معدات ونظم هيدروليكية
الاسطوانات الهيدروليكية

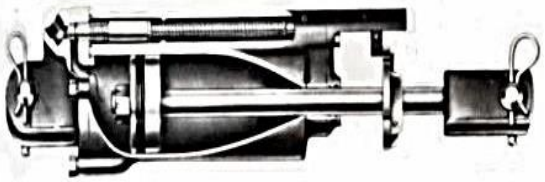
قسم المكائن والآلات الزراعية
كلية الزراعة – جامعة البصرة

المرحلة الرابعة

أستاذ المادة
د. صادق جبار محسن

إعداد المحاضرة من المصادر التالية
نظم الهيدروليك - المؤسسة العامة للتعليم – السعودية

مقدمة:



شكل (١) أسطوانة المكبس

الأسطوانة هي ذراع النظام الهيدروليكي، حيث إنها تقوم بعمل الشغل المطلوب من الدائرة الهيدروليكية. تحول الأسطوانة طاقة السائل الخارج من المضخة إلى طاقة ميكانيكية.

في الوحدة الأولى تم شرح استخدامات الهيدروليكا وبيان كيفية استخدام الأسطوانات لتشغيل كل من المعدات الثقيلة أو الأجهزة الملحقة المسحوبة التي يتم استخدامها وتشغيلها والتحكم فيهامن بعد. في كلتا الحالتين فإن التصميم الأساسي للأسطوانة هو نفسه والاختلاف في الوظائف الإضافية فقط.

أنواع الأسطوانات:

في هذه الوحدة يتم تغطية نوعين أساسيين من الأسطوانات:

- أسطوانات المكابس وهي التي تعطي حركة مستقيمة.
- أسطوانات الريش وهي التي تعطي حركة دو رانية .

(هناك نوع آخر من أجهزة التشغيل الهيدروليكية وهي المحرك الهيدروليكي (الموتور الهيدروليكي) سيتم توضيحه في الوحدة القادمة.

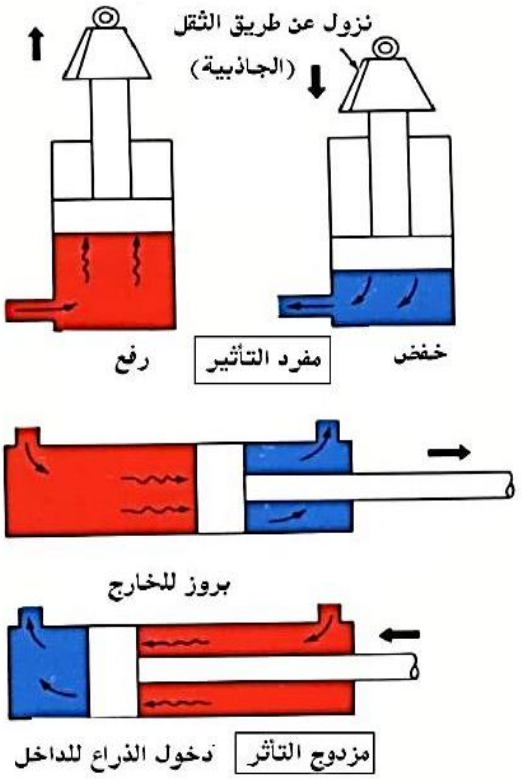
أسطوانات المكابس:

يستخدم نوعان رئيسيان من أسطوانات المكابس هما الأسطوانات مفردة التأثير والأسطوانات مزدوجة التأثير.

الأسطوانات مفردة التأثير- تعطي قوة في اتجاه واحد فقط (شكل ٢). يسمح للزيت بالدخول إلى جهة واحدة فقط من الأسطوانة ويرفع الحمل، ويتم إرجاع الأسطوانة إلى نقطة البدء بواسطة قوة جانبية مثل الوزن (ثقل الجاذبية) أو سو ستة.

الأسطوانات مزدوجة التأثير- تعطي قوة في كلا الاتجاهين (شكل ٢).يسمح للزيت بالدخول إلى إحدى نهايتي الأسطوانة أولا ثم إلى النهاية الأخرى بعد ذلك لتعطي قوة في اتجاهين.

وفى كل من نوعي الأسطوانات هناك مكبس متحرك له ذراع . ينزلق المكبس داخل جسم الأسطوانة كاستجابة للزيت المضغوط الداخل إلى الأسطوانة. يستخدم المكبس أنواعاً مختلفة من الحشو وموانع التسرب وذلك للإحكام ومنع التسرب.



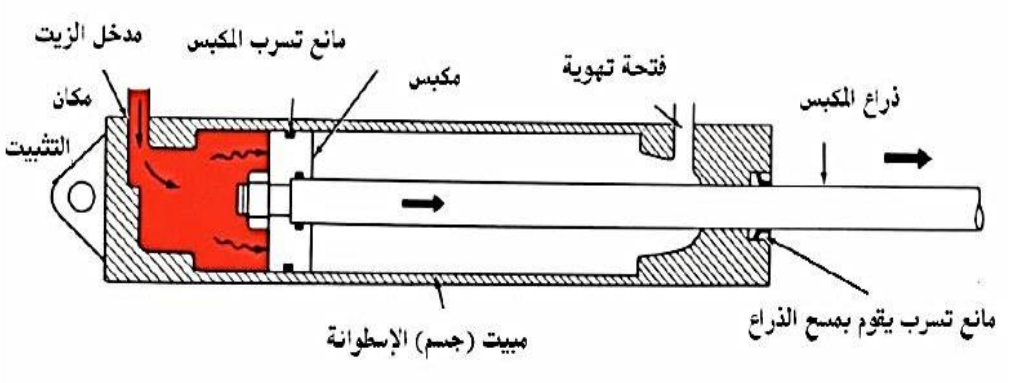
شكل (٢) مقارنة بين الأسطوانات الأحادية والثنائية التأثير

الأسطوانات مفردة التأثير:

في الأسطوانات مفردة التأثير يدخل الزيت في جهة واحدة من المكبس. يدفع الزيت المكبس وذراع المكبس إلى خارج الجسم لتحريك الحمل كما هو مبين بالشكل ٣. عندما يتحرر ضغط الزيت (يقل ضغطه) وتحت تأثير وزن الحمل أو قوة نابض يرجع الذراع إلى داخل جسم الأسطوانة. تثبت الأسطوانة في مكانها أثناء العمل بواسطة قواعد تثبيت ملحومة في إحدى نهايتي الأسطوانة.

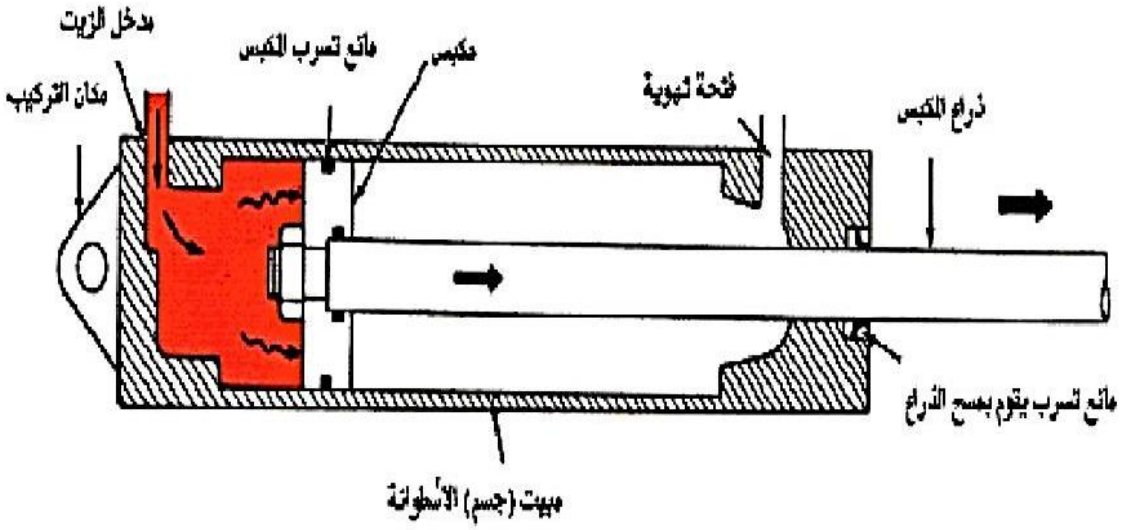
الطرف الآخر من الأسطوانة ينبغي أن يكون محكما جافا، وبه فتحة تهوية صغيرة لتصريف وتحرير الهواء عندما يمتد ذراع المكبس (يتحرك للخارج)، وايضاً لإدخال الهواء عندما يدخل ذراع المكبس داخل

الأسطوانة (يتحرك للداخل). وبذلك لا يحدث تفريغ لهواء الأسطوانة فتعمل بطريقة سلسة. تغطى فتحة التهوية بغطاء مسامي يمنع دخول الأوساخ والأتربة.



شكل (٣) أسطوانة هيدروليكية مفردة التأثير

يركب في المكبس مانع تسرب لمنع تسرب الزيت إلى الجانب الجاف من الأسطوانة في نهاية الأسطوانة جهة الذراع يركب مانع تسرب من النوع الماسح لتنظيف ومسح الذراع كلما تحرك داخل وخارج الجسم.



شكل (٤) أسطوانة ذراعها على شكل مكبس

بعض الأسطوانات مفردة التأثير ليس لها مكبس في النهاية الداخلية لذراع المكبس، وتعمل نهاية الذراع كأنها مكبس، وتسمى أسطوانة من النوع الكابس، انظر شكل٤. الذراع أقل قليلا من القطر الداخلي للأسطوانة، (في نهاية الذراع يوجد كتف أو حلقة لمنع من الاندفاع وخبط الأسطوانة من الداخل).

مزايا الأسطوانة الكابسة عن الأسطوانة المكبسية:

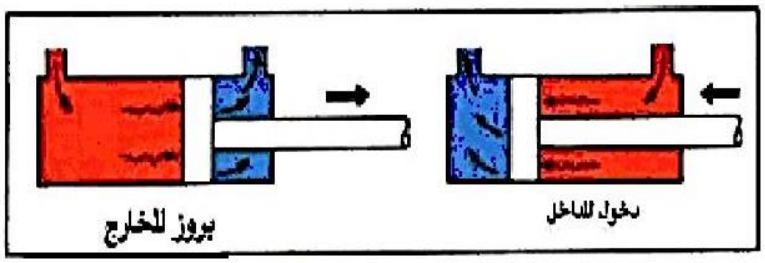
١ - الذراع كبير ويقاوم الانثناء بسبب الأحمال الجانبية .

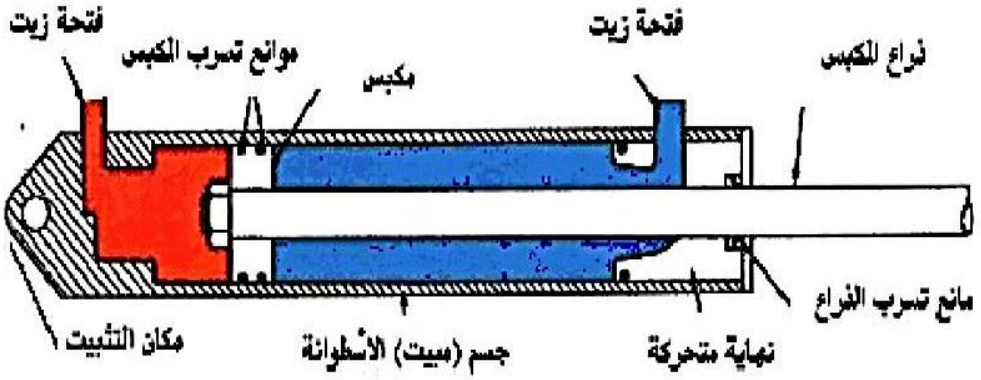
٢ - الحشو من الخارج وهو ما يسهل الوصول إليه .

٣ - التسلخات والحزوز داخل تجويف الأسطوانة لا تدمر الحشو.

٤ - لا توجد فتحات تنفيس للهواء لأن الزيت يملأ كل الحجرة الداخلية بجسم الأسطوانة .

تفضل بعض المعدات المتحركة الأسطوانات مفردة التأثير عندما يكون مطلوبا رافعة هيدروليكية بسيطة و وزن الوحدة الشغالة سينزل لأسفل بنفسه .





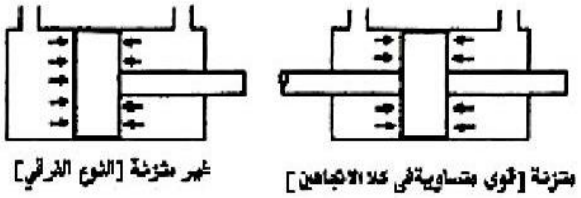
شكل (٥) نموذج لأسطوانة مزدوجة التأثير

الأسطوانات مزدوجة التأثير

في الأسطوانات مزدوجة التأثير تتوفر القوة في كلا الاتجاهين ، يدخل الزيت المضغوط لأحد طرفي الأسطوانة ويجعلها تمتد والطرف الآخر ينكمش (شكل ٥) ويرجع الزيت من الجانب العكسي للأسطوانة إلى الخزان باستمرار . في الأسطوانة مزدوجة التأثير سواء في المكبس أو في ذراع المكبس فإن كل منهما يجب أن يكون محكما (بواسطة موانع تسرب) لمنع التسريب .الشكل رقم (٦) يوضح نوعين من الأسطوانات مزدوجة التأثير: الأسطوانة المتزنة والأسطوانة غير المتزنة .

الأسطوانة غير المتزنة : في النوع غير المتزن (التفاضلي) تكون القوة جهة الذراع أقل منها في الجهة الخالية الأخرى ، وذلك لأن الذراع يشغل فراغا لا يتعرض لضغط المائع. تصمم هذه الأسطوانة لأداء مشوار أقل سرعة وأكثر قدرة،وذلك عند تحرك الذراع للخارج ، ولكن عندما يتحرك الذراع للداخل يكون المشوار أسرع وأقل قدرة .

الأسطوانة المتزنة : في الأسطوانة المتزنة يمتد ذراع المكبس من الطرفين مما يعطي مساحة تشغيل متساوية في جانبي المكبس ،يؤدي ذلك إلى اتزان القوى المؤثرة على الأسطوانة سواء كانت حركتها للداخل أو للخارج . (اتزان أو عدم اتزان هذه الأسطوانات يعتمد بالطبع على الحمل ، وإذا لم تحاول الأسطوانة تحريك أحمال متساوية في كل اتجاه فإن الاتزان سوف يتأثر) .



شكل (٦) أنواع الأسطوانات مزدوجة التأثير

سمات إضافية للأسطوانة المكبسية:

كثيرا من الأسطوانات المكبسية لها سمات إضافية تضيف وظائف أو تهيئ هذه الأسطوانات لاستعمالات مختلفة من أهمها أجهزة التحكم في المشوار.

أجهزة التحكم في المشوار:

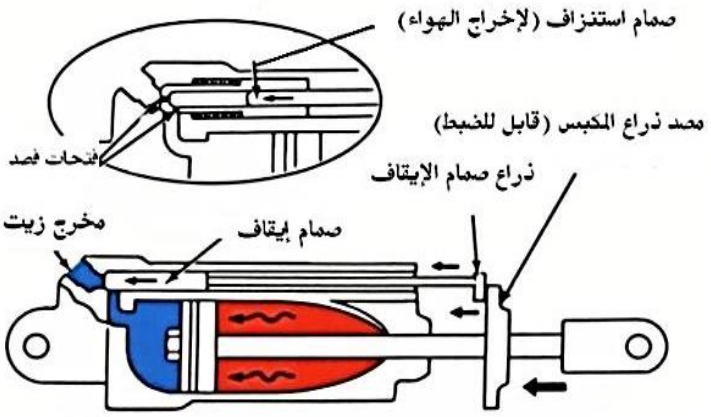
يستعمل أحيانا مصد هيدروليكي لإيقاف المكبس عند آي نقطة في المشوار وذلك بإيقاف سريان الزيت الخارج (شكل ٧). عند لم الذراع يدخل المكبس في تجويف الأسطوانة ، فيتلامس مصد الذراع مع الذراع كما هو مبين ،حينئذ يتحرك صمام الإيقاف جهة مقعده ويغلق مخرج الزيت .

يقاوم الزيت المحجوز حركة المكبس فيرتفع ضغط الزيت في النهاية المقابلة. يؤثر هذا الارتفاع في الضغط على صمام التحكم ويرجع الدائرة إلى وضع التعادل، ويمكن ضبط مصد ذراع المكبس لأي مشوار.

تستخدم ايضاً مصدات ميكانيكية لإيقاف بعض الأسطوانات عند نقطة معينة في مشوارها ويتم الضبط قبيل التشغيل. وظيفة المصد وظيفة إضافية يتم بناؤها في الأسطوانة ،انظر شكل٧.

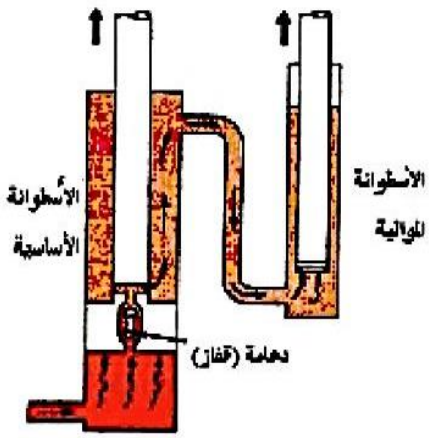
بعد أن يقوم صمام الإيقاف بغلق فتحة خروج الزيت فإن هناك ثقبي استنزاف صغيرين في الصمام يسمحان بسريان محدود للزيت خارج الأسطوانة كلما انكمش المكبس للداخل أكثر (بتثبيت ذراع التحكم في وضع الانكماش) . هذا العمل يحرك صمام الاستنزاف داخل صمام الإيقاف (انظر ملحق شكل ٧)

حتى يقعد أخيرا على نهاية صمام الإيقاف ليمنع تماما سريان الزيت من الأسطوانة. هناك آلية، تعمل عن طريق سوستة، تسمح للزيت الداخل بإعادة فتح الصمامات للمشوار التالي للأسطوانة. يمكن ضبط معدل التشغيل لبعض الأسطوانات، ويتم عمل هذا عادة عند صمام التحكم للأسطوانة بواسطة جهاز التحكم في الحجم (انظر الوحدة الثالثة للتفاصيل) .



شكل (٧) أسطوانة هيدروليكية ذات مصد

الأسطوانة التابع:



شكل (٨) استخدام الأسطوانات (الأساسية والتابع)

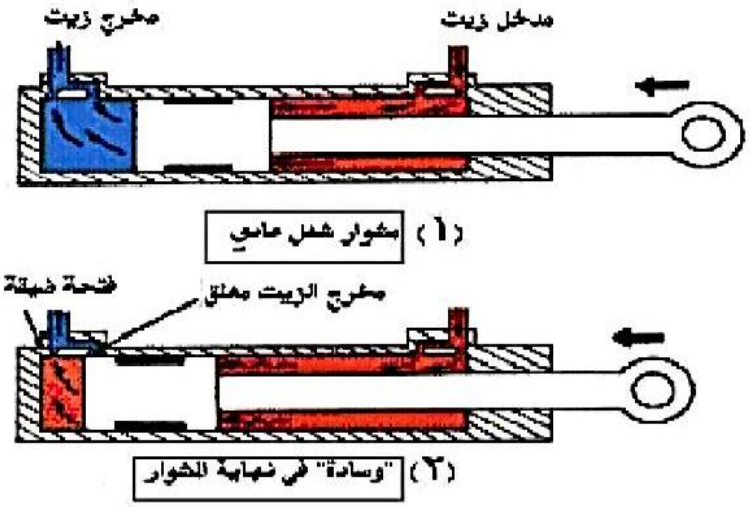
تستمد الأسطوانة التابع لما تحتاجه من الزيت من أسطوانة رئيسة شكل (٨). يسري الزيت إلى الأسطوانة المقابل للأسطوانة ثم يسري هذا الزيت إلى الأسطوانة التابع لتشغيلها بالتالي .

يمكن تصميم الدعامة أو الفتحة بحيث تتوافق الأسطوانتان معا أو تتأخر إحدهم عن الأخرى . عندما تتحرك الأسطوانة الرئيسة للداخل (تنكمش) تقوم دعامة التوافق بالأسطوانة الرئيسة بالفتح وتسمح للزيت بالسريان خلال المكبس الرئيس والرجوع للخزان.

طرق عديدة مختلفة يمكن تطبيقها عند ترتيب وتوصيل ثلاث أسطوانات تابعة على التوالي. يغذي الزيت طرف ذراع (الجهة التي بها ذراع المكبس) الأسطوانة الرئيسة لتشغيلها ، تضخ هذه الأسطوانة الزيت إلى الأسطوانة الأصغر منها مباشرة. تقوم هذه الأسطوانة بخدمة ضخ الزيت إلى الأسطوانة الصغرى. يمكن أن تتوافق إزاحة الأسطوانات بحيث تعمل الأسطوانات الثلاث معا . من الشائع التحكم في وظائف الأسطوانات الثلاث. عموما يجب مراعاة أن تكون الأسطوانة الكبرى قادرة على رفع الأحمال بالكامل.

وسادة إخماد الحركة:

توضع في بعض الأسطوانات وسادة لتقلل من حركة الأسطوانة عند نهاية المشوار. تستخدم الوسادة كفرملة هيدروليكية لتحمي المكبس من تلف التصادم بجسم الأسطوانة .

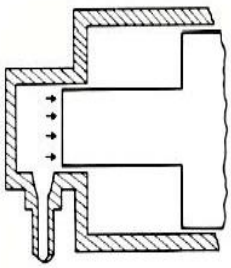


شكل (٩) استخدام المصد ذي الوسادة في الأسطوانة

تعمل الأسطوانة عادة خلال مشوارها الرئيس إلى أعلى، انظر الشكل (٩). تقلل الأسطوانة من حركتها عندما يغطي المكبس فتحة خروج الزيت، أنظر شكل (٩ -٢) . يخرج الزيت الآن خلال فتحة مرور الزيت الضيقة ،مم ا يؤدي إلى إبطاء حركة المكبس . (لاحظ الفتحة الكبيرة تمت تغطيتها بالمكبس أما الفتحة الصغيرة فما زالت مفتوحة ليمر الزيت ببطء وبالتالي حركة المكبس بطيئة) .

المكابس المتدرجة:

يسمح المكبس المتدرج الأقطار للأسطوانة بأن تبدأ المشوار بسرعة عالية وقوة قليلة وتكمل المشوار بسرعة أبطأ وقوة أكبر، يتحقق ذلك إذا سمح للزيت بالدخول أولا في اتجاه الجزء الأصغر من المكبس الذي يتحرك بسرعة حتى يقل الشغل (أي حتى يخرج الجزء الأصغر من المكبس إلى الجزء الأكبر من الأسطوانة)، انظر شكل ١٠. يسود أو يتغلب السطح الكلي للمكبس بعد ذلك لأداء المشوار بقوة أكبر.

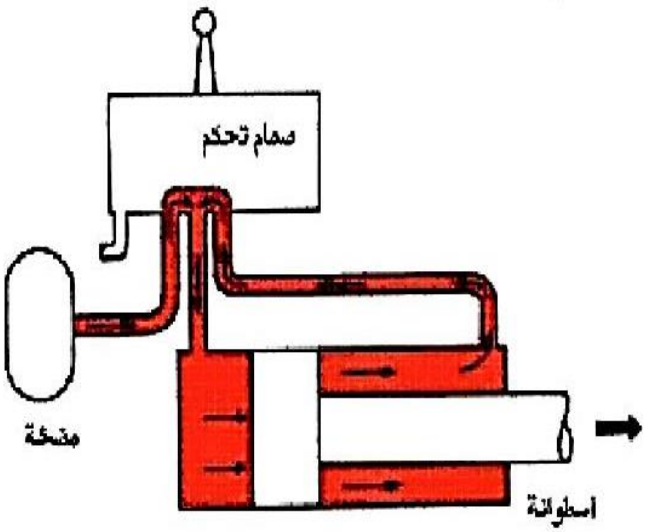


شكل (١٠) اسـ كبس متدرج الأقطار

أسطوانات التسارع:

يسري الزيت المشحون في أسطوانة التسارع من طرف الذراع إلى رأس الأسطوانة لزيادة سرعة الشوط . يمر الزيت الراجع من طرف ذراع الأسطوانة إلى طرف المكبس كما هو مبين (شكل ١١) . يضاف حجم الزيت الراجع إلى حجم الزيت المتدفق في المعتاد إلى الأسطوانة من خلال صمام التحكم .

خلال هذه الدورة ضغط الزيت على طرفي الأسطوانة (الذراع والرأس) متساوٍ . لذلك تستمر الأسطوانة في التحرك للخارج لأن مساحتي طرفي الأسطوانة غير متساويتين .



شكل (١١) أسطوانة تسارع مزدوجة التأثير

في الواقع فإن الضغط يطبق على المساحة الأكبر عند الطرف الأيسر، ويتحرك المكبس إلى اليمين كما هو مبين ويتحرك المكبس سريعا جدا ولكن بقوة صغيرة.

الأسطوانة المكبسية التي تنتج حركة دو رانية:

يمكن استخدام أسطوانة بداخلها مكبسان متقابلان لإيجاد حركة دو رانية محددة والعمل كجهاز سحب ودفع، (وتنتج الأسطوانات ذات الريش حركة دو رانية، انظر الفقرة القادمة في هذة الوحدة . تستخدم في بعض الحالات الأسطوانة مفردة التأثير لإنتاج حركة دو رانية. تجهز نهايتي الأسطوانتين بجريدة مسننة وترس صغير. عندما يطبق الضغط على أحد طرفي الأسطوانتين تنزلق الجريدة المسننة في مبيتها وتسبب دوران الترس الصغير. تستخدم عادة وسادة لإبطاء الحركة في نهاية مشوار المكبس.

المكابس التليسكوبية:

في هذا التطبيق يكون لذراع الأسطوانة قسمان (قطاعان) احدهما داخلي والثاني خارجي. يعمل الذراع كأنه قطعة واحدة حتى يصل المقطع الخارجي إلى نهايته ثم يستمر المقطع الداخلي حتى نهاية المشوار.

وتصمم هذه المكابس بحيث يتحرك القطاع الداخلي أولا ثم يتبعه القطاع الخارجي، وفى هذه الحالة يستخدم جهاز زنق بين القسمين (القطاعين) وتعتمد السرعة في كل قطاع على مساحة سطح الدفع لكل منهما، وتستخدم هذه السمة فقط في الأسطوانات مفردة التأثير.

صمامات عدم الرجوع الوقائية:

تستخدم بعض الأسطوانات صمامات عدم رجوع في مدخل الزيت لحماية الأسطوانة من نقص المائع بسبب انهيار خط الإمداد أو حدوث تسريب. عند حدث عطل في إمداد الزيت يغلق صمام عدم الرجوع ويحجز الزيت في الأسطوانة. ذلك أمر هام جدا حيث من الممكن أن تكون الأسطوانة في حالة رفع حمل ثقيل. مثال على ذلك أسطوانات استواء سطح الأرض في آلات حصاد الأراضي المنحدرة (انظر الوحدة الثالثة لمزيد من التفاصيل في صمامات عدم الرجوع).

آلات حصاد الأراضي المنحدره: هي الماكينات التي تعمل في سفح تل أو جبل ويمكن أن تكون مائلة أثناء التشغيل.

صمام تصريف الضغط الحراري:

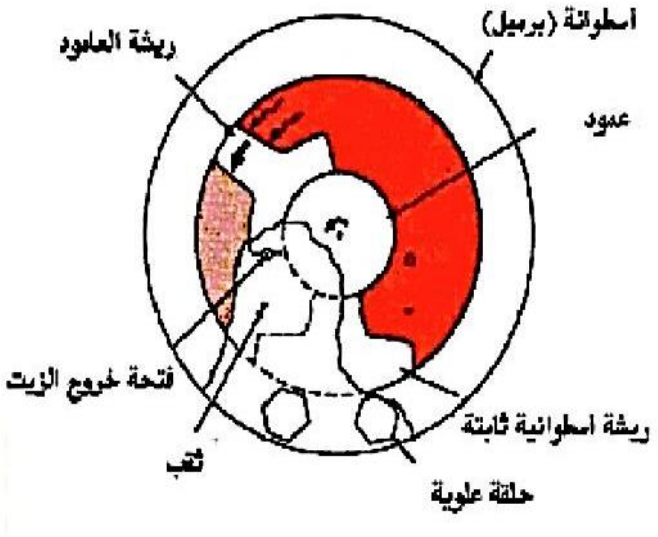
يتمدد زيت الأسطوانة ويرتفع ضغطه بسبب الحرارة، أحيانا تتسبب حرارة الشمس في تدمير الأسطوانة بدون تشغيل. لمنع هذا تستخدم بعض الأسطوانات صمام تصريف ضغط حراري، حيث يتم ضبطه عند

ضغط أعلى من ضغط النظام بكثير. يعمل الصمام كأنه صمام أمان من ضغط الزيت المرتفع (انظر الوحدة الثالثة للتفاصيل).

أسطوانات الريش:

تستطيع أسطوانة الريش أن تنتج حركة دو رانية . شكل (١٢) يوضح أسطوانة الريش أثناء التشغيل. دخول الزيت المضغوط يحرك العمود ومعه الريشة داخل برميل أسطواني. يشحن الزيت خلال ثقب خارجي في الجانب الآخر من الأسطوانة. ويمكن إنشاء" وسادة " أو " فرملة هيدروليكية " في أسطوانة الريشة كما هو مبين.

بينما تتحرك ريشة العمود فإنها تغلق فتحة خروج الزيت في الحلقة العليا، وتترك ثقباً صغيراً لطرد الزيت لتعمل على إبطاء الريشة الدوارة عندما تأتي إلى نهاية مشوارها.



شكل (١٢) أسطوانة الريشة

تستخدم أسطوانة الريش للمعدات الدوارة مثل الباكو، حيث تسمح للسائق بدوران الذراع الرافع والقادوس بعد الحفر وعمل أكوام ثم الرجوع بعد ذلك بسرعة. تقوم الفرملة الهيدروليكية الاختيارية بمنع التوقفات التي بها اهتزاز شديد (نخع) أو تصادم مدمر.

معظم أسطوانات الريشة مزدوجة التأثير كما هو مبين. تفصل ريشة البرميل الثابتة بين غرفتي الأسطوانة. يرسل الزيت المضغوط أولا إلى إحدى الغرف للدوران جهة اليسار، ثم يرسل الزيت إلى الغرفة الأخرى للدوران جهة اليمين. ويمكن ايضاً أن تستنبط حركة دو رانية محدودة باستخدام أسطوانتين مكبسين في منظومة الدفع والسحب (انظر ما سبق في هذه الوحدة).