

به نام ایزد یکتا

بولتن فنی شرکت میراب (۱۳۹۶)، نسخه در حال چاپ اول، شماره یک، صفحه ۱ تا ۱۲

MIRAB TECHNICAL BULLETIN (MTB)

شیرهای هوا ، کارکرد و انتخاب صحیح

(معرفی فنی شیرهای هوای تک محفظه دو روزنه)

• چکیده:

هدف از نگارش این جستار آشنایی با شیرهای خودکار هوا به ویژه شیرهای با طراحی به صورت تک محفظه و دو روزنه می باشد . امید است تا با مطالعه این مقاله حداقل اطلاعات کافی در خصوص انتخاب نوع ، سایز و تعداد شیرهای هوا در یک مجموعه ی انتقال آب ، بوجود آید .

اطلاعات فنی این مقاله توسط دفتر فنی و مهندسی شرکت میراب و با برداشت از کتابها ، استانداردها ، مقالات بین المللی ، تجربیات مخاطبان گرامی و هم چنین دانش جاری در این شرکت که مبتنی بر انجام پروژه های عملی در سراسر کشورهای دنیا و با اقلیمهای متفاوت است ، صورت گرفته است .

در این مقاله تلاش بر این است تا با معرفی فنی شیر هوای تک محفظه دو روزنه ، بر شماری تفاوتها و مزایای آن در مقایسه با شیر هوای دو محفظه دو روزنه و همچنین رعایت حداقل استانداردهای لازم جهت طراحی و ساخت آن ، در انتخاب فنی این دست شیرها کمک قابل توجهی را به مخاطبان گرامی داشته باشیم .

● مقدمه :

فقدان اطلاع رسانی لازم در بین بهره برداران ، مصرف کنندگان و انتخاب کنندگان شیرهای هوا درون کشور ، باعث شده تا نهایتاً اشتباهات بهره برداری از این نوع شیرها افزایش یابد و در کل سرمایه های موجود در سطح جامعه بواسطه این برداشتهای غالباً ناصحیح صرف دوباره کاریها ، تعویضها و یا عدم کارایی تجهیزات بکار رفته در خطوط انتقال آب گردد . به همین منظور بر آن شدیم تا علاوه بر تشریح اطلاعات فنی موجود در این حوزه از تجهیزات که به شکل با کیفیتی برداشت ، تشریح و تحقیق از دانش روز دنیا می باشد ، فضایی را بوجود آوریم تا از نظرها و پیشنهادهای شما مخاطبین و متخصصین گرامی بهره مند گردیده و در نهایت سطح آگاهی فنی را در رابطه با این محصولات افزایش دهیم .

بنابراین از شما خوانندگان گرامی خواهشمندیم تا با ارائه ی نظرها و پیشنهادهای فنی در جهت غنای هر چه بیشتر این جستار ما را همراهی فرمایید . به همین منظور دفتر فنی و مهندسی شرکت میراب آماده ی بهره گیری و دریافت متون فنی و معرفی استاندارد های مرتبط در این حوزه می باشد و از شما تقاضا مندیم تا این موارد را با ایمیل INFO@MIRAB-VALVES.COM با ما به اشتراک گذارید .

همانگونه که در این مقاله خواهید دید موارد فنی بسیار مهمی در طراحی و ساخت شیرهای هوای تک محفظه دو روزه وجود دارند که در صورت عدم رعایت آنها که اغلب از سوی برخی سازندگان و با اهداف کاهش هزینه ها و افزایش حاشیه سود دهی محصولاتشان صورت می گیرد ، باعث بروز معضلات و مشکلات فنی عدیده در هنگام بهره برداری می شود . این مشکلات در مراحل بعدی و در صورت عدم رفع عیب منجر به بروز حوادثی می گردد که از آن جمله می توان به خسارات مالی و جانی در پروژه های صنعتی اشاره نمود .

شرکت میراب با دارا بودن تجربه ای بیش از بیست و پنج سال در زمینه طراحی ، سایزینگ و ساخت انواع شیرهای خودکار هوا و انجام پروژه های عملی مختلف ، در این مقاله درس آموخته های خود را با شما مخاطبین گرامی به اشتراک می گذارد تا حاصل آن گردش دانش استفاده از این نوع محصولات در جامعه صنعتی کشور باشد .

• تعریف شیرهای تخلیه هوا:

غالباً وجود و تولید هوا، بخار و انواع گازها در خطوط لوله انتقال آب امری اجتناب ناپذیر است. این شرایط در مواردی لازم و مفید و در مواردی نیز مضر و خطرناک می‌باشد. لذا لازم است تحت شرایط سرویس گاهی هوا بداخل خط لوله وارد یا به بیرون تخلیه گردد. بنابراین اگر بخواهیم موضوع ضرورت وجود یا عدم وجود هوا در خطوط لوله را تحت شرایط سرویس به اختصار بیان نماییم لازم است موارد زیر را مورد توجه قرار دهیم:

- لزوم وارد نمودن هوا به خطوط انتقال سیال در زمانی است که بواسطه افزایش سرعت سیال (آب) داخل لوله، فشار نسبی داخل لوله کاهش می‌یابد. چنانچه میزان این کاهش فشار به حدی باشد که در خط لوله ایجاد خلاء نماید، با احتمال بروز پدیده‌های هیدرولیکی مخرب و آسیب به تجهیزات روی خط لوله مواجه خواهیم گشت. لذا جهت جلوگیری از عوارض مخرب این احتمال، نیازمند ورود حجم مناسبی هوا بداخل خط لوله هستیم.

- لزوم خارج نمودن هوای محبوس شده در خطوط انتقال سیال در زمانی است که فشار سیال داخلی افزایش و به تبع آن فشار هوای داخل لوله نیز افزایش می‌یابد. در این شرایط با حجمی از هوای متراکم و پر فشار مواجه می‌گردیم که در عین خطرناک بودن می‌تواند موجب بروز اختلالات عملکردی تجهیزات نصب شده در خط لوله نظیر شیرها، پمپها و غیره گردد. افزایش بیش از حد این هوای متراکم گاهاً منجر به انفجار و آسیب‌های جدی به خط لوله می‌شود، بنابراین ضروری است هوای داخل لوله تخلیه گردد.

علت وجود هوا و گاز در یک خط لوله می‌تواند بنا به دلایل زیر باشد:

- خطوط خالی از سیال همیشه با هوا پر شده‌اند و در هنگام پرکردن خط لوله از سیال، هوا تحت فشار قرار می‌گیرد.
- همراه با مکش پمپ و در بین اغتشاش و تلاطم ایجاد شده در جریان سیال وارد خط لوله می‌گردد.
- از طریق اتصالاتی که آب بند نیستند یا شیرهای تخلیه وارد خط لوله می‌گردد.
- از طریق تغییر فاز سیال یا فرایندهای ترمودینامیکی ناشی از تغییرات دما و فشار سیال وارد خط لوله می‌گردد.
- از طریق شیرهای وارد کننده هوا (در مواردی که لازم است) وارد خط لوله می‌گردد.

تجهیزاتی که به منظور انجام فرآیند ورود یا تخلیه هوا در خطوط انتقال سیال مورد استفاده قرار می‌گیرد، "شیرهای تخلیه" هوا نام دارند که توسط شرکت‌های سازنده شیرهای صنعتی در انواع و ابعاد مختلف تولید و به بازار مصرف ارائه می‌گردد. شیرهای هوای تک محفظه دو روزنه، شیرهای هوای دو محفظه دو روزنه و شیرهای هوای محفظه بزرگ از انواع مهم شیرهای تخلیه هوا می‌باشند. با توجه به اینکه میزان هوای لازم در خطوط لوله جهت ورود یا تخلیه، تابع پارامترهای هیدرولیکی گوناگون از جمله فشار سیال، سرعت سیال، گرانشی سیال و نیز شرایط هندسی و فیزیکی خطوط لوله می‌باشد، لازم است تا عمل ورود یا تخلیه هوا به شکل خودکار و بدون نیاز به بهره‌بردار انجام گردد. به همین دلیل این دسته از شیرها

در گروه شیرهای خودکار قرار می‌گیرند. عملکرد صحیح این شیرها می‌تواند از آسیب‌های احتمالی ناشی از خطاهای انسانی یا عدم دسترسی در زمان‌های بحرانی به تداوم سرویس، کمک نماید.

همانگونه که ذکر شد، یک نوع از شیرهای تخلیه و ورود هوای خودکاری که در صنعت انتقال و بهره‌برداری از آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، "شیرهای هوای تک محفظه دو روزنه" می‌باشند. این شیرها علاوه بر تخلیه و ورود هوا به صورت عمده و خودکار در شرایط مورد نیاز، عملیات تخلیه هوای مختصر تولید شده در جریان سیال را که به شکل حباب در آب وجود دارند را نیز انجام می‌دهد. با توجه به گسترش طراحی، بهینه‌سازی محفظه عبور هوا و کاهش وزن و ابعاد شیر، شیرهای تخلیه هوای تک محفظه دو روزنه نسبت به شیرهای تخلیه هوای دو محفظه دو روزنه، از راندمان و بازدهی بیشتری برخوردار می‌باشند. بنابراین این شیرها همانند شیرهای تخلیه هوای دو محفظه به شیرهایی با عملکرد سه گانه مشهور می‌باشند. این عملکردها به ترتیبی که در زیر می‌آیند تشریح می‌شود:

- ۱- ورود متناسب هوا به صورت عمده در زمانیکه سیال داخل خط لوله تخلیه می‌شوند یا به علت افزایش سرعت ناگهانی (مخصوصاً در خطوطی که سیال به شکل ثقلی انتقال می‌یابد) نیاز به افزایش حجم ماده و ممانعت از کاهش فشار نسبی در داخل لوله می‌باشد.
- ۲- تخلیه هوا به صورت عمده در زمانیکه خطوط در حال پر شدن از سیال می‌باشند که این فرایند هوای داخل خط لوله می‌تواند تحت فشار اضافی قرار گیرد.
- ۳- تخلیه هوای اندک محبوس شده در داخل خط لوله که به شکل حباب‌های هوا وجود دارد.

برای عملکرد این تجهیز در مورد سوم، بدلیل اینکه فاز سیال مختلط با آب به شکل کف دیده می‌شود، نیازی نیست (و عملاً ممکن نمی‌باشد) که شیر به شکل کامل و با عملکرد معمولی گشوده شود و هوا را تخلیه نماید. به همین دلیل این شیرها با نام شیر هوای تک محفظه‌ی دو روزنه شناخته می‌شوند. در حقیقت این شیرها مدل اصلاح‌شده از شیرهای هوای دو محفظه‌ی دو روزنه هستند که مجموعه عملیات فوق را بجای انجام در دو محفظه، با طراحی جدید در یک محفظه انجام می‌دهند. لازم به توضیح است که مرجع طراحی و استاندارد این شیرها سند رسمی انجمن امور کار و آب آمریکا با عنوان AWWA-M51 می‌باشد.

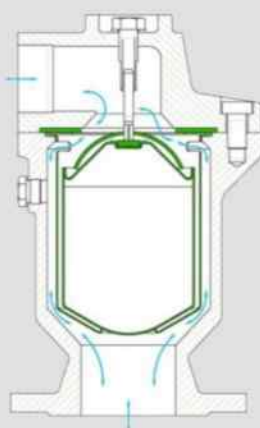
برای استفاده از این شیرها در خطوط لوله، از ترکیب یک دستگاه شیر قطع و وصل جریان در ورودی شیر تخلیه هوا استفاده می‌گردد. این شیر در مواردی که خط لوله و شیر هوا در حال سرویس دهی می‌باشند، حتماً باید باز باشد و در مواقعی که نیاز به تعمیرات دوره‌ای یا اساسی شیر تخلیه هوا می‌باشد، این شیر بسته می‌گردد تا ارتباط میان فشار و جریان سیال در خط اصلی با شیر هوا قطع گردد و بتوان بدون بروز موارد خطرناک به تعمیر یا سرویس شیر هوا پرداخت. متعاقباً این شیر مجدداً پس از اتمام فرایند تعمیرات باز شده و شیر هوا وارد مدار می‌گردد. شیرهای قطع و وصل در ورودی شیرهای هوا می‌توانند از انواع شیرهای گیت (کشویی یا دروازه‌ای) یا انواع شیرهای پروانه‌ای انتخاب گردند، ولی با توجه به اینکه شیرهای گیت در حالت کاملاً باز افت بسیار پایینی دارند و عضوی از آنها در مسیر عبور جریان سیال قرار نمی‌گیرد، به لحاظ موارد فنی به انواع شیرهای پروانه‌ای ترجیح داده می‌شوند.

• نحوه عملکرد شیرهای تخلیه هوا تک محفظه (برگرفته از محصولات شرکت میراب)

در شکل‌های زیر نحوه انجام هر کدام از عملیات‌های سه گانه در این شیرها نشان داده شده است:

- هوادهی خطوط در موقع تخلیه

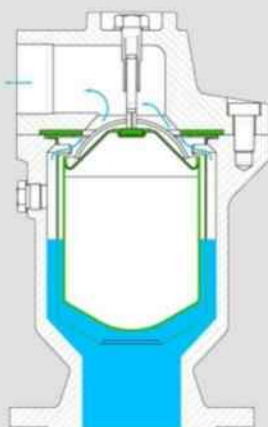
در حالتی که فشار داخل خط از فشار خارج (اتمسفر) کمتر شود برای جلوگیری از مچاله شدن لوله باید عمل ورود هوا به داخل خط صورت گیرد. این حالت معمولاً در موقع تخلیه خط رخ می‌دهد. نیم کره آببندی و شناور (گلوله) در اثر سنگینی وزن خود، پائین آمده و مجرای ورود هوا را باز می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱: نحوه هوادهی خط لوله در موقع تخلیه سیال

- تخلیه هوا در موقع پر کردن خط

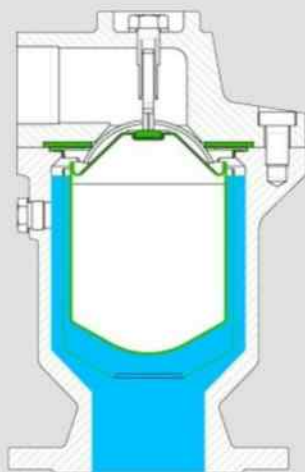
در حالتی که خط لوله در حال پر شدن است، هوا از روزنه بزرگ شیر خارج می‌شود. نیم کره آببندی و شناور (گلوله) به علت شکل هندسی خاص خود تا خارج شدن کامل هوا بالا نمی‌آیند. در این حالت سرعت خروج هوا می‌تواند به سرعت صوت نیز یعنی حدود ۳۳۳ متر بر ثانیه برسد (شکل ۲).



شکل ۲: نحوه تخلیه هوا هنگام پر کردن خط لوله از سیال

- بسته شدن شیر در زمان تخلیه کامل هوا

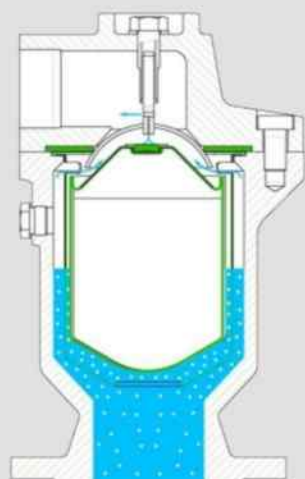
پس از پر شدن لوله، سطح آب در شیر هوا بالا آمده و در نتیجه شناور و نیم کره آببندی شناور شده با حرکت به سمت بالا، مجرای خروجی را می‌بندند (شکل ۳).



شکل ۳: بسته شدن شیر در زمان تخلیه کامل هوا

- تخلیه هوا در موقعی که سیستم در حالت بهره‌برداری و فشار کاری قرار دارد

در موقع فرایند پمپاژ، هوا بتدریج در داخل شیر جمع می‌شود، سطح آب پایین می‌آید و باعث کم شدن نیروی بالا برنده می‌گردد. در نتیجه شناور پایین آمده و روزنه کوچک را باز می‌کند. در این وضعیت هوا با سرعت زیاد خارج شده و به علت جایگزینی آب بجای هوا نیروی بالا برنده اضافه شده و مجدداً روزنه کوچک توسط شناور بسته می‌شود. در این حالت نیم کره آببندی در اثر فشار سیستم در وضعیت بسته باقی می‌ماند (شکل ۴).

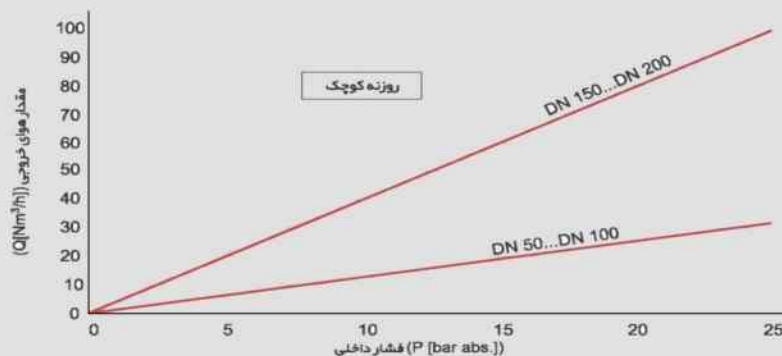
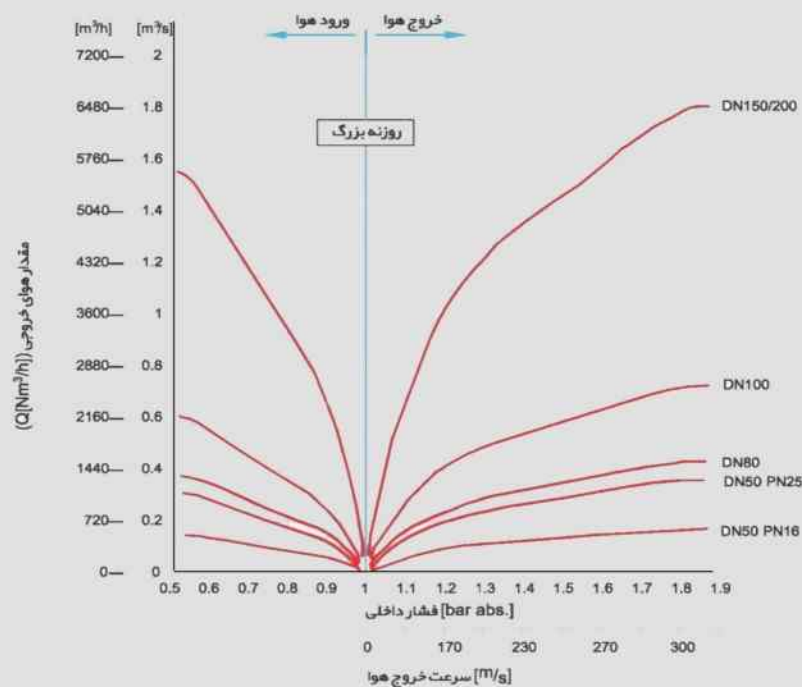


شکل ۴: تخلیه هوا هنگامی که سیستم در حالت بهره‌برداری و فشار کاری قرار دارد

تعیین ساینز شیرهای هوا

انتخاب ساینز و فشار نامی شیرهای هوا با توجه به شرایط هیدرولیک خط لوله به شرح زیر انجام می‌گردد (شکل ۵):

- فشار نامی شیر برابر با فشار نامی خط لوله انتخاب می‌گردد. در مواردی که خط لوله دارای تجهیزات مستهلک کننده ضربات قوچ مانند تانک‌های مستهلک کننده یا شیرهای کنترل ضربه قوچ نمی‌باشد، انتخاب شیر تخلیه هوا باید بر اساس فشار محاسباتی ناشی از ضربه قوچ صورت پذیرد.
- ساینز شیر هوا با توجه به محاسبات صورت گرفته بر اساس سرعت پر کردن خط لوله یا تخلیه خط لوله از سیال، صورت می‌پذیرد. با توجه به نمودارهایی که در ادامه مشاهده می‌شود، ساینز شیر هوا بر مبنای میزان هوا دهی ساینزهای مختلف در روزنه بزرگ و روزنه کوچک محاسبه و انتخاب می‌گردد.



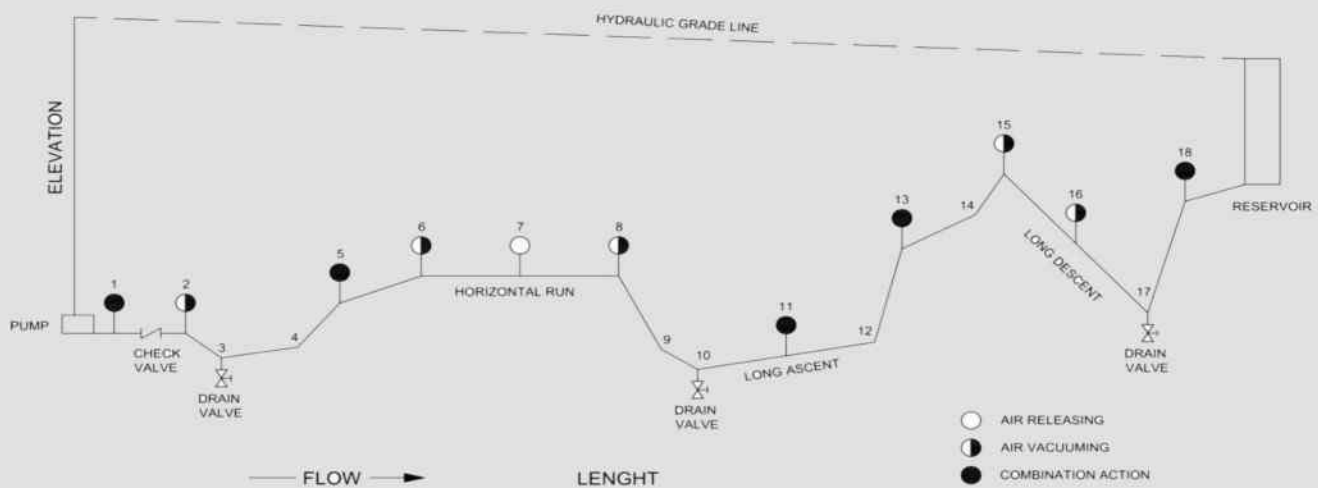
شکل ۵: تعیین ساینز و فشار نامی شیرهای تخلیه هوا
(نکته: نمودارها برگرفته از محصولات شرکت میراب می باشد)

برای مثال مطابق شکل ۵، میزان خروج هوا از شیر تخلیه هوای تک محفظه دو روزه در سایز DN 150 از محفظه‌ی بزرگ (حین پر کردن خط لوله) و در فشار 1.8 bar برابر است با 6500 m³/hr.

ایستگاه‌های نصب شیرهای تخلیه و ورود هوا در خطوط لوله

با توجه به خط لوله نمایش داده شده در شکل ۶، شیرهای هوا در انواع مدل‌های مختلف، در مناطقی از خطوط لوله مطابق دستورالعمل زیر نصب و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (توضیح: فرایند تخلیه، ورود و ترکیب هر دو فرایند در یک تجهیز انجام می‌گیرد):

- در نقاط شکست و محل‌هایی که در بالاترین ارتفاع در محدوده خط لوله قرار دارند
- بعد از پمپ‌ها
- پس از تجهیزاتی مانند شیرها
- در شیب‌های صعودی
- در شیب‌های نزولی
- در خطوط هموار در فواصلی ما بین ۴۰۰ متر تا ۸۰۰ متر (با توجه به شرایط خط لوله)



شکل ۶: دستورالعمل ایستگاه‌های نصب شیرهای تخلیه و ورود هوا در خطوط لوله (برگرفته از سند AWWA M51)

نقاط اطمینان

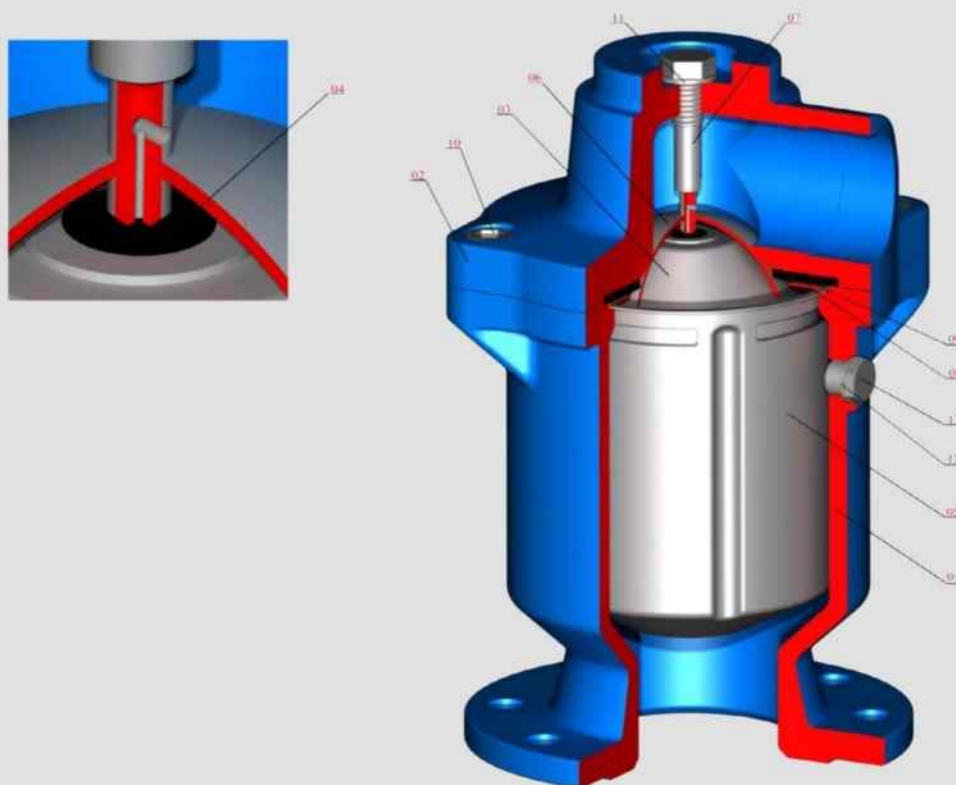
به دلیل اینکه انتخاب سایز شیرهای ورود و تخلیه هوا باید با محاسبات مشاوران یا طراحان صورت پذیرد، اطمینان از عملکرد صحیح و یکنواخت شیر هوا به منظور جلوگیری از اتفاقات ناگوار در خط لوله از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به همین منظور لازم است مشاوران و طراحان از وجود

موارد زیر اطمینان حاصل کنند تا شرایطی را که در حال طراحی و انتخاب در نظر می‌گیرند، در تمام زمان‌های بهره‌برداری از شیر پایدار و ثابت باقی بماند. این موارد عبارتند از:

- قابلیت انجام عملکردی پایدار و موفق هر سه فرآیند در یک تجهیز.
- دارا بودن سیستم آب‌بندی قابل اعتماد و منعطف که تحت تاثیر رسوب و ناخالصی‌های معمول سیال قرار نگیرد.
- برای سرویس دهی در کاربردهای متفاوت صنعتی اعم از انتقال آب، کشاورزی، شبکه‌های مصرف، خطوط انتقال آب سدها، نیروگاه‌ها و دیگر صنایع مناسب باشد.
- قابلیت کار و سرویس دهی در فشارهای پایین تعریف شده را دارا باشد (فشارهایی بین 0.3 تا 0.5 اتمسفر). در صورتیکه مکانیزم طراحی شیر به نحوی باشد که شیر در فشارهای پایین شرایط آب‌بندی مناسب را بوجود نیآورد، شیر همیشه به عنوان نقطه ضعف سیستم و عامل بروز نشتی در خط لوله دارای اشکال خواهد بود.
- اقلام داخلی آن از موادی مانند فولاد ضد زنگ یا پلیمرهای صنعتی مناسب تهیه شده باشد تا مقاومت خوبی در برابر خواص خوردنده و ساینده‌ی سیال در مدت زمان طولانی را داشته باشد. از طرفی طراحی مناسب و انتخاب موادی با کیفیت بسیار بالا می‌تواند از شکست‌های احتمالی اقلام داخلی در مقابل فشارهای داخل خط لوله و ضربه‌های گوناگون، خصوصاً در گلوله شناور که به عنوان مهمترین و تاثیرگذارترین قطعه در مکانیزم حرکتی شیر عمل می‌کند، پیشگیری نماید.

- شیرهای هوا به عنوان شیرهای تخلیه‌ی هوای محبوس به اتمسفر شناخته می‌شوند بنابراین محدودیت‌هایی نظیر عدم وجود هوای کافی در اتاقچه‌ی شیرها یا ورود آلودگی‌های خارجی و حیوانات به داخل شیر از بخش خروجی و غیره، بایستی مورد توجه قرار گیرد.
- در برخی از مواقع لازم است تا تخلیه‌ی هوا از خط لوله با سرعت بسیار بالا انجام شود. در حین بروز این پدیده که در آن سرعت خروج هوا می‌تواند تا سرعت صوت افزایش پیدا کند، بسیار ضروری است که گلوله‌ی شناور تحت تاثیر سرعت بالای هوا حرکت نکند و باعث بسته شدن شیر نگردد. بدین منظور حتماً لازم است که شیر دارای راهنمایی از فولاد ضد زنگ در داخل بدنه باشد تا گلوله‌ی شناور در معرض مستقیم جریان هوا قرار نگیرد و عملکرد شیر مختل نشده و تخلیه‌ی سریع هوا از داخل خط لوله با پدیده انفجار یا آسیب‌های دیگر همراه نگردد.
- در صورتیکه از شیرهایی با طراحی ساده و بدون راهنمای شناور استفاده گردد، در سرعت‌های بالای عبور هوا از شیر و مخصوصاً در حین خروج از آن، امکان دارد که شناور در اثر نیروی دینامیکی حاصل از سرعت جریان هوای فشرده حرکت کرده و در نقطه‌ی انتهایی بالایی شیر، باعث آب‌بندی گردد. این موضوع در هنگامیکه هوای فشرده در خط لوله محبوس شده و امکان خروج از شیر را نیز ندارد می‌تواند منجر به انفجار یا بروز صدمات جبران‌ناپذیری گردد. پس وجود راهنمای شناور که جریان هوا بتواند از میان آن و بدون برخورد با شناور از شیر خارج گردد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

در تصویری که در شکل ۷ نشان داده شده است، اقلام اصلی یک شیر تخلیه هوا و در جدول ۱ مواد مناسب برای هر کدام از آنها معرفی شده‌اند. همانطور که عنوان گردید وجود اقلام کامل در یک طراحی مناسب و انتخاب مواد مناسب در سرویس‌های گوناگون از جمله مواردی است که در انتخاب یک شیر تخلیه هوا با راندمان کافی و اعتماد در عملکرد، خصوصاً در شرایط بحرانی، تاثیرگذار می‌باشد.



شکل ۷: اقلام اصلی یک شیر تخلیه هوا ساخته شده توسط شرکت میراب

جدول ۱: موارد مناسب برای اقلام اصلی یک شیر تخلیه هوا

شماره قطعه	نام قطعه	جنس قطعه
۱	بدنه	EN 1563/ EN-GJS-400-15
۲	درپوش	EN 1563/ EN-GJS-400-15
۳	شناور	Polypropylene/ Stainless steel
۴	لاستیک آببندی شناور	EPDM(NBR on Request)
۵	راهنمای شناور	DIN EN 10088-3/ 1.4301
۶	نیمکره آببندی	DIN EN 10088-3/ 1.4301
۷	پیچ راهنما	DIN EN 10088-3/ 1.4301
۸	واشر محافظ	DIN EN 10088-3/ 1.4301
۹	لاستیک آببندی	EPDM(NBR on Request)
۱۰	پیچ آلن	ISO 3506-1, Gr. A2, Property Class 70
۱۱	واشر	ISO 3506-2, Gr. A2, Property Class 70
۱۲	واشر	CU
۱۳	درپوش	ISO 3506-1, Gr. A2, Property Class 70

برخی منابع :

- Holtshousen, Pat. "Knowing More About Valves". Reproduction: Photo Litho Services.
- Air release, air vacuum and combination air valves. Manual of water supply practice – M51. American Water Works Association.