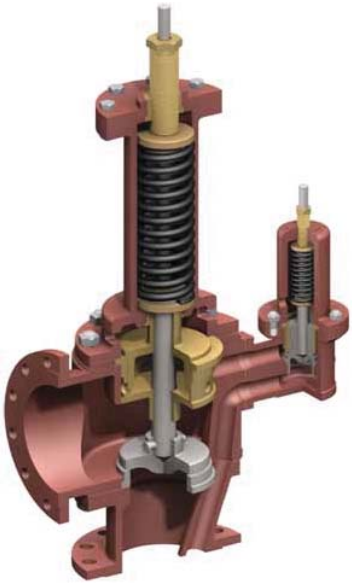
صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شیرهای اطمینان و تخلیه فشار Safety & Relief Valve

تهیه و تنظیم : تحریریه سفیرامید

شیر تخلیه فشار دیگ‌های بخار، شاید قدیمی‌ترین شیر اطمینان ساخت بشر باشد. شیراطمینان این دیگ‌ها از یک مجرا (Vent) ساخته شده بود که در حالت عادی به وسیله یک درپوش، به صورت ثقلی مسیر این مجرا را بسته نگه می‌داشت. از گذشته این تجهیز با نام شیر اطمینان شناخته می‌شده است. نمونه کامل‌تری از این شیراطمینان در سال ۱۷۵۰ میلادی بر روی دیگ‌های بخار به کارگرفته شد. در سال ۱۸۵۰ میلادی توسط یک مخترع انگلیسی نمونه بهتری ارائه گردید، که در آن برای جلوگیری از افتادن درپوش و همچنین امکان تنظیم شیر بر روی فشار مشخصی از یک فنر برای محکم نگه داشتن سوپاپ استفاده شده بود. طرح فنردار در سال ۱۸۶۳ میلادی توسط William Taylor کامل‌تر گردید و این ایده مورد توجه واقع شد. اما به دلیل عدم وجود فناوری مناسب برای تولید فنرهایی که کاملاً متناسب با فشار داخلی مخزن عمل نمایند، شیرهای اطمینان تولیدشده، کارائی بهتر از شیرهای اطمینان ثقلی نداشتند. اما به تدریج با مهیا شدن امکان تولید فنر با قابلیت مکانیکی مناسب و دارای عملکرد خطی و زمان پاسخ مناسب، در دهه ۱۸۵۰ میلادی شیرهای اطمینان فنردار با عملکرد قابل قبول به بازار ارائه گردید. در این شیرها عملکرد فنر به میزان قابل توجهی با فشار تعریف شده تناسب داشت.

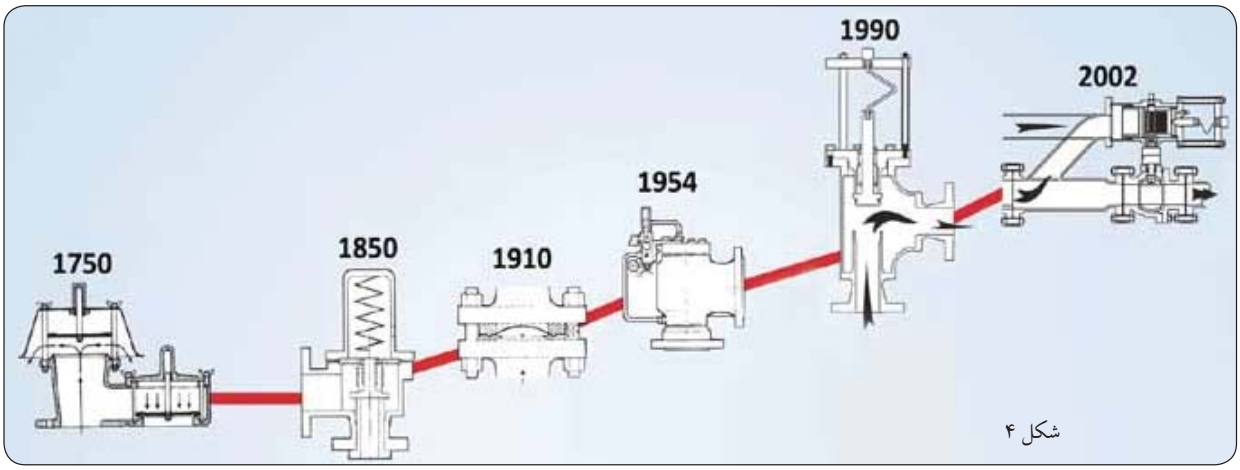
در سیستم‌های تخلیه فشار مرتباً به کلمات «Safety و Relief» برخورد می‌کنیم. آیا این دو واژه از نظر فنی دارای یک مفهوم هستند؟ در واقع استفاده از این دو واژه بستگی به کشور و استاندارد رایج در صنعت آن کشور دارد، در صنعت نفت ایران اغلب مشابه سیستم‌های آمریکائی، به شیرهای اطمینان و تخلیه فشار بخار بویلرها و همچنین تخلیه گازها، شیراطمینان (Safety Valve) اطلاق می‌شود و اگر از این شیر برای تخلیه فشار مایع استفاده شود به آن شیر تخلیه فشار (Relief Valve) می‌گویند. در این سیستم به شیرهای دو منظوره که هم زمان برای مایعات و گازها قابل استفاده می‌باشند، Safety Relief Valve می‌گویند، اما این مفاهیم ممکن است در برخی مدارک با آنچه گفته شد، تفاوت اندکی داشته باشد و بهتر است به فرایند دقت نمائیم. در استانداردهای API و ASME از عنوان Pressure Relief Valve استفاده شده است.



شکل ۱

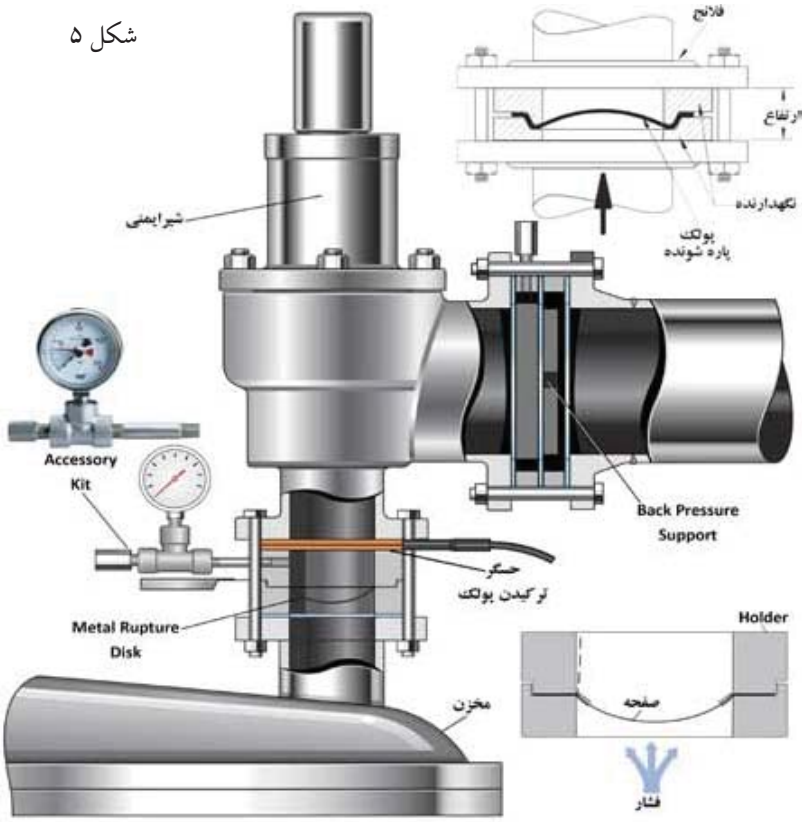
علاوه بر شیرهای اشاره شده که ازآنها برای کنترل فشار غیر معمول و غیرمجاز استفاده می‌شود، در مخازن ذخیره یا تجهیزات مشابه امکان ایجاد خلاء وجود دارد. در این صورت لازم است این فشار منفی جبران شود، برای جبران این فشار از نوعی شیر استفاده

شکل ۳



شکل ۴

شکل ۵



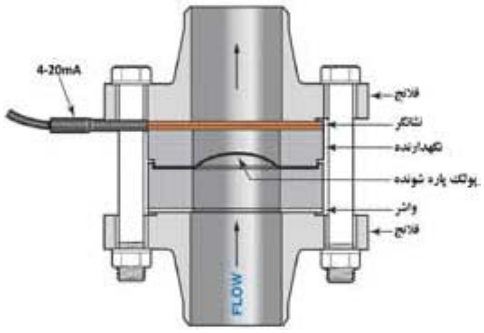
می‌شود که به صورت بر عکس شیرهای اطمینان و در اثر وجود خلاء عمل می‌نمایند و به این نوع شیر Vacuum Relief Valve گفته می‌شود.

تاکنون به شیرهائی اشاره کردیم که وظیفه آنها تخلیه سیال دارای فشار غیرمجاز می‌باشد، اما در زمان توقف کارخانه گاهی مقداری از سیال میان دو شیربسته باقی‌می‌ماند(به تله می‌افتاد) و در اثر افزایش دما، حجم مایع افزایش می‌یابد و در نتیجه فشار سیال داخل مخزن، تجهیزات و لوله‌ها بالا می‌رود، برای جلوگیری از آسیب دیدن لوله و تجهیزات در این مواقع از نوعی شیر اطمینان برای تخلیه فشار استفاده می‌شود که به آن Temperature Safety Valve گفته می‌شود. در سال‌های اخیر فناوری ساخت شیرهای ایمنی پیشرفت بسیار زیادی داشته است و شیرهای با درجه ایمنی بسیار بالا و همچنین شیرها یا تجهیزات ایمنی با کارائی‌های خاص تولید شده است، در ادامه این قسمت به چند نمونه از این شیرها اشاره می‌کنیم.

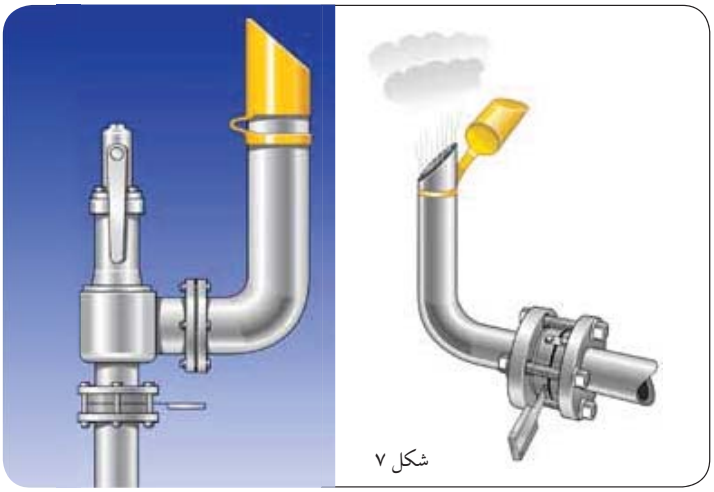
برای افزایش ایمنی از سال ۱۹۱۰ میلادی نوعی تجهیز به نام پولک پاره شونده (Rupture Disc) اختراع و به مجموعه تجهیزات ایمنی اضافه گردید. این پولک‌ها، علاوه بر فشار، اغلب نسبت به افزایش دما نیز حساس می‌باشند. از این تجهیز در فرایندهای تحت فشار به همراه شیراطمینان و یا به تنهائی استفاده می‌شود. در زمان افزایش ناگهانی و سریع فشاریا در مورد سیالات خیلی غلیظ، اینرسی قطعات شیرایمنی ممکن است، زمان پاسخ سیستم را در حد خطرناکی افزایش دهند. وجود این دیسک‌ها باعث کاهش زمان پاسخ و افزایش ایمنی‌سیستم می‌گردد. این پولک‌ها به صورت تخت (Flat) برای فشارهای پائین، به صورت گنبدی(محدب) (Forward domed) برای فشارهای معمولی و به صورت مقعر (Reverse Buckling) برای فشارهای بالا طراحی و تولید می‌شوند. پولک پس از پاره شدن باید تعویض شود و امکان استفاده مجدد از آنها وجود ندارد. در شکل ۵ یک سیستم کامل ایمنی شامل: شیر اطمینان، پولک پاره‌شونده و نشان‌دهنده فشار را مشاهده می‌کنید. در ساخت پولک‌های پاره‌شونده فلزی، از فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، نیکل، مونل (Monel)، اینکونل (Inconel)، و به ندرت و در شرایطی که محیط برای فلزات یاد شده خورنده باشد از: طلا، نقره، پلاتین و تیتانیوم استفاده می‌شود. پولک‌های غیرفلزی را از گرافیت(کک نفتی با خاکستر کم) با اضافه‌کردن نوعی قیر به نام Pitch و رزین فنولیک یا فوران (Furane) تحت شرایط خلاء می‌سازند. اگرچه می‌توان از حساس بودن این پولک‌ها برای کنترل دما نیز استفاده کرد، اما اغلب در شرایط عادی گرمای محیط عاملی در بروز خطا در عملکرد این دستگاه می‌باشد؛ به همین دلیل برای حذف تاثیر نامطلوب گرمای محیط و گرمای سیال از نوعی محافظ و سد کننده حرارتی (Heat Shield) استفاده می‌شود.

فشارپارگی ثبت شده (Rated Burst Pressure)، از فشارپارگی میانگین حداقل دو عدد پولک مطابق استاندارد ASME بدست می‌آید، تلرانس پارگی (Burst Tolerance)، مطابق ASME نباید از ۵ درصد فشار عملکر بیشتر باشد(اغلب سازندگان معتبر این تلرانس را در حد ۲درصد محدود کرده‌اند) به همراه محدوده عملکرد و نسبت عملکرد از عوامل مهم در طراحی و استفاده از پولک‌های پاره شونده می‌باشند.

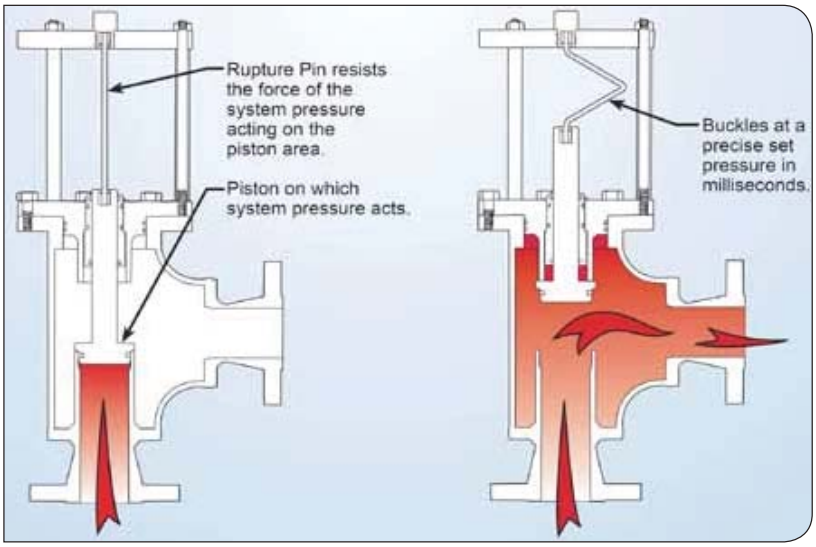
در شکل ۷ نحوه و محل نصب پولک پاره شونده را مشاهده می‌کنید. یکی از ایرادات مهم پولک‌ها،



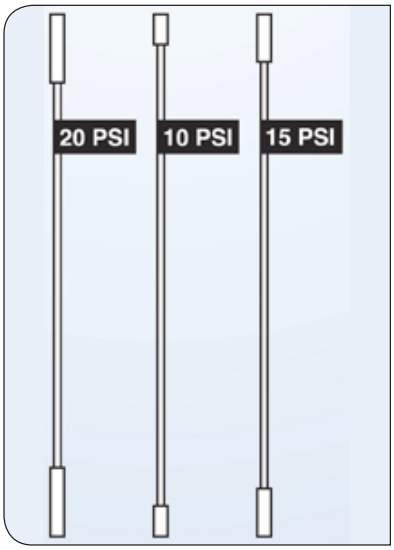
شکل ۶



شکل ۷



شکل ۸



شکل ۹ : چندنمونه Pin

مسـدود کردن مسـیر لوله می‌باشـد. به همیـن دلیل و ایـرادات دیگر در جاهائی که افزایش فشـار سـیال باعـث خطـرات جانـی و مـالـی زیاد می‌شـود از روش‌هـای پیشـرفته‌تری اسـتفاده می‌شـود که یک نمـونه از آن را در ادامه توضیح خواهم داد.

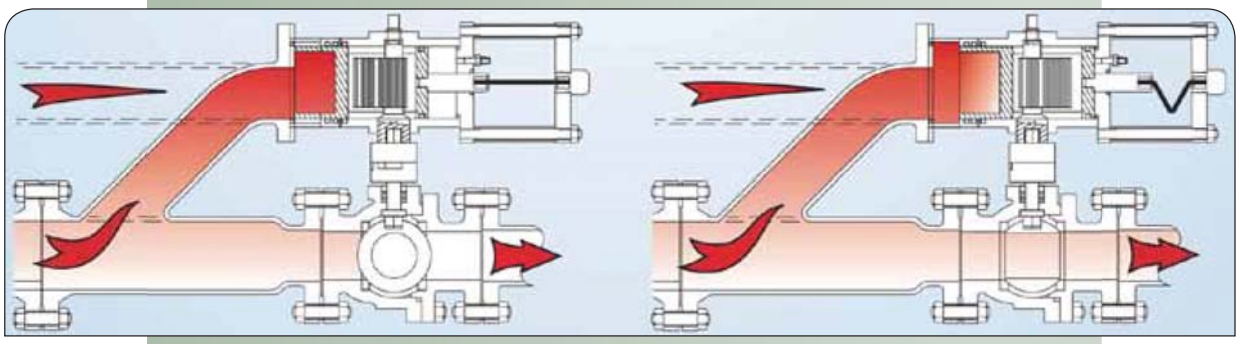
در سال ۱۹۸۶ میلادی شرکت‌های Shell و Exxon در یک پروژه مشترک در کشورهلند به شیرهای اطمینانی نیـاز پیدا کردند، که در نقطه تنظیـم (Set Point) برابر ۸۳bar دارای دامنه‌تغییر (Tolerance) در حد ۱/۵± و همچنیـن دارای زمان پاسـخ سـریعی باشـد. فناوری شیرهای فنردار مناسـب این کاربرد نبودند، و شیرهای اطمینان ساخته شـده با این تکنولوژی مرتباً دچار خطا می‌شـدند و باعث آسـیب دیدن سـایر تجهیـزات نیز می‌شدند. حل این مشـکل خاص توسط آقای‌تیلور از شـرکت Taylor Tools ، (با استفاده از قوانین اویلر در رابطه با سـتون‌های تحت فشار و خمش) موجب ابداع فناوری Rupture[Buckling] Pin Technology شد.

نمونه‌ای از شیر اطمینان ساخته شده با این فناوری را در شـکل ۸ مشـاهده می‌نمائید. در این فنـاوری از پدیده Euler Buckling (خم‌برداشـتن در فشار بحرانی شرح داده شده توسط Euler در سال ۱۷۴۴ میلادی) استفاده شـده اسـت. آقای تیلور از این پدیده برای جایگزین نمودن یک میله فلزی به جای فنر شیراطمینان درساخت شیراطمینان با عملکرد سـریع و دقیق استفاده نمود. در این کاربرد و در شـرایط عادی شیر کاملاً بسته بوده و در مقابل فشار داخل مخزن به خوبی مقاومت می کند و در فشـار مشخص شـده (Set Point)، شـیراطمینان به سرعت عمل می‌کند(بازمی‌شود)، عملکرد این نوع شیر به صورت قطع و وصل در محدوده میلی‌ثانیه می‌باشـد. با اسـتفاده ازآلیاژهای ویژه نظیـر ۳۰۴SS, Inconel و Inco علاوه بر داشتن نقطه تنظیم فشار دقیق با محدوده تغییرکم، طول عمر قطعه خم شونده نیز طولانی خواهد بود. ایـن قطعه کـه Rupture Pin یـا Buckling Pin نامیده می‌شـود، موجـب انقلابی در صنعت شـیرهای اطمینان شـده است. شـیرهای اطمینانی که بر پایه این Pin سـاخته می‌شـوند خصوصیـات پولک‌هـای پاره شـونده را نیز با مشخصات شـیر اضافه می کنند. برای تغییـر نقطـه تنظیـم ایـن نوع شـیر بـرای فشـارهای مختلف،کافی اسـت Pin شیر با یک Pin با فشارکاری دیگر تعویض شـود. شـکل ۹، چند نمونه Pin را نشان می‌دهد. استاندارد ASME کداستاندارد این شیر را ارائه نموده اسـت. در شکل ۱۰ نیز شما مشخصات یک Pin را مشاهده می کنید. این نوع شیر از سال ۱۹۹۰ میلادی به بازار عرضه شـده و ازآن می‌توان تافشار ۲۰,۰۰۰psi استفاده نمود. جالب اسـت که تاکنون ۹۹/ ۹۹درصد، استفاده‌کنندگان از این نوع شیر ازآن رضایت داشته‌اند.

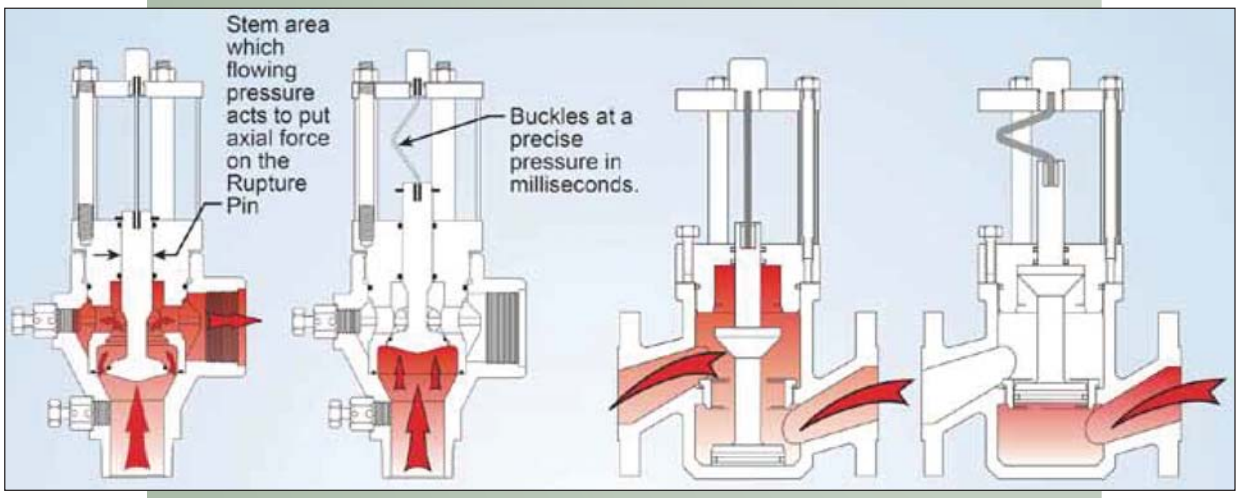
منابع:

1: Valve Selection Handbook, R. W. ZAPPE, Peter Smith, Gulf Professional Publishing
2: www.rupturepin.com
3: www.bucklingpin.com
4: www.kingsenergy.com
5: www.leser.com

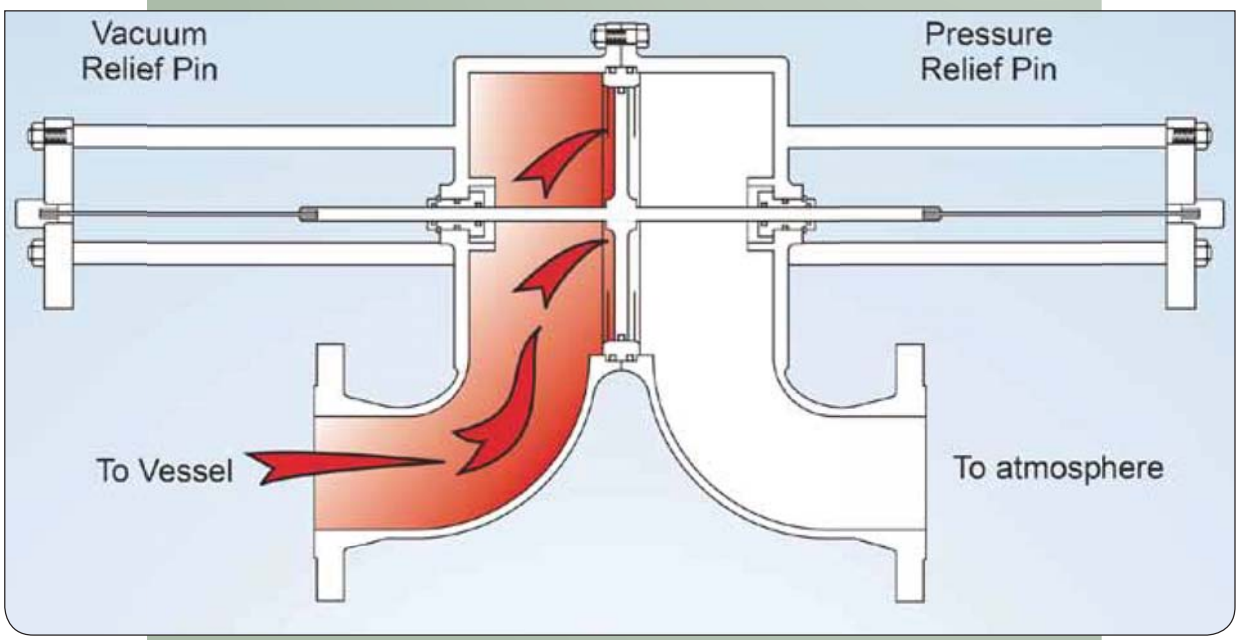
شکل ۱۰ : یک نمونه Safety Valve با فناوری Buckling Pin



شکل ۱۱ : شیراطمینان ویژه سیالات لجنی نظیر فاضلاب یا مواد سنگین نفتی



شکل ۱۲ : نحوه عملکرد شیراطمینان



شکل ۱۳ : شیراطمینان دوگانه فشار و خلاء