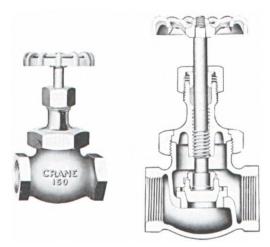
:(Valves) = Land

نستعرض أهم الصمامات المستخدمة في الصناعة مع أهم ميزاتما.

:(Globe Valves) الممامات الكروية -5.9.1

بحسب تصميم الصمامات الكروية فإن السائل يغير اتجاهه عندما يكون الصمام مفتوحاً ويجري السائل بين الكرة والمعقد (الشكل 5.23) وهذا مايؤدي إلى زيادة في الضياعات المحلية لكنه يتيح إمكانية التحكم بإغلاق التيار. يجب تركيب الصمام الكروي بحيث تكون جهة التيار من اليسار إلى اليمين وبذلك يكون معامل المقاومة المحلية أقل مايمكن وبالتالي ضياع الضغط في قيمته الصغرى.



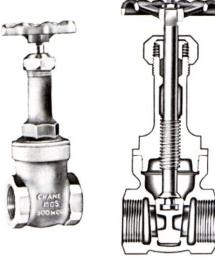
الشكل (5.23)، الشكل العام لصمام كروي.

:(Gate Valves) -5.9.2 -5.9.2

في هذا النوع من الصمامات (الشكلان (5.24) و(5.25) فإن السائل يجري خلال الصمام المفتوح كلياً بشكل أفقي وبذلك يواجه مقاومة بسيطة جداً وبالتالي يكون ضياع الضغط قليلاً. يتحرك الديسك الإسفيني (Solid Wedge Disk) صعوداً وهبوطاً بشكل عمودي عن طريق تدوير الدولاب العلوي (Wheel) الذي يتصل مع الديسك عن طريق محور (Stem) ويستقر في حالة الهبوط ضمن المقعد المائل

(Inclined Seat) مما يؤمن إغلاق محكم في وجه تيار السائل. بشكل عام فإن الصمامات البوابية مناسبة لخدمة الأماكن التي يكون فيها الصمام مفتوحاً كلياً أو مغلقاً كلياً وهي نسبياً غير مناسبة للتحكم بمرور التيار، ومن جهة أخرى فإن مرور السائل في صمام مفتوح جزئياً يؤدي إلى بعض الاهتزازات وقد يحدِّث ضرراً في سطح مقعد الصمام.





الشكل (5.25)، صمام بوابي إسفيني

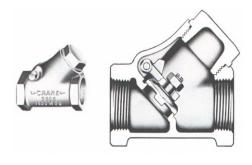
الشكل (5.24)، الشكل العام لصمام بوابي.

:(Check Valves) عمامات عدم الرجوع -5.9.3

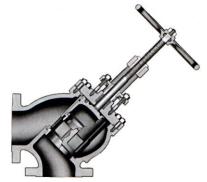
إن الهدف من هذه الصمامات هو السماح للسائل بالمرور في اتجاه واحد، وتبين الأشكال (5.26)، (5.27) ، (5.28) و(5.29) الأنواع المشهورة من هذه الصمامات. يتم عملياً استخدام هذا النوع من الصمامات بحدف منع الجريانات العكسية في الأنابيب. يكون اتجاه الجريان في الشكلين (5.26) و (5.27) من اليسار إلى اليمين في حين أن اتجاه الجريان في الشكلين (5.28) و (5.29) هو من اليمين إلى اليسار.



الشكل (5.27)، Ball Check Valve



الشكل (5.26)، Swing Check Valve



الشكل (5.29)، Angle Check Valve



الشكل (5.28)، Wedge Check Valve: -5.10

ونميز منها الأشكال التالية:

- (1 وصلة بثلاثة شعب (Tee).
- $.(90^{\circ} Elbow) (90^{\circ})$ کوع (2
- (3 کوع (45° Elbow) (45°) کوع (3
- 4) كوع منحني (Return Bends).







الشكل (5.30)

Return Bends

45° Elbow

90° Elbow

Tee

لقد بينت التجارب أن الفقد المحلي يتعلق بمربع سرعة السائل، أي:

$$H_J = \xi \cdot \frac{\mathbf{v}^2}{2g}$$

حيث إنَّ (ع) معامل الاحتكاك (المقاومة) المحلي. ويبين الجدول (5.5) نوع المقاومة المحلية ومعامل الاحتكاك المحلي.

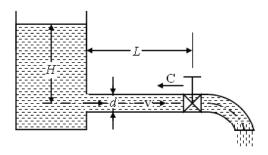
نوع المقاومة المحلية		معامل المقاومة المحلية(ع)
Globe Valve	Fully Open	10.0
	½ Open	12.5
Gate Valve	Fully Open	0.19
	³⁄4 Open	0.90
	½ Open	4.5
	½ Open	24.0
Swing Check Valve	Through Flow	2.0
	Blocked Flow	∞
Tee	Line Flow	0.40
	Branch Flow	1.5
Elbow	45°	0.40
	90°	0.75
	Return Bend	2.2

الجدول (5.5)، يبين نوع المقاومة المحلية ومعامل الاحتكاك المحلي.

:(Hydraulic Hammer) من المعادية المعادية المعادية -5.11

تسمى ظاهرة التغير الحاد في الدفع داخل الأنابيب، التي تظهر عند التغير المفاجئ والسريع لسرعة تدفق السائل بالصدمة الهيدروليكية أو المطرقة المائية. ويزيد تغير الضغط في الأنابيب في بعض الأحيان 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 تحدث 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 (5.31)) 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.



الشكل (5.31)، مفهوم الصدمة الهيدروليكية.

وبسبب مرونة السائل والمادة المصنوعة منها الأنبوبة فإن توقف السائل وارتفاع الضغط لايحدثان مباشرة، بل يتباطأ نسبياً من طبقة إلى طبقة في الاتجاه من الصمام المنزلق إلى الحوض، على شكل مايسمى 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):

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{E \cdot d}{G \cdot e}}}$$
 (5.98)

حيث إنَّ:

C: سرعة انتشار الموجة الصدمية في الأنابيب.

. معامل مرونة السائلE

. معامل مرونة مادة الأنبوبة. G

d: القطر الداخلي للأنبوبة.

e: سماكة جدار الأنبوبة.

يعبر المقدار $\sqrt{\frac{E}{\rho}}=\mathrm{C}_o$ 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 $(E=2,06\cdot 10^9~pa)$ وبالنسبة للماء $(E=2,06\cdot 10^9~pa)$ وتقدر سرعة انتشار الموجة الصدمية (C) ب (C).

$$C = \frac{C_o}{\sqrt{1 + \frac{E \cdot d}{G \cdot e}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0.01 \frac{d}{e}}}$$
 (5.99)

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:

$$\Delta p = \rho \cdot \mathbf{C} \cdot \mathbf{v} \tag{5.100}$$

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

$$h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{\mathbf{C} \cdot \mathbf{v}}{\mathbf{g}} \tag{5.101}$$

في الأنابيب المعدنية تؤخذ سرعة انتشار الموجة الصدمية ($C \cong 1000 \ m/s$)، وبالتعويض في المعادلة (5.101) عن السرعة بقيمتها وعن تسارع الجاذبية الأرضية وبالتعويض في المعادلة ($g = 9.8 \ m/s^2$)، ينتج:

$$h = 102 m \left[H_2 O \right]$$

وعلى هذا الأساس، فإذا كانت سرعة السائل في الأنبوبة $(v=1\ m/s)$ وأغلق الصمام المنزلق فجأةً، فيحدث ارتفاع لحظى 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:

$$t_p = \frac{2L}{C} \tag{5.102}$$

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.