

(Ball Valves) بررسی جامع شیرهای توپی

تاریخچه، اصول عملکرد، طراحی مهندسی، انواع، استانداردها و کاربردهای صنعتی

چکیده

یکی از مهم‌ترین تجهیزات کنترل و قطع و وصل جریان در صنایع مدرن محسوب Ball Valve شیرهای توپی یا می‌شوند. این شیرها به دلیل عملکرد سریع، ساختار ساده، قابلیت آب‌بندی بسیار بالا و امکان استفاده در فشارها و دماهای مختلف، به طور گسترده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاهی، غذایی، دارویی و سامانه‌های انتقال سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1. مقدمه

در تمامی صنایع فرآیندی، کنترل جریان سیالات از مهم‌ترین نیازهای عملیاتی است. تجهیزات مختلفی برای این منظور توسعه یافته‌اند که هر کدام دارای ویژگی‌ها و کاربردهای خاص خود هستند. در میان انواع شیرآلات صنعتی، شیرهای توپی به دلیل سادگی عملکرد، قابلیت اطمینان بالا و دوام مناسب، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده‌اند.

شیرهای توپی به ویژه در صنایعی که نیاز به قطع و وصل سریع جریان وجود دارد، بسیار محبوب هستند. در خطوط انتقال نفت و گاز، پالایشگاه‌ها، واحدهای فرآیندی و حتی تأسیسات ساختمانی، این نوع شیر نقش کلیدی در کنترل جریان ایفا می‌کند.

2. تاریخچه توسعه شیرهای توپی

نسبتاً Ball Valve استفاده از شیرآلات برای کنترل جریان به هزاران سال پیش بازمی‌گردد، اما طراحی مدرن جدید است. نخستین نمونه‌های اولیه شیر توپی در اوایل قرن بیستم معرفی شدند، ولی محدودیت فناوری ساخت و نبود مواد آب‌بندی مناسب باعث شد که استفاده صنعتی گسترده از آن‌ها تا دهه 1950 به تعویق بیفتد.

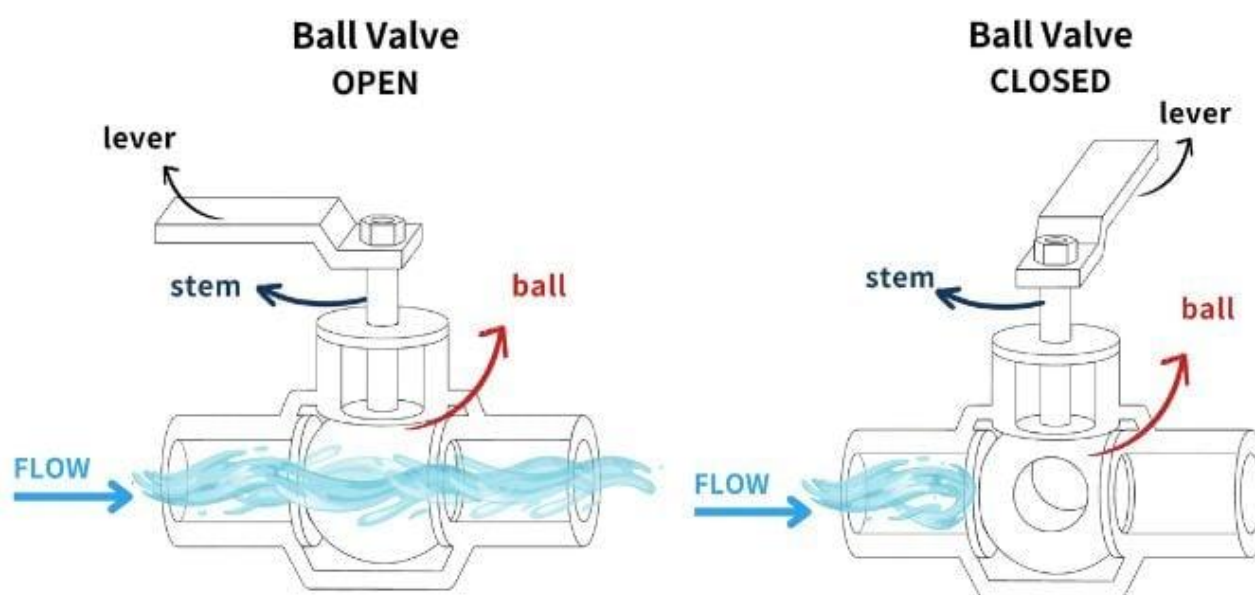
یا تفلون ایجاد شد. این ماده دارای ضریب اصطکاک پایین و مقاومت PTFE تحول اصلی با ظهور پلیمر را فراهم کرد. Seat شیمیایی بسیار بالاست و امکان آببندی مؤثر میان توپ و

توسعه آلیاژهای مقاوم به خوردگی و بهبود روش‌های CNC، در دهه‌های بعد، پیشرفت فناوری ماشین‌کاری ها به تجهیزاتی قابل اعتماد برای فشارها و دماهای بالا تبدیل شوند. Ball Valve پوشش‌دهی فلزی موجب شد

3. اصول عملکرد شیر توپی

اساس عملکرد شیر توپی بر مبنای چرخش یک توپ سوراخ‌دار در داخل بدنه شیر است.

زمانی که سوراخ داخلی توپ هم‌راستا با مسیر جریان قرار گیرد، سیال آزادانه عبور می‌کند. با چرخش 90 درجه‌ای توپ، قسمت جامد آن در مسیر جریان قرار گرفته و عبور سیال متوقف می‌شود.



که مسیر Globe Valve مزیت اصلی این طراحی، عملکرد سریع و افت فشار پایین است. برخلاف شیرهای مسیر جریان تقریباً مستقیم باقی می‌ماند Ball Valve جریان را تغییر می‌دهند، در

4. اجزای اصلی شیر توپی

4-1. بدنه (Body)

بدنه بخش اصلی سازه‌ای شیر است که تمامی اجزای داخلی را در خود جای می‌دهد.

وظایف بدنه

- تحمل فشار داخلی
- محافظت از اجزای داخلی
- ایجاد اتصال به خط لوله
- مقاومت در برابر بارهای مکانیکی

متریال‌های رایج بدنه

- فولاد کربنی
- استنلس استیل
- Duplex Stainless Steel
- Inconel
- Hastelloy
- برنج
- PVC

4-2. توپ (Ball)

توپ مهم‌ترین بخش عملکردی شیر است. کیفیت سطح توپ تأثیر مستقیمی بر عملکرد آب‌بندی دارد.

ویژگی‌های مهم توپ

- صافی سطح بسیار بالا
- مقاومت سایشی
- مقاومت خوردگی
- دقت ابعادی بالا

سطح توپ معمولاً با پوشش‌هایی مانند کروم سخت پوشش داده می‌شود.

4-3. Seat

وظیفه آب‌بندی میان توپ و بدنه را بر عهده دارد Seat.

است Ball Valve مناسب یکی از حساس‌ترین بخش‌های طراحی Seat انتخاب

انواع Seat

Soft Seat

از مواد پلیمری ساخته می‌شود:

- PTFE
- RPTFE
- Nylon
- Devlon
- PEEK

مزایا

- آب‌بندی عالی
- گشتاور پایین
- عملکرد نرم

Metal Seat

برای شرایط سخت طراحی شده است.

کاربردها

- دمای بالا
- سیالات ساینده
- Slurry
- بخار

5. انواع شیرهای توپی

5-1. Floating Ball Valve

قرار می‌گیرد و فشار سیال باعث فشرده شدن توپ به سمت Seat در این نوع طراحی، توپ آزادانه میان دو پایین دست می‌شود Seat.

مزایا

- طراحی ساده
- هزینه پایین
- آب‌بندی مناسب

5-2. Trunnion Mounted Ball Valve

در این نوع، توپ توسط محورهای بالا و پایین نگه داشته می‌شود.

مزایا

- مناسب فشار بالا
- گشتاور کمتر
- مناسب سایزهای بزرگ

6. طراحی مهندسی شیر توپی

در طراحی مهندسی شیرهای توپی عواملی مانند فشار، دما، نوع سیال، تنش مکانیکی، خوردگی، سایش و گشتاور عملکرد بررسی می‌شود.

انجام می‌شود CFD طراحی مدرن این شیرها معمولاً با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل تنش و شبیه‌سازی.

7. Fire Safe طراحی

پلیمری، شیر باید همچنان Seat در صنایع نفت و گاز، احتمال آتش سوزی وجود دارد. در صورت سوختن قابلیت آب بندی نسبی داشته باشد.

Fire Safe بنابراین در طراحی

- سیت فلزی ثانویه استفاده می شود
- پکینگ گرافیتی به کار می رود
- تست آتش انجام می شود

8. کاربردهای صنعتی

صنایع نفت و گاز

صنایع نفت و گاز هستند Ball Valve بزرگ ترین مصرف کننده

کاربردها

- خطوط انتقال
- ایستگاه های تقویت فشار
- پالایشگاه ها
- سکوها ی دریایی

9. تعمیر و نگهداری

نگهداری مناسب نقش مهمی در افزایش عمر شیر دارد

اقدامات مهم

- تست دوره ای نشتی
- روانکاری
- باز و بسته کردن منظم

- Actuator بررسی عملکرد
- Packing تعویض

مقایسه با سایر شیرآلات 10.

ویژگی	Ball Valve	Gate Valve	Globe Valve
سرعت عملکرد	بسیار بالا	کم	متوسط
افت فشار	کم	کم	زیاد
کنترل جریان	متوسط	ضعیف	عالی
آب بندی	عالی	خوب	خوب
تعمیرات	آسان	دشوار	متوسط