صمامات الأمان من ارتفاع الضغط

واثرها في التخفيف من قوى الضغط الناتجة عن الصدمات المائية

د.م ابراهيم عبدالجليل الجامعة الوطنية الخاصة/ كلية الهندسة المدنية

مقدمة :

صمامات الأمان من ارتفاع الضغط غالبا ماتكون من النوع (الكوكبي أو الزاوي) ، ومبدا عمله بسيط جداً فهو عبارة عن نظام تحكم مكون من نابض معدل متصل بالقرص فعندما تزيد القوة الناتجة ضغط السائل على القرص عن قساوة النابض يفتح الصمام ، ومن الإستخدامات الشائعة لهذا الصمام تركيبه بعد المضخة وعلى تفرع T فيقوم الصمام بتحرير السائل (تمريره إلى خارج النظام) قبل أن تتمكن موجة الضغط المرتفع (الموجة الموجبة) من التطور وتدمير منظومة الضخ، ويركب أيضاً بالقرب من صمامات القطع on off valve –في الحوز سفلي لها- ، وهو مفيد خاصة لأنابيب الدفع القصيرة وشديدة الميل حيث الجريان العكسي سيحدث بسرعة بعد توقف المضخة [1]. ولكن هذا الجهاز لا يستطيع التحكم بموجات الضغط المنخفض. ولا يستطيع هذا الجهاز تخفيف موجة الضغط المرتفع بشكل فوري لأنه لن يفتح بشكل فوري وسريع (خاطف) كفاية لتشتيت الموجة قبل تطورها كذلك فهو يحتاج لفترة زمنية لتفريغ جزء كافي من التصريف المار عبره خاصة عند حدوث انقطاع بعمود السائل column separation ، وفي هذه الحالة يمكن استخدام البرامج الحاسوبية لتحديد القيمة الحقيقية للموجة و زمن عودتها ، ويمكن بهذه الحالة إضافة حساس لإرتفاع الضغط ليعطي أمر بفتح الصمام قبل تطور الموجة و وصولها إلى الصمام . عند إرتفاع الضغط بخط الضخ فوق الضغط التصميمي للصمام فإن الحساس سيعطي إشارة للصمام بالفتح قبل تطور الموجة.[2]

الكلمات المفتاحية: الصدمة المائية، صمام الامان من الصدمة، صمام القطع on off valve، حساس ارتفاع الضغط.

الأساس الرياضي لحساب زمن الاستجابة لصمام الامان من الصدمة المائية

العلاقة التالية تعطي الزمن اللازم لاستجابة الصمام بعد ارتفاع الضغط في موقع تركيبه فوق قيمة ضغط الفتح للصمام Cracking pressure [7]:

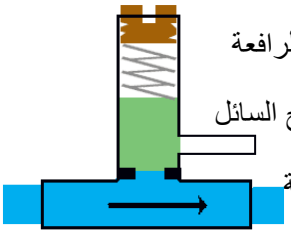
$$T = 0.008 * D * \sqrt{80/P_t}$$

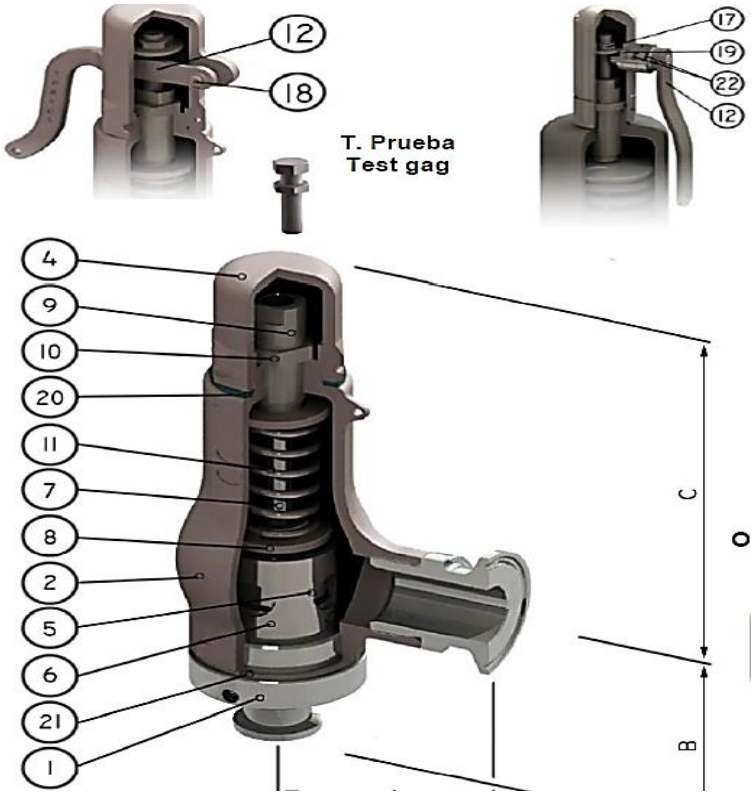
T: الزمن اللازم لاستجابة الصمام sec

D: قطر فتحة الصمام mm

P_t: ضغط الفتح للصمام cracking pressure m H2o

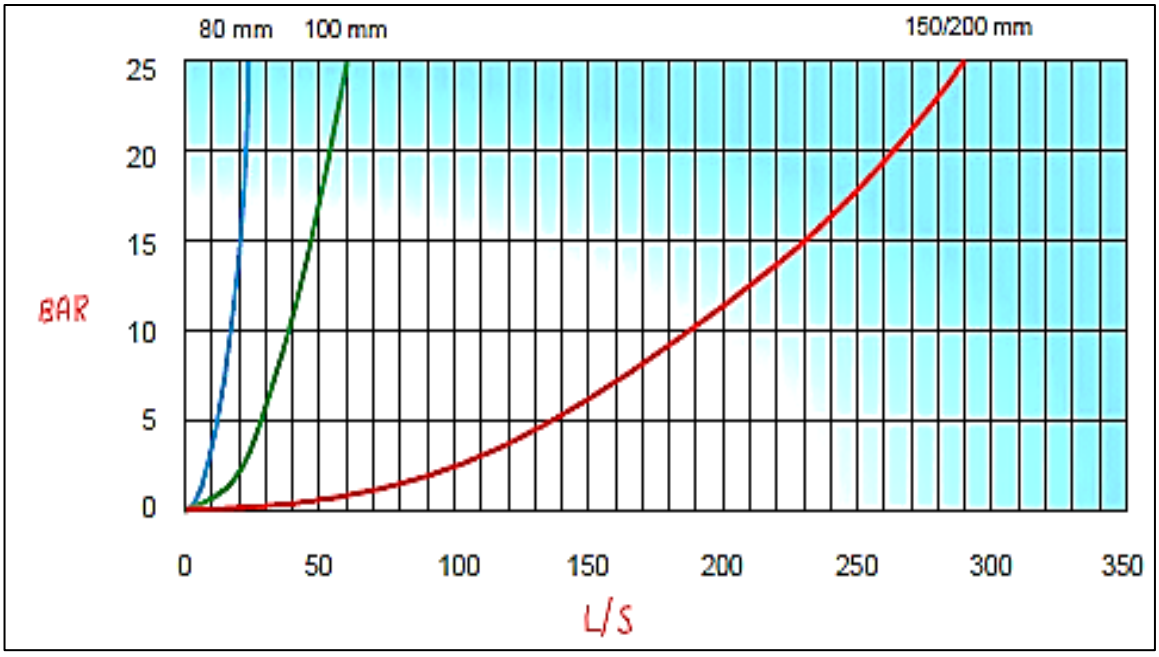
1- فتحة الصمام
2- جسم الصمام
4- غطاء رأس الصمام
5- قرص
6- موجه الحركة للقرص والصمام
7- قضيب الدفع
8- قاعدة النابض
9- اللولب المعدل
10- العزقة الشادة للنابض
11- النابض
12- العتلة الرافعة
17- فتحة خروج السائل
18- محور العتلة
19- قطعة وصل
20- 21 -22- اغطية علوية وسفلية للقطع الداخلية للصمام



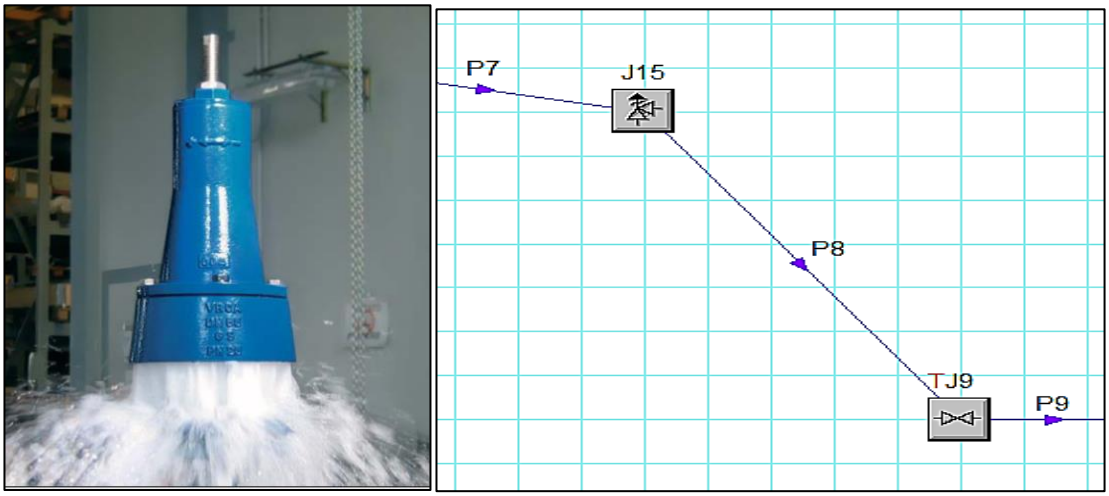


الشكل(1) يبين صمام أمان من الصدمة من النوع الزاوي

تأثير الصمام المضاد للصدمة المائية يتأثر بطريقة تركيب الصمام ويجب أن يكون الصمام قريب ما أمكن إلى الأنبوب المراد حمايته . حيث أن موجة الضغط ستقطع مسافة خلال الأنبوب الرئيسي تساوي ضعف المسافة التي تقطعها خلال الأنبوب الفرعي الواصل إلى الصمام قبل أن تصل الموجة المنعكسة من الصمام إلى العقدة [3].



الشكل (2) يبين قيم التدفق لعدد من مقاسات صمامات الأمان بالنسبة لقوة الضغط المؤثر عليها



الشكل (3) يبين توضع صمام الأمان من النوع Exit pressure

علامات تدل على الحاجة لصمام الأمان من ارتفاع الضغط:

1- ارتفاع قيم الضـــغط الظاهرة على مقياس الضـــغط Pressure Gage المركب في الحوز السفلي للمضخة.
2- حدوث اهتزاز وسماع صوت الطنين حول مكان تركيب المضخة.
3- حدوث كسر او شرخ في الوصلات المرنة ضمن الحوز السفلي او العلوي للمضخة[6] .

فوائد استخدام صمامات الأمان:

1- حماية المعدات الملحقة بخط الضخ من صمامات وأكواع وتجهيزات خاصة.
2- تقليل تكاليف الصيانة: من خلال تقليل الحاجة للإصلاحات الناتجة عن الصدمة المائية.
3- زيادة معامل السلامة: تقلل من مخاطر الانفجار او الفشل الهيكلي الناتج عن الضغط الاضافي الناتج عن المطرقة المائية[5].

عوامل اختيار صمام الامان المناسب:

1- ضغط التشغيل Working Pressure: يجب تحديد ضغط التشغيل العادي لنظام الضخ.
2- ضـــغط الفتح Cracking pressure: يجب أن يكون ضـــغط الفتح أعلى بقليل من ضـــغط التشغيل.
3- مقاس الصمام Valve Size: يعتمد على تدفق السائل المار وقطر أنبوب الضخ.
4- مكان التركيب: يتم تركيب الصمام على تفريعة T بالقرب من المضخة في الحوز السفلي لها بعد صمام عدم الرجوع[4] .

صيانة صمامات الأمان:

تتطلب صمامات الأمان من ارتفاع الضغط الناتج عن الصدمة المائية وأهم مراحل أنواع الصيانة هي الصيانة الدورية للتأكد من عدم وجود تسربات أو تلف في الصمام والقطع الميكانيكية الملحقة به.

وكذلك من الصـــيانات الضـــرورية اختبار الأداء حيث يجب اجراء اختبارات دورية للتأكد من أن الصمامات تفتح وتغلق بشكل سليم [8].

الخاتمة:

تعتبر صمامات الامان عنصراً أساسياً في أي نظام يعمل تحت الضغط، حيث تلعب دوراً حيوياً في حماية المعدات وضمان سلامة العمليات. من خلال فهم كيفية عمل هذه الصمامات وأهمية استخدامه، يمكننا تقليل المخاطر المرتبطة بالضغط الزائد والصدمة المائية.

في النهاية، يجب على المهندسين والفنيين أن يكونوا على دراية بأهمية صمامات الأمان وأن يضمنوا اختيار المقاس المناسب منها وتركيبها وصيانتها بالشكل الصحيح لضمان أداء النظام بشكل آمن وفعال.

المراجع العلمية :

المراجع العربية:

1- ابراهيم عبدالجليل، أمجد شاكر، دراسة تأثير إضافة صمامات الأمان من الصدمة المائية في قيم الضغط الناتج عنها، مجلة جامعة البعث المجلد 37 العدد19، 2015م.
2- معلا معلا ، دراسة تحليلية لوسائل معالجة الصدمة المائية الناتجة عن توقف واقلاع، رسالة ماجستير ، 2010م.
3- أحمد الحسين ، دراسة الصدمة المائية في محطات الضخ ، دبلوم دراسات عليا ، 2005م.

المراجع الأجنبية:

4- Journal AWWA, 97:5, MAY 2005.
5- M&M Control Service, INC. 'Pressure Relief & Surge Anticipator Valve', Manual of CAL-VAL Model 52-03/652-03 Surge Anticipator Valve. 1999.
6- Basha H.A & Kassab , B.G. , Perturbation Solution to the Transient Pipe Flow Problem .Jour , Hydraulic Res ., 34:5:633. 1996
7- Moss E.A., An analysis of flows through air valves and orifices. 1996
8- Kolp D.A. Water Hammer generated by Air Release, Master thesis, Colorado State University. Fort Collins, Colorado, 1986.