معدات ونظم هيدروليكية
الصمامات الهيدروليكية (1)

قسم المكائن والآلات الزراعية
كلية الزراعة – جامعة البصرة

المرحلة الرابعة

أستاذ المادة
د. صادق جبار محسن

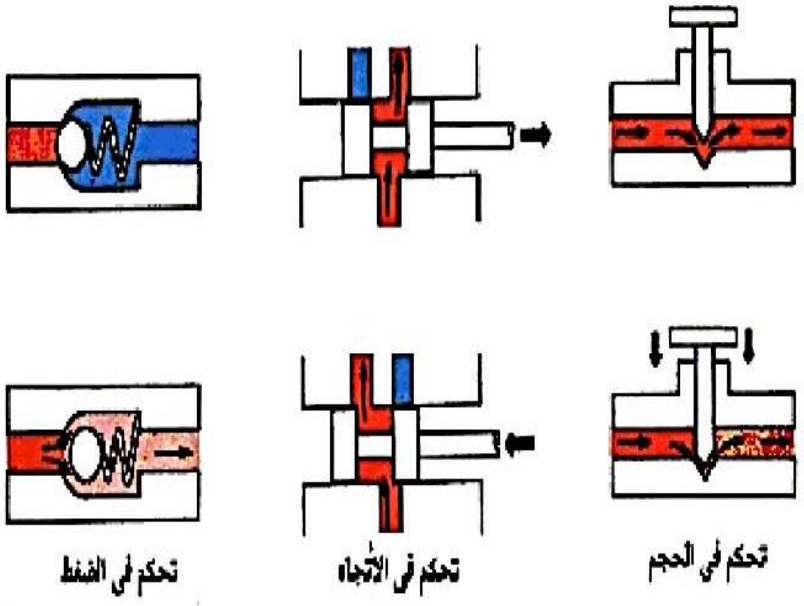
إعداد المحاضرة من المصادر التالية
نظم الهيدروليك - المؤسسة العامة للتعليم – السعودية

مقدمة:

الصمام هو المتحكم في النظام الهيدروليكي. يقوم الصمام بتنظيم ضغط واتجاه وحجم سريان الزيت في النظم الهيدروليكية. تقسم الصمامات إلى ثلاثة أنواع رئيسة:

صمامات تحكم في الضغط، صمامات تحكم في الاتجاه، صمامات تحكم في الحجم .

شكل (١) يوضح نظرية تشغيل الأنواع الثلاثة من الصمامات.



شكل (١) ثلاثة أنواع من صمامات التحكم

صمامات تحكم في الضغط

تستخدم في تحديد أو تقليل ضغط النظام وعدم تحميل المضخة وضبط ضغط دخول الزيت للنظام ، وتتضمن صمامات التحكم في الضغط كل من صمامات تصريف الضغط وصمامات تقليل الضغط وصمامات تتابع الضغط وصمامات عدم التحميل .

تستخدم في تحديد أو تقليل ضغط النظام وعدم تحميل المضخة وضبط ضغط دخول الزيت للنظام، وتتضمن صمامات التحكم في الضغط كل من صمامات تصريف الضغط وصمامات تقليل الضغط وصمامات تتابع الضغط وصمامات عدم التحميل.

تتحكم في اتجاه سريان الزيت في النظم الهيدروليكية. أهم أنواعها صمامات عدم الرجوع وصمامات المكابس (سبول) والصمامات الدوارة.

صمامات التحكم في الحجم.

تقوم بعملية تنظيم حجم سريان الزيت وتتم هذه العملية عادة بخنق أو تغيير اتجاه الزيت.

أهم أنواعها الصمامات التعويضية للتحكم في السريان والصمامات غير التعويضية للتحكم في السريان وصمامات تقسيم السريان .

توجد بعض الأنواع المخالفة للثلاثة أنواع المذكورة، وعلى سبيل المثال هناك العديد من صمامات التحكم في الحجم تستخدم كصمامات تحكم في الضغط الناشئ بداخلها .

يمكن التحكم في الصمامات بطرق عديدة : يدويا أو هيدروليكيا أو كهر بائيا أو هوائيا . في بعض الماكينات الحديثة فإن تتابع العمليات بالكامل لماكينة معقدة يمكن أن يتم آليا. فيما يلي سيتم توضيح كل نوع من تلك الصمامات بالتفصيل بدءاً من صمامات التحكم في الضغط

صمامات التحكم في الضغط :

تستخدم صمامات التحكم في الضغط في الأغراض الآتية :

- تحديد ضغط النظام.
- تقليل ضغط النظام.
- عدم تحميل المضخة.
- ضبط الضغط الذي يدخل به الزيت للنظام.

أهم أنواع صمامات التحكم في الضغط :

صمام تصريف الضغط وصمام تقليل الضغط وصمام تتابع الضغط وصمام عدم التحميل . فيما يلي يتم توضيح كل منها.

صمام تصريف الضغط:

تصمم كل الدوائر الهيدروليكية لتعمل في مدى ضغط معين . الضغوط الأعلى من ذلك يمكن أن تدمر مكونات الدائرة و تشغيلها يحتاج إلى قوة كبيرة جدا أكبر من القوة المقررة لتشغيل النظام . تعالج صمامات التصريف هذا الخطر لأنها صمامات أمان تقوم بتصريف الزيت الزائد عندما يزيد الضغط عن الحد المقرر.

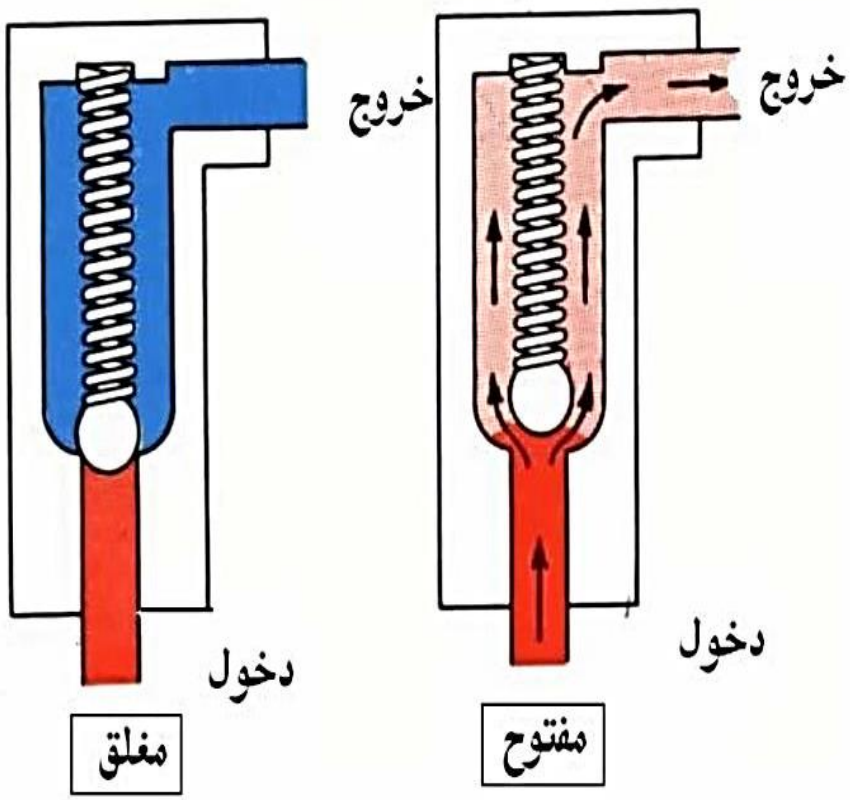
يستخدم في الدوائر الهيدروليكية نوعان من صمامات التصريف :

صمام مباشر التأثير وهو صمام تصريف بسيط له وضعان احدهما فتح والآخر غلق .

صمام دليلي وهو صمام تصريف يتحكم في صمام تصريف رئيس بواسطة زنبرك ضعيف يعمل كزناد.

صمامات تصريف الضغط المباشر التأثير:

يتكون الصمام من كرة (بلية) موضوعة داخل أنبوب ذي قطرين. ترتكز البلية على القطر الأصغر . تتزن البلية تحت تأثير قوة السوستة من جهة وقوة ضغط الزيت الداخل من الجهة الأخرى . شكل (٢) يوضح بساطة تشغيل هذا الصمام.



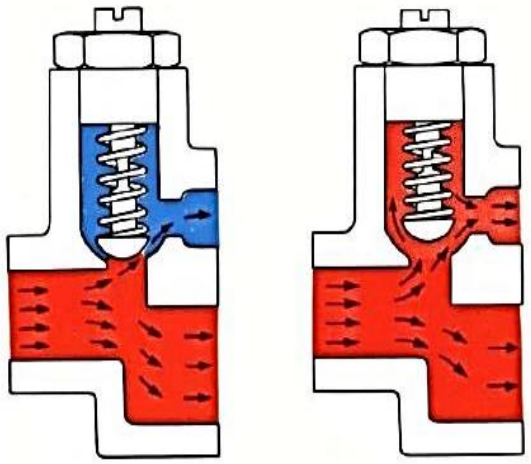
شكل (٢) تشغيل صمام تصريف الضغط المباشر التأثير

حينما تكون قوة السوستة أكبر من ضغط زيت الدخول حينئذ تضغط السوستة على البلية وتقعد البلية في مقعدها (تستقر) وتمنع مرور الزيت ويصبح الصمام مغلقا .

يفتح الصمام عندما يزيد ضغط الزيت في النظام ويتغلب على قوة السوستة، ويسرى الزيت عند ذلك للخزان ويمنع زيادة الضغط عن الحد المقرر .عندما تتدفق كمية كافية من الزيت فينخفض ضغطه وتتغلب عليه قوة السوستة ويغلق الصمام مرة ثانية.

يتم ضبط بعض صمامات التصريف بواسطة مسمار الضبط الموجود خلف السوستة (انظر شكل ٣) وذلك بفك هذا المسمار أو ربطه (إدارة هذا المسمار في اتجاه عقرب الساعة أو عكسها بضع لفات للضبط) . ويمكن ضبط صمام تصريف الضغط ليفتح عند ضغط معين.

توجد أنواع مختلفة من الصمامات ولكن ذات القرص هي أكثر الأنواع شيوعا وهي تشبه نبات عش الغراب إلا أنة يسبب اصطكاكاً وخبطاً أثناء التشغيل . كلمة قرص يقصد بها الجزء الشغال من الصمام، والبعض الآخر من الأقراص يكون على شكل أزرار (جمع : زر) شكل (٣) أو على شكل مخروط .



عند ضغط السريان الكامل عند ضغط التصدع (بدء الفتح)

شكل (٣) تشغيل صمام تصريف يوضح تأثير زيادة الضغط

ضغط التصدع والضغط المتجاوز(فوق المعدل):

ضغط التصدع هو الضغط الذي يبدأ عنده صمام تصريف الضغط في الفتح. ضغط الفتح الكامل هو الضغط الذي يمكن كل كمية الزيت بالكامل من المرور خلال الصمام، انظر شكل (٣) ولاحظ سريان الزيت. ضغط الفتح الكامل أعلى بدرجة بسيطة من ضغط التصدع، حيث إن قوة شد السوستة تزداد كلما فتح الصمام أكثر.

وتسمى هذه الحالة " الضغط فوق المعدل "أو" الضغط المتجاوز " وهذه إحدى مميزات صمام تصريف الضغط البسيط.

استخدامات صمام تصريف الضغط المباشر التأثير:

تستخدم هذه الصمامات بصفه أساسية حينما يكون حجم الزيت صغيرا ولعمليات أقل تكرارا. تتميز هذه الصمامات بالاستجابة السريعة مما يجعلها مثالية لتصريف الضغوط الفجائية. .تستخدم غالبا كصمامات أمان لحماية مكونات الدائرة من التلف.

يخدم صمام تصريف الضغط المباشر التأثير ايضاً كصمام دليلي لصمامات تصريف الضغط والتي ستشرح لاحقا في هذا الفصل.

صمام تصريف الضغط الدليلي المباشر التأثير بسيط جدا. إذا انهار النظام وفشل في أداء وظيفته فلا يحدث ضرراً نظرا لأن نقص الضغط الناتج في النظام يكون ظاهرا للسائق إذ يستطيع إصلاح العطل سواء كان استبدال السوستة المكسورة أو الصمام المتآكل أو قاعدة الصمام المشروخة.

صمام تصريف الضغط الدليلي:

يستخدم صمام تصريف الضغط الدليلي غالبا عند الاحتياج لصمام تصريف ضغط الأحجام الكبيرة ذات فروق الضغط البسيطة. يحتوي الصمام الدليلي على قداح (زناد) وهو عبارة عن زنبرك خفيف (٣) يتحكم في صمام تصريف الضغط الرئيس(٦) .

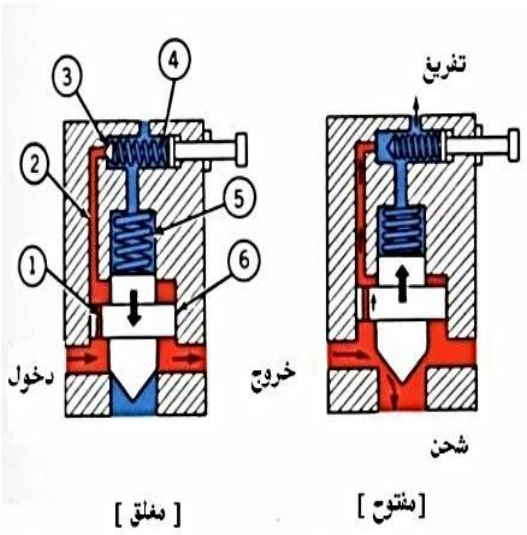
عادة ما يكون زناد صمام تصريف الضغط صغيراً(٣) ومحملاً بسوستة داخل صمام تصريف رئيس، انظر شكل (٤).

يغلق صمام تصريف الضغط عندما يكون ضغط دخول الزيت أقل من القيمة المضبوط عليها الصمام. الممر (١) في الصمام الرئيس (٦) يجعله في اتزان هيدروليكي بينما تجعله السوستة (٥) مغلقا.

في هذا الوقت يكون الصمام الدليلي (٣) مغلقا ايضاً ويكون ضغط الدخول خلال المسار الحساس (٢) أقل من الضغط المضبوط عليه الصمام الدليلي.

وحينما يزداد ضغط الدخول يزداد ايضاً في الممر (٢) . عندما يصل إلى قيمة الضغط المضبوط عليها الصمام الدليلي يفتح الصمام (٣) وهذا يحرر الزيت خلف الصمام الرئيس خلال الممر (٢) إلى خارج فتحة التصفية (الخروج) مما يؤدي إلى انخفاض الضغط خلف صمام التصريف الرئيس (٦) ويؤدي إلى فتحه.

تبدأ الآن عملية التصريف الرئيسة بينما الزيت الزائد يفرغ في فتحة التصريف مانعا أي ارتفاع إضافي في ضغط السحب. ويغلق الصمام مرة أخرى عندما ينخفض ضغط زيت الدخول إلى أقل من قيمة ضبط الصمام.

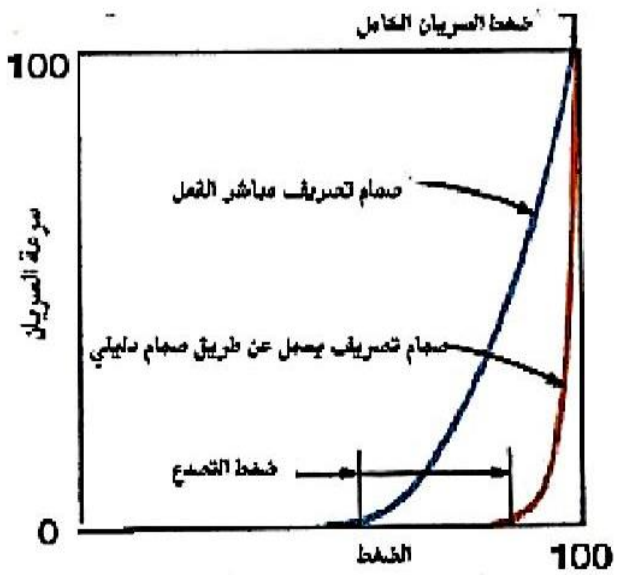


١ - ممر ٢ - ممر الإحساس ٣ - صمام دليلي

٤ - سوستة ٥ - سوستة ٦ - الصمام الرئيس

شكل (٤): صمام تصريف الضغط الذي يعمل عن طريق صمام دليلي

ضغط التصدع وضغط التجاوز:



شكل (٥) مقارنة بين ضغوط التصدع والسريان الكامل لصمامات تصريف الضغط

ضغط التجاوز لصمام تصريف الضغط الدليلي أقل من مثيله للصمام المباشر التأثير. شكل(٥) يقارن بين ضغوط التصدع والسريان الكامل لاثنين من تلك الصمامات أحدهما صمام تصريف الضغط الدليلي والثاني الصمام المباشر التأثير. يبدأ الصمام المباشر التأثير في الفتح عند ضغط يعادل نصف قيمة ضغط السريان الكامل، بينما يفتح الصمام الدليلي عند ضغط يعادل قيمته ٩٠٪ من قيمة ضغط السريان الكامل.

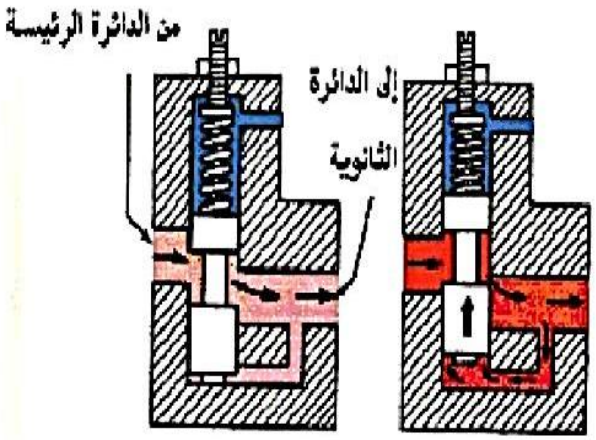
استخدامات صمامات تصريف الضغط الدليلي:

لا تبدأ هذه الصمامات في الفتح حتى يصل الضغط إلى قيمة ضغط السريان الكامل تقريبا مما يحافظ على كفاءة الدائرة حيث يتحرر قليل من الزيت. هذه الصمامات هي الأفضل للنظم ذات الضغط العالي وحجم التصريف الكبير.

ومع أن صمامات تصريف الضغط الدليلي أبطأ من الصمامات مباشرة التأثير إلا أنها تحفظ زيت النظام عند ضغط أكثر ثباتا عند بدء تحريره (خروجه من الصمام).

صمامات تقليل الضغط:

يستخدم صمام تقليل الضغط ليحافظ على ضغط أحد أفرع النظام (دائرة ثانوية) أقل من ضغط الدائرة الرئيسة. يتخذ الصمام وضع الغلق عند التشغيل كما يتخذ الصمام وضع الفتح عند عدم التشغيل، انظر شكل ٦.



[الصمام مغلق جزئيا لتقليل الضغط] [الصمام مفتوح، غير شغال]

شكل (٦) صمام تقليل الضغط

يتم تشغيل الصمام كالآتي: عندما يبدأ الضغط في الارتفاع في الدائرة الثانوية (غير الرئيسة) تؤثر قوة على قاع المكبس المنزلق (سبول) للصمام وتغلقه جزئيا . يحفظ ضغط سو ستة الصمام في مواجهة ضغط الزيت بحيث يسمح لكمية من الزيت، بالمرور خلف الصمام، تكفي فقط لخدمة الدائرة الثانوية بالضغط المرغوب فيه. (ويمكن ضبط شد السوستة باستخدام مسمار الضبط الموجود في القمة) .

يأتي الإحساس بالضغط للصمام من جهة الخرج أو من الدائرة الثانوية.ويؤدي هذا الصمام أداء معاكساً لصمام تصريف الضغط الذي يحس (يشعر) بالضغط عند المدخل ويغلق عندما لا يؤدي عمله.ويحدد صمام تقليل الضغط الحد الأقصى في الدائرة الثانوية بغض النظر عن تغيرات الضغط في النظام الرئيس وطالما أن النظم الهيدروليكية تعمل فإن الحمل لا يخلق سرياناً خلفياً أمام فتحة صمام التقليل، ويمكن أن يغلق السريان الخلفي الصمام تماما.

أهم أنواع صمامات تقليل الضغط:

تعمل صمامات تقليل الضغط بطريقتين:

- خفض الضغط بكمية ثابتة.
- خفض الضغط بطريقه دائمة . شكل (٧) يوضح تشغيل هذين الصمامين.

صمام تقليل الضغط إلى مقدار ثابت:

وهو يقدم ضغطاً ثابتاً بغض النظر عن ضغط النظام الرئيس (طالما كان ضغط النظام الرئيس أعلى).

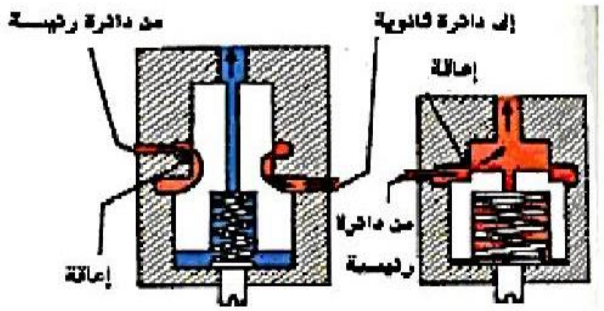
صمام إنقاص الضغط بكمية محددة:

وهو يسبب إنقاصاً للضغط بمقدار معروف(محدد الكمية) ويعني ذلك أن ضغط الصمام سوف يتغير متناسبا مع ضغط النظام الرئيس وعلى سبيل المثال:

إذا تم ضبط الصمام ليعطي نقصاً مقداره ٥٠٠ رطل/ بوصة مربعة وكان ضغط الدائرة ٢٠٠٠ رطل/بوصة مربعة فإن الصمام سوف يقلل الضغط إلى ١٥٠٠ رطل/بوصة مربعة.

وإذا قل ضغط الدائرة إلى ١٥٠٠ رطل/بوصة مربعة فإن الصمام سوف يقلل الضغط إلى ١٠٠٠ رطل/بوصة مربعة.

يعمل صمام تقليل الضغط إلى مقدار ثابت على موازنة الضغط الثانوي مع سوستة يمكن ضغطها. تعمل السوستة على محاولة فتح الصمام، وعندما يهبط الضغط الثانوي فإن السوستة تفتح الصمام بدرجة كافية لزيادة الضغط ولتحفظ ضغط تم تقليله بمقدار ثابت في الدائرة الثانوية.



[خفض الكمية بمقدار ثابت] [خفض الضغط بطريقة دائمة]

شكل (٧) نوعين من صمامات تقليل الضغط

يعمل صمام إنقاص الضغط بكمية محددة على موازنة الضغط الرئيس للنظام الذي يعمل ضد كل من الضغط الثانوي عند المخرج وضغط السوستة. وبما أن المساحات المكشوفة (المعرضة) في جانبي السحب والطرد متساوية وبذلك فإن الإنقاص الثابت للضغط سيكون بفعل ضبط السوستة.

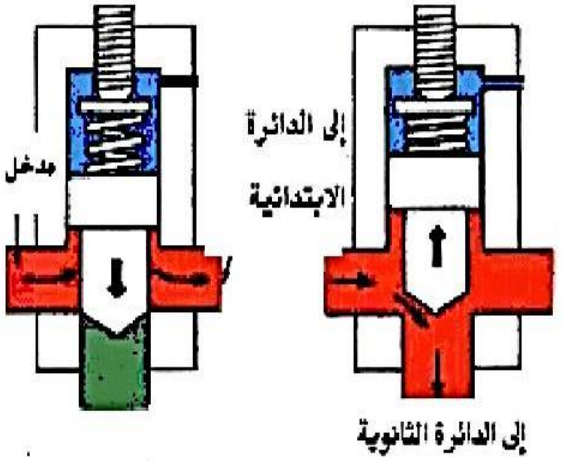
لاحظ الإعاقات الموضحة بشكل (٧)، هذه الإعاقات هي المسبب الرئيس لنقص الضغط. تقوم نظرية عمل صمامات تقليل الضغط بعمل شغلها على تأثير الغلق الجزئي.

وكما تعلمنا في الفصل الأول فإن الإعاقات تسبب عادة نقصا في الضغط.

صمام تصريف الضغط الدليلي:

وكما هو الحال في صمامات تصريف الضغط فإن هناك صمام دليلي صغير يمكن إضافته للتحكم في صمام تقليل الضغط. والتشغيل مماثل لما تم شرحه سابقا فيما عدا أن الصمام الدليلي يعمل أولا كمشغل للزناد لصمام التقليل. استخدام صمام دليلي يمكن إعطاء مدى واسع للضبط وتشغيل أكثر توافقا للتصريف.

صمامات تتابع الضغط:



صمام التتابع مفتوح صمام التتابع مغلق

شكل (٨) صمام تتابع الضغط أثناء التشغيل

تستخدم صمامات تتابع الضغط للتحكم في تتابع السريان إلى مختلف فروع النظام.تسمح هذه الصمامات للزيت بالسريان لأداء وظيفة ثانية عادة ،وذلك بعد التأكد من أداء الوظيفة الأولى بالكامل .

يوضح شكل (٨) صمام تتابع الضغط في التشغيل. عندما يكون الصمام مغلقا فإنه يوجه الزيت بحرية إلى الدائرة الرئيسة، وعندما يكون مفتوحا فإن الصمام يحول الزيت إلى الدائرة الثانوية.

يفتح الصمام عندما يصل الزيت المضغوط في الدائرة الرئيسة إلى قيمة الضغط الذي تم الضبط عليه مسبقا (يمكن ضبطه عند سو ستة الصمام) وعند ذلك يرتفع الصمام مبتعدا عن قاعدته. يسري الزيت خلال الفتحة السفلية إلى الدائرة الثانوية.

أحد استعمالات صمام التتابع تنظيم تتابع تشغيل أسطوانتين منفصلتين، بحيث تبدأ الأسطوانة الثانية مشوارها عندما تكون الأولى قد أنهت مشوارها. هنا يقوم صمام التتابع ايضاً بحفظ الضغط في الأسطوانة الأولى خلال تشغيل الثانية.

أحيانا يكون لصمامات التتابع صمامات عدم رجوع تسمح بسريان حر منعكس من الدائرة الثانوية إلى الدائرة الأساسية ولكن تأثير التتابع يتحقق فقط عندما يكون السريان من الدائرة الأساسية إلى الدائرة الثانوية.

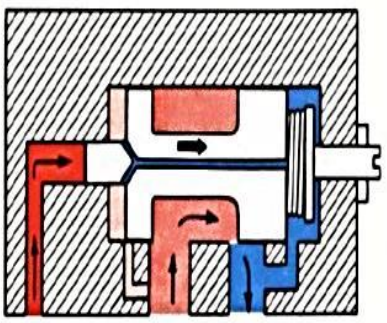
صمامات عدم التحميل:

يوجه صمام عدم التحميل الزيت الخارج من المضخة إلى الخزان عند ضغط منخفض بعد أن يصل سريان المضخة إلى ضغط النظام. تركب هذه الصمامات على الخط الخارج من المضخة بوصلة على شكل حرف T .

خلال جزء من دورة بعض النظم الهيدروليكية لا حاجة لخرج المضخة. على سبيل المثال مرور خرج المضخة خلال صمام تصريف الضغط عند ضغط النظام يؤدي إلى ضياع طاقة هيدروليكية كبيرة في صورة حرارة، عندئذ يكون تشغيل صمام عدم التحميل في افضل حالاته.

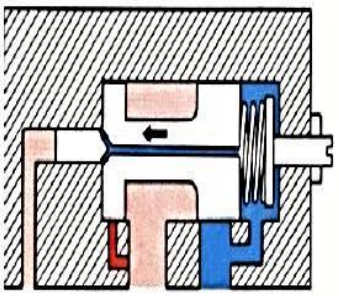
عند غلق الصمام (انظر شكل ٩)، يحجز ضغط السوستة الصمام على مقعده (مغلقا). ضغط الإحساس في النهاية الأخرى من الصمام أقل من ضغط السوستة ويكون خرج الخزان مغلقاً لذا لا يرجع زيت المضخة إلى الخزان وبالتالي لا يحدث عدم تحميل للمضخة.

يفتح الصمام عندما يرتفع ضغط الإحساس ويتغلب على ضغط السوستة. يتحرك الصمام للخلف ويفتح إلى الخزان ويتحول زيت خرج المضخة الآن إلى الخزان عند ضغط منخفض .



إلى الخزان من المضخة خط الإحساس

[الصمام مفتوح]



إلى الخزان من المضخة خط الإحساس

[الصمام مغلق]

شكل (٩) صمام عدم التحميل أثناء التشغيل

استخدام صمامات عدم تحميل في دوائر مجمع الضغط (مركم):

يستخدم صمام عدم التحميل غالبا في دائرة مجمع الضغط ليقوم برفع الحمل عن المضخة بعد شحن مجمع الضغط، انظر فصل (٦) للتفاصيل عن المجمع.

يغلق الصمام بينما تقوم المضخة بشحن مجمع الضغط بالزيت. عندما يرتفع الضغط فإنه يرفع مكبس الإحساس الصغير في اتجاه الصمام الكبير ويضغط السوستة. وعندما يصل الضغط في المجمع إلى الضغط المقرر، الذي تم ضبط السوستة عليه، يفتح الصمام ويسمح بمرور زيت ويصرف ضغط المضخة.

في هذا الوقت يوجه زيت الضغط المتعادل المنخفض إلى النهاية الكبرى للمكبس الكبير.

وعندما يشحن مجمع ضغط الزيت ويتناقص ضغط النظام فإن السوستة تحرك الصمام في اتجاه ضغط النظام المنخفض في المكبس الصغير والضغط المتعادل في اتجاه النهاية الكبرى للصمام.

ويعني هذا أن الصمام سوف يغلق عند ضغط أقل قليلا من ضغط الفتح، ويعطي هذا للصمام مدى تشغيل ويمنع الخبط (الصوت العالي).