

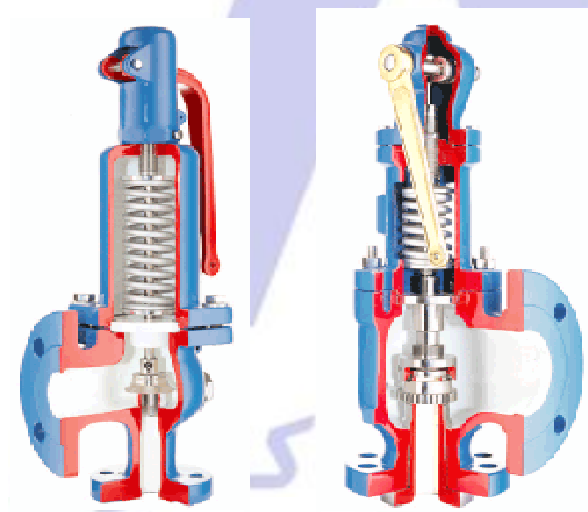
شیرهای اطمینان (قسمت اول)

شرکت پارس جم کنترل

نویسنده مقاله: مهندس عادل قهرمانی

شیر اطمینان شیری است که مانع از ازدیاد فشار در تجهیزات شده و ایمنی افراد و تجهیزات را حفظ می نماید. این تجهیزات در زمان افزایش بیش از اندازه فشار کار سیستم، با تخلیه حجمی از سیال به خارج از سیستم موجب تثبیت فشار می گردند. مهم است که شیرهای اطمینان تحت هر شرایطی، وظیفه خود را انجام دهند و مانع از ازدیاد فشار سیستم شوند.

در هر جائیکه احتمال افزایش فشار بیشتر از حداکثر فشار کاری مجاز سیستم¹ (MAWP) موجود باشد، باید از شیر اطمینان استفاده کرد. در سیستم های بخار، شیر اطمینان معمولاً در روی بویلر و تجهیزاتی مانند خروجی فشار شکن ها نصب می شود.



شکل 1: شیرهای اطمینان

افزایش فشار مجاز به علل مختلف اتفاق می افتد:

- جریان ناخواسته سیال توسط شیرهای قطع و وصل
- عملکرد نامناسب و یا خرابی شیرهای تقلیل فشار
- نقص در سیستم خنک کاری که موجب تبخیر و انبساط سیال می شود
- قطع نیروی الکتریسیته یا هوای فشرده به سیستم های کنترل
- آتش سوزی
- شکست لوله های مبدل های حرارتی
- واکنش های شیمیائی ناخواسته
- تغییرات دمای محیط
-

¹ Maximum Allowable Working Pressure

در عمل ، انواع مختلفی از شیرهای اطمینان با استانداردهای گوناگون مورد استفاده قرار می گیرند :

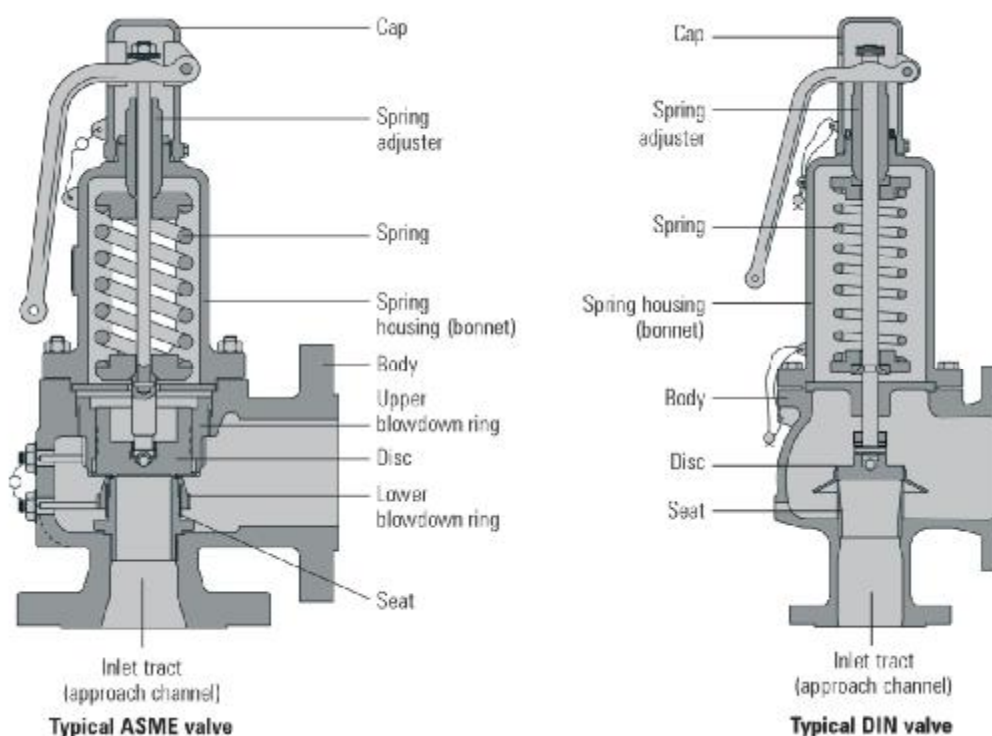
اصطلاح Safety Valve در اروپا معادل Safety Relief Valve یا Pressure Relief Valve در آمریکاست و استفاده از این واژه (Safety Valve) در آمریکا ، معادل با شیر اطمینان نوع Full-Lift در اروپا می باشد.

تعریف شیر اطمینان در استاندارد DIN 3320 و BS 6759 به شرح زیر است :

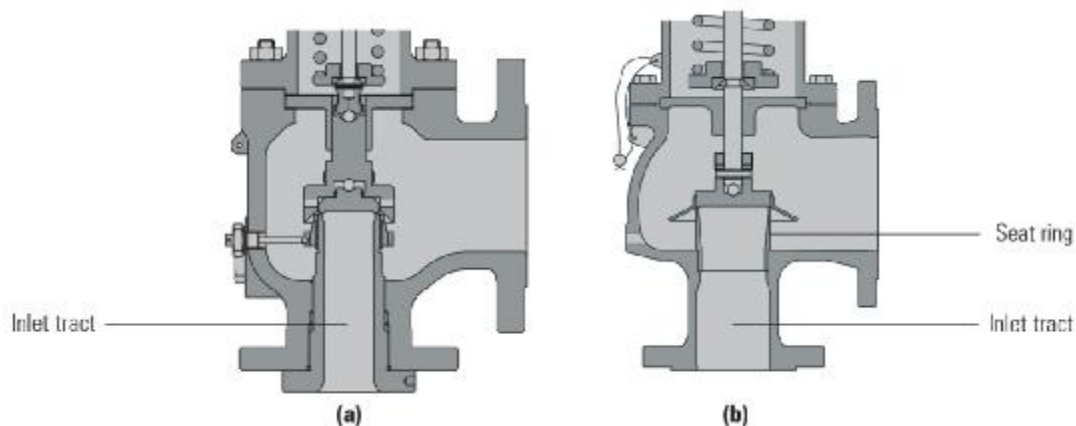
□ شیر اطمینان شیری است که بصورت اتوماتیک و بدون کمک هرگونه انرژی خارجی موجب تخلیه مقدار مشخصی از سیال شده تا از افزایش فشار ، بیش از حد تعریف شده جلوگیری کند و همچنین پس از بازگشت فشار به حالت طبیعی ، بسته شده و از خروج بیشتر سیال جلوگیری کند .

- طراحی شیرهای اطمینان

شیرهای اطمینان غالبا از یک بدنه به حالت 90° تشکیل شده که اتصال ورودی آن بر روی سیستم فشار بالا نصب می شود . در برخی سیستمها ، مثل هوای فشرده می توان خروجی شیر اطمینان را مستقیما و بدون لوله کشی به اتمسفر تخلیه نمود . در داخل شیر اطمینان از یک فنر که قدرت آن با توجه به نقطه آزاد سازی فشار متفاوت بوده و در کارخانه تنظیم می شود استفاده شده است .



شکل 2: شیرهای اطمینان مطابق با استانداردهای ASME و DIN



شکل 3 : شیر اطمینان (a) Full- Nuzzle و (b) Semi-Nuzzle

اتصال ورودی شیر (Approach Channel) می‌تواند از نوع Full-Nuzzle یا Semi-Nuzzle باشد. نوع Full-Nuzzle معمولاً در شیرهای اطمینان مورد استفاده در فرآیندها و تجهیزات فشار بالا، و خصوصاً جهت سیالات خورنده استفاده می‌شود. نوع Semi-Nuzzle شامل رینگی است که در داخل بدنه قرار گرفته و قسمت فوقانی آن سیت قابل تعویض می‌باشد. دیسک توسط نیروی فنر در برابر سیت قرار می‌گیرد. فنر در محفظه باز یا بسته در قسمت فوقانی شیر قرار دارد (Open or Closed Bonnet). جنس فنر غالباً از نوع کربن استیل بوده و میزان فشردگی آن تا محدوده‌ای (با توجه به احواس مکانیکی فنر مورد استفاده) قابل تنظیم است.

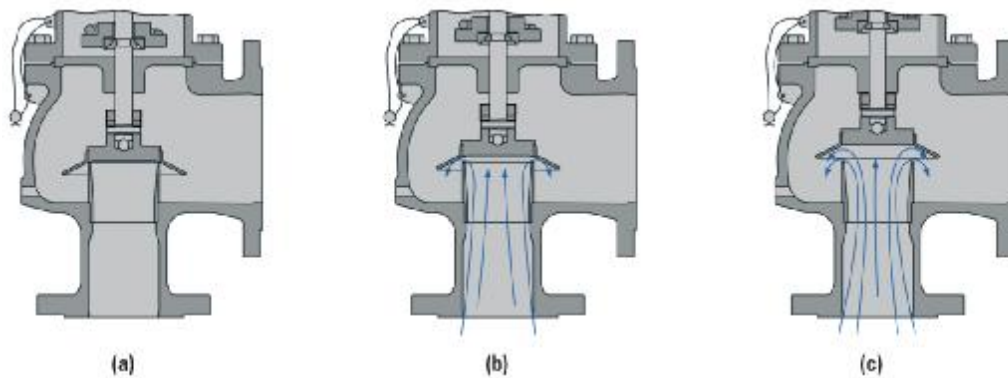
نکته: اصطلاح pop action به باز شدن سریع شیر اطمینان در زمان ازدیاد فشار اطلاق می‌گردد.

نحوه عملکرد شیرهای اطمینان:

- بلند شدن دیسک از روی سیت:

با افزایش فشار استاتیک داخلی تا اندازه بالاتر از فشار تنظیم شیر، دیسک شروع به بلند شدن از روی سیت می‌کند. همزمان باز شدن شیر، فنر تنظیم نیز بتدریج منقبض شده و بدنبال آن نیروی عکس العمل فنر افزایش می‌یابد و این بدان معنی است که بمنظور حرکت بیشتر دیسک و باز شدن کامل شیر، فشار ورودی باید افزایش یابد.

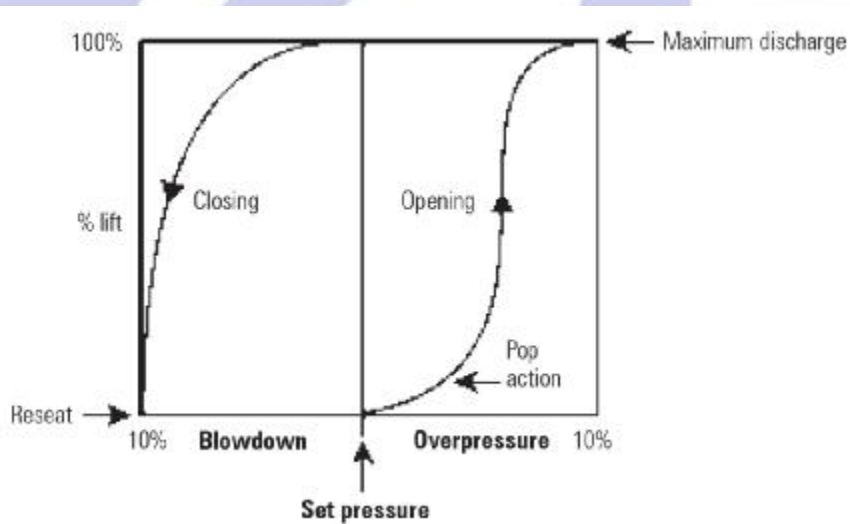
مقدار فشار اضافی لازم که موجب باز شدن شیر اطمینان می‌شود تا ظرفیت مورد نظر را تخلیه کند به Overpressure معروف است. در استانداردها و منابع مختلف، مقادیر متفاوتی جهت Overpressure ذکر شده است ولی بصورت عمومی این مقدار در سیالات قابل تراکم (مانند بخار) معمولاً بین 3% تا 10% و در مایعات 10% تا 25% می‌باشد.



شکل 4: عملکرد شیر اطمینان

- بازگشت و بسته شدن مجدد :

با برگشت شرایط و فشار طبیعی به سیستم ، شیر اطمینان باید مجددا بسته شود . ولی از آنجائیکه در شیر با وضعیت کاملا باز ، سطح بیشتری از دیسک (حداکثر سطح) با سیال در تماس است ، تا وقتی که فشار کاری کمتر از فشار تنظیم نشده باشد ، شیر بسته نخواهد شد . تفاضل بین فشار تنظیم و فشار بسته شدن مجدد به " Blow down " معروف است که معمولا بصورت درصدی از فشار تنظیم بیان می شود . این مقدار در سیالات قابل تراکم کمتر از 10% و در مایعات تا 20% می باشد .



شکل 5: رابطه بین فشار و موقعیت دیسک در شیر اطمینان

جدول 1 نشان دهنده تعدادی از استانداردهای مرتبط با شیرهای اطمینان است.

Country	Standard No.	Description
Germany	AD-Merkblatt A2	Pressure Vessel Equipment safety devices against excess pressure - safety valves
	TRD 421	Technical Equipment for Steam Boilers Safeguards against excessive pressure - safety valves for steam boilers of groups I, III & IV
	TRD 721	Technical Equipment for Steam Boilers Safeguards against excessive pressure - safety valves for steam boilers of group II
UK	BS 6759	Part 1 specification for safety valves for steam and hot water Part 2 specification for safety valves for compressed air or inert gas Part 3 specification for safety valves for process fluids
Franco	AFNOR NFE-E 29-411 to 416	Safety and relief valves
	NFE-E 29-421	Safety and relief valves
Korea	KS B 6216	Spring loaded safety valves for steam boilers and pressure vessels
Japan	JIS B 8210	Steam boilers and pressure vessels - spring loaded safety valves
Australia	SAA AS1271	Safety valves, other valves, liquid level gauges and other fittings for boilers and unfired pressure vessels
USA	ASME I	Boiler Applications
	ASME III	Nuclear Applications
	ASME VIII	Unfired Pressure Vessel Applications
	ANSI/ASME PTC 25.3	Safety and Relief Valves - performance test codes
	API RP 520	Sizing selection and installation of pressure-relieving devices in refineries
		Part 1 Design Part 2 Installation
	API RP 521	Guide for pressure relieving and depressurising systems
	API STD 526	Flanged steel pressure relief valves
API STD 527	Seat tightness of pressure relief valves	
Europe	prEN ISO 4126*	Safety devices for protection against excessive pressure
International	ISO 4126	Safety valves - general requirements

*Note: pr = pre-ratification. This harmonised European standard is not officially issued.

جدول 1: برخی از استانداردهای مرتبط با شیرهای اطمینان

با توجه به گستردگی و تنوع شیرهای اطمینان، معمولاً در انتخاب نوع شیر مناسب جهت کاربردهای مختلف مشکل زیادی وجود ندارد. بعد از انتخاب نوع مناسب، تعیین پارامترهایی نظیر فشار آزادسازی و ظرفیت تخلیه جهت تعیین قطر شیر مورد نیاز می باشد. انتخاب شیر اطمینان شامل چند فاکتور است:

□ هزینه:

در کاربردهای معمول و غیر بحرانی، هزینه از مهمترین پارامترها بشمار می رود. خواص و ظرفیت تخلیه در شیرهای اطمینان با قطر یکسان ممکن است متفاوت بوده که باید مورد توجه قرار گیرد.

□ نوع تخلیه :

شیرهای اطمینان با بدنه باز (Open Bonnet) می‌توانند در سیستم‌های بخار ، هوا و گازهای غیر سمی که به اتمسفر تخلیه می‌شوند ، استفاده گردند . در این کاربردها معمولاً از دسته قابل حرکت جهت تست شیر استفاده می‌شود . در سیستم‌های گاز و مایعی که اجازه تخلیه سیال به اتمسفر موجود نیست ، بدنه بسته (Closed Bonnet) بکار رفته و لازم است که درپوش محکم و بسته داشته باشند .

□ نوع و ساختار داخلی شیر :

در کاربردهای غیر سمی و غیر خورنده با فشارهای متوسط از شیر اطمینان نوع Semi – Nuzzle استفاده شده و در سیستم‌های غیر خورنده ، فشار بالا ، سمی و صنعتی از شیر اطمینان نوع Full-Nuzzle استفاده می‌گردد . در دماهای بالا و سیالات خورنده ممکن است نیاز به جنس بدنه خاص باشد .

□ خواص عملکردی :

نحوه عملکرد شیر به نوع کاربرد بستگی داشته و شیر اطمینان باید مطابق شرایط کاربرد انتخاب شود . در دیگهای بخار ، مقدار Overpressure لازم کوچک و در حدود 3% الی 5% فشار تنظیمی است . (مقدار Overpressure برابر است با مقدار افزایش فشار بالاتر از فشار تنظیم شیر اطمینان است که شیر در حالت کاملاً باز قرار گرفته و حداکثر جریان را تخلیه می‌نماید .) در اکثر کاربردهای دیگر ، این مقدار در حدود 10% تا 25% بوده و مقدار Blowdown نیز تا 20% می‌باشد . (مقدار Blowdown برابر مقدار فشار کمتر از فشار تنظیم شیر اطمینان است که شیر پس از آزاد سازی به حالت کاملاً بسته بر می‌گردد.)

□ تأییدیه :

در بسیاری از کاربردها ، مصرف کننده و نوع سایت ، مشخص کننده نوع استاندارد و کد مربوطه جهت ساختمان و نحوه عملکرد شیر می‌باشد .

- تنظیم و آب بندی :

بمنظور تعیین فشار آزادسازی ، باید به پارامترهای زیر دقت نمود :

□ فشار کار عادی (Normal Working Pressure) NWP : فشار کار و عملکردی سیستم .

□ حداکثر فشار کاری مجاز MAWP² : فشار طراحی یا حداکثر فشار کاری در حالت طبیعی .

□ حداکثر فشار انباشته شده MAAP³ : این پارامتر نشان دهنده حداکثر فشار قابل دستیابی با توجه به نوع و استانداردهای طراحی سیستم است و معمولاً بصورت درصدی بالاتر از MAWP بیان می‌شود . در سیستم های بخار ، MAAP معمولاً 10% بیشتر از MAWP می‌باشد .

□ نقطه و فشار تنظیم (Set Pressure) P_s : فشاری که در آن شیر اطمینان شروع به باز شدن می‌کند .

² Maximum Allowable Working Pressure

³ Maximum Allowable Accumulation Pressure

□ فشار آزاد سازی کامل (Relieving Pressure) P_R : فشاری که شیر به حالت کاملاً باز و حداکثر ظرفیت تخلیه می‌رسد و برابر مجموع فشار تنظیم (P_s) و Overpressure (P_o) می‌باشد .

□ Overpressure (P_o): بصورت درصدی از فشار آزادسازی شیر اطمینان بیان می‌شود .
 دو اصل اساسی جهت محاسبه فشار آزاد سازی موجود است :

1- فشار آزاد سازی می‌باید به اندازه کافی پایین باشد تا از ایجاد شرایط MAAP اطمینان حاصل گردد .

۲- فشار تنظیم باید به اندازه کافی بالا باشد تا فاصله کافی با فشار کاری عادی NWP حفظ شود تا شیر اطمینان بتوان کاملاً بسته گردد . با این وجود ، فشار تنظیم هرگز نباید بیشتر از MAWP باشد .

بمنظور ایجاد شرط اول لازم است تا مقادیر Overpressure و MAAP بصورت درصدی از MAWP بیان شوند که که دو حالت موجود خواهند بود :

□ درصد Overpressure شیر اطمینان کمتر یا برابر درصد MAAP سیستم است .

در این حالت فشار تنظیم می‌تواند برابر MAWP تنظیم شده زیرا فشار آزادسازی همواره کمتر از مقدار واقعی MAAP است . بطور مثال در صورتیکه مقدار Overpressure در شیر اطمینان برابر 5% و مقدار MAAP برابر 10% مقدار MAWP باشد ، فشار آزادسازی برابر MAWP انتخاب می‌شود . در این حالت فشار آزادسازی کامل که برابر فشار تنظیم بعلاوه ده درصد Overpressure است ، کم تر از MAAP شده و قابل قبول است . توجه کنید در صورتیکه درصد MAAP بیشتر از درصد Overpressure باشد ، نقطه تنظیم باید برابر MAWP باشد زیرا افزایش آن بیشتر از MAWP موجب نقض قانون دوم می‌شود .

□ درصد Overpressure شیر اطمینان بیشتر از درصد MAAP باشد .

در این حالت ، انتخاب نقطه تنظیم برابر MAWP بمعنی این است که فشار تخلیه کامل بیشتر از MAAP شده که غیر مجاز است و بنابراین فشار تنظیم باید کمتر از MAWP باشد .

بعنوان مثال ، اگر در شیر اطمینانی مقدار Overpressure برابر 25% و مقدار MAAP برابر 10% باشد ، انتخاب نقطه تنظیم برابر MAWP بمعنی این است که فشار تخلیه کامل 15% بیشتر از MAAP است . در این مثال ، فشار صحیح تنظیم باید 15% کمتر از MAWP باشد .

جدول زیر نشان دهنده خلاصه محاسبه نقطه تنظیم بر اساس قانون اول است :

Apparatus	Safety valve overpressure					
	5%	10%	15%	20%	25%	
MAAP	20%	MAWP	MAWP	MAWP	MAWP	95% MAWP
	15%	MAWP	MAWP	MAWP	95% MAWP	90% MAWP
	10%	MAWP	MAWP	95% MAWP	90% MAWP	85% MAWP
	5%	MAWP	95% MAWP	90% MAWP	85% MAWP	80% MAWP

جدول 2: محاسبه تنظیم شیر اطمینان با استفاده از MAAP و Overpressure

بجز در مواردیکه شرایط عملکردی اقتضا می‌کند، بمنظور رعایت قانون دوم، فشار تنظیم باید مقداری بیشتر از فشار کاری با رعایت حد لازم جهت بلودان باشد. فشار تنظیم با فاصله ناچیز بالای فشار کاری عادی موجب انسداد و بسته شدن کامل شیر اطمینان پس از تخلیه می‌شود.

در صورتیکه فاصله فشار کاری و فشار تنظیم بسیار کم باشد، حداقل مقدار فشار بین فشار بسته شدن کامل (Reseat Pressure) و فشار کاری سیستم برابر 0.1 bar در نظر گرفته می‌شود تا از بسته شدن کامل شیر اطمینان حاصل گردد که به محدوده Shut-Off معروف است.

مهم است که هرگونه تغییر در فشار سیستم مورد توجه قرار گیرد. بطور مثال، در عملکرد شیرهای اطمینان نصب شده پس از شیرهای فشار شکن ممکن است اختلال بوجود آید (بعلت باند نسبی⁴ بزرگ برخی از فشار شکن ها).

در صورتیکه مصرف بخار نسبت به مقدار گذر طبیعی کاهش یابد، شیرهای فشار شکن با درصدی افزایش در فشار خروجی بسته می‌شوند که معرف باند نسبی عملکرد است و برعکس در صورتیکه شیر تقلیل فشار در حالت بدون بار (بدون مصرف بخار) تنظیم شود، در شرایط بار کامل فشار خروجی کمتری خواهد داشت.

بعنوان مثال، شیر PRV با حداکثر باند نسبی 0.2 bar را در نظر بگیرید.

در صورتیکه شیر در حالت بار کامل تنظیم شود، فشار خروجی شیر در حالت بدون بار برابر 5.2 bar خواهد بود (و یا 4.8 bar در حالت برعکس).

در زمان محاسبه فشار تنظیم شیر اطمینان، اگر فشار کنترل PRV در حالت بدون بار تنظیم شود، مقدار باند نسبی در نظر گرفته نمی‌شود، ولی در صورتیکه فشار کنترل PRV در حالت بار کامل تنظیم شود، لازم است که افزایش فشار در حالت بدون بار را در محاسبات اعمال نمود.

مقدار افست نسبی به نوع شیر کنترل و کنترلر مورد استفاده بستگی دارد.

- مثال :

لازم است تا فشار تنظیم شیر اطمینانی در خروجی یک شیر فشار شکن حتی المقدور نزدیک به فشار کاری (خروجی) PRV تنظیم شود. با اطلاعات ذیل، مناسب ترین فشار تنظیم شیر اطمینان را انتخاب کنید:

تنظیم در حالت بار کامل (6 bar = فشار تنظیم PRV)

بالاتر از فشار کاری 0.3 bar = باند نسبی PRV

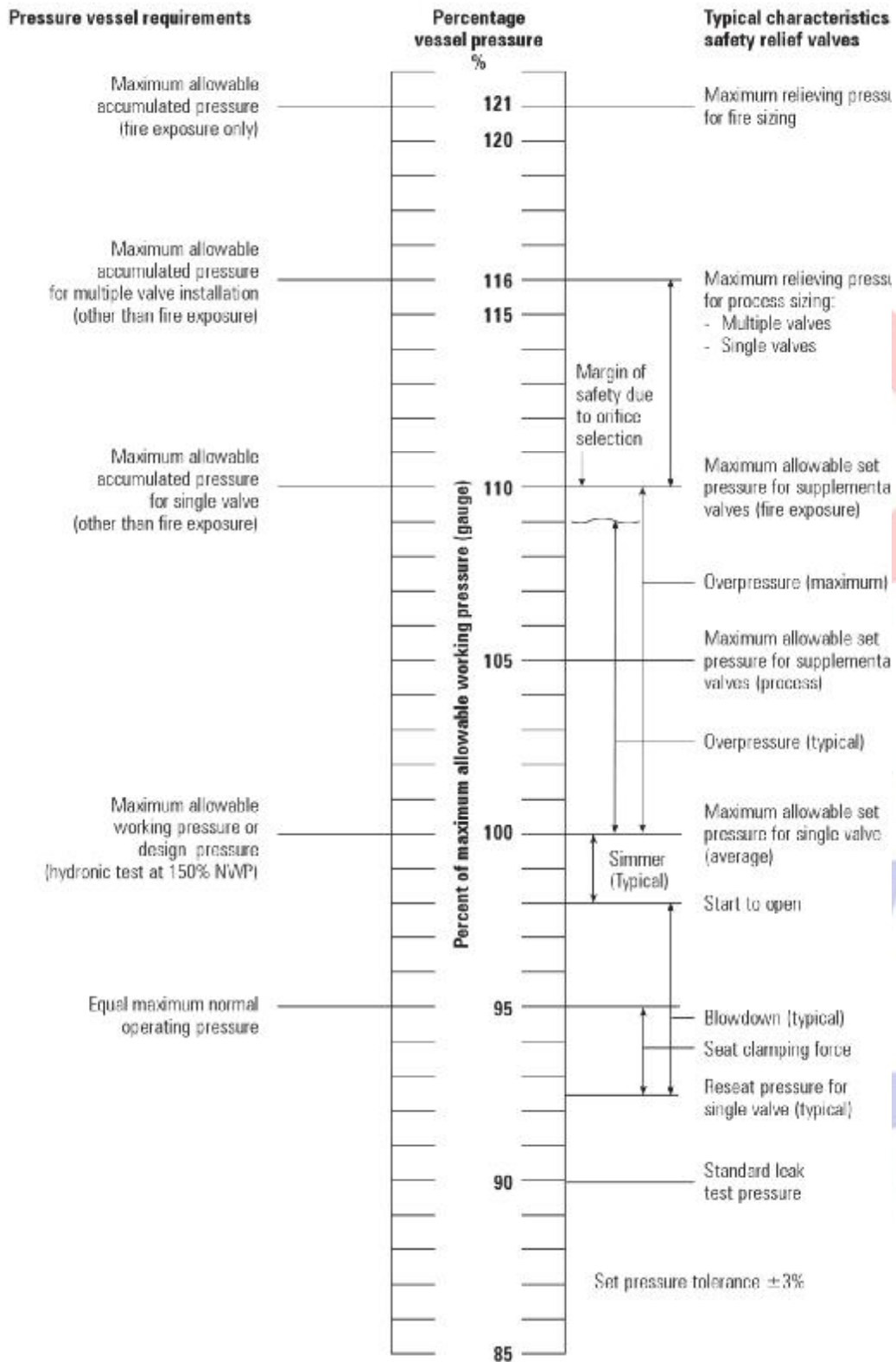
10% = بلودان شیر اطمینان

از آنجائیکه لازم است فشار تنظیم حتی المقدور نزدیک به فشار کاری PRV انتخاب شود، مقدار بلودان باید بیشتر از فشار تنظیم PRV با حد فاصل 0.1 bar بعنوان Shut-Off باشد.

(NWP) 6 bar + 0.3 bar = 6.3 bar : اثر باند نسبی

با اضافه کردن 0.1 bar بعنوان Shut-Off، مقدار بلودان باید 10% بیشتر از 6.4 bar باشد که بمعنی فشار تنظیم برابر 7.04 bar است (به شرطیکه بیشتر از MAWP نباشد).

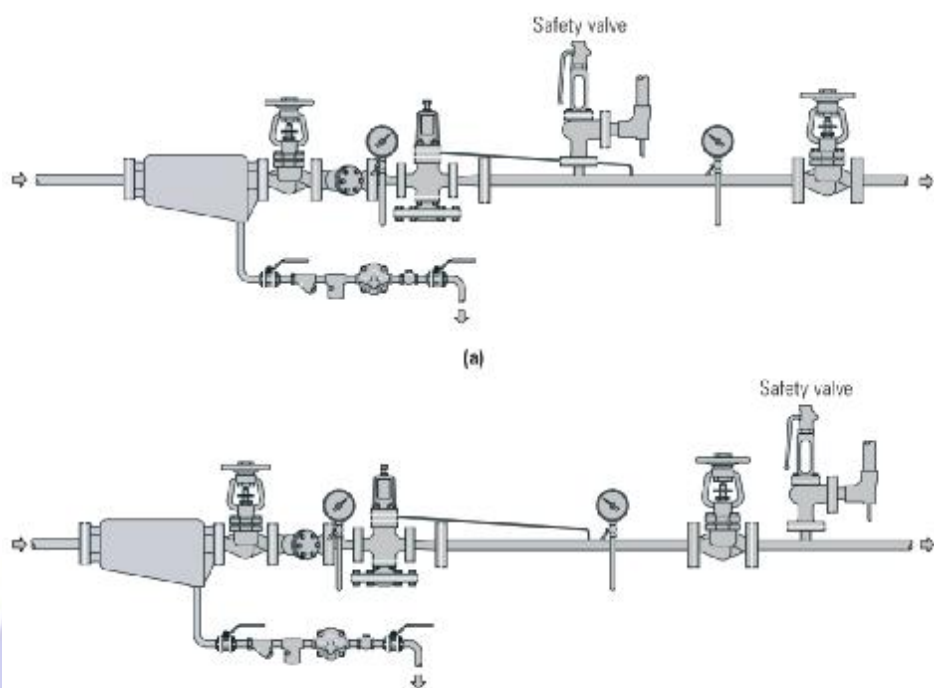
⁴ Proportional Control Band



شکل 6: رابطه بین نسبت‌های فشار در شیر اطمینان با توجه به فشار حداکثر مجاز کاری

- محل نصب شیر اطمینان در ایستگاه های تقلیل فشار :

بمنظور اطمینان از عدم ایجاد شرایط حداکثر فشار قابل تحمل در سیستم ، محل نصب شیر اطمینان نیز باید مورد توجه قرار گیرد . با توجه به تنوع شرایط کاری ، محل نصب مطلق شیر اطمینان غیر قابل تعریف است . در سیستم های بخار ، شیرهای اطمینان غالباً در خروجی ایستگاههای فشارشکن بمنظور حفظ تجهیزات فشار پایین استفاده می شوند و دو چیدمان قابل استفاده است . در شکل (a) شیر اطمینان در داخل ایستگاه و قبل از شیر خروجی و در شکل (b) بعد از ایستگاه و نزدیک به تجهیزات خروجی نصب شده اند .



شکل 7: دو حالت نصب شیر اطمینان در ایستگاه فشارشکن

در حالت اول مزیت های زیر به همراه است :

- شیر اطمینان بابت شیر خروجی قابل تست است بدون اینکه امکان افزایش فشار در تجهیزات خروجی باشد (در حالت خرابی شیر اطمینان) .
 - عدم نیاز به جدا کردن شیر اطمینان از خط جهت تست که دارای هزینه و مشکل بیشتر است .
 - در حالتیکه PRV در وضعیت بدون بار تنظیم شود ، عملکرد شیر اطمینان قابل رؤیت است و در صورتیکه شیر اطمینان عمل نماید باید فشار خروجی PRV را زیر فشار بستن مجدد شیر اطمینان تنظیم نمود .
 - هر گونه انشعاب اضافی در خروجی ایستگاه و بصورت اتوماتیک محافظت می شود (فقط تجهیزات با MAWP کوچکتر نیاز به محافظت مجدد دارند) .
- علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم کنترل (شماره تلفن های 24 , 88708223 و E-mail : info@pars-jam.com) تماس حاصل فرمایند .