي .

2- أن تكون توصيلات السحب اكبر قطراً من توصيلات خروج السائل الهيدروليكي من المضخة .

3- يجب أن تقل الانحناءات فيها قدر المستطاع وان تكون محكمة الغلق عند دخول الهواء .

ب- توصيلات نقل السائل المضغوط :

تنقل هذه التوصيلات السائل الهيدروليكي المشحون بالقدرة من المضخة إلى جهة العمل ومن الضروري أن تحتوي هذه التوصيلات على مفاصل ربط قوية ومحكمة تبعا لطبيعة الضغط الذي يمر فيها . فقد تتراوح نسبة الضغط للسائل الهيدروليكي الذي تنقله من (138 بار) إلى (345 بار) .

ج- توصيلات نقل السائل الهيدروليكي الراجع من نقط الفعل إلى الخزان :

في هذا النوع من التوصيلات يشترط أن لا تستخدم توصيلات ذات ضغط عالي لأنها لا يمكن أن تزيد الهبوط في الضغط داخل الجهاز الهيدروليكي . إن هذه التوصيلات يجب أن تكون محكمة الربط دائما لان ارتخائها قد يؤدي إلى سحب الهواء وإدخاله الجهاز أما إذا تطلب الأمر استخدام توصيلات ترجيع طويلة فيجب أن تكون ذا قطر داخلي اكبر من قطر فتحة الرجوع كما ويجب أن تقبل الانحناءات فيها .

ثانيا) التوصيلات غير الفعالة: وتشمل هذه التوصيلات .

أ -توصيلات التفريغ : تستخدم لنقل السائل الهيدروليكي الناضج أو نقل السائل الهيدروليكي من الصمامات التحكمية إلى الخزان

ب -توصيلات السيطرة : لنقل السائل الهيدروليكي المستخدم في عمل صمامات السيطرة .

9-2 أنواع التوصيلات الهيدروليكية

إن الأنواع الرئيسة للتوصيلات الهيدروليكية هي :

1) الأنابيب : تستخدم الأنابيب في الأجهزة الهيدروليكية التي تتطلب قطراً لا يزيد على انج واحد ( ) 25,4mm ولا يزيد الضغط على 6000psi (414bar) · توسع نهاية الأنبوب وتدخل في التجويف المسنن لصامولة بحيث الأنبوب بحيث تحكم تثبيت الأنبوب عند الربط وذلك لتمرير السائل الهيدروليكي دون مشكلة تسرب ، نضوح أو سحب للهواء الخارجي ·

أ- أصناف من الأنابيب حسب القطر ·

الصنف الأول : الأنابيب التي يبدأ قطرها ب1/8 (3,2mm) الى 3/8 (9,5mm) وبزيادة مقدارها 1/16انج (1,59mm) أي أن مقاسات الأنابيب التي تقع تحت هذا الصنف 5/16 , 3/8 1/8 , 3/16 , 1/4 , انج ·

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

الصنف الثاني : الأنابيب التي يبدأ قطرها ب1/2 انج (12,7mm) إلى 1 انج (25,4mm) وبزيادة مقدارها 1/8 انج (3,2mm) أي أن مقاسات الأنابيب التي تقع تحت هذا الصنف 5/8 , 6/8 , 7/8 , 1/2 , 1/4 , انج ·

الصنف الثالث : الأنابيب التي يبدأ قطرها من (1) فما فوق وبزيادة مقدارها 1/4 انج (6,4mm) أي أن مقاسات الأنابيب التي تقع تحت هذا الصنف انج 1 1/4 , 1 1/2, 1 3/4 , 2 إلى أخره ·

ب–حجم الأنابيب :

تتعين نوعية الأنبوب الهيدروليكي بواسطة الجريان وضغط نوع وسرعة السائل الهيدروليكي · إن المقاسات المعروفة للأنبوب تعطى بأجزاء الانج (المليمترات) أو (شارحة رقم) للقطر الخارجي للأنبوب · إن شارحة رقم تمثل الزيادة في القطر الخارجي للأنبوب وبمقدار 1/16 من الانج (1,59mm) على سبيل المثال أن الأنبوب الذي قطره 5/8 (15,9mm) ذا شارحة رقم مقداره (-10) أي أن القطر الخارجي للأنبوب 10/16 أو 5/8 الانج (15,9mm) .

ج– سمك الأنبوب :

إن الشيء الوحيد الذي يحدد سمك الأنبوب هو الضغط الجهاز الهيدروليكي . إن الجدول (2,1) يمثل قياسات الأنابيب تبعاً للضغط السائل الهيدروليكي المار فيه ·

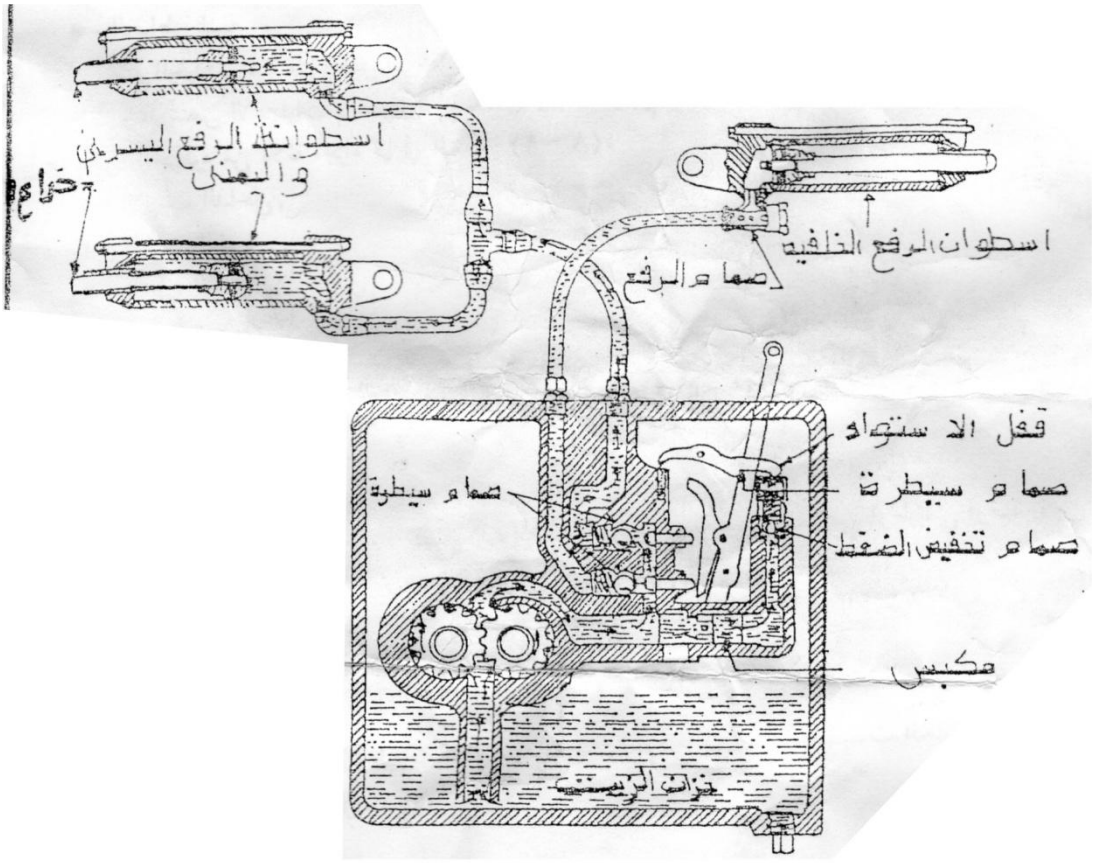
جدول رقم (1) : قياسات الانابيب على ضوء الضغط من (0 - 1000 psi) (0 - 69 bar)

نسبة الجريان		حجم الصمام		القطر الخارجي للانبوب		سمك جدار الانبوب	
Gpm	Ipm	In	mm	In	mm	In	mm
1	3·79	1/8	3·18	1/4	6·35	0·035	0·89
1·5	5·68	1/8	3·18	5/16	7·94	0·035	0·89
3	11·4	1/4	6·35	3/8	9·58	0·035	0·89
6	22·7	3/8	9·58	1/2	12·7	0·042	1·07
10	37·9	1/2	12·7	5/8	15·88	**0·049**	**1·24**
20	75·7	3/4	19·1	7/8	22·23	0·072	1·84
34	128·7	1	25·4	1 1/4	31·6	0·109	2·77
58	219·6	1 1/4	31·6	1 1/2	38·1	0·120	3·05

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

جدول رقم (2) : قياسات الانابيب على ضوء الضغط من (1000 - 2500 psi) (69 - 172 bar)

سمك الجدار		القطر الخارجي للانبوب		حجم الصمام		نسبة الجريان	
0·058	1·47	3/8	9·53	1/4	6·35	2·5	9·46
0·095	2·41	3/4	19·1	3/8	9·53	6	22·7
0·148	3·76	1	25·4	1/2	12·7	10	37·9
0.180	4.057	1/4	31.6	1	25·4	18	68·14
0·220	5·59	1 1/2	38·1		31.6	42	155.2



شكل (٩ – ٧) انواع التوصيلات الهيدروليكية

2) المواسير :

تستخدم المواسير في الدوائر الهيدروليكية إذا تطلب تصريف الدائرة إلى قطر أكبر من1/4 1 إنج ( ) 13.8mm وضغط تجاوز 1000 psi(69 bar) تعتبر المواسير اقتصادية الاستخدام في الأجهزة الهيدروليكية الكبيرة الحجم عندما يكون الجريان كثيراً . وإنها ملائمة للدوائر التي تحتاج إلى أنابيب طويلة

ومستقيمة وثابتة قد يشكل حتى المواسير مشكلة لذا تستخدم وصلات ربط مما يتطلب كلفة إضافية ويزيد من فرص نضح السائل الهيدروليكي .

أ- حجم المواسير :

يشار إلى حجم الماسورة بالقطر الداخلي . هناك مقاسات لحجم الماسورة هي :

أولاً : مقياس 40 وهو الحجم القياسي للماسورة .

ثانياً : مقياس 80 وهو الحجم الثقيل للماسورة .

ثالثاً : مقياس 160 وهو الحجم الثقيل جداً للماسورة .

3) الخراطيم المرنة:

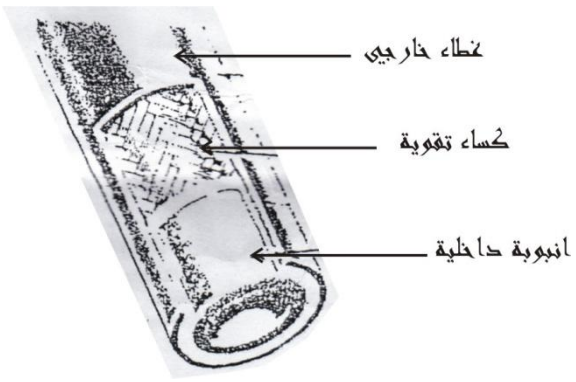
تعتبر الخراطيم المرنة من أفضل الوسائل لنقل السائل الهيدروليكي في جميع استخداماته .لا تسمح الخراطيم بالحركة فقط وإنما تمتص الاهتزازات والضوضاء أيضاً . كما وإن الخراطيم سهلة الامتداد والربط.

3-1 الاجزاء المكونة للخراطيم: ويتكون الخرطوم من ثلاثة أجزاء كما في الشكل (×) .

أ- الانبوب الداخلي: يتكون الأنبوب الداخلي من طبقة مطاطية اصطناعية مقاومة للزيت ، ناعمة ، مرنة ومقاومة للحرارة والتآكل .

ب- طبقات التقوية: تختلف حسب نوع الخرطوم ، تصنع هذه الطبقات من نسيج خيطي اصطناعي أو طبيعي أو ضفيرة من الأسلاك، وفي معظم الخراطيم تجدها مزيج من الضفائر السلكية والنسيج الخيطي. وتعتمد قوة هذه الطبقات على الضغط المطلوب للجهاز عند استخدام الخراطيم .

ج- الغطاء الخارجي: يحمي الغطاء الخارجي طبقات التقوية وعادة يستخدم نوع من المطاط بالطبقات الخارجية والذي يقاوم التأثيرات الخارجية وتقلبات الجو والزيت والأوساخ .



اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

3-2) أنواع الخراطيم:

1- خرطوم الضفيرة النسيجية : يوجد ثلاثة أنواع منها هي :

أ- تستخدم في البنزين أو زيت الديزل أو في **خطوط السحب أو خطوط الراجع** ضمن مدى درجات الحرارة (+250 درجة فهرنهيت إلى – 40 درجة فهرنهيت) ضغط سالب 30 بوصة زئبقية.

ب- تستخدم في خطوط راجع الزيت الهيدروليكية فقط أو خطوط الوقود عامة الاستخدام كالزيت والبنزين والماء وموائع التجميد والهواء وكيماويات اخرى · ضمن مدى الحرارة (+250 الى – 40 فهرنهيت)

ج- تستخدم في الزيت والبنزين والماء وموائع التجميد والهواء وكيماويات اخرى،

2- خرطوم ضفيرة السلك المفرد

3- خرطوم ضفيرة السلك المزدوج

4- خرطوم السلك الحلزوني ويمكن ان تعمل صمن مدى الحرارة (+ 200 الى – 40 فهرنهيت) وتستخدم في خطوط الزيت الهيدروليكية ذات الضغط العالي جدا أو خطوط الوقود ·

3-4 اختيار الخرطوم:

يتم اختيار الخرطوم المناسب في المنظومة الهيدروليكية حسب الاتي

1- السريان في النظام للتعرف على الحجم المطلوب للخرطوم ، اذ ان قطر الخرطوم (أي سمك الأنبوب) يتناسب طرديا مع الضغط.

2- الضغط والحرارة في النظام لتحديد نوع الخرطوم المستخدم . حيث ان قطر الخرطوم يتناسب عكسيا مع الحرارة.

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

10) الخواتم الهيدروليكية

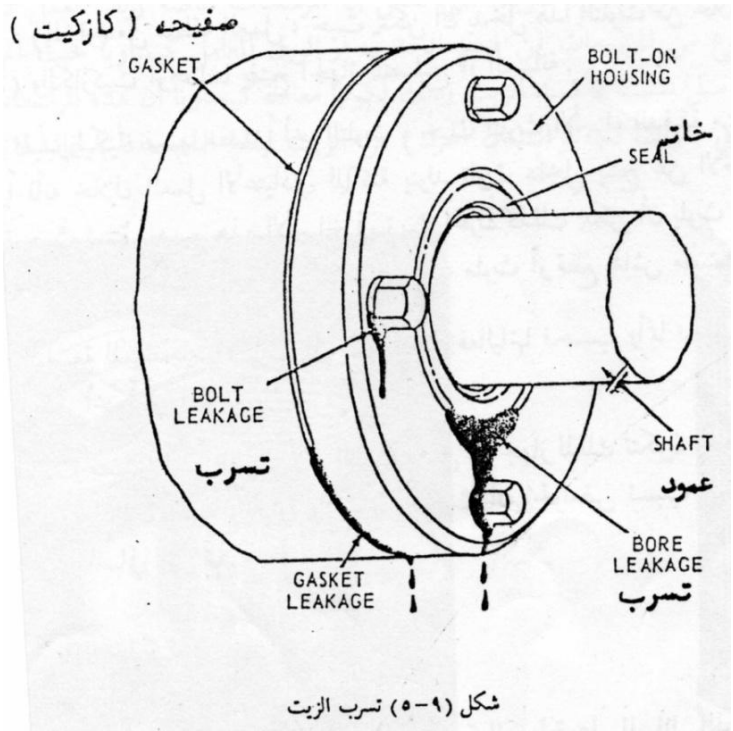
لا يمكن لمنظومة هيدروليكية أن تعمل بدون خواتم مناسبة للسيطرة على السائل الذي يعمل تحت ضغط في الجهاز وتعمل الخواتم أيضاً لعزل الأوساخ خارج المنظومة . إن الخواتم تبدو أشياء بسيطة عند مشاهدتها ، لكن في الاستخدام تكون معقدة ودقيقة ويجب أن تعامل بعناية إذا ما أُريد لها أن تودي عملها بصورة صحيحة .

10-1 استخدامات الخواتم :

إن الخواتم الهيدروليكية تستخدم :

1. لختم الأجزاء الثابتة : وتستخدم لهذا الغرض الخواتم الثابتة (Static seals)
2. لختم الأجزاء المتحركة : وتستخدم لهذا الغرض الخواتم المتحركة (Dynamic seals)

إن الخواتم الثابتة هي عادةً الكازكيتات ولكن ربما أيضاً تكون خواتم على شكل حرف (O) أو على شكل رزم (Packing) . إن الخواتم الديناميكية تتضمن خواتم العمود (Shaft) أو خواتم القضبان ورزم الضغط ، إن النضوح البسيط في هذه الخواتم يكون متوقفاً على زيت الخاتم .



شكل (٩-٥) تسرب الزيت

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

10-2 أنواع الخواتم

تصنف الخواتم طبقاً لشكلها وتصميمها إلى الأنواع الآتية :

1. **الخواتم على شكل حرف (O)**

(33)

إن الخاتم البسيط على شكل حرف (O) هو أكثر أنواع الخواتم المستخدمة في العمل والصناعات الهيدروليكية ويصنع من المطاط الاصطناعي ويستعمل في كلا الحالتين الثابتة والديناميكية ويصمم هذا الخاتم للاستعمال في الأخاديد التي بين سطحين في الاستعمال الديناميكي ويجب أن يكون لهذه الخواتم سطح أملس لكي تستطيع أن تعمل بالاتجاه المعاكس .

لا تستعمل هذه الخواتم مع القضبان الدوارة بسبب مشاكل الاستهلاك في الاستعمالات الثابتة تحت الضغط العالي تقوى هذه الخواتم بواسطة خواتم ساندة لمنعها من الخروج من أخاديده ا. إن الخاتم الساند يكون عادةً مصنوع من الألياف أو الجلد أو البلاستيك الاصطناعي أو المطاط .

2. **الحزم أو الرزم على شكل حرف (U) أو (V)**

إن خواتم الرزم على شكل الحرف (U) أو (V) تكون عادةً خواتم ديناميكية للمكابس ونهايات القضبان والاسطوانات وكذلك قضبان المضخات ، وكذلك تكون عادةً مصنوعة من الجلد المطاط الاصطناعي والطبيعي والبلاستيك ، تثبت هذه الحزم بوضع الجانب المفتوح باتجاه منظومة الضغط لذلك سيقوم الضغط بدفع الحافة المفتوحة ضد سطح الحصيرة ليشكل خاتما قويا . إن هذه الرزم تكون مركبة من عدة عناصر على شكل حرف (U) أو (V) وتوضع في غلاف تمسك هذه العناصر بقطعة واحدة ، إن هذه الحزم تستخدم بشكل واسع مع القضبان الدوارة والمكابس ونهايات قضبان الاسطوانات .

3. **الخواتم ذات الحافة النابضة**

إن هذه الخواتم هي خواتم على شكل حرف (U) أو (V) مصقولة إن الحافة المطاطية تقوى بواسطة نابض يعطي لحافات الخاتم قوة شد ضد سطح الحصيري ، عادةً يكون لهذه الخاتم غلاف معدني يضغط خلاله ويثبته ، يستعمل هذا الخاتم لختم القضبانات الدوارة بطريقة تجعل الحافة النابضة باتجاه الزيت ، في بعض الأحيان تستعمل خواتم مزدوجة لختم السوائل من جانبي الموقع المثبتة فيه .

4. الرزم على شكل فنجان

إن هذه الرزم تكون خواتم ديناميكية وتصنع من الجلد ، المطاط الاصطناعي ، البلاستيك ومواد أخرى ، وتختم السطوح لتوسع الحافة (الشحنة) وتستعمل هذه لختم مكابس الاسطوانة وقضبان للمكبس .

5. الخواتم الميكانيكية

تصمم هذه الخواتم لتجاوز بعض المشاكل الناتجة عن استخدام الرزم الشريطية للقضبان الدوارة ،وأنها خواتم ديناميكية وعادةً تصنع من الكربون المسند بالفولاذ ، يكون للخاتم جزء خارجي مثبت أو متصل بالمبيت والجزء الداخلي يكون متصل بالقضيب الدوار وهناك نابض يمسك جزئي الخاتم سويةً وبقوة وهناك حلقة مطاطية توضع لغرض المرونة الجانبية حفظ الجزء الدوار من الخاتم في حالة حركة .

6. الخواتم المعدنية

تستعمل الخواتم المعدنية في المكابس وذراع المكبس يكون مشابه تماماً لحلقات المكبس المستعملة في المحركات ، تصنع هذه الخواتم من مادة الفولاذ لأنها تستعمل خواتم ديناميكية ، إن الخواتم غير القابلة للتوسع ستنضح ببساطة ما لم توضع بإحكام حيث أن الخواتم القابلة للتوسع (المستعملة للمكابس) والخواتم المتقلصة (المستعملة لذراع المكبس) تخضع لاحتكاك معتدل وفقدان ناتج عن النضوح ، والخواتم المعدنية الدقيقة تكون غير خاضعة للنضوح وتصمم للعمل بصورة خاصة للاستعمال في حالات درجات الحرارة العالية جداً وتعتبر الخواتم المعدنية أكثر خضوعا للنضوح من غيرها لذلك تستعمل خواتم مسامية مجهزة بمجاري داخلية للتصريف .

10-3 رزم الضغط (الكبس)

تستعمل رزم الضغط في الحالات الديناميكية وتكون عادةً مصنوعة من البلاستيك أو قطع الاسبست أو معادن مرنة لتستعمل هذه الرزم غالباً بنفس الطرق التي تستعمل فيها الرزم على شكل حرف (U) أو (V) وعلى شكل ملفات مفردة أو كحلقات لا نهاية لها والتي فيها يمكن قطع معظمها .

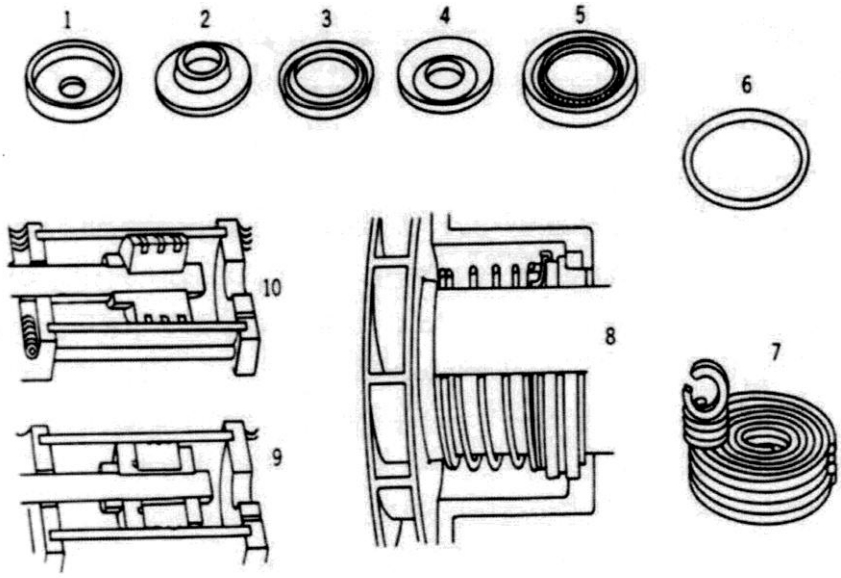
تكون هذه الرزم ملائمة فقط لاستعمالات الضغط الواطئ ، إن التزييت لهذه الرزم مهم جداً حيث ستزيت الأجزاء المتحركة إذا ما عملت بلا زيت .

يجب أن يضع مصمم الجهاز الهيدروليكي عدة عوامل في الاعتبار عند اختيار الخاتم ومن هذه العوامل :

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

1. هل سيقاوم الخاتم كل الضغوط المتوقعة ؟
2. هل يستطيع الخاتم أن يقاوم الحرارة الناتجة عن العمل ؟
3. هل يستهلك الخاتم بسرعة ؟
4. هل يتأثر الخاتم بالسائل الهيدروليكي ؟
5. هل يتناسب الخاتم مع الجزء المصمم له بدون أن يسحب فوق الأجزاء المتحركة ؟
6. هل أجزاء الخاتم من المعادن المصقولة ؟

يمكن أن تجد كميات هائلة ومتنوعة من الخواتم في الأسواق ويجب أن يكون اختيار الخاتم قاطعاً صحيحاً هذا لأن أي استخدام للخواتم يسبب مشاكل كثيرة ومختلفة في هذه الناحية يجب إتباع نصائح المصنع الموجودة في دليل كل جزء من الأجزاء .

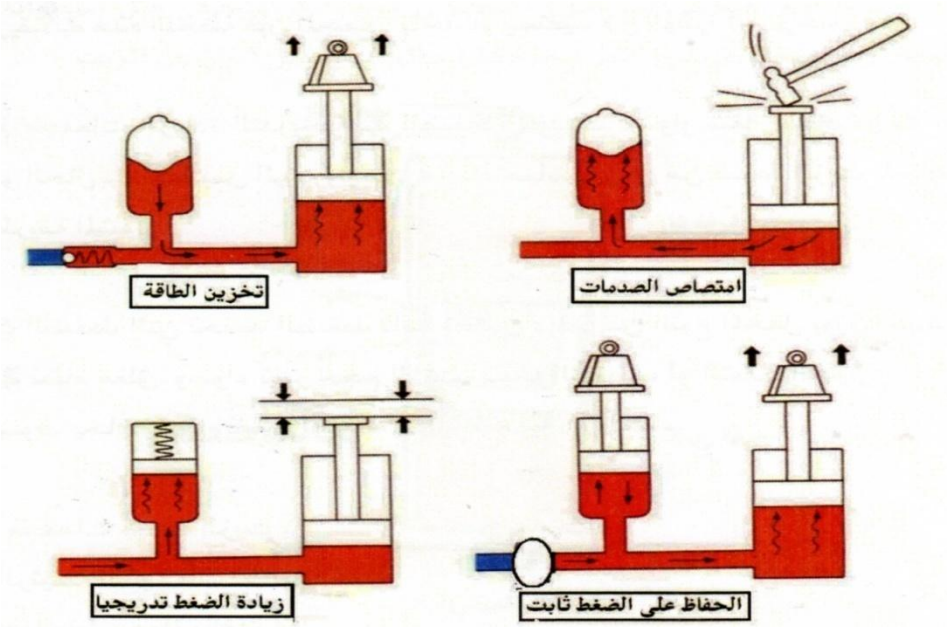


١ - كوب ٢ - فلانشة ٣ - حرف U
٤ - حرف V ٥ - شفة محملة بسوستة ٦ - حرف O
٧ - مضغوط ٨ - ميكانيكي ٩ - معدني لا يتمدد
١٠ - معدني متمدد

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

11) المراكم الهيدروليكية

يعتبر النابض أبسط أنواع المراكم فعندما يضغط النابض فإنه يصبح مصدراً للطاقة الكامنة وعليه يمكن استخدامهُ لامتصاص الصدمات أو للسيطرة على قوى الحمل حيث أن المراكم الهيدروليكية تعمل بنفس الطريقة وأنها تكون أساساً كأوعية أو حاويات تخزن سائل تحت تأثير الضغط .



شكل (١) الاستخدامات الأربعة لمجمع ضغط الزيت (المركم) .

11-1 استعمال المراكم الهيدروليكية

هناك أربع استعمالات رئيسية وكما هو موضح في الشكل (1)

1. خزان الطاقة .
2. امتصاص الصدمات .
3. بناء الضغط تدريجياً .
4. إدامة ضغط ثابت

وعلى الرغم من كون المراكم قادرة على أداء أي وظيفة من الوظائف المذكورة اعلاه فإن إستخدامها

عادةً يكون على أداء وظيفة واحدة فقط في المنظومة وتستعمل مراكم خزن الطاقة غالباً كمعززات للمنظومة ذات مضخات الإزاحة الثابتة حيث يخزن المجمع ضغط الزيت خلال فترات الارتخاء ويتم تغذية الجهاز بالزيت بفترات الحاجة للزيت وفي بعض الأحيان يستخدم الخزين من الزيت في حالات

الفشل في تجهيز الزيت عند الحاجة مثال ذلك موقف القدرة (power brakes) في المكائن الكبيرة وخلاصة القول إذا فشلت منظومة الزيت لتجهيز الزيت فان المركم سيغذي المنظومة بالزيت من الخزين ويتمثل بعدة شحنات من الزيت للاستعمال في موقف الطوارئ .

تستلم المراكم الماصة للصدمات الزيت الفائض خلال فترات الضغط العالي وتسمح له بالخروج مرة ثانيه بعد أن تنتهي عملية تدفق الزيت وهذا بدوره يؤدي إلى التقليل من الضوضاء والاهتزازات في الجهاز حيث ربما تقوم المنظومة بتخفيف الصدمة الناتجة عن ضربة مضخة الإزاحة ويتخلى المركم عن حالة التراخي بواسطة التدفق (الزيت) في هذه اللحظة .

تستعمل المراكم التي تبني الضغط تدريجياً للتقليل من ضربة المكبس ضد حمل ثابت كما في حالة المكبس الهيدروليكي وذلك بامتصاص ضغط الزيت المتصاعد .

كما أن المراكم التي تديم الضغط الثابت عادةً من النوع الذي يتحمل الثقل والتي تسلط قوة ثابتة على الزيت في دائرة مغلقة حيث يحتفظ بنفس قوة الضغط على الجهاز إذا كانت كمية الزيت تتغير بسبب النضوح (التسرب) أو الامتداد الحراري أو التقلص .

11-2 أنواع المراكم

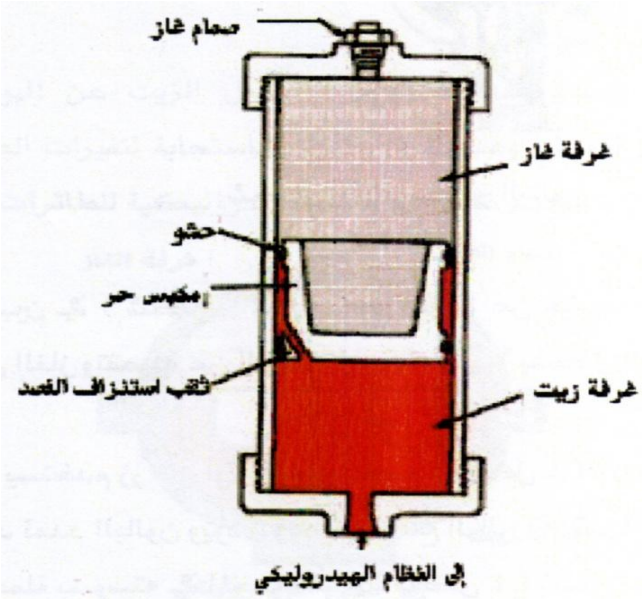
الأنواع الرئيسية للمراكم هي :

1. مراكم محملة بالهواء المضغوط .
2. مراكم محملة بالوزن .
3. مراكم محملة بالنابض .

1. المراكم المحملة بالهواء المضغوط :

تعرفنا سابقاً بان السوائل لا يمكن أن تنضغط لكن الغازات يمكن أن تنضغط ولهذا السبب نرى بإن غاز داخلي يستعمل للكثير من المراكم لشحن حمل من الزيت أو لتجهيز وسادة ضد الصدمات (امتصاص الصدمات) حيث يكون في هذه المراكم الزيت والغاز في نفس الوعاء فعندما يزداد ضغط الزيت فإن الزيت الداخل يضغط الغاز وعندما يتلاشى ضغط الزيت فإن الغاز يتمدد طارداً الزيت إلى الخارج وفي معظم الحالات يفصل الغاز عن الزيت بواسطة مكبس وهذا يمنع حدوث عملية خلط الغاز مع الزيت ويحفظ الغاز خارج الجهاز الهيدروليكي أو المنظومة الهيدروليكية .

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

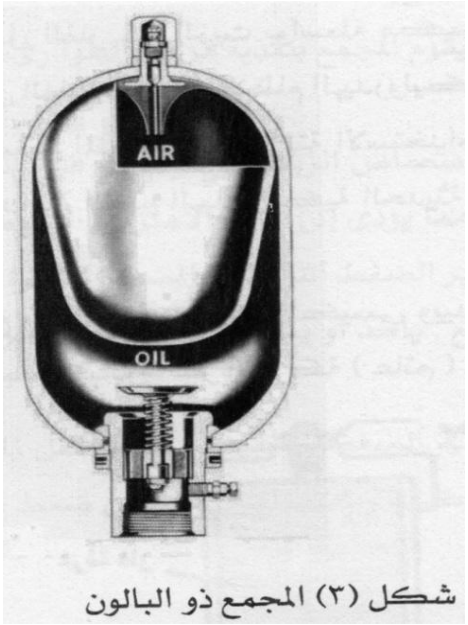


شكل (٢) المركم المكبس

إن الشكل (2) يوضح مركم اعتيادي ذو مكبس .

حيث أن هذا الشكل يشبه اسطوانة هيدروليكية ناقصاً ذراع المكبس ويوجد مكبس عائم حر الحركة يفصل الغاز عن الزيت .

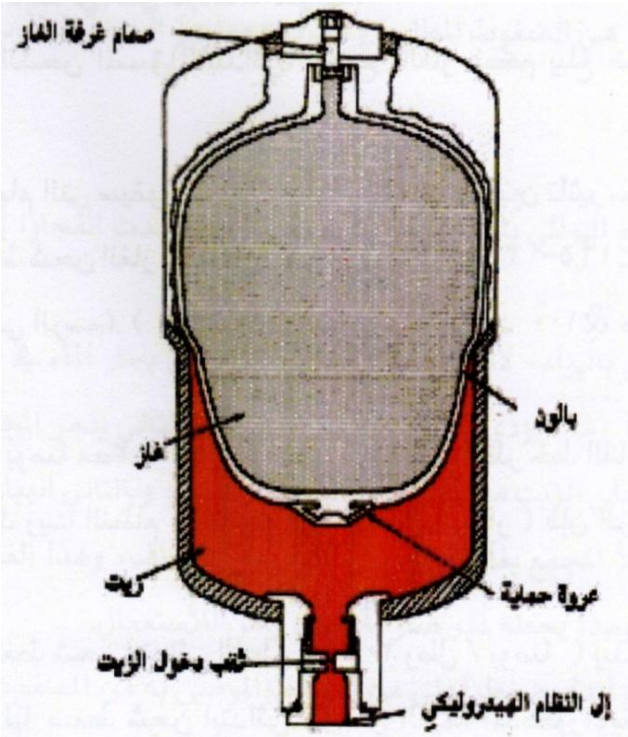
يمكن أن يشحن هذا النوع من المراكم بالغاز قبل استخدام الجهاز وتتم عملية الشحن بملء غرفة الغاز إلى درجة الضغط المطلوبة بغاز داخلي كغاز النيتروجين الجاف ومركم ذات المكبس الواحد تتطلب خدمة وعناية خاصة لغرض منع النضوح أو التسرب لكن هذه المراكم توفر انتاجات ذات قدرة عالية وتكون بنفس الوقت دقيقه جداً في العمل ، والنوع الآخر من مراكم الهواء المضغوط هي المراكم المثالية وكما هو موضح في الشكل (3) .



شكل (٣) المجمع ذو البالون

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

وتكون هذه المراكم على شكل مثانة مرنة مصنوعة من المطاط الاصطناعي تحتوي على الغاز وتفصل عن الزيت الهيدروليكي لكي يمنع حصول الدمار للمثانة فإن زر الحماية الموجود في القعر يستعمل لهذا الغرض كما في الشكل (4) حيث أن هذا الزر يمنع انسحاب المثانة إلى وعاء الزيت عندما تتمدد وإلا ستتقطع أو ستتمزق هذه المثانة وتشحن هذه المراكم بالغاز قبل الاستعمال .



شكل (٤) تشغيل المجمع ذي البالون

تحذير :

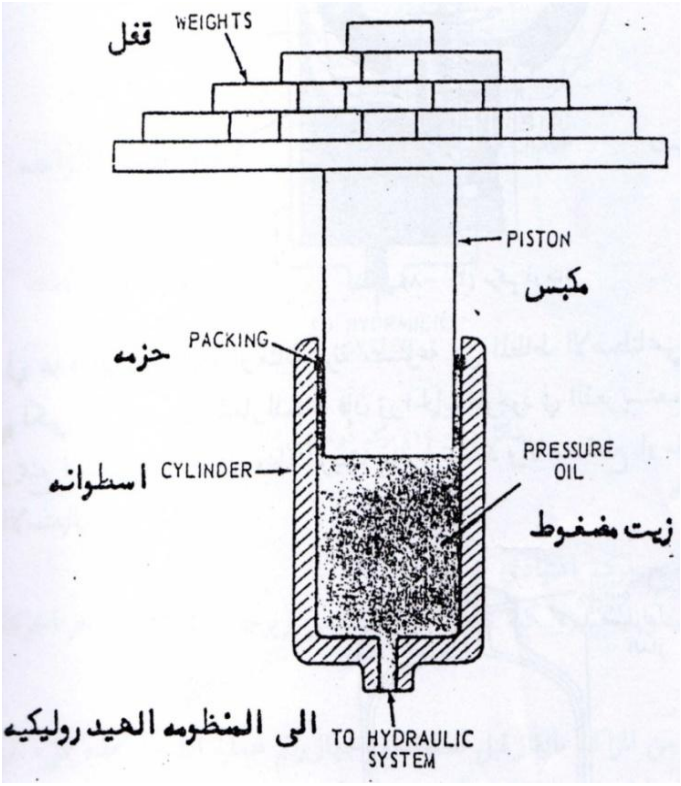
1. لا يملأ المجمع الهوائي بالأكسجين لأنه يمكن أن يحدث انفجاراً إذا اختلط الزيت والأكسجين تحت ضغط .
2. لا يملأ المجمع بالهواء ، لأنه عندما ينضغط الهواء فإن بخار الماء في الهواء سوف يتكثف ويمكن أن يسبب صدأ ، مما يؤدي إلى تلف موانع التسرب وبالتالي يدمر المجمع ، وأيضاً بمجرد أن يحدث تسريب هواء على الزيت مما يؤدي إلى أكسدة الزيت ، وبالتالي انهيار خواصه .
3. دائماً يجب ملأ المجمع بغاز خامل مثل النيتروجين الجاف ، وهذا الغاز خالٍ من كل من بخار الماء والأكسجين وهذا يجعله غير ضار للأجزاء وآمن للاستعمال .
4. لا يملأ المجمع أبداً بضغط أعلى من الضغط الموصى به من المصنع ، ويجب قراءة الإرشادات المبينة على المجمع (أو البطاقة المبينة) ، كما يجب ملاحظة " ضغط التشغيل " .

5. قبل رفع المجمع من النظام الهيدروليكي يجب تحرير (تصريف وإلغاء) كل ضغوط النظام .
6. قبل فك المجمع يجب تحرير كل من ضغط الغاز وضغط الزيت (الضغط الهيدروليكي) .
7. عند فك المجمع يجب التأكد من عدم إمكانية دخول الأوساخ أو المواد الحاكة خلال الفتحات .

2. المراكم المحملة بالأثقال :

يعد هذا النوع من المراكم الذي يعمل بالوزن من أقدم الأنواع الأخرى الشكل (5) ويستعمل في هذا النوع من المراكم مكبس وأسطوانة لكن عملية التحميل وشحن الزيت تدار بواسطة أثقال ثقيلة توضع فوق المكبس إن العملية سهلة جداً حيث يدفع الزيت المضغوط في الدائرة الهيدروليكية إلى غرفة الزيت السفلى وهذا بدوره يؤدي إلى رفع المكبس والأثقال وفي هذه الحالة تتم عملية شحن المجمع ويكون جاهزاً للعمل عندما تكون هنالك حاجة للزيت . فإن الضغط في الجهاز يختفي ويجبر الأثقال والمكبس على النزول مفرغة الزيت في الجهاز .

إن أهم ميزة من مميزات المكبس المحمل بالأثقال هي أن هذا المكبس يستطيع أن يعطي ضغطا دائمياً ، أما عيوبه فتكمن في كونه كبير الحجم وثقيل الوزن .

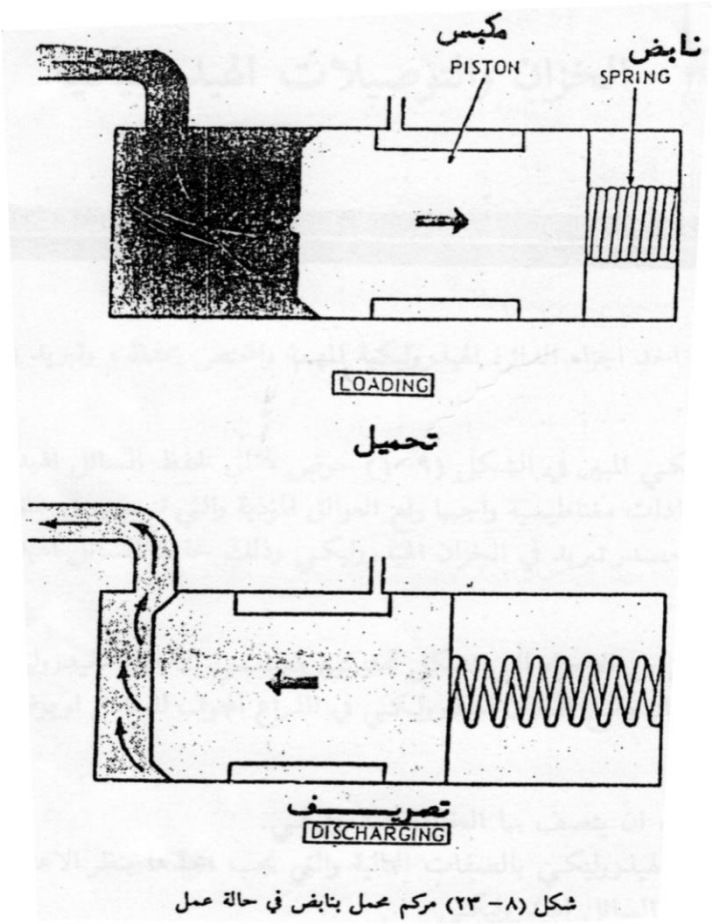


شكل (5) مركم محمل بالأثقال

3. المراكم المحملة بالنابض :

إن هذا النوع من المراكم يشبه إلى حد كبير المراكم المحملة بالثقل لكن الفرق يكمن في قيام النابض بعملية التحميل وحيث يقوم الزيت تحت الضغط بتحميل المكبس بواسطة الضغط على النابض في حالة عملية التحميل الشكل (8 - 23) وعندما يتلاشى الضغط يقوم النابض بعملية دفع الزيت إلى الجهاز .

إن المركم المبين في الشكل (8 - 23) هو ذو النوع الداخلي المستعمل لبناء ضغط تدريجي لعملية النقل الأوتوماتيكي حيث عندما يتغير النقل يختفي الضغط ويقوم الضغط بإرسال دفقة من الزيت إلى الداخل للتخلي عن حالة التراخي وبهذه العملية تمتلئ الغرفة الكائنة خلف مكابس جهاز التعشيق (الكلج) بالزيت .



شكل (٨– ٢٣) مركم محمل بنابض في حالة عمل

12) محولات العزم الهيدروليكية

الوصلة الهيدروليكية (الفاصل الهيدروليكي) يستخدم الزيت الهيدروليكي لفصل و إيصال الحركة بين المحرك و أجهزة نقله وتحويل الحركة في الوصلات الهيدروليكية أو ما نصطلح عليه (بالفاصل الهيدروليكي) الذي يستخدم بدل من الفاصل الميكانيكي اذ يتكون هذا الفاصل من مجموعة ألاجزاء وهي:-

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

1) العمود القائد القادم من العمود المرفقي .

2) الجزء الناقل (مروحة المضخة) أو الدافعة .

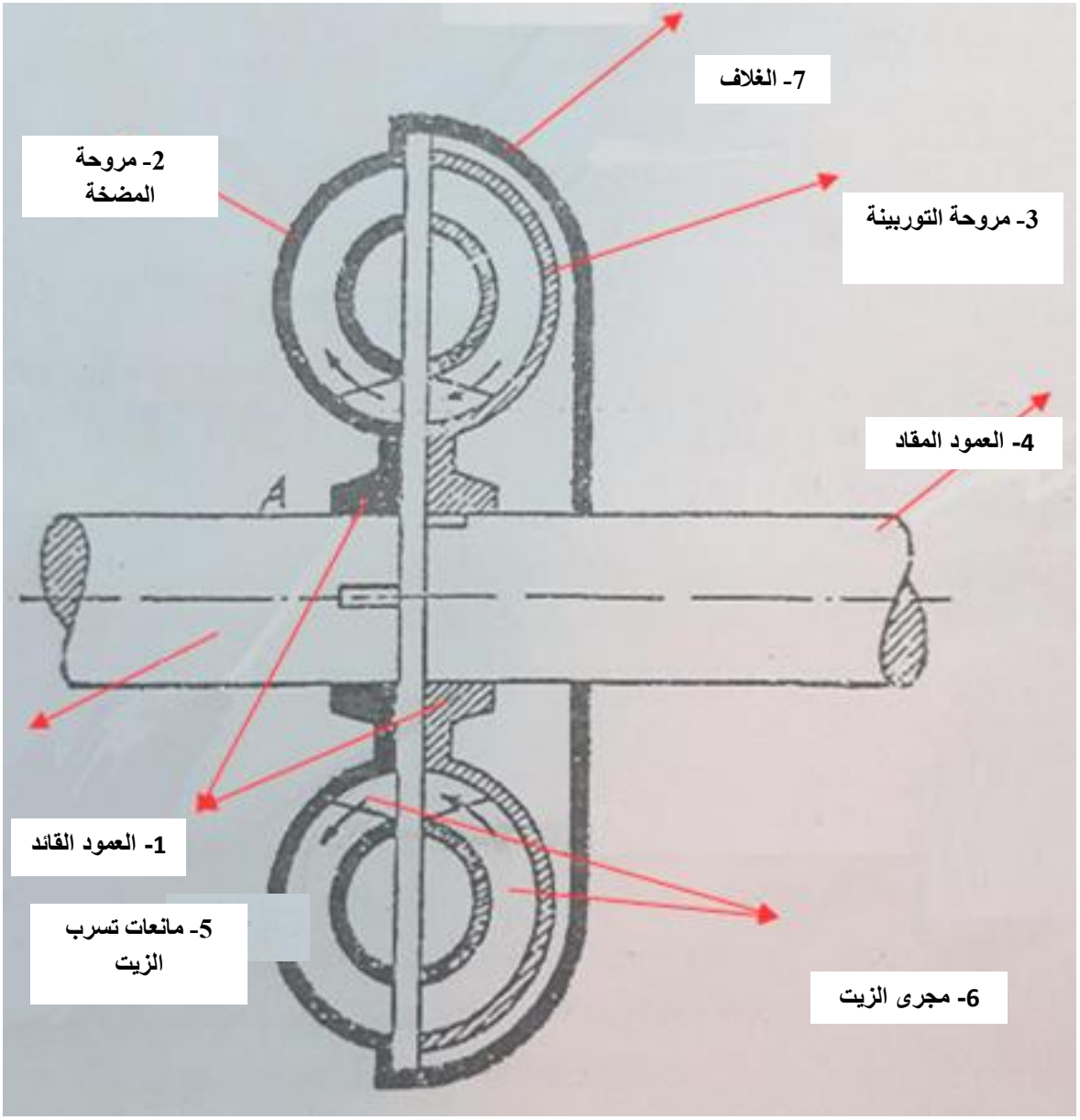
3) الجزء المنقول آلية الحركة (مروحة التوربينة)

4) العمود المقاد لنقل الحركة النهائي إلى صندوق التروس .

5) مانعات تسرب الزيت (الجبنة).

6) مجرى الزيت .

7) الغلاف .

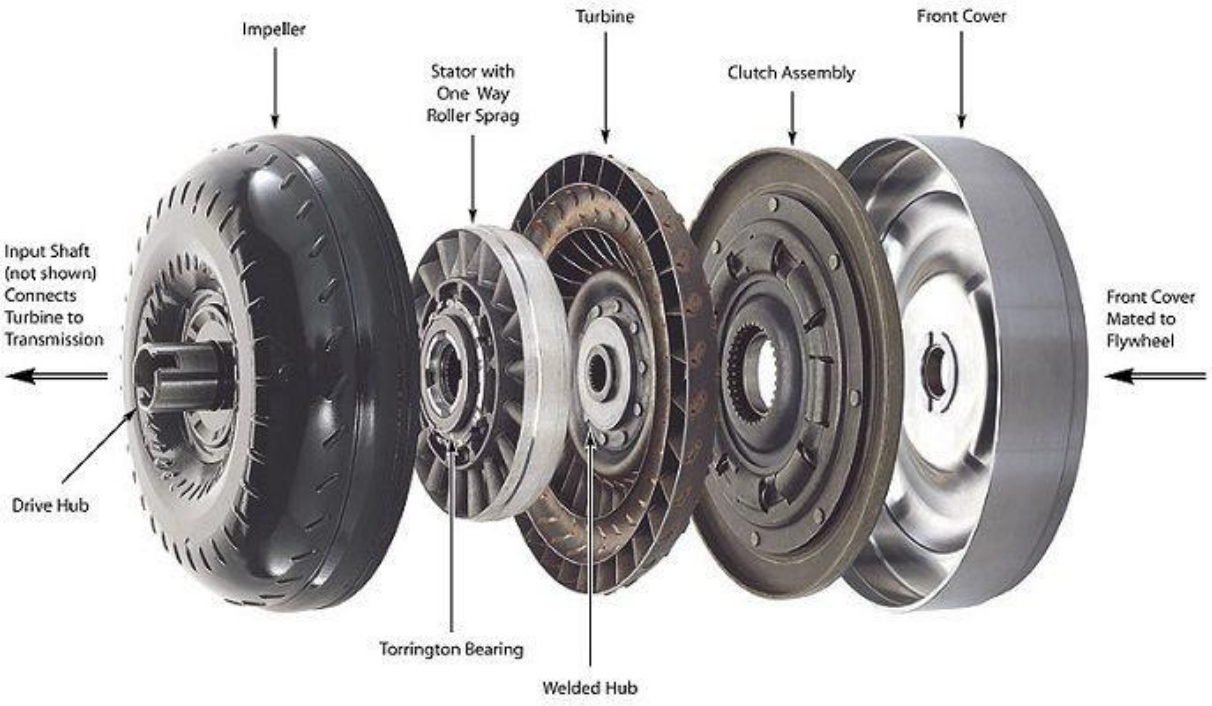


شكل (1) اجزاء الفاصل الهيدروليكي

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

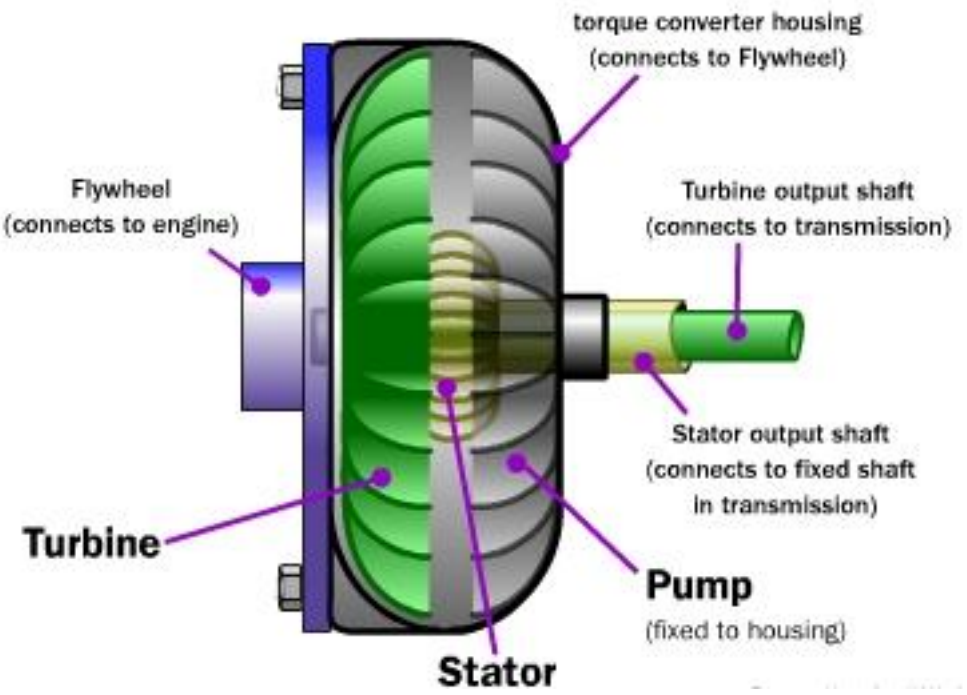
آلية عمل الفاصل الهيدروليكي :

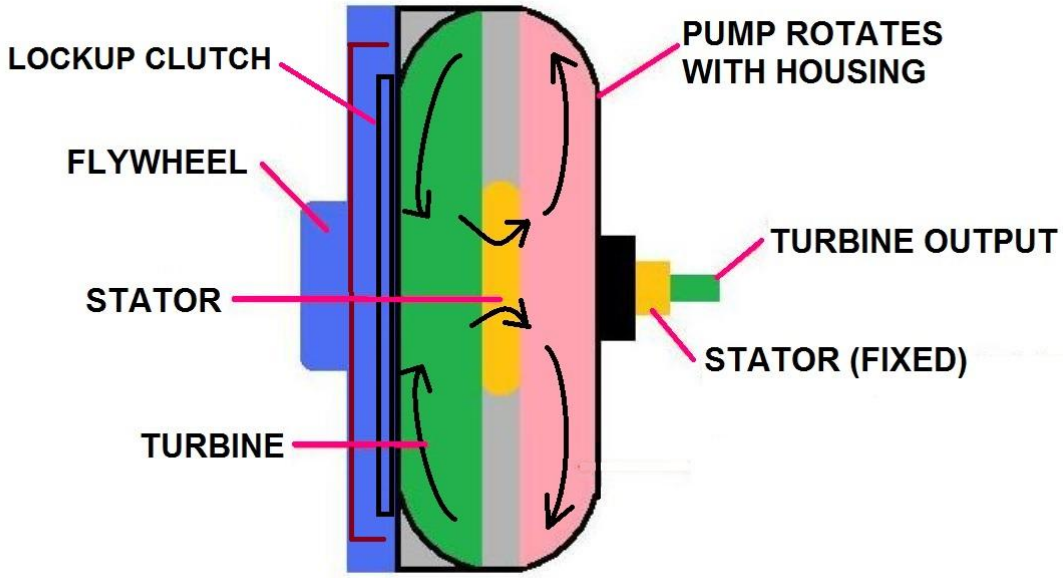
يستفاد من الزيت في هذه الآلية بتوليد حركة إذ يتكون من دافعة أو مضخة يقابلها توربينة وهذان الجزءان يشبهان مروحتين متقابلتين إذ كل جزء يحوي على أخاديد ، الدافعة تتصل بالعمود القادم من المحرك (crank shaft) أما التوربينة فتتصل بالعمود الذاهب إلى أجهزة نقل الحركة في صندوق السرعة ، الزيت موجود في أخاديد الدافعة (المضخة) فعندما يدور المحرك فإن عمود المرفق رقم (1) ينقل الحركة إلى الدافعة رقم (2) و التي تتحرك حركة دورانية لتعمل على تحريك الزيت الموجود فيها و بفعل قوى الطرد المركزي فإن الزيت سوف يندفع إلى الخارج ليصطدم بأخاديد التوربين رقم (3) عندها سوف يدور التوربين بفعل العزم ألدوراني الذي يولده الزيت على هذا الجزء وعندما تنقل الحركة من التوربين إلى العمود الخارج نحو صندوق السرعة رقم (4) والذي بدوره يقوم بإيصال الحركة إلى باقي أجزاء أجهزة نقل الحركة في الساحبات أو المعدات الثقيلة . في البداية أي بداية الحركة الدورانية يكون الانزلاق كبيرا" جدا" بين التوربينة والزيت ولكن مع استمرار العمل يقل الانزلاق وعلى العموم فإن أحد مشاكل هذه الآلية هي رجوع الزيت مرة ثانية إلى الجزء الناقل (المضخة ، الدافعة) وبهذا فإن الزيت المرتطم سوف يقلل من سرعة الجزء الناقل (المضخة).



شكل (2) صورة لأجزاء الفاصل الهيدروليكي

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل





شكل (3) طريقة حركة الزيت الهيدروليكي داخل الفاصل الهيدروليكي

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

حسابات الفاصل الهيدروليكي:

1) القدرة عند الجزء الناقل (الدافعة أو المضخة):-

N1 =(M1 . n1)/9550 ……..kw

N1 : القدرة عند الدافعة (kw)

M1: العزم عند الدافعة .

n1 : عدد دورات الدافعة (rpm)

9550 : ثابت تحويل إلى القدرة .

2) القدرة عند الجزء المنقول إليه القدرة (التوربينة) :-

N2 =(M2 . n2)/9550 ……..kw

N2: القدرة عند التوربينة (kw)

M2: العزم عند التوربينة .

n2 : عدد دورات التوربينة (rpm)

9550 : ثابت تحويل إلى القدرة .

3) كفاءة الفاصل الهيدروليكي :-

% ŋ = N2/ N1 = (M2 .n2)/(M1 .n1) = (n2/ n1)

4) نسبة الانزلاق في الفاصل :-

% S = (n1 - n2)/n1

5) العزم المنقول في الفاصل :-

$M = fm . n^2 . D^5$ ……..kj

fm : معمل الفاصل وقيمتها (0.02_0.01) (0.015)

n : عدد دورات الفاصل (rpm) (عدد دورات الدافعة)

D: القطر الفعال للقرص (m)

6) قدرة الفاصل النهائية :-

$$N = (M.n)/9550 = [(fm .n^2 .D^5) * n] / 9550$$

N : قدرة الفاصل الكلية (kw)

$$N = (fm .n^3 .D^5) / 9550$$

مثال :

فاصل هيدروليكي عدد دوراته (2200 r.p.m) اذا كانت كفاءة الفاصل (90%) والقطر الفعال (400 mm) ، أوجد القدرة المنقولة من الفاصل ، نسبة الانزلاق ، عدد دورات العمود الخارج من الفاصل .

$$N = (M.n)/9550 = [(fm .n^2 .D^5) * n] / 9550$$

$$N = [0.015 * (2200)^3 * (0.4)^5] / 9550 = 171.259 \text{ kw}$$

$$\eta = n2/ n1$$

$$n2 = \eta * n1 = 0.90 * 2200 = 1980 \text{ rpm}$$

$$S = (n1 - n2)/n1 = (2200 - 1980)/2200 = 0.91 \%$$

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

13) محركات هيدروليكية Hydraulic Engines

(عملي)

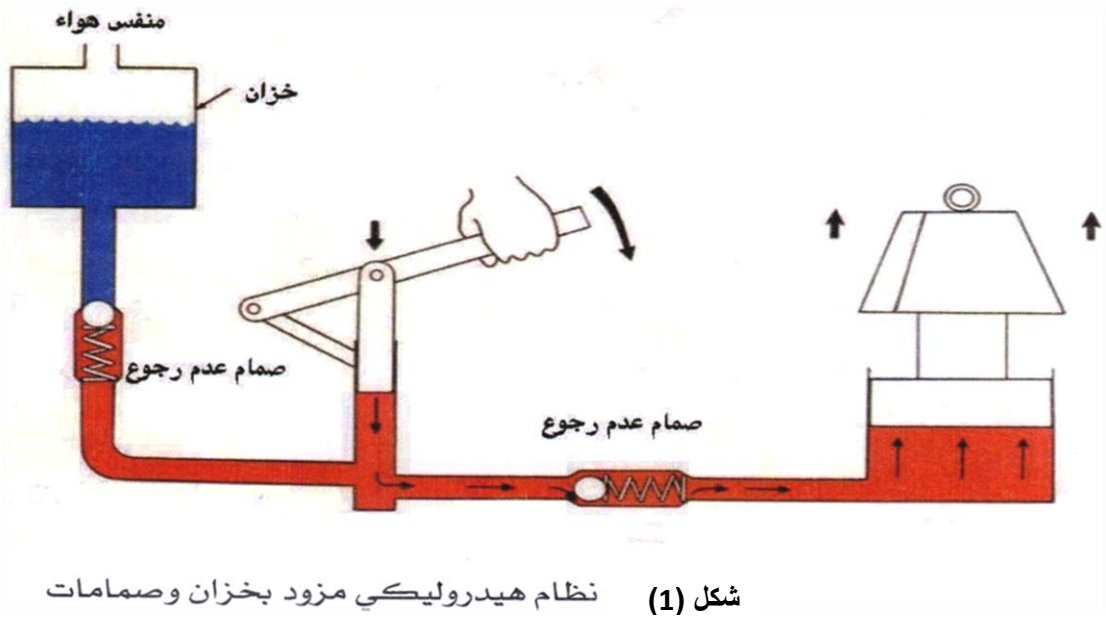
14) اسطوانات هيدروليكية Hydraulic Cylinder

(عملي)

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

انواع المنظومات الهيدروليكية

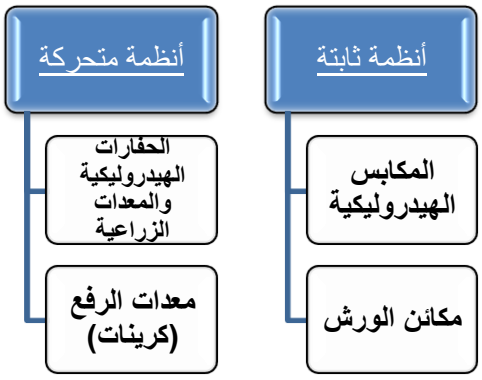
تستخدم المنظومات الهيدروليكية في تطبيقات كثيرة ابتداءا من عمليات الرفع البسيطة كما هو موضح في الشكل (1) وصولا الى مجال المعدات الثقيلة والاستخدامات المتعلقة بتسوية الترب الزراعية والانشاءات المدنية مثل المعدات المتنقلة كالخلاطات ومضخات الخرسانة والقلابات وغيرها وفى المجال الصناعي مثل تشغيل المضخات العملاقة التي تقوم بتحميل الاحمال الثقيلة في المصانع والموانئ وغيرها ، ويمكن الحصول من النظم الهيدروليكية على حركة خطية من خلال المكبس الهيدروليكي ودائرية من خلال مشغلات دوارة كالمحركات الهيدروليكية وتقوم أجهزة التحكم الهيدروليكية على توجيه المشغلات مما جعل استخدام التحكم الهيدروليكي في مجال المعدات الثابتة والمتحركة عمليا واقتصاديا.



شكل (1) نظام هيدروليكي مزود بخزان وصمامات

استخدامات الأنظمة الهيدروليكية

عندما تستخدم المنظومات الهيدروليكية كأجهزة تحكم في المجالات الصناعية في المعدات والمصانع وارصفة التحميل في الموانئ وغيرها من التطبيقات يتطلب وجود أجهزة مساعدة ثانوية لغرض تحويل الحركة من خطية الى حركة دورانية وتكون هذه الأنظمة على نوعين:



اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

مميزات وعيوب الانظمة الهيدروليكية

يوفر استخدام السوائل في أنظمة الهيدروليك بعض المزايا في التطبيقات الهندسية المتعددة ، وذلك مقارنة بالأنظمة الميكانيكية (التروس والسيور ...إلخ) والأنظمة النيوماتية (الهواء المضغوط) ولا تخلو من عيوب ايضا نذكر منها :

أ - مميزات الأنظمة الهيدروليكية

1. سرعة الاستجابة Response العالية في نقل الإشارات فموجات الضغط تنتقل عبر السوائل بسرعة الصوت.
2. الحساسية Sensitivity والدقة الفائقتان، وذلك بسبب أن انضغاطية السوائل تكاد تكون معدومة.
3. إمكانية نقل مستويات عالية من القدرة بالمقارنة بغيرها من الأنظمة بمعنى آخر أن نسبة القدرة المنقولة لكتلة المعدات تعتبر عالية نسبياً

ب - عيوب الأنظمة الهيدروليكية

رغم أهمية الأنظمة الهيدروليكية وعدم الاستغناء عنها في الحياة العملية الا انها لا تخلو من عيوب ومحددات ومع ذلك في النظم الكبيرة التي تحتاج إلى قوة في غاية الكبر يكون الحل الوحيد هو استخدام المشغلات الهيدروليكية في بعض المجالات ومن هذه العيوب:

1 - الاخطاء الناتجة عن استخدام الضغوط العالية والمشاكل الناتجة عن ارتفاع درجة حرارة السائل المضغوط عن الحد المسموح به وهو 70 درجة مئوية.
2 - الحاجة إلى بنية أساسية كبيرة (مضخة ضغط عالي، خزان وخطوط توزيع وغيرها من الأجهزة الملحقة بالنظام الهيدروليكي)
3 - تسرب المائع الذي يعد مرفوضاً في البيئات النقية، واحتمالات المخاطر التي تصاحب الضغوط العالية مثل (تصدع الضغوط) وضوضاء التشغيل والاهتزازات ومتطلبات كثيرة للصيانة.

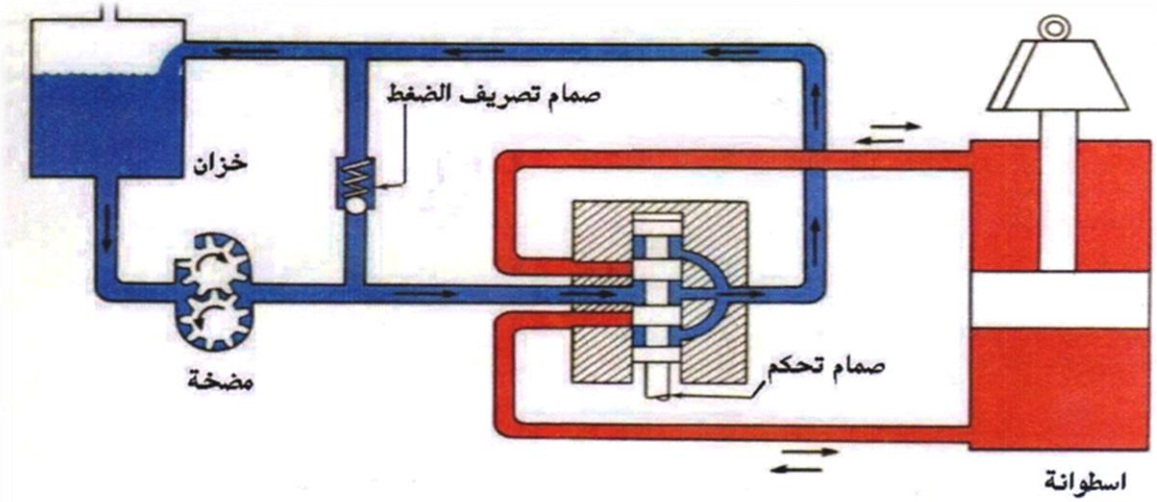
تصنيف المنظومات الهيدروليكية

يمكن تصنيف المنظومات الهيدروليكية إلى نوعين أساسيين استناداً إلى طبيعة عملها :
اولا: منظومة هيدروليكية مفتوحة المركز .
ثانيا: منظومة هيدروليكية مغلقة المركز .

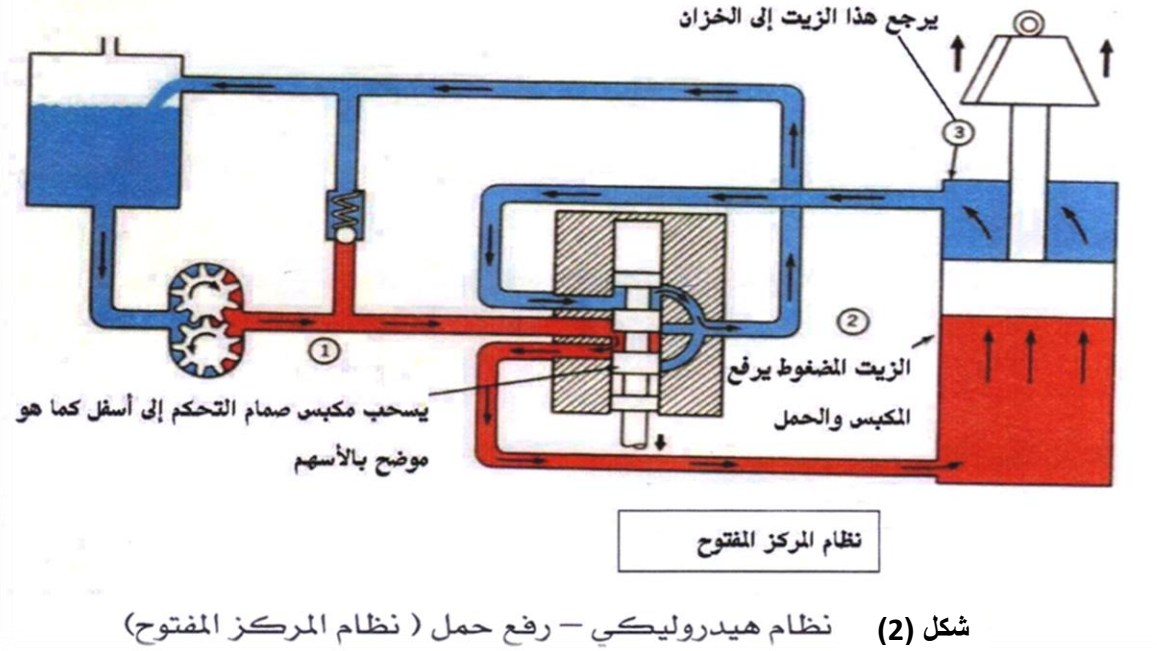
اولا: المنظومة الهيدروليكية مفتوحة المركز

تصمم هذه الأنظمة بحيث تعمل المضخة على تجهيز كمية ثابتة من الزيت، ويمكن إعادة هذه الكمية إلى الخزان في حالة عدم الحاجة إلى انجاز شغل عبر صمام التحكم فعند وضع ساق الصمام في الوضع الحر سيسمح بمرور الزيت ورجوعه إلى الخزان وكما هو موضح في الشكل (2).

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل



شكل (٧) نظام هيدروليكي مزود بصمام تصريف الضغط



شكل (2) نظام هيدروليكي – رفع حمل (نظام المركز المفتوح)

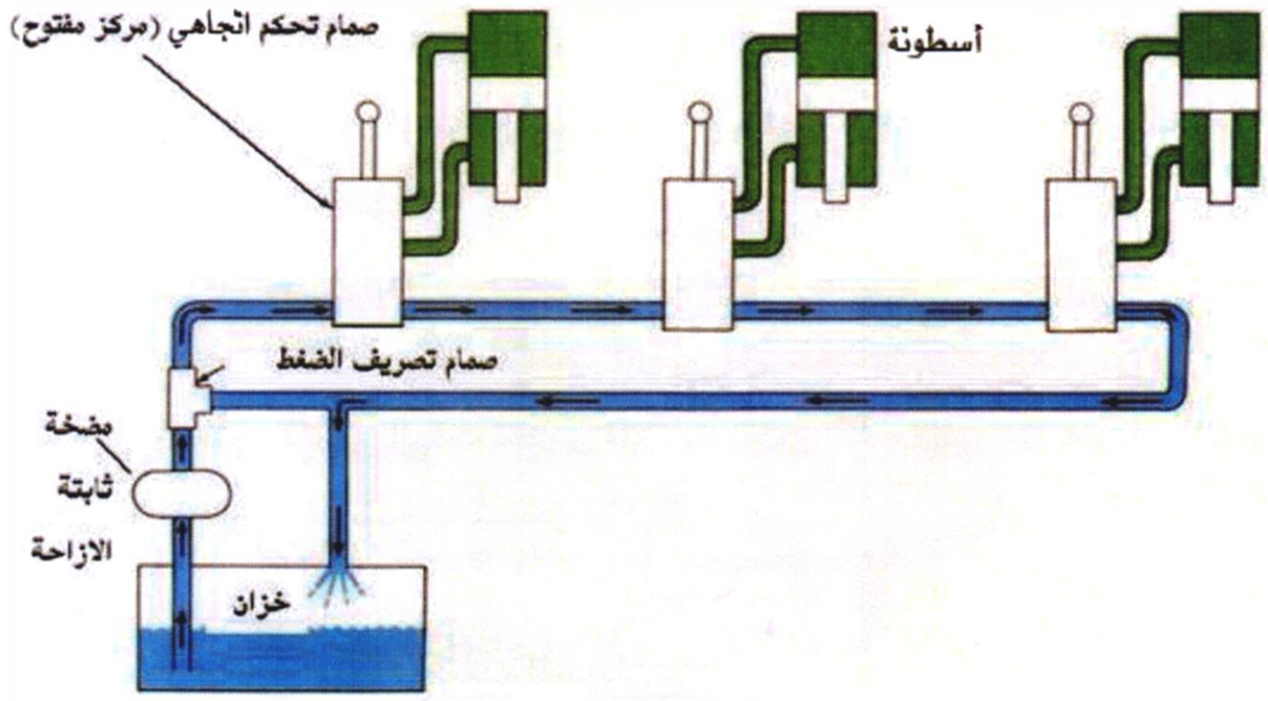
ويكون الربط في هذا النوع للأنظمة بثلاثة أشكال:-

1. منظومة مفتوحة المركز ذات ربط على التوالي. open-center with series connection.
2. منظومة مفتوحة المركز ذات ربط على التوالي والتوازي. open-center with series parallel connection.
3. منظومة مفتوحة المركز ذات مقسم الجريان (الموزع).. open-center with flow divider.

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

أ ـ منظومة مفتوحة المركز ذات ربط على التوالي

الشكل (3) يمثل منظومة ذات ربط على التوالي ، حيث يلاحظ أن الزيت يمر عبر الصمامات الثلاثة على التوالي وان الزيت الذي يخرج من مخرج الصمام الأول يدخل عبر مدخل الصمام الثاني وفي حالة وضع الصمامات في الوضع الحر فان الزيت يمر عبر الصمامات على التوالي ومن ثم إلى الخزان وفي حالة تشغيل احد الصمامات فان الزيت يتحرك إلى اسطوانة ذلك الصمام ، ومن ثم يخرج الزيت من مخرج الصمام إلى مدخل الصمام التالي ، وهذه المنظومة أكثر ملائمة للاستخدام بصمام واحد في وقت واحد ، إلا انه بالإمكان استخدام أكثر من صمام أمان (relief valve) .

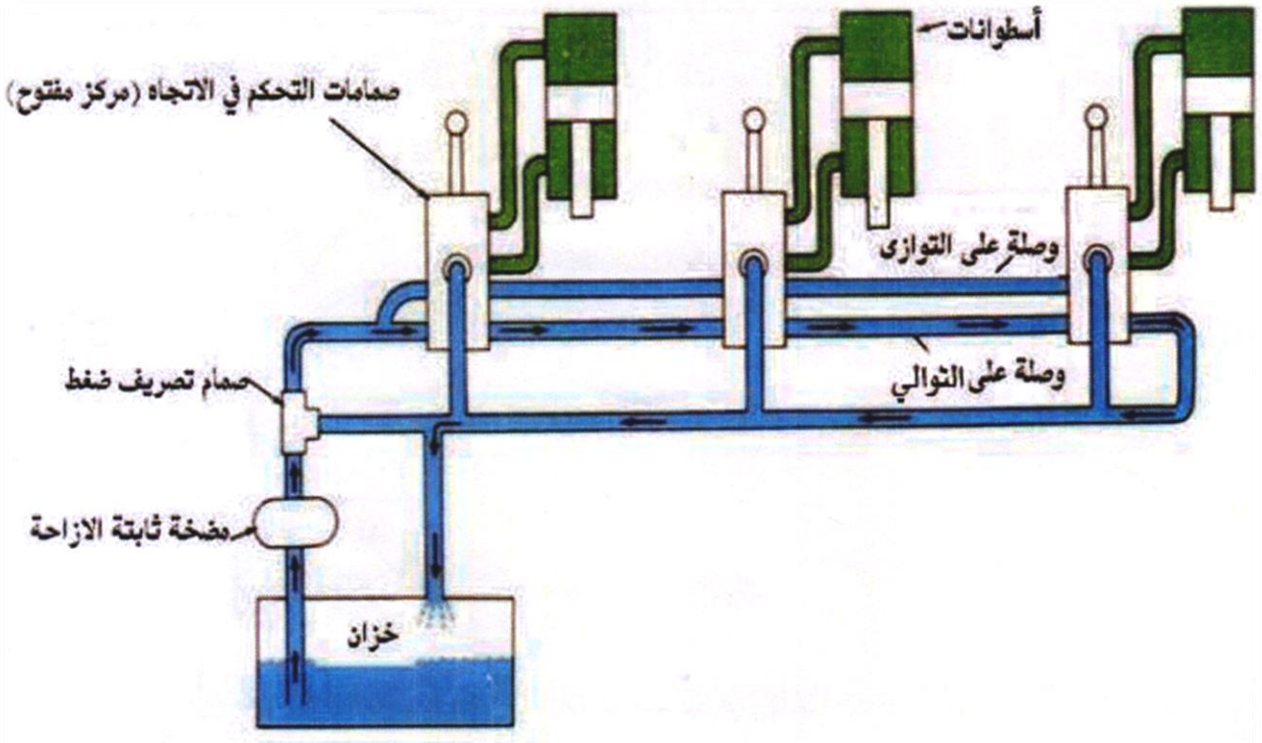


شكل (3) توصيل نظام المركز المفتوح على التوالي

ب- المنظومة مفتوحة المركز ذات الربط على التوالي والتوازي

المنظومة موضحة في الشكل (4) وهي تختلف عن المنظومة ذات الربط على التوالي .فالزيت يجري خلال التحكم على التوالي ، ففي حالة كون الصمامات في الوضع الحر فأن الزيت يجري على التوالي كما في الشكل الموضح . أما إذا تم تشغيل احد الصمامات فأن فتحة الرجوع ستغلق وينتقل الزيت إلى الصمامات خلال الربط وعند تشغيل صمامين أو أكثر في وقت واحد فأن الاسطوانة التي تحتاج أعلى ضغط تبدأ بالاشتغال وبعد ذلك الأخرى وهذا ما يميزها عن المنظومة ذات الربط على التوالي .

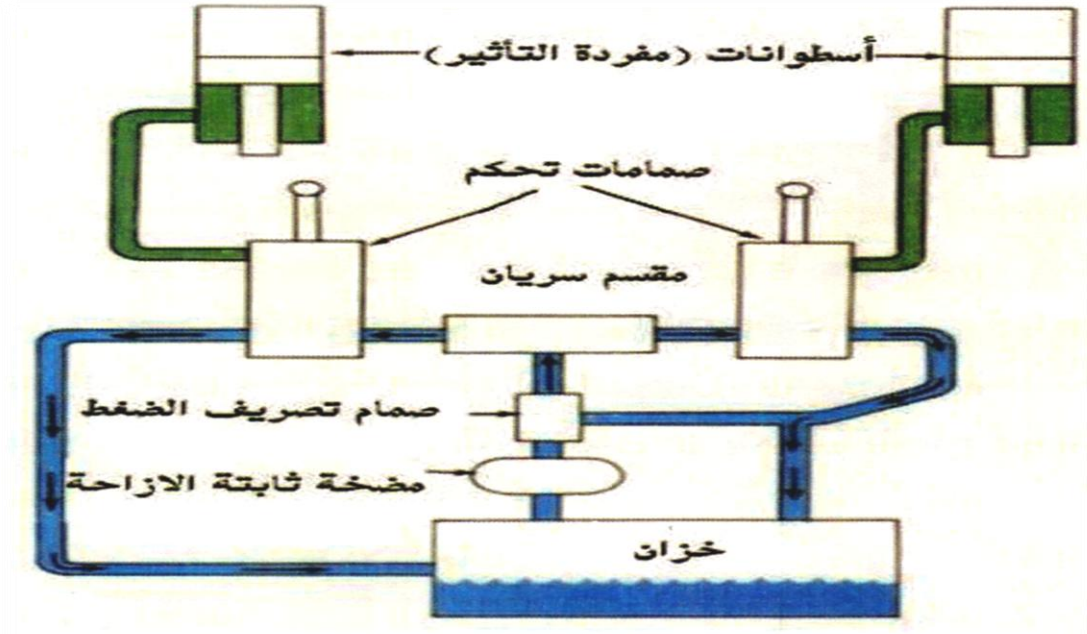
اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل



شكل (4) توصيل نظام المركز المفتوح على التوالي والتوازي

جـ ـ المنظومة مفتوحة المركز ذات مقسم الجريان (الموزع)

الشكل (5) يبين منظومة ذات مقسم وفيها يعمل مقسم الجريان على تقسيم كمية الزيت المدفوع من المضخة بين الاسطوانتين ، وفي هذه المنظومة يجب أن تكون قدرة المضخة كافية لتزويد الاسطوانتين بالضغط المطلوب لتشغيلهما وان عدم استغلال الاسطوانتين سيؤدي إلى هدر بالطاقة .



شكل (5) نظام مركز مفتوح بمقسم سريان

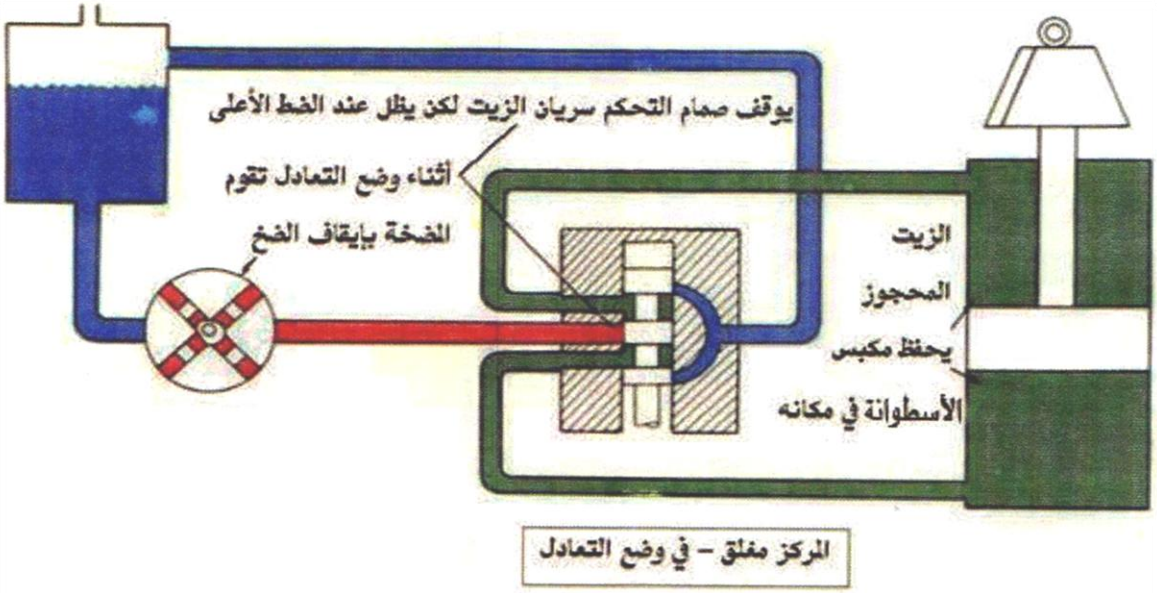
اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

خصائص الدوائر ذات المركز المفتوح

1. استخدام مضخات ذات إزاحة ثابتة رخيصة الثمن في الدوائر الهيدروليكية البسيطة.
2. تعطي الدوائر ذات المركز المفتوح ضغطا كاملا سواءً كان الصمام مغلقاً أم مفتوحاً.
3. الدوائر ذات المركز المفتوح لا تستخدم التغذية الراجعة ويعتمد النظام في هذه الحالة على طبيعة الصمامات والمعدات الهيدروليكية المستخدمة والمتابعة الدائمة للنظام.
4. اليات التحكم في الأنظمة المفتوحة لا تعتبر طريقة معقدة وغالبا تستخدم أنظمة التحكم اليدوية ولزيادة سرعة المشغل (المحرك او المكابس الهيدروليكية) يتم زيادة كمية الزيت الموجهة إلى المشغل بهدف زيادة سرعته.

ثانيا: المنظومة الهيدروليكية المغلقة المركز

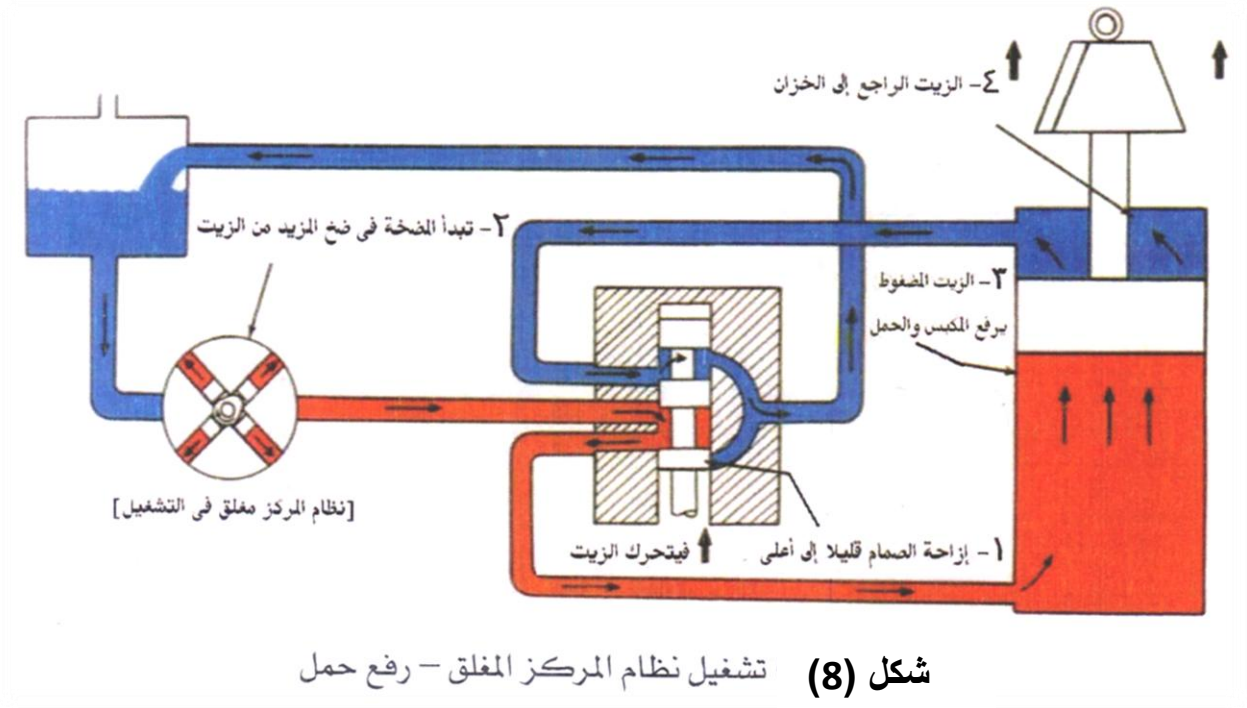
عند وضع صمام تحكم في وضع الحر في هذه المنظومة فان المضخة تستمر بدفع السائل خلال الأنابيب .إلا انه لا يمر عبر الصمام مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط في المنظومة وبالتالي توقف المضخة ذاتيا من خلال صمام تصريف الضغط وكما موضح في الشكل (7).



شكل (7) نظام المركز المغلق في وضع التعادل

أما عند تحريك الصمام إلى الأعلى كما موضح بالشكل (8) فان الزيت يندفع في المنظومة من قبل المضخة أسفل المكبس وبالتالي رفع الثقل إلى الأعلى كما أن الزيت الموجود أعلى المكبس يخرج عبر الأنبوب المرتبط في نهاية الاسطوانة إلى الخزان وتحريك ساق الصمام إلى الأسفل سيدفع الزيت إلى أعلى المكبس مسببا تحريك المكبس والثقل إلى الأسفل وخروج الزيت الموجود في الاسطوانة في أسفل المكبس عبر الأنبوب الموجود في أسفل الاسطوانة إلى المنظومة الأخرى وتعمل المنظومة المغلقة مع نوعين من المضخات .

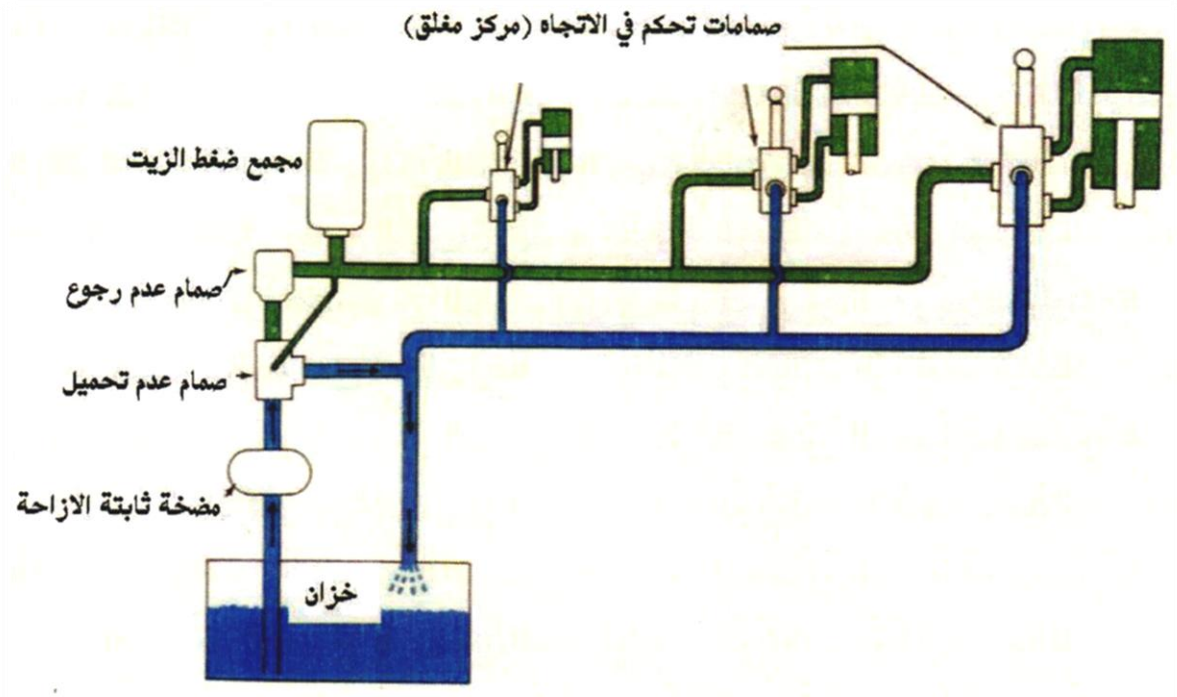
اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل



شكل (8) تشغيل نظام المركز المغلق – رفع حمل

أ- منظومة هيدروليكية مغلقة المركز مع مضخة ثابتة الإزاحة ومجمع هيدروليكي

تتكون هذه المنظومة من مضخة صغيرة ثابتة الإزاحة (والإزاحة يمكن تعريفها بأنها حجم الزيت المتحرك خلال كل دورة للمضخة) لشحن المجمع الهيدروليكي بكمية ثابتة فعند شحن المجمع بالضغط اللازم فان الصمام (unloading valve) يحول الجريان مرة أخرى إلى الخزان ويعمل الصمام غير المرجع (cheack valve) إلى خفض الضغط في دورة التشغيل فعند تشغيل صمام التحكم (control valve) وكما موضح بالشكل (9) فان المجمع الهيدروليكي سيدفع الزيت لتحريك المكبس وبالتالي فان الضغط بالمنظومة سيبدأ بالانخفاض مؤثراً على المضخة للبدء بشحن المجمع الهيدروليكي مرة أخرى عبر صمام تصريف الضغط (unloading valve) وهذه المنظومة تستخدم مضخات ذات سعة قليلة وتستعمل مثل هذه المنظومة في الاستخدامات التي تحتاج إلى فترات زمنية قصيرة لانجاز الشغل . وعندما يتطلب انجاز الشغل فترة زمنية طويلة نسبيً فانه يتوجب تثبيت مجمع هيدروليكي ذات سعة كبيرة .



شكل (9) نظام المركز المغلق بمضخة ثابتة الإزاحة ومجمع ضغط زيت (مركم)

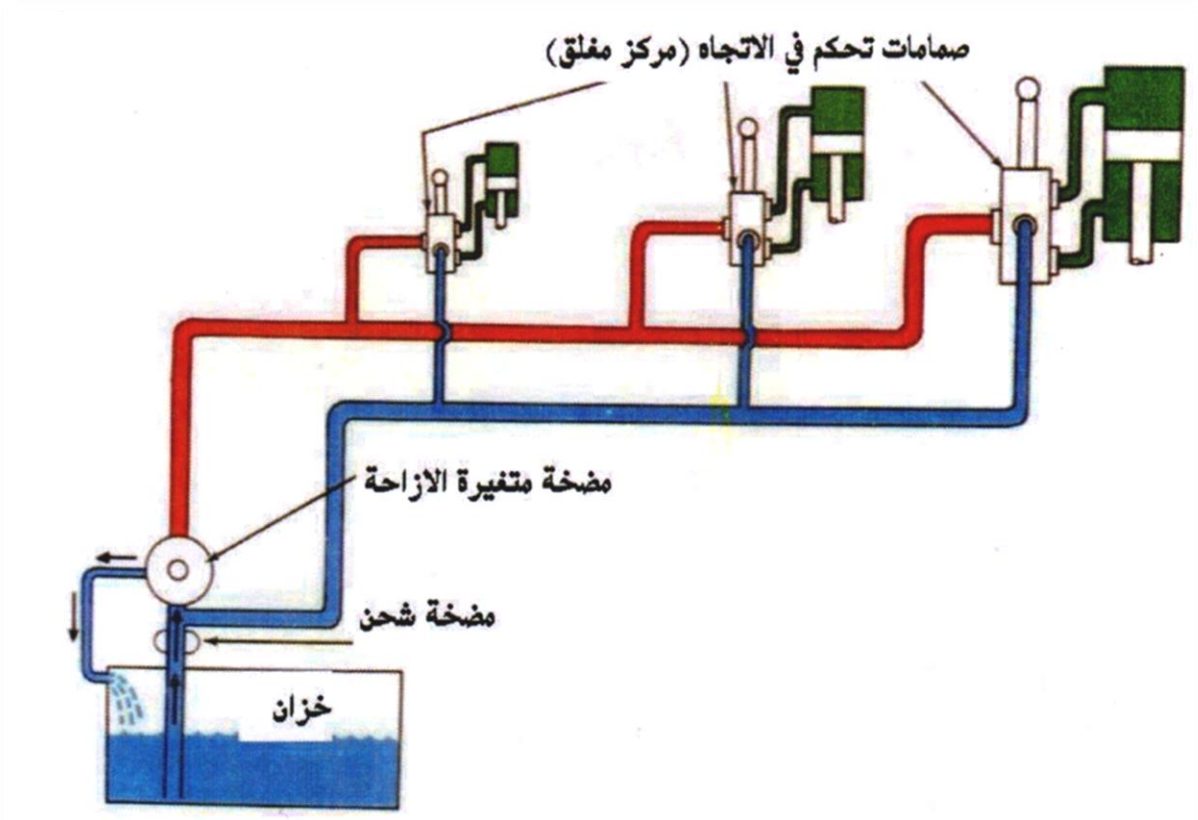
ب- منظومة هيدروليكية مغلقة المركز ذات مضخة متغيرة الازاحة.

Closed center system variable displacement pump

لاحظنا سابقا مثل هذه المنظومة في الشكل (7) إلا أن المنظومة التي سنتطرق لها تختلف عنها وذلك بإضافة مضخة شحن(charging pump) لشحن الزيت من الخزان إلى المضخة المتغيرة الإزاحة (أي حجم الزيت الجاري في المنظومة يمكن تغيره في كل دورة) والغاية من استخدام المضخة هو لتزويد المنظومة بالزيت المطلوب والضغط الابتدائي اللازم لعمل المضخة متغيرة الإزاحة و بكفاءة أفضل وأن الزيت الراجع من الجزء الفعال يعود مباشرة إلى المضخة و كما موضح بالشكل (10) .

ويلاحظ مما تقدم أن المنظومة الهيدروليكية مفتوحة المركز هي ابسط واقل كلفة في المنظومات الهيدروليكية حيث أنها تقوم بأداء وظائف محددة و لتوسيع استخداماتها يتطلب إضافة أجزاء أخرى كما لاحظنا عند إضافة مقسم الجريان (الموزع)(flow divider) في المنظومة المفتوحة وان هذه الإضافة أدت إلى خفض كفاءة المنظومة و المكائن المستخدمة في حاضرنا تحتاج إلى قدرة هيدروليكية اكبر لذلك فان الاتجاه إلى استخدام المنظومة الهيدروليكية مغلقة المركز أكثر ملائمة وعلى سبيل المثال فأن الجرار الزراعي الحديث يحتاج إلى الزيت في جهاز الاستدارة ،الموقف ،نقاط الرفع الثلاثية ،الرافعة وأجزاء أخرى وكل واحدة من هذه الوظائف تحتاج إلى كمية معينة من الزيت وان استخدام المنظومة المفتوحة لانجاز الوظائف المذكورة غير ممكن دون إضافة وتغير في بعض أجزاء المنظومة.

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل



شكل (10) نظام المركز المغلق بمضخة متغيرة الإزاحة

مزايا أنظمة التحكم المغلقة المركز .

1. استجابة أفضل للإيعازات الهيدروليكية، ويمكن للنظام الهيدروليكي العمل مع الضغوط العالية .
2. يستخدم النظام انوع متطورة جدا من المشغلات الهيدروليكية مع عمر تشغيلي أطول.
3. المحافظة على المائع الهيدروليكي من الملوثات الخارجية لكونه لا يعود الى الخزان في حالة العمل.
4. استخدام تقنيات متطورة جدا تتحكم بالدائرة الهيدروليكية وتزود المشغل بالبيانات الخاصة بالنظام الهيدروليكي
5. تعتبر المعدات التي تستخدم النظام المغلق مهمة جدا ويدخل في تصميمها أجهزة الكترونية لا يمكن ان تستخدم في حالة الأنظمة المفتوحة المركز.

اعداد:أ.د. أركان محمد امين صديق / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

صيانة المنظومات الهيدروليكية (عملي)

استعمالات المنظومات الهيدروليكية في المجالات الحقلية (عملي)

الرموز الهيدروليكية (عملي)

رسم الخرائط الهيدروليكية (عملي)