الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY
كلية هندسة البترول
Faculty of petroleum engineering

تصميم وتنفيذ صمام عدم رجوع صناعي

مشروع تخرج لنيل درجة الإجازة في الهندسة البترولية

إعداد

نايف ابراهيم الخطيب علي محمد عبد الفهدواي عكيد رشاد المحمد

بإشراف

الأستاذ الدكتور ماهر سعادة

العام الجامعي 2014 / 2015

الإهداء

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة...

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل...

"كن عالما.. فإن لم تستطع فكن متعلما، فإن لم تستطع فأحب العلماء ،فإن لم تستطع فلا تبغضهم" وأخص بالتقدير والشكر:

الدكتور ماهر سعادة مشرف المشروع

الذي نقول له بشراك قول رسول الله صلى الله عليه وسلم:

"إن الحوت في البحر ، والطير في السماء ، ليصلون على معلم الناس الخير" كما أنني أتوجه بخاص الشكر إلى من عملوا على تقدم مستوى الجامعة والكلية العلمي ونقلها نقلة نوعية وإلى من علمونا معنى التفاؤل والمضي إلى الأمام... إلى من رعانا وحافظ علينا، إلى من وقف إلى جانبنا عندما ضللنا الطريق...

الدكتور رئيس الجامعة عبد الرزاق شيخ عيسى

والدكتور عميد كلية هندسة البترول عامر الغبرة

كذلك نهدي هذا المشروع إلى الأرواح التي سكنت تحت تراب الوطن الحبيب الشهداء العظام... وكذلك نشكر كل من ساعد على إتمام هذا البحث وقدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة وزودنا بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث.

الفهرس

رقم الفقرة	الموضوع	رقم الصفحة
	**الفصـــــــ

7-4 صـــمامات الكـــرة..... 45
8-4 صـمامات عـدم الرجـوع المتأرجحـة..... 46
9-4 صـمامات عـدم الرجـوع المتأرجحـة المدمجـة..... 46
10-4 صـمام عـدم الرجـوع المتـأرجح التقليـدي..... 47
11-4 الصـــمام المفصـــلي المـــرن..... 49
12-4 صـــمامات الـــتحكم بالمضـــخة..... 49
13-4 مؤشـــرات إختيـــار الصـــمام..... 51
14-4 التكلفـــة الأوليـــة..... 52
15-4 كلفـــة الصـــيانة..... 54
16-4 ضـــياع الضـــغط..... 56
17-4 كلفـــة الطاقـــة..... 58
18-4 الكلفـــة الكليـــة للصـــمام..... 59
19-4 الصـــمامات الهادئـــة..... 62
20-4 مفهـــوم الصـــدمة الهيدروليكيـــة..... 63
ملحـــــق..... 66
النتـــائج والمقترحـــات..... 74
المراجـــــع..... 75
صور عن مراحل التصميم والتصنيع لصمام مانع رجوع متـأرجح..... 76

مقدمة :

عرف الإنسان النفط منذ زمن بعيد فالمصريون القدامى استخدموا النفط لأغراض مختلفة ، ومن المحتمل أن القدماء استعملوا البترول كمرهم وكعازل ضد الماء وفي صناعة المشاعل وصناعة السفن ، كما استعمل بدل المونة في تثبيت الطوب والأحجار بالمباني وكدواء يشرب وكمرهم لتغطية الجروح وللإنارة .

حتى القرن السابع عشر كان النفط الخام ينضح من الآبار بواسطة الدلاء وكان يخزن في أوعية فخارية وأكياس جلدية . في القرن السابع عشر ظهرت خزانات النفط الخام الأولى حيث كان يخزن في الحفر الأرضية و كان عمق هذه الحفر من 4 - 5 متر في التربة الغضارية أو في خزانات حجرية مبنية داخل الأرض ، وقد استمر هذا النوع من التخزين حتى النصف الثاني من القرن التاسع عشر .

إن أول أنبوب معدني لنقل السوائل كان من صنع المصريين القدماء عام 2700 ق.م وقد صنع من النحاس واستخدم لنقل الماء ثم بعد ذلك بلغ طول أول خط أنابيب ناجح لنقل البترول لمسافات بعيدة (8 كم) وكان قطره 5 سم ، وقد أنشئ هذا الخط في الولايات المتحدة في غرب بنسلفانيا عام 1865 ، بسعةٍ قدرها 800 برميل في اليوم .

بعد ذلك تطورت طرق إنتاج ونقل وتخزين النفط حتى وصلت إلى ما هي عليه اليوم ، حيث تستخدم أحدث التكنولوجيا المبتكرة .

تستخدم الصمامات بشكل كبير في الصناعة النفطية وخاصة في عمليات نقل وتخزين النفط والغاز حيث يتم فصل المقاطع في أنابيب النفط وفي المضخات والخزانات وغيرها.

يستخدم صمام عدم الرجوع بشكل خاص في المضخات وفي كثر من الأماكن الأخرى وكان من المفيد التعمق في البحث في هذا النوع من الصمامات أنواعها ، مواصفاتها وكذلك مؤشرات تصميمها.

في هذا المشروع تم استعراض أنواع صمامات عدم الرجوع ثم تصنيع نموذجا منها .

الفصل الأول

تركيب وتصنيف النفط

1- لمحة عن النفط الخام وتركيبه الكيميائي:

يتداخل عنصرا الكربون والهيدروجين في تكوين جميع المكونات العضوية البترولية، وباتحاد هذين العنصرين تتكون مجموعة ضخمة من المركبات العضوية ، تسمى بالهيدروكربونات التي تمثل أكثر من ثلاثة أرباع المكونات البترولية، لذلك فإن الخواص الطبيعية والكيميائية للهيدروكربونات تسود على صفات المكونات الأخرى وخصائصها، والتي تعد أيضاً مشتقات هيدروكربونية لعناصر الأكسيجين والكبريت والنيتروجين ولا يزال البترول المنبع الأساسي للهيدروكربونات.

1-1 التصنيف الكيميائي للهيدروكربونات:

هناك نوعان أساسيان هما الهيدروكربونات المشبعة Saturated Hydrocarbons، التي تتميز بترابط الكربون فيها عن طريق الروابط الأحادية من نوع سيجما Sigma Bond، والهيدروكربونات غير المشبعة Unsaturated Hydrocarbons، التي توجد بها الروابط المضاعفة من نوع باي π (Pi) Bond كالروابط الثنائية والثلاثية. وطبقا للشكل الجزيئي تصنف الهيدروكربونات إلى أليفاتية Aliphatic، وهذه بدورها إما أن تكون مشبعة أو غير مشبعة، وأروماتية Aromatic، وهي التي تحتوي على الأقل على حلقة سداسية ذات ثلاث روابط ثنائية متبادلة، أو حلقات خماسية أو سداسية تحتوي كل منها على ستة إلكترونات ثنائية الرابطة من نوع باي π(Pi)-Electrons ، ووفق الشكل الجزيئي أيضاً تنقسم الهيدروكربونات المشبعة إلى البارافينات أو الألكانات ، والنافثينات أوالألكانات الحلقية المشبعة وبوجه عام يعنى العاملون في مجال البترول بتقسيم المكونات الهيدروكربونية إلى ثلاث مجموعات رئيسية وهي البارافينات ، والنافثينات ، والأروماتيات . هذا وتختلف نسبة المجموعات الهيدروكربونية في الخامات البترولية طبقاً لمصدر الإنتاج ، وتصنف خامات البترول حسب نسب مكوناته الهيدروكربونية إلى خامات بارافينية ونافثنية وأروماتية. ويصنف البترول إقتصاديا من ناحية إنتاجه للغازولين إلى خفيف ومتوسط وثقيل وفق نسب المقطرات الهيدروكربونية الخفيفة . كذلك تحدد نسب المجموعات الهيدروكربونية المختلفة أغلب مواصفات جودة المنتجات البترولية وقياساتها ، ويتناقص عامة المحتوى البارافيني مع ازدياد الوزن الجزيئي للمنتجات البترولية ، إذ ترتفع نسبة البارافينات في الغازولين إلى 80% وتنخفض إلى أقل من 30% في زيوت التزييت، وأحيانا تنتج بعض الخامات الأسفلتية زيوت تزييت خالية تماما من الشموع البارافينية.

1-1-1 البارافينات Paraffin :

تشمل هذه المجموعة الهيدروكربونات ذات السلسلة المستقيمة، والتي تسمى بالألكانات أو البارافينات العادية. وعندما تحتوي السلسلة على أكثر من 18 ذرة كربون، يطلق عليها اسم الشموع

البارافينية أو الشموع المعدنية. وقد تحتوي السلسلة المستقيمة على مجموعة ميثيلية CH3 مرتبطة بذرة الكربون الثانية ، و تسمى بالأيزوبارافينات Iso-Paraffins . وقد تشمل السلسلة الهيدروكربونية مجموعة أو أكثر من المجموعات الألكيلية، المتماثلة أو المختلفة، موزعة على أماكن متفرقة من السلسلة وتسمى البارافينات المتفرعة. وهذه المجموعة من الهيدروكربونات تتخذ الصيغة الجزيئية C_nH_{2n+2} .

تتواجد البارافينات العادية في معظم الخامات البترولية، حتى الإسفلتية منها ولو بنسب صغيرة، وحتى في المخلفات Residues. وتتناقص نسبة البارافينات العادية كلما ازداد مدى غليان المنتجات البترولية.

كذلك تقل نسبة البارافينات المتفرعة مع ازدياد الوزن الجزئيي للمنتجات البترولية، وتزداد نسبة الأيزوبارافينات على نسبة المتفرعات الأخرى من السلسلة الخطية.

بالنسبة للخصائص الكيميائية للبارافينات فإن روابط سيجما تتميز بثباتها الحراري وقلة نشاطها الكيميائي. والبارافينات لا تتفاعل مع الأحماض غير العضوية مثل حامض الكبريتيك، أو الهيدروكلوريك، والنيتريك، ولكنها تتفاعل مع الأحماض فوق العالية مثل حمض الفلوروسلفونيك. وتتعرض البرافينات لبعض التفاعلات البيولوجية؛ حيث تتغذى عليها بعض الخمائر Yeasts وتنتج بعض الأحماض الدهنية والبروتينات. ولا تتأكسد البارافينات بعوامل الأكسدة الشائعة مثل برمنغنات البوتاسيوم، أو ثنائي كرومات الصوديوم، بل تتأكسد بالهالوجينات تحت ظروف معينة من الضوء والحرارة .

2-1-1 النافثينات Naphthenes :

هي الهيدروكربونات المشبعة المكونة بفعل ارتباط مجموعات الميثيلين في حلقة أو أكثر، وتحوي الحلقة الواحدة 3 - 9 ذرات كربون، وتندرج هذه الهيدروكربونات ضمن الهيدروكربونات الأليفاتية الحلقية ، والصيغة الجزيئية العامة للنافثينات البسيطة هي C_nH_{2n} أي أن نسبة الهيدروجين إلى الكربون تعادل 2 : 1 أما في النافثينات متعددة الحلقات فإن الهيدروجين يقل بما يعادل ذرتين منه لكل حلقة مضافة إلى الحلقة الأصلية، والصيغة الجزيئية العامة للنافثينات متعددة الحلقات هي C_nH_{2n-2x} حيث n تمثل عدد ذرات الكربون، X تمثل عدد الحلقات المضافة إلى الحلقة النافثينية الأصلية. وتسمى النافثينات بإضافة المقطع Cyclo إلى الألكان مستقيم السلسلة المماثل في عدد ذرات الكربون مثل السيكلوبوتان والبترول لا يحتوي إلا على النافثينات التي تشمل خمس أو ست ذرات من الكربون، وتوجد النافثينات في الخامات البترولية بنسب متفاوتة حسب نوع الخام ومصدر إنتاجه، كما توجد في جميع المقطرات والمخلفات البترولية بكميات معقولة. وتوجد النافثينات البسيطة ومشتقاتها الميثيلية في مدى غليان الغازولين، بينما توجد مشتقات النافثينات الألكيلية والأروماتية في المقطرات الوسطى والثقيلة . وتوجد النافثينات متعددة الحلقات في مقطرات النافثا الثقيلة. وتتقارب الصفات الكيميائية والطبيعية للنافثينات مع البارافينات، وتتأثر مثلها بزيادة

المحتوى الكربوني، وإن تميزت النافثينات بانخفاض معدل لزوجتها، وبارتفاع أرقامها الأوكتينية، كما تتميز النافثينات بارتفاع حرارة الاحتراق.

3-1-1 الهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة :

تتخذ الصيغة الجزئية العامة $C_n H_{2n}$، وتسمى كذلك بالأوليفينات Olefins، وتسمى مركباتها بإضافة المقطع "ene" إلى المقطع الدال على عدد ذرات البرافين المماثل أو إلى المجموعة الألكيلية . وتوجد الهيدروكربونات غير المشبعة في بعض الخامات البترولية بنسب قد تصل إلى 3% من وزن الخام ، كما توجد بنسب بسيطة في بعض المنتجات البترولية نتيجة للتكسير الحراري في أثناء عملية التقطير. وتتماثل الأوليفينات في خواصها الطبيعية مع البارافينات والنافثينات المماثلة في الوزن الجزئي والشكل التركيبي ، وتزداد درجة الغليان بحوالي 20 - 30 درجة مئوية لكل إضافة من مجموعات الميثيلين، وكذلك تقل درجة الحرارة بالزيادة في درجة التفرع ، كما تتميز الأوليفينات بأرقام أوكتينية عالية نسبيا عن البارافينات. والنشاط الكيميائي للأوليفينات يشمل تفاعلات الإضافة الإلكتروفيلية والبلمرة، وتفاعلات الألكلة الأليفاتية والأروماتية وتفاعلات الأكسدة.

وبسبب الأكسجين الجوي تتعرض الأوليفينات إلى البلمرة الأوكسجينية ، وتنتج بلمرات راتيجية تعطى للمنتجات البترولية المحتوية على الأوليفينات لونا أصفر عند تعرضها للهواء في أثناء التخزين، لذلك تجري هدرجة الغازولين وزيوت التزييت لرفع معدل ثباتها ضد الأكسدة في أثناء التداول والتخزين.

4-1-1 الهيدروكربونات الأروماتية AROMATIC HYDROCARBONS

لها دور أساسي في تقويم جودة المنتجات البترولية، وتعرف بأنها الهيدروكربونات المحتوية على حلقة أو أكثر من حلقات البنزين . والبنزين هو أبسط الهيدروكربونات الأروماتية ، وتتميز حلقته بتماثلها وثباتها الحراري والكيميائي. وتنقسم الهيدروكربونات الأروماتية إلى البنزين ومشتقاته الألكيلية، وإلى الأروماتيات المتكافئة مثل النافثالين، والأنثراسين والبيرين Pyrene، ثم إلى الأروماتيات عالية التكثيف. وتندرج الحلقات الأروماتية تحت الصيغة الجزيئية العامة C_nH_{n-2x} حيث تمثل n عدد ذرات الكربون، وتمثل x عدد الحلقات المضافة إلى الحلقة الأصلية.

وتسمى المشتقات الأروماتية بمشتقات البنزين، وكما يمثل البنزين أبسط الحلقات الأروماتية فإن التولوين Toluene هو أبسط المشتقات الألكيلية. وقد تلتحم الحلقات الأروماتية عبر ذرتين من الكربون مكونة الأروماتيات المتكاثفة التي تبدأ بالنافثالين ذي الصيغة الجزيئية $C_{10}H_8$ ثم الأنثراسين $C_{14}H_{10}$ فالبيرين $C_{16}H_{10}$.

وتوجد الأروماتيات بنسب متفاوتة في الخامات البترولية، وتتراوح بين 10% فأقل في الخامات البارافينية، وحتى 50% فأكثر في الخامات الأسفلتية، وفي الغالب يتزايد المحتوى الأروماتي في المنتجات البترولية بزيادة مدى غليان هذه المنتجات، وعادة توجد الأروماتيات البسيطة التي لا تحتوي على سلاسل بارافينية أو حلقات نافثينية بصورة متزايدة في المقطرات الخفيفة، بينما تتركز

الأروماتيات المتكاثفة في المخلفات البترولية الأسفلتية، وتزداد نسبة الأروماتيات المحتوية على حلقات نافثينية في زيوت التزييت، ويتميز البنزين بارتفاع درجة تجمده ، وانخفاض درجة غليانه عن التولوين والزايليين .

1-1-5 المكونات غير الهيدروكربونية :

تحتوي الخامات البترولية على العديد من المشتقات الهيدروكربونية المحتوية على الكبريت والنيتروجين والأوكسجين بكميات تختلف حسب تنوع مصادر إنتاجها، كما تحتوي هذه الخامات على كميات صغيرة من المركبات العضوية الفلزية الذائبة في الخليط الهيدروكربوني والأملاح غير العضوية المعلقة في الغرويات المائية . وتوجد المكونات غير الهيدروكربونية حسب مدى غليانها في كل المقطرات البترولية، وتتركز في المنتجات البترولية الثقيلة .

ومن الضروري التخلص من هذه المكونات التي تؤثر على جودة المنتجات البترولية، نتيجة تأثير حامض الهيدروكلوريك الناتج عن التحلل الحراري للكلوريدات غير العضوية في تآكل المنشآت المعدنية، وكذا المركبات الكبريتية الحامضية. وتسبب المركبات الكبريتية والنيتروجينية والمشتقات المعدنية وخاصة مشتقات النيكل والفاناديوم تسمم الوسائط Catalyst Poisoning في أثناء عمليات التكرير والتصنيع، كما تتعرض معظم المركبات الكبريتية والنيتروجينية للأكسدة في أثناء النقل والتخزين، مثلما تساعد على أكسدة وبلمرة بعض الهيدروكربونات، فتؤدي إلى إنتاج الراتنجات في المقطرات الخفيفة ، ما يخفض كفاءة تشغيل هذه المنتجات وأداءها.

1-1-6 المحتويات الفلزية :

توجد آثار من الفلزات في الخامات البترولية وتتركز في المخلفات الثقيلة، وتأخذ صورة مشتقات عضوية فلزية ذائبة أو أملاح صابونية أو معلقات ، ولها تأثير ضار على الوسائط في صناعة البترول. ومن أهم هذه الفلزات النحاس والكالسيوم والمغنيزيوم والزنك والألومينوم والسيليكون والنيكل والحديد والفاناديوم .

1-2 أشكال تواجد الغاز الطبيعي :

1- الغاز الحر : ويدعى أحياناً بالغاز الطبيعي ويكون هذا الغاز على نوعين :

جافاً : حيث يحوي على الميتان مع كميات قليلة من الإيتان .

رطباً : حيث يحتوي على كميات كبيرة من الفحوم الهيدروجينية الأعلى من الميتان

ويقسم الغاز الحر بدوره إلى :

أ- الغاز الحر الطبيعي : وهو عبارة عن فحوم هيدروجينية خفيفة C1 - C3 .

ب- غازات القبعة الغازية : يتواجد فوق النفط على شكل قبعة.

2- غاز الكوندنسات : (المتكثفات) : عبارة عن مزيج من الغازات حيث يتواجد البروبان بنسبة عالية (% 94-85).

3- الغاز المرافق :

يكون هذا الغاز منحلاً في النفط في الشروط الطبقية ، وعند خروج المزيج نفط - غاز إلى سطح الأرض ونتيجة لانخفاض الضغط تحت ضغط الإشباع ينفصل هذا الغاز عن النفط. ويتكون هذا الغاز عادة من هيدروكربونات ضمن المجال (C1 - C7) وتتراوح وجود نسب كل منها حسب صفات النفط المنتج .

يستخدم الغاز الطبيعي وقوداً في معامل التكرير، وفي صناعات أخرى، ووقوداً منزلياً، ثم مصدراً لتحضير بتروكيماويات عديدة، مثلما يمكن إستخدامه في الإنتاج الثانوي للزيت. وقد استُخدِم الغاز الطبيعي حديثاً بنجاح وقوداً لمحركات آلات الاحتراق الداخلي. ويمكن عن طريق الأكسدة إنتاج الكحول الميثيلي والفلورم الدهايد من الغاز الطبيعي، وعن طريق الكلورة إنتاج الميثيل كلوريد ، والكلوروفورم، ورابع كلوريد الميثان، وعن طريق المعالجة الحرارية يمكن إنتاج الهيدروجين ثم تثبيته لتكوين الأمونيا اللازمة لصناعة الأسمدة.

1- 3 خصائص النفط الخام :

يختلف النفط الخام من مكان لآخر في المظهر واللزوجة ويمكن تحديد نوعية النفط من خلال إجراء الإختبارات التالية:

1. الكثافة ، الكثافة النسبية ، والوزن النوعي . API
2. اللزوجة viscosity.
3. الضغط البخاري Vapor Pressure.
4. نقطة الوميض Flash Point ونقطة الحريق Fire Point .
5. نقطة الضباب Cloud Pointونقطة الإنصباب Pour Point.
6. محتوى الكبريت Sulfur Content.
7. الرواسب والماء(Basic Sediments & water).BS&W
8. متبقي الكربون Carbon Residue.

ترتبط الخواص الفيزيائية للخامات النفطية بتركيبها الكيميائي ومحتواها من البرافينات والمركبات العطرية والصموغ والاسفلتين والمركبات الكبريتية ، فيما يلي أهم هذه الخواص :

1-3-1: الكثافة :

تُعرف الكثافة بأنها كتلة واحدة الحجم ويرمز لها بالرمز "ρ"

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1\text{-}1)$$

حيث أن :

M – الكتلة (g , Kg) ...

V – الحجم (cm^3 , m^3) ...

وتُعتبر الكثافة من أهم الخواص تعبيراً عن النفط الخام وإحدى أهم الدلائل الأساسية لجودته، وهي ترتبط بالتركيب الكيميائي للنفط الخام فتزداد بازدياد نسبة الفحوم الهيدروجينية الثقيلة (الهيدروكربونات المعقدة) وخاصةً الصموغ أو الراتنجات والإسفلتين وبالعكس ، كما أنها تختلف باختلاف درجة الحرارة ، حيث تتناقص بارتفاع درجة الحرارة وتزداد بانخفاضها، وتُعطى كثافة النفط الخام عند درجة الحرارة (t) معبراً عنها بواحدات القياس المطلقة بالعلاقة :

$$\rho_t = \rho_{20} - \zeta(t - 20) \qquad (2\text{-}1)$$

حيث أن :

ρ_t - الكثافة عند درجة الحرارة (t) .

ζ - عامل التصحيح الحراري ، وقيمة هذا العامل تُحسب من العلاقة التالية :

$$\zeta = 1.825 - \rho_{20} . (0.001351)$$

حيث أن : ρ_{20} - كثافة النفط الخام عند درجة الحرارة˚ , kg/m^3 20C .

تتراوح قيم كثافة النفط الخام عند درجة الحرارة ($20C^0$) ، وعند الضغط الجوي الاعتيادي ، عادةً ضمن المجال (0.7 –1.07 g/ cm^3) ، و بشكل عام فإن النفط ذو الكثافة الأكبر من ($1g/cm^3$) هو نادر الوجود .

1-3-2: الكثافة النسبية للنفط ودرجات (API) :

للتعبير عن كثافة النفط غالباً ما يُستخدم في الممارسة التطبيقية مفهوم الكثافة النسبية (ρ_r) وهي نسبة كتلة حجم معين من السائل (النفط الخام) عند درجة حرارة معينة (t)إلى كتلة نفس الحجم من الماء عند درجة الحرارة (4C°) ويرمز لها بالرمز ($\rho_{r\,4C}^{t}$) وتعني الكثافة النسبية للنفط عند درجة الحرارة(t ,C°) بالنسبة للماء عند درجة الحرارة 4C° .

وقد ابتكر الأخصائيون في مجال الصناعة النفطية في معهد البترول الأمريكي Petroleum institute American طريقة أكثر شمولاً للتعبير عن كثافة النفط الخام وذلك باستعمال ما يُسمى بدرجات الكثافة وفق المعهد المذكور وتُدعى اختصاراً (API) ، وفق العلاقة التالية التيتربط بين الكثافة النسبية المعينة بواسطة أجهزة القياس المخبرية ، ودرجات الـ (API) بالمعادلة التالية على أن تحدد الكثافة النسبية للسائل وللماء عند الدرجة 60F والتي تعادل 15.6 C :

$$API = \frac{141.5}{\rho_{r\,60F}^{60F}} - 131.5 \qquad (3\text{-}1)$$

حيث: $\rho_{r\,60F}^{60F}$ - الكثافة النسبية للنفط بالنسبة للماء عند الحرارة ($60F^0$ =$15.6C^0$)

في الكثير من المراجع يعبَر عن الكثافة النسبية في المعادلة السابقة بتعبير الجاذبية النوعية Specific Gravity : SG وتؤول المعادلة السابقة إلى الشكل : $API = \frac{141.5}{S.G} - 131.5$

واعتماداً على درجات الـ (API) فإن النفط يقسم إلى :

API > 40 : نفط خفيف جداً

30<API<40 : نفط خفيف

23<API<30 : نفط متوسط

10<API<23 : نفط ثقيل

API <10 : نفط ثقيل جداً .

1-3-3 اللزوجة :

اللزوجة هي الصفة أو الخاصية الفيزيائية المميزة للسوائل الحقيقة بأنها تقاوم تغير شكلها، وتُعرف بأنها عكس السيولة أو الميوعة ، ويقال عن سائل بأنه لزج عندما يكون غليظ القوام وقليل

الحركة (لا ينسكب بسهولة) ، وتعتبر أهم خاصية فيزيائية للنفط وهي تُعبر عن سلوكيته وحركيته – أثناء ارتشاحه في الطبقات المنتجة، وانتقاله ضمن مواسير الإنتاج أثناء رفعه إلى السطح ، وأثناء تدفقه عبر الأنابيب عند نقله على السطح بواسطة خطوط الأنابيب.

تقاس اللزوجة التحريكية (الديناميكية) (Dynamic Viscosity) في الجملة الدولية (SI) بواحدة (باسكال.ثانية Pa.s) وتسمى اصطلاحاً (ديكابواز Deca poisse) ، وعملياً تقاس اللزوجة بواحدة البواز (P) حيث : (1 Poisse = 10^{-1} pa.s) .

ويُقسم البواز إلى مائة جزء يُدعى كل جزءٍ منها سنتي بواز (CP) وبذلك فإن :

(ICP = 10^{-2} P = 10^{-3} pa.s)

وفي أغلب الحالات تُميز لزوجة السائل أثناء الحسابات الهيدروليكية بمعامل اللزوجة الحركية (الكينماتيكية)(Kinematic Viscosity) ، والتي يرمز لها بالرمز (ν) وهي عبارة عن النسبة بين اللزوجة الديناميكية للسائل (η) وكثافته أي :

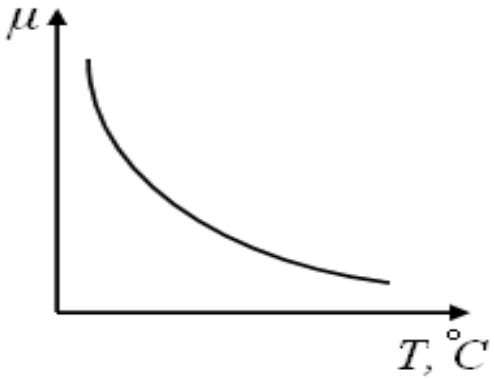
$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \qquad (4\text{-}1)$$

واحدة قياس اللزوجة (ν) في الجملة الدولية هي (m^2 / s) ، وفي الحياة العملية تقاس اللزوجة الحركية بواحدة تُدعى الـ (ستوكس) نسبةً إلى مكتشفها ، ويُرمز لها بـ (st) ، حيث أن: $(1\frac{m^2}{s} = 10^4\, st)$ ، ويقسم الستوكس إلى مائة سنتي ستوكس (cst) وبالتالي فإن:

(1cts = 10^{-2}st = 10^{-6} m^2 /s)

4-3-1 تأثير درجة الحرارة على لزوجة النفط :

تتعلق اللزوجة إلى حد كبير بدرجة الحرارة (t) ، وكغيره من السوائل فإن العلاقة بين لزوجة النفط الخام ودرجة الحرارة هي علاقة عكسية فكلما ارتفعت درجة حرارته كلما نقصت لزوجته والعكس بالعكس كما هو موضح في الشكل رقم (1-1) .



الشكل رقم (1-1) العلاقة بين اللزوجة ودرجة الحرارة

لذلك عادةً ما يُسخن النفط اللزج أثناء الضخ بهدف تخفيض لزوجته وتعتبر هذه الطريقة من الطرق الفعالة جداً لنقل السوائل غير النيوتونية بشكل عام لكنها مكلفة جداً..، وكثيراً ما يتطلب العمل في الصناعة النفطية حساب لزوجة النفط الخام أو مشتقاته عند درجات حرارة مختلفة على غرار ما يحدث عند إجراء الحسابات التكنولوجية لتصميم خطوط أنابيب النقل .

لقد اقترحت لهذا الغرض أكثر من معادلة "علاقة اللزوجة بدرجة الحرارة " وأهمها معادلة رينولدز – فيلونوفا التالية :

$$\nu_t = \nu_* . e^{-u(t-t_*)} \qquad (5\text{-}1)$$

حيث أن :

ν_t : اللزوجة الكينماتيكية المراد معرفتها عند درجة الحرارة (t) .

ν_* : اللزوجة الكينماتيكية عند درجة الحرارة (t_*) وتكون معلومة .

u : معامل الميل لمنحني اللزوجة وواحدته ($1/C^\circ$) ، ويحسب من العلاقة الآتية :

$$u = \frac{1}{t_1 - t_*} . \ln \frac{\nu_*}{\nu_1}$$

حيث أن :

ν_t - اللزوجة الكينماتيكية عند الدرجة t_1 ، وتكون معلومة .

1-3-5 الانضغاطية ومعامل المرونة الحجمي :

تعبّر الانضغاطية عن قابلية السائل للانضغاط أي خاصية تغير حجمه عند تغير الضغط المطبق عليه ، ويسمى العدد الذي يعبر عن التغير النسبي في حجم السائل والناتج عن تغير الضغط بمقدار ضغط جوي واحد عند ثبات درجة الحرارة ، معامل الانضغاط الايزوترمي الحجمي (B_v) (Coefficient of Thermal Compression) وواحدة قياسيه هي (pa^{-1}) :

$$B_v = -\frac{1}{V_1}\left(\frac{\Delta V}{\Delta p}\right)_{t=const} \qquad (6\text{-}1)$$

حيث أن :

$\Delta V = V_1 - V_2$ تغير حجم السائل عند تغير الضغط بمقدار $\Delta p = p_2 - p_1$. وتدل إشارة السالب في المعادلة السابقة إلى تناقص الحجم عند ازدياد الضغط .

يسمى مقلوب معامل الانضغاطية الحجمي ، معامل المرونة الحجمية للسائل (ModulusofElasticity) (E_f) و واحدته هي واحدة الضغط (pa) .

$$E_F = \frac{1}{B_V} \qquad (7\text{-}1)$$

ويُعتبر هذا الأخير أحد الصفات المرنة للسائل ، ويظهر تأثيره بشكل واضح أثناء جريان السوائل وخاصةً في حالة السوائل غير النيوتونية (كالنفط الثقيل) .

1-3-6 الكهربة :

ينتج عن احتكاك مادتين مختلفتين بصفاتهما الفيزيائية والكيميائية شحنات كهربائية تُدعى بالكهرباء الساكنة، وهذا يُفسر تشكل الكهرباء الساكنة في كثير من حالات نقل وتخزين النفط الخام ومنتجاته المكررة ، وذلك نتيجة لحركة السائل في الأنابيب أو عند تعبئة الصهاريج أو خزانات الناقلات النفطية المختلفة ، أو خزانات التخزين . فإذا كان كمون الأنابيب المعدنية المعزولة أو الخزانات المليئة بالنفط كبيراً بالنسبة للأرض فإن أي عملية تماس خارجية ما بين هذه الشحنات والأرض تؤدي إلى تشكل شرارة كهربائية قد تؤدي إلى حريق أو انفجار في المواد البترولية . لمكافحة هذه الظاهرة يجب تأريض كل المنشآت الصناعية النفطية ، وكذلك شبكات خطوط الأنابيب ووسائط النقل الأخرى المستخدمة لنقل النفط الخام ومنتجاته المكررة ومن هنا جاءت فكرة وضع سلسلة معدنية تتدلى من الناحية الخلفية لجسم صهريج نقل المواد النفطية وتتلامس مع الأرض.

1-3-7 التبخر :

إنّ وجود النفط الخام أو المنتجات البترولية في أوعية مفتوحة إلى الوسط الخارجي يتصف بانتقال جزيئات السائل البترولية في الشروط العادية من الطور السائل إلى الطور البخاري وهذا ما يُسمى

بالتبخر، وتتعلق عملية تبخر النفط الخام أو منتجاته إلى حد كبير بضغط البخار المشبع فكلما كبر هذا الأخير كلما زاد تعرض السائل (النفط) للتبخر، ومن ناحية أخرى يتعلق ضغط البخار المشبع بدرجة حرارة السطح الخارجي للسائل ، فبزيادة درجة الحرارة هذه يزداد ضغط البخار المشبع (الضغط البخاري) ، وبالتالي فإنه إذا خُزّن النفط في خزان مفتوح فسيحدث له تبخر وسيفقد جزءاً من مركباته الخفيفة (المركبات الطيارة) وستكون الكمية المفقودة أكبر كلما ارتفعت درجة حرارة الوسط المحيط ، ولتجنب فقدان الأجزاء الخفيفة من البترول خلال عمليات الإنتاج والنقل والتخزين فإنه من الضروري أن يكون الطريق من البئر وحتى معمل التكرير (المصفاة) محكماً ومعزولاً عن الوسط الخارجي .

1-3- 8 ضغط ريد البخاري Ried Vapor Pressure:

وهو مقياس للضغط البخاري المسلط بواسطة النفط أو المنتجات الخفيفة في100°F، وفائدته معرفة ضغط بخار النفط لمنع تأثيراته السلبية عند النقل والتخزن.

1-3-9 محتوى الأملاح Salt Content:

النفط الحاوي على أملاح يكون غير مرغوباً فيه لحاجته الى وحدات إزالة الأملاح ويُعبّر عن محتوى الأملاح بوحدات (باوند من الأملاح) مثل (NaCl) لكل 1000 برميل من النفط ويسمى PTB أو يعبر عنها بواحدات ppm (جزء من مليون Part per million). إن الأملاح الموجودة في النفط الخام والمنتجات الثقيلة قد تسبب مشاكل تآكل خطيرة الخزانات وأنابيب النقل وخاصةً في الأجزاء العليا من أبراج التقطير .

1-3-10 محتوى الكبريت contentSulfur:

يعبر عنه كنسبة وزنية (جزء بالمليون) لمحتوى الكبريت في نموذج للنفط الخام أو أحد منتجاته، ويجب أخذه بعين الإعتبار بالإضافة إلى API لتحديد قيمته التجارية. حيث أن النفوط الثقيلة تكون ذات محتوى كبريتي عال كما أن وجود الكبريت في النفط الخام يؤدي إلى مشاكل التآكل .

المواصفات النمطية للنفط الخام عند الضخ

Typical Crude Oil Pipeline Specifications

Test	Results
الماء والرواسب ، Basic Sediments & water BS&W نفط خفيف (ماء ورواسب) نفط ثقيل (ماء بطريقة التقطير)	0.025 WT % Max. 0.5 % water by distillation

نقطة الإنصباب Power Point	< 50 °F
الكبريت Sulfur نفط خفيف نفط ثقيل	4.2 % WT 0.63 – 0.75 % WT
RVP ضغط الأبخرة بطريقة ريد للنفط الكبريتي	< 9.5 PSIA (AT 100°F)
النفط الحلو Sweet Crude	< 0.5 WT % Sulfur
RVP ضغط الأبخرة بطريقة ريد للنفط الحلو	10.0 PSIA AT(100°F)

المسافة المطلوبة بين الصمامات (Required spacing of valves):

يتم تركيب الصمامات المقطعية (valves) على خطوط أنابيب النقل الجديدة (new pipelines) في أثناء عملية البناء فبعد أن يتم تحديد المسافة الفاصلة بين كل صمامين مقطعيين فإن الاعتبار الأولي الذي يتم أخذه هو تحديد المواقع التي تؤمن إمكانية الوصول إلى هذه الصمامات بسهولة ويسر.

تستخدم الصمامات بشكل واسع في الصناعة لأهداف كثيرة أهمها عزل الأنابيب كلياً أو جزئياً أو التحكم بجريان السوائل عبر الأنابيب والجدير بالذكر أنه عند اختيار الصمامات على خط النفط أو مشتقاته يجب الأخذ بعين الإعتبار قابلية الصمام لتمرير الكاشط Pig (بهدف التفتيش أو التظيف أو الفصل) وهذا الأمر تحققه الصمامات البوابية Gate Valve والصمامات الكروية BallValve

الفصل الثاني : الصمامات

2- أنواع الصمامات :

بشكل عام تقسم الصمامات وفقاً للضغط التشغيلي الى مجموعتين:

1- صمامات الضغط العالي High-Pressure Valves

2 - صمامات الضغط المتوسط والمنخفض Medium and Low Pressure Valves

صمامات الضغط العالي High Pressure Valves :

تستخدم عند ضغوط أعلى من2000 psi وتستخدم عادةً في رؤوس الآبار على شجرة الميلاد X-mass Tree. وأهم أنواعها: الصمام البوابي - Gate Valve صمام - Plug Valve الصمام الكروي - Ball Valve

صمامات الضغط المنخفض والمتوسط:Medium and Low Pressure Valves
تستخدم لخطوط الجريان Flow Lines وحوض الصمامات Manifolds حيث يكون الضغط أقل من 2000psi .ويكون على عدة أشكال:
صمامات ذات التجويف:مثل الصمام البوابي - Gate Valve الصمام الأبري - Plug Valve الصمام الكروي .Ball Valve بالإضافة الى صمام.Globe Valve

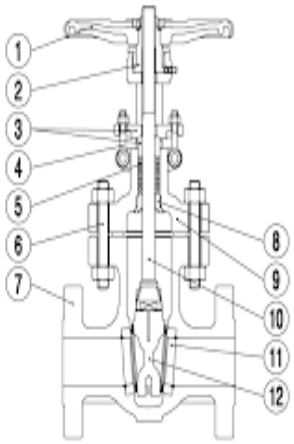
1-2 : الصمام البوابي:Gate Valve

سمّي بهذا الأسم لوجود بوابة على إتجاه الجريان، وفي حالة الفتح الكلي fully open مما يؤدي الى عدم وجود مقاومة للجريان no resistance to flow وبالتالي وجود فرق ضغط بسيط بين طرفي الصمامlow Press. drop يفضّل هذا النوع عند الفتح الكلي .Fully Open F.O ولا يستخدم لأغراض تقليل الجريان Throttling لأن هذا يسبب حدوث نضوح من البوابة وحدوث إهتزاز في الصمام ويستخدم في شجرة عيد الميلاد X-mass Tree ، أنابيب الجريان Flow Lines، ومجمعات الصمامات .Manifolds

سمات الصمامات البوابية : Gate Valve Operating Characteristics

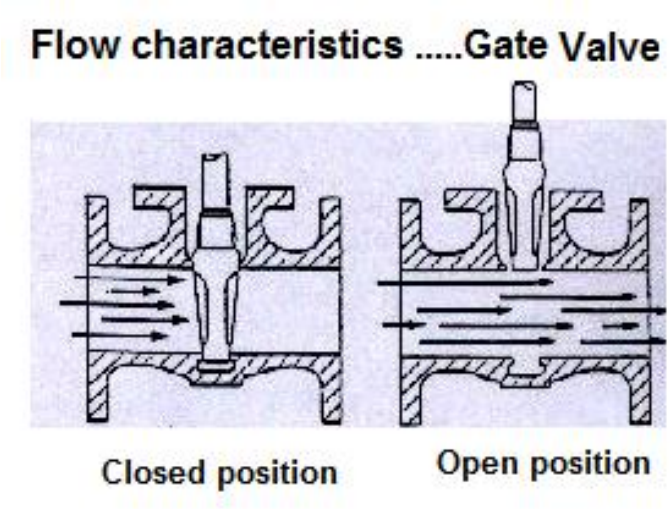
-تعتمد على نوع المعدن الذي تم تصنيعها منه.
-صعوبة التزييت المستمر لهذا النوع.
-من محاسنه قلة كلفته.
-يجب عدم إستخدامه في السوائل الحاوية على موائع مخدشة أو رملية لتجنب خدش السطح الداخلي.
-يمكن إستخدامه من الطرفين.
من جهة أخرى لا يستخدم الصمام البوابي لأغراض تقليل الجريان Throttling لأن ذلك يسبب حدوث نضوح من البوابة وحدوث إهتزاز في الصمام





IT.	DESCRIPTION
1	HANDWHEEL
2	YOKE SLEEVE
3	GLAND FLANGE
4	GLAND EYE BOLT
5	PACKING
6	BONNET BOLT
7	BODY
8	BONNET
9	BACK SEAT
10	STEM
11	SEAT RING
12	WEDGE

الشكل رقم (2-1) الصمام البوابيGate Valve



الشكل رقم (2-2) Flow characteristics...Gate Valve

2-2 الصمام Globe Valve :

-بسبب تصميمه يستخدم على الأكثر للخنق Throttling أو لتقليل الجريان، كما يمكن إستخدامه في صمامات السيطرة .Control valves

الميزات :

-تكون المسافة بين وضع الفتح الكلي .F.O والغلق الكلي .F.C قريبة.

-إمكانية إستبدال الأجزاء الداخلية بسهولة.

-هناك العديد من التصاميم لهذا النوع من الصمامات لذا يمكن إستخدامه في صمامات السيطرة.

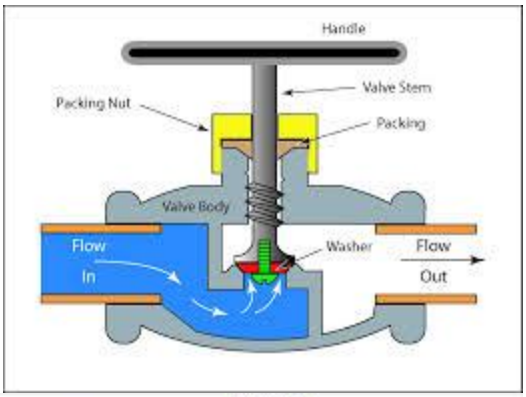
يحتاج الى الكثير من الطاقة لتحريكه بالنسبة للأحجام الكبيرة. ويكون أثقل وزناً من الصمامات الأخرى لنفس معدل الجريان

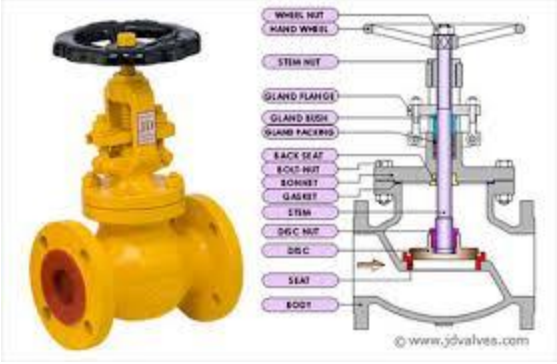
-كلفته منخفضة ، وصيانته بسيطة. قليل النضوحات.

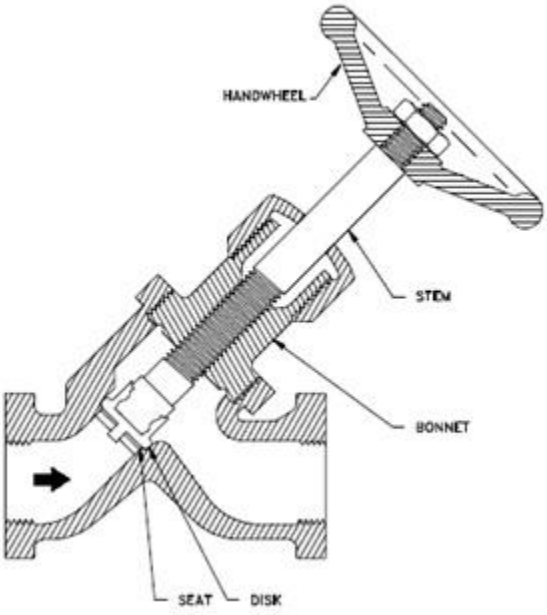
-يمكن إستخدامه مع السوائل المخدشة.

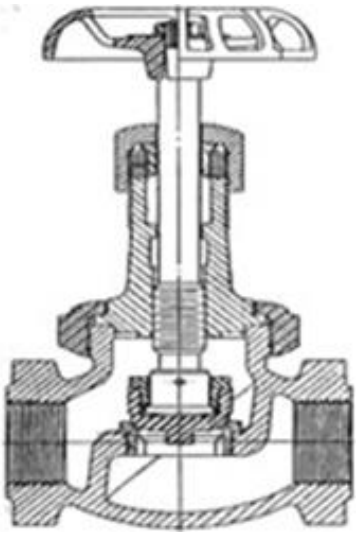
من التصاميم الأخرى لهذا النوع من الصمامات هو Y-body type حيث يكون بزاوية 45˚ مناسباً للضغوط العالية ، وللجريان المتقطع ، ويكون فقدان الضغط Pressure Loss فيه قليلاً.









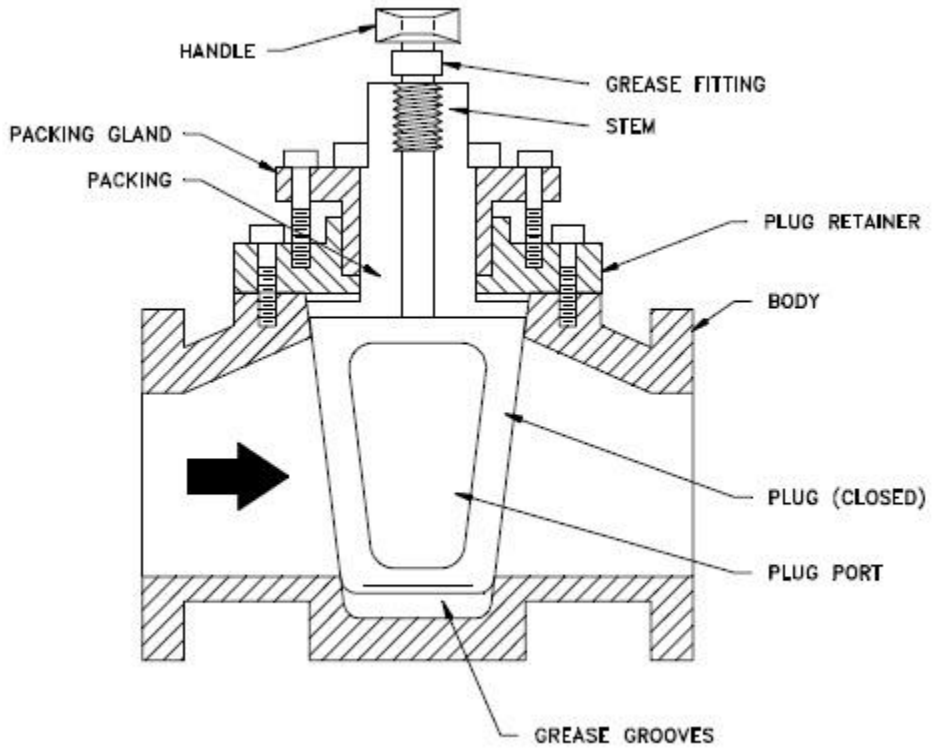


الشكل رقم (3-2)الصمام Globe Valve

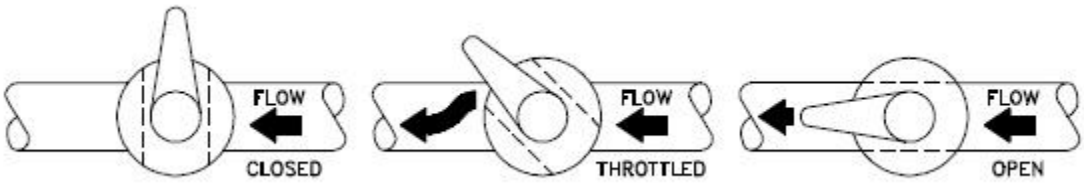
3-2 صمام Plug Valve :

من الصمامات ذات الحركة الدائرية ، الاسم مشتق من شكل القرص الذي يتكون منه الصمام ، يستعمل لأغراض الفتح الكلي أو الغلق الكلي Either fully open or fully closed كما في الصمامات البوابية فالسرع العالية للجريان تؤدي إلى تضرر الأجزاء الداخلية بل يستعمل في حالتي On-Off .

-يستخدم منذ أكثر من 30 سنة -.بدأت بعض الشركات باستبداله بالصمام الكروي.
-يستخدم للضغوط المنخفضة والعالية.

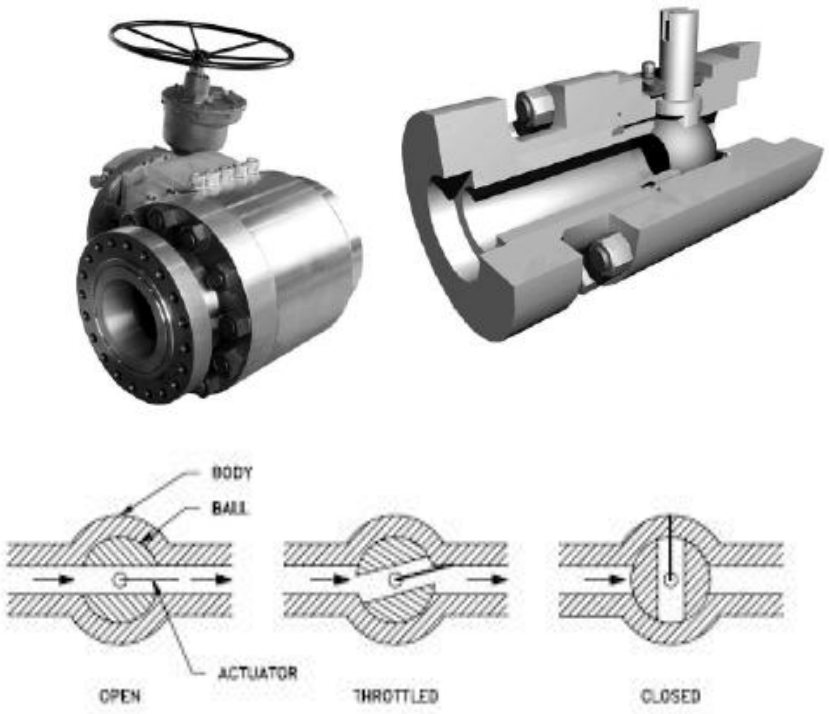


الشكل رقم (4-2) Plug Valve



4-2 الصمام الكروي: Ball Valve

وهو صمام ذو حركة دائرية ويكون بداخله تجويف يكون بإتجاه الجريان عند الفتح ، وبإتجاه عمودي على إتجاه الجريان عند الغلق. وتكون هذه الصمامات سريعة العمل. ومن إيجابياته أنه الأرخص والأقل كلفةً بين جميع الصمامات ومحكم الغلق ، لا يحتاج الى الكثير من التزييت. ويتحمل ضغوط اقل من 5000.psi
أما مساوئه فهو أنه لا يستعمل للخنق ، حيث أن تقليل فتحته سيؤدي الى تآكل الأجزاء الداخلية بسبب السرعة العالية للجريان.



الشكل رقم (2-5) Ball Valve

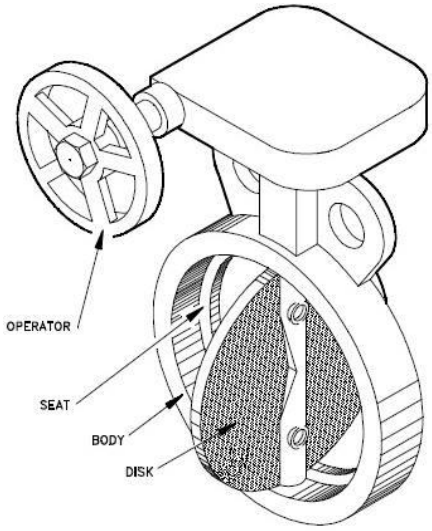
5-2 صمام الفراشة : Butterfly Valve

وهو من صمامات الحركة الدائرية يمكن أستخدامه لأيقاف وتنظيم جريان المائع ، سهل الأستخدام لأن الدوران بزاوية 90˚ سيؤدي الى تحول الصمام من وضع الغلق الكامل الى الفتح الكامل. أما الصمامات ذات الأحجام الأكبر فيتم تشغيلها بواسطة مقابض دائرية. ويكون قطر القرص بقطر الأنبوب.

-غير مكلفة نسبياً ، ويسمى في بعض الأحيان صمام ربع دورة.Quarter-Turn Valve
-يمكن أستخدامه لأغراض تقليل الجريان Throttling



الشكل رقم (2-6) Butterfly Valve



الشكل رقم (2-7) Butterfly Valve

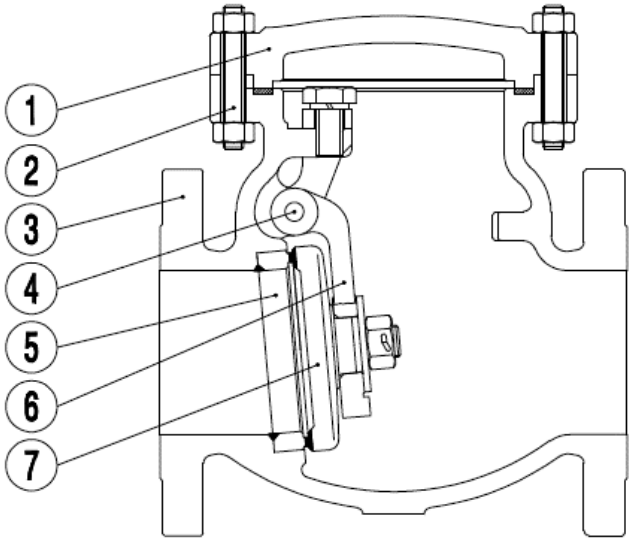
6-2 صمام عدم الرجوع (صمام الإتجاه الواحد):Check Valve :

ويكون على عدة أنواع أحدها هو النوع المتأرجح Swing Type حيث يُفتح عند صعود الضغط ويُغلق عند إنخفاض الضغط والجريان مما يؤدي الى منع الجريان العكسي ، ويستعمل مع الصمامات البوابية Gate Valve بسبب فرق الضغط القليل. Low Press. Drop
أما النوع الآخر من هذه الصمامات فهو Lift Check valves فيستعمل في الأنابيب التي يستعمل فيها صمام Globe Valve كصمام سيطرة ويمكن استخدامه مع البخار ، الهواء ، الغاز ، الماء

وفي سرعات الجريان العالية

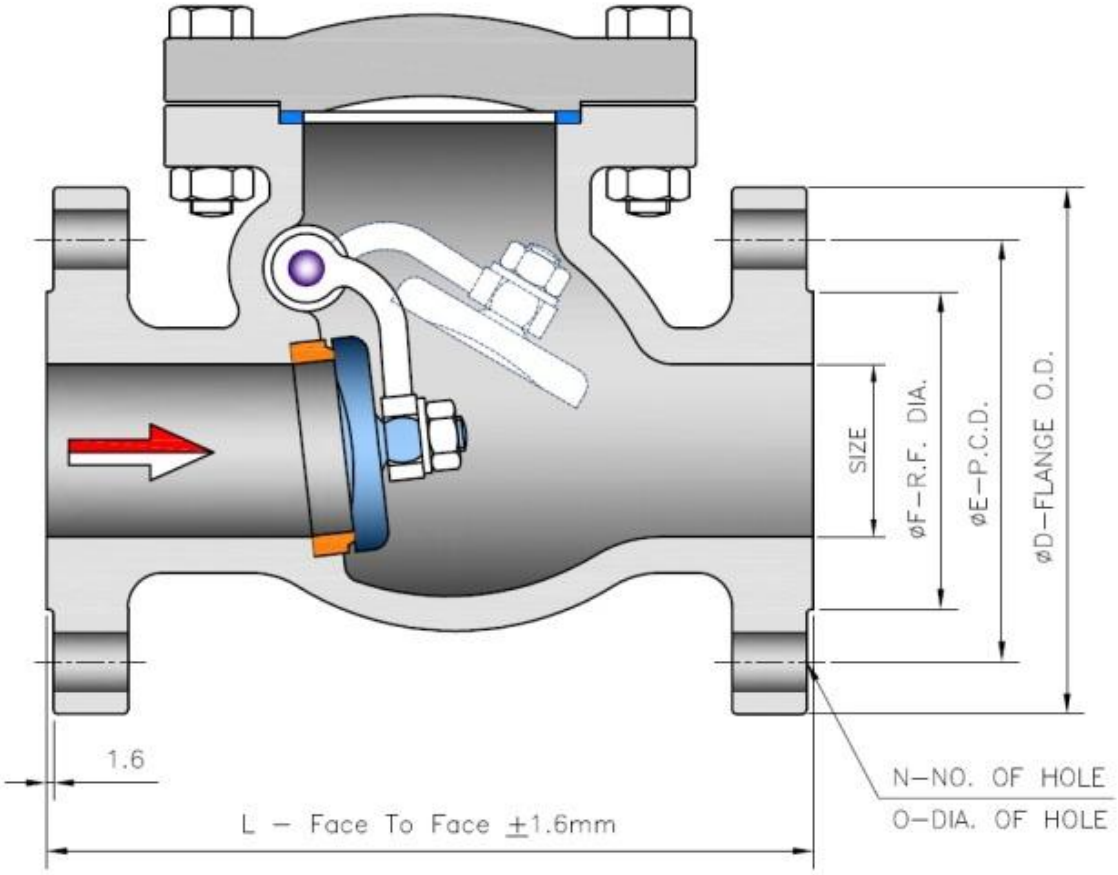
-يستخدم لتحديد اتجاه الجريان ، ومنع الجريان العكسي.

-لا يمكن أن يعتبر صمام توقف Shut-Down Valve عند عكس إتجاه الجريان.



IT.	DESCRIPTION
1	COVER
2	BOLT
3	BODY
4	HINGE PIN
5	SEAT RING
6	HINGE
7	DISC

الشكل رقم (2-8) Shut-Down Valve

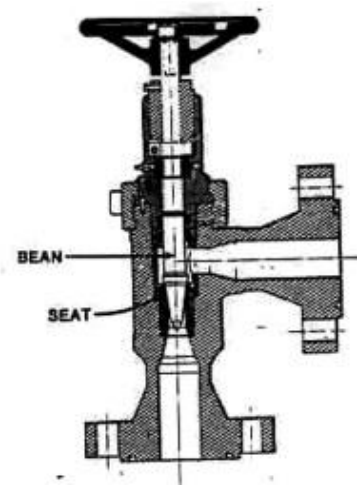


الشكل رقم (2-8) S.C.V

2-7 الصمام الخانقChoke Valve :

يستعمل للتحكم بمعدل التدفق flow rate عند وجود فرق ضغط كبير large Pressure drop.ويمكن التحكم به يدوياً أو يكون ذو فتحة خانق ثابتة. fixed size orifice





الشكل رقم (2-9) الصمام الخانق: Choke Valve

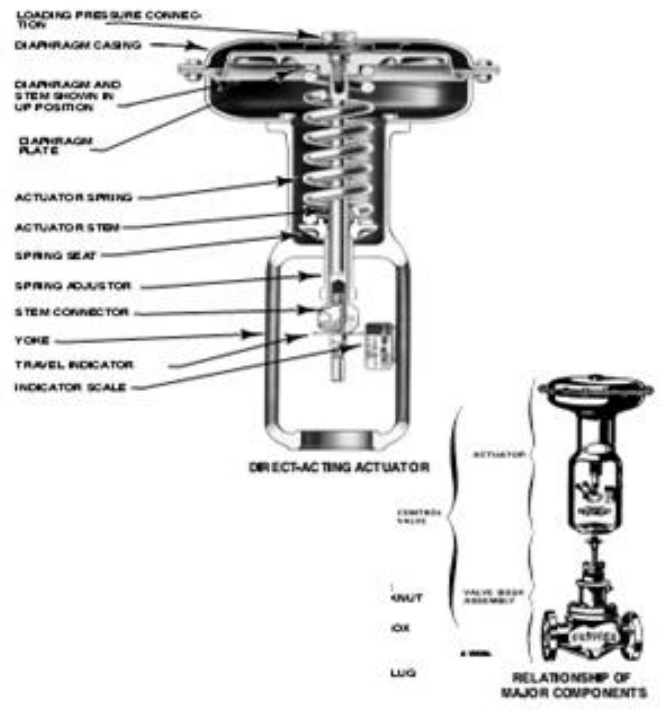
8-2 صمامات السيطرةControl valves :

إن الحقول الصناعية والمعامل تتضمن على عشرات او مئات من حلقات السيطرة (Control Loops) وان هذه الحلقات مصممه لتحافظ على جعل متغيرات السيطرة (Process Variables)ضمن ماديات العمل المحددة أو المرغوبة وبما يضمن الوصول إلى تحقيق السيطرة المثلى على نوع المنتج (Product Quality) وكميته . (Product Quantity)كل من هذه الحلقات تتحسس وتولد بذاتها اضطرابات (Disturbance)أضافه أنها تتفاعل فيما بينها لتولد اضطرابات تؤثر في متغير السيطرة إن هذه الإضرابات يتم تحسسها عن طريق المتحسسات (Sensors) ثم تكبر وترسل عن طريق المرسلات (Transmitters) إلى أجهزة المسيطرات التي بدورها تقوم بالمقارنة والتعويض عن قيمه الحيود (Offset)الحاصلة في متغير السيطرة المقاس عن نقطه العمل . (Set Point) بالتالي يقوم المسيطر بإرسال إشارة سيطرة (Control (Signal)إلى عنصر السيطرة النهائي (Final Control Element) والذي يكون في اغلب الأحيان صمام السيطرة لتصحيح قيمه المتغير المقاس والتعويض عن قيمة الحيود.

إن صمام السيطرة يعتبر جزء أساسي في حلقه السيطرة ويوجد أنواع عديدة لصمامات السيطرة وان تنوعها يعود إلى تنوع التطبيقات والخدمات التي يتعامل معها مثل نوع المائع (Fluid) وطبيعته إضافه إلى الظروف التشغيلية المختلفة.

المكونات الأساسية لصمام السيطرة:

يتألف صمام السيطرة النموذج بصورة عامه من خمسه أقسام وكما يلي:



1- جسم الصمام (Valve body)
2 -المقلّم او المهذّب الداخلي (Internal Trim)
3 -المشغل (Actuator)
4- موجه الصمام
5 -الملحقات

صمام السيطرة يعمل على تنظيم معدل تدفق المائع المار بجسم الصمام اعتمادا على موضع السدادة (Plug) أو القرص (Disk) التي تتغير حسب القوة المسلطة من المشغل وللقيام بهذه المهمة فان على الصمام أن :

1 - يستوعب المائع او المادة دون حدوث تسريب.
2- يكون ذو سعه مناسبه للعمليه.
3 -قادر على تحمل التآكل (Corrosion) والحرارة (Temperature) والتعامل مع الضغط (Pressure) واللزوجة (viscosity) للمائع.
4- الاندماج المناسب مع التوصيلات النهائية (End Connections) للانبوب.

انواع صمامات السيطرة:

تقسم صمامات السيطرة بصورة عامه حسب جسم الصمام الى نوعين:

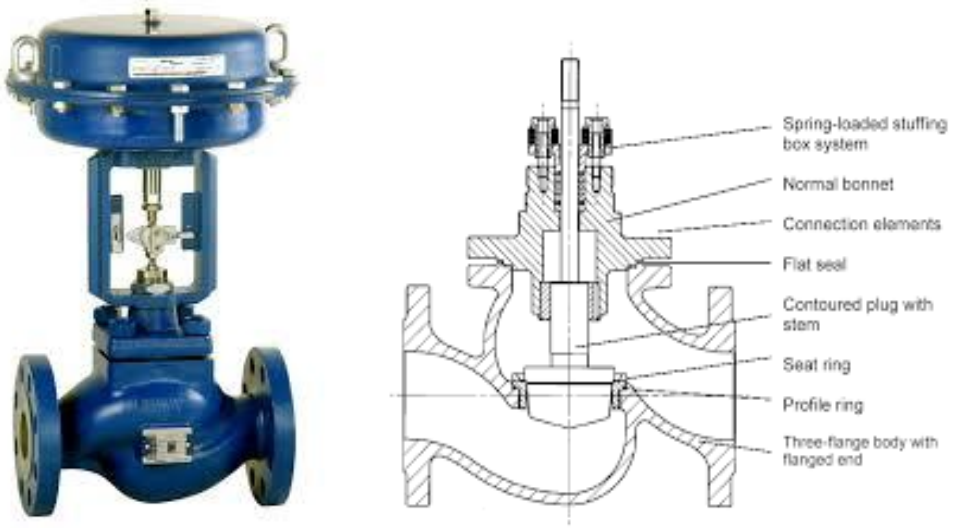
1- صمامات الساق المنزلق (Sliding-Stem Control valves)
2- صمامات الجذع الدوار (Rotary-Shaft Control Valves)

الشكل يبين أجزاء الصمام من النوع الأول حيث يتألف من الأجزاء التالية:

غطاء الرق (Diaphragm Casing) وهو يستخدم كحجرة لاحتواء الرق أو الغشاء والذي يتم دعمه بواسطة صحيفة معدنية (Diaphragm Plate) وهذه الحجرة تحتوي على فتحه لتوصيل الهواء المضغوط الذي يسلط على الرق والصحيفة الداعمة حيث يتحول هذا الضغط إلى عزم ميكانيكي يتناسب بصورة طردية مع المساحة السطحية للرق ومقدار ضغط الهواء المسلط . ينتقل هذا العزم إلى ساق المشغل (actuator stem) والذي سوف يتحرك ويحرك بدوره ساق الصمام (valve stem) الذي يؤثر على موضع السدادة (plug) في جسم الصمام . أضافه إلى ذلك يوجد نابض (spring) مرتبط بصحيفة الرق يقوم بمعادلة (معاكسة) اتجاه العزم لساق المشغل وإعادة الرق إلى وضعه الأصلي. يوجد هنالك مبين حركة (travel indicator) داخل المقرن (yoke) يبين وضع الصمام وتؤشر فيه تدريجات تبين الموضع الحالي للصمام.

عندما تكون فتحه توصيل الهواء من الأعلى بالنسبة للرق فيسمى المشغل بأنه (direct acting) أي مشغل ذو تأثير أمامي . أما إذا كانت الفتحة من أسفل الرق فيسمى المشغل بأنه (reverse acting) أي ذو تأثير عكسي.

أما بالنسبة إلى جسم الصمام فيتألف من ساق الصمام الذي يرتبط بالسدادة التي تستقر على ما يسمى بالمقعد (seat) ، و بدن الصمام . (valve bonnet) أحيانا تسمى الحجرة الداخلية من بدن الصمام والتي يمر من خلالها المائع بالقفص (cage) ويوجد أنواع من الأقفاص الخاصة بالصمامات وكذلك أنواع من السدادت تختلف بحسب أسلوب السيطرة على تدفق المائع داخل الصمام وستشرح لاحقا. كما ويوجد بين الساق وجسم الصمام مجموعه من الحشوات (packing) تستخدم لمنع حدوث تسرب للمائع.



الشكل رقم (2-11) اجزاء الصمام من النوع الاول

9-2 : جسم الصمام(valve body)

يوجد عدة انواع من اجسام الصمامات:

1-الصمامات الكروية Globe valves :

في هذا النوع من الصمامات يكون عنصر الغلق (closure member) على شكل كروي يتحرك بشكل خطي داخل جسم الصمام والذي يأخذ شكل فجوة كروية (Spherical shaped Cavity) وتوجد عدة انواع من الصمامات الكروية:

-ثنائية الاتجاه أحادية المرفأ : (two-way single-ported) وتعتبر من أشهر أنواع الصمامات الكروية بسبب بساطه التصميم والكلفة القليلة نسبيا ويستخدم للتطبيقات التي تتطلب غلق محكم للصمام (stringent Shutoff) ويمكن أن تصمم هذه الصمامات بأحجام صغيرة نسبيا وتبدأ ب 2 عقدة . ولغرض استخدام المفعل المناسب لهذا النوع يجب الأخذ بنظر الاعتبار القوة المتولدة من المائع ذو الضغط العالي الذي يملئ هذا الصمام بحيث يستطيع المشغل أن يولد القوة المعادلة للتحكم بوضع الصمام.

-ثنائية الاتجاه ثنائية المرفأ : (two-way double-ported) لا تحتاج هذه النوعيه من الصمامات الى مشغل كبير نسبه الى الصمامات أحادية المرفأ لان القوة الديناميكية داخل الصمام تكون متعادلة تقريبا ولكنها تكون عادة بأحجام اكبر حيث تبدأ احاجمها ب 4 عقد . الميزة الهامة في هذا النوع انه يمكن عكس عملها (reversible) فبدلا من أن تعمل بأسلوب (push-down to close) يعكس ربطها لتصبح (push-down to open) راجع الشكل (12-2)



Figure 1-9. Reverse Double-Ported Globe-Style Valve Body

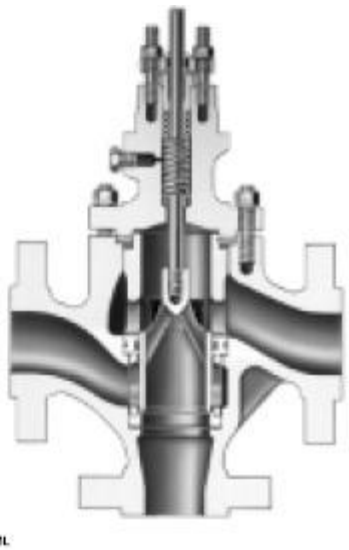


Figure 1-11. Three-Way Valve with Balanced Valve Plug



Figure 1-10. Flanged Angle-Style Control Valve Body

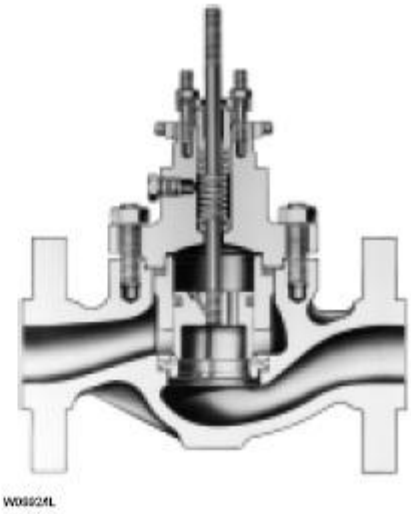


Figure 1-12. Valve Body with Cage-Style Trim, Balanced Valve Plug, and Soft Seat

الشكل رقم (2-12) جسم الصمام

2- جناح الفراشة (butterfly bodies) :

في هذا النوع من الاجسام لا يوجد سدادة ومقعد وانما يكون تكون عبارة عن قرص معدني من معدن الاستيل غير القابل للصدأ ، ومن ميزات هذا النوع:

-سعه عالية وفقدان قليل للضغط داخل الصمام.

-التكلفة الاقتصادية اقل بكثير من النوع الأول .
-تحتاج إلى مشغلات كبيرة ذات عزم عالي عندما يكون حجم الصمام عاليا او عندما يكون الفقد في الضغط عالي .
- يمكن أن تصنع وتتوفر بأحجام كبيرة (لغاية 72 عقدة)

3- جناح الفراشة من نوع ذنب السمكة : (FishTail)

ومن ميزات هذا النوع:
التحكم داخل الصمام يكون بزاوية 90 درجة لحركة الصمام مما يعطي (rangeability) عالية أي إمكانية واسعة للتحكم بالمدى.

4- الصمامات ذات الحز على شكل حرف: (V) ومن ميزاتها:

-المدى عالي (high rangeability) والتحكم بالصمام خلال 90 درجة
-غلق محكم.
-امكانية استخدامها في السوائل ذات اللزوجة العالية أو المساعدة على التآكل.

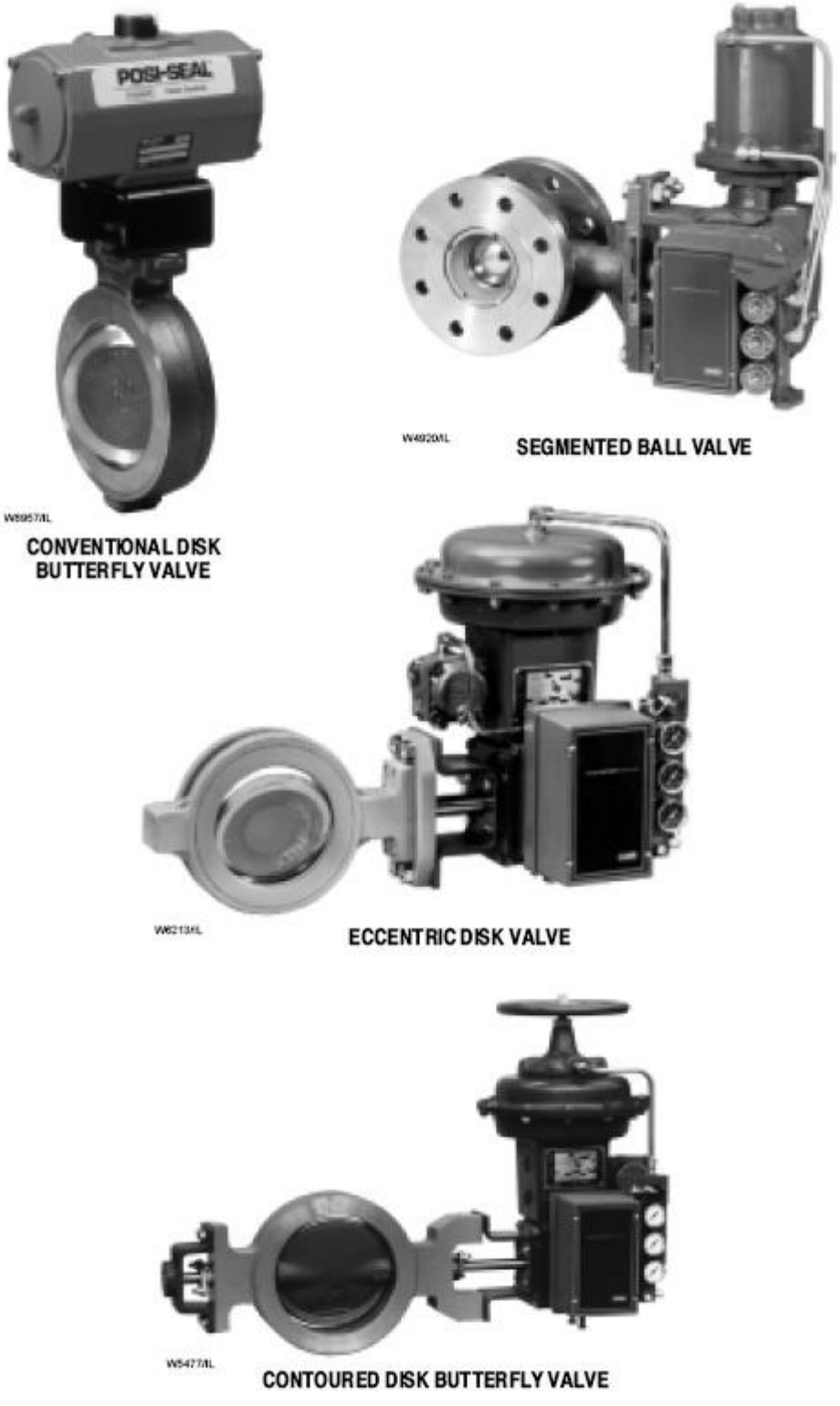


Figure 1-14. Typical Rotary-Shaft Control Valve Constructions

التوصيلات النهائية للصمام:

1 -التوصيلات الملولبة : (screwed Pipe thread) هذا النوع شائع في الصمامات صغيرة الحجم والتي لا يتعدى حجمها 2 عقدة وهي طريقه أكثر اقتصادية من استخدام الفلنجات . وفي هذا النوع لا يحتاج الى استخدام مانع (seal) ولكن هذه الطريقة غير محبذه في درجات الحرارة العالية ولكن صيانة هذا النوع من الربط معقدة لأنه هنالك حاجة إلى كسر ال (Join) او (union) لغرض فتح الصمام.

2-الفلنجات المتبرسة : (Bolted Casketed flanges) وهي اكثر الطرق شيوعا . وفي هذا النوع من السهل رفع الصمام عن المكان .وهنا يمكن أن يستخدم الصمام في الضغوط العالية والحرارات العالية من الصفر مئوي الى 815 درجة مئوية . وهنالك ثلاثة طرق للربط flat face , raised face ,ring type joint

الفصل الثالث

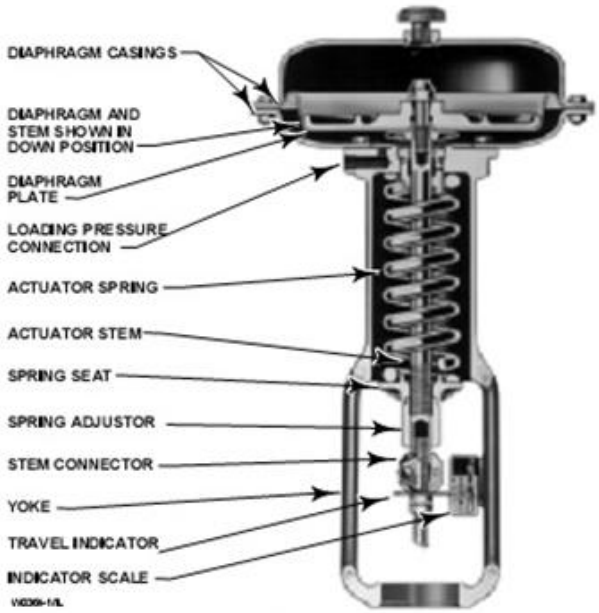
المشغلات : (Actuators)

توجد أربعه أنواع رئيسيه للمشغلات وهي:

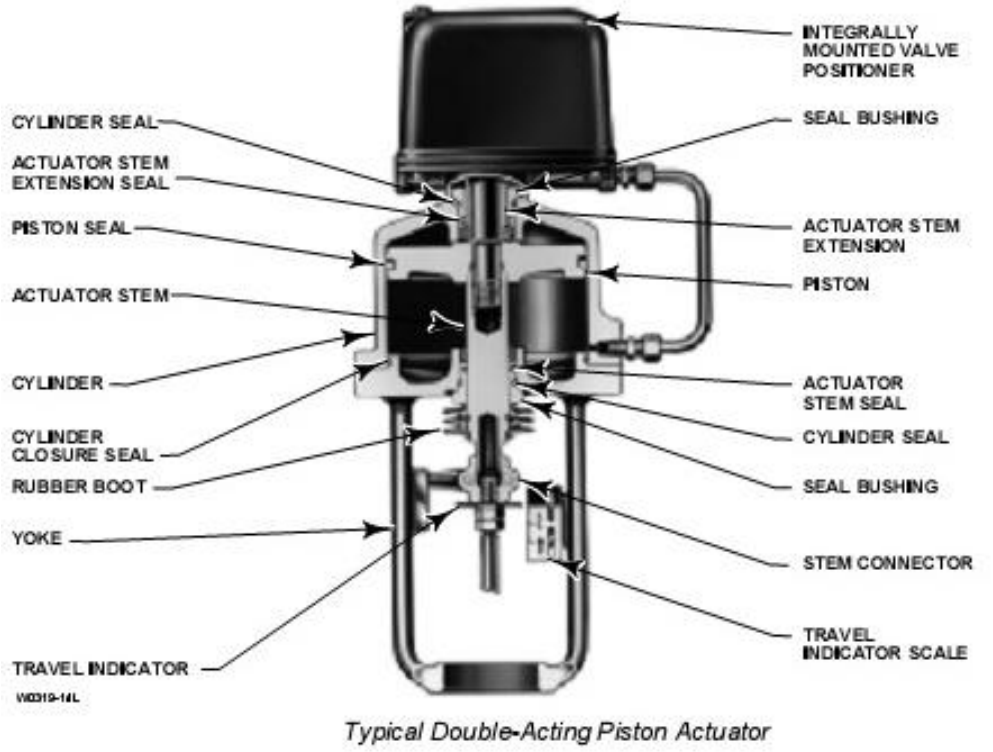
-المشغل الهوائي : (Pneumatic Actuator) وهو اكثر الانواع شيوعا نتيجة البساطة (Simplicity) والاعتمادية (dependability) وهنالك نمطان او تصميمان للمشغلات الهوائية وهما:

أ - المشغل نوع الغشاء والنابض (diaphragm and spring actuator) ومن ميزاته سهوله العمل وسهوله إجراء الصيانة لمكوناته كما انه اقتصادي أما بالنسبة إلى إشارة السيطرة على الصمام فانها تكون غالبا بمدى يتراوح بين (3-15psi) حيث تسلط هذه الإشارة على سطح الغشاء العريض مما يكسبه قوة تتحول إلى عزم كافي للتغلب على العزم المعاكس للنابض وبالتالي يتحرك ساق الصمام ، ومن الميزات الهامة في هذا النوع من المشغلات أيضا انه تصنع بنمطين من أنماط السيطرة الأمامي (direct acting) والعكسي (reverse acting)

ب – المشغل من نوع المكبس : (Piston Actuator) ومن ميزات هذا النوع انه يحتاج الى إشارة هوائية اعلى تتراوح بين (80-150PSI)، وان العزم المتولد في هذا النوع من المشغلات يكون اكبر وسرعه حركة ساق الصمام تكون اكبر.



Typical Reverse-Acting Diaphragm Actuator



Typical Double-Acting Piston Actuator

الشكل رقم (2-3) Typical Double-Acting Piston Actuator

1-3 الحشوات: (Packings)

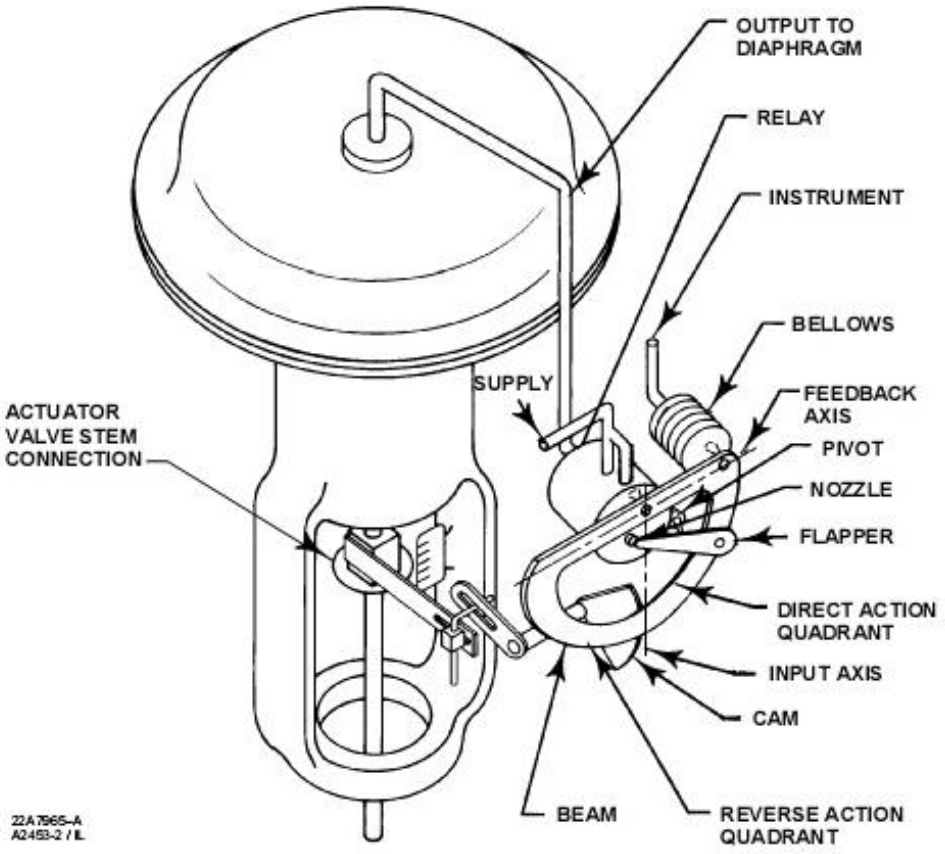
تستخدم الحشوات كعوازل لمنع تسرب المائع من جسم الصمام ولتقليل الاحتكاك في نفس الوقت . ويوجد نوعان رئيسيان للحشوات وهما:

1- حشوات التفلون : (PTFE) وهي عبارة عن حشوات بلاستيكية لها قابلية لمنع الاحتكاك ومن ميزاتها انها لا تحتاج الى تزييت كما انها تتحمل مواد كيميائة عديدة وتعمل بدرجة حرارة (-40 الى 450 درجة مئوية) الا انها لا تستخدم في التطبيقات النووية وتحتاج إلى عنق صمام ناعم جدا لكي تمنع الاحتكاك وتعمل على العزل.

2- حشوات الكرافيت :(Graphite)ويمكن إن تستخدم في التطبيقات النووية وتتحمل درجات حرارة عالية تصل الى 680 درجة مئوية كما أنها لا تحتاج إلى تزييت أيضا وتعتبر مانع تسريب جيد جدا ولكنها لا تقلل من الاحتكاك لعنق الصمام بشكل جيد .

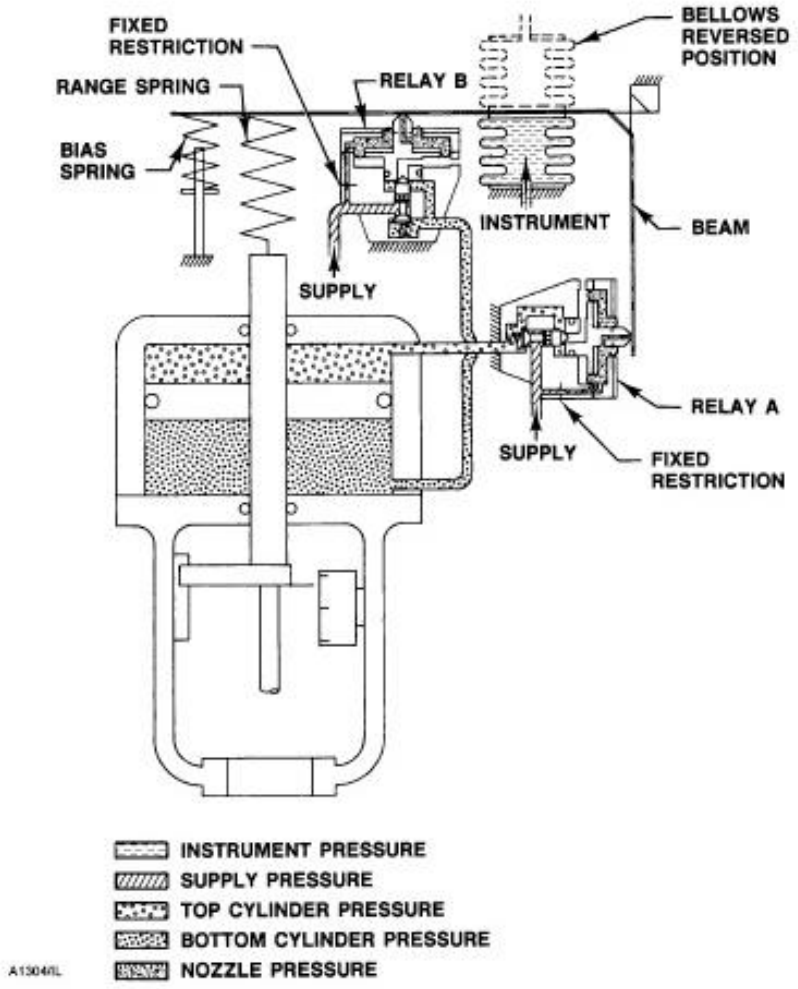
2-3 : موجهات الصمام:

موجه الصمام جهاز يستخدم مع صمامات السيطرة لغرض ضمان موضع الصمام نسبة لإشارة السيطرة وهو يستخدم لتحسين الخصائص التشغيلية للصمام ولتقليل الهسترة . وهو يعتبر بمثابة مسيطر تغذية عكسية (Feedback controller) حيث انه يتحسس فتحة الصمام أو موضعه من خلال توصيلة (link) مرتبطة بساق الصمام (stem) وتمثل إشارة الدخول له (input)، أما إشارة السيطرة القادمة من غرفة السيطرة للموجه فتعتبر إشارة التحديد (set point) وان الفرق بين إشارة التحديد وإشارة الدخول يمثل إشارة الخطأ (error signal) والتي سوف تجعل الموجه يوجه الصمام للحركة باتجاه الموضع الصحيح لتقليل الخطأ وصولا إلى الصفر .
وفي بعض الحالات توجد أنواع من الصمامات تحتاج إلى قيمة إشارة سيطرة أعلى من قيمة إشارة السيطرة الداخلة للموجه . وفي هذه الحالة يستخدم الموجه كمكبر للإشارة بنفس الوقت



Positioner Schematic for Diaphragm Actuator

الشكل رقم (3-3) موجهات الصمام



Positioner Schematic for Piston Actuator

وتوجد ثلاثة أنواع من الموجهات وهي:

1- الموجهات الهوائية (Pneumatic positioners)

2- الموجهات الالكتروهوائية (Electro-Pneumatic positioners)

3- الموجهات الرقمية الذكية (Smart Psitioners)

3-3 ملحقات (accessories)

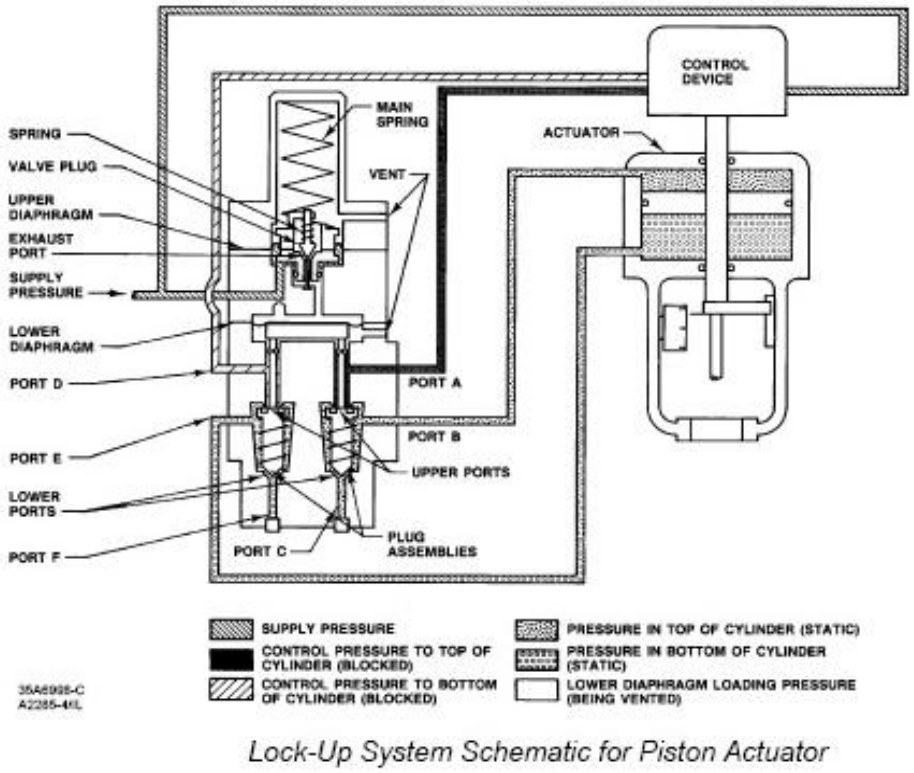
1 -مفاتيح التحديد : (Limit switches) وتستخدم لغرض ارسال اشارة تحدد وصول الصمام الى موضع الفتح او الغلق . وهي تعتمد في اليه عملها على وجود ملامسات تقوم بايصال او قطع توصيل حلقة كهربائية مغلقة متصلة بغرفة السيطرة .

2 - مرحلات الاقفال(Lockup relays) وهي عبارة عن مرحلات هوائية وغالبا ما تكون

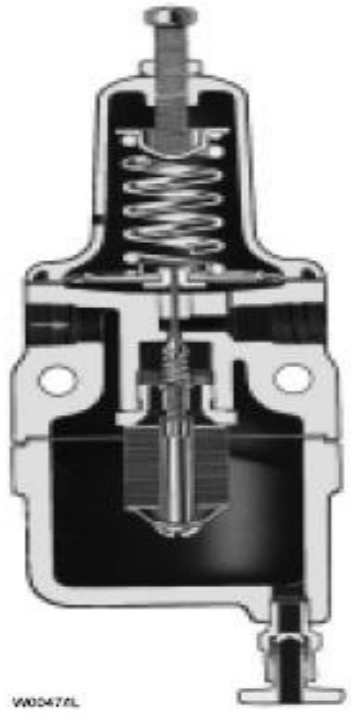
اثنان وتستخدم لغرض حجز الهواء المضغوط داخل حجرة المشغل الخاص بالصمام في حالة فشل التجهيز (supply failure) وهو ما يعني انقطاع التغذية الهوائية المجهزة لموجه الصمام .حيث يستفاد منها لابقاء الصمام ثابت على نفس الموضع الذي تحكم به خلال انقطاع التغذية ويزول تأثير هذه المرحلات عند عودة التغذية الهوائية.

3 -منظمات الهواء : (Air regulators) وتستخدم لغرض تنظيم ضغط الهواء المجهز الى موجه الصمام او الى اية اجهزة هوائية اخرى , حيث تقوم بتقليل ضغط الهواء المصنعي الى الحد المسموح به للعمل لمنع تلف الاجزاء والمتحسسات الهوائية .

4- محولات الاشارة الكهربائية الى هوائية: (I/P transducer) وتستخدم مع الصمامات لغرض تحويل اشارة السيطرة الكهربائية القادمة من غرفة السيطرة الى اشارة هوائية مناسبة لدخول موجه الصمام.



الشكل رقم (4-3) Lock-Up System Schematic for Piston Actuator



Supply Pressure Regulator
with Filter and Moisture Trap

الشكل رقم (3-5) Supply Pressure Regulator with Filter and Moisture Trap

4-3 : أختيار صمام السيطرة:

العوامل التي تؤثر في اختيار الصمام هي-:

1- نوع المائع المراد التعامل معه.

2 - درجة حرارة المائع.

3 - لزوجة المائع.

4 -الكثافة النوعية للمائع.

5 - سعة التدفق (max. , min.)للمائع المار من خلال الصمام.

6 - ضغط المائع قبل الصمام. (max. , min)

7 - ضغط المائع بعد الصمام. (max. , min)

8 - مقدار الهبوط في الضغط من خلال الصمام في حالة العمل الاعتيادي وفي حالة الغلق الكامل للصمام.

9 - حدود الضوضاء المتولدة المسموحة.

10 - حجم الانبوب المراد ربط الصمام به ونوع التوصيلات النهائية.

11- نوع المعدن الخاص بجسم الصمام.
12 - وضع الصمام في حالة الفشل.
13 - نوع جسم الصمام المطلوب.
14 - حجم المشغل المطلوب.
15 - مدى إشارة السيطرة المتوفرة.

5-3 : معادلة إختيار الصمام :

- For volumetric flow rate units—

$$C_v = \frac{q}{N_1 F_p \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}}$$

- For mass flow rate units—

$$C_v = \frac{w}{N_6 F_p \sqrt{(P_1 - P_2)\gamma}}$$

Abbreviations and Terminology

Symbol		Symbol	
C_v	Valve sizing coefficient	P_1	Upstream absolute static pressure
d	Nominal valve size	P_2	Downstream absolute static pressure
D	Internal diameter of the piping	P_c	Absolute thermodynamic critical pressure
F_d	Valve style modifier, dimensionless	P_v	Vapor pressure absolute of liquid at inlet temperature
F_F	Liquid critical pressure ratio factor, dimensionless	ΔP	Pressure drop (P_1-P_2) across the valve
F_k	Ratio of specific heats factor, dimensionless	$\Delta P_{max(L)}$	Maximum allowable liquid sizing pressure drop
F_L	Rated liquid pressure recovery factor, dimensionless	$\Delta P_{max(LP)}$	Maximum allowable sizing pressure drop with attached fittings
F_{LP}	Combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor of valve with attached fittings (when there are no attached fittings, F_{LP} equals F_L), dimensionless	q	Volume rate of flow
F_P	Piping geometry factor, dimensionless	q_{max}	Maximum flow rate (choked flow conditions) at given upstream conditions
G_f	Liquid specific gravity (ratio of density of liquid at flowing temperature to density of water at 60° F), dimensionless	T_1	Absolute upstream temperature (degree K or degree R)
G_g	Gas specific gravity (ratio of density of flowing gas to density of air with both at standard conditions(1), i.e., ratio of molecular weight of gas to molecular weight of air), dimensionless	w	Mass rate of flow
k	Ratio of specific heats, dimensionless	x	Ratio of pressure drop to upstream absolute static pressure ($\Delta P/P_1$), dimensionless
K	Head loss coefficient of a device, dimensionless	x_T	Rated pressure drop ratio factor, dimensionless
M	Molecular weight, dimensionless	Y	Expansion factor (ratio of flow coefficient for a gas to that for a liquid at the same Reynolds number), dimensionless
N	Numerical constant	Z	Compressibility factor, dimensionless
		γ_1	Specific weight at inlet conditions
		υ	Kinematic viscosity, centistokes

1. Standard conditions are defined as 60° F (15.5°C) and 14.7 psia (101.3kPa).

الفصل الرابع
مؤشرات إختيار وتصميم صمام عدم الرجوع
DESIGN AND SELECTION CRITERIA OF CHECK VALVES



ستعرض بالتفصيل ثلاث فئات عامة من صمامات عدم الرجوع :

1-4 : أولا : صمامات عدم الرجوع الرافعة (Lift Check Valves) مثل الصمامات الصامتة silent check valves التي تغلق بسرعة وصمامات الفوهة(nozzle check) valves وهي مؤلفة من أقراص مشدودة بنابض، تتحرك على طول محور الأنابيب لمسافة قصيرة لتغلق بشكل أوتوماتيكي في جزء من الثانية.

بسبب إغلاقها السريع ، فإن هذه الصمامات نادرا ما تصدر ضجة، وبالتالي اكتسبت اسم "الصمامات الصامتة".

2-4 : ثانياً : فئة صمامات عدم الرجوع المتأرجحة (Swing Check Valve) مثل صمام عدم الرجوع المتأرجح التقليدي الذي يحتوي على قرص مسطح يتأرجح حول دبوس مفصلي، وتعتبر هذه الصمامات التقليدية إلى حد بعيد هي الأكثر شيوعا، ويمكن أن تكون مجهزة بملحقات مختلفة مثل وسيلة للضغط والوزن، و للأسف قد تكون الأكثر عرضة للضجة.

3-4 : ثالثاً : صمامات التحكم بالمضخة (Pump Control Valves) وتتضمن الصمامات الكروية (ball valves) أو الصمامات الإبرية (plug valves) وتكون موصولة كهربائيا إلى دائرة التحكم بالمضخة لتأمين السيطرة على تغييرات السرعة في خط أنابيب نقل السائل وذلك

على مدى فترة طويلة من الزمن (من 60 إلى 300 ثانية) لمنع حدوث الطرق (المطرقة المائية Water hummer) في أنظمة التوزيع.
يصمم كل نوع من صمامات عدم الرجوع السابقة (صمامات الرفع ، الصمامات المتأرجحة و صمامات التحكم بالمضخة) بميزات ومواصفات توافق تطبيقات محددة مطلوبة وكلفة تصنيع معينة . لذلك ليس هناك صمام عدم رجوع شامل لجميع التطبيقات .
حتى عندما تفهم مختلف فئات وأنواع الصمامات عدم الرجوع ، فإنه لا يزال من الصعب اتخاذ قرار عقلاني حول أي نوع من صمام عدم الرجوع هو الأفضل لتطبيق معين . إن شراء صمام عدم رجوع مشابه لشراء سيارة.
هناك الكثير للاختيار لأن كل موديل مصمم ليقابل تطبيقات معينة . أفضل سيارة هي ليست بالضرورة الأسرع ، يمكنك أن تبحث عن الأداء العالي و التكلفة المنخفضة، أو الميزات المتقدمة. أيا كان الحال، تماما كما هناك سيارة تناسب الاحتياجات الخاصة بك، سيكون هناك بالمثل صمام عدم رجوع يناسب الاحتياجات الخاصة بك. وبالتالي يجب الإطلاع على وصف مختلف أنواع صمامات عدم الرجوع ومناقشة معايير الاختيار المشتركة مثل التكلفة والموثوقية التي يمكن استخدامها لتضييق مجال الاختيار. وأخيرا يتم تقييم وفحص الصمامات على كل المعايير وبالتالي يمكن استخدام عملية منهجية في اتخاذ القرار لتحديد أفضل الحلول في إختيار صمام لتلبية تطبيق معين.

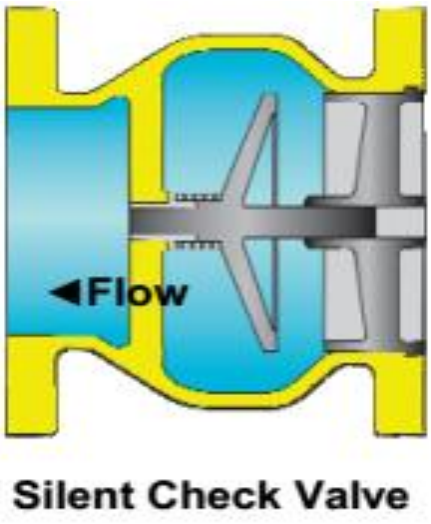
4-4 : صمامات عدم الرجوع الرافعة LIFT CHECK VALVES

صمامات عدم الرجوع الرافعة هي صمامات بسيطة وأوتوماتيكية، وفعالة من حيث التكلفة ولكن يمكن أن تؤدي إلى ارتفاع تكاليف الطاقة على المدى الطويل. وتشمل الأمثلة على صمامات عدم الرجوع الرافعة: الصمام الصامت ، صمام الفالة ، صمام الكرة هذه الصمامات ليس لها أجزاء متحركة خارجية ويمكن أن تكون اقتصادية من حيث الإنتاج وموثوقة من حيث التشغيل .
للأسف فإن هذه الصمامات لا تتوفر فيها إشارة إلى ما إذا كانت مفتوحة أو مغلقة، والتي قد تكون سمة هامة في نظام الضخ .

5-4 : صمامات عدم الرجوع الصامتة Silent Check Valves

تستخدم عادة في المباني الشاهقة وتطبيقات فاقد الضغط العالي وذلك بسبب إغلاقها التام . وهي تتألف من (wafer) محلزن ، أو جسم بفلنجات ، مقعد مقاوم للتآكل، وقرص ذو حواف مائلة رأسه يغلق الثقب المقابل في المركز .عندما يبدأ تدفق السائل ، يتم الضغط من قبل السائل على القرص الذي يتحرك للخلق للسماح بتدفق السائل إلى الأمام و يشد بدوره النابض المثبت بين القرص وجسم الصمام ويصبح النابض مشدودا . عند توقف المضخة، فإن النابض المشدود يجبر الصمام على الإغلاق قبل أن يتدفق السائل بشكل عكسي مما يؤمن إغلاق صامت.
هذه الصمامات تغلق بسرعة كبيرة(في حوالي عشر من الثانية) بسبب قصر الشوط الذي يساوي ربع قطر فتحة الصمام . ومن المهم ملاحظة انه مع أن الشوط قصير (D/4) فإن المساحة الأسطوانية بين القرص المفتوح والمقعد يساوي (π·D·D/4) وهذا يكافىء (يساوي منطقة الميناء

الكاملة) الحجم الكامل للأسطوانة ($\pi \cdot D^2/4$) حيث D قطر فتحة الصمام . وبسبب أن القرص يبقى أمام التيار فإن صمامات عدم الرجوع الصامتة تسبب ضياع كبير في الطاقة وغالبا ما تستخدم في تطبيقات المياه النظيفة .

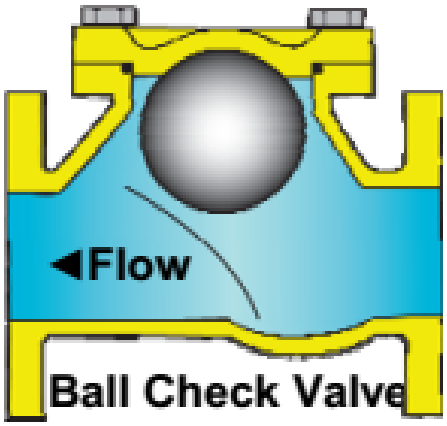


الشكل رقم (4-1) صمامات عدم الرجوع الصامتة

6-4 : صمامات الفالة :Nozzle check valves

تعمل بشكل مماثل لصمامات عدم الرجوع الصامتة ولكن لديها انسيابية المسار على شكل فينتوري مع انخفاض في خسارة الطاقة باالاحتكاك مقارنة بالصمامات الصامتة . تصنع صمامات الفالة عادة من الفولاذ من أجلا الضغط العالي لتلبية قسوة التطبيقات الصناعية ومحطات توليد الكهرباء.

7-4 : صمامات الكرة : Ball Check Valves



الشكل رقم (4-2) صمام الكرة

هي صمامات بسيطة وصغيرة الحجم وشائعة الاستخدام في المشاريع الصغيرة في مضخات المياه والصرف الصحي حيث المعيار الاقتصاد ي هو المهم يتكون صمام الكرة من جسم الصمام ويكون محلزن أو ذات فلنجة مع حماية داخلية (internal guide) التي توجه كرة مغلفة بالمطاط في الدخول والخروج من المقعد كما يكون ا لتدفق إلى الأمام وبالعكس .الكرة تتحرك أثناء التشغيل ولديها قدرة التنظيف الذاتي .

يوفر جسم الصمام من الأعلى إمكانية الصيانة دون إزالة الصمام من على الخط . يمكن أن تستخدم هذه الصمامات للتطبيقات الخاصة بالمياه *والصرف* الصحي ولكن لهذه الصمامات ميل عالي للطرق في التطبيقات ذات الضياعات العالية أو عندما تستخدم في المضخات المربوطة على التفرع لأن للكرة وقت تأخر عالي ويجب أن تنتقل لمسافة طويلة في ضخة واحدة وأنظمة ضياع ضغط منخفضة، قد تعمل صمامات الكرة على نحو ملائم،وتوفر من الفقد في الطاقة .

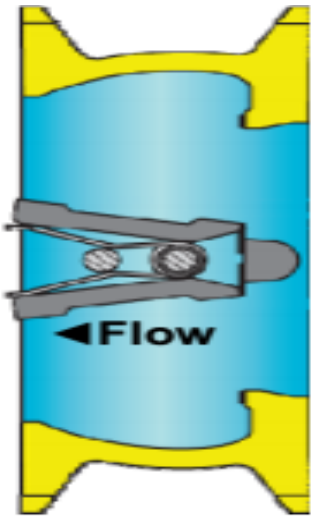
8-4 : صمامات عدم الرجوع المتأرجحة SWING CHECK VALVES :

تاريخيا فإن صمامات عدم الرجوع المتأرجحة تشكل الفئة الأكثر شيوعا من صمام عدم الرجوع المستخدمة في شبكات المياه والضخ مياه الصرف الصحي.فهي متوفرة ، منخفضة التكلفة، ولها خصائص منخفضة فيفقدان الطاقة بالإحتكاك عندما الفتح الكامل للصمام تعمل هذه الصمامات بشكل أوتوماتيكي ولا تحتاج إلى الطاقة أو إشارة خارجية للسيطرة الخارجية فهي تعمل عند التغيير في اتجاه التدفق.

ومع ذلك، هناك العديد من أنواع الصمامات التي تقع ضمن هذه الفئة، ولكل منها مزايا واضحة ينبغي أن يكون مفهوما.صمامات عدم الرجوع المتأرجحة حصلت على هذه التسمية لأنها تتكون عموما من الجسم وعنصر إغلاق أو قرص إغلاق يتأرجح حول نقطة إرتكاز متمفصلة .

9-4 : صمامات عدم الرجوع المتأرجحة المدمجة compact Swing Check Valve :

عبارة عن صمام متأرجح بقرص مزدوج كما هو موصف بحسب الجمعية الأمريكية للمياه الأشغال (AWWA) معيار .C518 والجسم يركب ضمن فلنجات داخل الأنبوب . يرتكز القرصين حول دبوس (نقطة إرتكاز) ويشكلان معه شكل حرف D . وهناك دبوس آخر من أجل حجز القرصين ومنعهما من الإرتجاج عند الفتح الكامل للصمام هذا النوع من الصمامات يستعمل فقط في السوائل النظيفة ولا يمكن إستعماله في السوائل الحاوية على مواد صلبة .

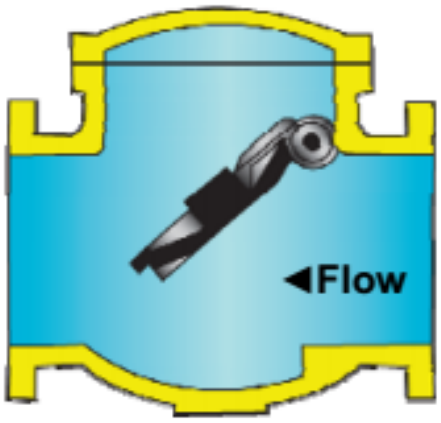


الشكل رقم (4-3) صمام عدم الرجوع المتأرجح ذو مفصلة

ميناء صمام يشكل حوالي 80٪ من حجم الأنابيب لذلك ينبغي النظر فيموضوع الضياع في الطاقة ويساعد في الإغلاق النابض الذي يلتف حول الدبوس المفصلي ويضغط على الوجه الخلفي من القرص . مثل صمامات الرفع، هذا نوع من الصمامات لا يقدم أي مؤشر على الفتح والإغلاق ولكن تتميز هذه الصمامات بعدم وجود الطرق أثناء العمل .

10-4 : صمام عدم الرجوع المتأرجح التقليدي Traditional swing check valve :

تم توصيف صمام عدم الرجوع المتأرجح التقليدي في AWWA معيار قياسي C508 ، بأن المقعد من المعدن ويتأرجح من 60 إلى 90 درجة بسبب الشوط الطويل ، جمود القرص، والاحتكاك في المؤخرة ، فإن الصمام قد يحدث ضجة عند تركيبه في نظام مؤلف من عدة مضخات وخاصة إذا كان الأنبوب عمودياً . ولذلك في كثير من الأحيان تجهز هذه الصمامات بمجموعة واسعة من الإكسسوارات،التي هي خارج نطاق المعيار القياسي C508 .



Swing Check Valve

الشكل رقم (4-4) صمام عدم رجوع متأرجح تقليدي

من الملحقات الأكثر شيوعا ربما تكون هو وسيلة للضغط والوزن . في حين أنه من المفترض عادة أن الوزن يجعل صمام يغلق بشكل أسرع، فإنه في الواقع يقلل ضجة عن طريق الحد من طرق القرص، ولكن في المقابل، قد يسبب زيادة كبيرة في ضياع الضغط (head loss)، ومع ذلك، فإن الشركات المصنعة عادة ما تنشر معاملات التدفق للصمامات المفتوحة كاملة ونادرا ما تنشر معاملات التدفق لتلك الصمامات المفتوحة جزئيا.

يتباطأ إغلاق صمام عدم الرجوع المتأرجح أيضا بسبب جمود القرص، والاحتكاك في المؤخرة .بعض الصمامات المتأرجحة لها مقاعد مائلة(عادة حوالي 5 درجات) لتعزيز الإغلاق والعزل عند ضغوط منخفضة .

في تطبيقات الضغط العالي ، يتم استخدام وسادة من الهواء أحيانا لمنع الطرق .

عندما يغلق صمام عدم الرجوع في أنابيب السوائل ، فإن التدفق العكسي يتسارع بمعدل هائل وبحيث أن في كل جزء من الثانية يتأخر فيها الصمام أثناء الإغلاق ستزداد القوى على القرص بشكل تصاعدي . في التجربة العملية الواقعية فأن الوسادة الهوائية تجعل القرص مفتوحا لفترة أطول من أجل تقليل عمليات الطرق وبالتالي يكون إغلاق القرص أكثر صعوبة في المقعد. إذا كان المطلوب أو ظهرت الحاجة إلى إغلاق أسرع فإن الحل يكون عن طريق التثقيل للقرص أو تركيب نابض .

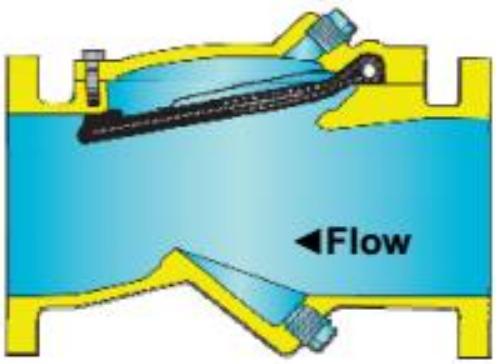
من الملحقات الأخرى الفعالة في حركة الصمام هي وجود وسادة زيتية، ومع ملاحظة أن الزيت غير قابل للإنضغاط فإن وسادة الزيت ستصمد في وجه القوة الكبيرة المتولدة فوق القرص بسبب التدفق العكسي وربما تتحكم بشكل صحيح بآخر 10 % من إغلاق الصمام .

ويجب أن تكون المضخة قادرة على تحمل بعض التدفق الارتجاعي الكبير، على الرغم من ذلك لأن الزيت سيسمح للصمام بتمرير جزء من التدفق من خلال المضخة. وبسبب أن قوى الضغط العكسي على قرص الصمام تكون كبيرة جداً ، يكون ضغط الزيت حوالي 200 psig وهذا ما يرفع من

كلفة تصنيع هذا الصمام بسبب الثمن الباهظ لأسطوانة الزيت المضغوط . يتراوح زمن الإغلاق بين 1 إلى 5 ثوان .

4- 11 : الصمام المفصلي المرن: Resilient Hinge Check Valve

أحدث نوع من صمامات عدم الرجوع المتأرجحة والمدرجة في AWWAC508 والتي لها أكبر الأثر في صناعة المياه و مياه الصرف اليوم هو الصمام المفصلي المرن (Resilient Hinge Check Valve) وكما يوحي الاسم، يحدث التأرجح بفعل مرونة المطاط المصبوب على القرص بدلا من الدوران حول دبوس المفصلي.



Resilient Hinge Check Valve

الشكل رقم (4-5) صمام عدم رجوع مفصلي مرن

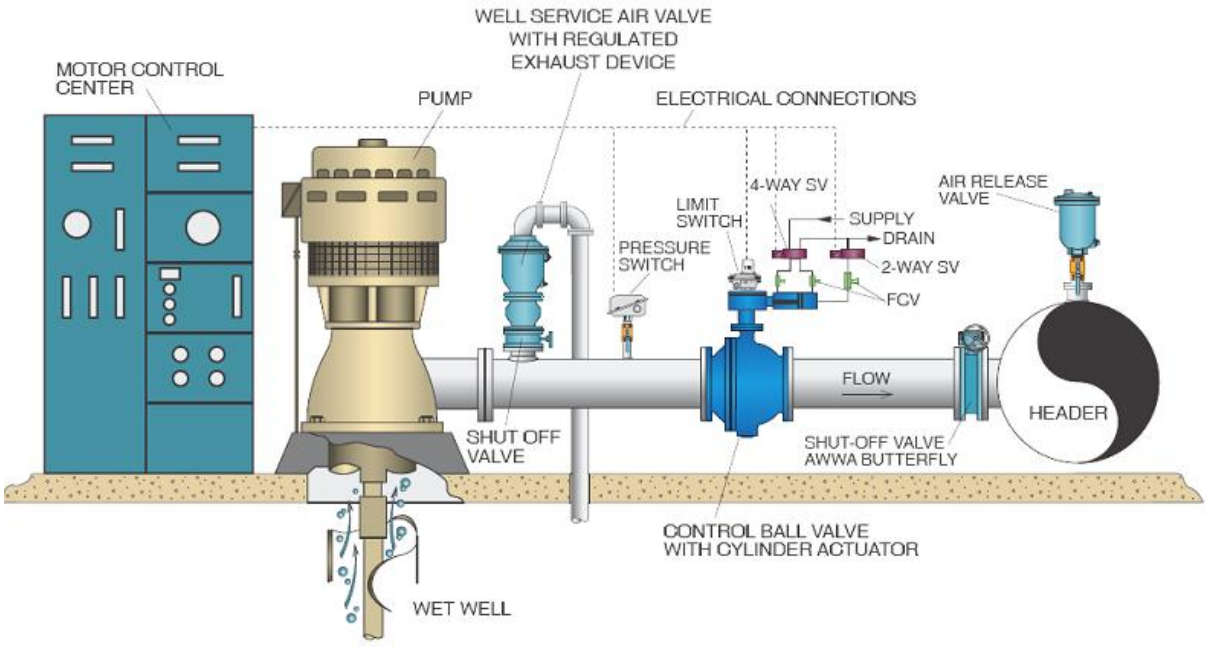
الصمام المفصلي المرن غالبا لا يحتاج إلى صيانة لأن الجزء المتحرك الوحيد هو القرص المرن . هذا الصمام لديه منفذ 100٪ عندما يميل بزاوية 45 درجة، يتميز الصمام بالإغلاق السريع، وفقدان منخفض للطاقة.(head loss) والصمام متوفر مع مؤشر ميكانيكي ومفتاح محدد .

من الناحية الأخرى هناك صمام متأرجح يدعى الصمام ذو القرص المائل (Tilted Disc Check Valve) ويتميز بفقد قليل للطاقة لأن مينائه يشكل حوالي 140% وهو مصمم بشكل يمرر السائل فوق سطحي القرص وهو مزود بمقعد من الألمنيوم والبرونز . الصمام أوتوماتيكي بالكامل ولا يحتاج إلى تغذية كهربائية خارجية .

4-12 صمامات التحكم بالمضخة : PUMP CONTROL VALVES

عندما تكون منظومة الضخ جزء من منظومة أنابيب طويلة جدا (i.e. 20,000 feet) فإن صمام التحكم بالمضخة يتحكم بالضغط الفائض .

يكون صمام التحكم بالمضخة بربع دورة (quarter-turn valves) مثل الصمامات الكروية (ball valves) و الصمامات (plug valves) وتزود بمحرك كهربائي بطيء للفتح والإغلاق ، يزود بالطاقة من الخارج ويجب أن يرتبط إلكترونيا بالمضخة من أجل التحكم والمراقبة كما في الشكل. تستخدم أحيانا البطارية لتمكين صمام التحكم من الإغلاق في حالة إنقطاع التيار الكهربائي . يتم التحكم في حركة عنصر الإغلاق في هذه الصمامات من قبل المحرك بحيث لا تكون خاضعة للذبذبة أو الطرق كما في صمامات عدم الرجوع الأوتوماتيكية. وعلاوة على ذلك، ولأن المحرك يقيد بشكل صارم عنصر الإغلاق، فليست هناك حاجة من ثلاثة إلى خمسة أمثال من قطر الأنبوب في المدخل قبل الصمام كما هو الحال في في صمامات عدم الرجوع الأوتوماتيكية . وأخيرا، فقد تم تصميم صمامات بربع دورة لمعالجة السوائل ذات السرعات العالية (تصل حتى إلى 35 قدم /ثانية) .



Typical Pump Control Ball Valve

الشكل رقم (4-6) نموذج لتحكم صمام الكرة بالمضخة

الشكل يوضح تموضع صمام كروي (ball valve) نموذجي للتكم بالمضخة والذي يعمل بتدوير محوره بمعدل 90 درجة بواسطة مشغل خارجي هيدروليكي (actuator) ويتوضع المشغل على الصمام أو بجانبه.

صمام رباعي solenoid valves (SV) يوجه مادة التشغيل إلى أسطوانة تشغيل المشغل لتدوير الصمام بالقدر المطلوب. سرعة الفتح والإغلاق يتم التحكم بها عن طريق صمام التحكم بالتدفق flow control valves (FCV) .

يعمل صمام التحكم بالمضخة بشكل منسجم مع منظم محرك المضخة . عندما تعطى المضخة إشارة التشغيل (START) تعمل المضخة على تطوير الضغط (رفع قيمة الضغط) ويعطي مفتاح الضغط إشارة لصمام التحكم بالمضخة بالفتح البطيء وذلك خلال فترة من 1 إلى 5 دقائق (يتم التحكم بالوقت داخل الحقل وحسب ظروف التشغيل) . وعندما تعطى المضخة إشارة التوقف (pump STOP signal) فإن صمام التحكم بالمضخة يغلق ببطء شديد بينما تستمر المضخة بالعمل . عندما ينغلق صمام التحكم بالمضخة أو أنه قارب على الإنغلاق فإن إشارة التوقف تعطى للمضخة للتوقف الكامل.

13- 4 : مؤشرات إختيار الصمامات CHECK VALVE SELECTION CRITERIA

من أجل ملاحظة أفضل نوع من صمام عدم الرجوع لتطبيق معين، يجب تحديد عدداً من معايير التشغيل . وقد تكون أو لا تكون معايير الاختيار هذه هامة جدا ًلتطبيق معين، ولكنها مجتمعة تلعب دورا في عملية الاختيار.
المؤشرات التي سوف تناقش بالتفصيل مبينة في الجدول 1.

الجدول (1) : مؤشرات إختيار صمام عدم الرجوع

selection criteria	Significance
Initial Costs : التكلفة الإبتدائية	Valve purchase costs can vary widely and should also include installation costs. تختلف أسعار الصمامات بشكل واسع كما ويجب تضمين كلفة التركيب
Maintenance Costs كلفة الصيانة :	The more complex the valve, the greater the maintenance costs. كلما كان الصمام أكثر تعقيداً كلما ارتفعت كلفة صيانته
Head loss and Energy Costs فقدان الضغط وكلفة الطاقة	Some valves can cost far more in energy cost than their initial cost في بعض الصمامات تكون كلفة الطاقة أكبر من الكلفة الأولية
Non-Slam Characteristics مواصفات الضجيج	It is essential to match the closing characteristic of the valve with the dynamics of the pumping system. من الضروري ملاحظة خصائص إغلاق الصمام بالعلاقة مع ديناميكية مجموعة الضخ
Fluid Compatibility	Only certain check valves can tolerate

ملائمة السائل	sediment and solids in the flow فقط بعض أنواع صمامات عدم الرجوع يمكن أن تمرر بعض الرواسب والمواد الصلبة
Sealing Ability قابلية العزل	Some applications require drop tight seating. بعض التطبيقات تتطلب عزلا تاما
Flow Characteristics خصائص الجريان	Valves with unique flow characteristics can minimize surges on long pipelines. الصمامات ذوات خصائص جريان جيدة يمكن أن تخفض الأمواج على طول الأنبوب

4- 14 : التكلفة الأولية : INITIAL COSTS

إن ثمن الصمام يمكن الحصول عليه من الموزع المحلي أو من المصنع وهو يختلف كثيراً إعتماداً على الخيارات (المواصفات الإضافية) وعلى النوعية .ومن المهم ملاحظة أن ثمن الصمام يمثل فقط جزء من الكلفة الأولية للصمام . وقد تكون كلفة التركيب أكبر من ثمن الصمام .

بعض صمامات عدم الرجوع آمنة جداً ويمكن أن تركب مباشرة على الخط وفي مسافة قصيرة ، بينما هناك العديد من صمامات عدم الرجوع تحتاج من 3 – 5 أمثال قطر الأنبوب بشكل أفقي قبل موقع التركيب لتفادي تأثير الإهتزازات ودرجة الحرارة على الصمام . كما أن هناك بعض الصمامات لا تصلح للتركيب في الأنابيب الشاقولية . صمامات عدم الجوع الكبيرة المتأرجحة وصمامات التحكم بالمضخة يكون وزنها كبيراً وتحتاج إلى دعامات بيتونية

وأخيرا، فإن صمامات التحكم بالمضخة تتطلب الأسلاك الكهربائية ودائرة التحكم بحيث أنها تعمل جنبا إلى جنب مع المضخة و لن تقتصر الكلفة على الأسلاك والتحكم ، ولكن التصميم ووقت البدء يكون أكبر بكثير من صمام عدم الرجوع الأوتوماتيكي . صمامات التحكم بالمضخة مع المحرك تتطلب مصدراً للطاقة الكهربائية، بطبيعة الحال، ولكن بالإضافة قد تحتاج إلى بطارية لضمان إغلاق الصمام بعد انقطاع التيار الكهربائي. يشار هنا إلى أن نظم البطاريات مكلفة وتتطلب صيانة دورية، ولذلك فمن الشائع أن يتم تحديد صمام عدم الرجوع الأوتوماتيكي على خط طرد المضخة لتوفير توقف تدفق آمن بعد انقطاع التيار الكهربائي.

معظم المشغلات(actuators) الكهربائية لها زمن تشغيل ثابت و لا يمكن ضبطها بحسب شروط التشغيل ما لم يتم توفير منظم زمني على العكس من ذلك، توفر المشغلات(actuators) الهيدروليكية ض بط بسيط لزمن التشغيل ولكن ذلك يتطلب مصدر للضغوط الخارجي، سواء كان الهواء أو الماء أو النفط. استخدام الهواء قد يمنع التشغيل صمام التحكم لمدة أطول من دقيقة إلى دقيقتين بسبب انضغاط الهواء في الاسطوانة المشغل على الرغم من أن الماء بسيط وفعال، لكنه يمكن أن يكون أكالاً، مما يزيد من تكلفة الصمام وباختصار، ينبغي أن تتضمن التكلفة الأولية للصمام طول هو طول الأنابيب المطلوبة، وتكلفة التركيب والدعم، وتكلفة مصادر الطاقة الخارجية والسيطرة الأسلاك وترد التكاليف الأولية النموذجية لتركيب الصمامات قياس 12بوصة في الجدول 2

الجدول 2

Estimated 12 in. Check Valve Installed Costs كلفة تركيب صمام عدم رجوع 12 انش			
TYPE OF VALVE **نوع الصمام**	**Purchase Cost** **الثمن**	**Mechanical Cost** **الكلفة الميكانيكية**	**Installed Cost** **كلفة التركيب**
Ball Check Valve صمام كرة	$9,000	$300	$ 9,300
Silent Check Valve صمام صامت	$ 4,400	$300	$4,700
Nozzle Check Valve صمام فالة	$8,500	$500	$9,000
Dual Disc Check Valve صمام بقرص مزدوج	$1,800	$200	$2,000
Swing Check Valve / Weight صمام متأرجح	$8,000	$500	$8,500
Resilient Hinge Check Valve صمام مفصلي مرن	$5,000	$300	$5,300
Tilted Disc, Bottom Dashpot صمام قرصي	$18,000	$1500	$19,500
Pilot-Operated Control Valve الصمام الطيار	$18,000	$5000	$23,000
Cone Valve / Cylinder صمام مخروطي	$60,000	$8000	$68,000
Ball Valve / Cylinder صمام كرة /أسطوانة	$30,000	$8000	$38,000
Butterfly Valve / EMA صمام فراشة	$8,000	$2500	$10,500
Eccentric Plug Valve / EMA صمام ابري متعدد المهام	$10,000	$5000	$15,000

15-4 : كلفة الصيانة : MAINTENANCE COSTS

عادة ما يمكن القول إن المزيد من الأجزاء المتحركة في الصمام، يتطلب زيادة في الحاجة إلى الصيانة .

ويمكن للصمام الرفع البسيط يقدم خدمة لعقود دون صيانة لأن الشرائح الجذعية للقرص تتشحم من خلال محامل بشكل دائم. تختبر صمامات الرفع عند ضغط أصغري عالي ، والصيانة الوحيدة لهذا النوع من الصمامات تكمن في التصنت المنتظم ، عندما تكون المضخة متوقفة ، ومحاولة سماع التسرب من المقعد . يبدو التسرب وكأنه ضوضاء ويمكن اكتشافه بسهولة بالإستعانة بسماعة الطبيب وبمجرد أن يصبح التسرب ثابت، سوف تكون مجرد مسألة أشهر قبل أن يبدأ المقعد المعدني بالتآكل والسماح بالتسرب المفرط .

التسرب يؤدي غالبا إلى تآكل المقعد في مناطق محددة، وغالبا ما توصف بأنها تآكلات السلك المسحوب لأنه يبدو كأنه تم سحب سلك جلخ رقيق عبر سطح المقعد يقوم المهندسين أحياناً بتركيب صمام عدم رجوع أكبر بثلاثة أو أكثر من حجم فوهة طرد مضخة التفريغ وذلك للحد من فقدان الضغط (head loss) وهذا مثير للإعجاب، ولكن صمامات عدم الرجوع تتطلب حد أدنى من السرعة .
استخدام محركات تردد متغير يتطلبه في بعض الأحيان وصولا الى أنتاج سرعات أقل من 4أقدام في الثانية التي يمكن أن تمنع الانفتاح الكامل لصمام عدم الرجوع وأعلى خسارة ضغط (head loss) من خلال صمام.
اعتمادا على النموذج المختار، فإن صمامات عدم الرجوع المتأرجحة يمكن أن تتطلب صيانة دورية مكلفة والذي قد يؤدي إلى رفع تكلفة الصمام.
وفي كل الحالات يجب أن تكون خطة الشركة المصنعة الصيانة الموصى بها .
الصمام المفصلي المرن يحقق فوائد صمام من حقيقة أن يدخل الدبوس المفصلي داخل القرص المرن وأنها لا تخترق الجسم وبالتالي، هذا الصمام لديه أساس جزء متحرك واحد فقط، القرص المرن، لذلك ليس هناك حاجة إلى الصيانة الدورية.كلا النوعين مختبر , الصمامات المتأرجحة لديها أكبر ميناء الوصول انسحب حتى إذا لوحظ تسرب، يمكن أن يفحص الصمام ويتم إصلاحه دون إزالته من على خط أنابيب.
عندما تم تجهيز الصمامات المتأرجحة بوسادة من الهواء أو النفط، سوف تكون هناك حاجة إلى صيانة إضافية كما قيل من قبل، فالمزيد من الأجزاء المتحركة، يؤدي للمزيد من الصيانة. قد تكون هناك حاجة إلى الهواء للمساعدة في تشغيل الجهاز.
في حالة فقدان ضغط الهواء، قد يصبح الصمام غير صالح للعمل والهواء دائما يميل لإيجاد وسيلة للخروج من نظام الضغط بما في ذلك التوصيلات ، و والعزل الأسطواني ، وحتى في مقاييس الضغط إن .رش أنابيب الهواء بمحلول الصابون هو وسيلة سهلة للكشف عن تسرب دقيقة.
وأخيرا، فإن صمامات التحكم بالمضخة تتطلب عشرة أضعاف من الصيانة المطلوبة لأنواع أخرى من صمامات عدم الرجوع . في بعض الحالات فإن الصمام برابع دورة قد تتطلب صيانة منخفضة، ولكن المحرك (actuator) يتطلب عادة التشحيم . قد تكون كلفة صيانة صمامات التحكم مضخة عالية ، ولكن وظيفتها ضرورية لخطوط أنابيب طويلة لمنع خاصية الطرق. هذا هو وظيفة أساسية التي تجعل من الضروري أن يكون على أعلى مستوى من الخدمة لهذه الصمامات.
ويوضح الجدول رقم 3 الفرق بين تكاليف الصيانة لأنواع مختلفة من صمامات عدم الرجوع :

CHECK VALVE TYPE		DESCRIPTION OF MAINTENANC	ESTIMATED ANNUAL COST (Rate = $75/hour))
Lift	صمام كرة (Ball Check)	صمام بسيط يتطلب فقط فحص دوري للتسريبات	**$150**
	صمام صامت (Silent Check)	صمام بسيط يتطلب فقط فحص دوري للتسريبات	**$150**
	صمام فالة (Nozzle Check)	صمام بسيط يتطلب فقط فحص دوري للتسريبات	**$150**
Swing	صمام ثنائي (Dual Disc Check)	صمام بسيط يتطلب فقط فحص دوري للتسريبات	**$150**
	صمام عادي متأرجح (Traditional Swing)	الإكسسوارات بحاجة للصيانة دائما	**$600**
	صمام مفصلي مرن Resilient Hinge Swing	صمام بسيط يتطلب فقط فحص دوري للتسريبات	**$150**
	صمام عدم رجوع قرصي بوسادة زيتية Tilted Disc Check	تزييت وتشحيم شهري مع الإنتباه إلى الوسادة الزيتية	**1800$**
Pump Control valve	الصمام الإبري الطيار Pilot-Operated Style Pump Globe Control Valve	يحتاج إلى مراقبة شهريا فقد يكون الماء أكالاً أو حاوياً على شوائب صلبة	**$3600**
	صمام تحكم بالمضخة –ربع دورة (مشغل كهربائي) Quarter-Turn Pump Control Valve with Electric Actuator	قد يحتاج المشغل إلى بطارية وعندها تصبح كلفة الصيانة عالية	**$1800 $3600 (battery)**
	صمام تحكم بالمضخة –ربع دورة (مشغل هيدروليكي)	يحتاج نظام عزل المشغل إلى مراقبة خاصة ، كما أن مجموعة الضغط الخارجي تتطلب الصيانة	**$3600**

Estimated Check Valve Maintenance Costs

16-4 : ضياع الضغط : HEADLOSS

يجب أن يكون ضغط طرد المضخة (pump discharge head) قادراً على التغلب على الضغط السكوني (static head) وضياع الضغط بالاحتكاك (friction head) .
يعبر الضغط السكوني عن الفرق في الإرتفاع بين نقطة البداية (المصدر) ونقطة النهاية (الخزان).
ينجم الضياع بالإحتكاك بسبب خشونة الأنبوب و الضياعات المحلية كالصمامات والوصلات .
تحدد جيومترية جسم الصمام مقطع الجريان وبعض الصمامات تنخفض فيها مقاطع الجريان إلى حوالي % 80 من مقطع الأنبوب ، كما أن خشونة المقعد والسطوح الداخلية يجب أن تكون ناعمة للتقليل من حدوث الإضطراب .
إن جسم الأنبوب وطوله يكون غالبا أكبر بكثير من قياس الأنيوي حتى يحقق نمط التدفق السلس.
إذا كانت منطقة الميناء تساوي قياس الأنبوب فإن عنصر الإغلاق أو القرص يجب أن يكون أكبر بقليل ليحقق عملية العزل . وبالتالي فإن جسم الصمام سيكزن أكبر حتى يحيط بالقرص و يحقق أكبر مقطع تدفق كما في الصمام الصامت (silent check valve)
يعد تصميم عنصر الإغلاق (القرص) من الأهمية بمكان من أجل تخفيض ضياع الضغط وذلك عبر ما يلي :
أولاً: إن أقل ضياع في الطاقة يحصل عندما يدور الصمام ويفتح بشكل كامل يسمح بمرور التيار
ثانياً : بأن القرص يمكن أن يأخذ شكلاً معينا بحيث يفتح بشكل كامل عند مرور التيار بسرعات منخفضة الأمر الذي يخفض بشكل كبير من ضياع الضغط.
هناك العديد من المعادلات الهيدروليكية والثوابت لحساب ضياع الضغط في الصمامات وربما من أشهر الثوابت المستخدمة في صمامات المياه هو الثابت C_v الذي يعبر عن كمية المياه (غالون بالدقيقة gpm) التي تمر عبر الصمام عند ضياع في الضغط مقداره 1 psi وبالتالي كلما كان هذا الثابت اكبر كلما كان الصمام أفضل .

الجدول يبين قيم C_V من أجل صمام قياس " 12

Valve Types and Flow Coefficients

TYPE OF VALVE	PORT SIZE	C_v	K_v
Control Valve	100%	1800	5.70
Silent Check Valve	100%	2500	2.95
Swing Check Valve	80%	3410	1.58
Dual Disc Check Valve	80%	4000	1.15
Nozzle Check Valve	100%	4700	0.83
Ball Check Valve	100%	4700	0.83
Eccentric Plug Valve	80%	4750	0.81
Resilient Hinge Check Valve	100%	4800	0.80
Tilted Disc Check Valve	140%	5400	0.63
Butterfly Valve	90%	6550	0.43
Cone Valve	100%	21,500	0.04
Ball Valve	100%	22,800	0.03

يحسب ضياع الضغط في الصمامات بحسب المعادلة التالية :

$$\Delta H = K_v \, v^2 / 2g$$

ΔH = headloss, feet of water column
K_v = resistance coefficient (valve), dimensionless
v = fluid velocity, ft/sec
g = gravity, ft/sec^2

معامل المقاومة K_v يمكن حسابه أيضا من المعادلة

$$K_v = 890 \, d^4 / C_v^2$$

d– قطر الصمام

تختلف قيم معامل المقاومة K_V بحسب مكان حسابها فقيمتها في الصمام الهادئ حوالي 2.95 وهو ما يكافيء فقدان الضغط بالإحتكاك الناجم عن 200 قدم من الأنابيب . كما أنها تختلف من مصنع لآخر .

من جهة أخرى فإن ضياع الضغط تابع لمربع السرعة كما هو في المعادلة أعلاه وهذا يعني أن مضاعفة السرعة تقود إلى 4 أضعاف ضياع الضغط في الأنبوب والصمامات والوصلات . وهذا

سبب تصميم سرعة خروج الماء من المضخة 8 to 16 ft/sec بينما تكون في الأنبوب 4 to 8 ft/sec . تؤثر السرعة في عملية الفتح الكامل للصمام المتأرجح فعلى سبيل المثال يحتاج الصمام المتأرجح إلى سرعة سائل 4 to 8 ft/secليؤمن فتح كامل للصمام بقوة التيار وبالتالي يجب الأخذ بعين الإعتبار السرعة الدنيا اللازمة للفتح الكامل للصمام . بشكل عام فإنه عند تصميم الأنابيب يراعى إختيار القطر الإقتصادي وهو ما يوافق أقل كلفة تشييد وتشغيل وكلفة الطاقة المصروفة .

17-4 : كلفة الطاقة :

تنقسم كلفة الطاقة إلى الطاقة المصروفة والتي تقاس بالكيلووات الساعي والطاقة المولدة وتقاس بالكيلو واط. يمكن تحويل ضياع الضغط head loos في الصمامات إلى تكلفة سنوية للطاقة الكهربائية التي تحتاجها المضخة للتغلب على ضياع الضغط الإضافي في الصمام من المعادلة: AWWAM49

$$A = (1.65\ Q\ \Delta H\ Sg\ C\ U) / E$$

A- الكلفة السنوية للطاقة (دولار / سنة)
Q– معدل التدفق (غرام / دقيقة)
ΔH– ضياع الضغط (قدم ماء)
Sg– الكثافة النسبية
C– ثمن كيلوواط ساعي $/kW·h
U- الإستخدام: نسبة الإستخدام x 100(كل 1 = 24 ساعة باليوم)
E- مردود المضخة والمحرك (0.80 نموذجيا)

A = annual energy cost, dollars per year
Q = flow rate, gpm
ΔH = head loss, ft. of water
Sg = specific gravity, dimensionless (water = 1.0)
C = cost of electricity, $/kW·h
U = usage, percent x 100 (1.0 equals 24 hours per day)
E = efficiency of pump and motor set (0.80 typical)

على سبيل المثال فإن إختلاف ضياع الضغط بين صمام كروي " 12 (K= 5.7) وصمام globe-pattern (K= 0.03) عند 4500 gpm (12.76 ft/sec) يمكن حساب المنظومة كما يلي:

$$\Delta H = K\ v2 / 2\ g$$

where:

ΔH = headloss, ft. water column

K = flow resistance coefficient, dimensionless

v = velocity, ft/sec

g = gravity, 32.2 ft/sec^2

بالتعويض ينتج :

$\Delta H = (5.7 - 0.03)\ (12.76)^2 / 2 \cdot 32.2 = 14.3$ ft. w_c

هذا الإختلاف في ضياع الطاقة يمكن أن يوضح على شكل كلفة سنوية بفض سعر الكيلو واط الساعي 0.05 دولار و معدل الإستعمال 50% ويكون:

A = (1.65 x 4500 x 14.3 x 1.0 x 0.05 x 0.5) / (0.8) = $ 3320

تشير الحسابات أن إستخدام صمام كروي 12 إنش بدلاً من صمام 12 globe-pattern إنش يقود إلى وفر سنوي مقداره 3320 دولار.

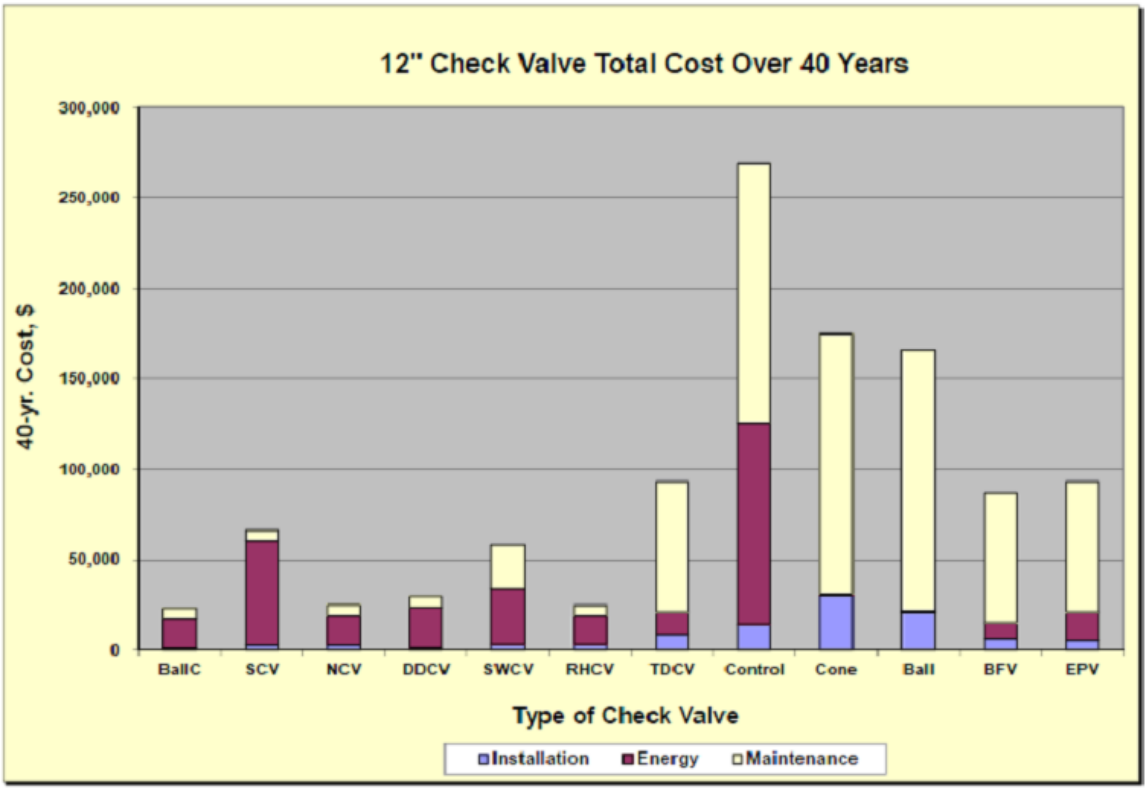
18-4 : الكلفة الكلية للصمام :

هي عبارة عن الكلفة الأولية (initial cost) وكلفة الصيانة (maintenance costs) وكلفة الطاقة الكهربائية (energy costs) على مدار حياة الصمام كما في الجدول:

12 inch Check Valve Total Cost over 40 Years					
	TYPE OF CHECK VALVE	Installed Cost	Energy Cost*	Maintenance Cost	Total Cost
LIFT	Ball Check	$9,300	$16,200	$6,000	$31,500
	Silent Check	$4,700	$57,500	$6,000	$68,200
	Nozzle Check	$9,000	$16,200	$6,000	$31,200
SWING	Dual Disc	$2,000	$22,400	$6,000	$30,400
	Swing Check & Weight	$8,500	$30,800	$24,000	$63,300
	Resilient Hinge	$5,300	$15,600	$6,000	$26,900
	Tilted Disc with Bottom Dashpot	$19,500	$12,300	$72,000	$103,800
PUMP CONTROL	Control Valve/CYL	$23,000	$111,200	$144,000	$278,200
	Cone Valve/CYL	$68,000	$800	$144,000	$212,800
	Ball Valve/CYL	$38,000	$600	$144,000	$182,600
	Butterfly Valve/EMA	$10,500	$8,400	$72,000	$90,900
	Eccentric Plug/EMA	$15,000	$15,800	$72,000	$102,800

*Based on 50% usage, $.05/kW-h, 12 ft/sec velocity.

12 in. Check Valve Projected Costs for 40 Years



Graph of 12 in. Check Valve Projected Costs for 40 Years

الشكل رقم (4-7) مخطط يبين تكاليف تركيب صمام عدم الرجوع

يلاحظ من الشكل إرتفاع كلفة الطاقة لصمامات عدم الرجوع الرافعة والمتأرجحة في حين ترتفع كلفة الطاقة في صمامات التحكم بالمضخة.

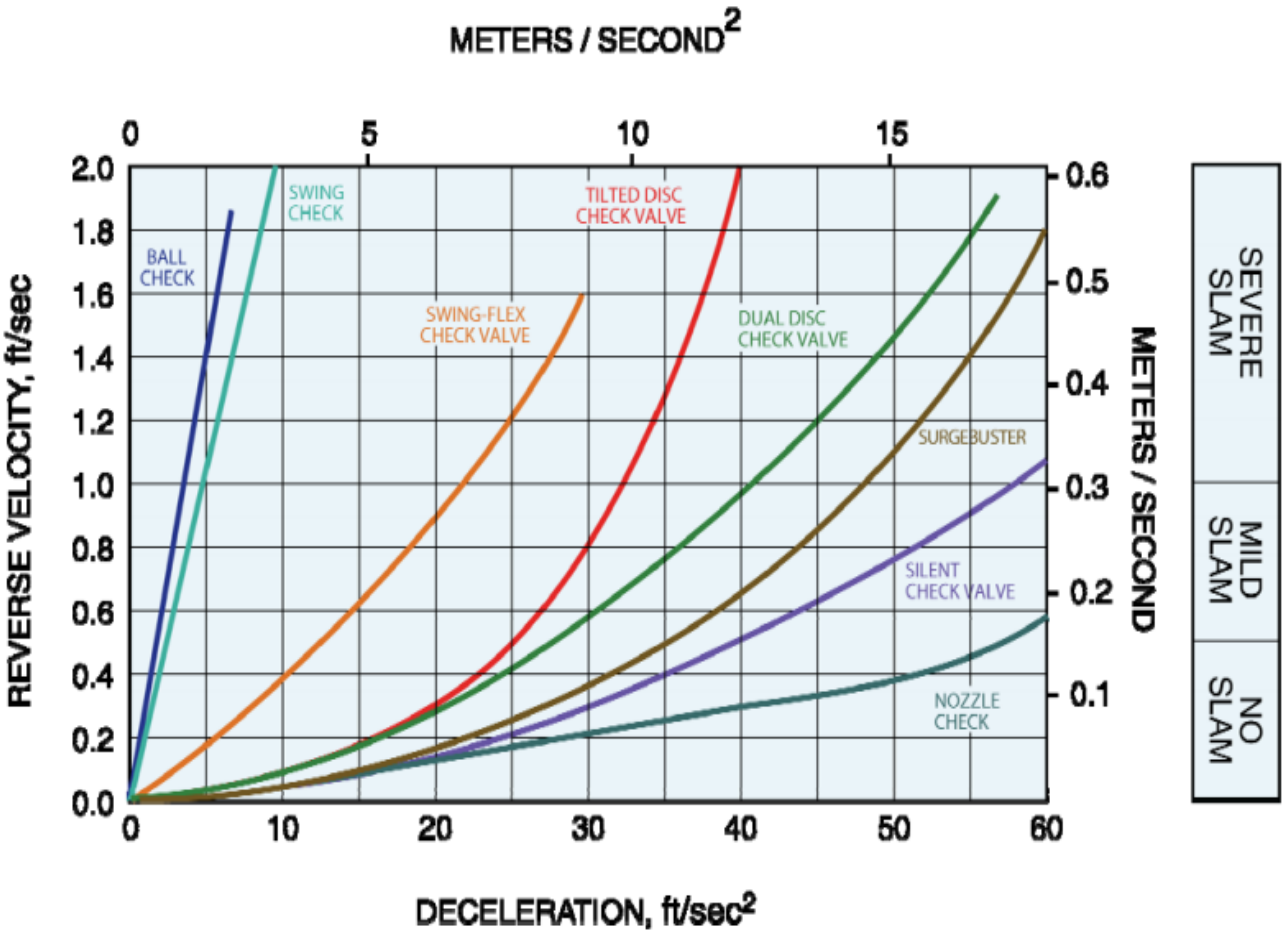
بحسب فتحة الصمام فإن معامل المقاومة الموضعية K يأخذ قيما مختلفة

نوع المقاومة المحلية		معامل المقاومة المحلية(K)
Globe Valve	Fully Open	10.0
	½ Open	12.5
Gate Valve	Fully Open	0.19
	¾ Open	0.90
	½ Open	4.5
	¼ Open	24.0
Swing Check Valve	Through Flow	2.0
	Blocked Flow	∞
Tee	Line Flow	0.40
	Branch Flow	1.5
Elbow	45°	0.40
	90°	0.75
	Return Bend	2.2

19-4 : الصمامات الهادئة :

تحدث عملية الطرق في الصمام بسبب تيار السائل الراجع بعد توقف مفاجىء للمضخة والذي يحاول المرور عبر الصمام في أثناء عملية الإغلاق ومن أجل فهم عملية الطرق من المستحسن استعراض الصدمة الهيدروليكية وتسمى أحياناً المطرقة الهيدروليكية. عندما يتوقف جريان سائل بشكل مفاجىء وقسري فإن طاقته الكينماتيكية إلى ضغط فمن أجل تغير مقداره 1 ft/sec فإنه يتولد ضغط مقداره 50 psig ويحدث الطرق عند تغير 0.5 ft/sec.

يلعب تباطؤ التيار الراجع دوراً رئيسياً في عملية الطرق ويبين الشكل مواصفات صمامات عدم الرجوع بالعلاقة مع تباطؤ التيار الراجع و سرعته.



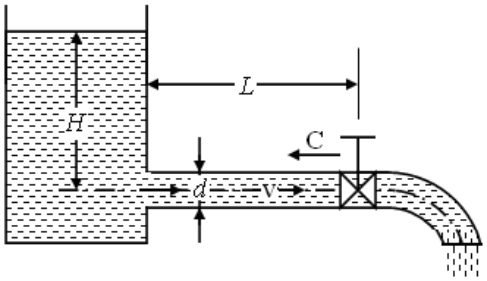
Non Slam Characteristics of Various 8 In. Check Valves

تنتمي صمامات الرفع والصمامات المتأرجحة إلى الصمامات التي تحدث طرقا فيما ينتمي صمام التحكم إلى الصمامات الهادئة بسبب إغلاقه البسيط .

20-4 مفهوم الصدمة الهيدروليكية (Hydraulic Hammer):

تسمى ظاهرة التغير الحاد في الدفع داخل الأنابيب، التي تظهر عند التغير المفاجئ والسريع لسرعة تدفق السائل بالصدمة الهيدروليكية أو المطرقة المائية. ويزيد تغير في الأنابيب في بعض الأنابيب بعشرات وحتى مئات المرات عن الضغط العادي الذي تتحمله الأنابيب ويمكن أن يؤدي إلى انفجارها. يمكن أن تنشأ الصدمة الهيدروليكية عن الإغلاق المفاجئ للصمام المنزلق المركب في الأنابيب الدفعية، وتكون مصحوبة بزيادة فجائية في الضغط، كما نحدث كذلك عند فتح الصمام المنزلق فجائياً حيث ينخفض الضغط نتيجة ازدياد سرعة حركة السائل.

لندرس باختصار مضمون الظواهر التي تنشأ عند حدوث الصدمة الهيدروليكية نتيجة للنقص الحاد في السرعة داخل الأنبوبة: نفترض أنه لدينا أنبوبة طولها (L) تتصل إحدى نهايتيها بحوض واسع وفي الطرف الآخر صمام منزلق (الشكل ويتحرك السائل داخل الأنبوبة بسرعة (v). نغلق الصمام المنزلق بسرعة فتتوقف حركة السائل، ونتيجة لذلك تتحول طاقة حركة كتلة السائل إلى طاقة ضغط (طاقة كامنة) ويرتفع الضغط في الأنبوبة عند الصمام المنزلق بحدة.



مفهوم الصدمة الهيدروليكية.

وبسبب مرونة السائل والمادة المصنوعة منها الأنبوبة فإن توقف السائل وارتفاع الضغط لايحدثان مباشرة، بل يبطؤ نسبياً من طبقة إلى طبقة في الاتجاه من الصمام المنزلق إلى الحوض، على شكل ما يسمى بالموجة الصدمية التي تتحرك بسرعة (C) في اتجاه معاكس لاتجاه حركة السائل في الأنبوبة، بعد ذلك يتضح أن السائل في الأنبوبة قد دخل في عملية ذبذبات ضغط متلاشية. وتقدر سرعة انتشار الموجة الصدمية من معادلة جوكوفسكي -Joukowski-(في حالة الأنابيب الإسطوانية):

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\frac{E \cdot d}{G \cdot e}}}$$

حيث أن:

C: سرعة انتشار الموجة الصدمية في الأنابيب.

E : معامل مرونة السائل.

G : معامل مرونة مادة الأنبوبة.

d : القطر الداخلي للأنبوبة.

e : سماكة جدار الأنبوبة.

يعبر المقدار $\left[\sqrt{\frac{E}{\rho}} = \mathrm{C}_o\right]$ في المعادلة (5.98) عن سرعة انتشار الصوت في وسط سائل ساكن (وهي تساوي بالنسبة للماء ($\mathrm{C}_o = 1425\ m/s$)).

أثناء حسابات أنابيب المياه المصنوعة من الصلب يمكن اعتبار معامل مرونة الأنابيب ($E = 206 \cdot 10^9\ pa$) وبالنسبة للماء ($E = 2{,}06 \cdot 10^9\ pa$) وتقدر سرعة انتشار الموجة الصدمية (C) بـ (m/s).

$$\mathrm{C} = \frac{\mathrm{C}_o}{\sqrt{1 + \frac{E \cdot d}{G \cdot e}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0{,}01\frac{d}{e}}}$$

يتضح من المعادلة السابقة أنه بزيادة قطر الأنبوبة تنخفض سرعة انتشار الموجة الصدمية وبالتالي فإن ظاهرة الصدمة الهيدروليكية في الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة تكون أضعف مما هي عليه في الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة ويتناسب الارتفاع في الضغط الناشئ عن الإغلاق المفاجئ للصمام تناسباً طردياً مع كثافة السائل (ρ)، وسرعة انتشار الموجة الصدمية في الأنبوبة (C) وسرعة السائل (v) قبل إغلاق الصمام:

$$\Delta p = \rho \cdot \mathrm{C} \cdot \mathrm{v}$$

يمكن التعبير عن هذه الزيادة في الضغط بواسطة ارتفاع عمود الماء بالأمتار:

$$h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{\mathrm{C} \cdot \mathrm{v}}{\mathrm{g}}$$

في الأنابيب المعدنية تؤخذ سرعة انتشار الموجة الصدمية ($\mathrm{C} \cong 1000\ m/s$)، وبالتعويض في المعادلة عن السرعة بقيمتها وعن تسارع الجاذبية الأرضية ($g = 9{,}8\ m/s^2$)، ينتج:

$$h = 102\,m\ \left[\mathrm{H_2O}\right]$$

وعلى هذا الأساس، فإذا كانت سرعة السائل في الأنبوبة ($v = 1\ m/s$) وأغلق الصمام المنزلق فجأةً، فيحدث ارتفاع لحظي في الضغط يساوي في حالة الماء حوالي ($10\ atm$).

يسمى الزمن اللازم لوصول الموجة الصدمية إلى الحوض وانعكاس وعودة الموجة المرتدة التي يصاحبها انخفاض في الضغط إلى الصمام المنزلق بطور الصدمة الهيدروليكية:

$$t_p = \frac{2L}{C}$$

حيث (L) طول الأنبوبة.

ولتقليل تأثير الصدمة الهيدروليكية يجب أن يكون زمن إغلاق الصمام (t_g) أكبر من ضعف زمن مرور الموجة الصدمية. ولهذا السبب تركب على أنابيب المياه صمامات منزلقة تغلق ببطء، كما تركب جوامع هوائية لامتصاص الموجات وصمامات أمان تفتح أوتوماتيكياً عند زيادة الضغط عن الحد المسموح به.

الجدول التالي يبين كيفية إختيار صمام عدم الرجوع

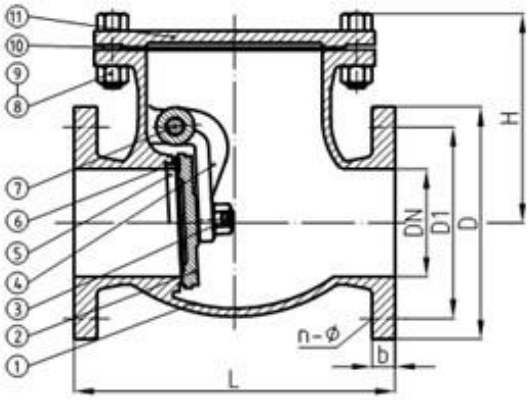
CHECK VALVE SELECTION TABLE						
WEIGHT:	3	5	2	4	5	TOTAL SCORE
VALVE TYPE	TOTAL COST	NON-SLAM	FLUID COMP.	SEALING ABILITY	FLOW CHAR	
Ball Check	5	1	5	5		50
Silent Check	5	5	2	5		64
Nozzle Check	5	5	2	2		52
Dual Disc	5	4	2	5		59
Swing Check, Weight	4	2	5	5		52
Resilient Hinge (RH)	5	3	5	5		60
RH With Spring	4	5	5	5		67
Tilted Disc	3	4	2	2		41
Control Valve	2		2	5	3	45
Cone Valve	1		5	3	5	50
Ball Valve	2		4	4	5	55
Butterfly	3		2	4	2	39
Eccentric Plug	3		5	5	2	49

Check Valve Selection Table with Sample Weights and Ratings

ملحق



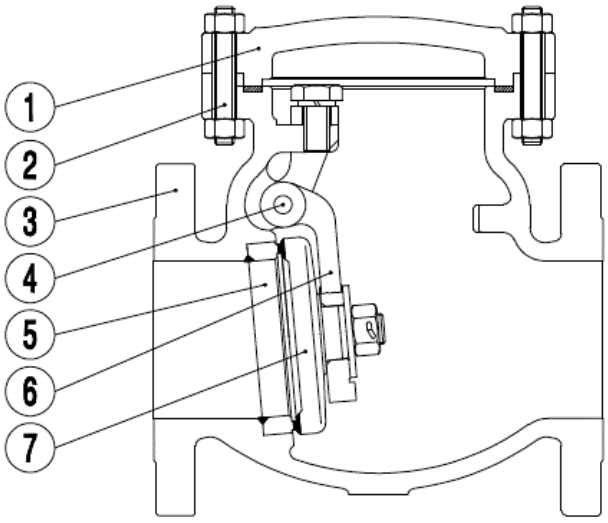
DEINH CHECK VALVE
FLANGED ENDS



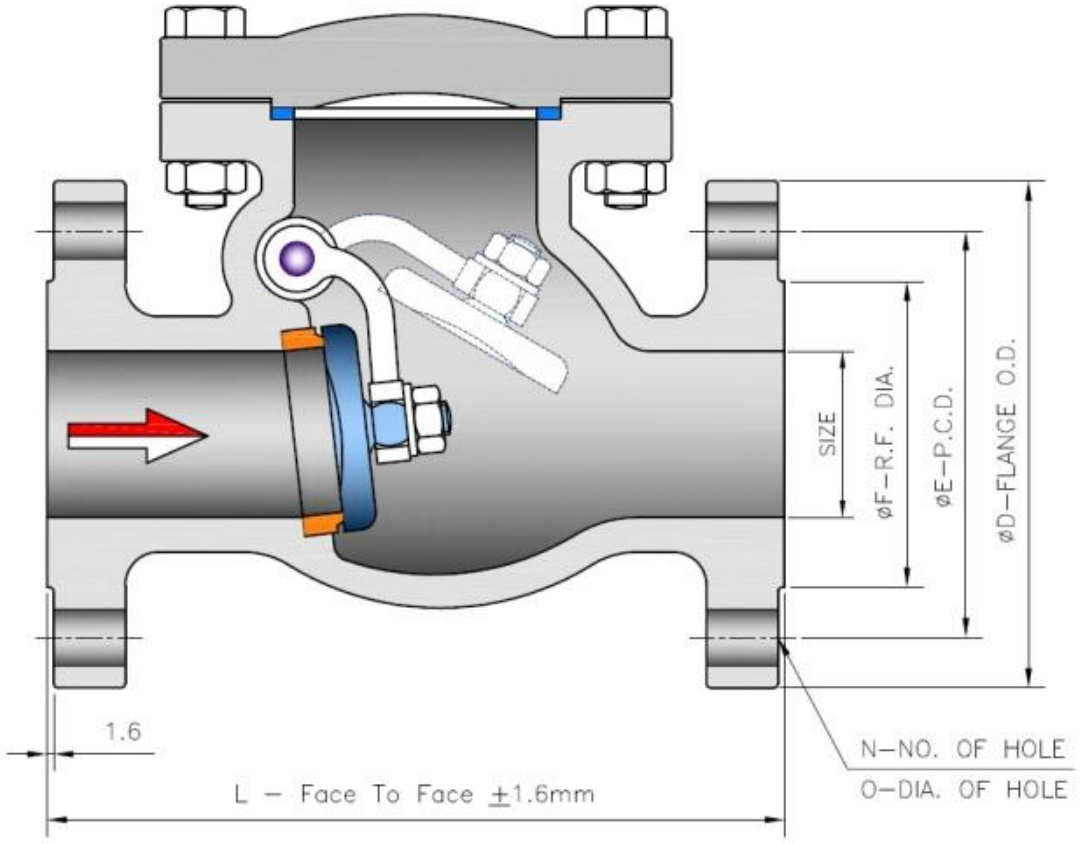
DIMENSIONS IN LNCHES AND MILLIMETRES

DN		L	D	D1	n-Ø	H	b
mm	in						
50	2	203.2	152	121	4-19	113	15.9
65	2 ½	215.9	178	140	4-19	133	17.5
80	3	241.3	190	152.5	4-19	144	19
100	4	292	228.6	190.5	8-19	168	24
125	5	330.2	254	215.9	8-22	198	23.4
150	6	355.6	279.4	241	8-22	217	25.4
200	8	495	343	298.5	8-22	261	30
250	10	622	406.4	362	12-25	287	31
300	12	698.5	483	432	12-25	319	31.8
350	14	787	533	476	12-29	443	35
400	16	914	597	540	16-29	595.5	36.6

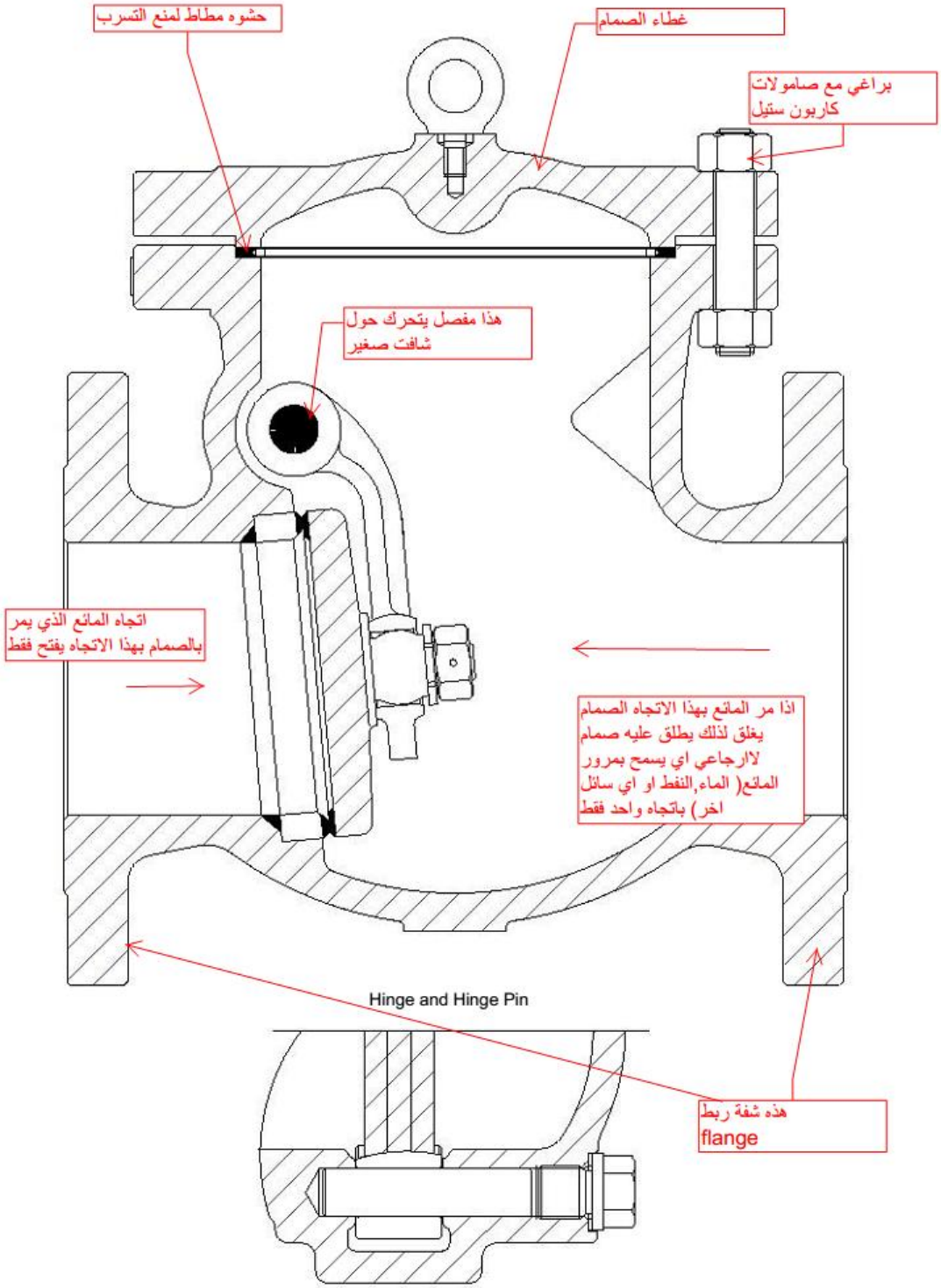
قياسات العالمية لتصميم صمامات عدم الرجوع المتأرجحة



IT.	DESCRIPTION
1	COVER
2	BOLT
3	BODY
4	HINGE PIN
5	SEAT RING
6	HINGE
7	DISC



Swing Check Valves



هذا الصمام حسب المواصفه الامريكيه
ANSI

Swing Check Valves

Description: Bolted cover check valves
Swing type
Non-return

Design Standards: BS1868
API6D
ASME B16.34

Wall Thickness: API600

هذه المواصفه خاصه بشفة الربط

Face to Face: ANSI B16.10

End Connection: Raised face
Ring type joint
ANSI B16.5
ASME B16.47 series A or B
BS4504 PN16, 25, 40, 64, etc
BS10 table D, E, F, G, H, etc
Undrilled
Butt weld ANSI B16.25



Marking: MSS-SP-25

هذه المعدن الذي يصنع منه اجزاء الصمام حسب المواصفه الامريكيه هو كاربون ستيل ياخذ فقط بالون الاصفر

Bill of Materials and Parts for standard material configurations. (Other materials see page 20-21)

Part Name	ASTM Specifications (Specs.-Grades/Types)				
	A216	A352	A217		A351
	WCB	LCC	WC6	C5	CF8M
Body	A216-WCB	A352-LCC	A217-WC6	A217-C5	A351-CF8M
Seat Ring	A105, 316, 304				
Seat Ring Surface	13Cr, HF(STELLITE), 316, 304				
Disc	A216-WCB	A352-LCC	A217-WC6	A217-C5	A351-CF8M
Disc Sealing Surface	13Cr, HF(STELLITE), 316 or 304				
Disc Nut	13Cr, 316, 304				
Hinge	A216-WCB	A352-LCC	A217-WC6	A217-C5	A351-CF8M
Hinge Pin	Stainless Steel				
Hinge Pin Bolt	Steel	Steel	Steel	Steel	Stainless Steel
Bonnet Gasket	Soft Iron, Spiral Wound				
Bolting	A194-2H/A193-B7	A194-4/A320L7	A194-2H/A193-B7	A194-2H/A193-B7	A194-8/A193-B8
Cover	A216-WCB	A352-LCC	A217-WC6	A217-C5	A351-CF8M
Eye Bolt	Steel				

Compliance to NACE MR-01-75 available on all materials

Swing Check Valves

هذه الانواع تتحمل ضغط بحدود 15 بار وعليه كافيه لعملك

ANSI Swing Check Valves Class 150

Dimensions and Weights

Nom Size	Face to Face RF		Face to Face RTJ		Face to Face BW		Height		Weight
in	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Kgs
2	8.00	203	8.50	216	8.00	203	6.50	165	19
2½	8.50	216	9.00	229	8.50	216	7.00	178	26
3	9.50	241	10.00	254	9.50	241	7.30	186	29
4	11.50	292	12.00	305	11.50	292	8.50	217	48
5	13.00	330	13.50	343	13.00	330	9.06	230	69
6	14.00	356	14.50	368	14.00	356	10.50	266	77
8	19.50	495	20.00	508	19.50	495	12.50	318	133
10	24.50	622	25.00	635	24.50	622	14.50	368	266
12	27.50	698	28.00	711	27.50	698	16.00	406	347
14	31.00	787	31.50	800	31.00	787	17.00	432	451
16	34.00	864	34.50	876	34.00	864	19.00	483	556
18	38.50	978	39.00	991	38.50	978	23.60	600	784
20	38.50	978	39.00	991	38.50	978	26.00	660	835
24	51.00	1295	51.50	1308	51.00	1295	29.10	740	1580
30	60.00	1524	60.50	1537	60.00	1524	38.60	980	2120
36	77.00	1955	77.50	1968	77.00	1955	40.80	1035	3344

هذه تتحمل ضغط اكثر من بار 36

ANSI Swing Check Valves Class 300

Dimensions and Weights

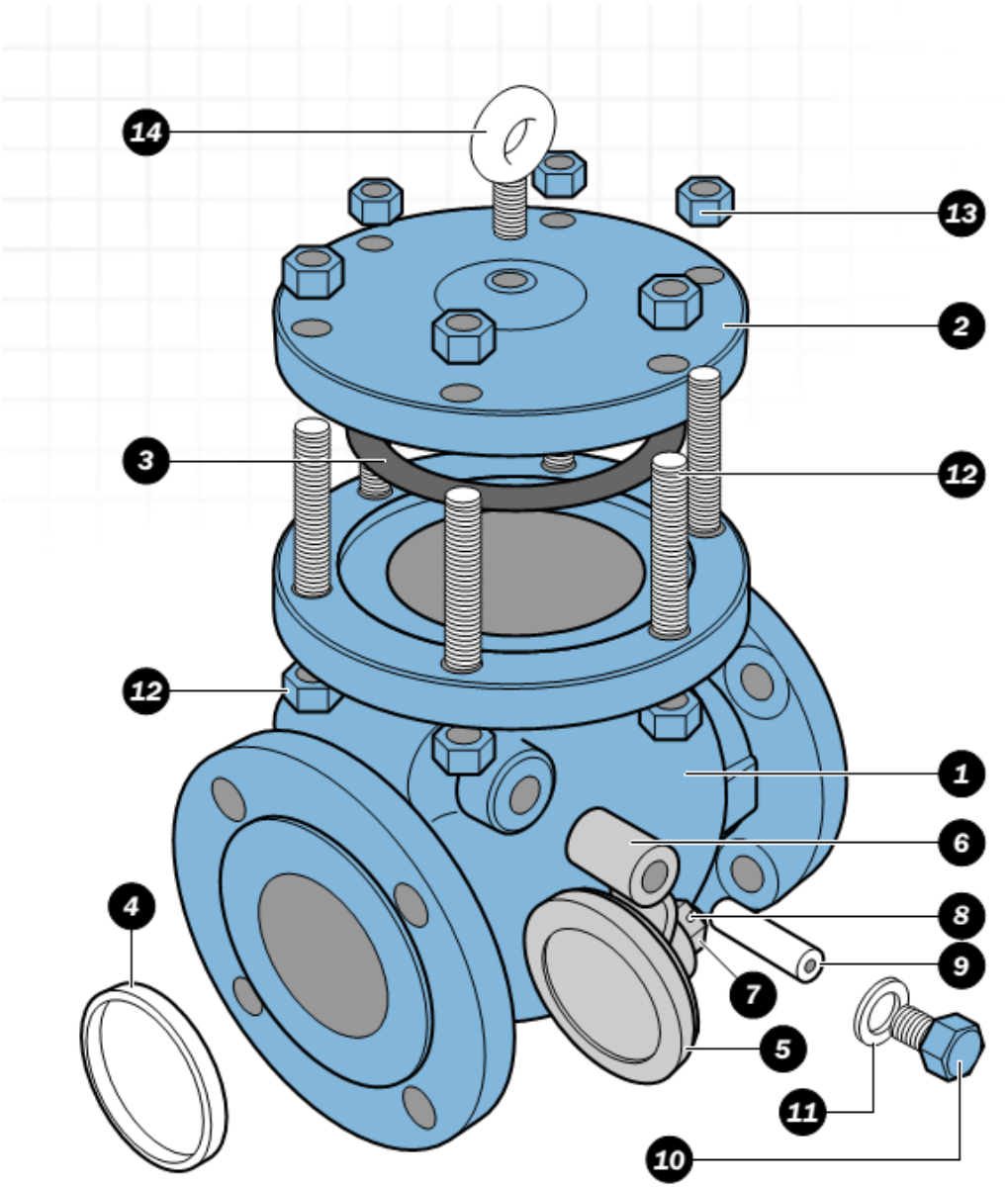
Nom Size	Face to Face RF		Face to Face RTJ		Face to Face BW		Height		Weight
in	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Kgs
2	10.50	267	11.13	283	10.50	267	7.00	178	21
2½	11.50	292	12.13	308	11.50	292	7.50	191	32
3	12.50	318	13.13	333	12.50	318	8.30	211	43
4	14.00	356	14.63	371	14.00	356	9.70	246	61
5	15.80	400	16.38	416	15.80	400	12.00	305	84
6	17.50	444	18.13	460	17.50	444	12.50	318	131
8	21.00	533	21.63	550	21.00	533	14.00	356	213
10	24.50	622	25.13	638	24.50	622	15.50	394	384
12	28.00	711	28.63	727	28.00	711	19.00	482	449
14	33.00	838	33.63	854	33.00	838	21.00	533	680
16	34.00	864	34.63	880	34.00	864	23.00	584	840
18	38.50	978	39.13	994	38.50	978	23.30	590	1025
20	40.50	1016	40.80	1035	40.50	1016	24.20	614	1320
24	53.00	1346	53.80	1368	53.00	1346	27.90	709	1960
30	62.80	1594	63.80	1619	62.80	1594	34.00	865	3270

هذه تتحمل ضغط اكثر من 50 بار

ANSI Swing Check Valves Class 600

Dimensions and Weights

Nom Size	Face to Face RF		Face to Face RTJ		Face to Face BW		Height		Weight
in	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Kgs
2	11.50	292	11.63	295	11.50	292	7.38	187	52
2½	13.00	330	13.13	333	13.00	330	8.50	216	63
3	14.00	356	14.13	359	14.00	356	10.95	278	75
4	17.00	432	17.13	435	17.00	432	12.44	316	122
6	22.00	559	22.13	562	22.00	559	15.75	400	227
8	26.00	660	26.13	664	26.00	660	17.00	432	346
10	31.00	788	31.13	791	31.00	788	19.00	483	628
12	33.00	838	33.13	841	33.00	838	20.00	508	796
14	35.00	889	35.13	892	35.00	889	22.50	572	892
16	39.00	990	39.13	994	39.00	990	26.00	660	1200
18	43.00	1092	43.13	1095	43.00	1092	28.75	730	1600
20	47.00	1194	47.25	1200	47.00	1194	31.50	800	2420
24	55.00	1397	55.38	1407	55.00	1397	35.50	900	3150



Class 150															
Size	**nps**	**2**	**2.5**	**3**	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**24**
	dn	**50**	**75**	**100**	**150**	**125**	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**	**600**
A-RF	in	8.0	8.5	9.5	11.5	13.0	14.0	19.5	24.5	27.5	31.0	34.0	38.5	38.5	51.0
	mm	203	216	241	292	330	356	495	622	699	787	864	978	978	1295
A-BW	in	8.0	8.5	9.5	11.5	13.0	14.0	19.5	24.5	27.5	31.0	34.0	38.5	38.5	51.0
	mm	203	216	241	292	330	356	495	622	699	787	864	978	978	1295
B	in	6.8	7.4	7.7	8.5	12.3	12.8	14.3	17.2	17.9	19.6	21.2	24.2	27.4	30.0
	mm	173	188	196	216	315	325	363	437	455	498	538	615	696	762
RF Wt.	lbs	36	51	64	98	135	181	298	463	688	898	1147	1367	1808	2866
	kg	16	23	29	45	61	398	135	210	313	408	521	621	822	1308
BW Wt.	lbs	29	38	49	73	110	146	243	421	591	766	979	1190	1585	2250
	kg	13	17	22	33	50	66	110	191	269	348	445	541	720	1123

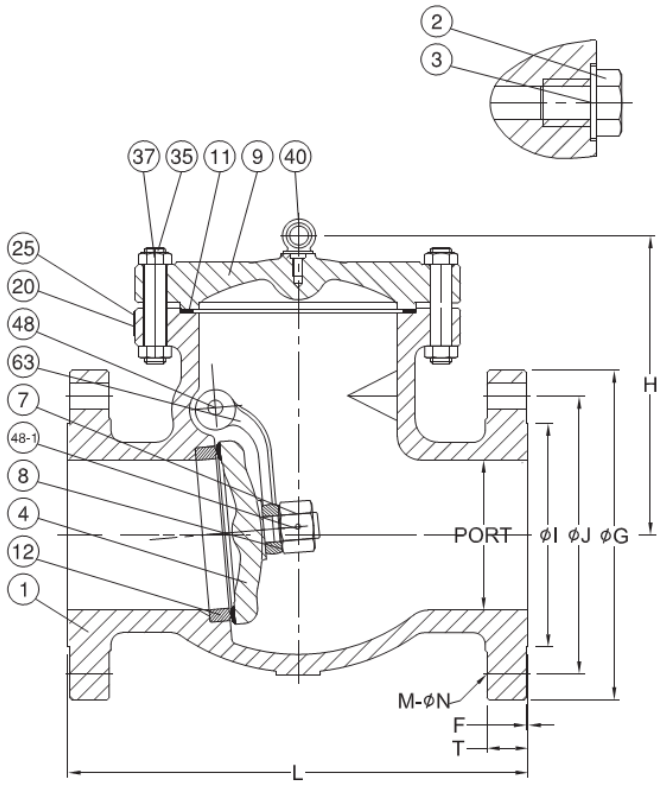
150# Carbon Steel Swing Check Valve

Standard Materials

No.	Part Name	Material
1	Body	ASTM A216 Gr. WCB
2	Plug	Carbon Steel
3	Plug Seal	Carbon Steel
4	Disc	ASTM A216 WCB + 13%Cr Faced
7	Disc Nut	Stainless Steel
8	Disc Washer	Stainless Steel
9	Bonnet	ASTM A216 Gr. WCB
11	Body Seal	304+Graphite, Spiral Wound
12	Seat Ring	ASTM A105 + STL#6 Faced
20	Rivet	SS304
25	Names Plate	SS304
35	Body Bolt	ASTM A193 Gr. B7
37	Bolt Nut	ASTM A194 Gr. 2H
40	Eye Bolt	ASTM A29 1035 (4" & Larger)
48	Hinge Pin	ASTM A276 Type 410
48-1	Split Pin	ASTM A276 Type 410
63	Hinge	ASTM A216 Gr. WCB

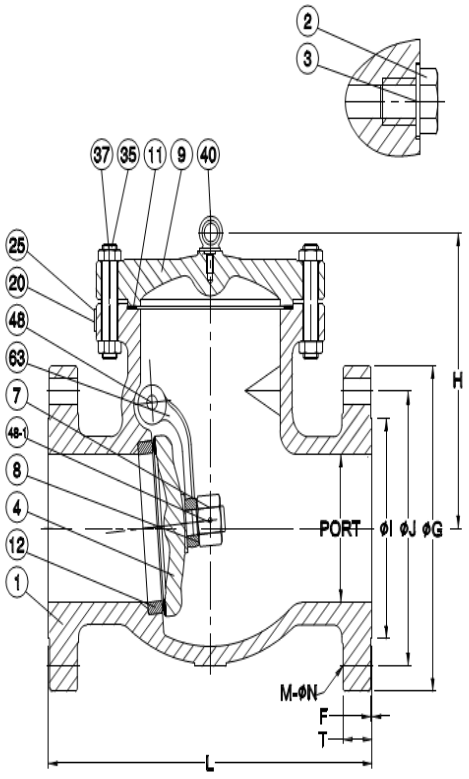
NOTES:

Design per API 600
Pressure/Temperature Rating per ANSI B16.34
Flange Dimensions per ANSI B16.5
Face to Face Dimensions per ANSI B16.10
Pressure Tested per API 598



Dimensions (inches) & Weights (lbs)

Size		2	2-1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Port		2.01	2.52	2.99	4.02	5.98	7.99	10.00	12.01	13.27	15.24	17.24	19.25	23.27
L		7.99	8.50	9.49	11.50	14.02	19.49	24.49	27.48	30.98	34.02	38.50	38.50	50.98
H		5.31	5.83	6.61	9.25	10.91	13.35	15.67	20.67	23.03	22.99	26.30	28.03	29.13
Flange Dimensions	F	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	ØG	5.98	7.01	7.48	9.02	10.98	13.50	15.98	19.02	20.98	23.50	25.00	27.52	32.01
	ØI	3.62	4.13	5.00	6.18	8.50	10.63	12.76	15.00	16.26	18.50	20.98	22.99	27.24
	ØJ	4.74	5.49	6.00	7.50	9.51	11.75	14.25	17.01	18.74	21.26	22.76	25.00	29.51
	T	0.75	0.89	0.94	0.94	1.02	1.14	1.22	1.26	1.38	1.46	1.57	1.69	1.89
	M	4	4	4	8	8	8	12	12	12	16	16	20	20
	ØN	0.75	0.75	0.75	0.75	0.87	0.87	0.98	0.98	1.14	1.14	1.26	1.26	1.38
Wt. (lbs.)		256	42	62	88	148	258	439	659	816	1,257	1,466	1,984	2,996



No.	Part Name	Material
1	Body	ASTM A216 Gr. WCB
2	Plug	Carbon Steel
3	Plug Seal	Carbon Steel
4	Disc	ASTM A216 WCB + 13%Cr Faced
7	Disc Nut	Stainless Steel
8	Disc Washer	Stainless Steel
9	Bonnet	ASTM A216 Gr. WCB
11	Body Seal	304+Graphite, Spiral Wound
12	Seat Ring	ASTM A105 + STL#6 Faced
20	Rivet	SS304
25	Names Plate	SS304
35	Body Bolt	ASTM A193 Gr. B7
37	Bolt Nut	ASTM A194 Gr. 2H
40	Eye Bolt	ASTM A29 1035 (4" & Larger)
48	Hinge Pin	ASTM A276 Type 410
48-1	Split Pin	ASTM A276 Type 410
63	Hinge	ASTM A216 Gr. WCB

NOTES:
Design per API 600
Pressure/Temperature Rating per ANSI B16.34
Flange Dimensions per ANSI B16.5
Face to Face Dimensions per ANSI B16.10
Pressure Tested per API 598

Size		2	2-1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Port		2.01	2.52	2.99	4.02	5.98	7.99	10.00	12.01	13.27	15.24	17.24	19.25	23.27
L		7.99	8.50	9.49	11.50	14.02	19.49	24.49	27.48	30.98	34.02	38.50	38.50	50.98
H		5.31	5.83	6.61	9.25	10.91	13.35	15.67	20.67	23.03	22.99	26.30	28.03	29.13
Flange Dimension	F	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	ØG	5.98	7.01	7.48	9.02	10.98	13.50	15.98	19.02	20.98	23.50	25.00	27.52	32.01
	ØI	3.62	4.13	5.00	6.18	8.50	10.63	12.76	15.00	16.26	18.50	20.98	22.99	27.24
	ØJ	4.74	5.49	6.00	7.50	9.51	11.75	14.25	17.01	18.74	21.26	22.76	25.00	29.51
	T	0.75	0.89	0.94	0.94	1.02	1.14	1.22	1.26	1.38	1.46	1.57	1.69	1.89
	M	4	4	4	8	8	8	12	12	12	16	16	20	20
	ØN	0.75	0.75	0.75	0.75	0.87	0.87	0.98	0.98	1.14	1.14	1.26	1.26	1.38
Wt. (lbs.)		256	42	62	88	148	258	439	659	816	1,257	1,466	1,984	2,996

FNW™

TITLE: 150# FLANGED CAST CARBON STEEL CHECK VALVE					
DATE: 3-16-2012	BY: JER	APP'D: MIKE	UNITS: IN	SCALE: NONE	REV DATE:
FILE: 571 2-24.dwg		MODEL: 571		DWG NO: 571 2-24	REV: 0

THIS DRAWING CONTAINS CONFIDENTIAL AND PROPIETARY INFORMATION OF FNW VALVE AND IS SUBMITTED TO YOU FOR THE LIMITED PURPOSE OF PROVIDING YOU INFORMATION ON PRODUCTS AND SYSTEMS PURCHASED FROM FNW VALVE. BY RECEIVING THIS DOCUMENT, YOU AGREE NOT TO DISCLOSE SUCH INFORMATION TO OTHERS EXCEPT BY WRITTEN PERMISSION.

النتائج والمقترحات :

1. كلما كان الصمام أكثر تعقيداً كلما ارتفعت كلفة صيانته
2. في بعض الصمامات تكون كلفة الطاقة أكبر من الكلفة الأولية
3. من الضروري ملاحظة خصائص إغلاق الصمام بالعلاقة مع ديناميكية مجموعة الضخ
4. فقط بعض أنواع صمامات عدم الرجوع يمكن أن تمرر بعض الرواسب والمواد الصلبة
5. إن ضياع الضغط تابع لمربع السرعة
6. من الضروري ملاحظة خصائص إغلاق الصمام بالعلاقة مع ديناميكية مجموعة الضخ

REFERENCES

1. American Water Works Association, AWWA M49. "Butterfly Valves: Torque, Head Loss, and Cavitation Analysis", 1st edition, Denver, Colo.

2. American Water Works Association, AWWA C507. "Ball Valves 6 in. through 60 in", Denver, Colo.

3. American Water Works Association, AWWA C508. "Check Valves 2 in. through 24 in", Denver, Colo.

4. American Water Works Association, AWWA C518. "Dual Disc Check Valves", Denver, Colo.

5. Ballun, John V., (2007). A Methodology for Predicting Check Valve Slam, *Journal AWWA*, March 2007, 60-65.

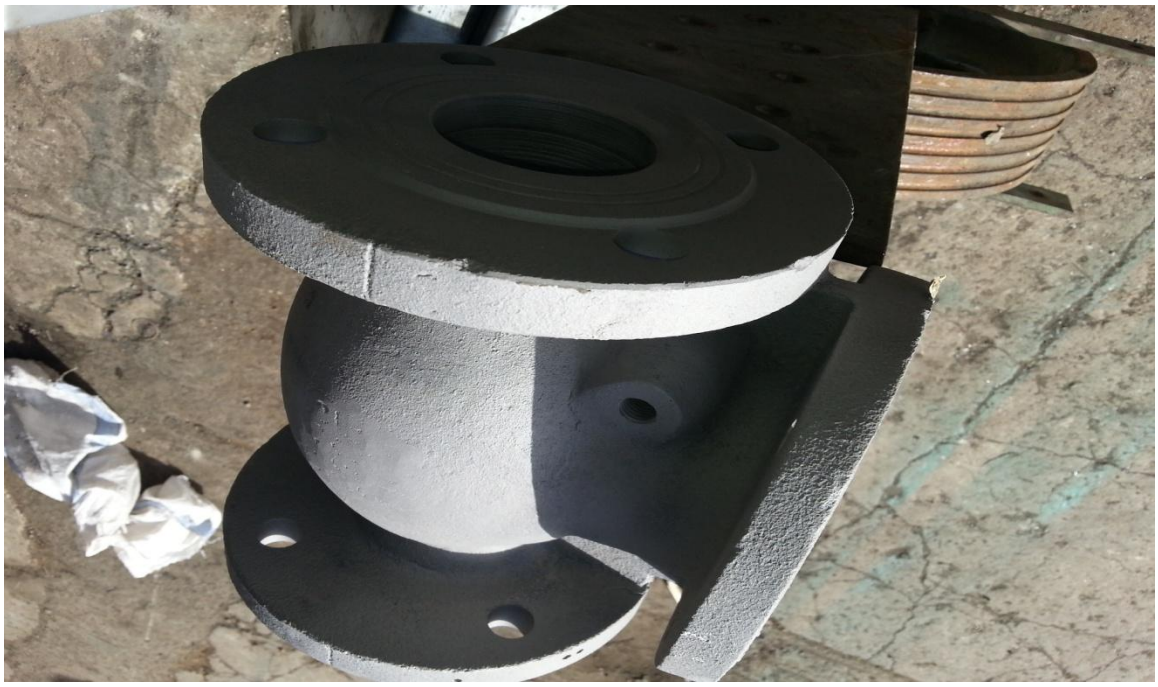
6- " CONTROL VALVE HANDBOOK" (, 2001) , 3RD EDITION , FISHER CONTROLS INTERNATIONAL, INC.

7- NOUVOPIGNONE CONTROL VALVES HADBOOK, 1941 .

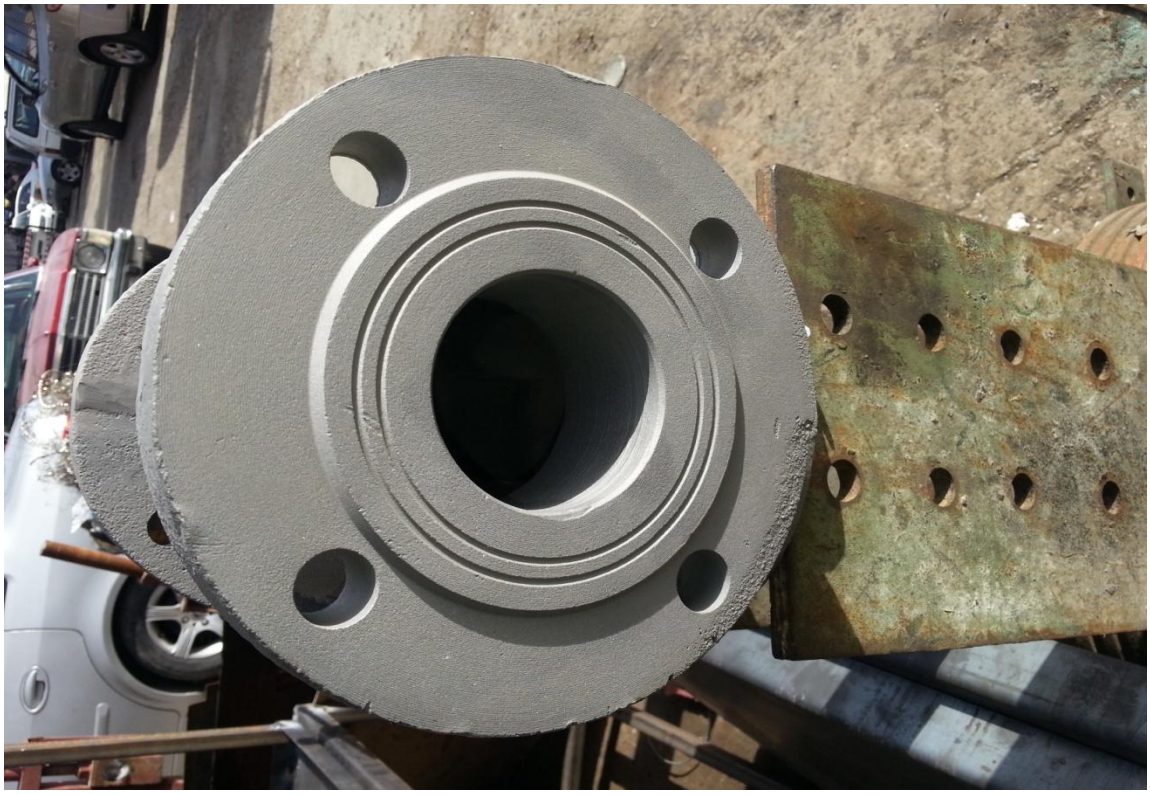
8- **أ.د. ماهر سعادة : كتاب نقل وتخزين النفط (2013) منشورات جامعة البعث**

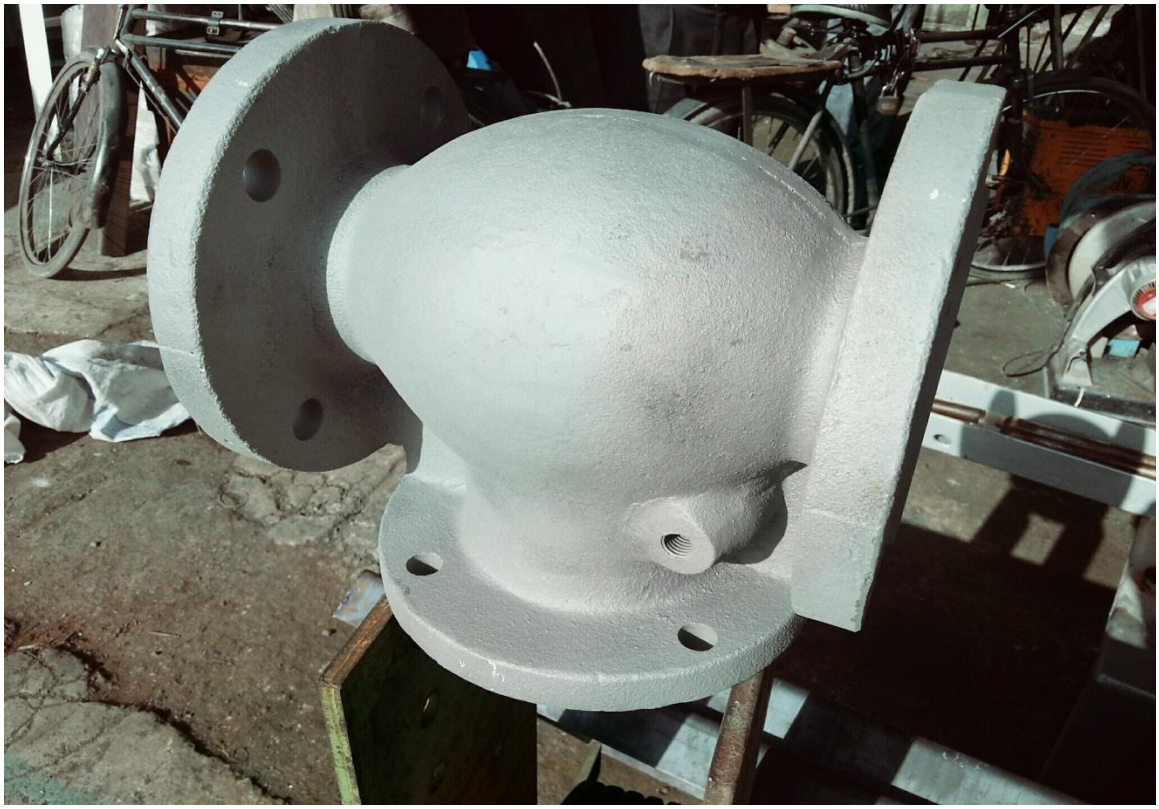
صور عن مراحل التصميم و التصنيع

الشكل النهائي للصمام بعد صبه بقالب بحديد الفونت

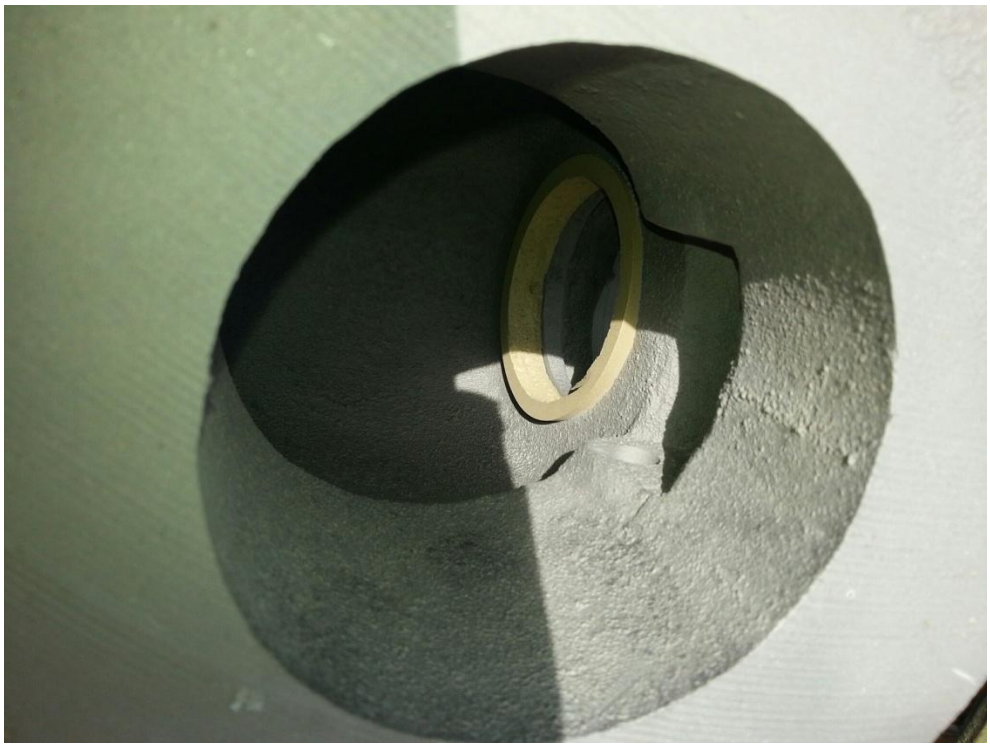








تركيب وسادة نحاسية



شكل الفلنجات بعد القص والتثقيب



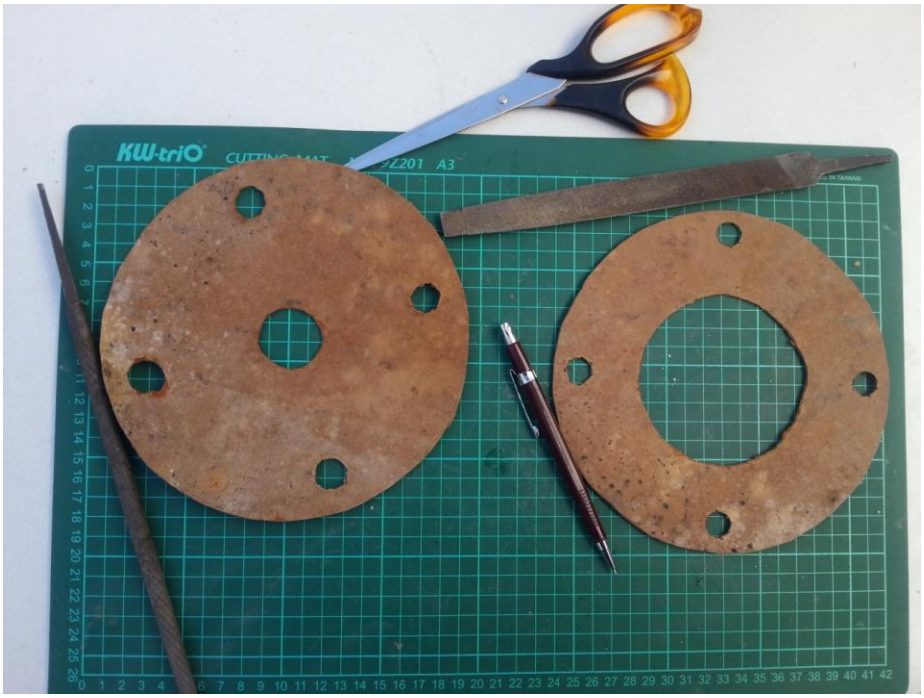
فتح فتحة المشاهدة وتركيب مثبتات الزجاجة



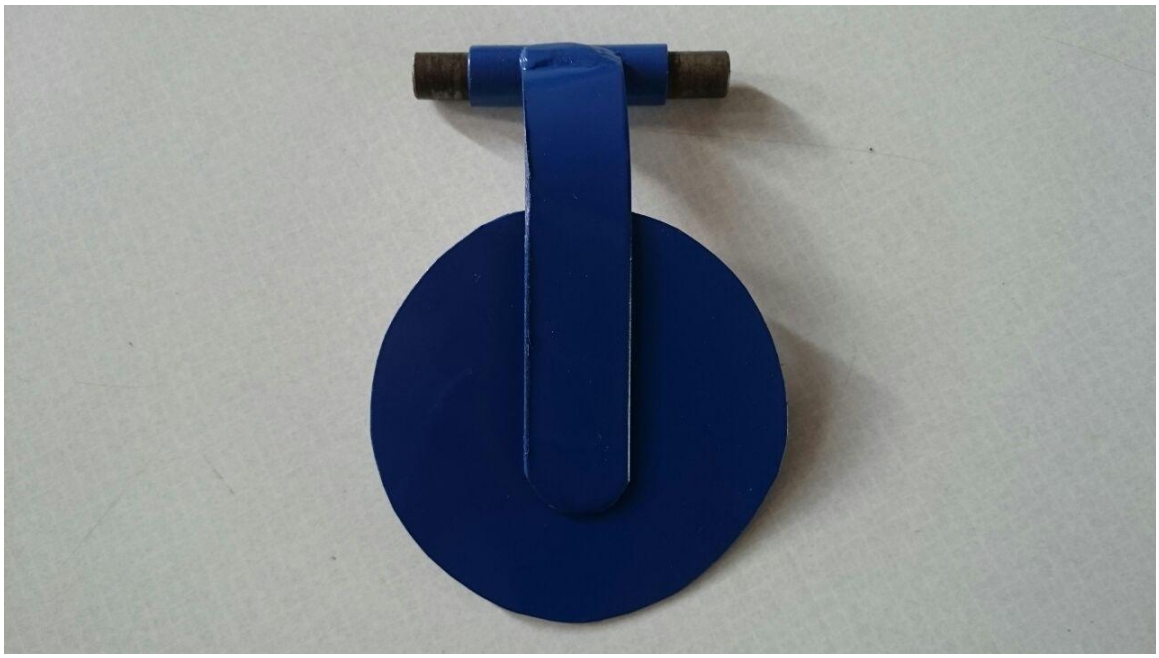
تصنيع مثبتات الصمام



قص مانعات التسريب



تصميم الدسك والذراع



شكل الصمام بعد الدهان والتركيب



الشكل النهائي لصمام مانع الرجوع
swing check valve

