أساسيات الهيدروليكا

الصمامات الهيدروليكية

الجدارة:

كيفية التعرف على أنواع الصمامات الهيدروليكية من حيث المكونات ونظرية العمل والاستخدامات وتشخيص الأعطال وطرق الصيانة والإصلاح.

الأهداف :

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على :

١- معرفة كيفية عمل الصمام

٢- معرفة أنواع الصمامات الهيدروليكية الثلاثة

٣- معرفة مكونات ونظرية عمل واستخدامات الصمامات الهيدروليكية

مستوى الأداء المطلوب :

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠ ٪

الوقت المتوقع للتدريب:

٣ ساعات

الوسائل المساعدة :

١- قطاعات لأنواع الصمامات الهيدروليكية الثلاثة

٢- جهاز عرض الشرائح البلاستيكية

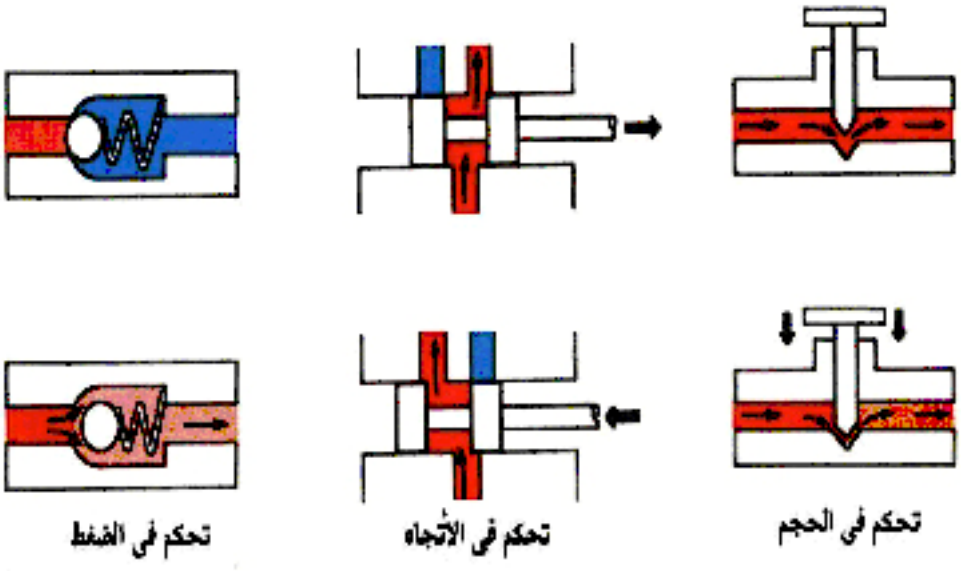
متطلبات الجدارة :

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.

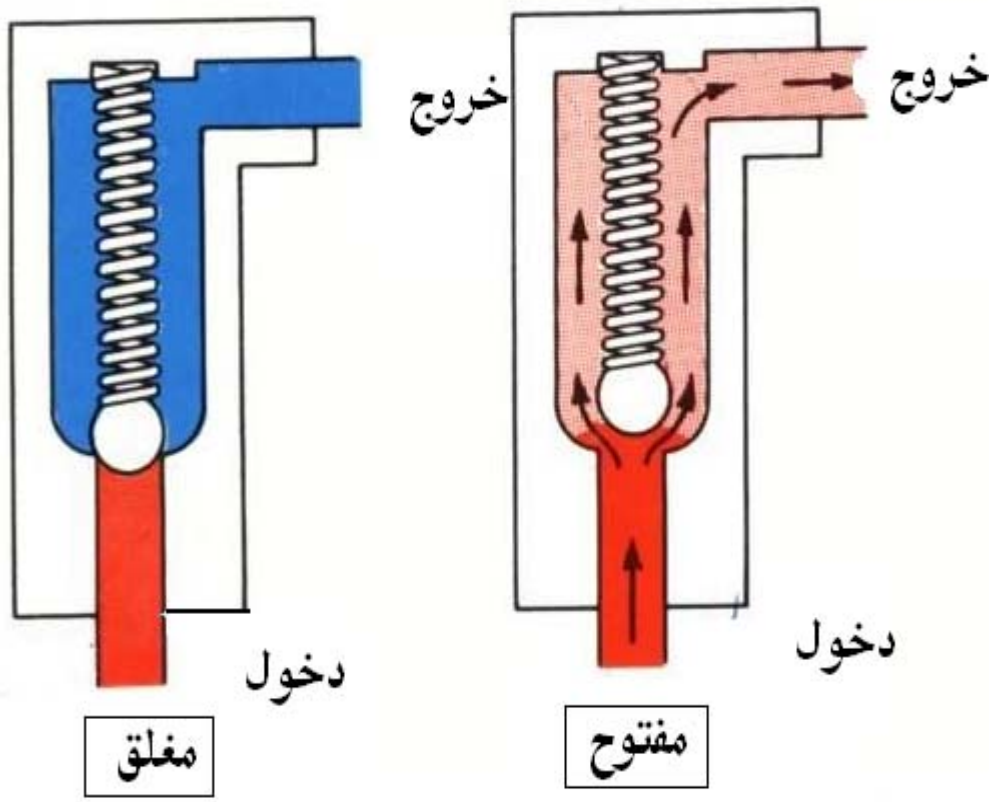
يستخدم في الدوائر الهيدروليكية نوعان من صمامات التصريف :

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.



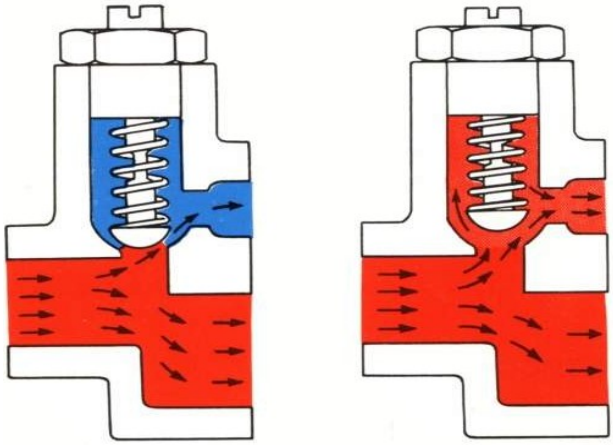
شكل (٢) تشغيل صمام تصريف الضغط المباشر التأثير

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) .

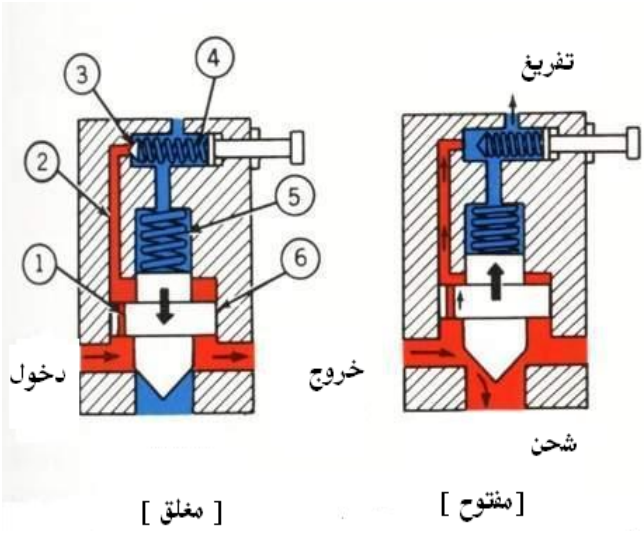
عادة ما يكون زناد صمام تصريف الضغط صغيراً(٣) ومحملاً بسوستة داخل صمام تصريف رئيس، انظر شكل (٤).

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.

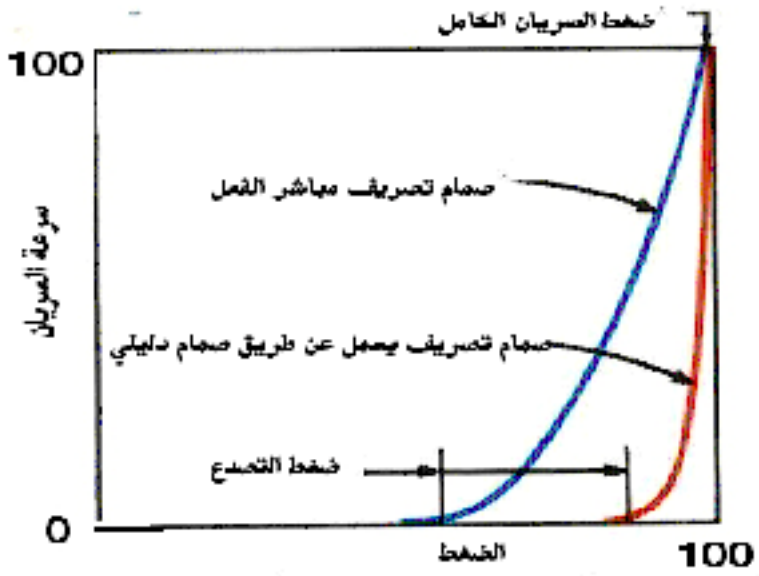
تبدأ الآن عملية التصريف الرئيسة بينما الزيت الزائد يفرغ في فتحة التصريف مانعا أي ارتفاع إضافي في ضغط السحب. ويغلق الصمام مرة أخرى عندما ينخفض ضغط زيت الدخول إلى أقل من قيمة ضبط الصمام.



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.

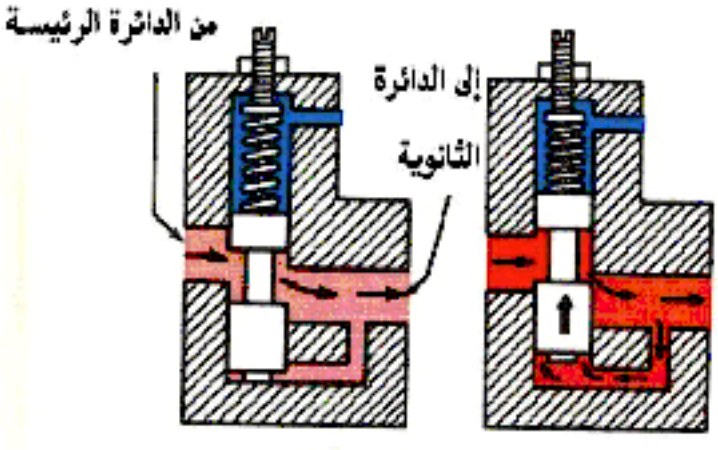
استخدامات صمامات تصريف الضغط الدليلي:

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).

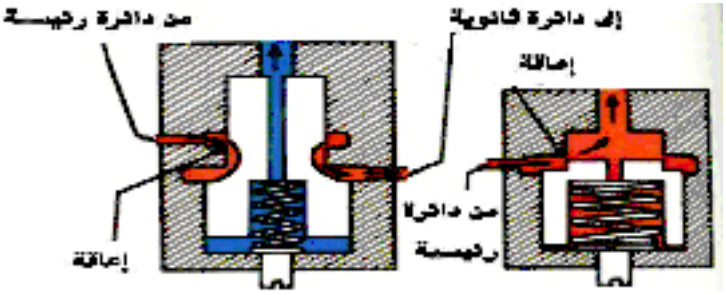
صمام إنقاص الضغط بكمية محددة:

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.

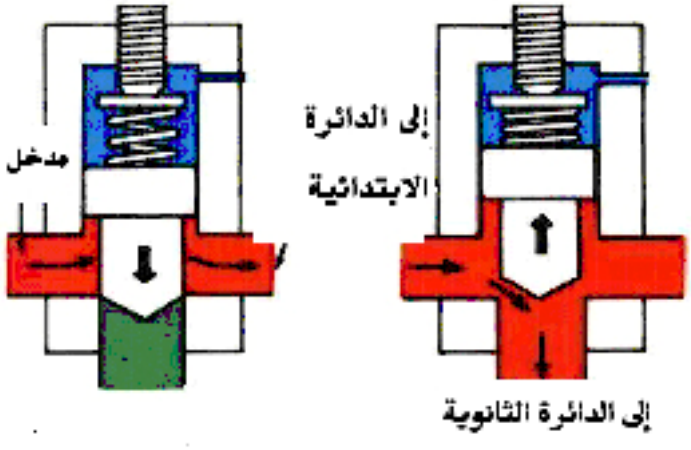
لاحظ الإعاقات الموضحة بشكل (٧)، هذه الإعاقات هي المسبب الرئيس لنقص الضغط. تقوم نظرية عمل صمامات تقليل الضغط بعمل شغلها على تأثير الغلق الجزئي.

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.

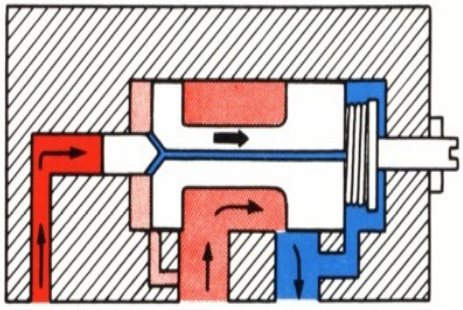
صمامات عدم التحميل:

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.

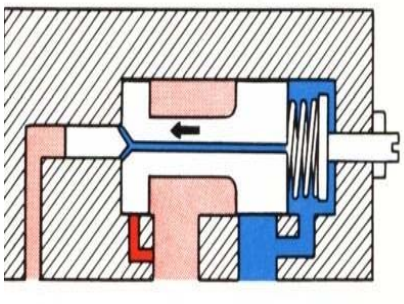
عند غلق الصمام (انظر شكل ٩)، يحجز ضغط السوستة الصمام على مقعده (مغلقا). ضغط الإحساس في النهاية الأخرى من الصمام أقل من ضغط السوستة ويكون خرج الخزان مغلقاً لذا لا يرجع زيت المضخة إلى الخزان وبالتالي لا يحدث عدم تحميل للمضخة.

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

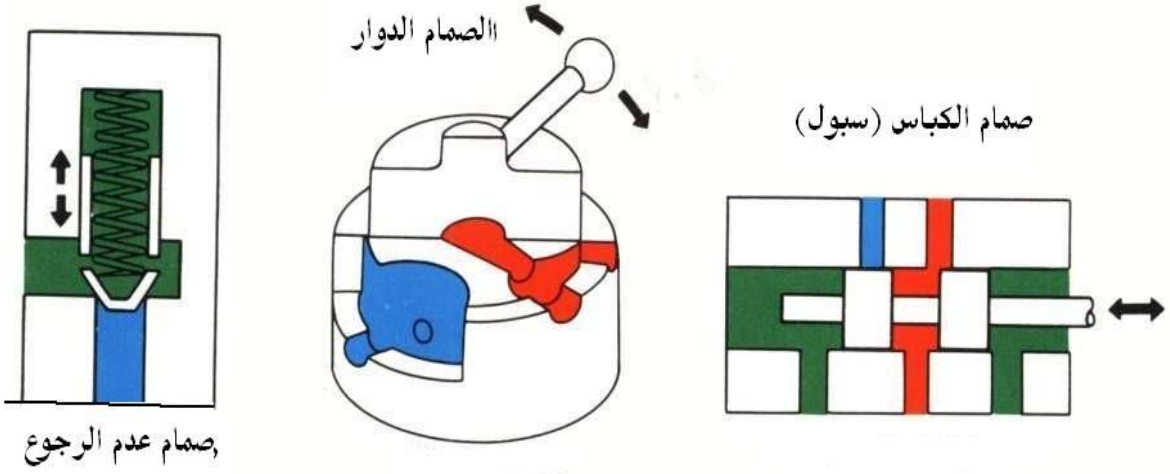
استخدام صمامات عدم تحميل في دوائر مجمع الضغط (مركم):

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).

صمامات التحكم في الاتجاه :

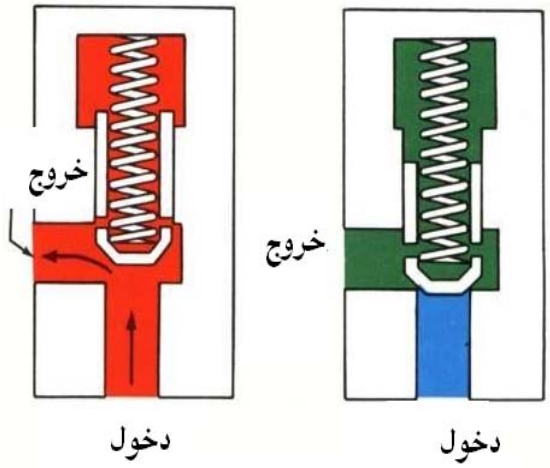
تقوم صمامات التحكم في اتجاه الزيت بالدوائر الهيدروليكية بتوجيه سريان الزيت. تتضمن الثلاثة أنواع الآتية:صمامات عدم الرجوع،الصمامات الدوارة ، صمامات المكابس (سبول) .
شكل (١٠) يقارن بين أنواع الصمامات الاتجاهية الثلاثة. كل منها يستعمل أسلوباً مختلفاً من أساليب آلية تشغيل صمامات توجيه الزيت: يستخدم صمام عدم الرجوع قرصاً ترددياً يحقق وضعي القعود (الغلق) وعدم القعود (الفتح) ، يستخدم الصمام الدوار مكبساً حيث يحقق دورانه فتح وغلق المسارات ويستخدم صمام المكبس المنزلق
(سبول) مكبس (سبول) يتحرك في الجهتين ليفتح ويغلق مسارات الزيت .
فيما يلي تتم مناقشة كل صمام بتفاصيل أكثر.



شكل (١٠) ثلاثة أنواع من صمامات التحكم الاتجاهية

صمامات عدم الرجوع :

يتميز صمام عدم الرجوع بالبساطة ويسمى ايضاً الصمام أحادي الاتجاه ،وهو عبارة عن قرص يرتكز على قاعدة في مسار الزيت، القرص واقع تحت تأثير ياي ضعيف من جهة ومن الجهة الأخرى ضغط الزيت. شكل (١١) يوضح طريقة تشغيل صمام عدم رجوع بسيط. يقوم ياي ضعيف بدفع القرص ليستقر على قاعدته ويمنع مرور الزيت. يفتح الصمام عندما يتغلب ضغط الزيت على ضغط الياي و يرفع المكبس لأعلى ضد اتجاه الياي ويبتعد عن قاعدته ويمر الزيت خلال الصمام. فتح هذا الصمام يسمح بمرور الزيت في اتجاه واحد وحينما يغلق يمنع الزيت من السريان في الاتجاه العكسي.



[مغلق] [مفتوح]

شكل (١١) صمام عدم الرجوع في التشغيل

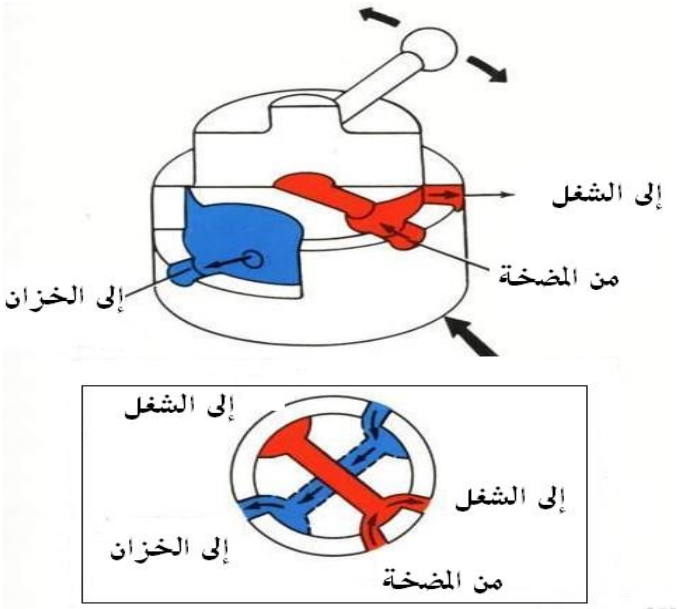
وتركب صمامات عدم الرجوع عادة على خط الزيت، أحيانا يكون هذا الصمام جزءاً من صمام آخر مثل صمام تتابع أو صمام ضغط.

يستخدم صمام عدم الرجوع غالبا لمنع السريان العكسي، أحيانا يكون من الضروري وجود سريان عكسي في أحد أطوار تشغيل النظام. ينصح في هذه الحالة باستخدام صمام عدم رجوع دليلي. على سبيل المثال يستعمل صمام عدم رجوع في خط أسطوانة لمنع التسريب، لكن وظيفة إضافية تتطلب السماح بسريان منعكس عندما يكون ضروريا عمل الأشواط داخل الأسطوانة. يقوم المكبس الدليلي بدعم فتح صمام عدم الرجوع خلال أشواط المكبس مما يوجه مهمته.

الصمامات الاتجاهية الدوارة:

يستخدم الصمام الدوار عادة كصمام دليلي لتوجيه السريان إلى الصمامات الأخرى.

شكل (١٢) يوضح صمام دوار بأربعة اتجاهات. تتوافق فتحات الصمام مع فتحات الجسم الرئيس كلما دار الصمام. يدور الصمام بواسطة ذراع يدوية، وفي أنواع أخرى تعمل هيدروليكيا أو كهربائياً.



شكل (١٢) الصمام الاتجاهي الدوار

شكل (١٢) يوضح الصمام بوضع يسمح للزيت المضغوط من المضخة ليدخل أحد الفتحات ويسري خلال الصمام ويخرج من فتحة أخرى إلى الشغل، وفيما بين ذلك يرجع الزيت من فتحة شغل أخرى خلال الصمام إلى الخزان، الفتحات المثقوبة في الصمام تكون فعليا في مستويين لفصل مسار كل منها.

يمكن تطوير الصمام الدوار ليعمل كصمام ثنائي أو ثلاثي الاتجاه وايضاً كصمام ذي أربعة اتجاهات. ويتم عمل ذلك بإعادة وضع الفتحات أو تغيير المسارات وايضاً بإضافة أو إلغاء مسارات للزيت. يتميز الصمام الثنائي الاتجاه بالبساطة وهو عبارة عن صمام فتح وغلق، أما الصمام ثلاثي ورباعي الاتجاه فيصمم عادة كصمام دليلي.

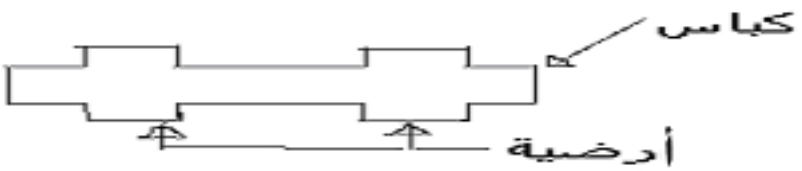
تستخدم الصمامات الدوارة عادة للتحكم في الضغط المنخفض والحجم المنخفض.

هذه الصمامات بسيطة ومدمجة بدرجة تؤهلها للعمل كصمام دليلي لصمامات أخرى في نظم أكثر تعقيدا.

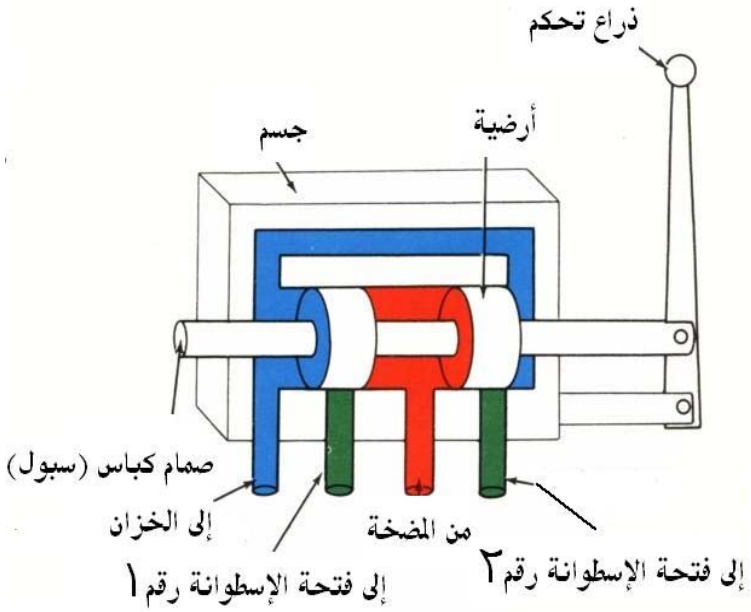
الصمامات الاتجاهية ذات المكبس (سبول):

صمام المكبس (سبول) المنزلق هو التحكم الحقيقي في الاتجاه. يستخدم " كصمام تحكم "، حيث إنه يوجه الزيت لبدء ولتشغيل وايضاً لإيقاف وحدة التشغيل في معظم النظم الهيدروليكية الحديثة.

ولا توجد حدود للاختلاف (التباين) في تصميم صمام الكباس (سبول) والأكثر شيوعا هو الكباس (سبول) ذو عدد أرضيات اثنين أو أربعة أو ستة ويستخدم غالبا في صفوف (مركبة على التوالي) بعدد اثنين أو أكثر وفى هذه الحالة كل كباس (سبول) يتحكم في فرع من النظام.



ويبين شكل (١٣) صمام كباس (سبول) بأرضيتين وبتحريك الكباس (سبول) من وضع التعادل إلى اليمين اليسار يفتح بعض المسارات ويغلق البعض الآخر ، وفى هذا الاتجاه يوجه الصمام الزيت من وإلى الأسطوانة الشغالة وتقوم أرضيات الكباس (سبول) بإحكام (عزل) زيت الدخول عن زيت الخروج .



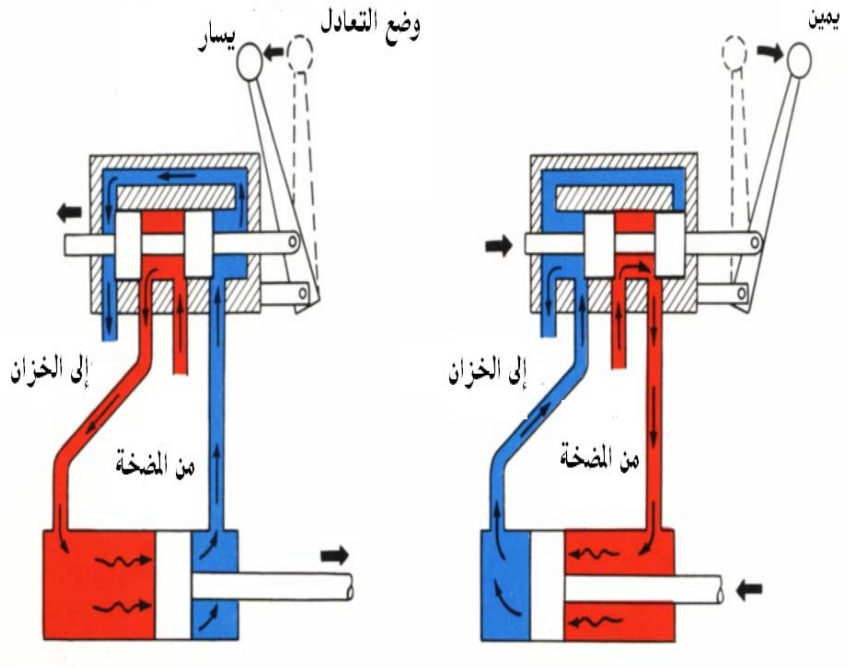
شكل (١٣) صمام الكباس (سبول) الاتجاهي

ويتم عمل تصليد (تقسية) وتجليخ لإنتاج سطح ناعم ودقيق وقابل للتحمل في الكباس (سبول) وربما يتم أيضاً عمل طلاء بالكروم للكباس لمقاومة التآكل والصدأ والصدأ الكيماوي.

صمام الكباس (سبول) المبين في شكل (١٣) يسمى صمام "بثلاثة أوضاع وأربعة اتجاهات"

الصمام له ثلاثة أوضاع وضع تعادل ويمين ويسار ومتصل بالنظام بأربع مسارات بالمضخة والخزان وفتحة أسطوانة (١) وفتحة الأسطوانة (٢) .

ويبين شكل (١٤) نفس صمام الكباس (سبول) في التشغيل وعندما يتحرك الصمام لليسار فإنه يوجه الزيت من المضخة إلى الجانب الأيسر للأسطوانة مشغلا إياها كما هو موضح وفى نفس الوقت فإن الصمام يفتح مجرى يسمح للزيت بالعودة من النهاية المقابلة للأسطوانة إلى الخزان .



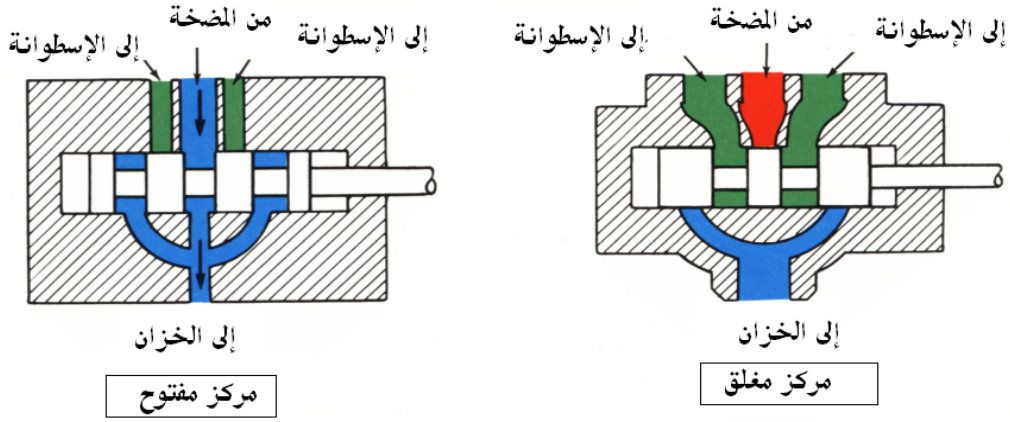
شكل (١٤) صمام الكباس (سبول) يوجه الزيت إلى الأسطوانة

وعندما يتحرك الصمام إلى اليمين فإن السريان ينعكس وتعمل الأسطوانة في الاتجاه المقابل.

وفى وضع التعادل (انظر شكل ١٣) تقوم أرضيات صمام الكباس (سبول) بإحكام غلق كل من فتحتي الأسطوانة حاجزة الزيت لتجعل الأسطوانة في مكانها بدون حركة .

صمامات الكباس (سبول) ذات المركز المفتوح والمغلق :

في الفصل (١) نوعا النظم الهيدروليكية ذات المركز المفتوح والمغلق وكل منهما يستخدم نوعاً مختلفاً من صمام الكباس (سبول) شكل (١٥).



شكل (١٥) صمامات كباس (سبول) ذات مركز مفتوح ومغلق (في وضع التعادل)

١. صمامات الكباس (سبول) ذات المركز المفتوح تسمح لزيت المضخة ليسري خلال الصمام خلال وضع التعادل والرجوع إلى الخزان .

٢. صمامات الكباس (سبول) ذات المركز المغلق توقف (عند نهاية مغلقة) سريان الزيت من المضخة خلال التعادل.

وتكون فتحات الأسطوانة مغلقة عندما يكون صمام الكباس (سبول) في وضع التعادل وفى بعض التصميمات تكون فتحات الأسطوانة مفتوحة لتسمح للأسطوانة " بالطفو".

التحكم في صمامات الكباس (سبول):

ويمكن التحكم في صمام الكباس يدويا أو باستعمال صمام دليلي أو ملف كهربائي أو بواسطة الزيت الهيدروليكي الذى يعمل على نهايتي الكباس (سبول) ، وتستعمل أحياناً آليات حبس لتثبيت الصمام في مكانه خلال كل عملية تشغيل .

الاستعمالات العديدة لصمامات الكباس (سبول):

يمكن أن يستعمل اثنين أو أكثر من صمامات الكباس في وحدة تحكم مدمجة لتشغيل عدة وظائف ويتم ذلك بطريقتين:

١. الصمامات المتراصة ـ قطاعات عديدة من الصمامات مربوطة معا.

٢. الصمامات " أحادية الجسم" ـ صمامات عديدة في جسم واحد.

يبين شكل (١٦) نوعي وحدات صمام الكباس (سبول).

الصمامات المتراصة

صمامات داخل جسم واحد — الشكل لمقطع

شكل (١٦) استخدامات متعددة لصمامات الكباس (سبول)

ويسمح نظام الصمامات المتراصة بإضافة صمامات إضافية بسهولة بإضافة قطاع آخر للوحدة (الحزمة) وعلى أي حال يجب اتخاذ الحذر لإحكام (عدم التسريب) توافق الأسطح لكل قطاع .

والصمامات أحادية الجسم أقل في إمكانية الحركة ولكن أكثر دواما ، وتسرب الزيت يكون أقل من مشكلة لأن جسم واحد يضم كل الصمامات معا وعلى أي حال إذا تلف تجويف أحد الصمامات فيعني ذلك استبدال جسم الصمام بالكامل.

وتستخدم عادة كل من وحدتي (حزمتي) الصمام مدخل زيت عمومي ومخرج عمومي للنظام، وأي من الوحدتين (الحزمتين) تصمم لتشغيل مفتوح أو مغلق المركز .

الاستعمالات العامة لصمامات الكباس (سبول) :

صمامات الكباس (سبول) تكون شائعة الاستعمال في النظم الهيدروليكية الحديثة لأسباب عديدة:

١. السرعة والفعل الإيجابي ويمكن أن تكون صمامات الكباس ذات تجليخ دقيق للحقن الدقيق للزيت.

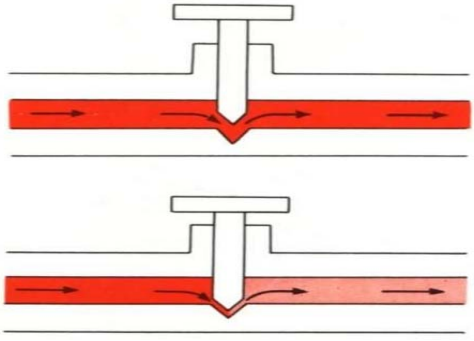
٢. إمكانية التهيئة: بإضافة أرضيات إضافية وفتحات زيت إضافية، ويمكن أن يضع صمام الكباس لإعطاء سريان في عدة اتجاهات.

٣. الإدماجية، تكون عملية رص صمامات الكباس في مجموعة (حزمة) تحكم مدمجة سهلة، ويكون هذا سهلا في النظم المتحركة.

وعلى أي حال تتطلب صمامات الكباس صيانة جيدة ، ويمكن أن يضر الزيت المتسخ أسطح التزاوج (التوافق) في أرضيات الصمام. مما يجعلها تفقد دقتها، والأوساخ يمكن أن تسبب زرجنة (قفش)، أو تشغيل غير منتظم للكباس وفوق كل ذلك يجب أن تكون صمامات الكباس (سبول) مشغلة بدقة عالية وذات توافق مع تجاويفها.

صمامات التحكم في الحجم (الكمية):

تتحكم صمامات التحكم في الحجم أو سريان الزيت عادة بخنق أو بتحويل الزيت شكل (١٧) وفى معظم النظم الهيدروليكية يجب أن تكون سرعة الأسطوانة أو الموتور منظمة بدقة، ويمكن أن يتم ذلك غالبا بتنظيم حجم الزيت الساري إلى المشغل، وعند استخدام مضخة الإزاحة الثابتة تكون الطريقة الطبيعية لتنظيم سرعة الأسطوانة أو الموتور بصمامات التحكم في الحجم .



شكل (١٧) النظرية الأساسية لعمل صمامات التحكم في الحجم

ويمكن أن تفصل صمامات التحكم في الحجم بطريقتين:

.. صمامات التحكم في السريان التي تتحكم في السريان الحجمي عادة عن طريق فتحة حقن ضيقة .

.. صمامات تقسيم السريان التي تتحكم في سريان الحجم و أيضاً تقسم السريان بين دائرتين أو أكثر.

دعنا نغطي كل نوع بتفاصيل أكثر.

صمامات التحكم في السريان:

ويمكن أن تقوم صمامات التحكم في السريان بتنظيم السريان عن طريق:

١. إعاقة السريان الداخل والخارج من المكون (أحد أجزاء الدائرة) الجاري تنظيم سرعته، وهذه الصمامات غير تعويضية.

٢. تحويل السريان الخارج من المكون الجاري تنظيم سرعته وهذه الصمامات عادة تعويضية

والصمامات غير التعويضية لا تعوض تغيرات الضغط، وعندما يتغير السريان الداخل يتغير أيضاً السريان خلال الصمام.

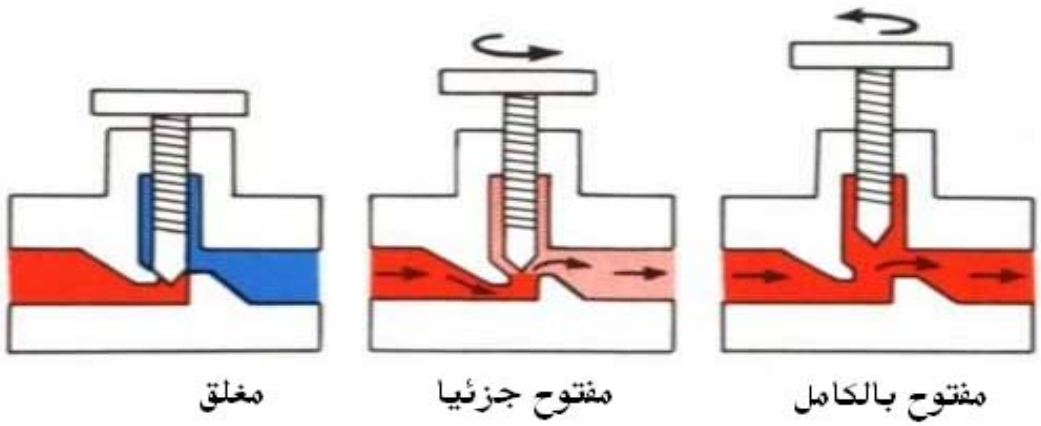
وعادة لا يستخدم هذا النوع من الصمامات عندما يكون مطلوبا تحكم دقيق في معدل السريان وهذا يتضمن الصمامات الإبرية البسيطة والكروية.

وتحفظ الصمامات التعويضية سرياناً ثابتاً حتى مع وجود تغيرات في السريان الداخل.

وتضبط هذه الصمامات السريان ليتوافق مع الارتفاعات والانخفاضات في السريان الداخل.

الصمامات الإبرية والكروية (غير تعويضية) :

هذه الصمامات" غير التعويضية تستخدم في العديد من النظم الهيدروليكية ، وبينما تكون هذه الصمامات غير حساسة للتغير في الضغط إلا أنها بسيطة ويمكن ضبطها لتعطي سرياناً من الزيت بعناية ودقة .



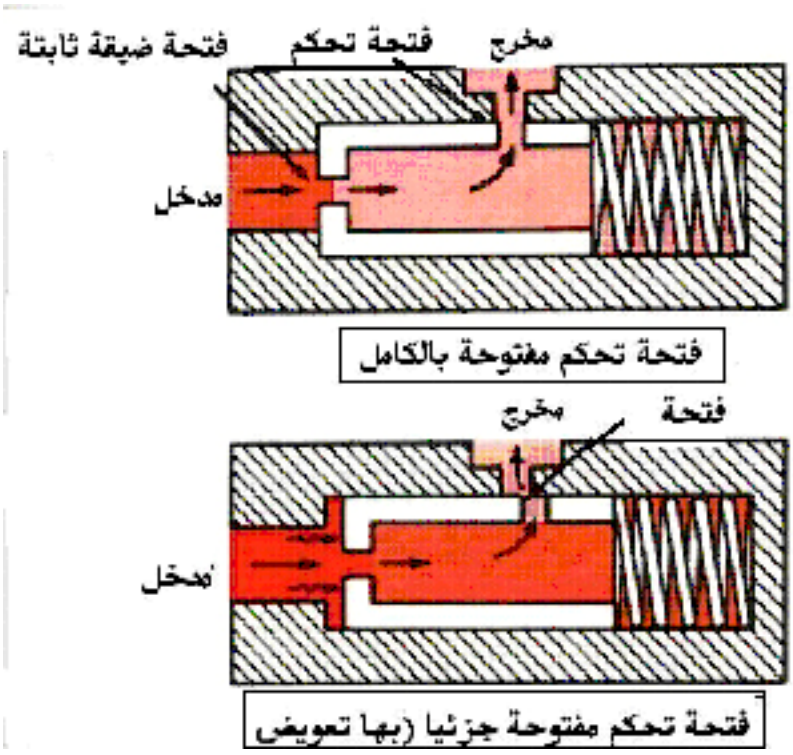
شكل (١٨) الصمام الإبري

الصمام الإبرى (شكل ١٨) معيق بسيط، وعندما يتم ربط الساق المدببة لتغلق الفتحة يتحدد السريان (يقل الضغط) وعندما يتم الحل (الفك) يسمح الساق بسريان كامل.

وهناك استعمال شائع للصمام الإبرى في العمود الصخري لآلة الحرث ، ويقوم هنا الصمام بتنظيم سرعة انخفاض العمود الصخري والآلات المركبة .

ويعمل الصمام الكروي بنفس الطريقة فيما عدا أن له طرف حقن دائري (وغالبا تستعمل الصمامات الكروية في أنظمة إنشاءات مواسير المياه حيث لا يكون مطلوبا حقنا أدق.

الصمامات التعويضية للتحكم في السريان :



شكل (١٩) صمام تحكم في السريان عن طريق تعويض الضغط

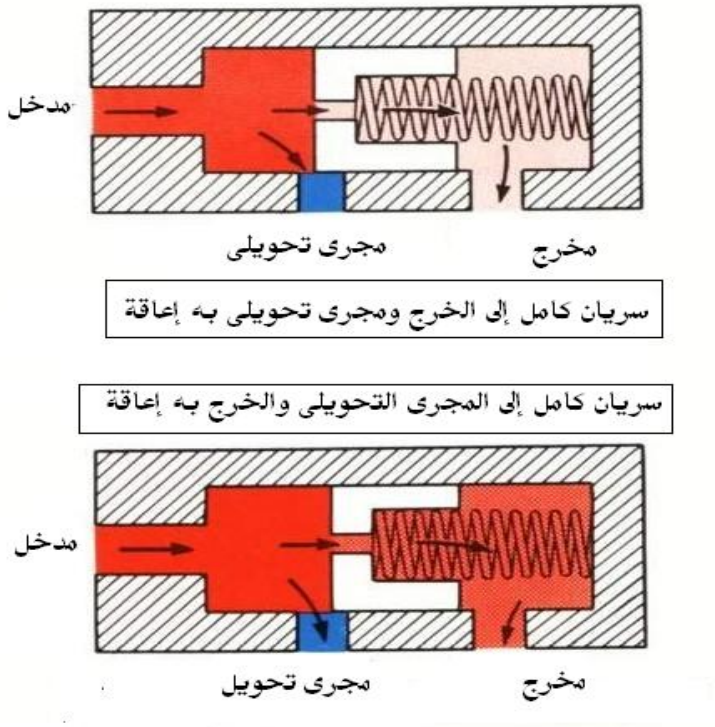
ويعمل هذا الصمام طبقا للقاعدة التي تقول إنه مع حجم محدد للفتحة وبنقص ضغط متحكم فيه عبر الفتحة يبقى السريان ثابتا (شكل ١٩) وتتوافق الفتحة الثابتة في نهاية الكباس (سبول) مع السوستة وعندما يحاول سريان أعلى من المقرر (المحدد) أن يمر خلال الفتحة فإن فرق الضغط بين الأمام وبين داخل الصمام يزيد ، وتضغط هذه السوستة ويحرك الصمام ليعيق السريان عند فتحة الخروج.

ويزيد هذا الضغط في داخل الصمام ويقلل السريان خلال الفتحة الثابتة.

وبغض النظر عن التغييرات التي تحدث في الضغط للدائرة الشغالة أو للضغط الداخل فإن السوستة سوف تحفظ نفس النقص أو الهبوط في الضغط وبالتالي نفس السريان خلال الفتحة الثابتة.
ويستخدم هذا الصمام في دوائر المركز المغلق حيث يمكن التحكم في تغيرات السريان بواسطة المضخة.

ضبط السريان بالممر التحويلي:

وهناك شكل آخر من صمامات التحكم في السريان هو منظم السريان عن طريق الممر التحويلي.



شكل (٢٠) منظم السريان عن طريق المجرى التحويلي

ويستعمل هذا الصمام في دوائر المركز المفتوح وعندما يستعمل الخرج الكلي للمضخة إما في أداء وظيفة وإما في وظيفة أخرى وإما في العودة إلى الخزان.
ويستخدم صمام التنظيم قاعدة السوستة والفتحة الثابتة للتحكم في السريان.
ويحدد الضغط داخل الصمام بضغط التشغيل للوظيفة (الخرج) (انظر شكل ٢٠ بأعلى) ، ويحفظ الصمام ضغط الدخول عاليا بدرجة كافية ليحفظ فرق ضغط مضبوط عبر الفتحة (قبلها وبعدها) ، وعندما يزيد السريان يزيد الضغط عند رأس الصمام ويدفع هذا الصمام للخلف لتكبير فتحة المجرى التحويلي ويحفظ نفس الضغط كما كان من قبل (شكل ٢٠ بأسفل) .

ويمكن أن يتم توجيه زيت المجرى التحويلي لوظيفة أخرى أو للرجوع للخزان، وعندما يوجه إلى وظيفة أخرى ويصبح الصمام عند ذلك صمام أسبقية ضامنا أن كمية الزيت المحددة مسبقا تذهب إلى ممر خرج الوظيفة الابتدائية والاتزان إلى الوظيفة الثانية (الممر التحويلي).

ويركب صمام تصريف الضغط في خرج هذا الصمام ليحمي النظام من الضغوط الزائدة الناتجة بسبب " الاندفاع المفاجىء " للزيت الذي يمكن أن يغلق فتحة المجرى التحويلي تماما.

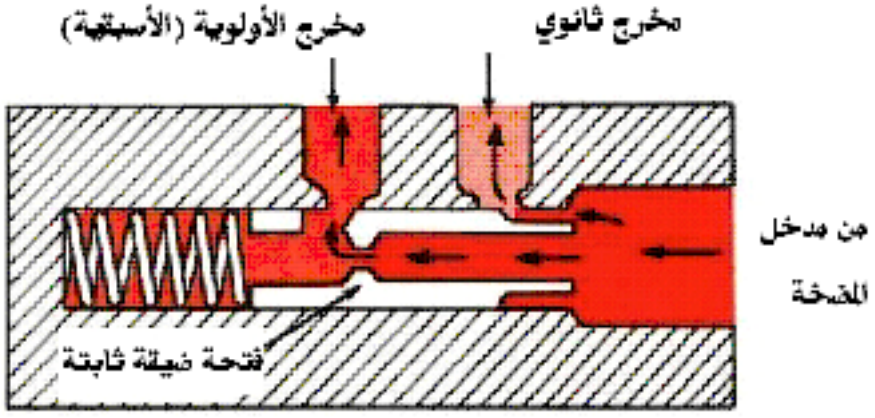
صمامات تقسيم السريان:

تتحكم صمامات تقسيم السريان في السريان الحجمي ولكنها ايضاً تقسم السريان بين دائرتين أو أكثر وتفعل ذلك بثلاث طرق:

- صمامات أولوية (أسبقية) تصرف كل السائل إلى إحدى الدوائر حتى يزيد خرج المضخة عن احتياجات هذا النظام فيكون عند ذلك التصرف الزائد متاحا لدوائر أخرى.
- الأسبقية التي يمكن ضبطها، وهي صمامات تعمل كالصمامات السابق ذكرها فيما عدا أن الطرد (التصرف) إلى الدائرة رقم (١) (أسبقية) يمكن أن يضبط.
- تناسبية، وهي صمامات تصرف السريان لكل الدوائر في كل الوقت وعلى أي حال يمكن أن يعدل التصرف إلى كل دائرة ، وعلى سبيل المثال هناك تناسب بين دائرتين بنسبة تبدأ من ٥٠ ـ ٥٠ حتى تصل النسبة إلى ١٠ ـ ٩٠.

مقسمات أسبقية السريان:

يركب مقسم أسبقية السريان (شكل ٢١) في المضخات الهيدروليكية فهو يقسم خرج المضخة إلى مخرجين منفصلين أحدهما له الأسبقية والآخر يستقبل الزيت بعد أن يكون قد اكتفى الأول.



شكل (٢١) مقسم السريان عن طريق الأولوية (الأسبقية)

وينزلق الكباس (سبول) الخاص بمقسم السريان في تجويفه فاتحا أحد المخرجين فتحة أوسع ومضيقا الفتحة الأخرى ، ويضغط الزيت الداخل في اتجاه أحد طرفي الكباس (سبول) الصمام ، بينما السوستة وزيت الضغط المنخفض يدفع من الطرف الآخر .

وعندما يكون خرج المضخة منخفضاً يتحرك الصمام لليمين ويفتح مخرج الأسبقية بطريقة أوسع، وهناك فتحة في الصمام تحقن الزيت في هذا المخرج .

وعندما يرتفع ضغط المضخة يزيد انخفاض الضغط خلال فتحة الصمام ويجعل الصمام يضغط على السوستة محركا إياها إلى اليسار ويفتح هذا الفتحة الثانوية بطريقة أوسع ويغذي هذا الزيت إلى منطقة الزيادة (الرجوع) وما زالت فتحة الأسبقية تحصل على زيتها ولكن الفتحة الثانوية تحصل على جميع الزيت الباقي.

وكمثال فإن فتحة الأسبقية تخدم توجيه القوى لماكينة بينما تخدم الفتحة الثانوية دائرة التحميل (الحمل).

ويحتاج التحميل زيتا أكثر لكن التوجيه يكون حيويا أكثر لتشغيل الماكينة.

دعنا نقول إن المضخة لها خرج ١٠ جالون لكل دقيقة عند السرعة الكاملة بينما يحتاج التوجيه إلى ٢ جالون / دقيقة.

وعند السرعة الكاملة فإن التوجيه يحصل على ٢ جالون / دقيقة بينما الحمل يحصل على ٨ جالون / دقيقة، وعند السرعة المنخفضة ربما تنتج المضخة ٢ جالون / د .

وفى هذه الحالة فإن أسبقية الخرج للتوجيه تحصل على كل زيت المضخة الخارج .

وعند السرعات المتوسطة يقسم السريان بنسب مختلفة ولكن التوجيه يحصل دائما على ٢ جالون / دقيقة أولاً .

وفى صمامات الأسبقية التي يمكن ضبطها فإن الخرج إلى فتحة الأسبقية يمكن ضبطه باستخدام أذرع خارجية أو ملفات كهربائية أو موازنات هيدروليكية ، أو داخليا بتغيير شد سوستة الصمام أو بوضع لينات في الصمام (اللينات : هي رقائق معدنية من الصلب توضع تحت السوستة) ويستخدم صمام تصريف ضغط مع صمام الأسبقية ليحميه من اضطراب الضغط الذي ربما يغلق الخرج الثانوي

لاحظ التماثل بين مقسم أولوية السريان وبين منظم سريان الممر التحويلي(شكل ٢٠) .

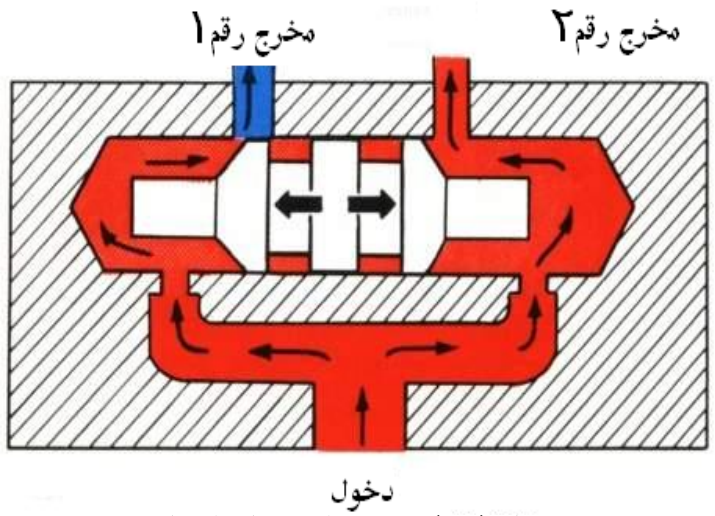
التشغيل متماثل ولكن النتيجة مختلفة ، يغذي مقسم السريان دائرتين شغالتين ولكن منظم الممر التحويلي يغذي دائرة واحدة ويطرد الزيت المتبقي إلى الخزان .

المقسم التناسبي للسريان :

ويأخذ هذا الصمام ببساطة سرياناً منفرداً من الزيت ويقسمه بين دائرتين (شكل ٢٢) وربما يكون التقسيم بنسبة ٥٠ ـ ٥٠ أو بنسبة ١٠ ـ ٩٠.

صمام تقسيم السريان المبين له استعمال واحد في دائرة توجيه القوة لزحافة، فهو يرسل كمية متساوية من الزيت إلى صمامات التوجيه اليمنى واليسرى.

ويتم هذا بأن تكون الفتحتان من خط الدخول إلى طرفي الكباس (سبول) متساويتين في الحجم .



شكل (٢٢) مقسم السريان التناسبي

وعندما يشتغل صمام التوجيه الأيمن فإن الضغط البديل (المساند) من الصمام سوف يحرك الكباس (سبول) لليسار، وانه سوف يعيق الفتحة اليسرى بدرجة كافية لحفظ ضغط متساوٍ (الضغط المطلوب للتوجيه) على جانبي الكباس (سبول) . وهذا الكباس (سبول) يكون طافيا بحرية لذلك فإن هذا الاتزان سيكون محفوظاً دائما.

ولأن ضغط الدخول لكل فتحة يكون متساويا لأن الضغط في نهايتي الكباس (سبول) متساوٍ ، ولأن السريان خلال الفتحة يكون متناسباً مع هبوط الضغط ، فإنه سوف يكون هناك سريان متساوٍ لكل صمام توجيه بغض النظر عن أي صمام قد استعمل .

ولنقسم السريان بغير نسبة ٥٠ ـ ٥٠ فإنه يكون ضرورياً فقط أن نعمل اختلاف في حجم التناسب للفتحتين.

صمامات متنوعة :

صمامات تصريف هواء آلية :ـ تصريف (تنفيس)

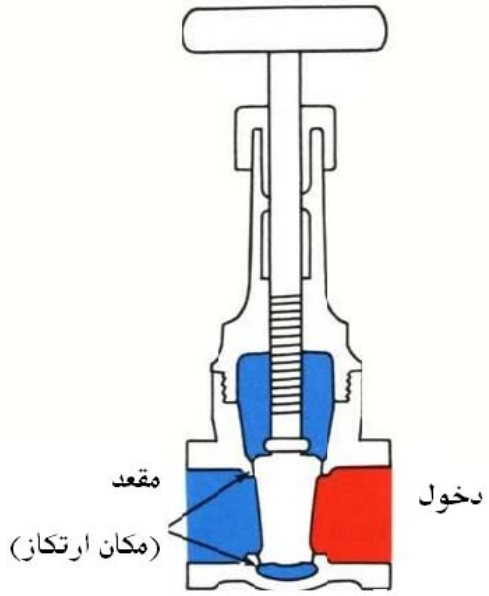
تستخدم صمامات تنفيس الهواء الآلية لتحفظ النظام الهيدروليكي خالٍ من الهواء ، ويقوم ضغط السائل بالدائرة وبالصمام بجعله مغلقا .

ولأن الهواء يتجمع في جسم الصمام فإنه يحل محل السائل ولأن السائل ينحسر فإن الصمام يفتح ويكون السائل تحت ضغط فيدفع الهواء للخارج و" يستنزف " النظام وعندما يخرج الهواء يرتفع السائل في جسم الصمام ويغلق الصمام مانعا هروب الزيت وعندما يتجمع الزيت مرة أخرى فإن الصمام يعيد نفس الدورة.

صمامات البوابة:

تستخدم صمامات البوابة لفتح أو غلق خط سريان، ويكون عنصر الصمام (عنصر الفتح والغلق) في الصمام عبارة عن بوابة على شكل إسفين (سفين) الذي يرفع ويخفض عن طريق مسمار (شكل ٢٣) ويصمم هذا الصمام للفتح والغلق الكامل للخط، ولكن ليس لخنق السريان عندما يحدث جزئيا.

ومع أن صمام البوابة يسبب مقاومة ضعيفة جدا للسريان عندما يكون مفتوحا تماما، إلا أنه يكون من الصعب فتحه أو غلقه تحت الضغط العالي .

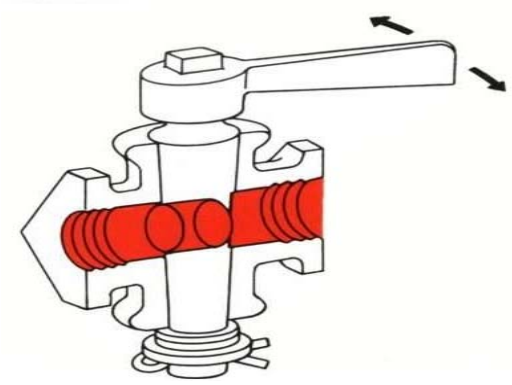


شكل (٢٣) صمام البوابة في وضع الغلق

صمامات المحبس :

صمامات المحبس بسيطة جداً وعادة صغيرة في الحجم، وتستخدم في استنزاف الهواء من الدائرة ، لف محدد القياس (الذراع) لوضع التشغيل والغلق أو تصفية الدائرة .

يبين شكل (٢٤) صمام محبس في وضع الفتح ، وبلف الذراع ربع لفة سوف يغلق الصمام ، والصمام المبين مصمم لضغوط معتدلة (متوسطة) وتعديل الصمامات سوف يجعلها تعمل في ضغوط أعلى كثيراً .



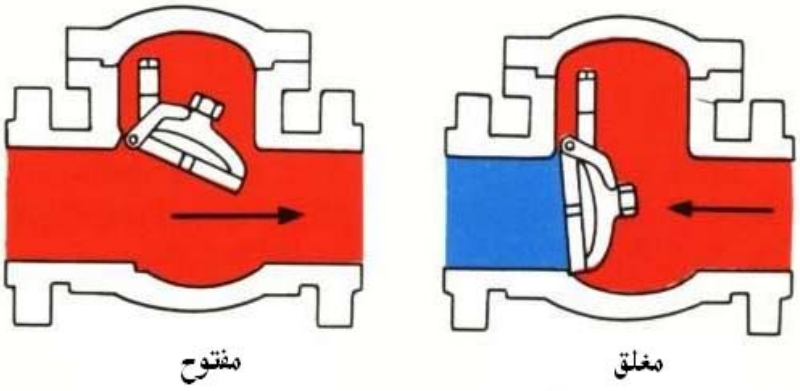
شكل (٢٤) صمام محبس في وضع التشغيل

الصمامات القلابة:

الصمامات القلابة هي أساساً صمامات عدم رجوع وهي تسمح بسريان في اتجاه سريان واحد فقط ، وهي موجودة في كل الأحجام كبيرة جدا وصغيرة جدا .

وتسبب مقاومة ضعيفة جدا للسريان عندما تكون مفتوحة تماما ومع أنها تكون مفتوحةعادة في التركيب ولكن الضغط والثقل (الجاذبية) تغلقها.

وهذه الصمامات لها أحياناً سوستة لتبدأ غلق القلاب ويجعل الضغط الخلفي صمام القلاب محكماً (لا يسمح بالتسريب) تماما.



شكل (٢٥)صمام قلاب