اویل ایندا‌ستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی گاز ایران

شیرهای کنترل خودکار و مکانیزم قطع خطوط انتقال

آموزش و تجهیز نیروی انسانی

گردآوری و تالیف: اکبر دوستارگان

بهار ۱۳۹۲

هو العليم

نام کتاب: **شیرهای کنترل خودکار و مکانیزم قطع خطوط انتقال**
مولف: **اکبر دوستارگان**

ویراستار علمی: مجید صفاری نطنزی
نوبت چاپ: اول
تیتراژ: ۱۰۰
ناشر: انتشارات داخلی شرکت ملی گاز ایران
سال نشر: ۱۳۹۲
آدرس: تهران - میدان هفت تیر - خیابان مفتح جنوبی - خیابان شیرودی - پلاک ده - ساختمان آموزش - شرکت ملی گاز ایران - طبقه دوم - آموزش فنی و تخصصی
تلفن: ۲۵-۸۱۳۱۵۷۲۰-۰۲۱ نمابر ۸۱۳۱۵۷۴۴-۰۲۱

مقدمه‌ی آموزش فنی و تخصصی

اهداف اصلی هر سازمان را می‌توان در دو عنوان بیان کرد، جلب رضایت ارباب رجوع یا به عبارت دیگر مشتری مداری و سود آوری سازمان. سازمان‌ها برای رسیدن به اهداف خود اقدام به وضع قوانین و قراردادهای خاصی جهت طی این فرآیند می‌نمایند. قراردادهای وضع شده تحت استانداردهای مشخص از منابع هر سازمان که شامل منابع انسانی و منابع اطلاعاتی و منابع مادی می‌باشند استفاده کرده تا به اهداف تعیین شده دست یابند. جدای از سه محور اصلی یعنی منابع، فرآیند و اهداف سازمان، آنچه این چرخه را از لحاظ درستی عملکرد تضمین می-نماید بازبینی و نظارت مستمر مؤثر واحدهای سنجش عملکرد سازمان با قراردادهای وضع شده می‌باشد هرگونه عدم تطابق عملکرد یک یا چندین واحد مختلف از سازمان با استانداردهای تعیین شده برای آن سازمان یک مسئله و مشکل به حساب می‌آید که در چرخه‌ی ذکر شده اثر نامطلوبی خواهد داشت. منابع هر سازمان اساس فعالیت و راهکارها محسوب می‌شود. داده‌ها و اطلاعات هر سازمان نسبت به دو منبع دیگر (منابع انسانی و منابع مالی) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از آنجاکه موفقیت کارکنان ریشه در اطلاعات و آگاهی افراد سازمان از قوانین و استانداردهای وضع شده و داده‌ای مختلف مرتبط با نوع فعالیت آنها داشته و نقش جهت دهی به کارکنان را بر عهده دارد، منابع انسانی با آموزش‌هایی که راستای ارتقای سطح دانش فردی و گروهی می‌بینند به نوعی فرآیند رسیدن به اهداف مورد نظر از طریق راهکار سازمان را تعیین می‌کنند. آموزش‌های هدفمند خود نیز بر اساس منابع اطلاعاتی استوارند که در اثر تجربیات گذشته و مراحل آزموده شده‌ی قبلی بدست آمده‌اند. مبنی براین دیدگاه میزان اثر بخشی فعالیت‌های سازمان در جهت رسیدن به اهداف والای خود رابطه‌ی مستقیم با منابع سازمان داشته و پرورش کارکنان و آگاهی بخشی به آنها نیز با میزان سودمند بودن منابع اطلاعاتی رابطه‌ی مستقیم دارد. منابع اطلاعاتی سازمان‌ها را مستنداتی چون کتب و جزوات آموزشی تأیید شده توسط واحدهای مرتبط با سطح سنجی منابع آموزشی تشکیل می‌دهد. از اینرو آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران در راستای اهداف خود و استاندارد نمودن دوره های آموزشی و یکسان نمودن منابع تدریس اقدام به تهیه‌ی کتاب‌های آموزشی مرتبط با هر دوره آموزشی نموده است که منطبق با سرفصل آن دوره می‌باشد. کتابی که در پیش رو دارید توسط آقای اکبر دوستارگان تهیه شده و منبع اصلی تدریس **شیرهای کنترل خودکار و مکانیزم قطع خطوط انتقال** می‌باشد که ضمن تشکر از ایشان لازم است کلیه‌ی ادارات آموزش شرکت‌های تابعه جهت تدریس آن دوره از این منبع استفاده نمایند امید است همکاران با ارائه‌ی نظرات و پیشنهادات از طریق آدرس الکترونیکی training.nigc@gmail.com ما را در این امر مهم همچون گذشته یاری نمایند.

آموزش فنی و تخصصی شرکت ملی گاز ایران

خرداد ماه ۱۳۹۲

پیش گفتار

خدای بزرگ را سپاس‌گزارم که در تهیه و گردآوری مطالب کتابی که پیش رو دارید لطف خویش را بر من ارزانی داشت.

این کتاب نتیجه چندین سال تجربه، تحقیق و مطالعه در مورد عمل کننده های خطوط لوله و مخصوصا عمل کننده های خودکار است که جهت استفاده علاقمندان و در تبعیت از حدیث منقول از امام صادق(ع) که "زکاۀ العلم نشره" آماده شده است.

در این کتاب سعی شده است با جمع آوری قریب به اتفاق اطلاعات مورد نیاز برای کار با عمل کننده های شیرهای خطوط لوله و سیستمهای قطع خودکار و تحلیل و بررسی علمی و تجربی آنها و ارائه روشهای تعمیراتی بتوان یک مجموعه کامل را در اختیار خوانندگان محترم قرار داد. در طول مباحث سعی شده است تا معایب و مزایای قابل ذکر گفته شده و درصورت لزوم مقایسه شود. بدین ترتیب خواننده قادر خواهد بود بین گزینه های مختلف، مناسبترین را انتخاب کند. این کتاب پنج بخش اصلی دارد.

در آغاز برای ورود به بخشهای اصلی مقدمه ای ذکر شده است که به قوام مطالب کتاب کمک می کند.

بخش اول کتاب مقدمه ای برای آشنایی با سیستمها و ادوات کنترل نیوماتیکی و شیرهای صنعتی است که به اجمال بحث شده است.

در بخش دوم این کتاب بطور مفصل درمورد سیستمهای لاین‌برک بحث شده است. انواع سیستمهای لاین‌برک به همراه مکانیزم عملکرد، مبانی تئوری، نحوه تنظیم و طراحی این سیستمها ارائه خواهد شد.

بخش سوم به نحوه انتخاب، سفارش و نصب عمل کننده ها اختصاص دارد. خلاصه مجموعه دستورالعملهای شرکتهای سازنده عمل کننده به همراه استانداردهای شرکت ملی گاز و بین المللی در این بخش بطور کامل ذکر شده اند.

در بخش چهارم در مورد عملگرها یا همان سیستم اعمال قدرت عمل کننده ها هستند صحبت می کنیم. بازهم مبانی تئوری قدرتمند، تحلیل دقیق و روشهای تعمیراتی ارائه شده از ویژگیهای این بخش هستند.

در بخش پنجم که طولانیترین بخش این مجموعه است به بررسی موشکافانه عمل کننده یکایک شرکتهای سازنده که محصولات آنها در حال بهره برداری در سطح شرکت انتقال گاز است می پردازیم. برای فهم راحت تر مباحث و یکنواختی این بخش، نقشه عمل کننده ها مجددا و با الگوی یکسان ترسیم شده اند تا خواننده دید بهتری نسبت به تفاوت و شباهت عمل کننده ها داشته باشد.

در پایان نیز نیز مراجع این کتاب و لیست واژگان انگلیسی و ترجمه آنها ذکر شده است.

روند تدوین مطالب به گونه ای است که بهتر است خواننده ترتیب بخشها را در مطالعه کتاب رعایت کند. زیرا بعضا جهت جلوگیری از تکرار، از ذکر مجدد مطالبی که در بخشهای ابتدایی شرح داده شده اند خودداری شده است.

امید فراوان دارم خوانندگان محترم این کتاب از مطالعه‌ی آن استفاده‌ی لازم را ببرند و همچنین از ایشان تقاضا دارم با ارائه‌ی نقطه نظرات خود به آدرس الکترونیکی a.doustaregan@nigc-dist۳.ir / a.doustaregan@gmail.com اینجانب را در رفع کاستی ها و پر بار نمودن اطلاعات آن کمک نمایند.

در پایان بر خود لازم می دانم از تمامی کسانی که در تهیه و تدوین و ویرایش علمی این کتاب بنده را یاری نمودند علی الخصوص جناب مهندس "مجید صفاری نطنزی" و مهندس "محمد احمدی کافشانی" کمال تشکر و قدردانی را بنمایم.

آخر سخن همان کلام اول است که شکر خداست و استعانت از درگاهش جهت توفیق ادامه این راه که:

ما را بر آستان تو بس حق خدمت است ای پادشاه نظری کن فقیر را

خرداد ماه ۱۳۹۲

عنوان دوره: شیرهای کنترل خودکار و مکانیزم قطع خطوط انتقال	کد دوره: ۴۱۰۸۰	مدت: ۲۴ ساعت
شرایط شرکت‌کنندگان: مهندسین و تکنسین تعمیرات کنترل و ابزاردقیق/ بهره‌برداری/ مکانیک		
نوع دوره: شغلی	سطح: کاردانی - کارشناسی	پیش‌نیاز:
امکانات اجرائی: آزمایشگاه ☐ کارگاه ☑ کلاس ☑ غیره ☐ کتـــاب ☐ جزوه ☑ فیلم/ CD ☑		
اهداف آموزشی: توانایی فراگیران در انجام تعمیر و نگهداری شیرهای قطع جریان خطوط انتقال		

سرفصل	محتوا
۱. مقدمه	۱-۱ انواع شیرهای نیوماتیک و هیدرولیک ۱-۲ مکانیزم عملکرد شیرهای نیوماتیک و هیدرولیک و اجزاء آنها ۱-۳ علائم استاندارد قطعات نیوماتیک و هیدرولیک ۱-۴ انواع شیرهای صنعتی و محرکه های آنها
۲. سیستم های آشکارساز شکستگی خط لوله	۲-۱ آشکارساز شکستگی خط لوله ۲-۲ مکان یابی شکستگی خط لوله ۲-۳ روش های آشکارسازی شکستگی خط لوله مبتنی بر اصل پایش فشار ۲-۴ سیستمهای DP/ DTECT ۲-۵ سیستم های ACC/ TECT ۲-۶ سیستم های BREAK/ DTECT ۲-۷ سیستم های BREAK/ DTECT با مشخصات دوگانه
۳. شیرهای اتوماتیک خطوط انتقال گاز	۳-۱ شیرهای اتوماتیک BORSIG ۳-۲ شیرهای اتوماتیک BIFFI ۳-۳ شیرهای اتوماتیک LEDEEN ۳-۴ شیرهای اتوماتیک SHAFER ۳-۵ شیرهای اتوماتیک DOMGAS ۳-۶ نحوه آزمایش، عیب یابی و تنظیم شیرهای اتوماتیک خطوط انتقال گاز
۴. شیرهای اتوماتیک خطوط انتقال مایعات نفتی	۴-۱ مکانیزم عملکرد سیستم های محرکه (هیدرولیک و الکتروهیدرولیک) و شیرهای اتوماتیک خطوط انتقال نفتی ۴-۲ سیستم آشکارسازی شکستگی خط انتقال نفتی ۴-۳ نحوه تنظیم، تست و عیب یابی آنها

فهرست مطالب

مقدمهی آموزش فنی و تخصصی ب
پیش گفتار ت

مقدمه ۱

بخش اول – آشنایی با نیوماتیک و شیرهای صنعتی ۵

مقدمه ای بر علم نیوماتیک و هیدرولیک ۶

علم نیوماتیک ۶
علم هیدرولیک ۷
انواع روغنهای هیدرولیک ۷

قطعات نیوماتیک و هیدرولیک ۷

سیلندر یک کاره یا یک طرفه یا برگشت فنر ۸
سیلندر دوکاره یا دوطرفه ۸
سیلندر پره ای دورانی ۸
موتور گاز ۹
شیرهای نیوماتیکی و هیدرولیکی ۹
شیرهای راه دهنده ۹
طریقه نمایش ۹
ساختمان شیرها ۱۰
شیر یک طرفه با مانع برگشت فنر ۱۱
شیر تعویض کننده "یا" ۱۱
شیر دوفشاره "و" ۱۱
شیر کنترل دبی (گلویی) ۱۱
شیر کنترل دبی با مانع برگشت ۱۲
شیر تنظیم فشار خروجی ۱۲
شیر محدود کننده فشار ۱۳
کارانداز ۱۳
۱ کارانداز دستی ۱۳
۲ کارانداز مکانیکی ۱۴
۳ کارانداز نیوماتیک یا هیدرولیک ۱۴
۴ کارانداز الکتریکی ۱۴

۵ کنترل ترکیبی ۱۵
ترسیم مدار **۱۹**
شیرهای صنعتی **۱۹**
شیر توپی ۱۹
شیر دروازه ای ۲۱
شیر مخروطی/سماوری ۲۲
شیر بشقابی ۲۳
شیر پروانه ای ۲۴
اندازه/سایز شیرها **۲۴**
رده فشاری شیرها **۲۴**
استاندارد تولید شیرها **۲۵**
جمع بندی **۲۵**

بخش دوم – سیستمهای لاین برک ۲۷

مبانی طراحی سیستمهای لاین‌برک **۲۸**

Dp/Dtect **۲۹**

شبیه سازی مشتق‌گیر Dp/Dtect **۳۱**

۱- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با نرخ افت فشار متفاوت **۳۲**
۲- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با قطر اریفیس متفاوت **۳۲**
۳- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با فشار اولیه متفاوت **۳۳**

استخراج فرمول کامل Dp/Dtect **۳۴**

Accu/Tect **۳۶**

Break/Dtect **۴۰**

نحوه ساخت ادوات پایه ای سیستم لاین‌برک **۴۰**

شیر گلویی و چک ولو **۴۰**
مقایسه‌گر DP **۴۱**
تایمر **۴۳**

سیستم دیجیتال تشخیص لاین‌برک ۴۳

پارامترهای موثر بر تنظیم سیستم لاین‌برک ۴۷

شبیه سازی نرم افزاری ۵۱

جمع بندی ۵۱

بخش سوم – عملگرها ۵۳

یوغ چاک دار Scotch Yoke ۵۴

مکانیزم عملکرد ۵۴
ساختار یوغ در عملگرها ۵۵
محاسبه گشتاور تولیدی ۵۵
یوغ مورب ۶۰
تنظیم بازه حرکتی ۶۱
میله راهنما ۶۲

نوع چرخ آسیابی Rotary Vane ۶۴

محاسبه گشتاور تولیدی ۶۴

میله دنده‌ای Rack&Pinion ۶۷

هیدروستاتیکHydroStatic ۶۸

موتور گاز ۶۸
پمپ روغن ۶۹
محاسبه گشتاور تولیدی ۷۰
اربیت موتور ۷۵
یاتاقان تراست ۷۵

هیدروسیل Hydrocyl ۷۶

هیدروتند Hydrotand ۷۶

پاورپک PowerPack ۷۷

گاز روی روغن Gas Over Oil - GOV ۷۸

جمع بندی ۸۰

بخش چهارم – عمل کننده های خطوط لوله انتقال گاز ایران ۸۳

بی‌فی Biffi ۸۴

عملگر ۸۷
نمایشگر وضعیت و لیمیت سوییچها ۸۸
شیر انتخابگر و جک دستی ۸۸
تنظیم سرعت ۹۰
شیرهای محدود کننده گشتاور TLS ۹۰
مخازن گازوروغن ۹۲
قسمت کنترل ۹۳
مخزن ذخیره گاز اضطراری ۹۴
فیلتر ۹۵
سیستم لاین‌برک ۹۸
ساخت ESD با استفاده از سیستم لاین‌برک ۱۰۰
مقایسه‌گر ۱۰۰
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۰۰
تست و تنظیم سیستم لاین‌برک ۱۰۲
روش یافتن منحنی تنظیمات لاین برک به روش سعی و خطا ۱۰۴
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۰۴
مخزن لاین‌برک ۱۰۴
موارد ویژه ۱۰۴
ESD ۱۰۴
اشکالات استفاده از شیر غلتکی ۱۰۵
DPS ۱۰۶
نامگذاری مدلها ۱۰۷

ولویتالیا Valvitalia ۱۰۹

عملگر ۱۱۱
قسمت کنترل ۱۱۱
سیستم لاین‌برک ۱۱۲

بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۱۳
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۱۳
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۱۴
موارد ویژه **۱۱۴**

لدین ایتالیا Ledeen Italy **۱۱۵**

واستاش Vastaš **۱۱۸**

عملگر **۱۲۰**
قسمت کنترلی **۱۲۱**
سیستم لاین‌برک **۱۲۲**
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۲۳
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۲۳
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۲۳
موارد ویژه **۱۲۳**

دی وی جی DVG **۱۲۴**

عملگر **۱۲۶**
قسمت کنترل **۱۲۷**
سیستم لاین برک **۱۲۷**
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۲۷
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۲۷
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۲۸
موارد ویژه **۱۲۸**

روتورک Rotork **۱۲۹**

عملگر **۱۳۱**
قسمت کنترلی **۱۳۱**
سیستم لاین‌برک **۱۳۲**
بحثی درباره یک ایراد فنی ۱۳۲
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۳۳
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۳۳
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۳۳
موارد ویژه **۱۳۳**

بتیس Bettis **۱۳۴**

عملگر ۱۳۶
قسمت کنترلی ۱۳۷
سیستم لاین‌برک ۱۳۷
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۳۹
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۳۹
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۳۹
شفر Shafer ۱۴۱
عملگر ۱۴۳
قسمت کنترلی ۱۴۳
سیستم لاین‌برک ۱۴۳
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۴۴
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۴۴
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۴۴
ساراسین Sarasin ۱۴۵
بورسیگBorsig ۱۴۷
عملگر ۱۴۹
سیستم کنترل ۱۵۱
بررسی یک ایراد فنی ۱۵۲
سیستم لاین‌برک ۱۵۳
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۵۴
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۵۴
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۵۵
موارد ویژه ۱۵۶
شوک Schuck: Type A ۱۵۷
موارد ویژه ۱۵۹
طرح جدید شوک Schuck: Type G ۱۶۱
عملگر ۱۶۲
قسمت کنترلی ۱۶۳
سیستم لاین‌برک ۱۶۳
موارد ویژه ۱۶۴

لدین آمریکا Ledeen USA ۱۶۵

عملگر ۱۶۷
قسمت کنترلی ۱۷۱
بررسی یک ایراد فنی ساختاری ۱۷۱
سیستم لاین‌برک ۱۷۳
بازنشانی سیستم لاین‌برک ۱۷۴
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک ۱۷۴
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک ۱۷۴
موارد ویژه ۱۷۵
عمل‌کننده لدین خط دوم سراسری ۱۷۵
جمع بندی ۱۷۷

بخش پنجم – عمل کننده؛ از سفارش تا نصب و راه اندازی ۱۷۹

انتخاب عمل‌کننده متناسب با شیر اصلی Actuator Sizing ۱۸۰

استاندارد اتصال عملگرهای گردش-درصدی به شیرهای صنعتی ISO ۵۲۱۱:۲۰۰۱ ۱۸۱

مشخصات فنی خرید طبق استاندارد عمل‌کننده‌های خودکار IGS-M-PL-۰۰۷ ۱۸۴

تجهیزات الحاقی ۱۸۴
نکات طراحی ۱۸۵
مدارک و مکتوبات ۱۸۵
تست عملکرد ۱۸۷
سایر قسمتهای ۰۰۷ ۱۸۸
نکات ضروری ۱۸۸

نصب عمل کننده برروی شیر ۱۹۱

نحوه استقرار عمل کننده ۱۹۱
نصب و راه‌اندازی عمل‌کننده ۱۹۲
مقدمات ۱۹۲
نصب عمل کننده ۱۹۳
تنظیمات ۱۹۴
راه‌اندازی ۱۹۶

نحوه اخذ انشعاب لاین‌برک ۱۹۸

جمع بندی ۲۰۰

مراجع ۲۰۱

واژه نامه ۲۰۵

سرآغاز

مقدمه

در این قسمت مقدمه کوتاهی راجع به روند و هدف این کتاب ذکر می گردد.

مقدمه

گاز طبیعی به عنوان یکی از مهمترین منابع انرژی در جهان شناخته می شود. بسیاری از مراکز صنعتی، نیروگاهها، منازل مسکونی مصرف کننده انرژی حرارتی این موهبت الهی هستند. حتی برخی صنایع مانند صنعت نفت از انرژی ذخیره شده بصورت فشار جهت استخراج نفت از اعماق زمین استفاده می کنند.

گاز طبیعی در اعماق زمین و تحت فشار بسیار بالا قرار دارد و برای رسیدن به مصرف کنندگان، ابتدا بایستی از عمق زمین استخراج گردیده و سپس جهت استفاده برای مصرف کنندگان بطور مناسب شرایط دهی گردد. بدین منظور پس از استخراج از چاهها، گاز طبیعی پالایش و شرایط دهی اولیه شده (مخصوصا از جهت تنظیم فشار گاز) و آماده انتقال و تحویل به مصرف کننده می گردد. دو روش عمده برای انتقال گاز وجود دارد: اول، توسط تزریق گاز به مخازن فلزی و تحویل مخازن به مصرف کننده و دوم، استفاده از خطوط لوله انتقال گاز که روشی مناسب تر و مقرون به صرفه تر است. در کشورمان نیز قسمت اعظم انتقال گاز توسط خطوط لوله انجام می گیرد که بصورت یک شبکه با طول مجموع خطوط لوله بیش از ۳۱,۰۰۰ کیلومتر تا سایز حداکثر "۵۶ تشکیل یافته است.

برای انتقال مطمئن گاز در مسیر خطوط لوله، دو دسته تاسیسات مهم نصب می‌شوند:

۱. تاسیسات تقویت فشار. این تاسیسات جهت جبران افت فشار ناشی از حرکت سیال در خطوط لوله، در فواصل مشخص، بطور متوسط ۱۰۰ کیلومتر، احداث می‌شوند. در این تاسیسات با استفاده از کمپرسورهای گاز و با نسبتهای معین، گاز کم فشار ورودی به گاز پرفشار خروجی تبدیل می‌شود.

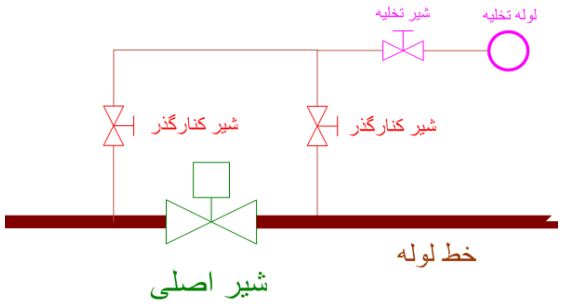
۲. ایستگاههای شیر بین راهی خطوط لوله. شیرهای بین راهی وظیفه قطع و وصل جریان گاز در خطوط انتقال را در برعهده دارند. در صورتی که نیاز به تعمیر خط لوله بوده یا حادثه ای در خطوط رخ دهد، با بستن شیرهای طرفین قطعه معیوب یا تحت تعمیر، گاز این قطعه تخلیه شده تعمیرات انجام می شود.

شیرهای بین راهی خطوط لوله از نوع توپی[۱] یا دروازه ای[۲] می باشند. مطابق شکل (۱-م)، در کنار شیرهای اصلی، دو شیر فرعی بنام کنارگذر[۳] جهت ایجاد یک مسیر موازی شیر اصلی و یک شیر دیگر بنام تخلیه[۴] جهت تخلیه گاز لوله نصب می شوند.

بدلیل دشواریهای بهره برداری و بازکردن و بستن شیر، عمل کننده (اکچویتور[۵])های مکانیکی برقی هیدرولیکی و نیوماتیکی برروی آنها نصب می شود. با استفاده از این عمل کننده ها می توان با فشردن یک دکمه فشاری فنری

[۱] Ball
[۲] Gate
[۳] Bypass
[۴] Blowdown
[۵] Actuator

بنام پوش باتن[۶] شیر را باز کرد یا بست. قسمت اعمال/انتقال قدرت به ساقه شیر را عملگر[۷] می گوییم. بازوبست شیر را اصطلاحا بهره برداری[۸] از شیر می گوییم.



شکل ۱ –م آرایش ایستگاه شیر بین راهی

طول و وسعت شبکه انتقال گاز موجب می گردد خطرات بسیاری خطوط لوله را تهدید کرده و حفظ ایمنی خطوط در اولویت باشد. از جمله این خطرات، پارگی[۹] یا ترکیدگی(شکستن)[۱۰] خط لوله است. درک حساسیت این مسئله زمانی آسانتر می شود که بدانیم طراحی خطوط لوله انتقال گاز ایران، اغلب برابر ۱۰۵۰psi یا ۷۱.۵atm است که عدد بسیار بزرگی است. بنابراین ترکیدگی لوله انتقال گاز علاوه بر تلفات و هزینه های مادی، خطرات جانی بالقوه ای نیز در پی خواهد داشت.

جهت کاهش این خطرات و افزایش ایمنی خط لوله، شیرهای خطوط لوله راهی مجهز به سیستم قطع خودکار یا لاین‌برک[۱۱] می گردند که در صورت بروز ترکیدگی در خط لوله بصورت خودکار شیر را می‌بندد لذا به این شیرها، شیر خودکار [۱۲] می گویند. ترجمه فنی مصطلح کلمه "لاین‌برک" به فارسی، "قطع خودکار" است اما بدلیل متداول بودن واژه لاین‌برک، در ادامه از همین کلمه استفاده خواهد شد. سیستم لاین‌برک در حقیقت یک مجموعه تجهیز اضافی برروی عمل کننده است که بیشتر در مواقع ترکیدگی ناخواسته کاربرد می یابند. تصور کنید در نیمه شبی از زمستان در یک منطقه صعب العبور لوله انتقال گاز بترکد. چقدر زمان لازم است تا بهره بردار خود را به محل حادثه و شیرهای بین راهی برساند و آنها را ببندد؟ اما در صورتیکه شیر بین راهی مجهز به

---

[۶] Push Button
[۷] Base/Mechanical Actuator
[۸] Operation
[۹] Rupture
[۱۰] Break
[۱۱] Line Break
[۱۲] Automatic Line Break Valve

سیستم لاین‌برک باشد، شیر خودکار خودبخود بسته خواهد شد. همچنین به شیر خودکار، شیر اصلی نیز گفته خواهد شد[۱۳].

[۱۳] بطور کلی عنوان خودکار به عمل کننده ای اتلاق می گردد که برای بازوبست نمودن شیر از نیرویی غیر از نیروی مستقیم دست و در این موضوع، بخصوص از فشار گاز خط لوله استفاده می کند، کمااینکه یک عمل کننده خودکار می تواند LBV و یا ESD باشد. اما بدلیل تمرکز این کتاب برروی عمل کننده های لاین برک، واژه خودکار را دال بر LBV بودن سیستم درنظر می گیریم.

بخش اول

آشنایی با نیوتیک

و شیرهای صنعتی

در این فصل بطور مختصر آشنایی اولیه با ادوات نیوماتیک ایجاد شده و سپس بطور خلاصه شیرهای صنعتی متداول معرفی می شوند. خواننده عزیز باید بداند که هدف از این بخش صرفا آشنایی اجمالی برای ورود به مباحث سایر بخشهای این کتاب است و برای درک دقیق عملکرد مدارهای نیوماتیکی و نیز شیرهای صنعتی بایست به کتابهای مرجع در این زمینه مراجعه نمود.

مقدمه ای بر علم نیوماتیک[۱۴] و هیدرولیک[۱۵]

علم نیوماتیک

نیوما در زبان یونانی یعنی تنفس باد و علم نیوماتیک، علمی است که در مورد حرکات و وقایع هوا صحبت می کند. در صنعت منظور از نیوماتیک، استفاده از انرژی هوای فشرده به منظور کاربردهای کنترلی مکانیکی است.[۱۶]
این انرژی یکی از انرژی هایی است که در حال حاضر از آن استفاده وافر در انواع صنایع می شود و می توان گفت امروزه کمتر کارخانجات یا مراکز صنعتی را می توان دید که نیوماتیکی نباشد چرا که بسیار تمیز و کم خطر و ارزان است. خواص اصلی نیوماتیک به شرح زیر است:

۱- عامل اصلی کارکرد سیستم نیوماتیک هواست که به وفور یافت می شود.
۲- هوای فشرده را می توان از طریق لوله کشی به نقاط مختلف کارخانه یا مراکز صنعتی جهت کارکرد سیستم های نیوماتیک هدایت کرد.
۳- هوای فشرده را می توان در مخازن مخصوص انباشته و آن را انتقال داد یعنی همیشه احتیاج به کمپرسور (برای تولید هوای فشرده) نیست.
۴- افزایش و کاهش دما اثرات مخرب و سوئی بر روی سیستم نیوماتیک ندارد و نوسانات حرارتی از عملکرد سیستم جلوگیری نمی کند.
۵- قطعات نیوماتیک و اتصالات آن نسبتا ارزان و از نظر ساختمانی ساده هستند لذا تعمیرات آنها راحت تر از سیستم‌های مشابه نظیر هیدرولیک می باشد.
۶- هوای فشرده نسبت به روغن مصرفی در هیدرولیک تمیزتر است.
۷- عوامل سرعت و نیرو در سیستم نیوماتیک قابل کنترل و تنظیم است.
۸- عناصر نیوماتیک در مقابل بار اضافه مقاوم بوده و به آنها صدمه وارد نمی شود مگر اینکه افزایش بار سبب توقف آنها گردد.

معایب سیستم نیوماتیک به شرح زیر است:

۱- چون سیال اصلی مورد استفاده در سیستم نیوماتیک هوای فشرده و جهت تهیه هوای فشرده باید با کمپرسور آن را فشرده کرد همراه هوای فشرده شده مقداری رطوبت وناخالصی هوا و ذرات جامد وارد سیستم شده و سبب برخی خرابیها در قطعات می شود لذا باید جهت تهیه هوای فشرده، فیلتراسیون مناسب استفاده نمود.

فیلتراسیون به دو صورت انجام می گیرد:
اول فیتراسیون ذرات و جامدات که توسط صافی های مکانیکی با قطر حفره های چند ده میکرون انجام می‌گیرد. معمولا مایعات نیز در میان همین صافیها متوقف شده و در مخزن فیلتر جمع و سپس تخلیه می شوند.

---

[۱۴] Pneumatic- تلفظ انگلیسی این کلمه نیوماتیک و تلفظ فرانسوی آن پنوماتیک است

[۱۵] Hydraulic

[۱۶] در صنعت گاز، بجای هوا از گاز استفاده می شود.

دوم فیلتراسیون غبار و رطوبت که توسط دانه های سیلیکاژل قابل احیا و یا توسط مواد شیمیایی که با رطوبت واکنش می دهند انجام می گیرد.

۲- هوای مصرف شده در سیستم نیوماتیک در هنگام تخلیه از سیستم دارای صدای زیادی است که این مسئله نیاز به کاربرد صدا خفه کن را الزامی می کند.

۳- به علت تراکم پذیری هوا به خصوص در سیلندرهای نیوماتیکی که زیر بار قرار دارند امکان ایجاد سرعت ثابت و یکنواخت وجود ندارد که این مسئله از معایب نیوماتیک به شمار می رود.

علم هیدرولیک

هیدرولیک از کلمه یونانی "هیدرو" مشتق گردیده است و این کلمه به معنای جریان حرکات مایعات می باشد. در گذشته تنها مایع مورد استفاده فقط آب بوده است اما بعدها عنوان هیدرولیک دامنه وسیعتری به خود گرفته و شامل قواعد و کاربرد مایعات دیگر، بخصوص "روغن معدنی" گردید، زیرا آب بعلت خاصیت زنگ زدگی، در صنایع نمی توانست بعنوان انتقال دهنده انرژی مورد استفاده قرار گیرد در عوض روغن، بدلیل خاصیت روانکاری و ضدزنگ زدگی به سرعت مورد استقبال قرار گرفت. با این حال بدلیل آلودگیهای موجود در مقایسه با نیوماتیک، در صنایع امروز کمتر برای مقاصد کنترلی و اتوماسیون استفاده می گردد و بیشتر برای انتقال انرژی و توان بالا مخصوصا در سیلندرهای مکانیکی استفاده بسیار می گردد.

می توان گفت که جهت قدرت های فوق العاده زیاد مقرون به صرفه تر است از نیروی هیدرولیک استفاده شود.

انواع روغنهای هیدرولیک

وظایفی که از یک روغن هیدرولیک انتظار می رود ، روانکاری، انتقال نیرو، کاهش اصطکاک و سایش، محافظت از زنگ زدگی اجزاء سیستم و سازگاری با تمام اجزاء سیستم است.

روغن های هیدرولیک بر اساس استاندارد ISO ۶۷۴۳ به سطوح کیفیت زیر تقسیم بندی می شوند:

HH : روغن پایه معدنی بدون مواد افزودنی. این اولین نسل از روغن های هیدرولیک بود.

HL : با اضافه کردن مواد افزودنی ضدزنگ و ضد اکسیداسیون نسل جدیدی از این روغن ها به نام HL بوجود آمد که به این گروه روغن های گردشی نیز گفته می شود.

HM : با اضافه کردن مواد افزودنی ضد سایش به روغن های HL روغن های هیدرولیک HM جدید تولید شد که در حال حاضر پرمصرف ترین روغن های هیدرولیک هستند.

HV : با بالا بردن شاخص گرانروی روغن های هیدرولیک HM ، روغنهای HV با این سطح کیفیت بدست آمد، که برای کارکرد در محدوده دمایی وسیع مناسبند.

HG : این روغن ها که به روغن هیدرولیک ماشین ابزار معروفند، با خاصیت چسبندگی که دارد در سیستمهای کشویی رفت و برگشتی از سیستم به بیرون پرتاب نمی شوند.

این تقسیم بندی سطوح کیفیت یکی از معروف ترین طبقه بندی روغن های هیدرولیک است. از استانداردهای دیگر در تقسیم بندی روغن های هیدرولیک می توان اینها را نام برد: DIN ۵۱۵۲۴, Cetop RP ۹۱ H, Afnor NFE, Cincinati Milacron, … .

قطعات نیوماتیک و هیدرولیک

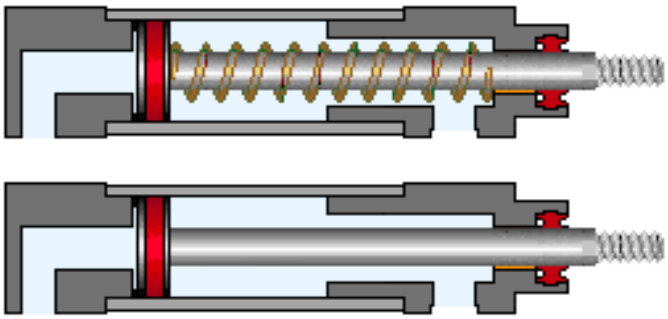
در این قسمت به بررسی قطعات پایه سیستمهای نیوماتیک و هیدرولیک می پردازیم.

سیلندر یک کاره یا یک طرفه یا برگشت فنر[۱۷]

در این سیلندرها یک فنر ارتجاعی وجود دارد که پیستون را در یک حالت اولیه ثابت نگه می دارد. بنابراین تنها به یک طرف صفحه پیستون نیرو اعمال می گردد. با اعمال نیرو به سمت مقابل صفحه پیستون تغییر وضعیت داده و اهرم بیرون می آید.

سیلندر دوکاره یا دوطرفه[۱۸]

در این سیلندرها هیچ حالت اولیه ای برای پیستون وجود ندارد و با اعمال نیرو به هرسمت صفحه پیستون تغییر وضعیت داده و اهرم جابجا می شود.

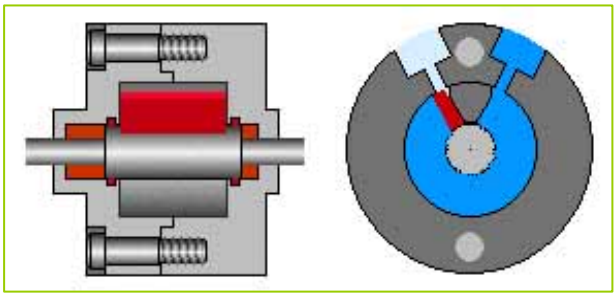


شکل ۱-۱- سیلندر پیستون یک کاره، بالا – دو کاره، پایین.

شکل (۱-۱) سیلندرهای یک کاره و دو کاره را نشان می دهد.

سیلندر پره ای دورانی[۱۹]

سیلندر پره ای دورانی، یک سیلندر دوطرفه با زاویه چرخش تا کمتر از ۳۶۰ درجه می باشد، در این سیلندرها یک گشتاور دورانی در مرکز سیلندر بوجود می آید (شکل (۲-۱)).



شکل ۲-۱ - سیلندر دورانی پره ای

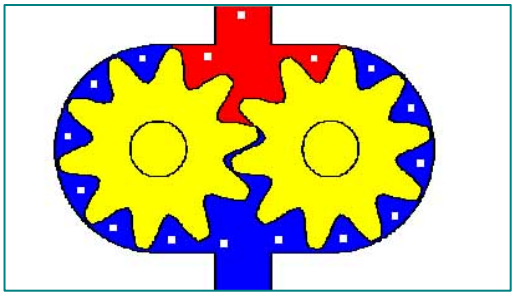
[۱۷] Single Acting

[۱۸] Double Acting

[۱۹] Rotary Vane

موتور گاز[۲۰]

هوا یا گاز فشرده با چرخاندن پره های چرخدنده ایجاد حرکت دورانی می کند. این حرکت پیوسته است و بر خلاف انواع قبلی محدود نیست.



شکل ۳-۱- موتور گاز

شیرهای نیوماتیکی و هیدرولیکی

این شیرها وسایلی جهت کنترل، تنظیم، استارت، توقف و جهت دادن به هوا می باشند و با توجه به کاربری که در سیستم دارند طبق استاندارد DIN/ISO۱۲۱۹ به پنج دسته تقسیم می شوند:

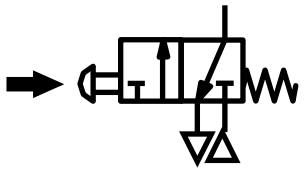
۱- شیرهای راه دهنده
۲- شیرهای یکسو کننده
۳- شیرهای کنترل شدت جریان
۴- شیرهای کنترل فشار
۵- شیرهای قطع و وصل

شیرهای راه دهنده

شیرهای راه دهنده عملی مشابه کلیدهای قابل کنترل را انجام می دهند لذا از نوع پردازشگر می باشند و می‌توانند مسیر جریان را تغییر دهند.

طریقه نمایش

برای نمایش شیرها از علائم مداری خاص استفاده می شود، این علائم مداری مشخص کننده ساختمان داخلی شیر نمی باشد و فقط نمایانگر عملکرد شیر می باشد.



شکل ۴-۱ - شیر ۳/۲N.C.

برای هر وضعیت شیر از یک مربع استفاده می کنیم و به تعداد وضعیتهای قابل تصور شیر، مربعها را ترسیم کرده و در یک ردیف کنار هم قرار می گیرد.

در داخل مربع ها خطوط ارتباطی بیانگر مسیر جریان در هر وضعیت می‌باشد و خط با فلش، نشان دهنده مسیر عبور جریان می باشد، قطع بودن جریان درون وضعیتها را خروجی را با T نشان می دهیم. جهت تغییر موضع شیر نیز از کاراندازها در سمت راست یا چپ شیر استفاده می کنیم. بعدا درمورد کاراندازها بیشتر صحبت می کنیم.

---

[۲۰] Gas Motor

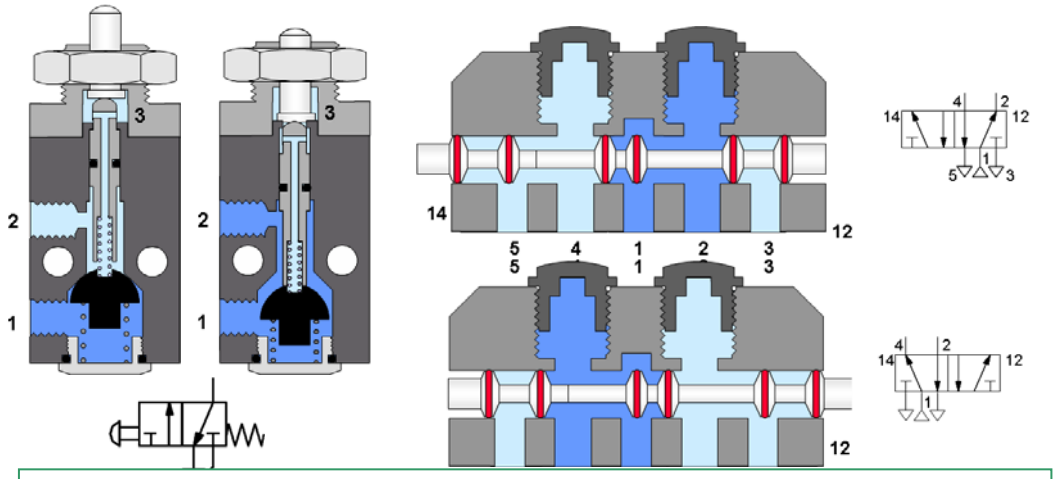
جهت نامگذاری هر شیر، ابتدا تعداد دهانه های ورودی و خروجی شیر را می شماریم. سپس تعداد مربع‌ها یا حالات ممکن شیر را نیز حساب می کنیم. اکنون ابتدا تعداد دهانه ها، سپس ممیز و پس از آن تعداد مربعها را ذکر می کنیم. نهایتا نیز نحوه تحریک شیر ذکر می شود. با این توضیحات در شکل (۱-۴) یک شیر ۳/۲ تحریک دستی برگشت فنر می باشد.

برای نامگذاری دهانه های شیرها دو روش وجود دارد: اول با استفاده از اعداد و دوم با استفاده از حـروف، کـه در اینجا قاعده دوم ذکر می شود: در این روش، سرهای خروجی شیر با حروف A، B و C و ... ، پاور ورودی بـا P ، سر تخلیه با R و S و سرهای کنترلی با Z و Y نمایش داده می شوند.

ساختمان شیرها

شیرهای کنترلی نیوماتیکی به لحاظ ساختمانی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- شیرهای نشستی[۲۱] : مطابق شکل (۵-۱، چپ) عامل مسدود کننده یا تعیین کننده مسیر در این شیرها ساچمه یا دیسک فلزی می باشد که بصورت عمودی بالا و پایین می رود. معمولا در این شیرها که عمر بالایی دارند از یک فنر برای تعیین یک حالت پایدار اولیه استفاده می شود. این طرح صرفا برای پیاده سازی طرحهای ساده و معمولا دو وضعیتی استفاده می شود.



شکل ۵-۱- یک شیر نشستی تحریک دستی، قبل و بعد از تحریک چپ – شیر کشویی در دو حالت، راست

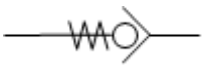
۲- شیرهای کشویی[۲۲]: مطابق شکل (۵-۱، راست) در این شیرها قسمت متحرک شبیه یک پیستون با چند صفحه متصل به هم است که بصورت طولی حرکت کرده و مسیر جریان را تغییر می دهد. این شیرها اغلب در مواقعی که نیازی به نیروی فنر نیست استفاده می شوند.

---

[۲۱] Poppet

[۲۲] Spool

شیر یک طرفه با مانع برگشت فنر[۲۳]

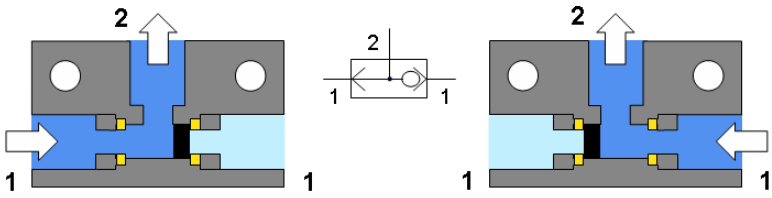


شکل ۶-۱- شیر یکطرفه

این شیرها تنها اجازه می دهند جریان سیال از یک طرف عبور کند و از طرف دیگر مسیر جریان را مسدود می کنند. عامل آب بند این شیرها می تواند گوی، مخروط، صفحه و یا دیافراگم باشد (شکل (۶-۱)).

شیر تعویض کننده "یا" [۲۴]

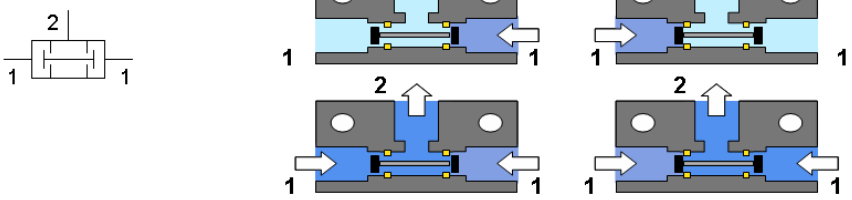
این شیر که به آن "یا[۲۵]" منطقی نیز گفته می شود در واقع همانند همان المان منطقی عمل می کند. در صورتیکه در هریک از ورودیهای آن سیگنال داشته باشیم در خروجی سیگنال خواهیم داشت، در صورتیکه در هردو سیگنال داشته باشیم سیگنال مقدم تر موثر خواهد بود (شکل (۷-۱)).



شکل ۷-۱- شیر تعویض کننده

شیر دوفشاره "و" [۲۶]

این شیر در واقع معادل المان منطقی "و" می باشد و تنها در صورتیکه در هر دو ورودی سیگنال هم فشار داشته باشیم در خروجی سیگنال خواهیم داشت، از این خصوصیت این شیر در مدارهای ایمنی تجهیزات استفاده فراوان می شود (شکل (۸-۱)).



شکل ۸-۱- شیر دو فشاره

شیر کنترل دبی (گلویی)[۲۷]

---

[۲۳] Check Valve/ Non Return Valve

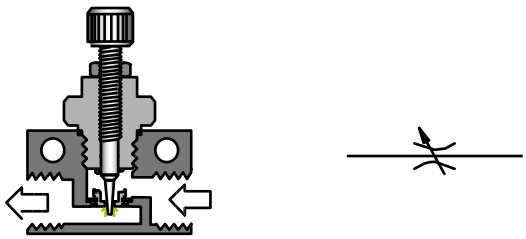
[۲۴] Shuttle Valve

[۲۵] OR

[۲۶] AND Shuttle Valve

[۲۷] Throttle Valve

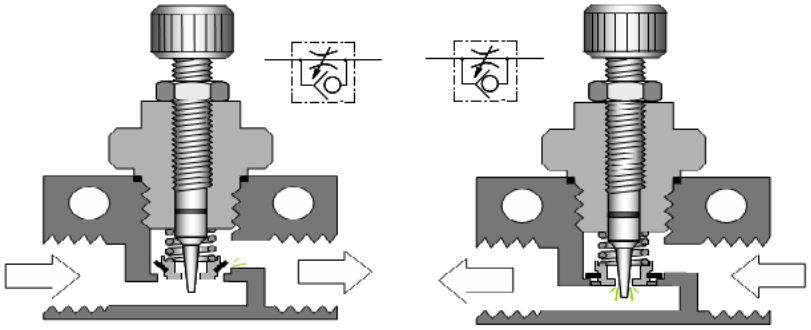
در این شیرها دهانه گلویی بزرگتر از قطر آن می باشد، در این شیرها مقطع تنگنا (گلویی) شیر در دو نوع ثابت و یا قابل تنظیم می باشد(شکل(۹-۱)).



شکل ۹-۱- شیر گلویی

شیر کنترل دبی با مانع برگشت[۲۸]

در این شیر، عبور سیال در یک جهت از مسیر عکس شیر یک طرفه به راحتی انجام می شود، در حالیکه در جهت عکس عبور سیال تنها از شیر گلویی و بصورت کنترل شده انجام خواهد شد (شکل (۱۰-۱)).



شکل ۱۰-۱- شیر کنترل دبی با مانع برگشت

شیر تنظیم فشار خروجی[۲۹]

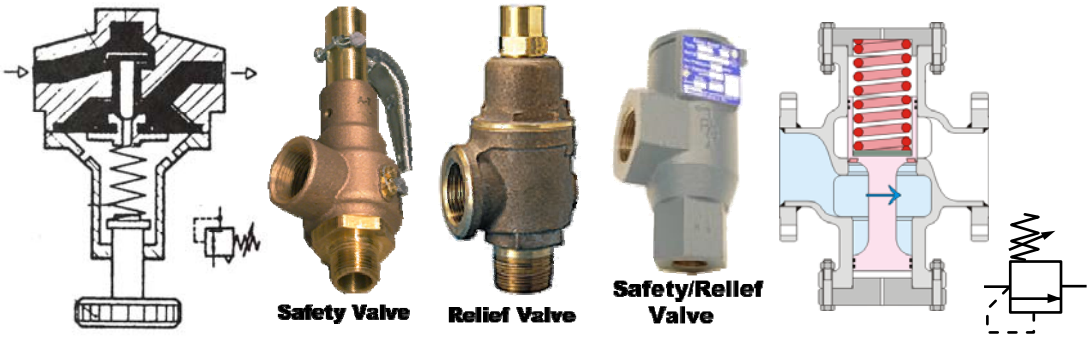
فشار خروجی این شیرها، بدون توجه به فشار ورودی و نوسانات احتمالی آن، همیشه ثابت و برابر عدد تعیین شده است به شرطی که فشار در ورودی بزرگتر یا مساوی فشار تعیین شده باشد.

در عمده مدلها فشار خروجی این شیرها قابل تنظیم و تغییر در محل می باشد، اما در برخی مدلها این تنظیم فقط در کارخانه انجام می گیرد (شکل (۱۱-۱، چپ)).

---

[۲۸] Throttle with Check Valve

[۲۹] Regulator



شکل ۱۱-۱- شیر تنظیم فشار، چپ – انواع شیرهای محدود کننده فشار، راست

شیر محدود کننده فشار[۳۰]

این شیر عمدتا بعنوان شیر اطمینان/ایمنی در سیستم بکار می رود تا مانع از تجاوز فشار سیستم، از حد تعیین شده گردد، در صورتیکه فشار از حد تعیین شده بیشتر شود، دهانه خروجی بلافاصله باز می شود و تا وقتی که نیروی فشار سیستم بر فنر غلبه داشته باشد دهانه باز باقی خواهد ماند.

این شیرها نیز در دو نوع قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم در محل ساخته می شوند.

همچنین با توجه به کاربری مورد انتظار، این شیرها در دو نوع ساخته می شوند:

۱- شیر ایمنی[۳۱]: معمولا برای سیستم های با سیال گاز، مثل بخار، هوا و گاز استفاده می شود.

۲- شیر اطمینان[۳۲]: این شیر معمولا در سیستمهای حاوی مایعات بکار می رود، تا خروج تدریجی سیال، مانع از بروز ضربه قوچ و زیانهای مشابه گردد، در این سیستمها، سیال خروجی از این شیر به قسمتهای کم فشار سیستم هدایت می شود و شیر پس از بازگشت به شرایط معمولی مجددا بسته می شود.

۳- شیر ایمنی و اطمینان[۳۳]: در جاهایی که سیال ترکیبی از دوحالت مایع و گاز باشد بکار می رود.

انواع شیرهای محدودکننده فشار در شکل (۱۱-۱، راست) دیده می شوند.

کارانداز[۳۴]های شیر

کارانداز‌ها، عامل تغییر وضعیت شیرهای کنترلی می باشند، این کارانداز‌ها به چهار دسته اصلی دستی، مکـانیکی، نیوماتیک/هیدرولیک و الکتریکی تقسیم می شوند که گاها ترکیبی از این عوامل نیز بکار برده می شوند.

۱. **کارانداز دستی**: در این نوع، تغییر وضعیت شیر کنترلی توسط عامل انسانی انجام می گیرد که معمولا انگشت دست و یا پدال پائی انسان می باشد (شکل (۱۲-۱، چپ)).

---

[۳۰] Pressure Relief/Safety Valve

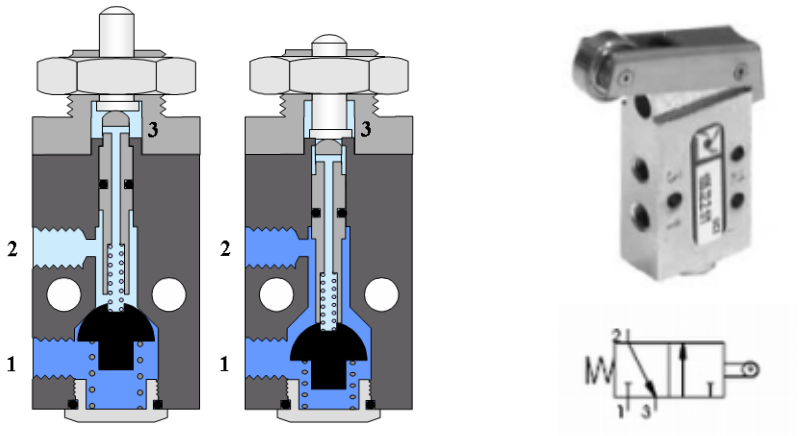
[۳۱] Safety Valve

[۳۲] Relief Valve

[۳۳] Safety/Relief Valve

[۳۴] Operator

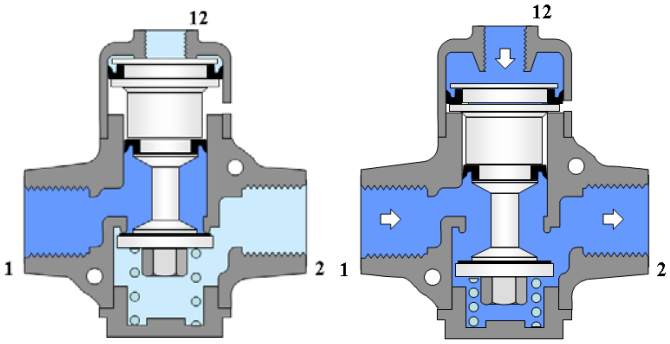
۲. **کارانداز مکانیکی**: در این نوع شیرها، تغییر موضع شیر توسط عامل مکانیکی انجام می گیرد. به عنوان مثال حرکت یک میله و برخورد آن به سر تحریک شیر کنترلی یک عامل مکانیکی است که موجب تغییر وضعیت شیر می گردد.



شکل۱۲-۱- کارانداز دستی شیر نشستی، قبل و بعد از فشردن دگمه، چپ – کارانداز مکاتیکی، راست

شکل (۱۲-۱، راست) کارانداز مکانیکی معادل شیر نیوماتیکی سمت چپ را نشان می دهد که با برخورد میله پیستون به غلتک باعث تحریک و تغییر وضعیت شیر نیوماتیکی می گردد.

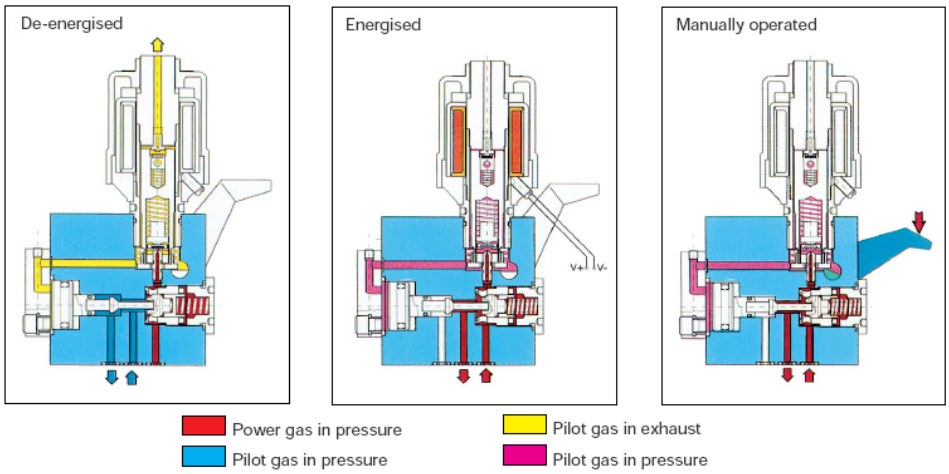
۳. **کارانداز نیوماتیک یا هیدرولیک**: در این نوع، نیروی حاصل از روغن یا هوای فشرده به سر کنترلی شیر اعمال شده و باعث تغییر وضعیت آن می شود. شکل (۱۳-۱) یک شیر نشستنی با کاراندار نیوماتیکی/هیدرولیکی را نشان می دهد.



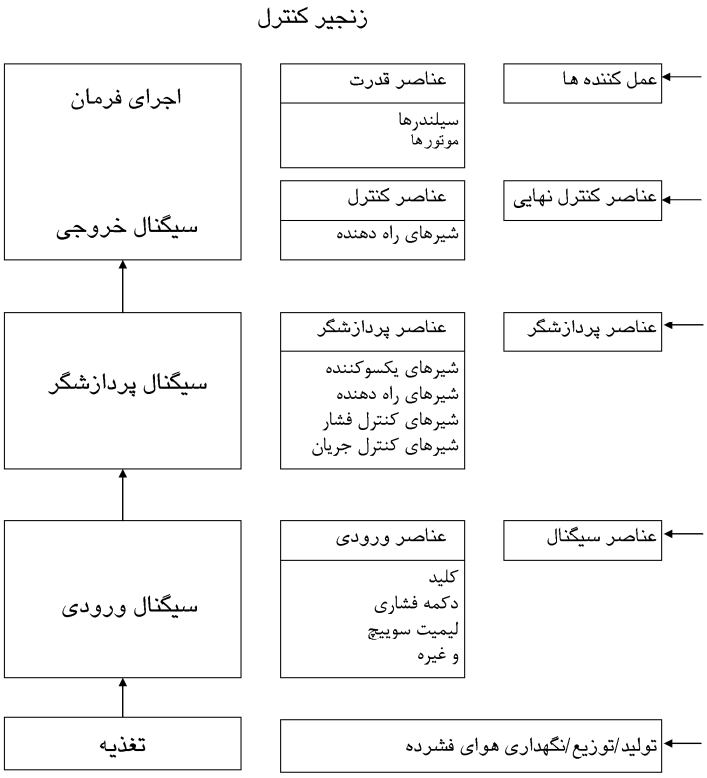
شکل ۱۳-۱- کارانداز نیوماتیکی/هیدرولیکی، قبل و بعد از تحریک

۴. **کارانداز الکتریکی**: یک سولنویید که نیروی الکتریکی را به مغناطیسی تبدیل می کند باعث حرکت قطعه فلزی درون هسته سیم پیچ می گردد. این قطعه به سر یک شیر کنترلی متصل است. لذا با حرکت آن، شیر هم تغییر موضع می دهد.

۵. **کنترل ترکیبی**: در این ساختار سر کنترلی شیر، قابل تحریک با دو یا چند عامل است کـه درصـورت اعمال هرکدام از آنها تغییر موضع می دهد. مثلا شیرهای کنترلی با سر تحریک سـولنوییدی و دسـتی که هم با نیروی الکتریکی و هم بصورت دستی قابل کنتـرل هسـتند. در شـکل (۱۴-۱) ایـن کارانـداز ترکیبی نمایش داده شده است.

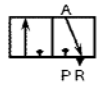
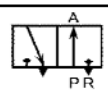
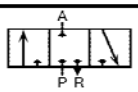
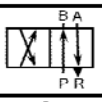
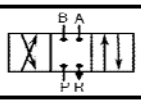
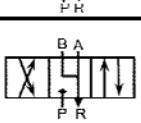


شکل ۱۴-۱- کارانداز سولنوییدی-دستی برروی عمل کننده "بی فی"

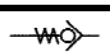
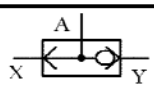
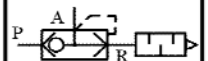
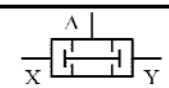


شکل ۱۵-۱- زنجیره کنترل

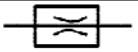
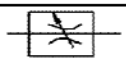
شیرهای راه دهنده

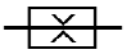
شیر راه دهنده ۲/۲ در موضع نرمال A-P مسدود است	
شیر راه دهنده- ۲/۲ در موضع نرمال A-P باز است	
شیر راه دهنده ۳/۲ در موضع نرمال A-P بسته است	
شیر راه دهنده- ۳/۲ در موضع نرمال A-P باز است	
شیر راه دهنده ۳/۳ در موضع وسط تمام اتصالات مسدودند	
شیر راه دهنده ۴/۲	
شیر راه دهنده- ۴/۳ در موضع وسط تمام اتصالات مسدودند	
شیر راه دهنده ۴/۳ در موضع وسط فشار خروجیهای A و B تخلیه می شود	

شیرهای یک طرفه

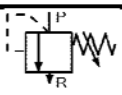
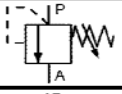
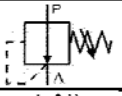
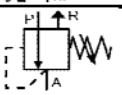
شیر با مانع برگشت فنر	
شیر تعویض کننده " یا "	
شیر گلویی با مانع برگشت	
شیر تخلیه سریع	
شیر دوفشاره " و "	

شیرهای کنترل شدت جریان

شیر کنترل دبی (گلویی)	
شیر کنترل دبی قابل تنظیم	

شیر دیافراگمی	
شیر کنترل دبی با تنظیم غلتکی - فنری	

شیرهای کنترل شدت جریان

شیر محدود کننده فشار	
شیر تابع فشار	
شیر تنظیم فشار بدون دهانه تخلیه	
شیر تنظیم فشار با دهانه تخلیه	

نقاط تخلیه

بدون اتصال لوله ای	
با اتصال لوله ای	

شیر قطع و وصل

نمایش ساده شیر	

علایم دهانه ها

دهانه ها	*A, B, C, …*
تغذیه	*P*
تخلیه	*R, S, T, …*
نشت	*L*
کنترل	*X, Y, Z*

علایم خطوط

منبع فشار	
خطوط فشار کاری	
خط کنترل	

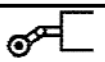
کارانداز دستی

شکل کلی	

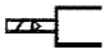
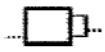
شکل ۱۶-۱- علایم مداری ادوات نیوماتیک

دکمه فشاری	
اهرمی	
پدالی	

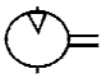
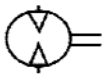
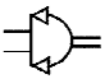
کارانداز مکانیکی

شاخکی	
فنری	
غلتکی	
غلتکی با برگشت آزاد	

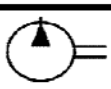
کار انداز برقی

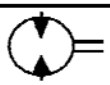
سولنوییدی	
سولنوییدی و شیر پایلوت نیوماتیکی	
تحریک نیوماتیکی با اعمال فشار	
تحریک نیوماتیکی با تخلیه فشار	
تحریک نیوماتیکی با اختلاف فشار	

موتورهای نیوماتیک

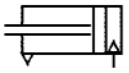
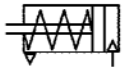
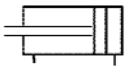
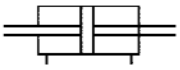
با یک جهت دورانی	
با دو جهت دورانی	
با دوران نامحدود	

پمپ و موتورهای هیدرولیک

هیدروپمپ با یک جهت جریان	
هیدروپمپ با دو جهت دورانی	
هیدروموتور با یک جهت جریان	

هیدروموتور با دو جهت جریان	

سیلندرها

سیلندر یک کاره توسط نیروی خارجی	
سیلندر یک کاره برگشت فنر	
سیلندر دوکاره با یک میله پیستون یک طرفه	
سیلندر دوکاره با میله پیستون دوطرفه	

وسایل مراقبت و فیلترها

فیلتر سیال	
اب گیر با کارانداز دستی	
آب گیر با تخلیه خودکار	
فیلتر ضد الودگی و ابگیر	
خشک کن	
روغن زن	

شکل ۱۶-۱- علایم مداری ادوات نیوماتیک (ادامه)

ترسیم مدار

اولین اصل در ترسیم مدار و جادهی عناصر این است که ساختار مدار بایستی با زنجیر کنترل مطابقت داشته باشد تا برای خواننده گیرایی بیشتری داشته باشد. در این زنجیره باتوجه به مسیر حرکت سیگنال از منبع تا مقصد، عناصر و شیرهای مسیر را به چند گروه طبقه بندی می کنند. در شکل (۱۵-۱) این دیاگرام نمایش داده شده است.

در ترسیم مدار از نمادهای ساده شده برای هر عنصر و شیر استفاده می شود و در صورت نیاز به توضیحات بیشتر، معمولا در گوشه نقشه نوشته می شود. نماد مداری این عناصر در شکل (۱۶-۱) نشان داده شده است.

پس از ترسیم مدار لازم است که تمامی عناصر نامگذاری شوند. معمولا اگر سرهای شیرها با حروف علامتگذاری شده باشد، نام عناصر با اعداد ذکر می گردند.[۳۵] در عمل کننده ها، نامگذاری عناصر ممکن است از انتها به ابتدا یا بالعکس و مطابق گروههای زنجیره کنترل انجام گیرد. بدین منظور ابتدا مسیرهای حرکت سیگنال شناسایی می شوند. سپس با استفاده از حروف هر مسیر را مشخص می کنند. مثلا در عمل کننده های بی فی نامگذاری از انتها به ابتدا و در شوک از ابتدای ورود سیگنال به انتها انجام می گیرد. در بی فی، مخزن گازوروغنی که در حالت بستن شیر تحت فشار قرار می گیرد را به نام ۴.C و تانک روغن بازکردن شیر را به نام ۴.O علامتگذاری می کنند که C حرف ابتدای کلمه Close و O حرف ابتدای کلمه Open است.

درصورتی که تعداد عناصر با عملکرد مشابه بیش از یک عدد باشد با استفاده از ممیز آنها را از همدیگر متمایز می کنند. مثلا در صورتی که دو عدد سیلندر داشته باشیم که حرکت رفت دارند آنگاه با نامهای ۱.۱.O و ۱.۲.O می توانند نامگذاری شوند.

شیرهای صنعتی[۳۶]

شیرهای صنعتی همانند شیرهای نیوماتیک، وظایف متنوع و مختلفی از قبیل قطع و وصل جریان سیال، کنترل جریان سیال، جهت دهی به حرکت سیال و تغییر آن، تخلیه فشار مازاد سیال و تامین ایمنی سیال را برعهده دارند. در صنعت گاز نیز، تقریبا شیرهای صنعتی برای انجام تمامی وظایف گفته شده بکار گرفته می شوند اما عمدتا شیرهای بین راهی خطوط لوله انتقال گاز، وظیفه قطع و وصل جریان گاز درون لوله را برعهده دارند.

شیرهای صنعتی از نظر ساختمان به انواع مختلفی تقسیم می شوند که عمده آنها به شرح زیر می باشد:

شیر توپی[۳۷]

متداولترین و مناسبترین نوع شیر استفاده شده در خطوط لوله است که با چرخش ۹۰درجه ای آب بند –که توپی شکل است- درون بدنه، باعث مسدود شدن و یا بازشدن مسیر گاز می گردد. این توپی بصورت یک گوی می باشد که یک کانال در میان آن ایجاد شده است. وقتی این کانال همراستا با لبه ها یا دهانه شیر باشد، کاملا باز بوده و وقتی قسمت توپر گوی مقابل دهانه شیر باشد کاملا بسته است.

واضح است که باتوجه به نحوه عملکرد این شیر، عمل کننده آن بایستی ربع گرد یعنی با قابلیت چرخش ۹۰ درجه ای باشد.

---

[۳۵] متاسفانه معمولا سازندگان عمل کننده ها در نامگذاری عناصر از روش شناخته شده استفاده نمی کنند که در آینده خواهید دید

[۳۶] Industrial Valves

[۳۷] Ball Valve

قسمتهای مهم شیر توپی به قرار زیر است:

۱. بدنه[۳۸]
۲. توپی[۳۹] یا همان آب بند شیر است که کاملا متقارن بوده و بایستی سطح آن صیقلی باشد.
۳. نشیمنگاه[۴۰] که قسمتهای اصلی برای ایجاد سطح آب بند در تماس با توپی شیر می باشد.
۴. ساقه[۴۱] شیر که در شیرهای بین راهی بلند بوده و طول آن معمولا تا ۳ متر نیز می رسد.

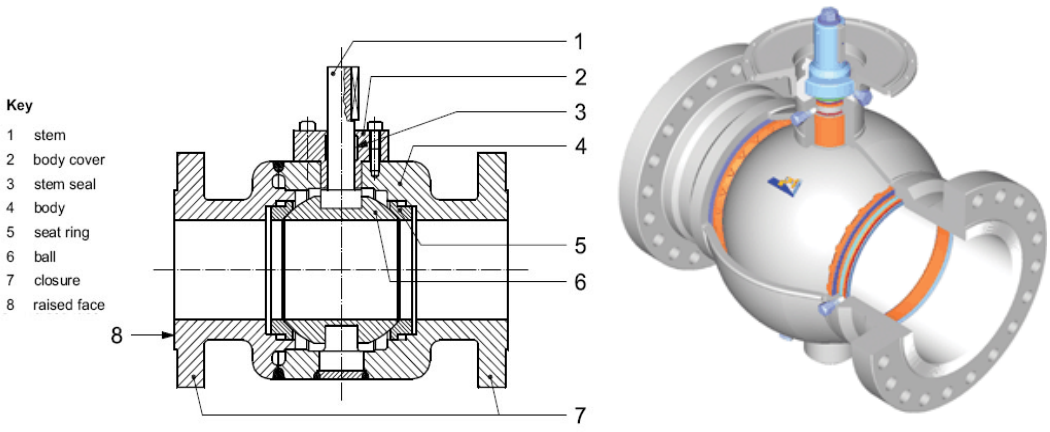
در شیرهای سایز کوچک وزن توپی توسط حلقه های نشیمنگاه کنترل می شود و توپی در قسمت تحتانی به جایی متصل نمی باشد، به همین دلیل به این طرح شیرها، شناور[۴۲] می گویند.

در شیرهای با سایز بزرگتر که توپی سنگین تر می باشد، وزن توپی بر روی یک یاتاقان در قسمت تحتانی بدنه تحمیل می شود. به این طرح شیر توپی، ترونیون[۴۳] (سرمحور) گفته می شود. شکل (۱۷-۱) تصویر شیر توپی ترونیون را با جزییات نشان می دهد.

از شرکتهای معروف سازنده شیرهای توپی نصب شده در خطوط لوله انتقال گاز ایران می توان شرکتهای کمرون[۴۴] ، بورسیگ[۴۵] و گرو[۴۶] را نام برد.

---

[۳۸] Body
[۳۹] Ball
[۴۰] Seat Ring
[۴۱] Stem
[۴۲] Float
[۴۳] Trunnion
[۴۴] Cameron
[۴۵] Borsig
[۴۶] Grove

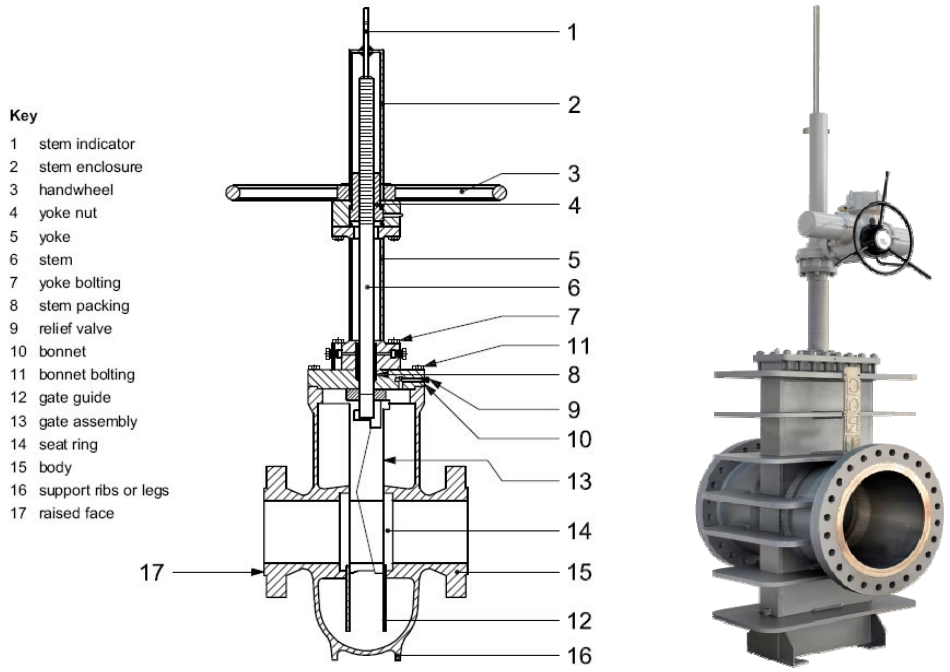


شکل ۱۷-۱- شیر توپی بدنه جوشی

شیر دروازه ای[۴۷]

این نوع شیر برروی خطوط لوله قدیمی انتقال گاز نصب شده و امروزه بـدلیل مشـکلات مترتـب بـر آن اسـتفاده چندانی در خطوط لوله ندارند.

[۴۷] Gate Valve



شکل ۱۸-۱- شیر دروازه ای

مکانیزم آن بسیار ساده است. درون شیر دروازه ای یک صفحه فلزی وجود دارد که همانند یک دریچه عمل می کند. با بالا و پایین رفتن این صفحه مسیر سیال باز یا بسته می شود. باتوجه به نحوه عملکرد این شیر، عمل کننده آن بایستی حرکت عمودی مورد نیاز را تامین کند.

قسمتهای مهم این شیر در شکل (۱۸-۱) دیده می شود.

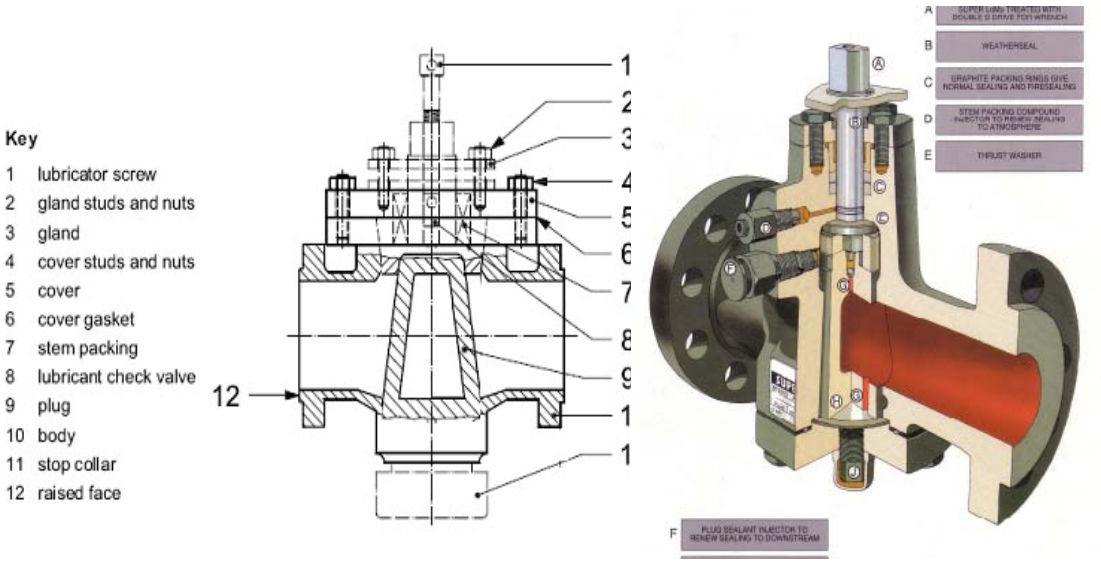
شرکت کورت[۴۸] از سازندگان شناخته شده این شیرها می باشد.

شیر مخروطی/سماوری[۴۹]

در این شیرها چرخش ۹۰ درجه ای یک آب بند استوانه ای یا مخروطی-شکل موجب قرار گرفتن مجرای آب بند در مسیر ورودی و خروجی شیر و نتیجتا باز و بسته شدن شیر می شود بنابراین مجرای آب بند داخلی این شیرها کوچکتر از دهانه است و حتی تا ۴۰ درصد قطر نامی شیر نیز پایین می آید(شکل (۱۹-۱)). در این شیرها سطح آب بند نسبتا وسیع بوده و در صورت ساییدگی لبه ها بازهم می تواند کارایی مناسبی داشته باشد لذا مقاومت این شیرها در برابر آلودگیهای خط لوله زیاد است در عوض گشتاور مورد نیاز این شیرها بالاتر از انواع دیگر می باشد. در ایستگاههای شیر بین راهی خطوط لوله انتقال گاز از این شیرها بعنوان شیرهای کنار گذر و تخلیه استفاده می شود.

[۴۸] Cort

[۴۹] Plug Valve



شکل ۱۹-۱- شیر مخروطی

بدلیل عدم حساسیت و تناوب نسبتا پایین کاربرد این شیرها، غالبا عمل کننده های شیرهای مخروطی از نوع دستی هستند.

شرکت آدکو[۵۰] از معروفترین تولیدکنندگان شیرهای مخروطی است.

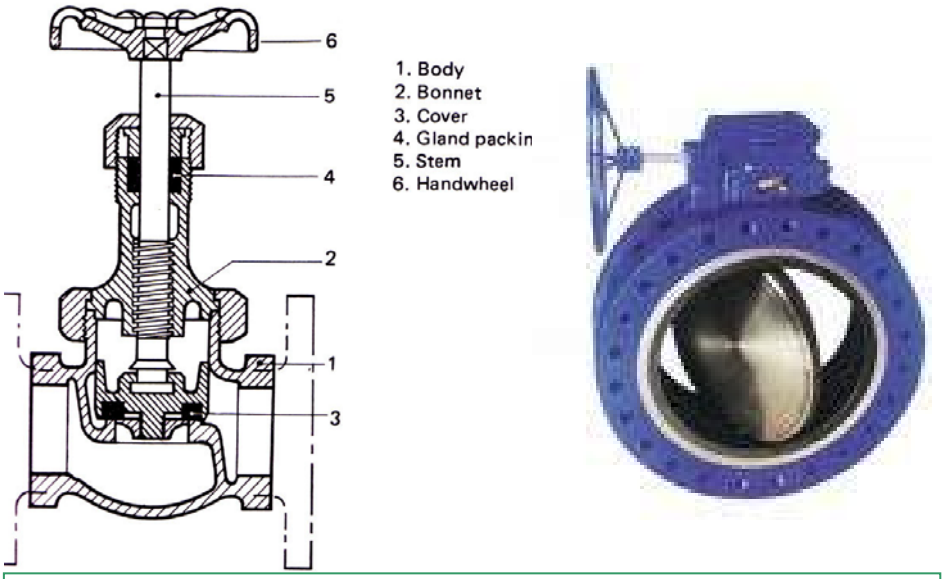
شیر بشقابی[۵۱]

در شیرهای بشقابی، بالا و پایین رفتن یک آب بند دیسکی که بصورت افقی قرار گرفته است، موجب باز و بسته شدن شیر می شود، هرچه آب بند بالاتر رود، مسیر عبور سیال بزرگتر شده، سیال عبوری بیشتر می شود و بالعکس. به همین دلیل این شیرها به عنوان شیرهای کنترلی در صنعت گاز به کار می روند. در خطوط لوله کاربردی ندارند اما در تاسیسات تقویت فشار برای مقاصد کنترلی به کار می روند(شکل (۲۰-۱، چپ)).

---

۵۰ Audco

۵۱ Globe Valve



شکل ۲۰-۱- شیر بشقابی، چپ – شیر پروانه ای، راست

در کاربردهای کنترلی این شیرها، عمل کننده آنها از نوع دیافراگمی است که ساقه شیر را بالا و پایین می برد.

شیر پروانه ای[۵۲]

این شیرها از نوع ربع گرد هستند که مجرابند آنها از نوع دیسک چرخان حول یک محور درون شیر است که بیشتر در لوله های آب کاربرد دارد(شکل(۲۰-۱، راست)).

اندازه/سایز[۵۳] شیرها

اندازه شیرها معیاری از قطر حفره داخلی آنهاست که معمولا برحسب میلیمتر[۵۴] (در استاندارد ISO) یا اینچ[۵۵] (در استاندارد ANSI) بیان می شود. اندازه شیرها از ۱/۲ اینچ تا ۶۲ اینچ متغیر است. شیرها در دو نوع مجرا کامل[۵۶] و مجرا کوچک[۵۷] ساخته می شوند. در نوع اول، قطر مجرای آب بند با قطر داخلی لبه شیر یکی است مثلا هر دو "۱۲هستند اما در نوع دوم قطر مجرای آب بند یک سایز کوچکتر از دهانه است مثلا "۱۰*"۱۲ که قطر لبه ها "۱۲و قطر آب بند "۱۰ است. شیرهای خطوط انتقال بخاطر قابلیت جاروبک رانی خط می بایستی مجرا کامل باشند.

رده فشاری شیرها

---

[۵۲] Butterfly

[۵۳] Size

[۵۴] Millimeter (mm)

[۵۵] Inch (in)

[۵۶] Full Bore

[۵۷] Reduced Bore

شیرها بسته به جنس و متناسب با فشاری که تحمل می کنند بطور عمده به دو گروه مطابق دو استاندارد مهم تقسیم می شوند:

ASME B۱۶.۳۴ : در این استاندارد شیرهای فولادی و آلیاژهای آن به کلاسهای ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۹۰۰، ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و .... تقسیم می شوند. اگر هر کدام از این اعداد ا در عدد ۲.۴ ضرب کنیم نتیجه بدست آمده نشان دهنده حداکثر فشار قابل تحمل در حداکثر دمای قابل تحمل شیر خواهد بود. در این رده، حداکثر فشار کاری همراه با کلمه Class ذکر می شوند مثلا شیرهای خطوط لوله انتقال گاز ۶۰۰ Class هستند.

ISO : در این استاندارد حداکثر فشار قابل تحمل رده های کاری شیر، برحسب واحد Bar عنوان شده است که با پیشوند PN ذکر می گردد مثلا شیرهای خطوط انتقال گاز PN۱۰۰ هستند که معادل Class۶۰۰ است. می دانیم هر Bar معادل ۱۴.۵۴psi است.

جدول(۱-۱) معادل هر رده فشاری را نشان می دهد.

جدول ۱-۱- رده های معادل فشاری شیرها

ISO	ANSI
PN	*CLASS*
۲۰	۱۵۰
۵۰	۳۰۰
۶۴	۴۰۰
۱۰۰	۶۰۰
۱۵۰	۹۰۰
۲۵۰	۱۵۰۰
۴۲۰	۲۵۰۰

استاندارد تولید شیرها

شیرهای فولادی معمولا براساس استانداردهای ASME ۱۶.۳۴، ASME ۱۶.۱۰ و API۶D طراحی، ساخته و آزمایش می شوند. شیرها با توجه به نوع سیال، درجه حرارت کارکرد، فشار و قیمت از اجناس متنوعی ساخته می شوند. این اجناس می تواند فولادی، چدنی، برنجی، برنزی، پولیکا یا شیشه ای باشند. اما در خطوط لوله از شیرهای آلیاژ فولادی استفاده می گردد. مطابق استاندارد قطعات فلزی شیرها می تواند از نوع فورج[۵۸] استاندارد A۳۵۰ یا A۱۰۵ ویا بصورت ریخته گری مطابق A۳۵۲ یا A۳۵۱ یا A۲۱۶ باشد.

جمع بندی

امروزه در صنعت اتوماسیون و کنترل فرآیند، نیوماتیک بدلیل ارزانی و تمیزی و کم خطر بودن، به عنوان یک انرژی غالب مورد استفاده قرار می گیرد. هیدرولیک نیز بدلیل توانایی تولید نیروی بالا غالبا در قسمتهای تولید قدرت مکانیکی استفاده می شود. در صنعت گاز، بجای هوا از گاز استفاده می شود.

مهمترین ادوات نیوماتیکی و هیدرولیکی، شیرهای کنترلی هستند که همانند کلیدهای قابل کنترل این امکان را به طراح می دهند تا دستورات شرطی را برروی مدارات پیاده کند. این شیرها همانند سوییچهای الکترونیکی هستند. شیرهای کنترلی کاراندازهای مختلفی همانند دستی، نیوماتیکی، الکتریکی، مکانیکی و ترکیبی همی توانند داشته باشند

شیرهای صنعتی در انواع مختلفی ساخته می شوند که متداولترین آنها در صنعت گاز، شیرهای توپی، دروازه ای، مخروطی و بشقابی هستند.

برروی این شیرها عمل کننده های اتوماتیک یا دستی نصب می گردد.

[۵۸] Forge

بخش دوم

سیستمهای لاین برک

سیستم لاین برک جهت حفظ ایمنی و بمنظور بسته شدن خودکار شیرها در مواقع ترکیدن لوله‌ها برروی عمل‌کننده‌های شیرهای خطوط لوله نصب می گردند. دونوع سیستم لاین برک متداول در صنعت گاز بطور مفصل بحث شده‌اند. معایب و مزایای هرکدام، روش تست و تنظیم و محاسبات تئوری به منظور بررسی نحوه عملکرد هر کدام از این دو سیستم نیز ارائه شده است. در انتها نیز یک سیستم لاین برک الکترونیکی معرفی شده است.

مبانی طراحی سیستمهای لاین‌برک[۵۹]

طراحی سیستم‌های لاین‌برک بر مبنای ویژگیها و تغییرات فیزیکی-مکانیکی حاصل از ترکیدگی خط لوله انجام می‌گیرد. اینکه درصورت وقوع یک ترکیدگی یا انفجار در خط لوله چه تغییراتی در پارامترهای فیزیکی که قابل ردیابی توسط سیستمهای لاین برک باشند رخ می‌دهد؟

باتوجه به این نکته طراحی‌های ابتکاری بسیاری صورت گرفته است. برخی از آنها بر مبنای امواج صوتی و فراصوتی ایجاد شده و برخی دیگر بر مبنای ریزلرزها و امواج بوجود آمده در سطح لوله پس از ترکیدگی خط لوله هستند. اما عملاً هیچ کدام از چنین طرحهایی به دلیل هزینه بالای پیاده‌سازی و شرایط خاص کاری، فراگیر نشدند. حتی روشهای مبتنی بر فلوی عبوری جریان نیز چندان قابل اجرا نیستند. روشن است که در هنگام بروز ترکیدگی در خط لوله فلوی گاز، متأثر از این امر به شدت افزایش خواهد یافت که می‌توان از این ویژگی جهت تشخیص ترکیدگی خط لوله استفاده کرد اما بدلیل قیمت بالای تجهیزات و غالبا عدم وجود تجهیزات مناسب جهت ساخت سیستمهای مبتنی بر این ویژگی محقق نشدند. مثلا برای اندازه‌گیری صحیح جریان گاز بایستی ابتدا جریان‌های سرگردان گاز را در خط لوله خطی و یکنواخت کرد. این امر با استفاده از نصب دسته تیوبهای منظم موازی درون لوله انجام می‌شود اما علاوه بر قیمت بالا، بدلایلی نظیر لزوم پیگرانی خطوط لوله، امکان نصب آن در خط لوله وجود ندارد.

در عوض روشهای مبتنی بر تغییرات فشار گاز درون خط لوله با توفیق بیشتری روبرو بوده اند. در این روشها باتوجه به افت فشار ناشی از ترکیدگی لوله، وقوع آنرا را تشخیص می‌دهند.

استفاده از روشهای مبتنی بر افت فشار گاز نسبت به سایر روشها علاوه بر هزینه کمتر دارای مزایای دیگری نیز می‌باشد. مثلا نمونه‌برداری از فشار برخلاف فلو، بدون نیاز به منظم کردن جریان گاز، از هر نقطه ای روی لوله و صرفاً با استفاده از یک لوله یا تیوب نمونه‌بردار امکان پذیر است. همچنین برخلاف سیگنال‌های صوتی و لرزشی، تغییرات فشار گاز بدلیل اینکه یک ویژگی مکانیکی گاز محسوب می‌شود نیاز به هیچ گونه تجهیزات اضافی برای تبدیل[۶۰] این سیگنال وجود ندارد.

برای طراحی سیستم تشخیص ترکیدگی، در ساده‌ترین حالت، می‌توان از مقایسه فشار گاز خط لوله با یک مقدار مرجع بهره جست. مشخص است که با بروز ترکیدگی، فشار گاز افت می‌کند. لذا از این سیستمها که بنام سیستم توقف یا قطع اضطراری ESD[۶۱] شناخته می‌شوند می توان استفاده نمود.

ESD معایب بسیاری دارد ازجمله اینکه فشار خطوط لوله مقدار ثابتی نیست و نوسانهای زیادی در فصول مختلف سال و حتی در ۲۴ ساعت شبانه روز دارند لذا تنظیم فشار مرجع بسیار سخت خواهد بود. بعلاوه افت فشار در فواصل دور از محل ترکیدگی به کندی صورت می‌گیرد. لذا تا زمان تحریک و عمل کردن این سیستم مدت زمان قابل توجهی می‌گذرد و اتلاف گاز طی این مدت ادامه خواهد داشت. لذا از این سیستمها در شیرهای بین راهی خطوط لوله استفاده نمی‌گردد و اغلب در تاسیسات تقلیل فشار یا تقویت فشار و برای مقاصد خاص استفاده می‌گردد که در بخش عمل کننده های خطوط لوله انتقال گاز خواهد آمد. درعوض بجای استفاده

---

[۵۹] Line Break

[۶۰] Transduce

[۶۱] Emergency Shut Down

مستقیم از فشار گاز خط لوله به عنوان معیار تشخیص احتمال ترکیدگی خط لوله از نرخ تغییرات فشار گاز بدین منظور می‌شود. هنگام بروز ترکیدگی خط، فشار گاز افت کرده و نرخ تغییر فشار در محل ایستگاه‌های شیر منفی خواهد شد.

به دلایل مذکور سیستم‌های لاین‌برک نصب شده بر روی شیرهای خطوط لوله انتقال گاز ایران نیز مبتنی بر نرخ فشار گاز می‌باشند.

نرخ تغییر فشار، یا مقدار افت فشار بر حسب زمان به زبان ریاضی، همان مشتق فشار نسبت به زمان است.

سیستمهای مبتنی بر نرخ افت فشار گاز دو دسته می‌باشند: ۱- Dp/Dtect[۶۲] ۲- Accu/Tect[۶۳]

Dp/Dtect

ساده‌ترین شکل مشتق‌گیر فشار از این نوع در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. سیگنال ورودی لاین‌برک که یک لوله باریک یا تیوب متصل به خط لوله می باشد پس از عبور از یک شیر گلویی وارد یک مخزن کوچک ذخیره‌کننده گاز بنام مخزن مرجع لاین‌برک می‌شود. با مقایسه مقدار فشار خط لوله (l) و مخزن لاین‌برک (S) (قبل و بعد از شیرگلویی) توسط مقایسه‌گر، نسبت به احتمال وقوع ترکیدگی خط لوله تصمیم‌گیری می‌شود.

اگر فرض کنیم که شیر گلویی یک مقاومت با مقدار R در مسیر گاز ایجاد می‌کند. اگر حجم مخزن را نیز C درنظر بگیریم معادله گاز بصورت زیر خواهد بود:

$$P_l = P_s + RC\,\frac{dP_s}{dt} \qquad (۲-۱)$$

که در آن P_l فشار گاز خط لوله و P_s فشار گاز مخزن لاین‌برک است. درصورتیکه فرض کنیم یک افت فشار با شیب A ، در خط لوله رخ دهد معادله فشار P_s بدین صورت خواهد بود:

$$if \quad P_l = At \quad \Rightarrow \quad P_s = ARC\left(e^{-t/RC} - 1\right) + At + P_{s0} \qquad (۲-۲)$$

که A عددی منفی است. با کم کردن دومقدار فشار P_l و P_s اختلاف فشار این دو بصورت زیر حاصل می‌شود:

$$\Delta P = P_s - P_l = ARC\left(e^{-t/RC} - 1\right) \qquad (۲-۳)$$

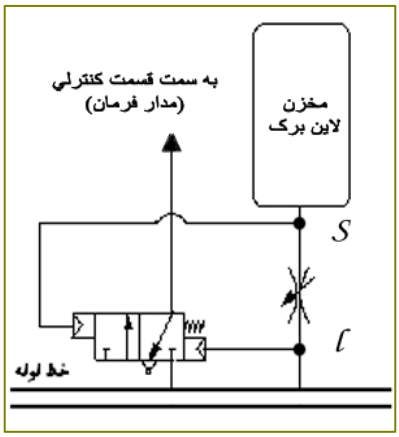
مشاهده می‌شود که اختلاف فشار با افزایش زمان افزایش می‌یابد تا نهایتا به مقدار ARC می‌رسد. بنابراین هرزمان که سفتی فنر مقایسه‌گر از میزان ΔP کمتر شد سیستم تغییر وضعیت داده و عمل می‌کند. درکل برای عمل کردن یک سیستم از این نوع بایستی همزمان چندین شرط محقق شود:

۱. یک نرخ افت فشار کافی با شیب A رخ دهد.
۲. میزان سفتی فنر مقایسه‌گر کمتر از مقدار ARC باشد.
۳. افت فشار تا لحظه تحریک شدن مقایسه‌گر باقی بماند.

---

[۶۲] Differential pressure/Detector

[۶۳] Accumulator/Detector



شکل ۱-۲ – ساختاریک مشتق‌گیر ساده فشار گاز خط لوله ازنوع dp/dtect

باتوجه به فرمول (۳-۱) مشخص است که سرعت پاسخ سیستم لاین‌برک، توامان به چهار عامل میزان تنظیم فنر(ΔP)، تنظیم شیر گلویی(R)، حجم مخزن(C) و شیب افت فشار(A) بستگی دارد. حجم مخزن لاین‌برک(C) قابل تنظیم نیست اما با تنظیم میزان سفتی فنر مقایسه گر(ΔP) و شیر گلویی (R) می‌توان کل سیستم را برای یک شیب افت فشار(A) تنظیم کرد. ممکن است با تغییر تنظیم فنر صرفا سرعت پاسخ تغییر کند و ممکن است با افزایش میزان سفتی فنر به بیش از ARC دیگر سیستم عمل نکند.

سیستمهای نیوماتیکی واقعی گاز ساختار پیچیده‌تری داشته و غیر خطی هستند و از روابط (۱-۲) تا (۳-۲) تبعیت نمی‌کنند اما با تقریب خوبی محاسبات انجام شده و نتایج آن در بسیاری موارد قابل کاربرد هستند. در انتهای این بخش خواهید دید که اسخراج رابطه کامل و صحیح برای این سیستم امکان پذیر نیست.

دقت شود که با توجه به ساختار مقایسه‌گر در شکل(۱-۲) صرفا مشتق منفی فشار (یعنی افت فشار) بعنوان ترکیدگی خط لوله تشخیص داده خواهد شد و در صورت افزایش فشار به هر میزان، سیستم تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. با این وجود افزایش ناگهانی فشار می‌تواند اثرات نامطلوبی داشته باشد.

ساختار مشتق گیر شکل (۱-۲) یک ایراد مهم دارد که با ذکر مثالی شرح داده می شود:

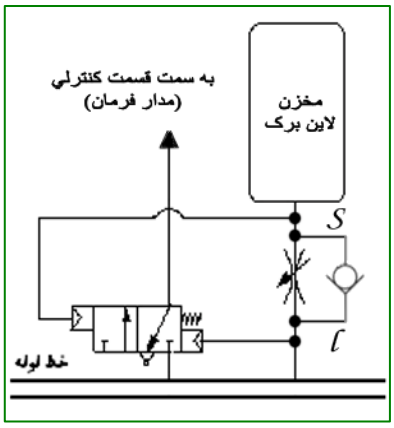
می‌دانیم که بر روی خطوط لوله اصلی انتقال گاز و در فواصل معین تأسیسات تقویت فشار نصب شده است که فشار گاز عبوری از خطوط را می‌تواند با نسبت معینی (بطور متوسط تا ٪۴۰) تقویت کند. با توجه به ساختار این تاسیسات ممکن است حداکثر تا یک ساعت زمان شروع به کار[۶۴] این ایستگاه‌ها به طول بیانجامد. این تاسیسات در مواقعی که مصرف بیش از اندازه گاز موجب افت فشار گاز خط لوله شود جهت تقویت فشار گاز شروع به کار کرده و فشار گاز خط لوله را تقویت می‌نمایند. در اثر افزایش ناگهانی فشار گاز توسط این تاسیسات، احتمال ترکیدگی در خطوط لوله، مخصوصا خطوط با عمر بالاتر وجود دارد. حال تصور کنید در زمان شروع به کار یکی از این تأسیسات و در شرایطی که فشار تا ٪۳۰ افزایش یافته است خط لوله بترکد. مثلا فشار اولیه برابر ۶۰۰psi بوده و پس از افزایش فشار به ۸۰۰psi خط لوله بترکد. در این هنگام سیستم لاین‌برک شکل (۱-۲) چه عکس‌العملی نشان خواهد داد؟

در سیستم Dp/Dtect شکل (۱-۲) گاز سیگنال ورودی ابتدا به یک شیر گلویی وارد شده و سپس وارد مخزن می‌شود لذا در صورت بروز هرگونه تغییر در فشار گاز، تغییر فشار مخرن مطابق فرمول (۲-۲) به کندی صورت می‌پذیرد. بنابراین در صورتی که فشار ورودی خط افزایش ناگهانی داشته باشد فشار گاز مخزن تغییر زیادی نخواهد کرد. مثلا فشار مخزن لاین برک برابر ۷۰۰psi خواهد شد. در این زمان اگر در خط ترکیدگی رخ بدهد با توجه به اینکه در ابتدا فشار مخزن کمتر از فشار ورودی است (۷۰۰<۸۰۰psi) درنتیجه سیستم لاین‌برک تا

[۶۴] Starting

زمان کاهش فشار ورودی به مقدار ۷۰۰psi -که برابر فشار مخزن است- هیچ عکس العملی نشان نخواهد داد و هدررفت گاز در این مدت ادامه خواهد داشت. از این لحظه به بعد سیستم لاین‌برک افت فشار را حس کرده و نسبت به آن واکنش نشان خواهد داد.

اما همانگونه که در زیربخش "پیش‌نیازهای تنظیم سیستم لاین‌برک" خواهید دید افت فشار در لحظات اولیه، بیشترین مقدار بوده و رفته‌رفته کاهش می‌یابد. بنابراین ممکن است افت فشار در این لحظه به اندازه کافی بزرگ نباشد و نتواند موجب تحریک سیستم لاین‌برک شود.



شکل ۲-۲ – ساختار اصلاح شده مشتق‌گیر نوع dp/dtect

جهت رفع این مشکل از یک شیر یکطرفه در کنار شیر گلویی بصورت ترسیم شده در شکل (۲-۲) استفاده می‌شود. آیا می‌توانید کارآیی این شیر یکطرفه را توضیح دهید؟

مجموعه این دو شیر را "شیرگلویی با مانع برگشت فنر[۶۵]" می‌گویند.

امروزه اکثر قریب به اتفاق سازندگان عمل‌کننده از این نوع سیستم لاین‌برک استفاده می‌کنند.

یک ایراد بزرگ این سیستمها این است که نقطه تنظیمشان وابسته به فشار کاری است. این مهم را در قسمتهای بعدی با بررسی نتایج برخی آزمایشها خواهید دید. این امر باعث می‌شود تا هیچگاه نتوان یک نقطه تنظیم دقیق پیدا کرد لذا در عملکرد سیستم لاین‌برک عدم قطعیت خواهیم داشت.

قطر شیر گلویی معمولا بسیار کوچک و کمتر از ۱.۵ mm است لذا در صورت عدم فیلتراسیون صحیح گاز سیگنال لاین‌برک احتمال خرابی و حتی مسدودشدن این شیر وجود دارد. مخصوصا در زمانهای پیگرانی خطوط لوله، تزریق گاز به خطوط جدیدالاحداث و نیز پس از تعمیرات خط لوله که مقدار زیادی نخاله‌های ساختمانی و تعمیراتی در لوله باقی می‌ماند. حتی وجود آب و بخار آب همراه گاز نیز در صورت ورود به این سیستم مشکل ساز شده و رفع عیب آن معمولا جز از طریق بازکردن کامل سیستم[۶۶] و تمیز و خشک کردن قطعات امکان‌پذیر نیست. لذا بهتر است در این مواقع بطور موقت شیر ورودی سیگنال لاین‌برک بسته شود.

شبیه سازی مشتق‌گیر Dp/Dtect

در این بخش رفتار سیستم لاین برک نوع Dp/Dtect تحت شرایط کاری مختلف می پردازیم. در ابتدای این زیربخش مجددا متذکر می‌شویم که در استخراج روابط (۱-۲) تا (۳-۲) با توجه به ماهیت غیرخطی سیال گاز فرمولها دقیق و واقعی نیستند و جهت بدست آوردن اطلاعات دقیق از رفتار گاز و سیستمهای لاین‌برک بایستی از طریق روشهای تجربی و نیز اطلاعات شرکتهای سازنده که عمدتا از طریق نمودارهایی به خریداران ارائه می‌شود عملکرد سیستم لاین‌برک و نحوه کار با این سیستم را دریافت.

---

[۶۵] Control Valve with Non-return check Valve

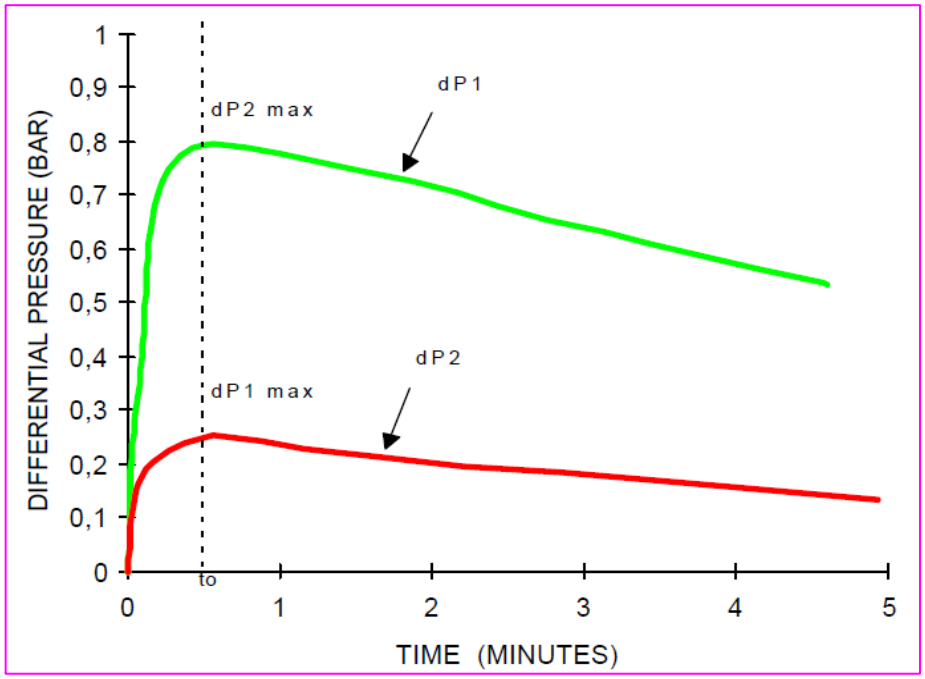
[۶۶] Demount

بدین منظور در این قسمت قصد داریم نتایج یک شبیه سازی واقعی[۶۷] که برروی سیستمهای Dp/Dtect در آزمایشگاه شرکت بی‌فی انجام گرفته را ارائه داده به بررسی آنها بپردازیم. در هر آزمایش دو سیستم لاین‌برک مشابه با نامهای dp۱ و dp۲ در نظر گرفته می‌شود که صرفا پارامتر مورد آزمایش در آنها متفاوت است لذا با مقایسه نتایج می‌توان تاثیر پارامتر تحت آزمایش را سنجید.

۱- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با نرخ افت فشار متفاوت

نمودارهای شکل (۳-۲) دو نرخ افت فشار متفاوت را برای دو سیستم مشابه را نشان می‌دهد. افت فشار اعمالی به dp۱ بیش از dp۲ است. واضح است که هر چه نرخ افت فشار بیشتر باشد اختلاف فشار بین مخزن مرجع و فشار ورودی بیشتر خواهد بود. با این وجود زمان حداکثر اختلاف فشار($t_.$) در هر دو یکی است.

نکته غیر قابل انتظار این است که با گذشت زمان پس از $t_.$ اختلاف فشار مخزن مرجع و فشار ورودی رو به کاهش است در حالی که مطابق رابطه (۳-۲) این اختلاف فشار می‌بایست ثابت بماند.



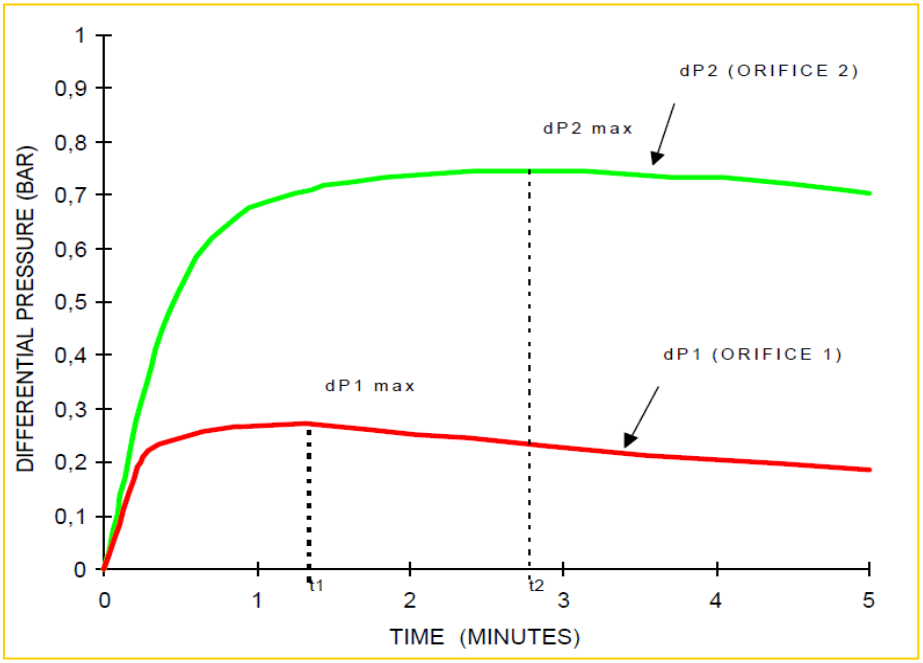
شکل ۳-۲ – شبیه سازی دو سیستم dp/dtect مشابه با نرخ افت فشار متفاوت

۲- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با قطر اریفیس متفاوت

شکل (۴-۲) دو سیستم با قطر اریفیس متفاوت که نرخ افت فشار یکسانی تجربه می‌کنند را نشان می‌دهد. در سیستم dp۱ قطر اریفیس بزرگتر از dp۲ است. در اینجا نیز واضح است که بدلیل مقاومت بیشتر اریفیس dp۲ اختلاف فشار در این سیستم بیش از دیگری خواهد بود.

---

[۶۷] Emulation



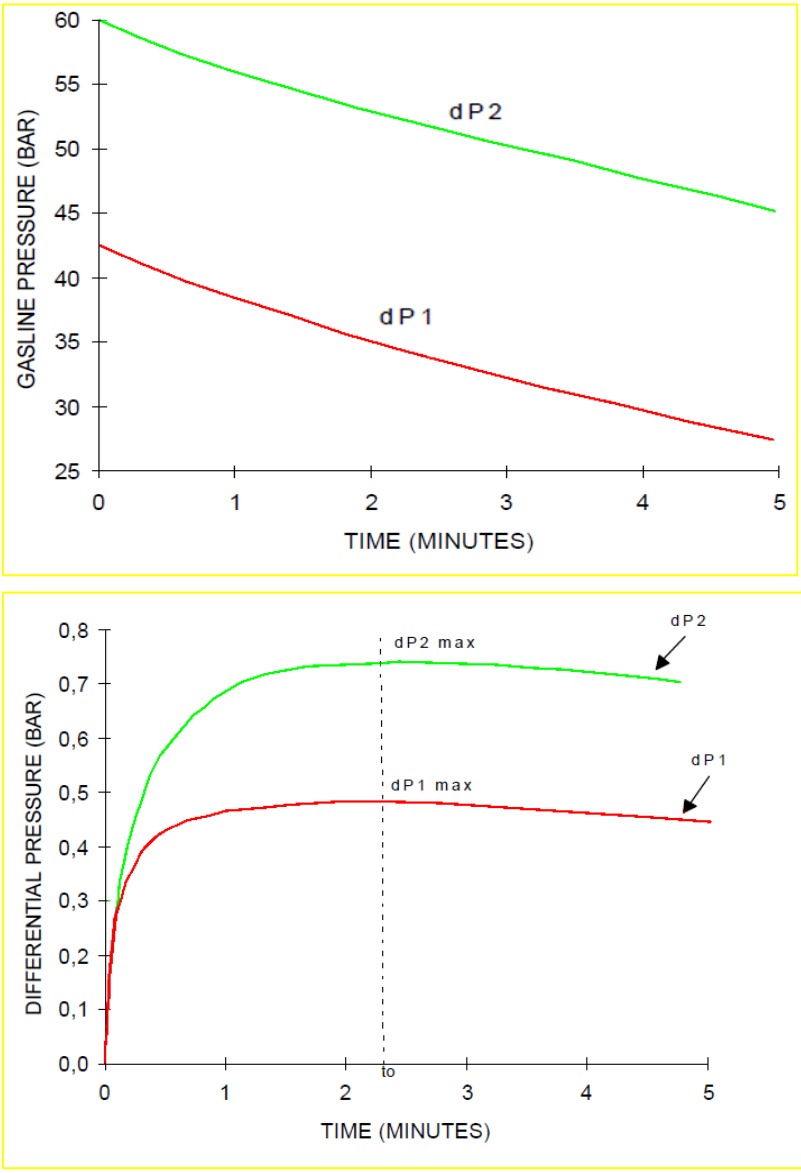
شکل ۴-۲– شبیه سازی دو سیستم dp/dtect مشابه با قطر اریفیس متفاوت

اما نکته این است که زمان مورد نیاز برای اینکه اختلاف فشار در dp۲ به حداکثر برسد ($t_۲$) بیش از dp۱ است ($t_۱$). اگرچه در زمان $t_۱$ نیز اختلاف فشار در dp۲ بیش از dp۱ است که هر دو این موارد مطابق فرمول (۳-۲) می‌باشد.

۳- آزمایش دوسیستم لاین‌برک مشابه با فشار اولیه متفاوت

یکی از جالبترین آزمایشات انجام شده می‌باشد که نتایج دور از انتظاری دارد. مطابق نمودارهای شکل (۵-۲) هر چه فشار اولیه سیستم کمتر باشد (dp۲) میزان اختلاف فشار مخزن مرجع و ورودی در نرخ افت فشارهای یکسان بیشتر خواهد شد.

مطابق رابطه (۳-۲) میزان اختلاف فشار دو سیستم هیچ ارتباطی به فشار اولیه ندارد اما در این آزمایش کاملا خلاف این مطلب دیده می‌شود. حتی به نظر می‌رسد این رابطه خطی است بطوریکه اگر فشار اولیه از ۴۲bar باشد حداکثر اختلاف فشار برابر ۰.۴۹bar/min است و اگر فشار اولیه برابر ۶۰bar باشد اختلاف فشار برابر ۰.۴۹×۶۰/۴۲ یا ۰.۷bar/min می‌گردد. به همین دلیل در زیربخش بعدی به استخراج فرمول دقیق و کامل رابطه نرخ افت فشار خواهیم پرداخت.



شکل ۵-۲ – شبیه سازی دو سیستم dp/dtect مشابه با فشار اولیه

استخراج فرمول کامل Dp/Dtect

شکل (۱-۲) را در نظر بگیرید. می‌دانیم که رابطه فلوی گاز با اختلاف فشار طرفین یک اریفیس بصورت زیر بیان می‌شود:

$$Q = CA\sqrt{2\frac{ZRT}{M}\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{P_s}{P_l}\right)^{2/k} - \left(\frac{P_s}{P_l}\right)^{k+1/k}\right]} \qquad (۲-۴)$$

که در آن:

k = نسبت گرمای ویژه، [بدون بعد]
Q = نرخ فلوی گاز در بالادست، [m□/s]
C = ضریب فلوی اریفیس، [بدون بعد]
A = سطح مقطع حفره اریفیس، [m□]
M = وزن مولکولی، [kg/mol]
R = ثابت جهانی گازها، [= ۸.۳۱۴۵ J/(mol.K)]
T = دمای مطلق گاز در بالادست، [K]
Z = ضریب تراکم پذیری گاز در دمای T و فشار P۱ ، [بدون بعد]

متذکر می‌شود این رابطه برای افت فشار در سمت خط لوله تنظیم شده است. از میان ضرایب فوق با تقریب، می‌توان ادعا کرد که در قالب بحث ما صرفا P_s و P_l و Q متغیر هستند و مابقی ثابتند پس همه ثابتها را یکجا گرد می‌آوریم:

$$Q = B_1\sqrt{\left[\left(\frac{P_l}{P_s}\right)^{2/k} - \left(\frac{P_l}{P_s}\right)^{k+1/k}\right]} \qquad (۲-۵)$$

مقدار k در گاز طبیعی تقریبا برابر ۱.۲۶ است. از طرفی Q برابر مقدار تغییرات لحظه ای حجم گاز تخلیه شده از مخزن لاین‌برک است بنابراین:

$$Q = V\ \frac{dP_s}{dt} = B_1\sqrt{\left[\left(\frac{P_l}{P_s}\right)^{1.6} - \left(\frac{P_l}{P_s}\right)^{1.8}\right]} \qquad (۲-۶)$$

که در آن V ظرفیت مخزن است. با ساده سازی مجدد خواهیم داشت:

$$\frac{dP_s}{dt} = B_2\sqrt{\left[\left(\frac{P_s}{P_l}\right)^{0.63} - \left(\frac{P_s}{P_l}\right)^{0.56}\right]} \qquad (۲-۷)$$

با نوشتن بسط تیلور عبارت زیر رادیکال حول نقطه۱= (P_s / P) داریم:

$$\frac{dP_s}{dt} = B_2 \times \left(0.265\sqrt{\frac{P_s}{P_l} - 1} + 0.013\left[\frac{P_s}{P_l} - 1\right]^{3/2} + ...\right) \qquad (۲-۸)$$

در حالت سکون اختلاف فشاری وجود نداشته و مقدار P_l و P_s مساوی و برابر $P_{initial}$ هستند. حتی پس از افت فشار در خط لوله، با توجه به ماهیت سیستم لاین‌برک، اختلاف این دو مقدار فشار، نبایستی قابل ملاحظه باشد و حداکثر ٪۵ خواهد بود زیرا پس از افزایش این اختلاف سیستم لاین برک عمل خواهد کرد. مثلا در بی فی حداکثر اختلاف فشار برابر ۱atm می تواند باشد که همان حداکثر میزان تنظیم فنر مقایسه گر است. بنابراین می‌توان از جملات دوم به بعد بسط تیلور صرفنظر کنیم. لذا با ساده سازی مجدد خواهیم داشت:

$$\frac{dP_s}{dt} = B\sqrt{\frac{P_s}{P_l} - 1} \qquad (۲-۹)$$

باتوجه به روال طی شده درمی‌یابیم که B بطور مستقیم با A/V رابطه دارد که A مساحت حفره اریفیس و V حجم مخزن است.

اگر فرض کنیم که P_l با نرخ ثابت At کاهش یابد ($P_l = P_{initial} + \Delta P_l$; $\Delta P_l = At$) که A عددی منفی است، آنگاه $P_s = P_{initial} + \Delta P_s$ ، بنابراین عبارت (۹-۱) به شکل زیر تبدیل می‌گردد:

$$\frac{d\,\Delta P_s}{dt} = B\sqrt{\frac{P_{initial} + \Delta P_s}{P_{initial} + At} - 1} = B\sqrt{\frac{\Delta P_s - At}{P_{initial} + At}} \qquad (۲-۱۰)$$

مقدار ΔP_s حاصل از عبارت فوق رابطه ای برحسب t است که عددی منفی خواهد بود و قدرمطلق آن از ΔP_l.کوچکتر خواهد بود. نهایتا برای اینکه سیستم لاین‌برک عمل کند بایستی نامساوی زیر برقرار باشد:

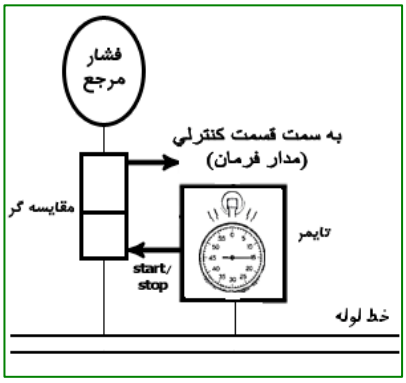
$$\left|\Delta P_s - \Delta P_l\right| \geq S \quad \text{or} \quad \left|\Delta P_s\right| - \left|At\right| \geq S \qquad (۲-۱۱)$$

که S فشار معادل نیروی فنر است. در رابطه (۲-۱۱) حاصل عبارت $|\Delta P_s|$ -|At| در هر لحظه تغییر می کند لذا هرزمان که نامساوی فوق برقرار شد سیستم لاین‌برک عمل کرده و فرمان خروجی را صادر می‌کند.

مشاهده می‌شود که متاسفانه رابطه (۲-۱۰) یک معادله غیر خطی است که قابل حل نیست و صرفا با روشهای عددی و شبیه سازی حل می‌شود و در آن مقدار B را می‌توان به روش تجربی بدست آورد. بهمین ترتیب رابطه (۲-۱۱) نیز قابل محاسبه نخواهد بود لذا سازندگان سیستمهای لاین‌برک از نمودارهایی برای تنظیم این سیستمها استفاده می‌کنند. این نمودارها معمولا برحسب قطر اریفیس، فشار اولیه، تنظیم نیروی فنر و زمان لازم برای صدور فرمان لاین‌برک ترسیم می‌شوند. در بخش عمل‌کننده‌ها با این نمودارها بیشتر آشنا می‌شوید.

Accu/Tect

در این طرح بجای استفاده مستقیم از یک مشتق‌گیر مکانیکی، از مقایسه‌گرهای زمانی یا تایمر[۶۸] استفاده می‌شود (شکل (۶-۲)). تایمر با رصدکردن وضعیت فشار خط، درصورتیکه احتمال ترکیدن لوله را حس کند، فرمان مقایسه فشار خط لوله را با مخزن مرجع فشار صادر کرده و خود شروع به زمان‌بندی می‌کند. در صورتیکه پیش از پایان زمان تایمر، اختلاف فشار ورودی و مخزن مرجع به بیش از مقدار تنظیم فنر مقایسه‌گر افت کند مقایسه‌گر عمل کرده و فرمان لاین‌برک صادر خواهد شد. بنابراین اگر زمان تنظیم تایمر T و مقدار تنظیم فنر مقایسه‌گر C باشد در این صورت مشتق فشار توسط سیستم طبق عبارت زیر محاسبه خواهد شد:



شکل ۶-۲ – ساختار مشتق گیر از نوع accu/tect

[۶۸] Timer

$$dp/dt = C/T \qquad (۲-۱۲)$$

به عنوان مثال اگر زمان تنظیمی تایمر ۱۰۰ ثانیه و مقدار C برابر ۲۵psi باشد در این صورت اگر نرخ افت فشار بیش از ۰.۲۵psi در هرثانیه باشد سیستم لاین‌برک تحریک خواهد شد.

سمت راست رابطه (۱۲-۲) یک عبارت خطی است. پس برای درستی این رابطه در کلیه زمانها، بایستی فرض کنیم که سمت چپ آن هم بصورت خطی باشد در این صورت dp/dt تبدیل به Δp/Δt خواهد شد. چون Δt=T لذا کل عبارت مشتق بصورت Δp/T درخواهد آمد. با مقایسه این عبارت با رابطه (۱۲-۲) خواهیم داشت: Δp=C . یعنی اگر در طول مدت زمان T ، افت فشار برابر یا بیش از C باشد سیستم لاین‌برک عمل کرده و فرمان خروجی آن صادر خواهد شد. مقدار C عموما برابر ۲۵psi ثابت بوده و قابل تنظیم نمی‌باشد. در عوض زمان تایمر را معمولا تا ۳۰۰ ثانیه می‌توان تنظیم کرد. درصورت انتخاب زمان حداکثری برای تایمر (۲۰۰ ثانیه)، حداکثر حساسیت سیستم لاین‌برک dp/dt برابر .۲۵/۲۰۰ psi/sec یا .۰.۱۲۵ psi/sec یا ۰.۵۲ bar/min خواهد بود. مشخص است که هر چه زمان تایمر کمتر باشد حساسیت سیستم کمتر خواهد شد و ازین جهت محدودیتی وجود نداشته و یک مزیت به حساب می‌آید.

این طرح دو مشکل دارد. اول اینکه افت فشار در خطوط بصورت خطی نیست بلکه بصورت نمایی اتفاق می‌افتد. لذا مشتق‌گیر ساخته شده و عبارت (۱۲-۲) واقعی نیستند.

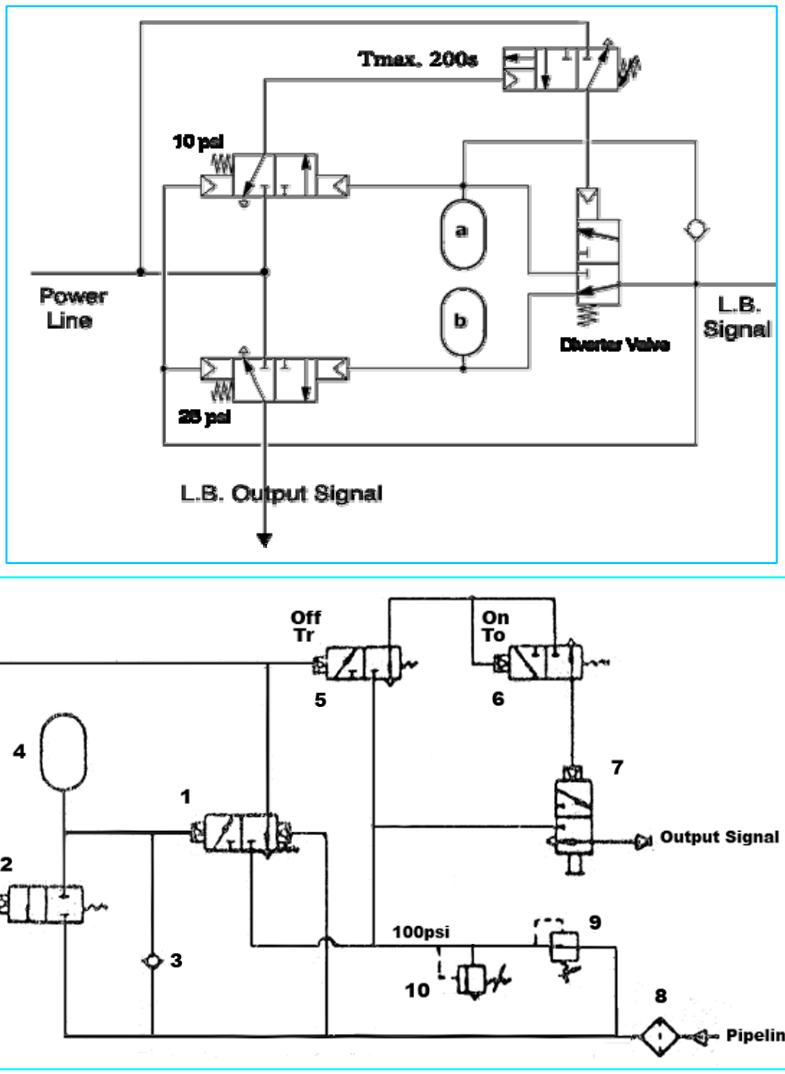
مشکل دوم، یک ایراد مغفول مانده است که با یک مثال شرح داده می‌شود: فرض کنید یک ترکیدگی در خط لوله رخ می‌دهد و نرخ افت فشار در محل ایستگاه شیر بیش از حد تنظیمی است مثلا تنظیم سیستم لاین‌برک روی ۰.۸bar/min است درحالی که نرخ افت فشار برابر ۱bar/min است لذا انتظار داریم که سیستم عمل‌کننده تحریک شود. اما متاسفانه بدلیل اینکه اختلاف فشار دوطرف مقایسه‌گر بایستی به بیش از ۲۵psi (۱.۸bar) برسد حداقل زمان مورد نیاز برای عمل‌کردن سیستم برابر ۱.۸(bar)/۱(bar/min) معادل ۱۰۰ ثانیه می‌باشد. در صورتیکه در مشتق‌گیرهای واقعی از نوع Dp/Dtect تقریبا در هر لحظه که افت فشار و ترکیدگی توسط سیستم لاین‌برک تشخیص داده شود سیستم بدون تاخیر عمل می‌کند.

همانطور که ذکر شد تایمر با حس‌کردن فشار خط و احتمال بروز ترکیدگی در یک لحظه فعال شده و فرمان آغاز بکار مقایسه‌گر را صادر می‌کند. بنابراین نیاز به مکانیزمی جهت تشخیص این لحظه می‌باشد. بدین منظور از یک مقایسه‌گر ثابت که معمولا ۱۰psi است استفاده می‌شود. این مقایسه‌گر به طور پیوسته فشار ورودی را قرائت می‌کند. هرگاه که فشار به اندازه ۱۰psi افت کرد مقدار فشار در مخزن مرجع ذخیره شده و تایمر و سیستم لاین‌برک شروع به کار می‌کند. شکل (۷-۲، بالا) ساختار کامل این نوع سیستم را با جزییات نشان می‌دهد.

این ساختار با یک مثال شرح داده می شود: ابتداءا فرض کنید فشار خط افزایشی باشد در این حالت مسیر شیر یکطرفه باز شده و مخزن a و خط هم فشار می‌شوند. در صورت کاهش فشار خط این شیر یکطرفه بسته مانده و اختلاف فشار خط و مخزن a توسط مقایسه‌گر ۱۰psi اندازه‌گیری می‌شود. هرزمان که اختلاف فشار به بیش از ۱۰psi رسید این مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده، تایمر و سیستم مشتق‌گیر فعال می‌شوند. فعال شدن تایمر باعث تغییر وضعیت دایورترولو[۶۹] می‌شود بنابراین فشار خط و مخزن b توسط مقایسه‌گر ۲۵psi و طی زمان T مقایسه می‌شوند. دقت شود پیش از تغییر وضعیت دایورترولو، مخزن b به فشار خط متصل بوده است لذا دوطرف

[۶۹] Diverter Valve

مقایسه‌گر ۲۵psi هم فشار بوده‌اند اما پس از تغییر حالت دایورترولو، در لحظه تغییر وضعیت، فشار خط در مخزن b ذخیره شده و تا پایان T ثانیه که تایمر و دایورترولو به وضع اولیه باز می‌گردند در آن باقی می‌ماند. در حین زمان‌گیری تایمر، فشار خط به مخزن a متصل است لذا در پایان T ثانیه، فشار این لحظه در مخزن a ذخیره شده و به عنوان فشار مرجع مقایسه‌گر ۱۰psi به حساب می‌آید.



شکل ۷-۲ – ساختار کامل یک مشتق گیر نوع Accu/Tect، بالا – سیستم Break/Dtect ، پایین

درصورتیکه افت فشار در هنگام زمان‌گیری تایمر بیش از ۲۵psi باشد مقایسه‌گر ۲۵psi تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی لاین‌برک صادر می‌گردد.

حال فرض کنید یک افت فشار در خط لوله به اندازه ۱۰psi رخ دهد. در این لحظه مقایسه‌گر مربوطه عمل کرده و تایمر و دایورترولو تغییر وضعیت می‌دهند. درصورتیکه در زمان شمارش تایمر، افت فشار به اندازه ۲۵psi نرسد دایورترولو و تایمر به وضع اولیه باز می‌گردند. اگر افت فشار به دلیلی غیر از ترکیدگی و کمتر از حد تنظیمی اما

بطور پیوسته رخ دهد مجددا رله ۱۰psi عمل کرده و دوباره تایمر و دایورترولو عمل خواهند کرد. بااین حال بدلیل اینکه نرخ افت فشار کمتر از حد تنظیمی است فرمان لاین‌برک صادر نخواهد شد. با ادامه افت فشار مجددا این روند و این سیکلهای تلاش، به طور مداوم ادامه خواهد داشت. بعنوان مثال در صورتی که شیر خودکار در فاصله ۳۰ کیلومتر قبل از تاسیسات تقویت فشار قرار داشته باشد، با شروع به کار این تاسیسات، افت فشار ملایم به اندازه ۷۰psi با نرخ کمتر از حد تنظیمی لاین‌برک ایجاد خواهد شد لذا در این مدت حداقل ۲ بار (به اندازه مجموع ۲۵psi + ۱۰psi) سیکل تلاش رخ خواهد داد. بطور دقیقتر اگر نرخ افت فشار برابر ۷۰psi در ۲۰ دقیقه و زمان تایمر روی .۱۸۰sec تنظیم شده باشد درهر ۱۸۰ ثانیه (۳ دقیقه) تقریبا ۱۱psi افت فشار خواهیم داشت. لذا تعداد سیکلهای تلاش برابر (۱۰+۱۱)/۷۰ یا ۳ الی ۴ دفعه خواهد بود.

به طور کل در صورتیکه Δp معرف افت فشار مستمر خط در یک زمان طولانی باشد حداقل تعداد سیکلهای عملکرد فعالیت این سیستم برابر مقدارN خواهد بود که N برابر است با[۷۰]:

$$N = \left[\Delta p \Big/ (25+10) \right] = \left[\Delta p \Big/ 35 \right] \qquad (۲-۱۳)$$

که علامت [] نشانگر جزء صحیح می‌باشد.

یک نکته جالب این است که حتی پس از ترکیدگی خط لوله که فشار با نرخ افت فشار بالایی افت کرده و توسط سیستم لاین‌برک تشخیص داده می‌شود این سیکلهای تلاش ادامه پیدا می‌کند با این تفاوت که در اینجا عامل زمان T اهمیت می‌یابد. این مهم با ذکر مثال توضیح داده می‌شود.

فرض کنید اگر فشار اولیه خط ۷۰۰psi باشد و افت فشار ملایمی کمتر از حد تنظیمی رخ دهد تا نهایتا فشار برابر ۴۶۰psi شود تعداد سیکلهای کامل تلاش حداقل برابر [۲۴۰/۳۵] معادل ۶ دفعه خواهد بود. اما درصورتی که نرخ افت فشار قابل توجه باشد بطوریکه در عرض T ثانیه بطور متوسط به اندازه ۲۰۰psi کاهش یابد احتمالا ۳ دفعه [۷۰۰/۲۰۰] این سیکل تکرار خواهد شد. اما نرخ افت فشار با گذشت زمان کاهش می‌یابد بنابراین می‌توان حدس زد که تعداد سیکلهای تلاش بیش از ۱۰ دفعه باشد.

البته اگر محل انشعاب لاین‌برک در سمت ترکیدگی نباشد با بسته شدن شیر، افت فشار احتمالا (چرا احتمالا؟) رفع خواهد شد.

در قسمتهای قبل با یک مثال دیدیم که برای تشخیص ترکیدگی لوله حداقل نیاز به گذشت ۱۰۰ ثانیه زمان، معادل (bar/min)۱/(bar)۱.۸ نیاز است. در سیستم اخیر که یک مقایسه‌گر ۱۰psi نیز افزوده شد این زمان به میزان (bar/min)۱/(bar)۲.۴ معادل ۱۴۵ ثانیه افزایش می‌یابد.

تاکید می‌گردد که رخ دادن این سیکلهای تلاش در زمان نوسانات فشار در فصول سرد سال و درمجاورت تاسیسات تقلیل فشار ورودی شهرها بسیار محتمل است.

---

[۷۰] فرمول دقیقتر به این شکل است: $\left[\Delta p \Big/ 35 \right] + \left[\left(\Delta p \Big/ 35 - \left[\Delta p \Big/ 35 \right] \right) \Big/ 10 \right]$ که ممکن است یک نیم سیکل بیش از فرمول (۲-۱۳) باشد. برای یافتن دلیل اختلاف فشار را ۳۶psi در نظر بگیرید.

Break/Dtect

سیستم Break/Dtect درحقیقت نوع بهبود یافته سیستم Accu/Tect است که البته در عمل کننده های خودکار نصب شده برروی خطوط لوله انتقال گاز ایران استفاده نشده است. شکل (۷-۲، پایین) آنرا نشان می دهد.

در این سیستم یک مقایسه گر و مخزن مربوطه به اضافه شیر هدایتگرحذف شده، در عوض یک تایمر تاخیردروصل اضافه شده است که یک قابلیت جدید به سیستم اضافه می کند.

در این سیستم نیز فشار خط از یک سو بصورت مستقیم، از طریق شیر یک طرفه ۳ پس از اتصال به مخزن مرجع، به دو طرف مقایسه گر ۱ متصل می‌شود. هنگامیکه فشار به اندازه تنظیمی فنر مقایسه گر افت کند، بعلت وجود شیر یک طرفه، در دو طرف مقایسه گر اختلاف فشار ایجاد شده و رله تغییر حالت می‌دهد، در نتیجه تایمر تاخیر در قطع ۵ و تایمر تاخیر در وصل ۶ تحریک شده و شیر شماره ۲ تغییر وضعیت می دهد که موجب هم فشار شدن دو طرف مقایسه گر ۱ و بازنشانی آن می‌شود، نتیجتا تایمر ۵ نیز بازنشانده می‌شود ولی تا زمان اتمام مدت تنظیمی، تغییر وضعیت نمی‌دهد، حال اگر در این فاصله فشار خط مجددا به اندازه تنظیمی رله افت کند، رله و تایمر ۵ مجددا تحریک شده و اگر در این فاصله زمان تایمر ۶ به انتها برسد، موجب تغییر وضعیت شیر ۷ و در نتیجه بسته شدن شیر می‌شود.

برای مقایسه این سیستم با Accu/Tect فرض کنید تایمر تاخیردروصل ۶ در مدار نباشد. حال اگر فنر مقایسه گر را روی ۱۰psi تنظیم کنیم با تنظیم تایمر ۵ روی ۸۰ ثانیه یک سیستم لاین برک معادل سیستم Accu/Tect با زمان تنظیمی تایمر ۲۰۰ ثانیه خواهیم داشت(چرا؟) بنابراین کاملا معادل همدیگر هستند با این تفاوت که در اینجا زمان گیری کمی طولانیتر است. حال فرض کنید مایل باشیم افت فشار را در بازه زمانی بزرگتری بسنجیم. در این صورت باتوجه به اینکه مجموعه مقایسه گر ۱ و تایمر ۵ مشتق گیر را تشکیل می دهند نمی توان مقدارشان را تغییر داد. لذا می توانیم با استفاده از تایمر ۶ که از نوع تاخیردروصل این کار را انجام دهیم و زمان تنظیمی آنرا خیلی بزرگتر از تایمر ۵ انتخاب می کنیم.

دقت کنید که برای عملکرد صحیح مدار ، زمان تنظیمی تایمر ۶ تحت هر شرایطی باید بزرگتر از زمان تایمر ۵ باشد (چرا؟).

نکته پایانی این زیربخش اینکه، گفته شد که نقطه تنظیم سیستم Dp/Dtect وابسته به فشار کاری است. متاسفانه نقطه تنظیم سیستم Accu/Tect و Break/Detect نیز تابع فشار است و این بدلیل وابستگی نقطه تنظیم تایمر به فشار کاری است. در زیربخش "تایمر" در این باره گفته خواهد شد.

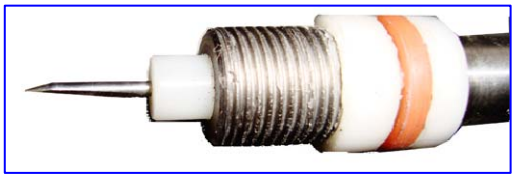
نحوه ساخت ادوات پایه ای سیستم لاین‌برک

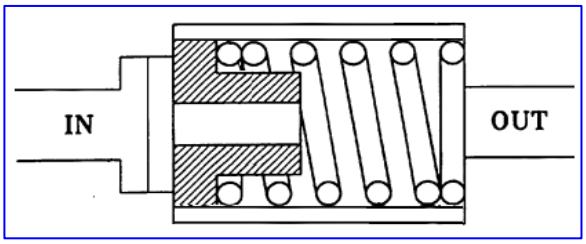
شیر گلویی و چک ولو

در یک طرح ساده مشتق‌گیر، همانند آنچه در شکل (۸-۲) نشان داده شده است نیاز به یک عدد چک ولو فنری و یک عدد شیر گلویی بصورت موازی می‌باشد. پیاده‌سازی این الگو به دوصورت انجام می گیرد:

در طرحهایی که شیر گلویی قابل تنظیم است در کنار چک ولو از یک شیر سوزنی استفاده می‌گردد. تصویر این شیر در شکل (۸-۲، بالا) دیده می‌شود. یک برش مایل روی میله سوزنی، قابلیت کنترلی قدرتمند و پیوسته‌ای برای این شیر ایجاد می‌کند.

در طرحهایی که شیر گلویی قابل تنظیم نیست از اریفیس بجای آن استفاده می‌شود. معمولا جهت کاهش هزینه‌ها، طراحی و ساخت شیر گلویی و چک ولو بصورت متحد انجام می‌گیرد.





شکل ۸-۲ – شیر سوزنی قابل تنظیم، بالا- ساختار شماتیک متحد شیر یکطرفه و گلویی، سمت چپ- طرح واقعی، سمت راست

در شکل (۸-۲، پایین چپ) تصویر این طرح دیده می‌شود که مشابه یک چک ولو با یک حفره در میانه ساچمه آن است. لذا در صورتی که فشار گاز ورودی (سمت چپ) بیشتر باشد با حرکت گوی به سمت مقابل (راست) مسیر گاز باز می‌شود. در صورتی که فشار خروجی (سمت راست) بیشتر باشد با توجه به مسدود بودن مسیر برگشت چک ولو، مسیر گاز تنها از طریق روزنه (حفره) میانی آن ایجاد می‌شود که این حفره در میانه گوی یا صفحه لغزنده مشابه یک اریفیس عمل می‌کند.

شکل (۸-۲، پایین راست) یک طرح واقعی را نشان می‌دهد. در سیستمهایی که ازین طرح استفاده می‌کنند معمولا چندعدد از شیرهای این الگو با قطرهای مختلف حفره در دسترس است که با استفاده از هرکدام می‌توان تنظیمات مشتق‌گیر را بطور گسسته عوض کرد.

مقایسه‌گر DP

این مقایسه‌گرها را به سه دسته می‌توان تقسیم بندی کرد:

[۱] مقایسه‌گرهای قابل تنظیم که در نوع Dp/Dtect استفاده می گردد. تنظیم این مقایسه‌گرها با فشرده و سفت کردن فنر مقایسه‌گر انجام می‌شود. در شکل (۹-۲، راست) یک نمونه از این مقایسه‌گرها دیده می‌شود که با دیافراگم آلومینیومی ساخته شده است. فنر این دیافراگم از بیرون درپوش مقایسه‌گر (سمت چپ شکل) به سر تیز دیافراگم متصل می‌شود. تکیه‌گاه بیرونی این فنر یک dial است که بصورت رزوه‌ای روی سطح بیرونی درپوش قرار می‌گیرد. با بازکردن یا بستن (شل یا سفت کردن)

dial، نیروی فنر قابل تنظیم است. نیروهای موجود در سمت چپ دیافراگم، نیروی فشار گاز ورودی به همراه فنر و در سمت راست، فشار گاز مخزن مرجع است.

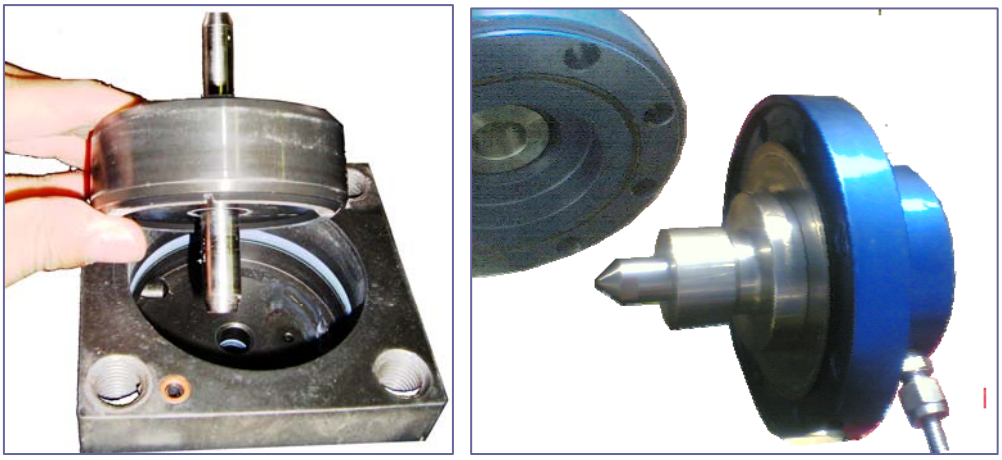
یک اهرم میله‌ای به سمت راست دیافراگم متصل است. این میله نقش محرک یک شیر تحریک مکانیکی را در سمت راست مقایسه‌گر ایفا می‌کند. درصورتیکه مجموع نیروی فشار گاز ورودی و فنر از فشار گاز مرجع کمتر باشد دیافراگم تغییر حالت داده و میله را به سمت چپ می‌کشد. بنابراین شیر تحریک مکانیکی عمل کرده فرمان خروجی لاین‌برک صادر می‌شود. با گذشت زمان، پس از اینکه نیروی فنر و گاز ورودی به نیروی فشار گاز مخزن مرجع رسیده و از آن بیشتر شد، مجددا حالت اولیه برقرار می‌گردد.

[۲] مقایسه‌گرهای غیرقابل تنظیم فنردار: فنر این مقایسه‌گرها در یک مقدار اولیه تنظیم شده و ثابت می‌مانند. رله‌های ۱۰psi و ۲۵psi سیستم لاین‌برک Accu/Tect از این نوع هستند. این رله‌ها ساده‌تر و کوچکتر از نوع قبل هستند بعلاوه دیافراگم آنها معمولا از نوع استیل می‌باشد. درسایر موارد تقریبا مشابه هستند.

[۳] مقایسه‌گرهای غیرقابل تنظیم بدون فنر: این مقایسه‌گرها که در عمل‌کننده‌های بورسیگ و شوک استفاده می‌شوند فاقد دیافراگم هستند(شکل (۹-۲، چپ)). درعوض با استفاده از یک صفحه قطور فلزی که درون محفظه مقایسه‌گر همانند یک پیستون جابجا می‌شود مقادیر فشار دو طرف صفحه را مقایسه می‌کند. در این مقایسه‌گر با استفاده از نیروی ثابت و معین وزن صفحه قطور فلزی و نیز آب بندی دقیق فلز به فلز سطح صیقلی بیرونی صفحه فلزی و بدنه درونی محفظه تا حدودی یک نیروی بازدارنده ایجاد می‌شود تا نهایتا مجموع نیروی ناشی از وزن صفحه بعلاوه نیروی ناشی از فشار گاز ورودی در یکطرف پیستون با نیروی ناشی از فشار گاز مخزن مرجع در طرف دیگر در حالت تعادل قرار می گیرند.

باتوجه به تاثیر وزن صفحه فلزی، بایستی این مقایسه‌گر بصورت عمودی نصب شود. ورودیهای فشار مقایسه‌گر توسط روزنه‌های تعبیه شده در بدنه سیلندر به دو طرف صفحه فلزی وارد می‌شوند. در صورت ایجاد اختلاف فشار بیش از نیروی مقاوم صفحه، نیروی فشار مخزن مرجع غلبه کرده و باعث جابجایی صفحه می‌گردد. این جابجایی موجب می‌شود اهرم متصل به صفحه شیر تحریک مکانیکی را فعال کند. در بدنه پیستون تعبیه شده است این شیر که مشابه یک شیر سوزنی می‌باشد که مقاومت آن با استفاده از یک پیچ قابل تنظیم می‌باشد.

باتوجه به عدم وجود فنر برگشتی در مقایسه‌گر، درصورت جابجایی صفحه فلزی، بازگشت خودبخودی صورت نخواهد گرفت و بایست بصورت دستی و توسط بهره بردار انجام پذیرد.



شکل ۹-۲ – دو دسته مختلف dp: سمت راست از نوع اول-سمت چپ از نوع سوم

تایمر

شکل (۱۰-۲) ساختار تایمر تاخیر در قطع را نشان می‌دهد.

بی هیچ توضیحی اگر دقت کنیم متوجه خواهیم شد که ساختار تایمر بسیار شبیه به ساختار سیستم لاین‌برک Dp/Dtect در ابعاد کوچکتر است با این تفاوت که در اینجا عمل مشتق‌گیری انجام نمی‌شود و صرفا لازم است تا مخزن داخلی تایمر تا حدی پر شود که بتواند بر نیروی فنر غلبه کند.

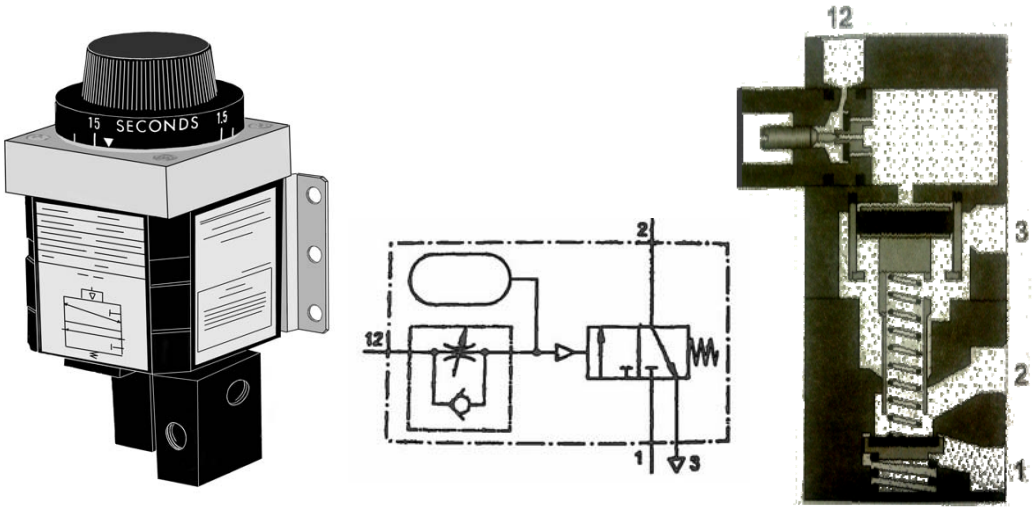
عملکرد تایمر بدینگونه است که گاز ورودی از سر ۱۲ وارد شده و از چک ولو عبور می‌کند و بلافاصله فضای مخزن ذخیره گاز درون تایمر را پر می‌کند. در نتیجه شیر مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و باز می‌شود. به محض اینکه ورودی ۱۲ قطع شده و به اتمسفر وصل شود گاز فضای مخزن تایمر به آرامی شروع به تخلیه شدن از طریق شیر گلویی به سمت سر ۱۲ می‌کند. در حین تخلیه گاز از مخزن تایمر، هرزمان که نیروی فنر بر نیروی فشار گاز درون مخزن تایمر غلبه کرد شیر مقایسه‌گر دوباره به وضعیت اولیه بر می‌گردد. هر چه نیروی فنر بیشتر باشد شیر مقایسه‌گر زودتر به وضعیت اولیه بازمی‌گردد و هرچه این نیرو کمتر باشد شیر مقایسه‌گر دیرتر به وضعیت اولیه باز خواهد گشت بنابراین با تنظیم نیروی فنر می‌توان زمان بازگشت شیر مقایسه‌گر را تنظیم کرد.

مشاهده می‌شود که عملکرد تایمر نیز وابسته به مقاومت نیوماتیکی شیر گلویی است لذا بسیار شبیه به سیستم Dp/Dtect عمل می‌کند بنابراین همانطور که نقطه تنظیم سیستم Dp/Dtect وابسته به فشار کاری می‌باشد عملکرد تایمر نیز به فشار کاری وابسته بوده و خطی نیز نمی‌باشد.

سیستم دیجیتال تشخیص لاین‌برک

در زیربخشهای قبل دو سیستم لاین‌برک معرفی شده و مزایا و معایبشان ذکر شد. از جمله مزایای آنها سادگی طراحی و عدم نیاز به هیچ گونه سیستم کمکی جهت تامین انرژی لازم برای اعمال نیرو و ارسال سیگنال لاین‌برک و صرفا استفاده از نیروی فشار گاز موجود در خطوط لوله بود. سیستم Dp/Dtect با روش

مشتق‌گیری واقعی از فشار گاز با استفاده از ادوات مکانیکی و سیستم Accu/Tect با مشتق‌گیری مجازی از فشار گاز و با روش شمارش زمانی ترکیدگی احتمالی را تشخیص می‌دهد.



شکل ۱۰-۲ – تایمر تاخیر در قطع

بررسیهای عملکردی و تجربی نشان داده‌اند هردو سیستم از قابلیت اطمینان و پایداری بلند مدت برخوردارند.
اما از طرف دیگر بررسی موردی و نتایج آزمایشگاهی نشان دادند که نقطه تنظیم سیستم Dp/Dtect وابسته به شرایط سیال مثل دما، فشار و فلو می‌باشد و صرفا با تغییر این شرایط، بدون اینکه تغییر دیگری در تجهیزات داده شود، نقطه تنظیم کل سیستم تغییر می‌یابد که جای نگرانی دارد. بعلاوه دیده شد که حتی برای این سیستم ساده نمی‌توان یک فرمول کامل و جامع استخراج کرد که بتوان برای تنظیم سیستم از آن استفاده کرد لذا برای تنظیم دو سیستم لاین‌برک ساخت دو شرکت مختلف، نیاز به نمودارهای تنظیم لاین‌برک آن شرکتها می‌باشد و در صورتی که این نمودارها در اختیار نباشد هیچ اطمینانی از تنظیمات وجود ندارد.
همچنین طرح Accu/Tect علاوه بر مشکلات نوع Dp/Dtect ، بدلیل تجهیزات، هزینه و فضای بیشتر مورد نیاز، ارسال فرمان با تاخیر (پس از افت ۳۵psi فشار)، وابستگی به دما و فلوی گاز در نقطه تنظیمی و نیز مکانیزم تکرار مداوم سیکل اندازه‌گیری افت فشار و سوییچ نسبتا زیاد از وضعی به وضع دیگر که موجب فرسوده‌شدن قطعات می‌گردد، قابل اطمینان کامل نیست.
با کندوکاو در مجموعه این عوامل دیده می‌شود که تقریبا اکثر ایرادات آنها ناشی از ساختار مکانیکی ادوات و رفتار گاز درون این ساختار مکانیکی است. بنابراین مادامی که با استفاده از تجهیزات مکانیکی قصد تشخیص ترکیدگی را داریم چاره‌ای جز پذیرفتن این مشکلات وجود ندارد. اما می‌توان با استفاده از ساختارهای جایگزین از تجهیزات مکانیکی استفاده نکرد. یکی از این روشها، نمونه‌برداری از سیگنال تحت اندازه‌گیری مثل فشار گاز و انجام محاسبات در حوزه‌های دیگر از جمله حوزه الکترونیک می‌باشد که با بررسیهای انجام گرفته بنظر می‌رسد حرکت به سمت الکترونیکی کردن این سیستمها اجتناب‌ناپذیر باشد.

استفاده از سیستم لاین‌برک الکترونیکی نه تنها بسیاری از معایب ذکر شده را ندارد بلکه مزایای قابل توجهی نیز دارد. از جمله آنها قابلیت تنظیم سیستم در بازه‌های بسیار وسیعتر، دقت بالا و ثبات مشتق‌گیر الکترونیکی، عدم وابستگی نقطه تنظیم به پارامترهای کاری مثل فشار کاری، قابلیت ارسال نتایج به مرکز کنترل و یا سیستم محلی بصورت الکترونیکی، قابلیت تبدیل و افزودن سایر طرحها به سیستم لاین‌برک مثل ESD صرفا با یک برنامه ریزی ساده و بدون هیچ زحمت اضافی می‌باشد. همچنین سیستم دیجیتال قابلیت حذف اثرات زودگذر محتمل را نیز دارد مثل شروع به کار تاسیسات تقویت فشار. درحقیقت این سیستم یک کامپیوتر کوچک با هزینه بسیار کمتر از مشابه مکانیکی آن است. حال امکانات این کامپیوتر کوچک را با یک سیستم مکانیکی مقایسه کنید تا ببینید چه مزایایی بیشمار دیگری ممکن است داشته باشد.

از معایب آن نیز نیاز به نگهداری سخت تر و مشکلات تامین انرژی الکتریکی برای سیستم می‌باشد.

در ساده‌ترین حالت، سیستم تشخیص لاین‌برک الکترونیکی بطور پیوسته فشار خط لوله را توسط ترانسمیتر فشار رصد کرده و درصورت تشخیص ترکیدگی خط لوله، فرمان خروجی را صادر و به سمت سولنوییدولو close ارسال می‌کند. این سولنوییدولو در حقیقت مبدل سیگنال الکتریکی خروجی سیستم دیجیتال به سیگنال مکانیکی است. با فعال شدن این ولو، گاز به سمت مدار فرمان عمل‌کننده هدایت می‌شود.

در سیستم لاین‌برک بایستی مقادیر فشار اندازه‌گیری شده، مشابه تایمر، در مقاطع زمانی متفاوت (با توجه به تشخیص بهره بردار، مثلا ۱۰ ثانیه) با یکدیگر مقایسه می‌شوند و در صورتی که اختلاف فشار از حد تنظیمی بیشتر باشد فرمان خروجی بسته شدن شیر را صادر می‌کند. مثلا فشار قرائت شده در این لحظه با فشار ده ثانیه قبل، فشار ثانیه بعد با ده ثانیه قبلش و ... مقایسه می‌شوند. حتی برای اطمینان می‌توان این مقایسه را چند مرحله ای انجام داد و درصورتیکه در همه این مراحل از حد تنظیمی بیشتر باشد فرمان لاین‌برک ارسال گردد.

ذکر شد که متاسفانه از معایب این سیستم، نیاز آن به انرژی الکتریکی است. منابع قابل تصور برای تامین انرژی به شرح ذیل هستند:

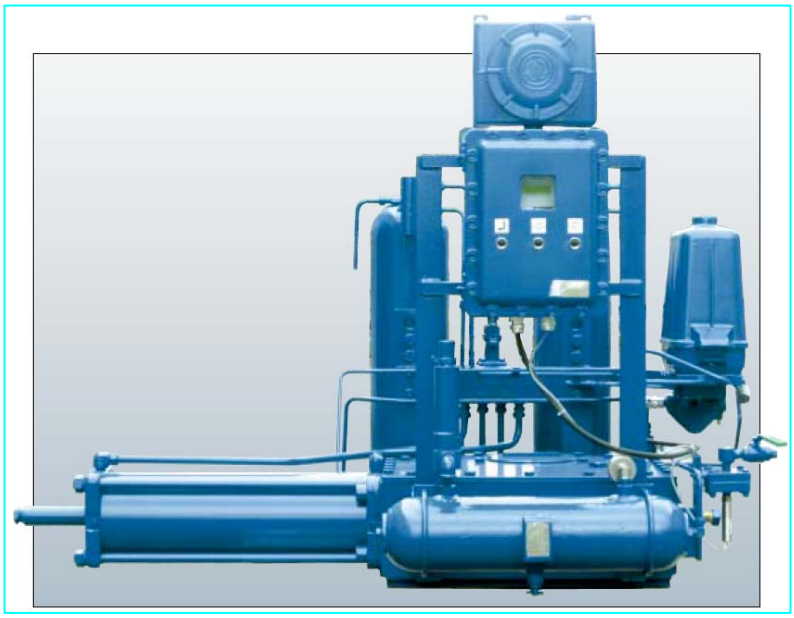
۱. باتریهای قابل شارژ با توان خروجی مناسب و با طول عمر بالا.
۲. صفحه باتری خورشیدی و باتری قابل شارژ متصل به آن.
۳. منابع برق محلی در صورت وجود. مثلا در صورت مجاورت تاسیسات حفاظت زنگ و یا گاز بین راهی یا ورودی شهرها با ایستگاه شیر بین راهی از برق آن تاسیسات می توان استفاده کرد.

شرکتهای بسیاری اقدام به ساخت سیستمهای لاین‌برک دیجیتال کرده‌اند از جمله بتیس، بی‌فی و شوک. ما در این بخش به معرفی سیستم لاین‌برک دیجیتال شرکت "بی‌فی" با نام "ELBS-۱۰" می‌پردازیم. نمای بیرونی عمل‌کننده به همراه لاین‌برک دیجیتال در شکل (۱۱-۲) نشان داده شده است. این عمل‌کننده دارای امکانات کاملی است:

محصول دیجیتالی بی‌فی یک تابلو محلی دارد که شامل LCD نمایشگر و پوش‌باتنهای سولنوییدی است. همچنین پورتهای سریال و بی سیم[۷۱] جهت ارتباط داده‌ای با لپ تاپ همراه و ارسال داده، برنامه‌ریزی و مشاهده عملکرد وجود دارند.

[۷۱] Wireless

این سیستم مقادیر فشار ورودی خوانده شده از طریق ترانسمیترها را در حافظه خود ذخیره می‌کند و در مواقع لزوم گزارش آنرا به همراه نمودارهای مورد نیاز به بهره‌بردار ارائه می‌دهد.



شکل ۱۱-۲ – نمای یک عملگر بی‌فی با لاین برک دیجیتال

برای اینکه ببینیم یک سیستم دیجیتال لاین‌برک چگونه عمل می‌کند به شکل (۱۲-۲، بالا) دقت کنید. در این شکل یک افت فشار پیوسته در خط لوله نشان داده شده است که پس از چند بار اندازه‌گیری زمانی بعنوان نهایتا نتیجه‌گیری می‌شود که در خط لوله ترکیدگی رخ داده است. شکل (۱۲-۲، پایین) مقایسه مقادیر افت فشار را با مقدار تنظیمی نشان می‌دهد.

مشاهده می‌شود که روش عملکرد بسیار ساده است و با ابتدایی‌ترین تراشه‌های الکترونیکی موجود در بازار قابل پیاده‌سازی است وتنها تجهیزات متصور مورد نیاز عبارتند از تراشه میکروکنترلر، ترانسمیتر فشار، باتری قابل شارژ، سولنویید ولو.

سیستم لاین‌برک بی‌فی دارای امکانات بسیاری است که می‌توان توسط کلیدهای محلی هر کدام از این امکانات را فعال کرده و تنظیمات را انجام داد.

استفاده از سیستم‌های الکترونیکی در خطوط انتقال گاز مستلزم رعایت برخی ملاحظات است از جمله:

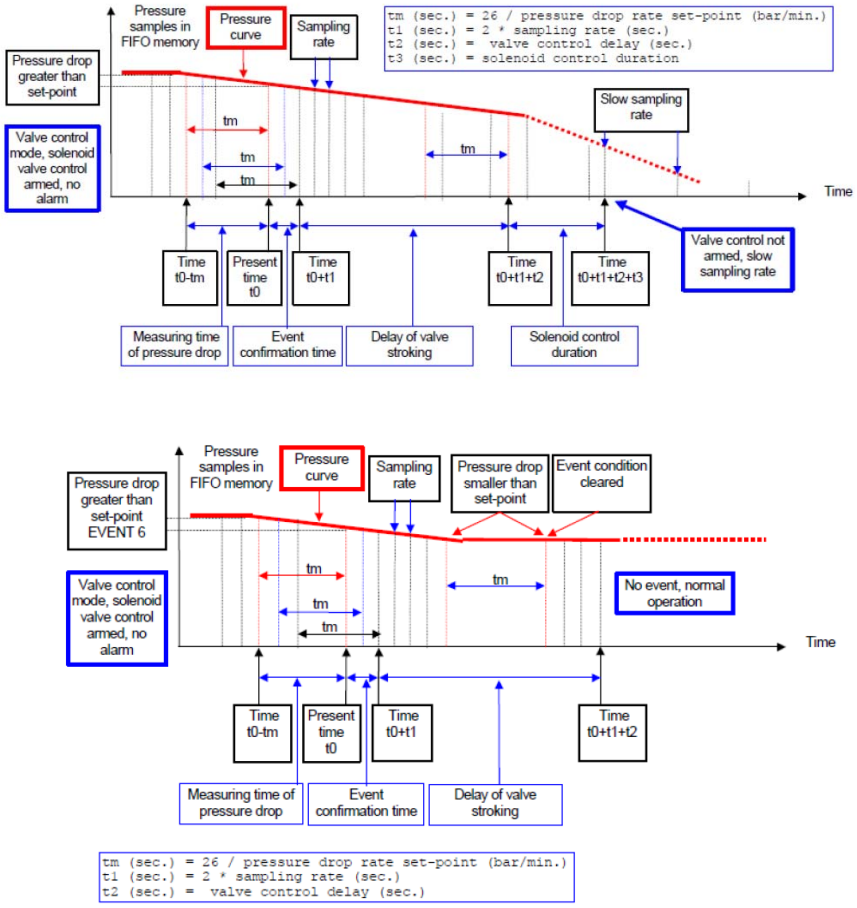
۱. تجهیزات الکترونیکی، چه به لحاظ عملکردی و چه به لحاظ ایمنی(SIL)، بایستی قابلیت اطمینان بالایی داشته باشند زیرا اولا محیط مملو از گاز است و هرگونه ناامنی موجب بروز حوادث شدیدی خواهد شد. ثانیا نقش سیستم لاین‌برک جهت حفاظت از خطوط لوله مهم و قابل توجه است.

۲. درصورتیکه تامین انرژی الکتریکی ریسک بالایی داشته و قابل اطمینان نیست استفاده از این سیستم توصیه نمی‌شود.

۳. یکی از قابلیتهای این سیستم، امکان ارسال داده‌ها توسط شبکه بی‌سیم و ... می‌باشد لذا جهت جلوگیری از سرقت یا سوء استفاده از اطلاعات، بایستی نسبت به امنیت بستر سیستم ارسال و دریافت

داده اطمینان حاصل شود. همچنین بدلیل احتمال قطع بستر شبکه‌های محلی مثل GPRS ، در مناطق با حساسیت بالا از سیستمهای جایگزین مطمئن مثل شبکه‌های ماهواره ای استفاده شود.

۴. برای جلوگیری از تغییر تنظیمات توسط افراد ناآگاه و غیرخبره بهتر است برای کار با دستگاه رمز ورود درنظر گرفته شود.



شکل۱۲-۲ - نمودار یک افت فشار و رفتار سیستم لاین برک

پارامترهای موثر بر تنظیم سیستم لاین‌برک

عموما نرخ افت فشار ناشی از یک ترکیدگی در خط لوله در محل ایستگاه شیرمعلول حداقل ۵ پارامتر اصلی می‌باشد.

۱- فلو : تاثیر فلو را به دو صورت می‌توان بررسی کرد. اول فرض کنید در بالادست ایستگاه شیر خودکار ترکیدگی رخ دهد. در این حالت هرچه فلوی گاز عبوری از شیر خودکار بیشتر بوده باشد پس از ترکیدگی، نرخ افت فشار بالاتر خواهد بود.(چرا؟) اما اگر ترکیدگی در پایین دست باشد چگونه؟
تصور کنید میزان فلوی عبوری از خط برابر A و فلوی ایجاد شونده در اثر ترکیدگی B باشد. فرض کنید فلوی معمولی جریان گاز A به شدت بالا بوده و نزدیک به B است. در این حالت اگر ترکیدگی در پایین‌دست ایستگاه شیر رخ دهد باتوجه به اینکه فلوی ایجاد شده در نتیجه ترکیدگی B در حد همان A است و باتوجه به تامین مداوم جریان گاز از سمت بالادست شیرخودکار، هیچ تفاوت خاصی احساس نمی‌شود لذا افت فشاری هم نخواهیم داشت. بنابراین مشاهده می‌شود که تغییر فلو در یک خط لوله دو نتیجه معکوس را در عملکرد سیستم لاین‌برک درپی دارد: درصورتیکه ترکیدگی در پایین‌دست باشد افزایش فلو نامطلوب و در صورتی که ترکیدگی در بالادست باشد افزایش فلو مطلوب است.

۲- فشار کاری: در آزمایش سوم بی‌فی نشان داده شد که مقدار فشار کاری برروی نرخ افت فشار تاثیرگذار است.

۳- دما: این پارامتر بصورت غیر خطی برروی نرخ افت فشار تاثیر می‌گذارد. در حالت عادی دمای گاز درون لوله معمولا ثابت است و تاثیر چندانی ندارد اما در زمان ترکیدگی دما افزایش می‌یابد.

۴- اندازه قطر لوله: واضح است که هرچه سایز خط لوله بیشتر باشد انتشار افت فشار و افزایش جریان گاز از محل ترکیدگی به سمت ایستگاه شیر آسانتر صورت گرفته و نرخ افت فشار بیشتر خواهد بود.

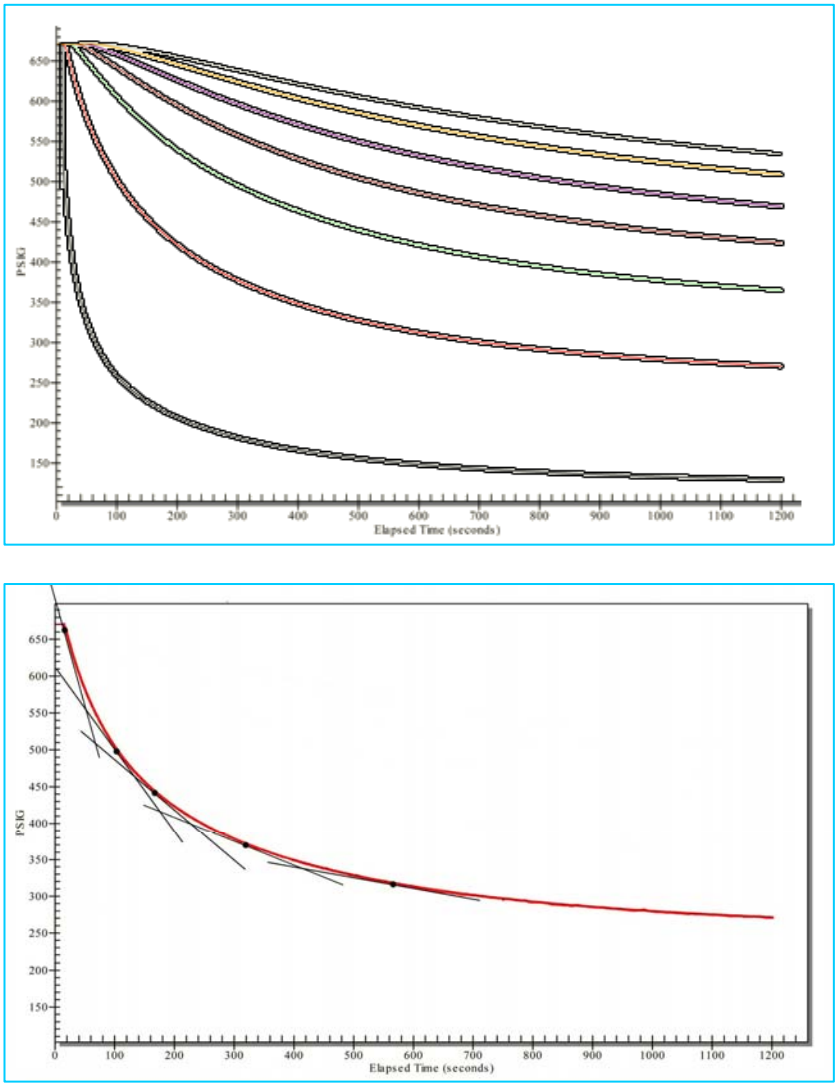
۵- فاصله از محل ترکیدگی: شاید موثرترین پارامتر در میان این ۵ مورد باشد. هرچه فاصله ایستگاه شیر از محل ترکیدگی بیشتر باشد بالطبع افت فشار کاهش می‌یابد که این کاهش تقریبا بصورت تابع نمایی[۷۲] است. در این باره بطور مفصل بحث خواهیم کرد. پیش زمینه این بحث این است که بدانیم فاصله بین شیرهای خودکار چه میزان است؟

ASME B۳۱.۸ استاندارد معتبر طراحی خطوط لوله انتقال گاز است که نسبت به فاصله نصب شیرآلات در خطوط انتقال گاز اظهار نظر کرده است. B۳۱.۸ با کلاس‌بندی خطوط لوله به ۴ گروه A وB وC وD به ترتیب حداکثر فواصل ۲۰، ۱۵، ۱۰ و ۵ مایل[۷۳] را بین دو ایستگاه شیر پیشنهاد می‌کند. البته این استاندارد اشاره‌ای به سیستم عمل‌کننده و ملحقات آن ندارد و هرگونه ملاحظه فنی در این زمینه را به عهده مجریان و بهره‌برداران می‌گذارد. اگرچه معمولا فاصله‌گذاری شیرها طبق همین استاندارد انجام می‌گیرد اما گاها باتوجه به ملاحظات ایمنی شبکه اصلاحاتی برروی فواصل انجام می‌گیرد. مثلا در مناطق با عوارض شدید مثل گسلها و رودخانه‌ها معمولا در دوطرف این عوارض شیرهای خودکار نصب می‌شوند.
علی ایّحال درصورتیکه کلاس خط لوله A باشد در بدترین حالت، که عبارتست از زمانی که ترکیدگی در مجاورت یکی از ایستگاههای شیر خودکار باشد، شیر خودکار دیگر فاصله ۲۰ مایلی از ترکیدگی دارد. درصورتیکه در خط لوله با کلاس D ، این فاصله ۵ مایل است. مسلم است که اثرات ناشی از ترکیدگی در این دو حالت یکسان نیست و در حالت دوم بسیار شدیدتر می‌باشد.

---

[۷۲] Exponential

[۷۳] Mile = ۱.۶۰۹۳۴ Kilometer



شکل ۱۳-۲– تغییرات فشار گاز در اثر ترکیدگی لوله در فواصل مختلف، بالا-شیب نمودار(نرخ) افت فشار، پایین

جهت بررسی دقیق این موضوع با استفاده از نرم‌افزار Pipeline Studio ۳.۲ شبیه‌سازی دقیقی برروی یک خط لوله "۴۸ ، درصورتیکه ترکیدگی در فواصل ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلومتری ایستگاه شیر خودکار رخ دهد انجام شده است که نمودارهای فشار آن در محل ایستگاه شیر خودکار در شکل (۱۳-۲، بالا) دیده می‌شود. از این شکل می‌توان دید که نرخ افت فشار در فواصل نزدیکتر به ترکیدگی شیب بسیار تندتری نسبت به فاصله‌های دورتر دارد.

در شکل (۱۳-۲، پایین) نیز شیب خطوط مماس بر نمودار افت فشار (که همان مشتق نمودار است) ترسیم شده است. از این شکل می‌توان دید که نرخ افت فشار در لحظات اولیه شیب تندتری نسبت به لحظات بعد دارد. از این جهت یک مزیت برای سیستم لاین برک به حساب می آید زیرا سیستم لاین برک می تواند در همان ابتدای امر با سرعت فعال شده و فرمان خروجی را صادر کند. اگر سیستم لاین برک در لحظات اولیه فعال نشود بدین

معنی است که شیب افت فشار کمتر از حد تنظیمی است لذا باتوجه به این نکته که شیب نمودار در لحظات بعد کمتر خواهد شد پس امیدی به فعال شدن سیستم لاین برک در لحظات بعدی وجود ندارد.

در کنار ۵ مورد بالا برخی عوامل موثر دیگر مثل ارتفاع و یا اصطکاک داخلی لوله تاثیر خود را برروی این ۵ پارامتر نشان می‌دهند. حتی طول لوله از ایستگاه شیر تا مصرف‌کننده و یا تولیدکننده نیز می‌تواند موثر باشد که شرح آن به درازا می‌انجامد.

توضیحات و مقدمات بالا راهنمای مفیدی برای انتخاب نقطه تنظیم مناسب برای سیستم لاین‌برک خواهد بود. اما باید متذکر شد که میزان اثربخشی هر کدام از عوامل فوق بر روی افت فشار گاز متفاوت بوده و قابل اندازه‌گیری بصورت خطی نمی‌باشد لذا باید به خاطر داشت که بهترین راهنما تجربه است.

بدین منظور بایستی اطلاعات مناسبی از رفتارهای فشار گاز در یک خط لوله در اختیار داشت مثلا موارد زیر را در یک مقطع مناسب، مثلا در طول یک سال، در اختیار داشته و مورد لحاظ قرار می دهیم:

۱- حداقل و حداکثر فشار بهره‌برداری خط لوله و فشار متوسط بهره‌برداری.
۲- حداقل و حداکثر فلوی جریان گاز خط لوله و فلوی متوسط بهره‌برداری. همچنین محل انشعاب مصرف‌کنندگان در مسیر خط لوله.
۳- حداکثر افت فشار در محل ایستگاه شیر خودکار که در نتیجه افزایش ناگهانی جریان گاز رخ می‌دهد در سه فشار حداقل، حداکثر و فشار متوسط بهره‌برداری. بهتر است نمودار تاثیر تغییر فلو را دراختیار داشته باشید و با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای افت فشار را محاسبه کنید.
۴- حداقل افت فشار بوجود آمده در محل ایستگاه شیر خودکار درنتیجه ترکیدن خط در دورترین نقطه، در سه فشار حداقل، حداکثر و متوسط. محاسبات این بخش را دوبار با جریان گاز حداقل و حداکثر انجام دهید.

تمام این موارد بایستی با لحاظ کردن قطر خط لوله و دمای گاز مورد تحلیل قرار گیرد.

با توجه به موارد ۱و ۲ و آگاهی از مورد ۳ می‌توان از روی مورد ۴ بهترین انتخاب را انجام داد. می‌دانیم که مواقع بسیاری وجود دارد که فشار خط لوله تحت تاثیر عواملی غیر از ترکیدگی دچار افت می‌شود. از جمله این موارد، افزایش ناگهانی مصرف گاز در شهرها، آغاز به کار واحدهای صنعتی در ساعات اولیه روز، سرمای ناگهانی هوا، مکش شدید گاز توسط تاسیسات تقویت فشار و نیروگاهها در لحظه شروع به کار می‌باشد. بنابراین هرکدام از اطلاعات مورد نیاز بایستی به دقت مورد بررسی قرار گرفته و اندازه‌گیری‌های تجربی و یا علمی برروی آنها انجام شده و مقدار دقیق نرخ افت فشار در این مواقع اندازه‌گیری شود. در غیر اینصورت ممکن است در اثر عدم تنظیم صحیح سیستم لاین‌برک، در اثر هرکدام از موارد ذکر شده، سیستم لاین‌برک دچار اشتباه در تشخیص شده و سیگنال کاذب[۷۴] صادر کند. بعلاوه ممکن است اشتباها، سیستم لاین‌برک به نحوی تنظیم شود که در صورت بروز ترکیدگی، به خوبی عمل نکند.

با این حال این نکته را به خاطر داشته باشید که همیشه نرخ افت فشار ناشی از ترکیدگی خط از سایر عوامل کاذب بیشتر است.

---

[۷۴] Wrong

پس از انتخاب مقدار مناسب نقطه تنظیمی برای لاین‌برک، با مراجعه به نمودارهای تهیه شده توسط سازنده سیستم که بصورت تابعی از پارامترهای متغیر یا قابل تنظیم مثل قطر شیر گلویی، فشار کاری، تنظیم مقدار DP، ترسیم می‌شود می توان تنظیم سیستم لاین‌برک را انجام داد.

شبیه سازی نرم افزاری

در بخش قبل گفته شد که میزان افت فشار ناشی از یک ترکیدگی در خط لوله در فاصله معین از آن معلول حداقل ۵ پارامتر اصلی می‌باشد: فلو، فشار، دما، قطر و فاصله نقطه مدنظر از محل ترکیدگی. میزان اثربخشی هر کدام از عوامل فوق بر روی افت فشار متفاوت است و قابل اندازه‌گیری بصورت خطی نمی‌باشد اما می‌توان با استفاده از نرم افزارهای شبیه ساز این کار را به آسانی و با بررسی موردی هر کدام از حالات خاص در خطوط لوله انجام داد.

شبیه سازی نرم افزاری باعث می‌شود اولا دید بهتری نسبت به نتایج ترکیدگی لوله در نواحی اطراف و محل نصب شیرها می‌توان پیدا کرد ثانیا بدون نیاز به تحلیل دقیق ویژگیهای سیال و لوله می‌توان نرخ افت فشار در نتیجه ترکیدگی را حساب کرد. بدین منظور نرم افزار استفاده شده بایستی توانایی تحلیل رفتار دینامیک و گذرای گاز را داشته باشد.

نرم افزارهایی که توانایی تحلیل دینامیک گاز را داشته و جهت خطوط انتقال گاز مناسب باشند تعداد محدودی هستند. از قدیمیترین این نرم افزارها Stooner Pipeline Simulator (SPS) می‌باشد که نرم افزار قدرتمندی در این زمینه می‌باشد اما سهولت کار با آن نسبت به سایر نرم افزارها کمتر است. نرم افزار Simune بسیار قدرتمند و گران قیمت است که توانایی دریافت اطلاعات بصورت آنلاین و تحلیل رفتاریشان را دارد. این نرم افزار مورد استفاده در دیسپچینگ شرکت ملی گاز ایران می‌باشد که بصورت پروژه ای به مشتریان ارائه شده و امکان تامین آن جهت استفاده بر روی کامپیوترهای شخصی ممکن نیست.

اما نرم افزار Pipeline Studio محصول شرکت Energy Solution International , ESI یک نرم‌افزار قدرتمند قابل نصب بر روی کامپیوترهای شخصی می‌باشد که نسخه‌های به روز شده[۷۵] آن سریعا و در عرض کمتر از یک سال ارائه می‌گردد. این نرم‌افزار توانایی تحلیل و شبیه‌سازی رفتار دینامیکی گاز درون لوله‌های انتقال و نیز شبکه توزیع شهری با امکانات فراوان را دارد که حتی ویژگیهای دما و انتقال حرارت لوله‌ها و پوشش آنها را نیز محاسبه کرده و به کاربر ارائه می‌دهد.

در شکل (۱-۱۳، بالا) با استفاده از امکانات این نرم افزار، شبیه سازی تغییرات فشار در اثر یک ترکیدگی در خط لوله در فواصل ۲۵Km ,۲۰ ,۱۵ ,۱۰ ,۵ ,۱ و ۳۰Km انجام شده و خروجیهای هریک ترسیم شده است. باتوجه به تغییرات فشار گاز خط لوله، درصورتیکه از این تغییرات مشتق بگیریم نرخ افت فشار حاصل می‌شود. از شکل (۱-۱۳، پایین) پیداست که بیشترین افت فشار در لحظات اولیه پس از ترکیدگی لوله بوجود می‌آید و این یک نکته مثبت در عملکرد سیستم لاین‌برک از نوع حساس به مشتق فشار است زیرا درصورتیکه نرخ افت فشار بیش از حد تنظیمی باشد بلافاصله و در لحظات اولیه تشخیص داده شده و فرمان بسته شدن شیر صادر می‌گردد.

جمع بندی

[۷۵] Update

سیستمهای قطع خودکار وظیفه تشخیص ترکیدگی لوله را برعهده دارند. این سیستمها برروی عمل کننده های شیرهای بین راهی نصب شده و در صورت تشخیص ترکیدگی دستور بستن شیر اصلی را به عمل کننده صادر می کنند.

دو نوع معروف این سیستمها DP/Dtect و Accu/Tect هستند که اولی برمبنای مشتق واقعی زمانی عمل می کند و دومی بر مبنای زمان گیری! سیستم Break/Dtect نیز یک نمونه بهبودیافته Accu/Tect است.

در مقایسه به نمونه های مکانیکی، سیستمهای الکترونیکی و دیجیتال عملکرد بهتر و منعطف تری دارند اما بدلیل نیاز به تامین انرژی برق و برخی ملاحظات ایمنی در حال حاضر کاربرد چندانی ندارند.

تشخیص ترکیدگی توسط سیستمهای نصب شده برروی شیرهای بین راهی بسیار مشکل و گاها غیر قابل انجام است. عوامل موثر بسیاری مانند، سایز لوله، فاصله ترکیدگی، فشار و فلوی گاز، دمای گاز و حتی انشعابات و موقعیت ترکیدگی بر عملکرد سیستم تاثیرگذار هستند. لازم است تا بهره برداران و متولیان شیرهای خودکار با توجه به تمامی این موارد بهترین نقطه تنظیم را یافته و اعمال نمایند.

بدلیل پیچیدگی محاسبات با لحاظ کردن همه این موارد، بهتر است از نرم افزارهای شبیه ساز استفاده نمود. برخی از این نرم افزارها SPS و Simone و Pipeline Studio می باشند که نرم افزارهای قدرتمندی در این زمینه هستند.

بخش سوم

عملگرها

عملگر قسمت اعمال و انتقال قدرت به ساقه شیر است که در انواع مختلف ساخته می‌شود. در این بخش با سه نوع عملگر یوغ، چرخ آسیابی و هیدروستاتیک بطور کامل آشنا خواهید شد.در کنار این سه نوع، عملگرهای دیگری نیز معرفی و به اختصار توضیح داده خواهند شد.

یوغ چاک دار Scotch Yoke

عملگرهای نوع یوغ چاک دار یا اسکاچ یوغ (SY)[۷۶] نوع ممتاز، کامل و منطبق بر شیرهای توپی بوده و در شیرهای نسل جدید به ندرت می‌توان عملگر اتوماتیکی غیر از این نوع یافت که بر روی شیرهای توپی نصب شده باشد. به جهت اختصار، در این کتاب به عملگر نوع یوغ چاک دار، نوع یوغ گفته خواهد شد. اولین نمونه‌های ساختار یوغ در قرن ۱۹ در قطارهای مسافربری استفاده شد که نقش نیروی محرکه آنها را در تبدیل نیروی خطی به چرخشی و انتقال نیرو به پیستون‌ها و چرخهای ماشینهای صنعتی داشت. این ساختار به قدری موفق بود که بدون تغییر خاصی همچنان در حال استفاده در این قطارها هستند. عملگر نوع یوغ کم‌کم در سایر زمینه‌ها و کاربردها متناسب با تواناییهایش بکار گرفته شد از جمله در عملگرهای عمل‌کننده‌های شیر!

مهمترین ویژگی نوع یوغ که موجب استعمال آنها در عملگرها شده است تولید گشتاور متناسب با کورس حرکتی است به نحویکه مقدار گشتاور تولیدی در نقاط ابتدا و انتهایی حرکت بالاتر و در نقاط میانی کمتر می‌باشد. از طرفی معمولا هزینه تولید عملگرهای نوع یوغ ، مخصوصا جهت تولید گشتاور بالاتر، کمتر از سایر انواع عمگرهاست که باعث شده است در این زمینه تقریبا بی رقیب بماند.

امروزه شرکتهای بسیاری اقدام به ساخت و نصب عملگرهای این نوع می‌نمایند حتی برخی از این شرکتها محصولات دیگر سازندگان را تحت نام خود بر روی عملگرهای خودشان نصب می‌کنند.

مکانیزم عملکرد

ساده‌ترین مکانیزم نوع یوغ همانطور که از نامش پیداست، از یک یوغ چاک خورده مطابق شکل (۱-۳، راست) تشکیل می‌شود که درون آن یک لغزنده[۷۷] وجود دارد. لغزنده به یک میله محور[۷۸] متصل است. با حرکت میله پیستون به راست و چپ، لغزنده درون چاک یوغ لغزیده و باتوجه به اتصال آن به نقطه ثابت مرکزی[۷۹] توسط میله محور باعث چرخش دایره‌وار یوغ می‌شود. بدین ترتیب حرکت خطی میله به حرکت چرخشی تبدیل می‌شود. درصورت اتصال لغزنده به یک چرخ، با حرکت رفت و برگشتی پیستون این چرخ خواهد چرخید. بالعکس، درصورتیکه بتوانیم به یک طریق دیگر چرخ را به گردش درآوریم پیستون حرکت رفت و برگشتی خواهد داشت. دقت شود در اینجا میله پیستون صرفا روی یک خط افقی، مسیر رفت و برگشتی دارد و لغزنده بصورت عمودی در طول ناحیه چاک خورده بالا و پایین می‌رود درصورتیکه در سایر انواع مبدلهای حرکت خطی به چرخشی، نظیر پیستون ماشین یا چرخ قطار، یوغ و لغزنده وجود ندارد و میله پیستون مستقیما به چرخ متصل شده و آنرا می‌چرخاند. لذا میله پیستون حرکت همزمان در دوجهت افقی و عمودی خواهد داشت. بنابراین در ساختار نوع یوغ احتمال آسیب قطعات نیز کمتر است.

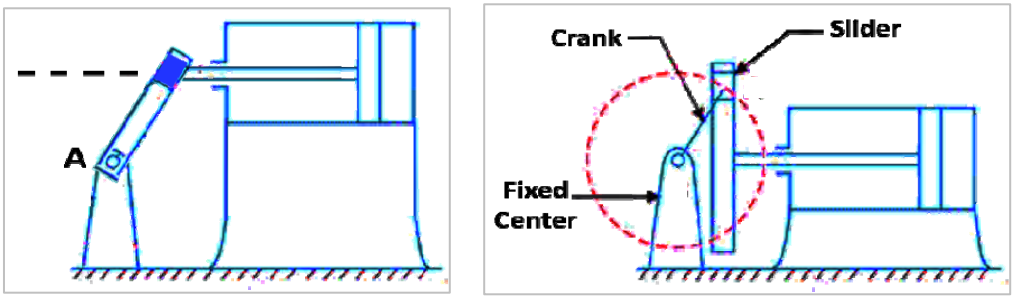
---

[۷۶] Scotch-Yoke

[۷۷] Slider

[۷۸] Crank

[۷۹] Fixed Center

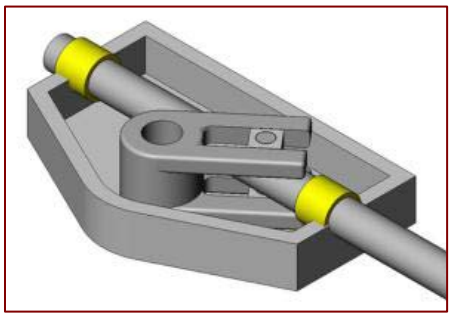


شکل ۱-۳ – ساختار یک نوع یوغ ساده، سمت راست – نوع استفاده شونده در عملگرها،سمت چپ

یک مزیت دیگر نوع یوغ این است که با کاهش نسبت حرکت تولید شده خروجی به ورودی و باتوجه به قانون بقای کار باعث افزایش نیرو و گشتاور تولید شده می‌گردد که در عملگرها بسیار مهم است.

ساختار یوغ در عملگرها

نحوه استعمال یوغ عملگرها اندکی متفاوت است. تصور کنید در شکل (۱-۳، چپ)، میله محور را حذف کنیم و یوغ را مستقیما به نقطه مرکزی چرخ نصب کنیم. در این حالت با حرکت خطی افقی پیستون، لغزنده نیز بصورت افقی حرکت می‌کند لذا یوغ حول نقطه مرکزی چرخیده و باعث چرخش چرخ از مرکز آن می‌شود. به عبارتی در این حالت عامل چرخش از محیط چرخ به مرکز آن منتقل می‌شود. حال فرض کنید بجای اتصال نقطه مرکزی به وسط یک چرخ، آنرا به قسمت فوقانی شفت ساقه متصل کنیم. در این حالت با حرکت رفت و برگشتی پیستون، شفت چرخیده و باعث چرخش توپی شیر می‌شود که محدوده چرخش بسته به کورس حرکتی پیستون حداکثر تا ۱۸۰ درجه می‌تواند باشد (چرا؟) اما نمی‌توان و نباید به این عدد نزدیک شد که در قسمتهای بعدی دلیل آن گفته خواهد شد.



شکل ۲-۳ – ساختار یک نوع یوغ ساده درون عملگر

در نوع یوغ، عموما چاک درون یوغ به شکل یک مکعب مستطیل لغزنده است که به خوبی درون چاکی جای داده شده است. این مکعب توسط یک پین به میله متحرک متصل می‌گردد (شکل (۲-۳)). همچنین در محل برخورد میله پیستون به بدنه عملگر از رینگهای فلزی به عنوان نگهدارنده و هدایت کننده استفاده می‌شود.

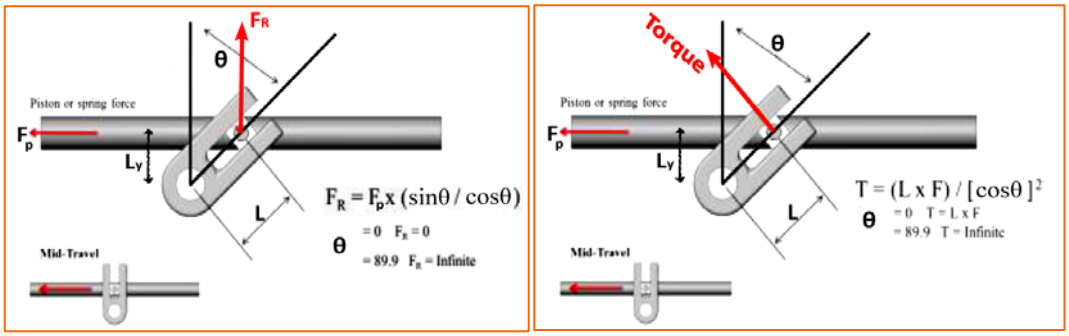
محاسبه گشتاور تولیدی

ابتداءا بطور شهودی، می‌توان گفت بدلیل اینکه کورس حرکت پیستون بیشتر از کورس حرکت چرخشی محور میانی یوغ است لذا احتمالا گشتاور اعمالی بیشتر از گشتاور ورودی است. اما محاسبات دقیق در ادامه می‌آید.

باتوجه به شکل (۳-۳، راست) اگر نیروی اعمالی توسط پیستون را F_p، زاویه یوغ را θ، طول مرکز تا لغزنده یوغ را L و فاصله عرضی میله پیستون تا مرکز (طول موثر) را L_y بنامیم آنگاه با صرفنظر کردن از تاثیر اصطکاک بین لغزنده و یوغ، گشتاور تولیدی T از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$T = \frac{F_p}{\cos\theta} \times L \qquad (۳-۱)$$

$$L \times \cos\theta = L_y \quad \rightarrow \quad T = \frac{F_p \times L_y}{(\cos\theta)^2} \qquad (۳-۲)$$



شکل ۳-۳ – نحوه محاسبه گشتاور تولیدی در عملگر یوک، سمت راست – نیروی عکس العمل، سمت چپ

بنابراین مشاهده می‌شود که طبق رابطه (۲-۲) گشتاور تولید شده برابر است با حاصلضرب نیروی اعمالی از طرف پیستون (F_p) در طول موثر یوغ (L_y) تقسیم بر $(\cos\theta)^2$. مشاهده می‌شود که برای افزایش گشتاور اعمالی در یک زاویه چرخش ثابت، بایست نیروی اعمالی از پیستون یا طول یوغ را افزایش داد. باتوجه به نیروی ناشی از فشار، رابطه (۲-۳) را می‌توان بصورت زیر بازنویسی کرد:

$$T = \frac{P \times A \times L_y}{(\cos\theta)^2} \qquad (۳-۳)$$

که در آن بجای F_p مقدار معادل آن یعنی $(P \times A)$ را قرار داده ایم که A سطح مقطع موثر پیستون و P فشار اعمالی به پیستون است. لذا برای افزایش F_p می‌توان P یا A را افزایش داد.

دلیل اینکه A را سطح مقطع موثر نامیدیم این است که درحالت برگشت پیستون که فشار وارده به سمتی است که میله پیستون در آن سمت قرار دارد، مقدار A در فرمول (۳-۳) کمی کمتر از سطح مقطع پیستون خواهد بود زیرا در این حالت، فشار وارده به اندازه سطح مقطع میله پیستون کمتر خواهد شد. لذا مقدار A در (۳-۳) برابر می‌شود با مساحت کل سطح پیستون منهای مساحت سطح مقطع میله پیستون. بنابراین در این حالت گشتاور تولیدی اندکی از حالت رفت پیستون کمتر خواهد بود.

همینجا لازم است یک نکته بسیار مهم را ذکر کنیم: می‌دانیم که عملگرهای مکانیکی با استفاده از گشتاور و نیروی تولید شده توسط فشار گاز تولید حرکت می‌کنند. اما توجه داشته باشید که در طول حرکت و ابتدا و انتهای آن، لزوما حداکثر فشار گاز ممکن به پیستون اعمال نمی گردد. مثلا اگر فشار خط ۸۰۰psi باشد با فشردن پوش‌باتن open شیر، بدلیل وجود تیوبها و گلوگاهها در مسیر رسیدن گاز به سیلندر، این فشار به یکباره

به سیلندر و پیستون اعمال نمی‌گردد بلکه با شیب افزاینده اعمال می‌شود تا زمانیکه نیرو و گشتاور تولیدی برابر گشتاور مورد نیاز شود. در این لحظه، توپی شیر شروع به حرکت کند. پس از حرکت کردن شیر، اگر سرعت ورود گاز یا روغن به پیستون و نتیجتا افزایش فشار بیش از گشتاور مورد نیاز باشد شیر با سرعت بیشتری می‌چرخد تا تعادل گشتاوری برقرار باشد. لذا سرعت چرخش شیر در طول مسیر با سرعت ورود گاز به مجموعه سیلندر و پیستون نیز متناسب است. تصور کنید اگر در مسیر تیوبی وجود نداشت و فشار به یکباره به پیستون اعمال می شد توپی شیر با سرعت بسیار زیادی به چرخش درآمده و سریعا تغییر وضعیت می داد. اما عملا به دلیل اینرسی سکون تجهیزات، احتمالا برخی از آنها انتقال قدرت دچار خمش[۸۰] یا سایر آسیبها خواهند شد. بنابراین سازندگان بایست این ملاحظات را نیز مدنظر داشته باشند. خوشبختانه همانگونه که بعدها خواهید دید بدلیل انطباق نمودارهای گشتاوری تولیدی عملگر نوع یوغ و گشتاور مورد نیاز شیر توپی عملا سرعت حرکت در طول مسیر تقریبا ثابت است.

پس باید گفت مقادیر محاسبه شده گشتاور در این قسمت و قسمتهای بعدی حداکثر مقدار تولیدی و قابل اعمال به ازاء فشار دردسترس (مثلا فشار خط لوله) است و لزوما همه این مقدار به پیستون منتقل نمی‌شود بلکه فشار اعمالی به پیستون متناسب با گشتاور مورد نیاز توپی شیر، کمتر از فشار خط لوله است.

یک نکته دیگر این است که معمولا در مسیر خروجی دوطرف سیلندر از شیرهای گلویی قابل تنظیم برای کنترل سرعت عبور سیال روغن از خروجی نصب می‌گردد. این امر باعث می‌شود روغن خارج شده از سمت مقابل پیستون کنترل گردد و بنابراین روغن تزریق شده نیز تحت کنترل باشد. بنابراین سرعت حرکت پیستون و طبعا چرخش توپی شیر کنترل می‌گردد. درصورتیکه این شیرهای گلویی نباشند خروجی سیلندر به اتمسفر متصل بوده و تحت فشار نخواهد بود اما بدلیل کنترل نرخ روغن خروجی، فشار سمت خروجی سیلندر بالا می رود. در این حال بدلیل اینکه گشتاور تولیدی و گشتاور توپی شیر از نمودارها و توضیحات گفته شده تبعیت می‌کنند لذا به ناچار فشار ورودی نیز بالا می‌رود تا اختلاف فشار همچنان مثل سابق برقرار باشد.

با توجه به اینکه شیرهای توپی از نوع ربع گرد و با محدوده چرخشی ۹۰ درجه می‌باشند لذا طبق شکل (۳-۳) بازه چرخش θ از ۴۵- تا ۴۵+ درجه خواهد بود. ازین واقعیت می‌توان نتیجه گرفت که حداقل طول پیستون و طبعا میله آن برابر $2L_y$ یا $\sqrt{2}L$ است. لذا طول کل مجموعه سیلندر و محفظه یوغ حداقل برابر $4L_y$ خواهد بود که بایست ضخامت ادوات میانی مثل دیواره‌های ابتدایی و انتهایی و دیسک پیستون را هم اضافه کرد.

اگر دقت کنیم متوجه می‌شویم گشتاور محاسبه شده بخشی از نیروی اعمالی توسط پیستون است. بخش دیگر نیرو را می‌توان مطابق شکل (۳-۳، سمت چپ) بصورت عمود بر میله پیستون به نام F_R یا نیروی عکس العمل میله پیستون درنظر گرفت که برابر است با:

$$F_R = F_p \times \frac{\sin\theta}{\cos\theta} \qquad (۳-۴)$$

این نیرو ازنوع عکس‌العملی است که نه تنها برای سیستم فایده‌ای ندارد بلکه بایست به طریقی کنترل شود و الا ممکن است موجب بوجود آمدن خمش در تجهیزات عملگر گردد. به همین دلیل بایست از افزایش بیش از حد نیاز زاویه θ امتناع کرد زیرا با افزایش این زاویه مقدار F_R به شدت افزایش یافته و هزینه زیادی را برای استقرار صحیح ادوات تحمیل خواهد کرد به نحوی که در حالت حدی که تقریبا θ=۸۹.۹ مقدار F_R ، بی نهایت خواهد

[۸۰] Deflection

شد. بنابراین نمی‌توان بازه زاویه θ را به ۱۸۰ درجه نزدیک کرد. عملا در شیرهای ربع‌گرد با احتساب ۳ درجه زاویه آزادی در ابتدا و انتهای کورس حرکتی، بازه چرخشی مورد نیاز برابر ۹۶ درجه، بین ۴۸- و ۴۸+ درجه خواهد بود.

گفتیم که در بدست آوردن عبارات (۱-۳) تا (۳-۳) از اثرات اصطکاک صرفنظر کردیم. اکنون با با لحاظ کردن نیروی بازدارنده اصطکاک که ضریبی از نیروی عکس العمل است و مانع چرخش یوغ می‌شود فرمول (۴-۳) را بصورت (۵-۳) اصلاح می‌نماییم:

$$T = \left(\frac{F_p}{\cos\theta} - \mu \times F_p \times \frac{\sin\theta}{\cos\theta} \right) \times \frac{L_y}{\cos\theta} \qquad (۳\text{-}۵)$$

$$T = \frac{F_p \times L_y}{(\cos\theta)^2} (1 - \mu \times \sin\theta) \qquad (۳\text{-}۶)$$

که در آن μ ضریب اصطکاک بین لغزنده و یوغ است و از نیروی اصطکاک سایر قسمتها صرفنظر شده است. با مقایسه (۵-۳) و (۲-۳) به این نتیجه می‌رسیم که گشتاور تولیدی به اندازه $\mu\times\sin\theta$ کمتر از مقدار ایده‌آل است. برای بررسی اثر اصطکاک برروی کار انجام شده با دانستن اینکه $W=\int TLd\theta$ (θ برحسب درجه) بایستی کل کار انجام شده با وجود نیروی اصطکاک را بر کار انجام شده بدون اصطکاک تقسیم کرد تا بازده بدست آید. باتوجه به تقارن مسیر حرکتی، مقدار θ را بین ۰ و $\pi/4$ انتخاب می‌کنیم:

$$\eta = \frac{W_{real}}{W_{ideal}} = \frac{\int \frac{F_p \times L_y{}^2}{(\cos\theta)^3} (1 - \mu \times \sin\theta) d\theta}{\int \frac{F_p \times L_y{}^2}{(\cos\theta)^3} d\theta} \qquad (۳\text{-}۷)$$

که با استفاده از رابطه (۲-۳) و پس از ساده سازی برابر می‌شود با:

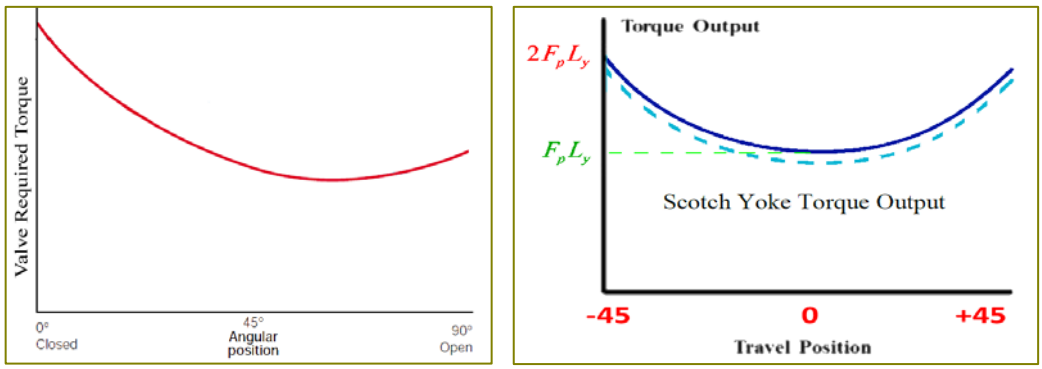
$$\eta = 1 - \mu \frac{\int_0^{\pi/4} \frac{\sin\theta}{(\cos\theta)^3} d\theta}{\int_0^{\pi/4} \frac{1}{(\cos\theta)^3} d\theta} \qquad (۳\text{-}۸)$$

محاسبه انتگرالهای نامعین بالا زمانبر بوده و فایده چندانی ندارد. در عوض با محاسبه عددی مقادیر انتگرال معین برای θ را بین ۰ و $\pi/4+$ برای انتگرال صورت عدد ۰.۵ و برای انتگرال مخرج عدد ۱.۱۵ حاصل می‌شود. معمولا μ نیز برابر ۰.۱۵ انتخاب می‌شود. بنابراین مقدار بازده η برابر ٪۹۴ خواهد بود که عدد مناسبی است. کلا با احتساب نیروی اصطکاک دیسک پیستون و سیلندر و میله پیستون و میله راهنما و ... مقدار بازده حدود ۸۰- ٪۹۰ می شود.

باتوجه به رابطه (۲-۳) و (۳-۳) مقدار T به زاویه θ بستگی دارد. به عبارتی با چرخش توپی شیر مقدار لحظه‌ای T تغییر می‌کند. با چرخش توپی شیر، تغییر مقدار θ حول زاویه صفر متقارن است. لذا مقادیر $\cos\theta$ و $(\cos\theta)^2$ نیز متقارن خواهد بود. بنابراین نمودار گشتاور T به ازاء تغییر مقادیر زاویه θ بصورت منحنی توپر شکل (۲-۴،

راست) خواهد بود. کمترین مقدار T در زاویه صفر درجه و بیشترین مقدار T در زوایای حداکثری متقارن در دوطرف یعنی ۴۵± درجه (ابتدا و انتهای کورس حرکتی) است. در زاویه ۴۵± درجه مقدار T برابر $۲\times F_p\times L_y$ و در زاویه صفر درجه، برابر $F_p\times L_y$ می‌گردد که نصف مقدار T در زاویه ۴۵± است.

نکته‌ای که وجود دارد این است که چون در حرکت رفت پیستون، A مساوی کل سطح مقطع صفحه دوار پیستون است اما در حرکت برگشتی مساوی سطح مقطع پیستون منهای سطح مقطع میله پیستون، لذا شکل حرکت برگشتی پیستون بصورت خط چین نشان داده شده در شکل (۲-۴، راست) خواهد بود. اختلاف مقادیر خط توپر با خط چین برابر $\frac{P\times A_m\times L_y}{(\cos\theta)^2}$ است که در آن A_m سطح مقطع میله پیستون است.



شکل ۴-۳ – نمودار گشتاور تولیدی در عملگر یوک، راست – نمودار گشتاور مورد نیاز شیر توپی، چپ

نمودار تقریبی گشتاور مورد نیاز شیرهای توپی که در شکل (۴-۳، چپ) ترسیم شده است بسیار شبیه به نمودار گشتاور تولیدی عملگرهای یوغ(شکل (۴-۳، راست)) است و یک گودی حول زاویه ۴۵ درجه حرکتی شیر (معادل صفر درجه θ) دارد. شکل (۴-۳، چپ) کاملا صحیح نیست زیرا همانند عملگر نوع یوغ، معمولا نمودار گشتاور مورد نیاز شیر در حرکت از زاویه صفر به ۹۰ درجه با حرکت از زاویه ۹۰ درجه به صفر معادل و منطبق نیست و این بدلیل اصطکاک حالت سکون توپی شیر و نیروهای الکترواستاتیکی بوجود آمده در محل تماس توپی و نشیمنگاه است.

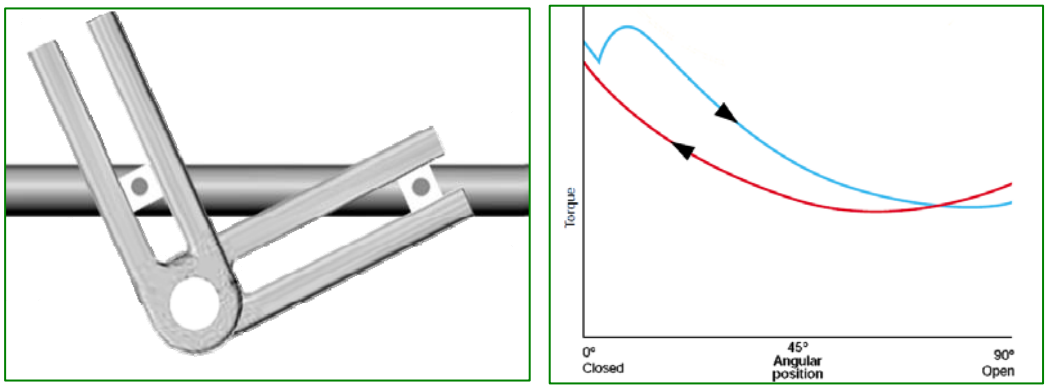
ناحیه بین منحنیهای رفت و برگشت را اصطلاحا هیسترزیس[۸۱] می‌گویند. شکل (۵-۳، راست) گشتاور حرکت توپی شیر از زاویه صفر به ۹۰ درجه و بالعکس را نشان می‌دهد. اندک پرش ابتدای بازشدن شیر نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. همچنین باید گفت که گودی موجود در نمودار گشتاور شیرها همان RTO یا RTC است که معمولا نصف یا یک سوم گشتاور ابتدای حرکت، BTO یا BTC (به ترتیب) است.

همینجا ذکر این نکته ضروری است که زاویه صفر درجه شیر یعنی حالت بسته شیر، معادل θ=+۴۵ ، زاویه حرکتی ۴۵ درجه شیر یعنی حالت نیم باز، معادل θ=۰ و زاویه ۹۰ درجه شیر یعنی شیر کاملا باز معادل ۴۵- =θ است لذا در ادامه به جای زاویه θ زاویه حرکتی شیر را مبنا قرار می‌دهیم.

[۸۱] Hysteresis

اگر دقت شود در شکل (۴-۳، چپ) وقتی شیر در حالت بسته قرار دارد و می‌خواهیم آنرا باز کنیم گشتاور مورد نیاز بیشتر از حالتی است که شیر باز است و می‌خواهیم آنرا ببندیم. از طرفی ذکر شد که پیستون در حرکت روبه جلو دارای اندکی قدرت بیشتر در مقایسه با حرکت رو به عقب است (بدلیل وجود میله پیستون). به همین دلیل بسیار مناسب است که پیستون در شکلهای (۳-۳) در سمت راست قرار داشته باشد تا نیروی پیشران پیستون برای بازکردن شیر و نیروی برگشتی برای بستن آن اعمال می‌شود.

بسیاری ازعملگرها سیلندرهای متقارن دارند که تعدادشان دو یا چهار عدد است لذا نیروها بطورمتقارن توزیع می‌شوند.



شکل ۵-۳ – گشتاور حرکتی از حالت بسته به باز و بالعکس، راست - تغییر محدوده زاویه θ ، چپ

معمولا در ترسیم نقشه ها، نحوه استقرار یوغ و سیلندر بدین صورت است که محور چرخش یوغ بین سیلندرها و محفظه کنترل قرار می‌گیرد به نحوی که وقتی بهره بردار در مقابل محفظه کنترل قرار می‌گیرد این محور بین سیلندر و بهره بردار است لذا اگر پیستون به سمت چپ حرکت کند شیر باز می‌شود. اگر سیلندر و مسیر حرکت میله پیستون بین کابین کنترل و محور یوغ قرار می‌گرفت با حرکت پیستون به سمت چپ شیر بسته می‌شد (چرا؟)

یوغ مورب

اکتفا کردن به اختلاف گشتاور تولیدی در مسیر رفت و برگشت پیستون و استفاده از این تفاوت مقداری برای بازوبست شیر کمی ساده‌لوحانه است زیرا اولا این اختلاف کلا پدیده مثبتی نیست چون باعث کاهش قدرت مانور عملگر می شود و ما تمایل داریم گشتاور تولیدی درهمه حال بیشترین مقدار را داشته باشد. حتی تا حد امکان قطع میله پیستون را کم می کنیم تا گشتاور تولیدی افزایش یابد. ثانیا تفاوت گشتاور تولیدی در کل مسیر رفت و برگشت پیستون حاکم است درصورتیکه ما می خواهیم در دوحالت رفت و برگشت، گشتاور در نزدیکی زاویه ۹۰ درجه شیر بیشتر بوده و در نزدیکی زاویه صفر درجه کمتر باشد.

بدین منظور بهترین راه این است که بتوانیم زوایای θ را در ابتدا و انتهای کورس حرکت تغییر دهیم تا نتیجتا با افزایش مقدار $\cos\theta$ در ابتدای کورس بازکردن شیر و کاهش $\cos\theta$ در انتهای کورس، گشتاورها تنظیم گردند. لذا بایستی مقدار θ را در زاویه صفر درجه شیر کمتر کرده و در زاویه ۹۰ درجه افزایش دهیم تا محدوده ۹۰درجه‌ای ثابت حرکت شیر نیز ثابت بماند. شکل (۵-۳، چپ) دو وضعیت بسته و باز شیر را نشان می‌دهد که

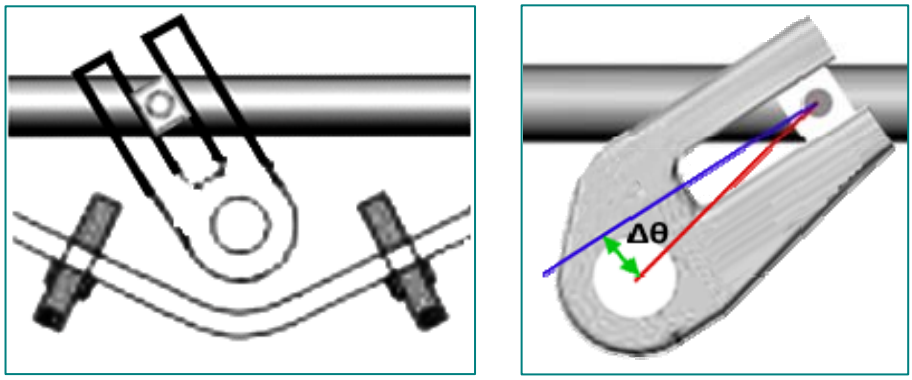
زاویه θ دیگر متقارن نیست. و گشتاور زاویه صفر بیش از زاویه ۹۰ است. برای پیاده سازی این طرح، کافیست در حالت کاملا بسته شیر، به اندازه اختلاف زاویه مدنظر (که اختلاف گشتاور را نتیجه خواهد داد)، بین راستای سیلندرهای عملگر و راستای مجرای شیر زاویه ایجاد کرده و عملگر را روی شیر ببندیم.

یک روش برای ایجاد اختلاف زاویه اینست که پیچهای اتصال عملگر به غلاف ساقه را باز کرده و با استفاده از جک دستی، به سمت بازشدن شیر جک بزنیم. با دانستن این نکته که اینرسی سکون شیر بیش از عملگر است، می بینیم با جک زدن، بجای بازشدن شیر، عملگر در زاویه مخالف چرخیده و به عبارتی پیستون آن عقب نشینی خواهد کرد. این نکته‌ای مهم و زیباست که مخصوصا در عملگرهای گیربکسی کاربردهای فراوانی دارد. حال پس از ایجاد اختلاف زاویه مطلوب، پیچهای زیر عملگر را بسته و سفت می کنیم. با جک زدن به سمت بسته شدن شیر عملا خواهید دید که اختلاف زاویه ایجاد شده است.

این روش حداقل سه ایراد دارد: ۱- موجب افزایش نامطلوب طول یوغ و میله پیستون خواهد شد(چگونه؟). ۲- نیروی عکس العمل به شدت افزایش یافته و بیش از حالت قبل خواهد شد. ۳- در بسیاری از موارد قابل انجام نیست زیرا در عملگرهای یوغ امکان افزایش طول یوغ یا میله پیستون به میزان قابل توجه وجود ندارد و هردو طرف فضای استقرار یوغ در محفظه یوغ، مسدود است.

یک روش بهتر، تغییر شکل و زاویه چاک یوغ از حالت خطی به سمت مرکز، به شکل خطی اما نه دقیقا به سمت نقطه کانونی مرکز، شبیه یک L ، می‌باشد که بصورت مجازی همان تغییرات (یا جابجایی) θ را با هزینه کمتر فراهم می‌کند بدون اینکه اندازه و ابعاد یوغ بزرگ شود. آیا می‌توانید توضیح دهید چرا در این ساختار θ موثر تغییر می‌کند؟

اگر شکل قبلی یوغ را متقارن[۸۲] بنامیم به این شکل، یوغ نامتقارن یا مورب[۸۳] می‌گویند.



شکل ۶-۳ – یوغ مورب و میزان جابجایی θ، راست – تنظیم کننده های محدوده چرخش، چپ

تنظیم بازه حرکتی

برای تنظیم بازه حرکتی زاویه یوغ و محدود کردن این بازه، می‌توان از دو پیچ تنظیم در دو طرف یوغ (به شکل (۶-۳، چپ)) یا در دو سر سیلندر و پیستون استفاده کرد (شکل(۲-۷). با دقت در دو روش ارائه شده می‌توان

[۸۲] Symmetric
[۸۳] Canted

فهمید که تعبیه این پیچها در دو انتهای سیلندر بهتر است زیرا اولا دقت بالاتری دارند و ثانیا می‌توان از این پیچها در سایر کاربردها بهره جست. مثلا برای تقویت گشتاور تولیدی در مواقع اضطراری، با اعمال نیروی جک-بولت[۸۴] به پیستون کمک کرد.[۸۵] درعوض در روش شکل(۶-۳، چپ) با تعداد دورهای کمتر پیچ، تغییر زاویه بیشتری ایجاد می‌گردد(چرا؟) لذا با طول پیچ تنظیم کوچکتر می‌توان بازه‌های تنظیمی به مراتب بزرگتری داشت.

میله راهنما[۸۶]

بدلیل نیروهای قوی اعمالی به مجموعه یوغ ممکن است میله پیستون ممکن است به دو دلیل و از دو ناحیه دچار آسیب شود:

۱. پیستونها نیروی بسیار زیادی به یوغ و از طریق آن به شیر وارد می‌کنند تا بچرخد. درصورتیکه شیر به هر دلیل مثلا وجود مانعی در مسیر حرکت، اندکی به سختی حرکت کند یا لغزنده یوغ گیر داشته باشد، بدلیل نیروی بسیار زیاد اعمالی، احتمال آسیب دیدن و ایجاد خمش در میله پیستون وجود دارد. حتی در مواردی هم که یوغ به راحتی حرکت می‌کند به جهت نیروی بسیار زیاد اعمالی، باز هم احتمال خمش میله وجود دارد. جهت کاهش این احتمال در محل خروج پیستون از سیلندر از یک بوش مجهز به ارینگ استفاده می‌گردد که کاملا با میله پیستون آب بند است (شکل (۲-۳، راست)).

۲. دیدیم که نیروی عکس العمل یوغ قابل توجه بوده و مخصوصا در ابتدا و انتهای کورس حرکت با نیروی اعمالی از طرف پیستون برابر است. باتوجه به جهت نیروی عکس العمل، این نیرو به محل اتصال میله پیستون به لغزنده[۸۷] وارد می‌شود و ممکن است بدون اینکه یوغ حرکت کند لغزنده در داخل یوغ لغزیده و کمی حرکت کند که مستلزم خم شدن نوک میله پیستون است. جهت حل این مشکل از یک میله راهنما به موازات مسیر حرکتی میله پیستون متصل به یوغ استفاده می شود. در این وضعیت، مسیر حرکت میله پیستون به موازات میله راهنما بوده لذا انحرافی در میله بوجود نخواهد آمد. در این زمینه شرکت DVG طرحهای انحصاری ارائه کرده است که در بخش ۳ ذیل توضیحات عمل کننده های آن شرکت خواهد آمد.

---

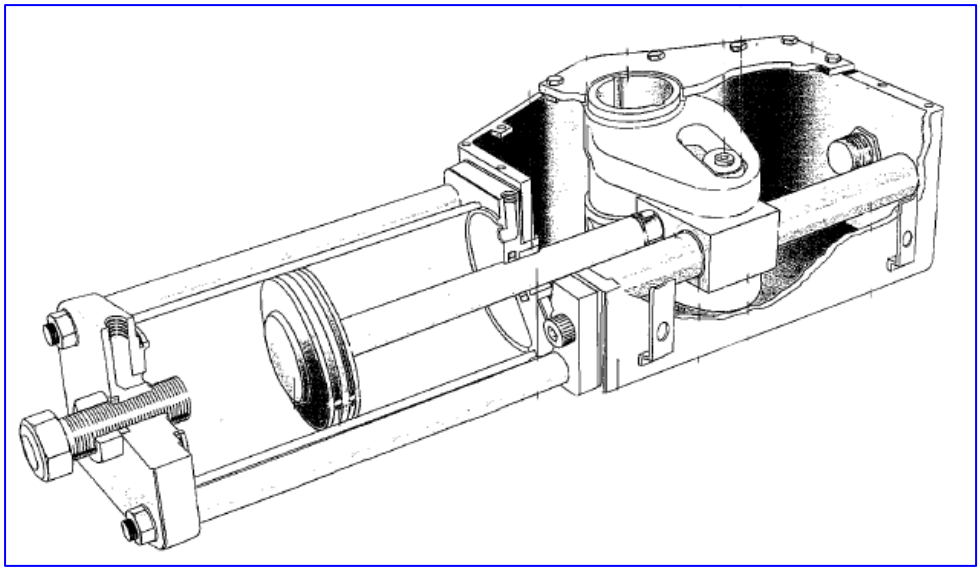
[۸۴] Jack-Bolt

[۸۵] روش جک-بولت: فرض کنید شیر بسته است بنابراین پیستون در منتهی الیه سمت راست سیلندر قرار دارد. در این حالت پیچ تنظیم حد بستن شیر یه صفحه پیستون تماس دارد. در این حالت اگر این پیچ را سفت کنیم بدلیل تماس آن با صفحه پیستون، ناچار نیرویی از جانب پیچ به پیستون وارد شده و تمایل دارد آنرا حرکت دهد. با هر بار چرخاندن پیچ، پیستون به اندازه یک گام پیچ به جلو حرکت خواهد کرد اگر نیروی تولید شده در نتیجه گشتاور اعمالی از جانب پیچ بیش از نیروی مورد نیاز برای حرکت دادن توپی شیر باشد. از این روش مخصوصا در زمانهاییکه شیر گیر داشته باشد نمی توان به بهترین نحو بهره برد. حتی در بسیاری مواقع بطور همزمان نیروی گاز و جک-بولت به پیستون اعمال می گردد تا شیر باز شود. البته باید دقت داشت که مجموعه انتقال قدرت، بدلیل اعمال گشتاور بیش از حد، دچار آسیب نگردد.

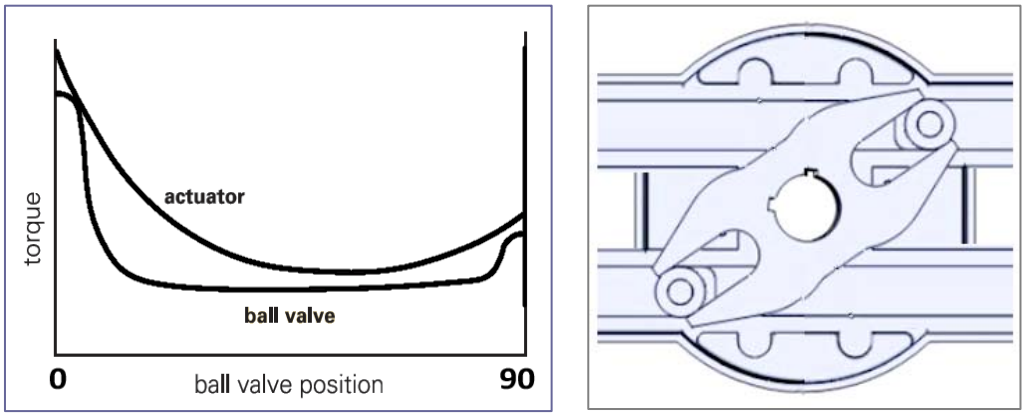
[۸۶] Guide Bar

[۸۷] این نیرو در جهت عکس به شفت نیز وارد می شود.

از طرف دیگر همین نیروی عکس العملی ممکن است موجب وارفتن دوسر یوغ و فاصله افتادن آنها از یکدیگر شود. جهت جلوگیری از این آسیب، انتهای چاکیها را به یکدیگر متصل می‌سازند. شکل (۷-۳) یک نمونه کامل عملگر یوغ را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳ – شکل کامل یک عملگر یوغ



شکل ۸-۳ – شکل یک عملگر دو سیلندره دو پیستونه با یوغ متقارن، راست – نمودار گشتاور مورد نیاز و تولیدی شرکت شوک، چپ

همچنین گفته شد که جهت تقارن و توزیع مناسب نیروها از عملگرهای با تعداد زوج سیلندر و پیستون استفاده می‌گردد. حتی برای افزایش تقارن در توزیع نیروها از یوغهای متقارن دوطرفه استفاده می‌شود. شکل (۸-۳) یک نمونه از این عملگرها با دو عدد پیستون و یوغ متقارن را نشان می‌دهد.

در این عملگرها شکل گشتاور تولیدی کاملا متقارن است. در صورت اتصال دو میله پیستون به هر سمت یوغ می‌توان چهار سیلندر را همزمان به کار بست. مشخص است که این طرح هزینه اضافی تحمیل می‌کند. بعلاوه

مهندسی سیلندر، پیستون و یوغها بایستی دقیق باشد تا مشکلی رخ ندهد. باتوجه به شکل خاص پیستونهای چهارسیلندره و با لحاظ قراردادن جهت حرکت پیستونها، استاپهای open در انتهای سیلندر چپ بالا و راست پایین قرار دارند و استاپهای close در انتهای سیلندر راست بالا و چپ پایین قرار دارند.

سوال: فرض کنید می‌خواهیم گشتاور مورد نیاز یک شیر را ایجاد کنیم. اگر از طرح چهارسیلندره استفاده شود در مقایسه با طرح تک سیلندره، آیا حجم روغن جابجا شده در سیلندرها افزایش خواهد یافت؟ پاسخ خیر است. (چرا؟)

در انتهای این بخش باید اشاره کرد که شکل دقیق گشتاور تولیدی و موردنیاز شیرهای توپی و عملگرها در همه نوعها یکسان نیست و بعضا شکلهای نامانوسی دارد. به عنوان مثال شکل (۸-۳، چپ) نمودار گشتاورها را در عملگرهای ساخت شرکت شوک نشان می‌دهد.

نوع چرخ آسیابی Rotary Vane

ترجمه دقیق نام این عملگر، پرّه دوّار است اما بدلیل شباهت کاربردی، ما به آن عملگر "چرخ آسیابی" می‌گوییم. بدلیل اینکه حق انحصاری[۸۸] این عملگر در اختیار شرکت "شفر" است، هیچ سازنده دیگری حق ساخت آنرا ندارد.

گشتاور تولیدی این عملگر در تمام زوایا ثابت است. ساختار آن بسیار ساده بوده و دقیقا مشابه چرخ آسیاب است بدینصورت که پرّه‌های چرخان حول محور(شفت) در یک محفظه بسته حاوی روغن مطابق شکل (۹-۳، راست) قرار می‌گیرند. اعمال فشار به یک سمت این پره‌ها (بصورت هاشور خورده)، موجب دوران آنها شده و محور به چرخش درمی‌آید. در شکل (۹-۳، راست) فشار روغن از دهانه سمت چپ اعمال شده و روغن جلوی پره از دهانه سمت راست خارج می‌گردد. این ساختار را تک پره‌ای می‌گویند که صرفا از یک پره حول محور تشکیل می‌شود. برای افزایش بازده تجهیزات، معمولا از پره‌های دوتایی یا دوطرفه مطابق شکل (۹-۳، چپ و راست پایین) استفاده می‌شود. در این پره‌ها نیروی ناشی از فشار از دوطرف بصورت ضربدری به پره‌ها اعمال می‌شود. لذا گشتاور تولیدی در این طرح ۲برابر تک پره‌ای است. مسیر روغن پرفشار و کم فشار دو ربع روبرویی از طریق مجراهایی در صفحات فوقانی عملگر به طرف مقابل راه می‌یابد.

محاسبه گشتاور تولیدی

برای محاسبه گشتاور تولیدی، باتوجه به شکل (۹-۳، وسط)، بدلیل اعمال نیروها به یک سطح دوار، بایستی از مجموع نیروها انتگرال بگیریم تا به نتیجه برسیم:

$$dF = p\,dA \qquad (۳-۹)$$

$$dA = L_v\,dr \quad \rightarrow \quad dF = pL_v\,dr \qquad (۳-۱۰)$$

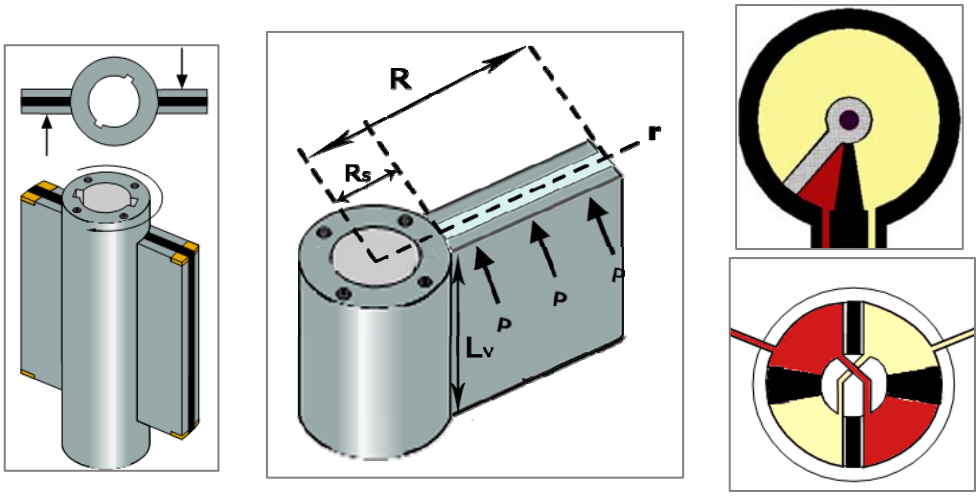
$$T = r \times F = \int_{R_s}^{R} rpL_v\,dr = \frac{PL_v\left(R^2 - {R_s}^2\right)}{2} \qquad (۳-۱۱)$$

برای طرحهای دو پره‌ای رابطه (۱۱-۳) بصورت زیر اصلاح می‌گردد:

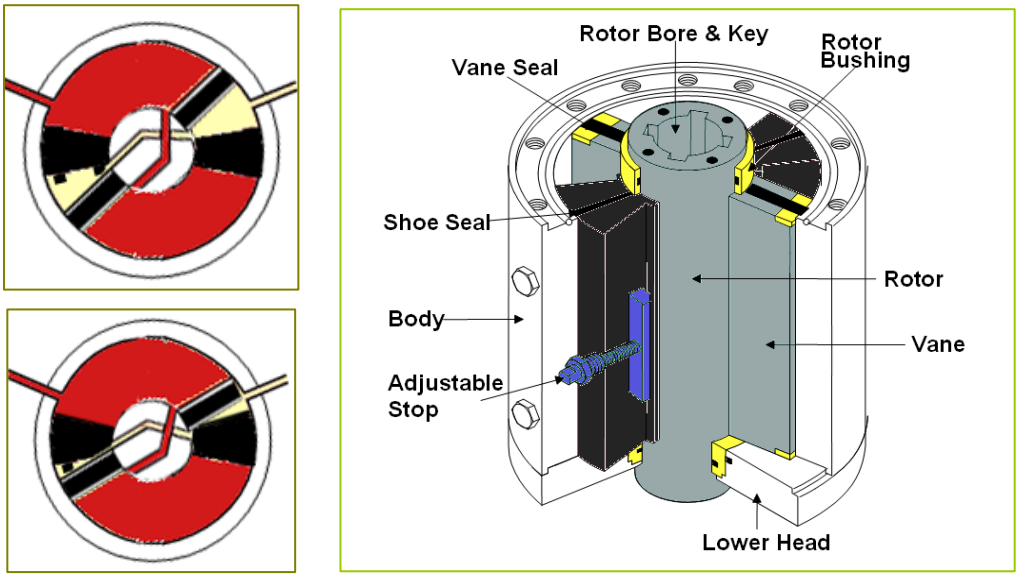
[۸۸] Patent

$$T = r \times F = 2\int_{R_s}^{R} rpL_v dr = PL_v\left(R^2 - R_s{}^2\right) \qquad (۳-۱۲)$$

که در آنها R شعاع محفظه عملگر، R_s شعاع شفت و L_v طول پره است.



شکل ۹-۳ – نمای بالای یک عملگر چرخ آسیابی یک پره ای و دوپره ای، سمت راست- ابعاد پره برای محاسبات، وسط – شکل واقعی پره های استعمال شونده دو پره ای، سمت چپ



شکل ۱۰-۳–اجزاء عملگر چرخ آسیابی، راست – تنظیمهای مختلف محدوده حرکتی، چپ

مشاهده می‌گردد که گشتاور تولید شده بدون توجه به زاویه چرخش شیر، مقدار ثابتی است که ازین جهت یک نقص بزرگ محاسبه می‌شود. زیرا همانطور که در قسمت قبل گفته شد در نواحی میانی حرکت، گشتاور مورد نیاز شیر توپی ۲ تا ۳ برابر کمتر از گشتاور ابتدای حرکت است. لذا اگر در درون شیر مانعی برای حرکت وجود

داشته باشد و شیر به یکباره متوقف شود همه گشتاور به آن اعمال می‌گردد که احتمال بروز آسیب وجود دارد. بعلاوه باتوجه به عدم تطابق گشتاور تولیدی و گشتاور مورد نیاز شیر، سرعت حرکت در طول مسیر یکنواخت نخواهد بود (چرا؟)

اکنون به مقایسه مقدار بدست آمده برای گشتاور عملگر چرخ آسیابی در رابطه (۱۲-۳) با مقدار گشتاور عملگر یوغ در رابطه (۳-۳) و حداکثر آن $2P\times A\times L_y$ می‌پردازیم. می‌خواهیم ببینیم برای تولید گشتاور معادل، ابعاد عملگرها چه تفاوتی باهم خواهد داشت. بدین منظور، ابعاد سیلندرها را که تولید کننده نیروی پیشران هستند با هم مقایسه خواهیم کرد. معمولا مقدار R حدود ۲ برابر R_s است. لذا رابطه (۱۲-۳) را بصورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$T = PL_v\left(R^2 - R_s{}^2\right) = \frac{3}{4}PL_vR^2 \qquad (۳-۱۳)$$

یا می‌توان برحسب R_s نوشت:

$$T = 5PL_vR_s{}^2 \qquad (۳-۱۴)$$

با دانستن این واقعیت که گشتاور رابطه (۱۳-۳) بایستی برابر با حداکثر گشتاور رابطه (۳-۳) باشد. لذا با برابر قرار دادن این دو مقدار به این نتایج می‌رسیم:

$$2P\times A\times L_y = \frac{3}{4}PL_vR^2 \qquad (۳-۱۵)$$

$$A = \pi r^2 \quad \underline{r \approx R} \qquad 2\pi\times L_y = \frac{3}{4}L_v \qquad (۳-۱۶)$$

$$L_v = \frac{8}{3}\pi\times L_y \qquad (۳-۱۷)$$

ازطرفی گفته شد که طول میله پیستون یا سیلندر در عملگر یوغ برابر $2L_y$ است. پس L_v را می‌توان چنین انتخاب کرد:

$$L_v = \frac{4}{3}\pi\times L_{SY-pistone} \approx 4.2L_{SY-pistone} \qquad (۳-۱۸)$$

مشاهده می‌گردد که اگر بخواهیم برای انتخاب عملگر یک شیر توپی از بین نوع یوغ یا چرخ آسیابی یکی را انتخاب کنیم بایستی در شعاع یکسان سیلندر، طول نوع چرخ آسیابی بایستی حدود ۴ برابر نوع یوغ باشد. بعبارتی در ابعاد یکسان، حداکثر گشتاور تولیدی توسط عملگر یوغ ۴ برابر نوع نوع چرخ آسیابی است.

باتوجه به اینکه طول میله پیستون برابر سیلندر است و حداقل طول محفظه یوغ تقریبا با طول سیلندر برابر است بنابراین می‌توان گفت حجم عملگر چرخ آسیابی تقریبا ۲ برابر عملگر یوغ است.

برای معادلسازی ابعاد برای گشتاور یکسان بجای افزایش طول می‌توان قطر را ۲ برابر کرد. این کار یک مزیت سیستم چرخ آسیابی را آشکار می‌کند اینکه این نوع عملگر، برخلاف نوع یوغ که بصورت افقی و به موازات مجرای شیر نصب می‌شود، بصورت عمودی بر روی شیر نصب می‌گردد و لذا فضای اشغالی اطراف ساقه شیر بسیار کمتر از نوع یوغ خواهد بود که در بسیاری مواقع یک مزیت است.

همانند نوع یوغ، در اینجا نیز گشتاور تولیدی بصورت خطی با فشار اعمالی رابطه دارد.

شکل (۲-۱۰) این عملگر را با اجزاء آن نشان می‌دهد.

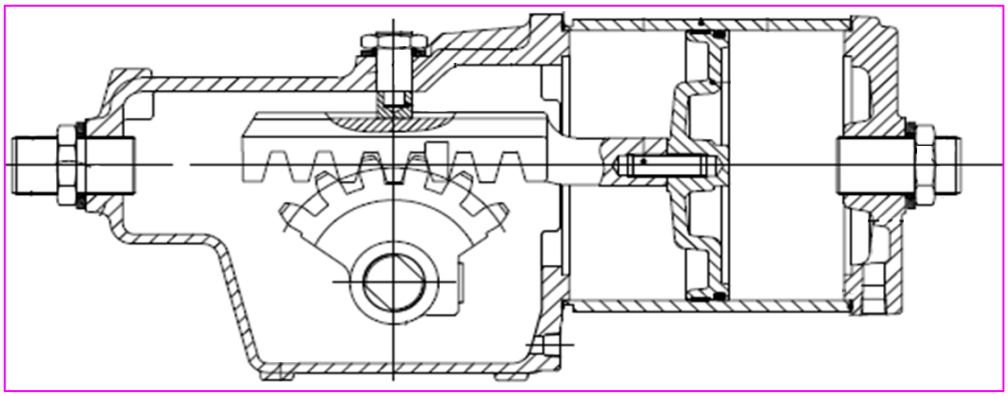
سیستم چرخ آسیابی نسبت به نوع یوغ دو مزیت اصلی دارد:

۱- مشکل اعمال نیروی نامتقارن در دوطرف پیستون بدلیل وجود میله پیستون در قسمت پشت آن، که در نوع یوغ ذکر شد در اینجا وجود ندارد.

۲- قابلیت تنظیم محدوده حرکتی در بازه وسیعتری نسبت به نوع یوغ قابل انجام است. این تنظیم با استفاده از پیچ تنظیم درون سیلندر انجام می‌شود. با توجه به شکل (۱۰-۳) دیده می‌شود که پره‌های متحرک قابلیت چرخش بسیار زیادی دارند و درصورتی که ضخامت صفحه نگهدارنده کمتر شده و پیچ تنظیم در مجاورت آن قرار گیرد این بازه تا نزدیک ۱۸۰ درجه می‌رسد. همانگونه که مشاهده می‌شود صفحه نگهدارنده بصورت قطاع مثلثی شکل بوده و صفحه متحرک مستطیلی است. چسبیده به صفحه، یک زایده میله‌ای شکل متصل به یک پیچ تنظیم وجود دارد. باتوجه به شکل (۹-۳، چپ بالا) هرچه پیچها را شل کنیم زائده متصل به آن، به داخل رفته و لذا این زائده از قسمتهای محیطی قطاع نگهدارنده دورتر می‌شود بنابراین محدوده حرکتی بازه تنظیمی کوچکتر می‌گردد. هرچه پیچ تنظیم را سفت کنیم زائده متصل به آن به سمت بیرون آمده و محدوده حرکتی بزرگتر می‌شود.

میله دنده‌ای Rack&Pinion

این ساختار به نام میله و چرخ دنده دار که در شکل (۱۱-۳) نشان داده شده است به ندرت در خطوط لوله استفاده می‌شود و اکثرا بر روی شیرهای کنترلی و قطع سریع[۸۹] نصب می‌شود.



شکل ۱۱-۳ – عملگر نوع شانه دنده ای

همانطور که مشاهده می‌شود نیروی اعمالی ناشی از یک پیستون توسط میله پیستون که در قسمت بیرونی سیلندر، کناره‌های آن دنده دار شده است –شبیه یک شانه- بنام میله دندانه دار[۹۰] به یک چرخدنده متصل به شفت منتقل می‌شود و باعث چرخش شیر می‌شود.

اگرچه ظاهر این عملگر شبیه نوع یوغ بوده و نیروی اعمالی، توسط پیستون منتقل می‌شود اما گشتاور تولیدی مشابه نوع چرخ آسیابی ثابت است. مقدار این گشتاور برابر F_pL_y است (L_y در اینجا معادل شعاع چرخدنده

[۸۹] Shut Off Valve

[۹۰] Rack

است) که برابر مقدار گشتاور میانه مسیر نوع یوغ است. بنابراین از دو جهت نقص دارد: اول، گشتاور ثابت آن و دوم، گشتاور ضعیفتر آن در مقایسه با نوع یوغ در ابعاد یکسان. اما یک مزیت کوچک در اینجا وجود دارد و آن طول کوچکتر میله پیستون و سیلندر است.

کورس چرخش چرخدنده برابر ۹۰ درجه یا π/۲ رادیان است. لذا محیط قطاع که ناحیه دنده دار است برابر خواهد بود با $L_y \times \frac{\pi}{2}$. که L_y همان شعاع است. این مقدار برابر با طول میله پیستون مورد نیاز است. در نوع یوغ این طول برابر بود با $2L_y$. با مقایسه این دو مقدار می‌بینیم که طول کلی عملگر نوع میله و چرخ دنده دار به نسبت π/۴ از نوع یوغ کوچکتر است. اما بدلیل اینکه گشتاور تولیدی در اینجا نصف نوع یوغ است کلا طول عملگر برابر π/۲ بزرگتر می‌شود.

چرخدنده‌ها بسیار مستعد آسیب دیدن هستند لذا میله دندانه دار این عملگر، اغلب به شکل متقارن استفاده می‌شود.

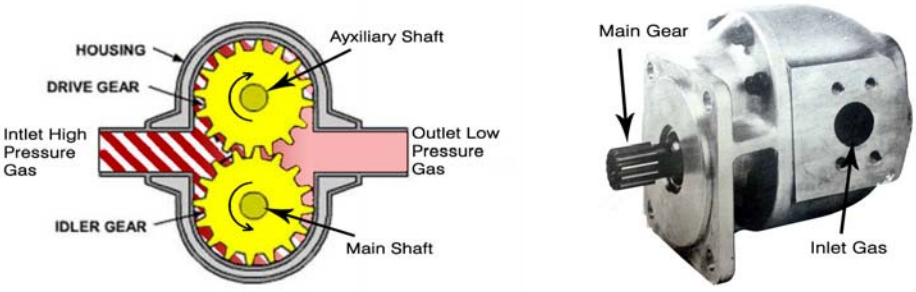
هیدروستاتیک HydroStatic

این نوع عملگرها -که امروزه کمتر استفاده می‌شوند- با تبدیل فشار گاز به روغن پرفشار و تبدیل فشار روغن به نیروی چرخدنده‌ای باعث باز یا بسته شدن شیر می‌گردند. شفت روتور پمپ روغن، متصل به یک موتور گازی است. موتور گازی با استفاده از نیروی گاز پرفشار خط لوله به چرخش درآمده و باعث باز یا بسته شدن شیر می‌گردد.

موتور گاز

موتور گاز ازنوع دوچرخدنده‌ای مطابق شکل (۱۲-۳) است. گاز از سمت چپ به درون موتور وارد شده و مسیر محیطی چرخدنده‌ها را طی می کند و پس از افت فشار از سمت راست خارج می‌شود. این نوع حرکت گاز باعث چرخش چرخدنده‌های موتور می‌گردد به نحوی که چرخدنده بالایی در جهت ساعتگرد و پایینی در جهت خلاف ساعتگرد به چرخش در می‌آیند.

معمولا شفت چرخدنده بالایی هرزگرد بوده و انتقال نیرو توسط شفت چرخدنده پایینی انجام می‌گیرد که شفت آن با پمپ روغن درگیر بوده و موجب حرکت کردن پمپ روغن می‌گردد.



شکل ۱۲-۳ – موتور گازی، تصویر واقعی، راست- نحوه عملکرد، چپ

سرعت چرخش موتور گاز و نتیجتا بازوبست شیر توسط یک شیر سوزنی که در مسیر گاز ورودی قرار داده می‌شود تعیین می‌گردد. هر چه این شیر بیشتر بسته باشد فلوی گاز عبوری کمتر شده و سرعت چرخش موتور گاز کمتر می‌شود لذا زمان بیشتری برای تغییر وضعیت شیر لازم است. درصورتی که این شیر بیشتر باز شود سرعت تغییر وضعیت شیر بیشتر خواهد شد.

دقت شود که سرعت موتور گاز از اندازه متداول تجاوز نکند. یک دلیل، این است که بالارفتن سرعت باعث افزایش گرمای ناشی از نیروی اصطکاک بین قطعات، چرخدنده‌ها و حتی گیت شیر شده و کاهش عمر آنها را در پی خواهد داشت. دلیل دوم این است که در نتیجه افزایش سرعت موتور گاز، روغن با سرعت و فشار بالا پمپاژ شود که باعث بالارفتن دمای روغن شده و احتمال تخریب لوله ها قطعات هیدرولیکی را در پی خواهد داشت.

دلیل سوم اینکه، با توجه به اینکه یک طرف موتور گاز به فشار بالا و طرف دیگر به اتمسفر متصل است بنابراین فشار بالای گاز در ورودی موتور گازی پس از عبور از موتور، افت کرده و تقریبا به فشار اتمسفر می‌رسد. طبق قانون شارل-گیلوساک، می‌دانیم افت فشار، افت دما را به دنبال خواهد داشت لذا بازکردن بیش از اندازه شیر سوزنی، باعث ایجاد افت دمای بیشتر در خروجی شده و سطح بیرونی اگزور –بدلیل وجود رطوبت هوا- یخ خواهد زد. اما خطرناکتر آن است که دمای موتورگازی نیز افت کرده و ممکن است چرخدنده آسیب ببیند حتی امکان دارد در صورت وجود اندک مایعات در خط و یا رطوبت همراه گاز موتور گاز نیز یخ بزند و دیگر نچرخد.

در صورت کم بودن سرعت نیز ممکن است حرکت یکنواخت موتور، پمپ روغن و گشتاور تولیدی کمتر از حد معمول شود.

موتور گاز در اثر فلوی گاز با سرعت قابل توجهی به چرخش درمی‌آید لذا احتمال آسیب دیدگی و گیر چرخدنده‌های این موتور بالاست. جهت تسهیل عملکرد موتور، گاز ورودی روغن کاری می‌شود. این کار توسط یک محفظه روغنکاری[۹۱] نصب شده در مسیر ورودی گاز انجام می‌گردد. شکل این محفظه به نحوی است که با عبور گاز از درون آن همانند یک اسپری عمل کرده و با نسبت مناسبی گاز را با روغن مخلوط می‌کند لذا پس از برخورد به پره‌های موتور گاز، آنرا روغنکاری می‌کنند.

پمپ روغن

ساختمان پمپ روغن دقیقا مشابه موتور گازی است با این تفاوت که در پمپ، روغن از سمت راست وارد شده و پس از افزایش فشار از سمت چپ خارج می‌شود. روغن پرفشار خروجی پمپ با به چرخش درآوردن اربیت موتور[۹۲]های دوتایی یا چهارتایی که در کنار چرخدنده صفحه‌ای مدور عملگر قرار دارند باعث چرخش این چرخدنده‌ها شده و نتیجتا موجب حرکت عمودی شفت و گیت شیر خواهد شد.

نیروی روغن تولید شده توسط پمپ روغن توسط لوله‌های هیدرولیکی به سمت موتورهای هیدرولیکی کوچکی که اربیت موتور نامیده می‌شوند هدایت شده و موجب چرخش شفت آنها می‌گردد (مطابق شکل (۱۴-۳، بالا)). نیروی چرخشی خروجی اربیت موتور یه یک مبدل چرخدنده‌ای دیگر بنام Output Gear اعمال می‌شود. شفت انتهایی این چرخدنده بنام Bevel Gear با چرخدنده مهره‌ای Stem Nut روی ساقه شیر درگیر می‌شود. سطح خارجی ساقه شیر در محل تماس با چرخدنده مهره‌ای رزوه‌ای شکل است(شکل (۱۴-۳، پایین))، لذا با هر

---

[۹۱] Oiler

[۹۲] Orbit Motor

بار چرخش کامل چرخدنده مهره‌ای، ساقه شیر به اندازه یک گام رزوه‌ای بالا می‌آید. بنابراین نیروی روغن خروجی پمپ پس از واردشدن به اربیت موتور طی چندین مرحله تقویت شده و نهایتا به ساقه شیر اعمال می‌شود. معمولا در ناحیه تماس چرخدنده مهره‌ای با پوسته زیرین آن ساچمه‌هایی قرار می‌دهند تا اصطکاک میان این دو سطح کم شده و این صفحه گردان (چرخدنده مهره ای) براحتی برروی این سطح بچرخد.

محاسبه گشتاور تولیدی

اگر قطر چرخدنده مهره‌ای برابر D_s ، قطر Bevel Gear ، برابر D_b ، قطر Output Gear، برابر D_o باشد تعداد دورهایی که بایستی اربیت موتور بچرخد تا ساقه شیر یک گام بالا برود برابر است با:

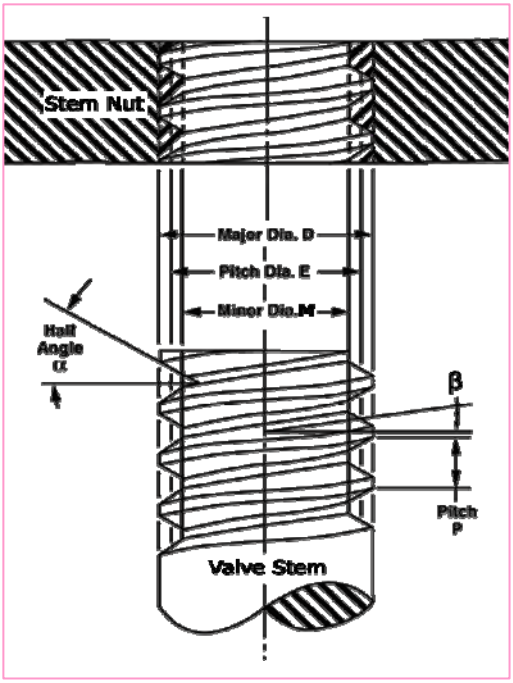
$$R_{rs} = \frac{D_s}{D_b} \times \frac{D_o}{D_r} \qquad (۳-۱۹)$$

اگر فرض کنیم میزان روغن پمپاژ شونده با قطر چرخدنده‌های اربیت موتور و پمپ روغن متناسب باشد، با فرض اینکه قطر چرخدنده‌های اربیت موتور برابر D_r و قطر چرخدنده‌های موتور و پمپ برابر D_m باشد آنگاه تعداد دورهایی که بایستی پمپ روغن یا موتور گاز باید بچرخد تا ساقه شیراصلی یک گام بالا برود برابر خواهد بود با:

$$R_{gs} = \frac{D_r}{D_m} \times \frac{D_s}{D_b} \times \frac{D_o}{D_r} = \frac{D_s}{D_b} \times \frac{D_o}{D_m} \qquad (۳-۲۰)$$

اکنون فرض کنید طول گامهای ساقه شیر برابر L_s و قطر شیراصلی برابر D_v باشد در این حالت تعداد دورهایی که بایستی موتور گاز یا پمپ روغن بچرخد تا شیر یک کورس کامل را طی کند برابر خواهد بود با:

$$R_T = \frac{D_s}{D_b} \times \frac{D_o}{D_m} \times \frac{D_v}{L_s} \qquad (۳-۲۱)$$



شکل ۱۳-۳ – شکل مرجع برای محاسبه رابطه گشتاور و نیرو در ساقه عملگر هیدروستاتیک

به عنوان مثال برای یک شیر "۴۰ با طول گامهای "۱ و D_s/D_b برابر ۱۵ و D_o/D_m برابر ۲ باشد، مقدار R_T برابر ۱۲۰۰ خواهد بود. یعنی اگر برای باز یا بسته کردن یک شیر ۲ دقیقه زمان مورد نیاز باشد سرعت موتور گاز بایستی تقریبا برابر ۱۰ دور در ثانیه یا ۶۰۰ دور در دقیقه باشد که عدد نسبتا بزرگی است لذا بایستی دقت کرد که شرایط بهره برداری شیر کاملا فراهم باشد و از ورود گاز آلوده به موتور گاز اجتناب کرده و از افزایش سرعت بی مورد شیر خودداری کرد.

گشتاور اعمالی به چرخدنده مهره‌ای، با چرخش حول ساقه شیر، تولید نیروی بالابرنده می‌کند. این نیرو از طریق ساقه به گیت اعمال شده و موجب بالاآمدن آن می‌شود. بنابراین برخلاف شیرهای توپی که معیار سختی بازوبست آنها مقدار گشتاور مورد نیازشان بود، در اینجا نیروی مستقیم مورد نیاز برای بالا و پایین بردن گیت شیر به عنوان معیار، بیان می‌گردد.

رابطه نیرو و گشتاور در عملگر با توجه به شکل (۱۳-۳) همانند یک پیچ دوار، به شرح ذیل است:

$$T = \frac{F}{2}\left(E \times \tan\left[\beta + \theta\right] + \mu_s \left[\frac{D_s + D}{2}\right]\right) \qquad (۳-۲۲)$$

که در آن μ_s ضریب اصطکاک بین چرخدنده مهره‌ای و قسمت زیرین آن، μ ضریب اصطکاک بین قسمت رزوه‌ای ساقه و چرخدنده مهره‌ای و θ یک زاویه مجازی است که برای بیان ساده تر تاثیر اصطکاک تعریف شده است و مقدار آن برابر است با:

$$\theta = \arctan\left(\frac{\mu}{\cos\beta \times \cos\left[\alpha/2\right]}\right) \qquad (۳-۲۳)$$

همچنین:

$$\beta = \arctan\left(\frac{2P}{\pi M}\right) \qquad rad \qquad (۳-۲۴)$$

ضریب ۲ در صورت آرگومان به این دلیل است که رزوه‌های روی ساقه تک حلقه‌ای نیست و شامل دو مارپیچ موازی است. از رابطه (۳-۲۴) پیداست که مقدار βبین صفر تا π/۲ است.

با مرتب کردن طرفین (۳-۲۲) می‌توان نیروی حاصل از گشتاور اعمال شده بر عملگر را بدست آورد:

$$F = \frac{2T}{\left(E \times \tan\left[\beta+\theta\right] + \mu_s\left[\frac{D_s + D}{2}\right]\right)} \qquad (۳-۲۵)$$

معمولا مقدار αدر عملگرهای هیدروستاتیک برابر صفر است. لذا با دانستن اینکه:

$$\tan\left(\beta+\theta\right) = \frac{\tan\beta + \tan\theta}{1 - \tan\beta \times \tan\theta} \qquad (۳-۲۶)$$

می‌توان رابطه (۳-۲۵) را توسعه داد:

$$F = \frac{2T}{\left(E \times \frac{\frac{2P}{\pi M} + \frac{\mu}{\cos\beta}}{1 - \frac{2P}{\pi M} \times \frac{\mu}{\cos\beta}} + \mu_s\left[\frac{D_s + D}{2}\right]\right)} \qquad (۳-۲۷)$$

عبارت $\frac{2P}{\pi M} \times \frac{\mu}{\cos\beta}$ که همان $\tan\beta\tan\theta$ است بسیار کوچکتر از ۱ است لذا می‌توان از آن صرفنظر کرد و نوشت:

$$F = \frac{2T}{\left(E \times \left[\frac{2P}{\pi M} + \frac{\mu}{\cos\beta}\right] + \mu_s\left[\frac{D_s + D}{2}\right]\right)} \qquad (۳-۲۸)$$

گفته شد که در ناحیه تماس چرخدنده مهره‌ای با قسمت زیرین از ساچمه استفاده می‌شود. لذا می‌توان گفت که مقدار μ_s بسیار کمتر از مقدار μ (در حد چند صدم) است. لذا می‌توان از عبارت $\mu_s(Ds+D)/۲$ در برابر $E(\mu/\cos\beta)$ صرفنظر کرده و F را به ساده‌ترین فرم ممکن نوشت:

$$F = \frac{2T}{\left(E \times \left[\frac{2P}{\pi M} + \frac{\mu}{\cos\beta}\right]\right)} \qquad (۳-۲۹)$$

عبارت عبارت فوق رابطه نیروی عمودی تولیدی عملگر را برروی ساقه شیر به ازای گشتاور اعمالی نشان می‌دهد. عبارت اول داخل پرانتز در مخرج، برابر $\tan\beta$ و عبارت دوم برابر $\tan\theta$ است. اگر در عبارت (۳-۲۵) از μ_s صرفنظر کنیم رابطه (۳-۲۹) را می‌توانیم به این فرم کوچکتر نیز بنویسیم:

$$F = \frac{2T}{E\ \tan\left[\beta+\theta\right]} \qquad (۳-۳۰)$$

رابطه (۳-۳۰) ساده ترین فرم برای بیان رابطه بین T و F است. در این رابطه تاثیر نیروی اصطکاک در نیرو بصورت یک زاویه θ ظاهر شده است که باعث کاهش بازده کاری سیستم می‌گردد. لذا مناسب است که بازده نیروی تولیدی را نیز حساب کنیم. برای محاسبه بازده بایستی نیروی تولیدی با لحاظ کردن تاثیر اصطکاک را بر نیروی تولیدی بدون اصطکاک تقسیم کنیم:

$$\eta = \frac{F_{real}}{F_{without\ \ friction}} = \frac{\dfrac{2T}{E\ \tan\left[\beta+\theta\right]}}{\dfrac{2T}{E\ \tan\beta}} = \frac{\tan\beta}{\tan\left[\beta+\theta\right]} \qquad (۳-۳۱)$$

یا

$$\eta = \frac{\dfrac{2P}{\pi M}}{\dfrac{2P}{\pi M}+\dfrac{\mu}{\cos\beta}} = \frac{1}{1+\dfrac{\mu\pi M}{2P\cos\beta}} \qquad (۳-۳۲)$$

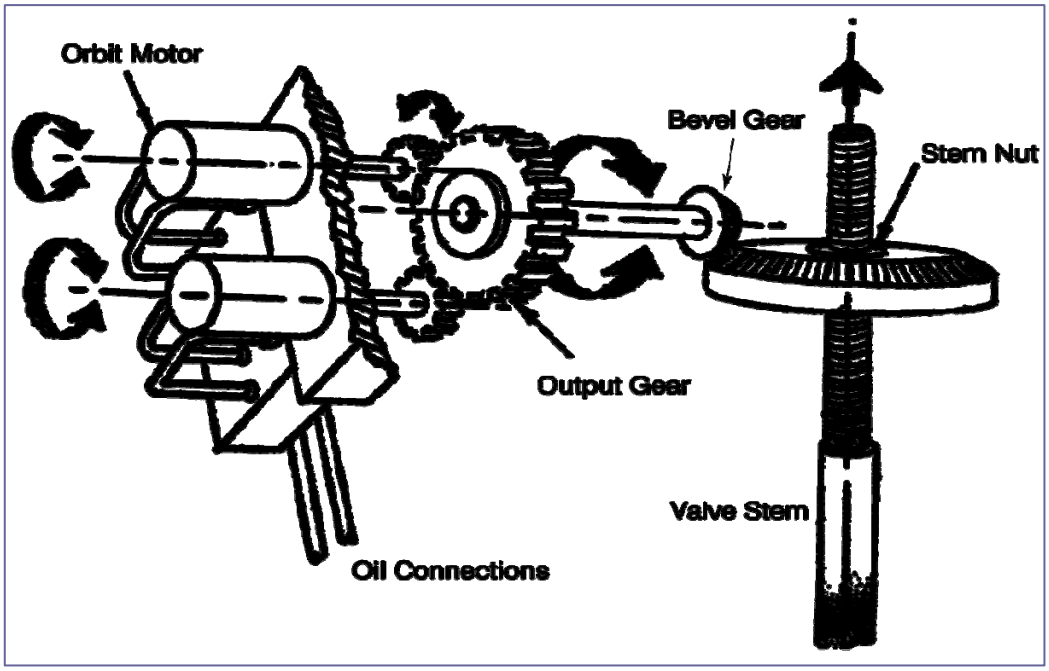
با استفاده از رابطه (۳-۲۴) می‌توان عبارت (۳-۳۲) را ساده تر کرد:

$$\eta = \frac{1}{1+\dfrac{\mu}{\tan\beta\cos\beta}} = \frac{1}{1+\dfrac{\mu}{\sin\beta}} \qquad (۳-۳۳)$$

معمولا در مسایل مقدار μ برای سطوح فلزی، ثابت و برابر ۰.۱۵ است. لذا:

$$\eta = \frac{1}{1+\dfrac{0.15}{\sin\beta}} \qquad (۳-۳۴)$$

اگر بخواهیم با یک حساب سرانگشتی تخمینی از میزان بازده بدست آوریم می‌توان مقدار M را برابر "۶ و P را برابر "۱ در نظر گرفت که نتیجتا $\sin\beta$ نیز برابر ۰.۱۰۵ بدست می‌آید. بنابراین بازده برابر ٪۴۱ می‌شود که نسبتا عدد کوچکی است. حتی در عملگرهای واقعی این عدد کمتر از این است و حدود ٪۳۵ است. با در نظر گرفتن



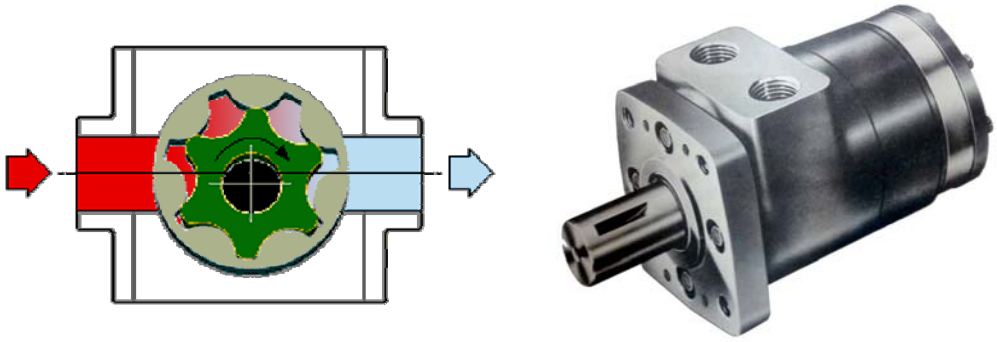
شکل ۳-۱۴ – یک عملگر هیدرو استاتیکی با اربیت موتورهای افقی، بالا – تصویر واقعی چرخدنده ها، پایین

بازده تمامی قسمتهای عملگر از چرخدنده‌های اربیت موتور تا ساقه، کل بازده کمتر از ٪۳۰ می‌گردد. برای افزایش بازده می‌توان مقدار βرا افزایش داد که طبق رابطه (۳-۲۴) مستلزم افزایش طول گامها و/یا کاهش قطر ساقه است.

اربیت موتور

اربیت موتورها معمولا به شکل متقارن بوده و در دو جهت توانایی چرخش دارند لذا باتوجه به سرهای ورودی و خروجی روغن، می توان آنها را در دوجهت ساعتگرد و پاد ساعتگرد چرخاند که در هرکدام از حالات، چرخدنده مهره‌ای نیز متناسبا بصورت ساعتگرد یا پاد ساعتگرد خواهند چرخید و شیر را باز یا بسته خواهد کرد.

اربیت موتورها به انحاء مختلفی ساخته می‌شوند اما نمونه پرکاربردتر آنها مطابق شکل (۱۵-۳، چپ) ساختار ژیروتوری[۹۳] دارند. در این ساختار، یک روتور چرخدنده‌ای و یک پوسته گردان غیر هم مرکز وجود دارند. برای شروع به کار موتور، روغن پرفشار از چپ وارد می‌شود. باتوجه به نحوه استقرار روتور و پوسته، به ناچار روتور شروع به چرخش در جهت ساعتگرد می‌کند. با توجه اینکه در قسمت پایینی موتور، روتور و پوسته درگیر هستند لذا پوسته نیز شروع به حرکت در جهت عقربه‌های ساعت می‌کند. با چرخش روتور و پوسته از فشار روغن نیز کاسته می‌شود تا اینکه از سر خروجی خارج شود.



شکل ۱۵-۳ – اربیت موتور، راست – ژیراتور ، چپ

شکل (۱۵-۳، راست) یک اربیت موتور واقعی را نشان می‌دهد. شفت خروجی اربیت موتور به دو صورت خارکی یا چرخدنده‌ای می‌تواند ساخته شود که در نمونه نمایش داده شده بصورت خارکی است.

یاتاقان تراست[۹۴]

با توجه به ساختمان عملگر، نیروی عکس العمل ناشی از بالارفتن گیت شیر بایستی به طریقی به بدنه شیر منتقل شود. واسطه این مهم یاتاقانهای نیروی محوری (تراست) هستند. یاتاقانهای تراست وظیفه تحمل نیروی عکس العمل را دارند که از یک برینگ میانی و دو رینگ فلزی فوقانی و تحتانی تشکیل می‌شوند. واضح است که مقدار این نیرو قابل توجه است لذا معمولا در عملگرها از دو عدد یاتاقان تراست استفاده می‌گردد. شکل (۱۶-۳) تصویر این یاتاقانها را نشان می‌دهد.

معمولا پس از گذشت مدت زمان طولانی از عمر شیر و عمل کننده و مخصوصا عدم بهره برداری از آن، یاتاقانهای تراست آسیب می‌بینند که لازم است سرویس مجدد و بعضا تعویض شود.

---

[۹۳] Gerotor

[۹۴] Thrust Bearing

معمولا درصورتیکه یک شیر را نتوان حتی با استفاده از پاورپک بازکرد یا بست، بایستی تمام قطعات متحرک آنرا (چرخدنده‌ها) به اضافه یاتاقان تراست سرویس مجدد نمود.

شکل ۱۶-۳ – یاتاقان تراست، راست و وسط، سیلندر و پیستون عملگر هیدروسیل، چپ

هیدروسیل Hydrocyl

برای حذف اثر اصطکاک روی چرخدنده مهره‌ای، یک روش حذف ساختار چرخدنده‌ای و استفاده از عملگرهای سیلندر پیستون عمودی است. در این عملگرها روغن پرفشار خروجی پمپ روغن به یک طرف پیستون متحرک درون سیلندر اعمال می‌شود و میله پیستون که به گیت شیر اصلی متصل است را بالا یا پایین برده و موجب باز یا بسته شدن شیر می‌گردد. به این عملگرها اصطلاحا "هیدروسیل" می‌گویند. شکل (۱۶-۳، چپ) یک نمونه از عملگرهای پیستون عمودی را نشان می‌دهد.

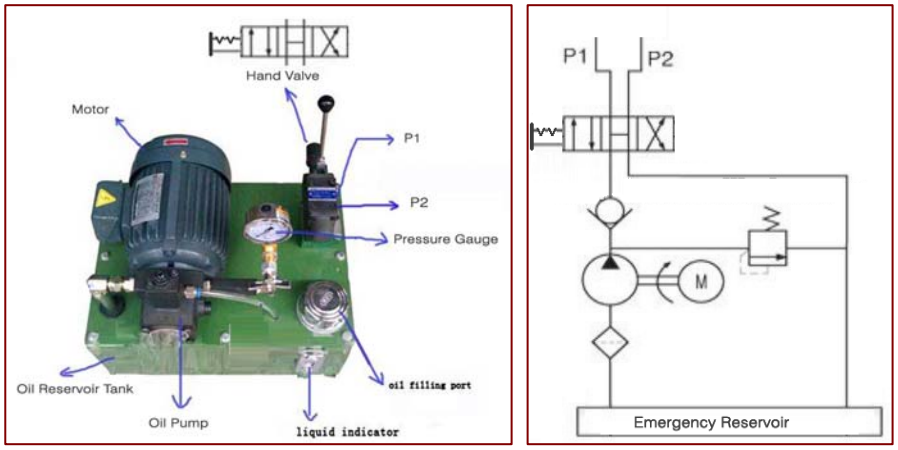
هیدروتند Hydrotand

دقیقا می‌توان از مکانیزم بکار رفته در عملگر هیدروسیل، در عملگرهای نوع یوغ استفاده جست. یعنی روغن پرفشار تولید شده توسط موتور گاز و پمپ روغن را به سیلندر و پیستونهای عملگر نوع یوغ اعمال کرد. به این ساختار "هیدروتند" می‌گویند.

پاورپک PowerPack

پاورپک مجموعه‌ای (معمولا قابل حمل و کوچک) حاوی یک پمپ روغن است که جهت اعمال نیروی روغن خارجی به عملگرها کاربرد دارد. شفت پمپ روغن توسط نیروی حاصل از موتور برق، گازوییل یا بنزین و یا گاز، خط لوله به چرخش درمی‌آید.

پاورپکها بسته به فشار تولیدی انواع مختلفی دارند. آنچه در عملگرها دارای اهمیت است توانایی تولید فشار تا آستانه تحمل ادوات و لوله‌های هیدرولیک عملگر است که عموما ۲۰۰۰psi می‌باشد زیرا بعضا به دلایلی همچون طول عمر بالای شیر و عمل کننده ویا عدم بهره برداری از آنها به مدت طولانی، گشتاور مورد نیاز برای بهره برداری از شیر، بیش از مقدار فشار روغن تولیدی توسط عملگر است. در این مواقع استفاده از پاورپک می‌تواند فشار لازم برای باز و بست شیر را تولید کند. شکل (۱۷-۳) تصویر یک پاورپک را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۳ – مدار پاورپک، راست – یک نمونه پاورپک واقعی، چپ

ساختمان پاورپک بسیار ساده بوده و علاوه بر موتور و پمپ روغن دارای دو رابط ورودی و خروجی روغن است. از سر ورودی، روغن کم فشار و بازگشتی از عملگر وارد دستگاه می‌شود و از سر خروجی روغن پرفشار خارج می‌گردد. معمولا یک شیر اهرمی انتخابگر ۴×۲ یا ۴×۳ در مسیر سرهای ورودی و خروجی وجود دارد که بین این دوسر می‌تواند سوییچ کند. با انتخاب هرکدام از حالات شیر انتخابگر جای ورودی و خروجی عوض می شود. یک مخزن کوچک اضطراری حاوی روغن نیز معمولا در پاورپک تعبیه می شود تا در صورت نشتی یا عدم وجود روغن در سیستم، کمبود روغن جبران شده و آسیبی به پمپ نرسد. نهایتا چک ولو جهت عدم بازگشت روغن پرفشار از خروجی پمپ و نیز فیلتر اجزاء لاینفک پمپهای روغنی هستند.

گاز روی روغن Gas Over Oil - GOV

در گذشته عملگرها با نیروی مستقیم گاز کار می‌کردند بدینصورت که گاز مستقیما به یک طرف پیستون اعمال می‌شد و با حرکت دادن آن شیر باز یا بسته می‌شد. اعمال نیروی مستقیم گاز به قسمتهای متحرک عملگر معایبی داشت ازجمله اینکه کم‌کم باعث خوردگی و ساییدگی سطوح داخلی سیلندر و مخصوصا دیسک پیستون می‌شد. به همین دلیل و برای کاهش این اثرات لازم بود روغنکاری مداوم در این سطوح انجام پذیرد. برای نیل به این هدف، ساختار "گاز روی روغن" پیشنهاد شد تا از مزایای سیستمهای هیدرولیک در این مورد استفاده شود. در این ساختار دیگر نیروی گاز مستقیما به سیلندر و پیستون اعمال نمی‌شود. درعوض این نیرو به مخازن حاوی روغن اعمال گشته و روغن پرفشار وارد سیلندر شده و باعث حرکت پیستون درون سیلندر می‌گردد. این ساختار یک مزیت دیگر نیز داشت. در عملگرهای سابق، بدلیل خواص دینامیکی گاز، نیروی اعمالی به پیستون شکل نرم و یکنواختی نداشت و ممکن بود حرکت پیستون حتی گسسته بوده و پرش داشته باشد حال آنکه در ساختار گاز روی روغن، بدلیل خاصیت تراکم ناپذیری روغن و دمپینگ آن، نیروی اعمالی به پیستون به آرامی و نرمی اعمال می‌شود. ضمن اینکه روغن سمت مقابل پیستون نیز بایستی خارج گردد. باتوجه به تراکم ناپذیری روغن می‌توان با کنترل سرعت تخلیه روغن، سرعت حرکت پیستون را کنترل کرد.

نحوه اعمال نیروی گاز بر روی روغن به انحاء مختلفی متصور است. سه حالت معروف آن در شکل (۱۸-۳) نشان داده شده است که عبارتند از A: طرح ساده دو مخزنی، B: طرح دو مخزنی با شیر همترازی، C: طرح یک مخزنی با سیستم گردش روغن.

طرح A شامل دو مخزن یکسان است که حجم هرکدام از آنها تقریبا برابر حجم سیلندر می‌باشد.

طرح B شامل دو مخزن یکسان و بزرگ با حجم تقریبی دوبرابر سیلندر به اضافه یک شیر قطع فشار بالای دوطرفه است. شیر قطع فشار بالا بصورت یک شاتل ولو و یک مقایسه‌گر نشان داده شده است. درصورتیکه فشار یکی از طرفین بیش از حد تنظیمی باشد مسیر عبور روغن بسته خواهد شد.

در این دو طرح، مخازن بایستی قادر به تحمل فشار گاز اعمالی باشند.

در طرح C تنها یک مخزن با قابلیت تحمل فشار خط لوله و حجمی برابر سیلندر، یک مخزن انباره یا آکومولاتور که تحت فشار اتمسفر خواهد بود، یک عدد شیر یکطرفه و حداقل یک شیر انتخابگر نیروی اعمالی نیاز است.

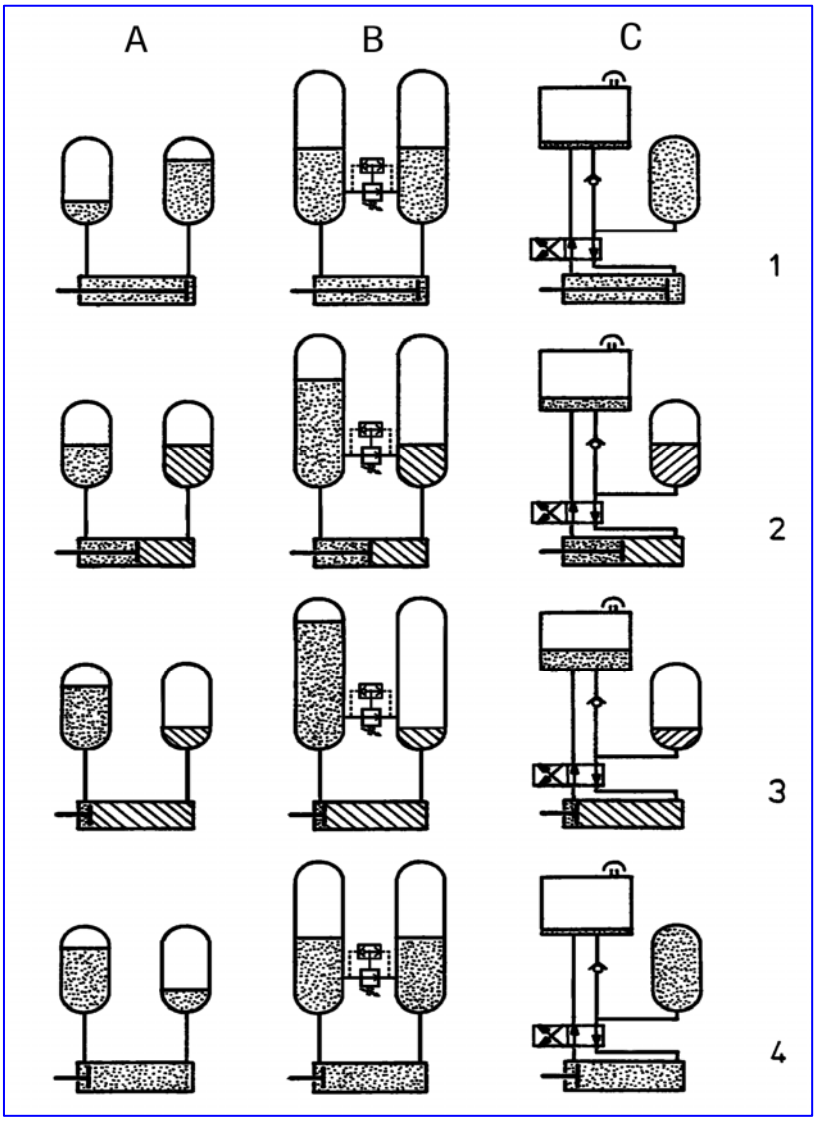
تفاوت این سه طرح را در دو عامل می‌توان جستجو کرد: اول نحوه عملکرد و دوم هزینه ساخت.

نحوه عملکرد این سه طرح را با شرح مثالی توضیح می‌دهیم. شکل (۱۸-۳، حالت (۱)) این سه طرح را در حالت تعادل، زمانی که میله پیستون داخل است، نشان می‌دهد.

در ساختار A ، سطح روغن مخزن سمت چپ در حالت حداقلی و مخزن سمت راست در حالت حداکثری قرار دارد. در ساختار B روغن هردو مخزن در سطح میانی قرار دارد و در ساختار C روغن مخزن پرفشار در سطح حداکثری و مخزن اتمسفریک در سطح حداقلی قرار دارد.

فرض کنید می خواهیم نیرو را به جلوی پیستون اعمال کنیم تا میله پیستون به بیرون آید. در ساختار A نیروی گاز بر مخزن سمت راست وارد شده و روغن داخل آنرا تحت فشار قرار می‌دهد. لذا پیستون به حرکت درآمده و روغن سمت مقابل را به درون مخزن سمت چپ منتقل می‌نماید. پس از پایان کورس حرکتی پیستون، سطوح

روغن مخازن عکس حالت قبل می‌شود یعنی این بار مخزن سمت چپ در حالت حداکثری و مخزن سمت راست در حالت حداقلی قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸-۳ – سه دشته مختلف از مخازن گازروی روغن

در ساختار B نیز مشابه ساختار A نیروی گاز بر مخزن سمت راست وارد شده و روغن داخل آنرا تحت فشار قرار می‌دهد. لذا پیستون به حرکت درآمده و روغن سمت مقابل را به درون مخزن سمت چپ منتقل می‌نماید. در این وضعیت بدلیل بالابودن فشار اعمالی، شیر قطع فشار عمل کرده و مسیر بین دو مخزن را می‌بندد. پس از پایان کورس حرکتی پیستون، ابتداءا سطح روغن مخزن سمت چپ در حالت حداکثری و مخزن سمت راست در حالت حداقلی قرار می‌گیرد. اما پس از تخلیه فشار از روی مخزن سمت راست، بدلیل افزایش سطح روغن در

مخزن سمت چپ، روغن این مخزن شروع به تخلیه به مخزن دیگر می‌کند تا جایی که نهایتا روغن مخازن هم سطح گردند. بنابراین بایستی مقداری صبر کرد تا سطوح روغن یکسان گردند.

طرح C ترکیبی از دو طرح قبل است. در این طرح با اعمال فشار به مخزن پرفشار (سمت راست)، روغن تحت فشار قرار گرفته و ازطریق شیر ۴×۲ به سمت راست سیلندر هدایت می‌شود. لذا پیستون به سمت چپ حرکت کرده و روغن از سمت مقابل وارد مخزن اتمسفریک می‌شود. در این میان با توجه به وجود چک ولو در مسیر بین دو مخزن، این مسیر مسدود می ماند. در انتهای کورس حرکتی پیستون، قسمت اعظم روغن مخزن پرفشار وارد مخزن اتمسفریک شده است و بایست جهت انجام عملیات بعدی بازگردانده شود. پس از تخلیه فشار از روی مخزن پرفشار، روغن جمع شده در مخزن اتمسفریک بواسطه نیروی وزن روغن، از طریق چک ولو به آرامی به مخزن پرفشار بازمی‌گردد. بنابراین در اینجا نیز بایستی مقداری صبر کرد تا روغن کاملا به مخزن پرفشار بازگردد. دقت شود که تنها عامل بازگشت روغن از مخزن اتمسفریک به مخزن پرفشار نیروی وزن روغن است. لذا همیشه بایستی مخزن اتمسفریک نسبت به مخزن پرفشار در ارتفاع بالاتری قرار گیرد. جهت بازگشت میله پیستون به وضعیت سابق، بایستی وضعیت شیر ۴×۲ عوض شود. دقت شود برای اینکه مخزن اتمسفریک تحت فشار مازاد قرار نگیرد بایستی منفذی برای ارتباط با اتمسفر در بالای آن قرار داشته باشد.

ساختار نوع A یک ساختار ساده با دو مخزن تحت فشار کوچک است که کارنامه خوبی در عملگرها داشته است. تنها مشکل این ساختار احتمال نشتی روغن از دیسک پیستون و نتیجتا تغییر سطح مناسب روغنها است که بایستی بطور مرتب تعمیرات و نگهداری مناسب انجام شود.

ساختار B شامل دو مخزن بزرگ پرفشار با سطح روغن دوبرابر ساختار A است که جهت رفع مشکل نشتی احتمالی دیسک پیستون طراحی شده است. در اینجا بدلیل اینکه نهایتا سطوح روغن هم اندازه می‌شوند نگرانی از بابت نشتی صفحه پیستون وجود ندارد. اما اولا نیاز به شیر قطع فشار دوطرفه داریم ثانیا بایستی مدت زمانی صرف همتراز شدن دو مخزن گردد.

طرح سوم صرفا شامل یک مخزن پرفشار و یک مخزن اتمسفریک انباره جهت جمع کردن روغن بازگشتی از سیلندر است. در آینده خواهید دید که همه عملگرها نیاز به یک شیر انتخابگر نظیر شیر ۴×۲ خواهند داشت لذا از این جهت این شیر یک هزینه اضافی برای طرح C به حساب نمی‌آید. پس این طرح، علاوه بر اینکه ارزانتر از دو طرح دیگر است مزایای طرح A را از جهت کوچکی مخازن و روغن مورد نیاز دارد و عیب نشتی آنرا نیز برطرف کرده است یعنی از بابت نشتی روغن نگرانی خاصی وجود ندارد. تنها عیب آن این است که همانند طرح B بایستی باید مدت زمانی را صبر کرد تا سطوح روغن متعادل شود. متاسفانه این عیب بعضی اوقات به قدری بزرگ است که باعث منسوخ شدن طرحهای B و C گردیده است. در قسمت عمل‌کننده‌های بورسیگ و شوک به شرح مفصل این عیب می‌پردازیم.

دقت شود که برای عملکرد صحیح، بایستی در همه این ساختارها، مخازن به موازات یکدیگر و بصورت عمودی نصب شوند (چرا؟).

جمع بندی

عملگرها واسط بین قسمت فرمان و قدرت عمل کننده ها با شیر هستند که وظیفه تبدیل نیروی گاز به نیروی مکانیکی دورانی برای چرخش/بالا آوردن(در شیرهای عمودبازشو) ساقه شیر را به عهده دارند. سه نوع عملگر شناخته شده شامل نوع یوغ چاک دار، چرخ آسیابی و شانه دنده ای هستند که بر مبنای نیروی حاصل از فشار

گاز به مجموعه سیلندر و پیستون و نتیجتا حرکت صفحه پیستون عمل می کنند.. در کنار این عملگرها، عملگرهای هیدرواستاتیک، هیدروتند و هیدروسیل که توسط موتور گاز به کار می افتند نیز در گذشته کاربرد بیشتری داشته اند.

با مقایسه انواع عملگرها می توان دریافت که عملگرهای نوع یوغ چاک دار بازدهی بالا به همراه کارایی بهتر دارند مخصوصا زمانی که نیروی گاز بصورت گازروی روغن اعمال شود.

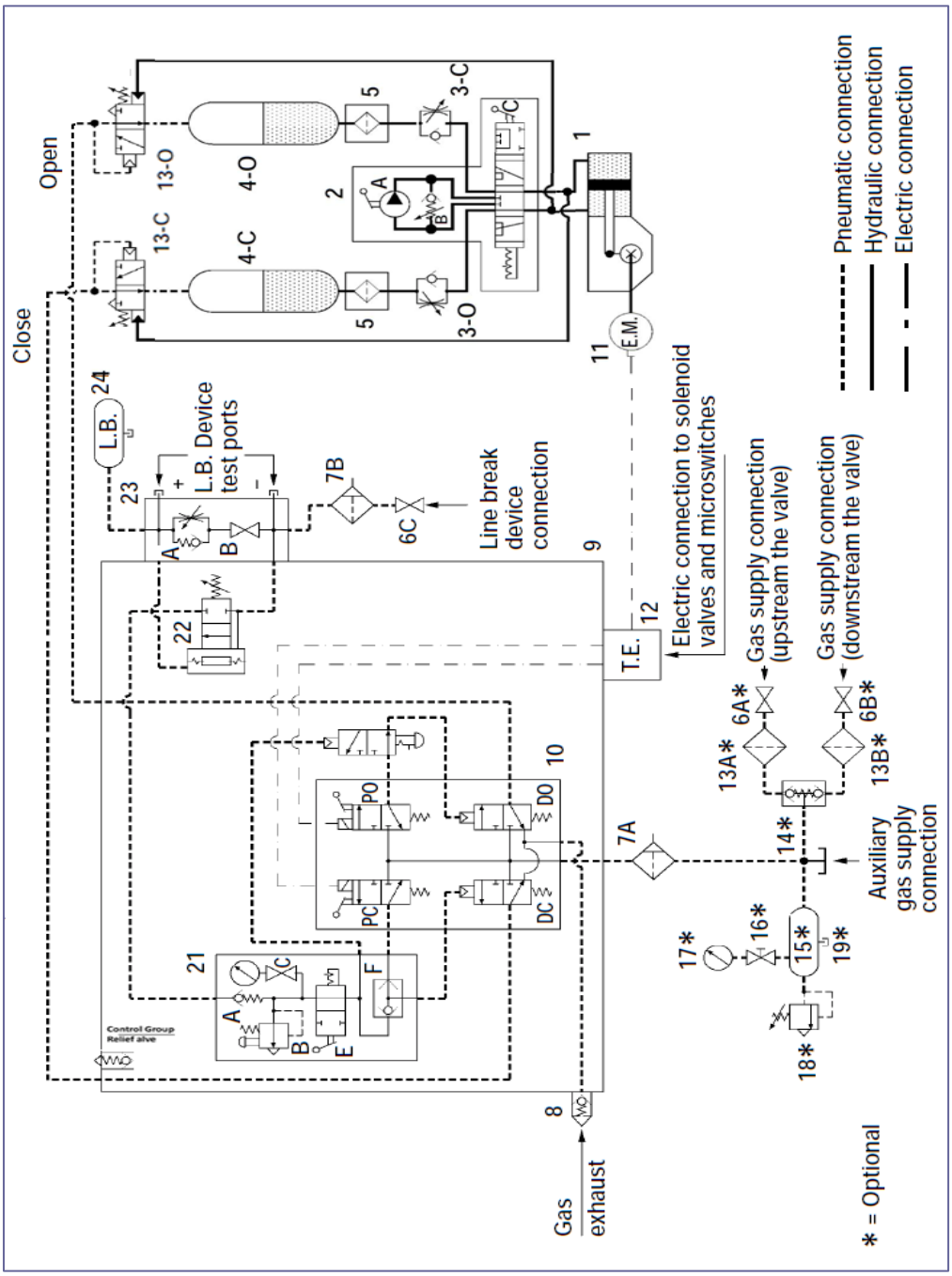
بخش چهارم

عمل کننده های خطوط لوله انتقال گاز ایران

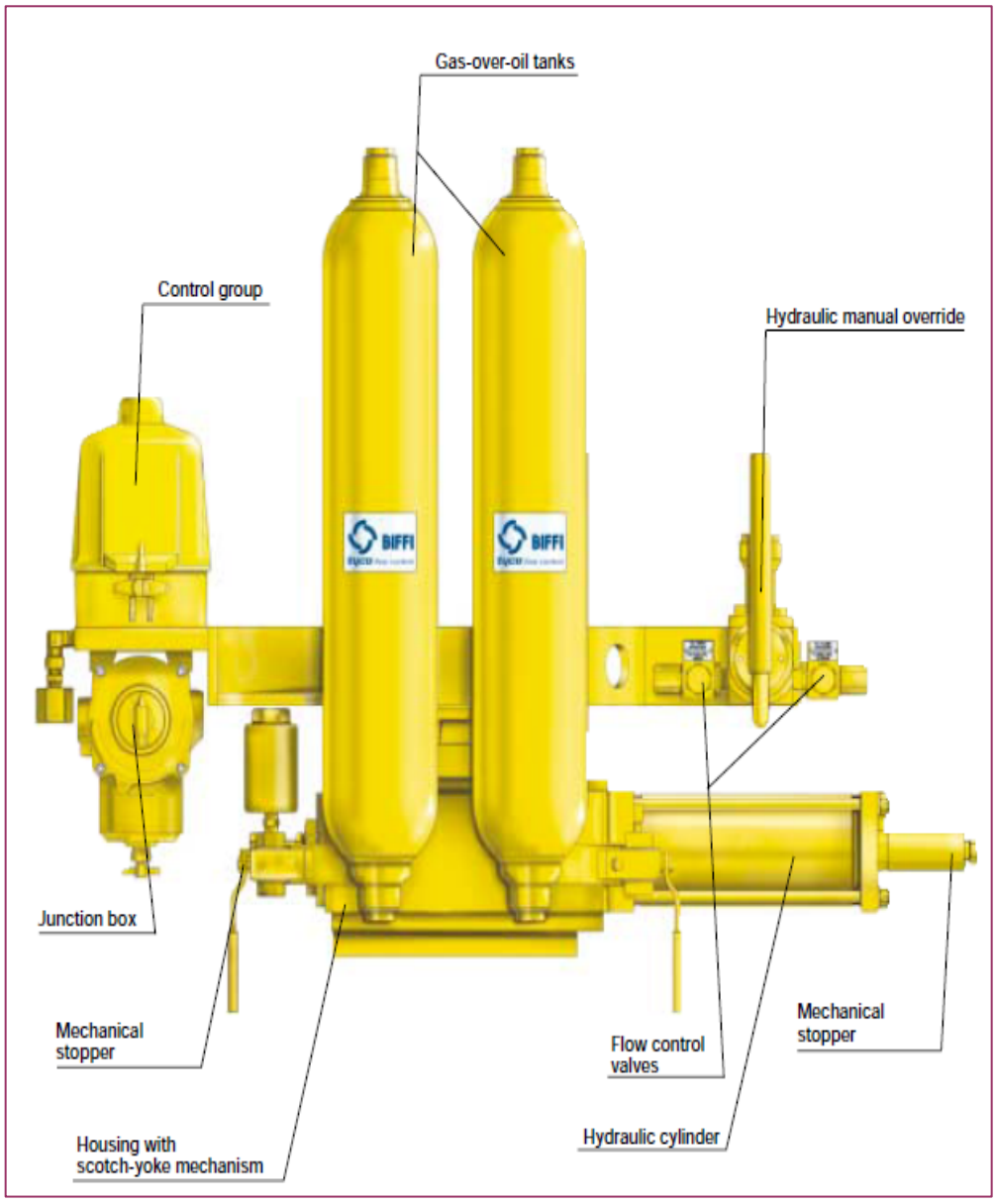
در این بخش به معرفی و بررسی ویژگیهای عمل‌کننده‌های خودکار نصب شده در خطوط لوله ایران ساخت شرکتهای مختلف می پردازیم. در ابتدای این بخش عمل کننده "بی فی" بطور مفصل شرح داده خواهد شد و در ادامه از ذکر بسیاری مطالب تکراری خودداری خواهد شد لذا توصیه می شود پیش از مطالعه سایر عمل کننده ها، عمل کننده "بی‌فی" را بطور کامل مطالعه نمایید.

قصد ما در این بخش این است که ابتدا فضای کلی از عمل کننده را ارائه دهیم و بسته به نیاز از نقشه استفاده کنیم. روش شرح عملکرد برعکس روشهای معمول نقشه خوانی، از انتها به ابتدا یا از هدف به وسیله(اسباب) خواهد بود هماگونه که شماره‌گذاری نقشه‌ها نیز به همین منوال انجام می‌گیرد. لذاابتدا عملگر، بعد جک دستی، مخازن روغن، بخش کنترل و لاین‌برک گفته خواهد شد. جهت مقایسه عملکرد عمل‌کننده‌ها، نقشه تمامی آنها از روی الگوی نقشه بی‌فی بازترسیم شده است.

بی‌فی Biffi



شکل ۱-۴ – نقشه عمل‌کننده بی فی



شکل ۲-۴ – شمای کلی عمل‌کننده بی فی

شرکت بی‌فی در سال ۱۹۵۵ با هدف تولید عمل‌کننده‌های شیرهای صنعتی در ایتالیا پایه‌گذاری شد و بعدها در سال ۱۹۸۹ توسط KEYSTONE INTERNATIONAL, INC خریداری و سپس به گروه TYCO INTERNATIONAL, LTD ملحق شد.

شرکت بی‌فی از معتبرترین و خوشنام ترین شرکتهای سازنده عمل‌کننده است که دارای طرحهای متنوع، قدرتمند و با کارآیی بالا بوده و مورد تقاضای بسیاری از تولیدکنندگان شیرآلات صنعتی بوده است. عمل‌کننده‌های بی‌فی مرجع بسیاری از شرکتهای دیگر فعال در این زمینه می‌باشد که با الگوگیری از طرحهای این شرکت و بعضا انجام برخی تغییرات جزئی اقدام به تولید عمل‌کننده‌های شیرآلات بنام خود می‌کنند.

مدارک، دستورالعملها و مستندات قوی و متقن، طراحی کم عیب و نقص، جادهی مناسب تجهیزات، انطباق با استانداردهای بین المللی، عملکرد میدانی بسیار خوب، زیبایی ظاهری طرحها، بهره‌برداری آسان و راحتی بهره‌بردار هنگام کار با آن از ویژگی‌های این عمل‌کننده‌ها می‌باشد.

از میان محصولات شرکت بی‌فی، سری GPO کاملترین و مناسبترین مدلها را برای استفاده به عنوان عمل‌کننده شیرهای صنعت گاز را دارد لذا در این زیربخش به توضیح این سری و مدلهای شاخص آن می‌پردازیم.

عمل‌کننده‌های GPO برای بازه‌های مختلف فشار از [۷-۱۰۰bar] و از [-۶۰:۸۰^{o}C] تولید می‌شوند که بسته به کاربرد می‌توان هرکدام را انتخاب نمود.

شکل (۲-۴) یک نمونه عمل‌کننده بی‌فی را نشان می‌دهد[۹۵]. این عمل‌کننده‌ها در خطوط لوله معمولا رنگ سفید مایل به خاکستری دارند. نقشه مدار عمل کننده لاین‌برک بی‌فی در شکل (۱-۴) نمایش داده شده است.

بخشهای اصلی یک عمل‌کننده بی‌فی که تقریبا در همه عمل‌کننده‌ها به همین صورت است در زیر فهرست شده‌اند:

۱. عملگر نوع یوغ؛ شامل سه قسمت: سیلندر، محفظه یوغ و استاپرهای محدوده حرکت.
۲. مخازن گاز و روغن.
۵. جعبه اتصالات الکتریکی.
۶. شیرهای ورودی گاز.
۳. جک دستی.
۴. شیرهای کنترل سرعت.
۵. قسمت کنترل.

در عمل‌کننده خودکار بایست موارد زیر نیز اضافه گردد که در شکل (۳-۲) نشان داده نشده است:

۷. مخزن گاز اضطراری.
۸. مجموعه سیستم لاین‌برک.

طرحهای جدید این سری، تقریبا تمامی الزامات ۰۰۷ را رعایت کرده و پلاکهای مشخصات عمل کننده نیز در انطباق کامل با این استاندارد بوده و کلیه مشخصات مورد نیاز روی آن ثبت می‌شوند

ضعیفترین عمل‌کننده GPO ، مدل gpo-۰.۳۰-۷۵ با وزن ۱۲۵kg در ابعاد [۹۴۷×۶۱۵×۸۶۲mm] ، گشتاور ۳۰۰Nm را تولید می‌کند و قوی‌ترین نوع، مدل gpo-۵۰۰-۳۰۰ با وزن ۲۲۹۰kg در ابعاد

[۹۵] عمل‌کننده نشان داده شده فاقد مخزن ذخیره گاز اضطراری و لاین‌برک است.

[۲۶۱۰×۱۸۲۵×۱۵۰۰mm] گشتاور ۵۰۰,۰۰۰Nm را تولید می‌کند. این ابعاد و اوزان بدون سیستم لاین‌برک و مخزن ذخیره گاز اضطراری می‌باشد.

عملگر

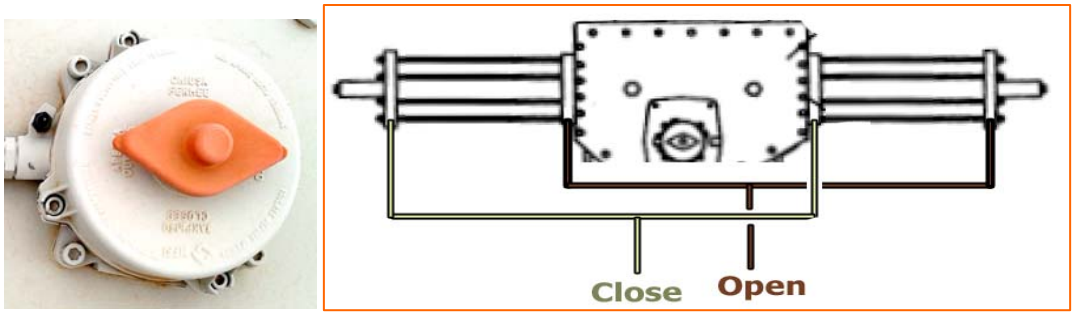
عملگرهای GPO در انواع و مدلهای مختلف با گشتاورهای متنوع طراحی و ساخته می‌شوند. خوشبختانه ابعاد فلنجهای اتصال عملگرها به غلاف ساقه شیر منطبق با استاندارد ۵۲۱۱ است. همچنین شکل و ابعاد خارهای اتصال شفت نیز از این استاندارد نصب می‌کند.

یوغ عملگر بی‌فی به دوصورت متقارن و مورب ساخته می‌شوند و بسته به سفارش، از هرکدام می توان استفاده کرد.

عملگرها غالبا از نوع تک سیلندره و به ندرت دوسیلندره طراحی و ساخته می‌شوند. سیلندرها به شکل تیوبهایی قطور هستند که مثل ویفر توسط فلنجهای دو سر و میله‌های نگهدارنده سیلندر دربرگرفته می‌شوند. سیلندرها مطابق با مدل و مشخصات ذکر شده بر روی پلاک عملگر، اندازه‌های ثابت و مشخصی دارند.

در عملگرهای تک سیلندره، سیلندر در سمت راست یوغ قرار می‌گیرد. در این نوع، تیوبهای روغن پرفشار در حالت بازکردن شیر اصلی از بالای فلنج انتهایی (سمت راست) سیلندر به جلوی پیستون و تیوبهای برگشت روغن در پشت پیستون و از بالای فلنج مجاور محفظه یوغ اعمال می‌شوند. در حالت بستن شیر اصلی، لوله سمت چپ پرفشار شده و تیوب سمت راست نقش برگشت روغن را خواهد داشت.

در بی‌فی، قطر تیوبهای هیدرولیکی سیلندر حداقل ۲cm است.



شکل ۳-۴ – نحوه اتصال تیوبهای سیلندر بی فی، سمت راست – نمایشگر وضعیت، سمت چپ

در صورتی که از دو سیلندر استفاده شده باشد تیوبها به همین صورت، به هر دو طرف دو سیلندر مطابق شکل (۳-۴، سمت راست) اعمال می‌شوند. معمولا بر روی سیلندرها حداقل یک کانکشن[۹۶] در موقعیت ساعت ۳ برای هواگیری و نیز یک کانکشن در زیر برای تخلیه روغن وجود دارد. معمولا در چهار طرف سیلندر، محل کانکشنها تعبیه شده که در صورت عدم استفاده مسدود می‌شوند.

تنظیم محدوده بازوبست شیر اصلی از طریق دو عدد پیچ در انتهای سمت راست سیلندر، برای تنظیم حد بسته شدن شیر اصلی و در انتهای محفظه یوغ، برای تنظیم حد بازشدن شیر اصلی قابل انجام است. این محدوده از

[۹۶] Connection

±۴ درجه تا ±۸ درجه در مدلهای مختلف فرق می‌کند. این پیچها عموما یک مهره برای تثبیت تنظیمات به همراه دارند.

بر روی محفظه یوغ و پشت ساپورتهای مخازن روغن، قلابهای مناسبی جهت بلندکردن و نصب عملگر برروی شیر تعبیه شده است. همچنین معمولا پلاکهای عملگرها بر روی محفظه یوغ نصب می‌شوند.

نمایشگر وضعیت و لیمیت سوییچها[۹۷]

نمایشگر وضعیت شیر مطابق شکل (۳-۴، سمت چپ) بصورت برجسته، تماما مکانیکی بوده و به شکل یک لوزی کشیده نارنجی رنگ و یا یک صفحه دوار سفید رنگ با یک خط برجسته، نمایانگر وضعیت شیر اصلی می‌باشد. در مقایسه با سایر انواع نمایشگرها و نوع شیشه‌ای آنها، این ساختار باعث می‌گردد که بتوان براحتی و حتی بدون مشاهده نمایشگر و تنها با لمس آن از وضعیت شیر اصلی آگاه شد. بعلاوه با توجه به اینکه این نمایشگرها اندکی بالاتر از سطح عملگر قرار دارند براحتی از کناره‌ها قابل مشاهده هستند. نکته مهم دیگر نیز این است که بدلیل اندازه بسیار کوچک کابین کنترل براحتی در حین کار با عمل‌کننده می‌توان وضعیت شیر را مشاهده کرد.

در صورتی که عملگر مجهز به لیمیت سوئیچ باشد این لیمیت سویئچها در بالای یوغ قرار می‌گیرند و خروجیهای آن توسط یک کابل به جعبه اتصالات الکتریکی که در زیر کابین کنترل قرار دارد هدایت می‌شوند. ساختار لیمیت سوئیچ به نحوی است که قابلیت تشخیص سه وضعیت باز و بسته و حالت بینابین را دارد.

نمایشگر وضعیت پیوسته نیز در تولیدات بی‌فی وجود دارد در صورت سفارش مشتری قابل نصب برروی عملگر است. این نمایشگر قادر است زاویه باز بودن شیر را با دقت ۱ درجه توسط اتصالات الکتریکی در جعبه اتصالات به مرکز کنترل اطلاع دهد.

شیر انتخابگر[۹۸] و جک دستی[۹۹]

این مجموعه در نقشه شکل (۴-۴) عنصر شماره ۲ هستند. جک دستی بعضا در میان دو مخزن گازوروغن[۱۰۰] و بعضا در سمت راست آنها قرار می‌گیرد. نیروی اعمالی به سیلندرها از مسیر یک شیر انتخابگر در زیر جک دستی اعمال می‌شود(شکل (۴-۴، وسط)). این شیر ۴ وضعیت دارد (مطابق شکل (۱-۴)). وضعیت عادی یا اتوماتیک آن صرفا یک گذرگاه برای اعمال نیروی روغن پرفشار مخازن گازوروغن به سیلندرهاست. دو وضعیت دیگر مربوط به باز کردن (سمت چپ وضعیت اتوماتیک) و یا بستن شیر (سمت راست وضعیت اتوماتیک) با استفاده از جک دستی است. وضعیت آخر برای همترازکردن روغنهای دو مخزن گازوروغن استعمال می‌شود. این حالت زمانی مفید است که یا سطوح روغن یا مناسب و متقارن نیست و یا درحالیکه در مخازن به اندازه کافی روغن موجود نیست، می‌خواهیم شیر اصلی را بسته یا باز کنیم. در حالت اول شیر اصلی را دقیقا تا میانه مسیر حرکت می‌دهیم. سپس انتخابگر را در حالت همترازی قرار می‌دهیم تا سطوح روغن مخازن برابر شود. در حالت دوم، ابتدا تا جایی که روغن مخزن کافیست شیر اصلی را حرکت می‌دهیم مثلا پس از تغییر ۷۰درصدی وضعیت شیر اصلی، روغن مخزن تمام می شود. در این حالت انتخابگر را در وضعیت همترازی قرار می‌دهیم. با این کار نصف

---

[۹۷] Limit Switch

[۹۸] Selector Valve

[۹۹] در این کتاب از هر دو اصطلاح جک دستی و پمپ دستی استفاده شده است.

[۱۰۰] در این کتاب مخازن حاوی روغن که نیروی گاز برروی آنها اعمال می گردد مخزن گازوروغن نامیده خواهند شد.

روغن جمع شده در مخزن مقابل به این مخزن منتقل شده و می‌توان شیر اصلی را تا انتها تغییر وضعیت داد. در صورتی که سطح روغن بسیار کم باشد این کار بایستی چندین بار تکرار شود.

انتخابگر، یک شیر ۴×۶ با یک اهرم ذوزنقه‌ای شکل است که با چرخش آن، هرکدام از وضعیت‌های انتخابگر انتخاب می‌شود. معمولا وضعیت انتخابی روی انتخابگر مشابه نحوه قرارگیری پوش‌باتنها است. بدین صورت که اگر پوش‌باتن close در سمت چپ کابین کنترل باشد با چرخاندن اهرم انتخابگر به سمت چپ، وضعیت بستن شیر اصلی توسط جک دستی انتخاب می‌شود و بالعکس.

معمولا از انتخاب حالت همترازی توسط یک پین ممانعت می‌گردد زیرا در صورت استفاده نادرست از این حالت، وضعیت صحیح روغن مخازن به هم می‌خورد. مثلا وقتی شیر اصلی بسته است سطح روغن مخزن close طبعا پایینتر از مخزن open است. اما اگر این حالت انتخاب شود روغنها همتراز می‌شوند. بنابراین با فشردن پوش‌باتن open و بازشدن شیر، روغن مخزن open در میانه‌های مسیر تمام می‌شود اما از طرف دیگر روغن مخزن close از بالای آن خارج شده و تخلیه می‌شود.

برای اینکه شیر اصلی را توسط جک دستی بازوبست کنیم بایستی حالت مربوطه را با چرخاندن اهرم انتخابگر انتخاب کنیم و سپس با جک زدن، توپی شیر اصلی را حرکت دهیم.

اهرم(دسته) جک دستی، یک میله به طول حدود ۴۰ سانتیمتر می‌باشد که با بالا و پایین بردن آن می‌توان روغن پرفشار را به سمت سیلندر هدایت کرده و پیستون را به حرکت در آورد.

تعداد دفعاتی که باید اهرم جک دستی را بالا و پایین برد تا شیر اصلی تغییر وضعیت دهد برای مدلهای مختلف متفاوت است که از ۳۸ دفعه برای مدل gpo-۰.۳۰-۷۵ تا ۱۷۶۵ دفعه برای مدل gpo-۵۰-۳۰۰ است.

اگر در حالت همترازی بخواهیم جک بزنیم با توجه به مسدودبودن خروجی پمپ دستی، این امر امکان‌پذیر نخواهد بود مگر اینکه نیروی دست بهره‌بردار به اندازه‌ای زیاد باشد که فشار تولیدی روغن از تنظیم فنر شیر ایمنی پمپ بیشتر باشد که در اینصورت این شیر ایمنی باز شده و روغن از طریق آن به پشت پیستون جک دستی باز می‌گردد.

شیر ایمنی[۱۰۱] جک دستی قابل تنظیم تا حداکثر ۱۰۰bar است. این عدد برای جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد قابل تحمل ادوات هیدرولیکی –که معمولا ۱۵۰bar است- در نظر گرفته شده است. لذا بایستی دقت شود که این مقدار حداکثری از حداقل فشار قابل تحمل تمامی ادوات مرتبط با فشار هیدرولیکی جک کمتر باشد. بهمین دلیل بهتر است برای اجتناب از آسیبهای احتمالی، تنظیمات اولیه این شیر توسط بهره‌برداران تغییر داده نشود.

طرح جکهای دستی بسیار ساده است و از دو عدد چک ولو و یک محفظه سیلندری شکل روغن با یک پیستون تشکیل می‌شود (شکل (۴-۴، چپ)). با بالا بردن دسته جک دستی، پیستون درون سیلندر جک بالا رفته و با بازشدن چک ولو ورودی روغن مکش می‌شود. در مرحله بعد با فشاردادن دسته به سمت پایین، پیستون پایین آمده، چک ولو دوم باز می‌شود و اولی بسته می‌ماند. درنتیجه روغن پرفشار به سمت خروجی هدایت می‌شود. ساختار جک دستی به نحوی است که اهرم آنرا در هر حالتی رها کنیم شیراصلی در همان حالت باقی می‌ماند.

[۱۰۱] Relief Valve

فشار تولیدی توسط سیستمهای هیدرولیکی از جمله جک دستی مقادیر قابل توجهی می‌باشد. در مدلهای قدیمی‌تر بی‌فی بنام ALGA که سیستم عمل‌کننده از نوع گاز روی روغن نیست مخازن گازوروغن وجود ندارند. در این مدلها دو سیلندر جداگانه با دو پیستون مستقل و متصل به یوغ در دو طرف محفظه یوغ نصب می‌گردد. یکی از آنها از نوع نئوماتیکی در سمت راست یوغ است که نیروی گاز مستقیما بر یک طرف پیستون این سیلندر اعمال شده و موجب حرکت پیستون و توپی شیراصلی می‌گردد.

سیلندر سمت چپ محفظه یوغ هیدرولیکی بوده و صرفا جهت بازوبست شیراصلی توسط جک دستی تعبیه شده است. با انتخاب حالت دستی عملگر می‌توان با جک دستی پیستون درون سیلندر هیدرولیک و نتیجتا کل شیر اصلی را حرکت و تغییر وضعیت داد.

ابعاد سیلندر روغن در مقایسه با سیلندر نئوماتیکی گازی بسیار کوچکتر و معمولا قطر آن نصف است. لذا سطح پیستون سیلندر هیدرولیکی ۱/۴ سطح پیستون سیلندر نئوماتیکی است. پس فشار قابل تحمل و نیز فشار تولیدی جک دستی نیز به همان نسبت (۴ برابر) بیشتر است.

واضح است که این مدلها در مقایسه با سری GPO ابتدایی و هزینه‌بر بوده و بروز آسیب‌های جدی در سیلندر نئوماتیکی محتمل است.

در انتها این نکته را بایست متذکر شد که حالت دستی شیر انتخابگر یک ویژگی بسیار مهم دارد اینکه در این حالت حتی اگر سیستم لاین‌برک نیز عمل کرده باشد باز هم با جک زدن می‌توان شیر را باز کرد.

تنظیم سرعت

با قرار دادن یک عدد شیر گلویی قابل تنظیم و چک ولو (O-۳ و C-۳) در مسیر خروج روغن از تانکها می‌توان سرعت انتقال روغن و نتیجتا باز و بسته شدن شیر را کنترل نمود. به عنوان مثال مطابق شکل(۱-۴)، در هنگام بستن شیر که روغن پرفشار از مخزن C-۴ خارج می‌شود، از طریق چک ولو O-۳ و شیر انتخابگر به پشت پیستون رفته و با جابجایی پیستون، روغن را از سمت مقابل به بیرون سیلندر هدایت می‌کند. این روغن لاجرم بایستی از شیر انتخابگر و سپس از یکی از دو مسیر چک ولو و یا شیر گلویی بگذرد. با توجه به جهت چک ولو ناچار از شیر گلویی C-۳ گذشته و وارد مخزن O-۴ می‌شود. لذا با تنظیم درصد بازبودن شیرگلویی می‌توان میزان روغن عبوری را کنترل کرد و بنابراین کنترل سرعت در خروجی سیلندر صورت می‌گیرد.

کنترل سرعت در خروجی مزایای خاص خود را دارد از جمله اینکه حرکت توپی شیر یکنواخت و با قدرت انجام می‌گیرد. در طرحهای برخی شرکتها از جمله شرکت بتیس با معکوس کردن جهت چک ولوها، در حقیقت، سرعت روغن را در ورودی کنترل می‌کنند(چگونه؟).

شیرهای گلویی تنظیم سرعت مطابق شکل (۲-۴) در طرفین جک دستی قرار دارند.

شیرهای محدود کننده گشتاور TLS[۱۰۲]

شرکت بی‌فی بجای سیستم کنترل گشتاور هیدرولیکی از طرح نئوماتیکی منحصر به خود استفاده می‌کند که حق انحصاری[۱۰۳] آن را نیز در اختیار دارد. این TLSهای .N.O ۳×۲ که با شماره C-۲۵ و O-۲۵ در شکل (۳-۱) نمایش داده شده اند در بالای مخازن گازوروغن و در مسیر گاز ورودی به آنها نصب می‌شوند. دو ورودی

[۱۰۲] Torque Limit Switch/Device(TLS)

[۱۰۳] Patent

کنترلی این شیر به ترتیب از ورودی گاز و از روغن خروجی (سمت مقابل) سیلندر اخذ شده است. تنظیمات این شیرها معمولا بین ۶۰bar-۱۰ و نقطه تنظیم اولیه آنها روی ۴۰bar است.

روش عملکرد این شیرها را با ذکر مثالی شرح می‌دهیم. فرض کنید شیر اصلی بسته بوده و می‌خواهیم آنرا باز کنیم. گاز ورودی عمل‌کننده -که اصطلاحا به آن پاور ورودی گفته می‌شود- پس از عبور از قسمت کنترلی به شیر O-۲۵ و بالای مخزن گازوروغن O-۴ می رسد و باعث افزایش فشار مخزن می‌شود. یک شاخه از پاور ورودی به سر کنترلی O-۲۵ اعمال می‌شود. همزمان، با ورود گاز به مخزن O-۴ و حرکت پیستون، روغن پشت پیستون نیز تاحدودی تحت فشار قرار می‌گیرد (باتوجه به وجود شیر کنترلی در سمت مقابل و متناسب با مقاومت مسیر برگشت روغن) که البته قابل توجه نیست. یک انشعاب از روغن جلوی پیستون به سر کنترلی دیگر O-۲۵ وارد شده و به فنر این شیر در مقابل فشار گاز ورودی کمک می‌کند. پس از اینکه شیر کاملا باز شد بدلیل عدم حرکت پیستون، فشار گاز جلوی پیستون افزایش و پشت پیستون کاهش می‌یابد (چرا؟). حال به سرهای کنترلی O-۲۵ توجه کنید. یک طرف فشار گاز ورودی است که در حال افزایش است و یک طرف نیروی فنر و فشار روغن جلوی پیستون است که در حال کاهش است لذا پس از اینکه فشار ورودی از مجموع نیروی فنر و فشار روغن بیشتر شد تغییر وضعیت داده و مسیر ورودی گاز بسته می‌شود. با بسته شدن مسیر ورودی، فشار گاز بالای مخزن O-۴ تخلیه می‌شود. از طرفی با توجه به اینکه فشار گاز ورودی همچنان تا بالاترین حد ممکن که همان فشار خط لوله است در حال افزایش می باشد لذا شیر O-۲۵ در این وضعیت می‌ماند تا زمانیکه فشار گاز ورودی O-۲۵ به نحوی –با رها کردن پوش باتن توسط بهره‌بردار یا ...- تخلیه شود.

در حالت بستن شیر نیز دقیقا وضعیت مشابهی در سمت مقابل اتفاق می‌افتد.

استفاده از TLS بدین صورت یک طرح هوشمندانه است با دو مزیت:

اول؛ تصور کنید در نیمه شبی سیستم لاین‌برک عمل کرده است و شیر بسته شده است. در صورت عدم وجود TLS سیلندر و کل سیستم عملگر و مخازن تا زمان بازنشانی[۱۰۴] سیستم لاین‌برک توسط بهره‌بردار تحت فشار باقی می‌مانند که احتمال آسیب دیدن آنها وجود خواهد داشت. اما در صورت وجود TLS ، پس از بسته شدن شیر اصلی، فشار گاز از روی مجموعه عملگر کاملا تخلیه می‌شود.

دوم؛ تخلیه فشار از روی عملگر در موقعی است که شیر توپی در مسیر حرکت خود گیر داشته باشد. فرض کنید در میانه راه بستن شیر یک مانع وجود داشته باشد که اجازه ادامه حرکت و چرخش توپی شیر اصلی را ندهد. در این حالت اگر شیر TLS استفاده نشود نیروی اعمالی گاز و روغن بر عملگر و توپی شیر اصلی همچنان برروی عملگر اعمال شده و ممکن است موجب بروز آسیب و خمش در دسته پیستون، یوک، ساقه یا حتی خود شیر اصلی شود اما با وجود TLS این فشار تخلیه می‌شود. زیرا وقتی توپی از حرکت بازایستد فشار سمت مقابل پیستون افت کرده و فشار سمت اول افزایش می‌یابد و وضعیتی مشابه حالتی که شیر کاملا باز یا بسته می‌گردد اتفاق می‌کند.

حتی درصورت استفاده از شیر TLS هیدرولیکی بجای نوع نیوماتیکی، بازهم فشار روغن و گاز به اندازه آستانه تنظیم فنر شیر TLS هیدرولیکی در عملگر باقی می‌ماند (چرا؟) و ازین جهت کاملا راهگشا نیست.

---

[۱۰۴] Reset

با توجه به نکات گفته شده، تنظیم TLS بایستی باتوجه به نمودارهای گشتاوری شیر اصلی و عمل کننده باشد زیرا برای حرکت دادن توپی شیر اصلی بایستی گشتاور مورد نیاز تامین شود. برای تامین این گشتاور نیاز به ایجاد اختلاف فشار در دوطرف پیستون متناسب با مقدار گشتاور زاویه‌ای است. مثلا در زاویه صفر گشتاور مورد نیاز حداکثر است. اگر دقت کنیم می‌بینیم ورودیهای کنترلی TLS ، با اندکی اغماض، از دو طرف پیستون گرفته شده‌اند زیرا گاز ورودی به TLS نیز نهایتا به یک سمت پیستون اعمال می‌شود. بنابراین حداقل نیروی فنر بایستی بیش از حداکثر اختلاف فشار مورد نیاز برای حرکت دادن توپی شیر باشد. از طرفی حداکثر اختلاف فشار در زاویه صفر شیر اصلی اتفاق می افتد پس تنظیم فنر را کمی بیش از این مقدار بایستی در نظر بگیریم تا حاشیه اطمینان کامل حاصل شود.

در مورد نمودار گشتاور شیر و عملگر در بخش عملگرها توضیح داده شده است.

بدلیل دشواریهای موجود، تنظیم فنر شیر TLS معمولا بصورت تجربی انجام می گیرد و انتخاب اعدادی معادل ٪۷۰ فشار کاری خط لوله مناسب است. مثلا در فشار ۶۰۰psi انتخاب نیروی معادل ۴۰۰psi برای فنر مناسب است. با این حال بدلیل عدم ثبات فشار خط، احتمال خطا در عملکرد این سیستم وجود دارد پس بایستی در تنظیم TLS بدترین حالتها را در نظر بگیریم.

در بخشهای قبلی گفته شد که ضریب اطمینان گشتاور تولیدی عمل کننده برابر ٪۳۰ درصد درنظر گرفته می‌شود. انتخاب این ضریب اطمینان به شیر محدود کننده گشتاور کمک خواهد کرد تا عملکرد بهتری داشته باشد. از طرف دیگر شیر TLS از اعمال نیروی مازاد جلوگیری کرده و نگرانیها را از آسیب رسیدن به ادوات کم می‌کند. با توضیحات گفته شده در پاراگراف قبل متوجه می‌شویم نقطه تنظیم TLS در محدوده ضریب اطمینان قرار می‌گیرد(چرا؟). بنابراین درصورتی که ضریب اطمینان را کاهش دهیم مجبوریم تنظیم فنر TLS را نیز کم کنیم و اگر ضریب اطمینان به صفر نزدیک شود عملا شیر TLS کارایی نخواهد داشت.

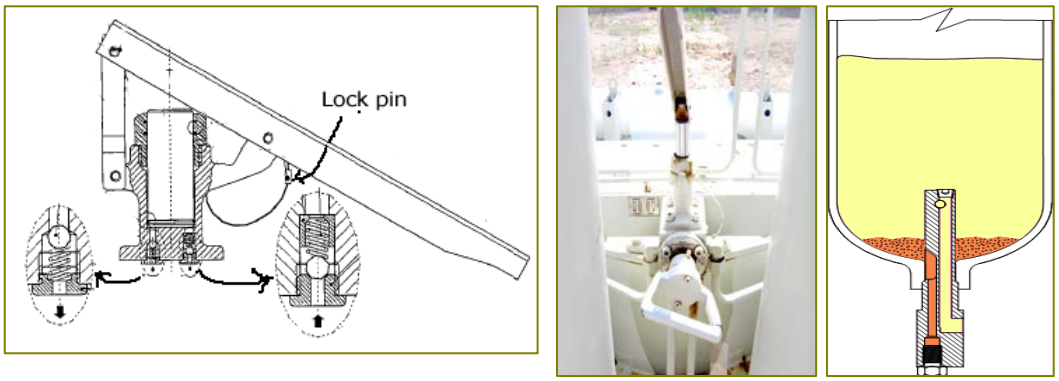
با این حال، گاه در فرآیند تعمیراتی برای حصول اطمینان از تولید حداکثری گشتاور TLS را از سرویس خارج می کنیم.

مخازن گازوروغن

مخازن گازوروغن به شکل ایستاده، متقارن و به موازات یکدیگر در میانه عمل‌کننده تعبیه شده‌اند. معمولا مخزن سمت چپ، مخزن close و مخزن سمت راست، مخزن open است. دقت شود که مخازن گازوروغن بایستی بصورت عمودی نصب شوند.

مخازن گازوروغن حاوی میله‌های عمق سنج[۱۰۵] ، در بالایشان هستند که جهت اندازه‌گیری سطح روغن درون مخازن استفاده می‌شوند. برروی این میله‌ها دو نشانه وجود دارد که نمایانگر حداکثر و حداقل سطح روغن درون مخازن است. در حالات باز و بسته شیر اصلی، روغن نباید از این دو سطح تجاوز کند. بعنوان مثال روغن مخزن open ، پس از بازشدن شیر، در حالت حداقلی خود قرار دارد و روغن در مخزن close در سطح حداکثری قرار دارد. در این حالت سطح مخزن روغن open نبایستی از شاخص حداقلی کمتر و مخزن close از شاخص حداکثری بیشتری باشد. در حالت بستن شیر عکس این قضیه اتفاق می‌کند.

[۱۰۵] Dipstick



شکل ۴-۴ – نحوه فیلتراسیون روغن زیر مخزن گازوروغن، سمت راست – جک دستی و انتخابگر، وسط – جک دستی، چک ولوها و پین قفل اهرم، سمت چپ

در پایین این مخازن یک فیلتر تصفیه روغن قرار دارد که جهت پاکسازی روغن خروجی مخزن از آلودگی بکار می‌رود. برای کمک به فیلتر، تیوب خروجی روغن از زیر تانکها کمی بالاتر از کف تانک قرار می‌گیرد تا جامدات ته نشین شده در کف مخزن در مسیر روغن و فیلتر قرار نگرفته و مسیر خروج روغن را مسدود نکنند. در عوض شیر تخلیه آلودگیها دقیقا در کف مخزن روغن قرار می‌گیرد (شکل (۴-۴، سمت راست)).

برروی مخازن، پلاک[۱۰۶] مشخصات حاوی حداقل اطلاعات شامل حجم مخزن، استاندارد ساخت مخزن، سال ساخت، فشار تست، فشار و دمای کاری و شماره سریال وجود دارد. شاید از میان همه این موارد، دمای کاری مهمتر از دیگران باشد. زیرا در دماهای پایین احتمال شکنندگی ترد[۱۰۷] مخازن وجود دارد. لذا بایستی دقت کرد که دمای محیط حتما در محدوده دمای کاری مخزن باشد.

قسمت کنترل

قسمتهای کنترلی عمل‌کننده در یک محفظه کوچک و متمرکزی که در برابر نفوذ رطوبت مقاوم است، در سمت چپ عمل‌کننده، قرار دارد. پوش‌باتنها در مقابل و مقایسه‌گر لاین برک در بالا قرار دارد.

قسمت کنترل در حقیقت مدار فرمان عمل‌کننده است. با ارسال فرمان بازکردن، گاز پرفشار و پرقدرت خط لوله به بالای مخزن O-۴ رفته، شیر باز می‌شود و با ارسال فرمان بستن، گاز پرفشار و پرقدرت خط لوله به بالای مخزن C-۴ رفته، شیر بسته می‌شود. نحوه انجام این رویه بصورت زیر است:

انشعاب گاز خط لوله از طریق شیرهای قطع[۱۰۸](قطع مسیر گاز) بالادستی و پایین‌دستی ۶A و ۶B به عمل‌کننده عمل‌کننده وارد می‌شود. وجود این شیرها باعث می‌شود تا در موقع بروز هرگونه آسیب در مدار و ادوات آن، درصورت نیاز به تعویض یا تعمیر قسمتهایی از عمل‌کننده، می‌توان این شیرها را بسته و نسبت به تعمیر یا تعویض قطعات اقدام کرد.

---

[۱۰۶] Nameplate

[۱۰۷] Brittle Fracture

[۱۰۸] On-Off Valve

گاز با عبور از فیلترهای مکانیکی ۱۳A,B از ذرات جامد نسبتا درشت تصفیه شده و از شیر دابل چک ولو[۱۰۹] ۱۴ عبور می‌کند. وجود این شیر باعث می‌شود تا فشار هر سمت شیر اصلی که بیشتر است، وارد مدار عمل‌کننده شود که دو مزیت دارد: اول؛ فرض کنید در اثر ترکیدگی خط شیر خودکار بسته شده باشد. لذا در یک طرف فشار گاز خط لوله را خواهیم داشت و در طرف دیگر لوله از گاز تخلیه شده است. اگر شیر ۱۴ وجود نداشته باشد باتوجه به اینکه دو شیر ۶A,B باز هستند، این دو شیر مثل یک بای پس عمل کرده و گاز را از یک سمت شیر اصلی به طرف دیگر آن عبور می‌دهند (چگونه؟). اما وجود شیر ۱۴ و چک ولوهای آن مانع از این امر می‌شود. دوم؛ فرض کنید فشار خط لوله ابتدا برابر۴۰۰psi باشد و سپس کم کم کاهش یابد. مثلا در اثر ترکیدگی در دوردست فشار به کندی کاهش یابد و زمانیکه به عدد ۳۰۰psi رسید سیستم لاین‌برک عمل کند. در این حالت اگر شیر ۱۴ وجود نداشته باشد ممکن است عمل‌کننده قدرت نداشته باشد تا در فشار گاز ۳۰۰psi شیر را ببندد. اما بدلیل وجود دو چک ولو در شیر ۱۴ فشار داخلی عمل‌کننده و مخصوصا مخزن گاز اضطراری کاهش نیافته و در مقدار ۴۰۰psi باقی می‌ماند. این عدد برابر حداکثر مقداری است که عمل‌کننده تجربه کرده است مثلا اگر حداکثر فشار خط لوله برای چند دقیقه برابر ۱۰۰۰psi شود مخزن گاز اضطراری نیز در همین فشار باقی می‌ماند تا زمانی که از عمل‌کننده بهره‌برداری شود.

اگر بجای دابل چک ولو از شاتل ولو[۱۱۰] استفاده کنیم مزیت اول همچنان وجود دارد اما مزیت دوم خیر! (چرا؟)

خروجی دابل چک ولو وارد یک سه راهی می‌شود: اولین انشعاب از سه راهی مسدود شده است. این انشعاب برای تست خارجی شیر (مثلا توسط گاز نیتروژن) استفاده می‌شود. دومین انشعاب به سمت مخزن ذخیره گاز اضطراری می رود که مقداری گاز برای کمک به بهره برداری از شیر در شرایط اضطراری (افت شدید فشار گاز در خط لوله) ذخیره می‌کند. انشعاب سوم پس از فیلترشدن ۷A به سمت مدارات داخل سیستم کنترل هدایت می‌شود.

در تمامی اتصالات، قطر خارجی تیوبهای نئوماتیک نباید کمتر از ۶mm باشد.

مخزن ذخیره گاز اضطراری[۱۱۱]

معمولا مخزن ذخیره گاز اضطراری به صورت افقی، موازی با سیلندرها و در طرف مقابل محفظه یوغ و بالاتر از آن نصب می‌گردد. این مخزن نیز همانند مخازن روغن، دارای پلاک با همان مشخصات است. مخزن ذخیره گاز اضطراری دارای یک شیر تخلیه هوا یا گاز[۱۱۲] در بالا -که معمولا مسدود[۱۱۳] می‌شود- و یک شیر تخلیه مایعات[۱۱۴] مایعات[۱۱۴] است که معمولا در وسط و زیر مخزن تعبیه می‌شود. بهتر است این شیر نزدیک به لبه‌های انتهای قسمت سیلندری شکل مخزن بوده و آن قسمت، اندکی به سمت زمین شیب داشته باشد. زیرا در این حالت آلودگیها و جامدات در آن قسمت جمع شده و مخزن کاملا تخلیه گردد.

---

[۱۰۹] Double Check Valve

[۱۱۰] Shuttle Valve

[۱۱۱] Emergency Gas Storage Tank

[۱۱۲] Vent Valve

[۱۱۳] Plug

[۱۱۴] Drain Valve

دو کانکشن "۱ برای نصب شیر اطمینان[۱۱۵] و یک کانکشن "۱/۲ برای نصب گیج در بالای مخزن تعبیه شده است. در دو سر انتهایی مخزن، معمولا کانکشنهای اتصال به پاور ورودی خط وجود دارد که یکی از آنها مسدود می‌شود.

مخزن ذخیره گاز اضطراری حاوی شیر ایمنی با نقطه تنظیم (معمولا) نزدیک به عدد ۹۵bar است.

فیلتر[۱۱۶]

فیلترها تصفیه‌کننده غبار، ذرات آلوده، مایعات و بخار مایعات[۱۱۷] از گاز می‌باشند که گاز را خشک و تمیز می‌کنند. قطر روزنه های فیلتر حدود ۵۰μ است. فیلترها لازم است که با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، هر از چندی از مایعات و زباله‌ها تخلیه شوند. حتی بعضا لازم است که اجزاء آنها نیز تعویض گردد. برای تخلیه مایعات و گردوغبار فیلترها در زیر آنها شیر تخلیه قیلتر قرار داده می‌شود که با باز کردن آن فیلتر تمیز می‌شود. بعضا امکان دارد که آلودگی به بدنه توری فیلتر چسبیده بوده و با بازکردن شیر فیلتر تخلیه نشود. در این موارد یک روش تخلیه وجود دارد که ممکن است به جداشدن این ذرات کمک کند. روش این است که در یک لحظه جریانی در جهت خلاف فلوی طبیعی گاز از درون فیلتر عبور دهید یعنی فلوی گاز را از خروجی فیلتر به درون آن برقرار کنید تا این ذرات کنده شوند. برای این کار یک راه این است که جای اتصالات ورودی و خروجی فیلتر را عوض کرده سپس شیر زیر فیلتر را به مدت چند ثانیه باز کنید. یک راه حل دیگر این است که جریان گاز ورودی را توسط شیرهایش قطع کنید. سپس شیر زیر فیلتر را باز کنید در این حالت جریان گاز از خروجی و ورودی فیلتر به سمت شیر تخلیه جاری می‌شود لذا احتمالا زباله‌های چسبیده به توری فیلتر جدا خواهند شد.

پاور ورودی عمل‌کننده به سرهای پاور چهار شیر PC، PO، DC و DO اعمال می‌شود. این چهار شیر که از نوع N.C. ۲×۳ هستند در حقیقت قسمت اصلی مدار فرمان عمل‌کننده را تشکیل می‌دهند. دوشیر PC[۱۱۸] و PO[۱۱۹] شیرهای پایلوت[۱۲۰] یا هدایت کننده و شیرهای DC[۱۲۱] و DO[۱۲۲] شیرهای قدرت برای بستن و بازکردن شیر اصلی هستند.

با فشردن اهرم شیر دستی PO ، این شیر تغییر وضعیت داده و باز می‌شود. سپس گاز پاور ورودی آن با عبور از شیر خارکی G به سر کنترلی شیر DO اعمال شده و موجب باز شدن آن می‌شود. سپس پاور ورودی با قدرت به سمت مخزن O-۴ هدایت می‌شود. گاز پرقدرت از شیر O-۲۵ گذشته، وارد مخزن گازوروغن O-۴ می‌شود و موجب افزایش فشار روغن مخزن می‌گردد. روغن پرفشار از چک ولو O-۳ گذشته از درون شیر انتخابگر عبور می‌کند و به جلوی پیستون اعمال می‌شود. روغن پرفشار باعث حرکت پیستون شده و نهایتا موجب بازشدن شیر

---

[۱۱۵] Safety Valve
[۱۱۶] Filter
[۱۱۷] Dehydrating/Condensate Seperator
[۱۱۸] Pilot Close
[۱۱۹] Pilot Open
[۱۲۰] Pilot
[۱۲۱] Drive Close
[۱۲۲] Drive Open

اصلی می‌شود. روغن کم فشار پشت پیستون نیز از مسیر شیر گلویی C-۳ گذشته در مخزن C-۴ انباشته می‌گردد. دقت شود که بالای مخزن C-۴ از طریق شیرهای C-۲۵ و DC به فشار اتمسفر (ونت[۱۲۳]) راه دارد.
با رهاکردن پوش‌باتن، گازهای خروجی تخلیه شده و مدار کنترل به وضعیت نرمال باز می‌گردد.
همینجا ذکر می‌شود که ونتهای DO و DC توسط یک عدد چک ولو به بیرون راه می‌یابند که باعث می‌شود از ورود گرد و غبار و جسم خارجی به درون تیوبینگ و ادوات عمل‌کننده جلوگیری شود. معمولا این چک ولوها از نوع تخلیه سریع می‌باشند که با سرعت بالا گاز موجود در سیستم را تخلیه کرده و شیر را آماده برای بهره‌برداری مجدد می‌نمایند. همچنین یک شیر تخلیه در کابین کنترل وجود دارد که درصورت بروز نشتی در قطعات، داخل کابین از فشار گاز تخلیه می‌شود.
فرآیند بستن شیر توسط پوش‌باتن PC نیز مشابه بازکردن شیر است با این تفاوت که در این حالت بجای شیر G ، شیر F در مسیر قرار می گیرد.
مشاهده می‌شود که بی‌فی برای باز و بست کردن شیرها از یک جفت پوش‌باتن بعنوان پایلوت[۱۲۴] و سپس یک جفت شیر درایور[۱۲۵] قدرت جهت اعمال فشار گاز بر روی مخازن استفاده کرده است. این یک روال تایید و توصیه شده است که در مدارات با فشار و نیروی بالا، نیروی تولیدی مستقیما توسط مدار فرمان به قسمت متحرک اعمال نگردد و درعوض اعمال فرمان توسط شیرهای فرمان (پایلوت) انجام گرفته و خروجی فرمان، شیرهای قدرت(درایور) را فعال کند. یک دلیل آن این است که در قسمتهای قدرت احتمال افزایش لحظه‌ای فشار و یا بروز جریانهای گردابی یا .... -که نیروی بیش از اندازه ایجاد می‌کنند- وجود دارد که بروز آسیب در ادوات عمل کننده درنتیجه عواملی همچون برگشت لحظه‌ای روغن پرفشار در اثر اعمال فشار، زیاد است. لذا احتمال آسیب دیدن بهره‌برداران وجود دارد.
پوش‌باتن مثل اکثر شیرهای کنترلی در صنعت، از نوع پاپت[۱۲۶] هستند که توسط یک اهرم دستی یا نیروی الکتریکی سولنویید ولو[۱۲۷] می توان آنها را تغییر وضعیت داد. سولنوئیدها در دو نوع ۹ وات و ۲۴ وات و ولتاژ کاری از ۱۲ ولت تا ۲۲۰ ولت DC و از ۱۱۰ تا ۲۴۰ ولتاژ موثر AC ساخته می‌شوند. سیگنال فرمان از نوع جریان ۴-۲۰mA است که از طریق جعبه اتصالات (T.E. ۱۲ در نقشه شکل (۱-۴)) در دسترس هستند.
دقت شود حداقل فشار کاری پوش‌باتنها ۷bar است که موجب می‌شود تا نیروی لازم جهت تغییر وضعیت درایورها تامین شود.
در اینجا بیان چند سوال ضروری می‌نماید:
اول اینکه درصورت فشردن همزمان دو شیر PC و PO چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ برای پاسخ به این سوال فرض کنید شیراصلی نیمه باز است. با فشردن همزمان دو شیر مذکور، فشار پاور ورودی همزمان به مخازن C-۴ و O-۴ اعمال شده و نهایتا دوطرف سیلندر هم فشار می‌گردد. اما باتوجه به وجود دسته پیستون در پشت پیستون، گشتاور و نیروی موجود در این قسمت اندکی کمتر از سمت مقابل است (به اندازه $T = P \times A_m \times L_y /$

[۱۲۳] Vent
[۱۲۴] Pilot
[۱۲۵] Driver
[۱۲۶] Poppet
[۱۲۷] Solenoid Valve

$(\cos\theta)^2$ که A_m سطح مقطع میله پیستون است). اگر این مقدار به اندازه‌ای باشد که بتواند گشتاور مورد نیاز برای بازکردن بیشتر شیر اصلی را تامین کند، شیر اصلی بیشتر باز خواهد شد که معمولا این مقدار گشتاور بسیار کمتر از آن است که بتواند موجب تغییر وضعیت شیر شود. لذا شیر بدون تغییر وضعیت باقی می‌ماند.

سوال دوم در مورد وضعیت شیر انتخابگر است. اگر شیر انتخابگر در وضعیت بازکردن با استفاده از جک دستی باشد و همزمان PO را فشار دهیم چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ باتوجه به مکانیزم گفته شده برای جک دستی، با اعمال فشار برروی مخزن O-۴ روغن پرفشار از طریق چک ولو ورودی وارد سیلندر جک دستی شده و پیستون آنرا با سرعت به بالا می‌راند و از طریق چک ولو خروجی سیلندر به سمت جلوی پیستون راه یافته و شیر اصلی را باز می‌کند. پس شیر همچنان بازخواهد شد اما بایستی دقت کرد که با بالا رفتن پیستون درون سیلندر جک دستی، اهرم جک دستی با شدت و سرعت به بالا حرکت می‌کند. لذا بهره‌برداران بایستی مراقب باشند در مسیر حرکت اهرم جک دستی نباشند تا آسیب نبینند. معمولا در این حالت سرعت بازشدن شیر اصلی کمتر از حالت اتوماتیک خواهد بود. بدلیل وجود فشار گاز، در این وضعیت امکان جک زدن وجود ندارد. اگر انتخابگر در وضعیت بستن دستی باشد و همزمان PC را فشار دهیم همین رویه تکرار خواهد شد.

سوال سوم اینکه اگر انتخابگر در وضعیت بازکردن دستی باشد و این بار PC را فشار دهیم چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ روال کمی مشابه توضیحات سوال قبل است اما اینبار روغن پرفشار قصد دارد از سمت خروجی جک دستی وارد سیلندر آن شود و در این حالت چک ولو خروجی مانع می‌شود تغییر حالتی رخ نخواهد داد و اهرم جک دستی نیز حرکت نخواهد کرد.

شکل (۵-۴) نمای قسمتهای کنترلی عمل‌کننده را نشان می‌دهد. از این شکل و نیز شکل (۱-۴) مشخص است که قسمت کنترلی بصورت متمرکز[۱۲۸] ساخته شده است و در حالت بهره‌برداری صرفا برخی قسمتهای آن قابل مشاهده و دسترس است مثل اهرمهای PC و PO . اما هیچکدام از شیرهای DC و DO در دسترس نیستند.

شکل ۵-۴ – نمای مدار فرمان عمل‌کننده بی فی، از راست، روبرو و چپ

معمولا برروی کلیه تجهیزاتی که بهره‌بردار برای کار با عمل‌کننده با آنها سروکار دارد برچسبهای عملکردی مفیدی نصب شده است.

[۱۲۸] Pack

همانطور که ذکر شد معمولا وضعیتهای انتخابی شیر انتخابگر مشابه نحوه قرارگیری پوش‌باتنها است. بدین صورت که اگر پوش‌باتن close در سمت چپ کابین کنترل باشد (که معمولا چنین است) با چرخاندن اهرم انتخابگر به سمت چپ، وضعیت بستن شیر اصلی توسط جک دستی انتخاب می‌شود و بالعکس. این امر از این جهت اهمیت دارد که بعضا و با گذر زمان ممکن است برچسبهای کنار پوش‌باتنها یا انتخابگر از بین برود. بنابراین یک روش شناسایی وضعیت پوش‌باتنها و انتخابگر همین است. یک روش بهتر نیز وجود دارد که در قسمت لاین‌برک خواهد آمد.

سیستم لاین‌برک

تمامی ورودیهای سیستم لاین‌برک بی‌فی کاملا مستقل از پاور ورودی عمل‌کننده بوده و نسبت به آن ایزوله هستند که یک مزیت به شمار می‌آید زیرا باعث می شود تا نوسانات فشاری در یک قسمت به سمت دیگر منتقل نشود. انشعاب این سیستم - اصطلاحا به نام سیگنال لاین‌برک- از پایین‌دست لوله گرفته می‌شود. گفته شد که سیستم کنترل -که سیستم لاین‌برک نیز در آن قرار دارد- در سمت چپ عمل‌کننده قرار دارد. لذا با توجه به لزوم اخذ انشعاب سیگنال لاین‌برک از پایین‌دست لوله، بهتر است جهت کاستن از حجم تیوبینگ، سمت چپ عمل‌کننده در طرف پایین‌دست لوله قرار گیرد.

انشعاب لاین‌برک از شیر ۶C که شیر قطع انشعاب است گذشته و توسط فیلتر ۷B از آلودگیها پاک می‌شود. سپس این سیگنال وارد سیستم لاین‌برک شده، سه شعبه می‌شود.

یکی برای تست خارجی عملکرد سیستم لاین‌برک در نظر گرفته شده است که در شکل (۱-۴) مشخص است. یکی به سر منفی مقایسه‌گر (۲۲) و یکی به سمت مجموعه مشتق‌گیر (۲۳) شامل شیر مسدود کننده B و شیر گلویی و چک ولو A می‌رود. سر مثبت مقایسه‌گر به خروجی مشتق‌گیر متصل است.

باتوجه به وجود شیر ۶C ، ممکن است وجود شیر مسدود کننده B زاید به نظر برسد اما می‌تواند کاربرد جالبی داشته باشد که گفته خواهد شد.

مقایسه‌گر شامل یک شیر ۲×۲ قطع[۱۲۹] نیز می‌باشد که در صورت تغییر وضعیت مقایسه‌گر (درصورت تشخیص ترکیدگی) با هدایت گاز به خروجی، فرمان لاین‌برک را صادر می‌کند. سیستم لاین‌برک و پاورهای آن کاملا مستقل از عمل‌کننده می‌باشند.

در صورتی که افت فشار در خط لوله رخ دهد و این افت فشار بیش از حد تنظیمی باشد، مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و شیر ۲۲ باز می‌شود. نتیجتا فرمان خروجی به سمت مجموعه شیرهای ۲۱ هدایت می‌شود.

ابتدا چک ولو A فرمان را در یک لحظه قفل[۱۳۰] می‌کند، لذا حتی اگر پیش از بسته شدن کامل شیر خودکار، افت فشار خط لوله کمتر از حد تنظیمی شده و شیر ۲۲ به وضعیت عادی بازگردد، با توجه به قفل بودن فرمان خروجی لاین‌برک، شیر خودکار همچنان به بسته شدن ادامه خواهد داد تا کاملا بسته شود.

به نظر می‌آید باتوجه به اینکه شیر ۲۲ از نوع قطع و وصل است خود این شیر می‌تواند به عنوان قفل فرمان خروجی عمل کند و دیگر نیازی به چک ولو A نباشد. اما گذشته از اینکه چک ولو A، درصورت نشتی شیر ۲۲، می‌تواند به قفل فرمان کمک کند وجود چک ولو در مجموعه ۲۱ یک دلیل محکم دیگر دارد: تصور کنید

---

[۱۲۹] On-Off

[۱۳۰] Latch

ترکیدگی در نزدیکی شیر خودکار رخ دهد. در این حالت فشار خط لوله به سرعت و با شدت افت می‌کند. مثلا اگر در لحظه اول بروز ترکیدگی، فشار خط ۶۰۰psi باشد این فشار در عرض دو دقیقه به ۳۰psi می‌رسد. در تمام این دو دقیقه نرخ افت فشار بیشتر از حد تنظیمی است اما پس از آن کمتر شده و شیر ۲۲ به وضع عادی باز می‌گردد. دقت کنید حتی اگر شیر اصلی در عرض ۲۰ ثانیه بسته شده باشد بازهم تا زمانیکه نرخ افت فشار از حد تنظیمی بیشتر است مقایسه‌گر و شیر ۲۲ به وضع عادی برنمی‌گردند. حال در صورت عدم وجود چک ولو، فشار نهایی قفل شده در خروجی ۲۲ متناسب با فشار خط لوله از ۶۰۰psi تا ۳۰psi متغیر بوده تا اینکه در فشار ۳۰psi و پس از بازگشت شیر مقایسه‌گر ۲۲ به وضع عادی، همین فشار قفل می‌گردد.

گفته شد که حداقل فشار لازم برای پوش‌باتنها ۷bar است که ممکن است همین عدد برای سایر شیرها نیز صدق کند. لذا در فشار ۳۰psi عملکرد شیر خارکی G ممکن است دچار اختلال گردد. بعلاوه فرض کنید اگر زمان بسته شدن کامل شیر خودکار بیش از ۲ دقیقه باشد و با توجه به اینکه شیرهای درایور نیاز به حداقل ۷bar فشار دارند تا عمل کنند بنابراین DC به وضعیت اول بازگشته و شیر در میانه مسیر بسته شدن باز می ایستد. اما با وجود چک ولو A مقدار فشار در لحظه اول تشخیص ترکیدگی و افت فشار که مقایسه‌گر تغییر وضعیت می‌دهد (فشار ۶۰۰psi) در خروجی A قفل شده و کاهش نمی‌یابد.

دقت کنید که سیستم لاین‌برک بایستی بر پوش‌باتنها و سیستم کنترل عمل‌کننده ارجحیت داشته و برآنها غلبه کند و شیر خودکار را ببندد. همچنین پس از ارسال فرمان بسته شدن شیر بایستی عمل‌کننده اولا با حفظ و ذخیره کردن این فرمان، حتی در صورتی که در حین بسته شدن شیر اصلی، افت فشار برطرف شود، به بستن شیر ادامه دهد و ثانیا مانع از عملکرد پوش‌باتن PO شود تا وقتی که سیستم لاین‌برک بازنشانی شود.

فشار گاز خروجی چک ولو A توسط شیر C و گیج فشار نمایش داده شده و بهره‌بردار را نسبت به وجود سیگنال فرمان خروجی لاین‌برک مطمئن می‌کند. در مورد کاربرد شیر B (شیر تخلیه فشار پایین) توضیح داده خواهد شد.

شیر قطع و وصل E جهت انسداد یا ممانعت از ارسال فرمان خروجی لاین‌برک در مواقع لزوم در نظر گرفته شده است که با بستن آن می‌توان از ارسال فرمان لاین‌برک به DC و بسته شدن شیر ممانعت نمود. مثلا زمانیکه صرفا قصد تست عملکرد سیستم لاین‌برک را داریم می‌توان با بستن این شیر از ارسال فرمان لاین‌برک به DC و بستن شیر خودکار جلوگیری کرد.

فرمان خروجی لاین‌برک پس از عبور از E وارد شیر شاتل ولو F شده و از طریق آن به شیر درایور DC اعمال می‌شود و موجب بستن شیر خودکار می‌شود. سر دیگر شاتل ولو از خروجی PC می‌آید.

در شکل (۵-۴، سمت چپ) نحوه تغییر وضعیت دو شیر C (بالا) و E (پایین) دیده می‌شود. در شکل (۶-۴، سمت راست) نمای قسمت کنترل و لاین‌برک از پشت نشان داده شده است که شیر B در بالا قابل مشاهده است.

یک انشعاب از خروجی شیر E به سمت شیر خارکی G و با تغییر وضعیت آن مسیر خروجی PO را می‌بندد. لذا تا زمان بازنشانی این شیر، دیگر نمی‌توان با فشردن PO شیر خودکار را باز کرد.

برای بازنشانی شیر G کافیست اهرم مکانیکی این شیر در کناره مدار کنترل (سمت راست شکل (۵-۴)) را به وضعیت عادی برگردانیم. این اهرم در حالت عادی به حالت افقی می‌ایستد اما پس از تحریک سیستم لاین‌برک با زاویه تقریبی ۴۰ درجه می‌چرخد و بالا می‌آید. در شکل (۵-۴، راست) این اهرم در حالت تحریک شده قرار

دارد. جهت بازنشانی آن بایستی این اهرم را به وضعیت اولیه باز گرداند. دقت شود درصورتیکه سیگنال لاین برک همچنان برقرار باشد نمی توان این شیر را بازنشاند!
از نقشه شکل(۳-۱) پیداست که شیر خارکی G در مسیر PC قرار دارد لذا با توجه به محل قرارگیری این شیر و اهرم آن می‌توان نتیجه گرفت که باتوجه به تقارن نسبی مدار فرمان و کنترل، شیر G بایستی در کنار پوش‌باتن PC قرار گیرد پس می‌توان از این مطلب برای تشخیص پوش‌باتن PC از PO در زمانیکه برچسبی وجود ندارد استفاده کرد. اگر اهرم شیر G در سمت راست قسمت کنترل باشد، پوش‌باتن سمت چپ PO است و بالعکس.

ساخت ESD با استفاده از سیستم لاین‌برک

در مبحث مجموعه مشتق‌گیر ۲۳ گفته شد وجود شیر B ظاهرا زاید است اما در اینجا نشان خواهیم داد با استفاده از این شیر می‌توان سیستم لاین‌برک را تبدیل به یک ESD LOW مصنوعی نمود. روش کار بدینگونه است:
ابتدا فشار تنظیم سیستم ESD LOW را تعیین کنید. این مقدار را از فشار معادل نیروی فنر[۱۳۱] مقایسه‌گر کم کرده و نتیجه را به خاطر بسپارید[۱۳۲]. سپس شیر B را باز بگذارید تا فشار مخزن لاین‌برک تا برابر عدد بدست آمده گردد. حال شیر B را ببندید. در این حالت در حقیقت در خروجی شیر B یک فشار ثابت دارید و در ورودی آن فشار خط لوله! این دو فشار به سر مثبت و منفی مقایسه‌گر متصل می‌شوند. اگر فشار ورودی کمتر از مجموع نیروی فشار ثابت مخزن و نیروی فنر مقایسه‌گر باشد مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و فرمان بسته شدن شیر صادر می‌شود.
حتی در این حالت با تغییر تنظیمات فنر مقایسه‌گر می توان تا حدودی (تا atmosphere ۱) بازه تنظیمی برای ESD LOW مصنوعیمان ایجاد کرد.

مقایسه‌گر

در شکل (۵-۴، وسط) می‌توانید تصویر واقعی استوانه مدرج تنظیم[۱۳۳] مقایسه‌گر و در شکل (۶-۴، سمت چپ) تصویر شماتیک آنرا (B) ببینید. فنر مقایسه گر تا atmosphere ۱ قابل تنظیم است. برروی استوانه تنظیم یک پیچ و مهره کوچک (A) مشاهده می‌شود که برای قفل تنظیمات مقایسه‌گر کاربرد دارد. برای تغییر مقدار تنظیم مقایسه‌گر بایستی این پیچ و مهره را ابتدا شل کنیم و پس از انجام تنظیمات مجددا آنها را محکم کنیم. با استفاده از شکل (۵-۴، چپ) می‌توانیم محل اتصالات تیوبها را روی شکل (۵-۴، وسط) مشخص کنیم.
ذکر این نکته ضروری است که ممکن است فنر مقایسه‌گر کالیبره نباشد. برای کالیبراسیون این فنر بایستی تکیه گاه آنرا تنظیم کرد. این تکیه گاه در شکل (۵-۴، سمت چپ) در منتهی الیه سمت چپ قرار دارد. با بازکردن درپوش رویی پیچ تکیه گاه مشخص می‌شود که می‌توان با شل یا محکم کردن آن فنر را کالیبره کرد.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

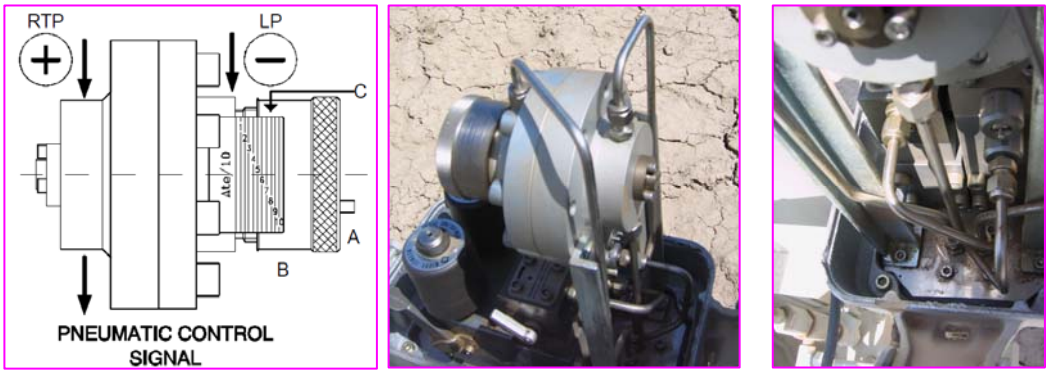
---

[۱۳۱] دقت شود که فشار معادل نیروی فنر برروی بدنه dial مقایسه گر درج می‌شود (معمولا تا ۱۰متر آب معادل ۱atmosphere = ۱.۰۱ bar).

[۱۳۲] فشار معادل نیروی فنر تا ۱atm قابل افزایش است.

[۱۳۳] Dial

پس از بسته شدن شیر خودکار درنتیجه عملکرد سیستم لاین برک و انجام تعمیرات احتمالی در خط لوله، نیاز است که شیر خودکار باز شود. برای بازکردن شیر خودکار بایستی ابتدا گاز قفل شده در فرمان خروجی لاین‌برک تخلیه شود و سپس با بازنشانی اهرم، شیر خارکی G به وضع اولیه بازگردد. برای تخلیه گاز قفل شده بایستی با استفاده از شیر B گاز را تخلیه کرده و سپس اهرم شیر G را بازنشاند.



شکل ۶-۴ – نمای قسمتهای مختلف سیستم لاین برک

دقت کنید اگر در حالتی که اختلاف فشار دو سر مقایسه‌گر از بین نرفته است (مثلا هنوز افت فشار در خط لوله داریم) بخواهیم لاین‌برک را بازنشانی کنیم امکان‌پذیر نیست زیرا هم سر کنترلی G و هم B تحت فشار هستند حتی ممکن است اهرم شیر خارکی G را بتوان ظاهرا جابجا کرد اما بدون اینکه به بازشدن شیر خودکار منجر شود دوباره به حالت قبل باز می‌گردد.

صرفا می توان شیر ۶C را بست و سپس اندکی از گاز مخزن لاین‌برک را تخلیه کرد تا دوطرف مقایسه‌گر هم فشار شوند. در این حالت می‌توان سیستم لاین‌برک را بازنشاند.

اما یک سوال: دلیل استفاده از شیر تخلیه فشار کم[۱۳۴]، بجای یک شیر سوزنی معمولی چیست؟

بعضا ممکن است مقایسه‌گر و شیر ۲۲ دچار نشتی گردند. در این حالت اندکی گاز به سمت خروجی راه می‌یابد. در صورت عدم وجود شیر B ، کم کم فشار گاز نشتی انباشت شده در خروجی شیر ۲۲ بالا رفته و مشابه یک فرمان خروجی لاین‌برک عمل کرده و شیر خودکار بسته خواهد شد اما با وجود شیر B ، نشتی گاز در صورت وجود تخلیه خواهد شد.

یک مطلب قابل توجه نیز در سیستم لاین‌برک وجود دارد اینکه با عمل کردن این سیستم هیچ گازی به فضای درون محفظه کابین کنترل تخلیه نمی‌شود. حتی اگر افت فشار برطرف شود باز هم گازی در فضای محفظه کنترل پراکنده نخواهد شد. درصورتیکه در زیر بخشهای بعدی خواهید دید اغلب طرحهای سایر شرکتها چنین مزیتی ندارند. لذا در زمان عمل کردن سیستم لاین‌برک که درب محفظه کنترل بسته است مقداری گاز درون آن محبوس می‌ماند که ممکن است مشکل ساز شود. بهمین دلیل اکثر قریب به اتفاق سازندگان عمل‌کننده یک شیر تخلیه گاز محفظه کنترل را تعبیه می‌نمایند که از تحت فشار قرارگرفتن محفظه کنترل جلوگیری می‌کند.

[۱۳۴] Low Pressure Vent Valve

تست و تنظیم سیستم لاین‌برک

تنظیم سیستم لاین‌برک از طریق فنر استوانه تنظیم مقایسه‌گر مدرج و نیز با تعویض اریفیس امکان‌پذیر می‌باشد که با کمک نمودارهای مرجع بی‌فی می‌توان نسبت به تنظیم دقیق این سیستم اقدام نمود. برروی مقایسه‌گر، صرفا فشار معادل نیروی فنر درج می‌گردد که معمولا تا atmosphere ۱ قابل تنظیم است. مقدا تنظیم فنر به همراه قطر حفره اریفیس درکنار فشار کاری خط لوله، نقطه تنظیم سیستم را مشخص می‌کند. شکل (۷-۴) نمودارهای تنظیم سیستم لاین‌برک را نشان می‌دهد که برای اریفیسهای ۰.۵ ، ۰.۷ ، ۰.۹ و ۱.۱ میلیمتر ترسیم شده است. محور عمودی، نقطه تنظیم فنر مقایسه‌گر و محور افقی، نقطه تنظیم مطلوب سیستم لاین‌برک است. تنظیمات برای سه مقدار فشار کاری خط لوله ، ۳۵ ,۵۵ و bar ۷۵ و به ازای چهار قطر حفره اریفیس ترسیم شده است. برای سایر مقادیر فشار، مثلا ۴۵bar می‌توان یک خط فرضی بین منحنی‌های ۳۵ و ۵۵bar در نظر گرفت. باتوجه به شکل (۷-۴) اگر بخواهیم نقطه تنظیم سیستم لاین‌برک برابر bar/min ۱ در فشار ۵۵bar باشد بایستی یک خط فرضی عمودی از روی عدد bar/min ۱ رسم کنیم. مشاهده می‌شود که این خط منحنی ۵۵bar اریفیس ۰.۵mm را به ازای مقدار تنظیم مقایسه‌گر برابر ۰.۷atmosphere قطع می‌کند. بنابراین بایستی قطر اریفیس برابر ۰.۵mm و سفتی فنر مقایسه‌گر برابر atm ۰.۷ باشد.

بعضا ممکن است دو گزینه برای اعمال تنظیمات داشته باشیم. مثلا در فشار ۷۵bar بخواهیم تنظیم لاین‌برک برابر bar/min ۱.۶ داشته بابشیم. در این حالت با ترسیم خط عمودی می‌بینیم که منحنیهای ۷۵bar با دو اریفیس ۰.۵mm و ۰.۷mm تقاطع دارند. لذا می‌توان بطور تقریبی اریفیس ۰.۵mm را انتخاب و مقدار مقایسه‌گر را روی ۰.۲atm تنظیم کرد و یا اریفیس۰.۷mm را انتخاب و مقدار مقایسه‌گر را روی ۱atm تنظیم کرد.

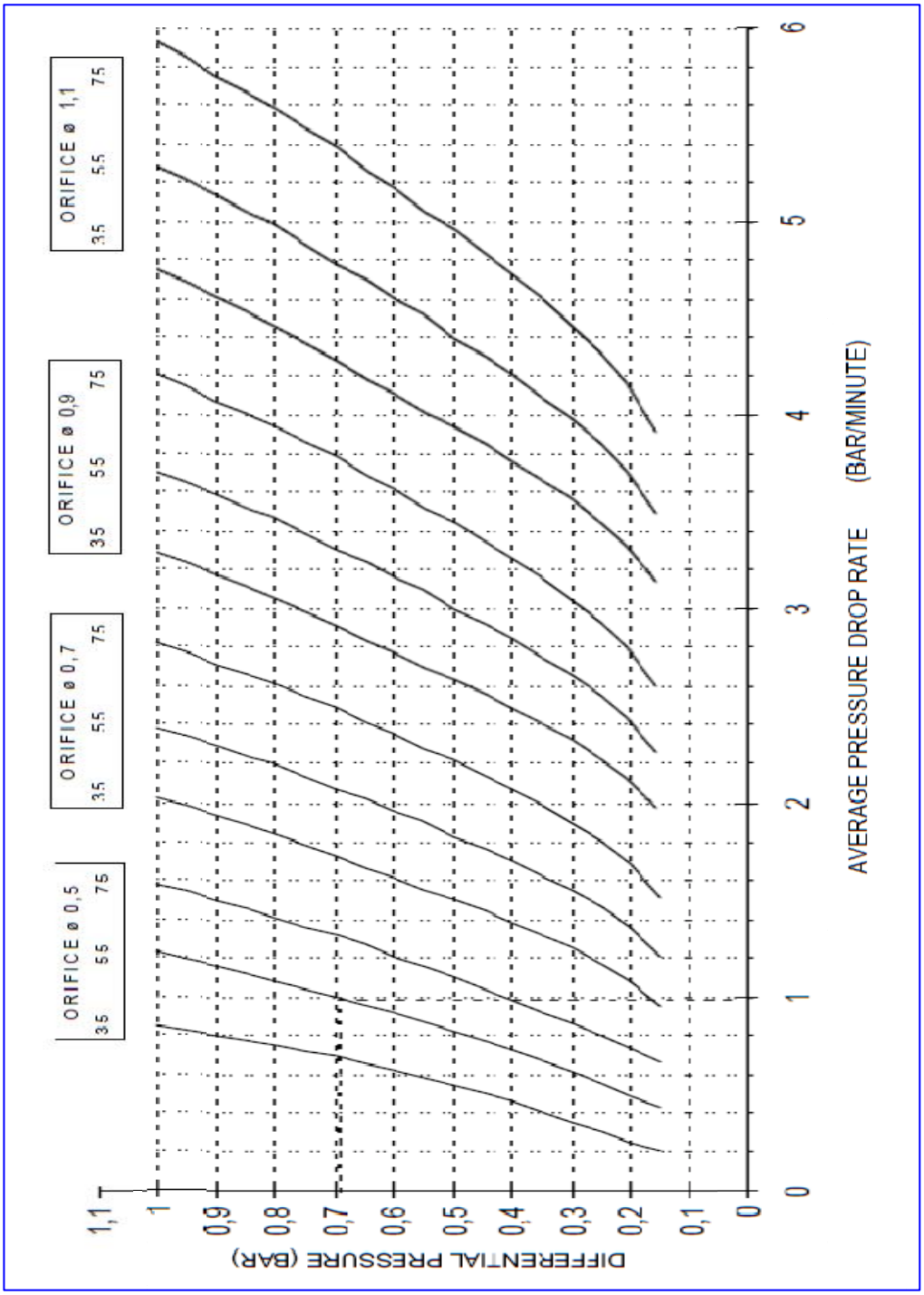
با توجه به نمودارهای ترسیم شده با انتخاب اریفیس ۱.۱mm در فشار ۷۵bar می‌توان سیستم لاین‌برک را تا ۶bar/min تنظیم کرد. برای دستیابی به تنظیمات بالاتر سیستم لاین‌برک بایستی از اریفیسهای با قطر حفره بزرگتر استفاده کرد.

نکته‌ای که وجود دارد این است که متاسفانه در یک قطر اریفیس ثابت، بازه تنظیم سیستم لاین‌برک با تغییر تنظیم مقایسه‌گر وسیع نیست. مثلا اگر اریفیس ۰.۷ را انتخاب کنیم و فشار بهره‌برداری برابر ۵۵bar باشد با تغییر تنظیم مقایسه‌گر، سیستم لاین‌برک از ۰.۴bar/min تا ۱.۲bar/min ، (حدود bar/min ۰.۸) قابل تنظیم است که بازه کوچکی است لذا ترجیحا بهتر است نیروی فنر مقایسه‌گر به نحوی باشد که بتواند بازه بزرگتری را پوشش بدهد.

برای تست سیستم لاین‌برک کافی است یک افت فشار مصنوعی در ورودی سیگنال لاین‌برک ایجاد کنیم. راحت‌ترین راه در بی‌فی و بسیاری عمل‌کننده‌های دیگر بازکردن شیر زیر فیلتر ۷B است. این کار علاوه بر فراهم کردن امکان تست سیستم لاین‌برک موجب تخلیه آلودگیهای فیلتر نیز می‌شود.

برای تست خارجی سیستم نیز از دو سر نشان داده شده در قبل و بعد از مشتق‌گیر استفاده می‌کنیم.

یک سوال: آیا می‌توان بدون دانستن قطر اریفیس و حتی تنظیم فنر مقایسه‌گر، منحنی مربوطه را از روی نمودارهای ترسیم شده یافت؟ پاسخ بصورت مشروط، آری است. یک روش سعی و خطا برای یافتن منحنی وجود دارد:



شکل ۷-۴ – نمودار تنظیم سیستم لاین برک

روش یافتن منحنی تنظیمات لاین برک به روش سعی و خطا

بدین منظور ابتدا یک گیج فشار در محل ورودی مشتق‌گیر نصب می‌کنیم. سپس شیر شماره ۶C را بسته، با بازکردن اندک شیر زیر فیلتر ۷B یک افت فشار مصنوعی و بسیار کم ایجاد می‌کنیم. منتظر می‌شویم تا افت فشار باعث عمل کردن سیستم لاین‌برک گردد. همینکه سیستم لاین‌برک عمل کرد زمان را نگه می‌داریم. با تقسیم میزان افت فشار بر واحد زمان، می‌توان نرخ افت فشار را محاسبه کرد. بنابراین مقدار نرخ افت فشار و فشار کاری مشخص است. فرضا افت فشار ۱ bar/min و فشار کاری برابر ۵۵bar باشد. لذا ابتدا یک خط عمودی برابر نرخ افت فشار ترسیم می‌کنیم. محل تقاطع این خط با منحنی فشار کاری مشخص کننده منحنی مربوطه است. در حالت خاص که ممکن است محل تلاقی خط عمودی دو منحنی با فشار اولیه یکسان را قطع کند لازم است تنظیم فنر مقایسه‌گر یا قطر اریفیس را از قبل بدانیم. برای افزایش دقت منحنی بهتر است این آزمایش را دو بار دیگر تکرار کنیم و هر بار شیر زیر فیلتر ۷B را کمی بیشتر باز کنیم.

این روش کمی سخت است و لازم است دقت گیج بالا بوده و بتوان نرخ افت فشار را به آهستگی ایجاد کرد.

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

برای اینکه سیستم لاین‌برک را غیر فعال کنیم کافیست شیر ۶C را ببندیم. برای اطمینان بیشتر می‌توان شیر ۲۱ E را نیز بسته و مخزن لاین‌برک را نیز تخلیه کنیم.

مخزن لاین‌برک

مخزن لاین‌برک بعضا بصورت افقی در بالای مخزن گاز اضطراری و بعضا بصورت ایستاده در سمت راست مخازن گازوروغن و کمی جلوتر قرار می‌گیرد. این مخزن نیز مثل مخزن گاز اضطراری دارای کانکشن "۱/۲ در بالا برای نصب گیج و شیر تخلیه مایعات در زیر می‌باشد. معمولا گیج فشار برروی مخازن لاین‌برک نصب نمی‌شود.

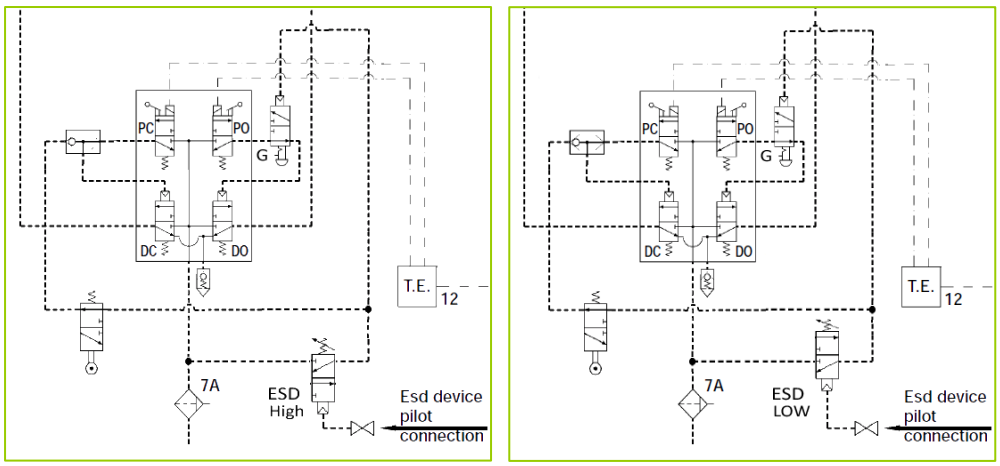
مخازن عموما چندمنظوره ساخته می‌شوند که قابل استعمال در کاربردهای متفاوت باشند لذا بر روی هر کدام کانکشنهای متعددی دیده می‌شود که بسته به کاربرد، استفاده شده یا مسدود می‌شوند.

مخزن گاز اضطراری دارای شیر ایمنی می‌باشد و از این جهت نسبت به مخزن لاین‌برک تمایز دارد.

موارد ویژه

ESD

در برخی مدلهای بی‌فی که در خطوط لوله نصب شده‌اند عمل‌کننده مجهز به سیستم ESD می‌باشد. ESD در دو نوع ESD LOW و ESD High ساخته می‌شوند. مدار ESD LOW و ESD High به ترتیب در شکلهای (۸-۴، راست) و (۸-۴، چپ) ترسیم شده است. از سیستمهای ESD High در خروجی تاسیسات تقویت فشار استفاده می گردد بدین منظور که هرگاه فشار خروجی از حد تنظیمی (و قابل تحمل خط لوله) بالاتر برود از تقویت بیشتر فشار گاز خط لوله خودداری شود زیرا ممکن است باعث آسیب به خط لوله شود. از طرفی از ESD LOW نیز در ورودی تاسیسات استفاده می گردد تا درصورتیکه امکان تقویت فشار گاز در تاسیسات وجود ندارد از آسیب رسیدن به مجموعه جلوگیری شود.



شکل ۸-۴ – نقشه سیستم ESD بی فی، ESD LOW سمت راست- ESD High سمت چپ

بطور کلی سیستم ESD LOW نسبت به ESD High کاربرد بیشتری دارد. این سیستم در صورت کاهش فشار باعث بسته شدن شیر اصلی می‌شود. سیگنال ورودی ESD پس از عبور از شیر قطع به سر کنترلی مقایسه‌گر ثابت ESD LOW اعمال می‌شود. این فشار با نیروی فنر مقایسه می‌شود. در حالت نرمال که فشار گاز خط لوله بیشتر از مقدار تنظیمی فنر می‌باشد این شیر بسته است و عمل‌کننده در وضعیت عادی است. اما در صورتی که فشار خط کمتر از نیروی فنر باشد شیر ESD LOW تغییر وضعیت داده و باز می‌شود و نتیجتا فرمان بسته شدن شیر اصلی صادر می‌شود.

در مورد شیر ESD High وضعیت برعکس است. این بار اگر فشار گاز خط، بالاتر از حد تنظیم فنر برود شیر اصلی بسته می‌شود(چگونه؟).

مشابه سیستم لاین‌برک، پس از ارسال فرمان بسته‌شدن شیر اصلی، یک سیگنال نیز به سمت شیر خارکی G ارسال شده، این شیر تغییر وضعیت می‌دهد و مسیر خروجی PC را مسدود می‌کند. در شکلهای (۸-۴) دیده می‌شود که یک شیر غلتکی در مسیر فرمان بسته شدن وجود دارد. شیر غلتکی در زمانیکه شیر اصلی کاملا بسته شد تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی ESD را قطع می‌کند تا شیر DC و مجموعه قدرت پس از آن، تحت فشار نمانند. امروزه از این شیر غلتکی در مدارات عمل کننده‌های بی‌فی و سایر شرکتها کمتر استفاده می‌شود.

اشکالات استفاده از شیر غلتکی

استفاده از شیر غلتکی در ساختار عمل‌کننده‌ها خالی از اشکال نیست. برخی از این ایرادات عبارتند از:

[۱] باتوجه به موارد تجربه شده، احتمال عدم عملکرد صحیح این شیر بدلیل نوع تحریک آن نسبتا زیاد است.

[۲] شیرهای توپی در حالت باز یا بسته کامل دارای سطح تماس مشترک باریکی بین نشیمنگاه و توپی هستند که جهت آب بندی بهینه شیر توپی با نشیمنگاه و عدم نشتی شیر توپی، بایستی این سطح

بصورت کامل تشکیل گردد. لذا کوچکترین انحراف در تنظیمات نقطه تحریک شیر غلتکی موجب کاهش این سطح تماس آب بند می‌گردد.

[۳] برای اینکه شیر غلتکی بتواند بطور صحیح عمل کند بایستی نقطه تنظیم تحریک این شیرها با کمترین فاصله از حد بسته شدن کامل شیر تنظیم گردد. ازطرفی می‌دانیم غلتک روی شیر غلتکی به آرامی تغییر وضعیت می‌دهد. مثلا بطور تقریبی غلتک در ۱۰ درجه انتهایی بسته شدن شیر توپی، شروع به تغییر وضعیت و جمع شدن می‌کند اما تحریک شیر غلتکی در یک لحظه اتفاق می‌کند که بایستی دقیقا این نقطه را در این بازه ۱۰ درجه با آزمون و خطا پیدا کرد که کاری دشوار است.

در بسیاری مواقع در خطوط لوله سیستم ESD کارایی ندارد بلکه عملکرد عادی عمل‌کننده را نیز مختل می‌کند. در این مواقع بایستی به نحوی این سیستم را غیر فعال کرد. برای انجام این کار دو روش وجود دارد که نحوه انجام آنرا برای ESD LOW شرح می‌دهیم:

روش اول؛ کاهش نیروی فنر به کمترین مقدار و اتصال ورودی سیستم ESD به پرفشارترین نقطه سیستم عمل‌کننده مثل فشار خط است.

روش دوم؛ که بهتر از روش اول است مسدود کردن خروجی شیر ESD LOW است. حتی در مواقع اضطراری می‌توان با مسدود کردن ورودی یا خروجی شیر غلتکی -درصورت وجود- سیستم ESD را غیر فعال کرد.

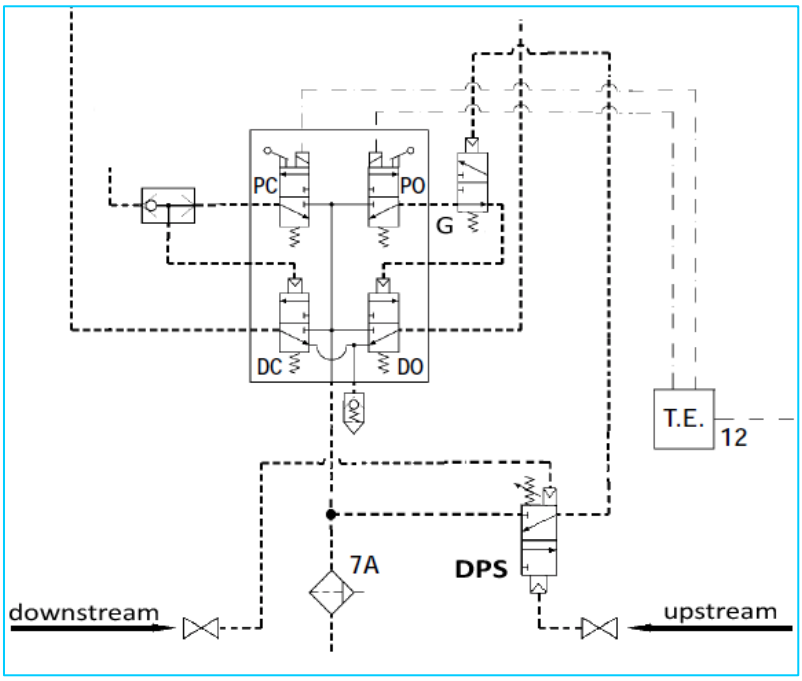
در مورد ESD High روش دوم را می‌توان استفاده کرد اما بهتر است از روش اول به نحو بهتری استفاده کرد. در اینجا درصورتیکه ورودی را تخلیه کنیم دیگر سیستم فعال نخواهد شد (چرا؟)

DPS[۱۳۵]

این سیستم در لیست محصولات بی‌فی وجود ندارد و در محصولات شرکتهای واستاش و شوک مشاهده شده است اما توضیح آن با توجه به شکل (۹-۴) در اینجا ذکر می‌گردد. ضمن اینکه شکل نشان داده شده شماتیک است و واقعی نیست.

می‌دانیم که اگر شیر اصلی بسته باشد دو طرف آن اختلاف فشار قابل توجهی وجود خواهد داشت. در این شرایط، بازکردن شیر ممکن است خطراتی را به همراه داشته باشد. ازجمله اینکه گاز با سرعت بسیار بالایی از سمت پرفشار شیر اصلی به طرف کم فشار آن حرکت می کند که اولا، اثرات مخرب دینامیکی بر خط لوله و اجزاء شیر اصلی خواهد داشت و ثانیا، موجب افت فشار شدید فشار گاز خط لوله در سمت پرفشار شیر اصلی می‌شود. این افت فشار گاز در طول لوله منتقل شده و احتمال دارد موجب تحریک کاذب سیستم لاین‌برک آنها شود. ثالثا، ممکن است در یک سمت شیر اصلی، کار تعمیراتی در حال انجام بوده و هنوز تمام نشده باشد و یا کنترل فشار خط لوله در محل شیر اصلی در حال انجام باشد و بهره‌بردار ناآگاه قصد بازکردن شیر را داشته باشد که بسیار خطرناک است. لذا برای جلوگیری از این سه پدیده، دو طرف شیرهای اصلی ابتدا بوسیله شیرهای کنارگذر هم فشار شده و سپس شیراصلی باز می‌شود. لذا درصورتیکه هنوز این کار انجام نشده است باز کردن شیر اقدام درستی نیست.

[۱۳۵] Differential Pressure Switch



شکل ۹-۴ – نقشه سیستم DPS

برای اطمینان از اینکه شیر اصلی در حالتی که دوطرف آن اختلاف فشار قابل توجهی دارد باز نشود، از سیستم DPS استفاده می‌شود. DPS شامل یک مقایسه‌گر با دو سر کنترلی است که ورودی‌های آن از دو طرف شیر اصلی گرفته شده است. درصورتیکه اختلاف فشار بالادست و پایین‌دست شیر اصلی بیش از حد تنظیمی باشد شیر DPS فعال شده و با ارسال فرمان خروجی به شیر G مسیر PO را مسدود می‌کند. اما پس از اینکه اختلاف فشار دو طرف تا حد تنظیمی کاهش یافت می‌توان شیر اصلی را باز کرد.

معمولا حداکثر تنظیم فنر مقایسه گر ۱۰bar است.

در مورد استفاده از DPS به صورت نشان داده شده در شکل (۹-۴) چند نکته وجود دارد:

اول؛ شیر G در اینجا خارکی نیست و هرگاه اختلاف فشار از حد مجاز کمتر شد مسیر خروجی PO خودبخود باز می‌شود.

دوم؛ مقایسه‌گر DPS یکطرفه است و تنها زمانی که فشار بالادست خیلی بیشتر از پایین‌دست باشد فعال می‌شود اما اگر فشار پایین‌دست نسبت به بالادست بالاتر باشد این مقایسه‌گر عمل نخواهد کرد. برای اینکه در هردوحالت –چه بالادست فشار بسیار بالاتری داشته باشد چه پایین‌دست- می‌توان یک مقایسه‌گر دیگر مشابه مقایسه‌گر DPS فعلی بصورت متوالی با آن استفاده کرد با این تفاوت که جای ورودیهای کنترلی آن عکس این مقایسه‌گر باشد.

نامگذاری مدلها

نحوه نامگذاری مدلهای GPO با یک مثال شرح داده می‌شود:

GPO–۱۸S-۲۳۵

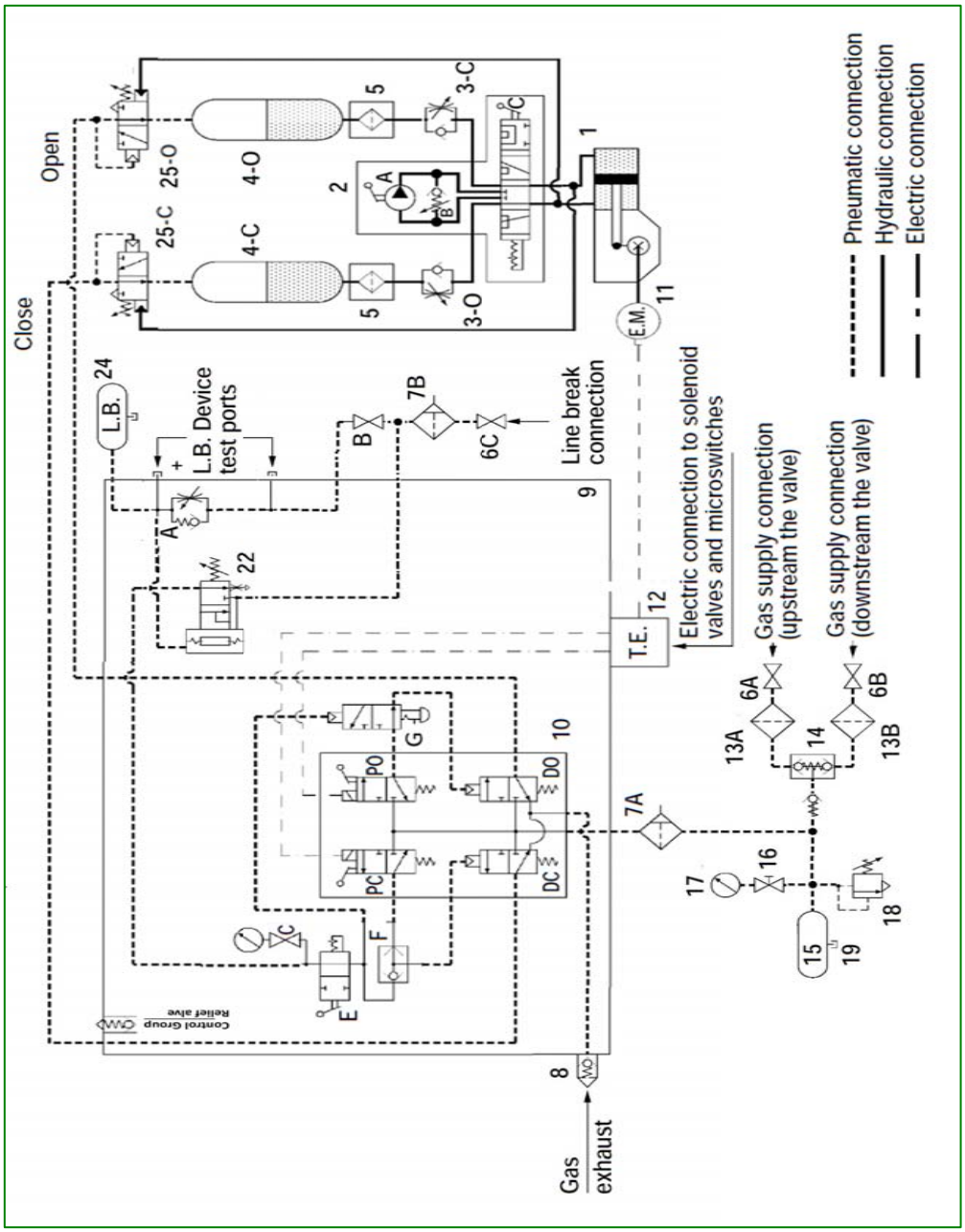
GPO : اشاره به سری و مدل ساخت عمل‌کننده دارد.

۱۸ : این عدد ضربدر ۱۰,۰۰۰ نشان دهنده حداکثر گشتاور تولیدی این مدل است. در این مثال، حداکثر گشتاور تولیدی برابر ۱۸۰,۰۰۰ Nm است.

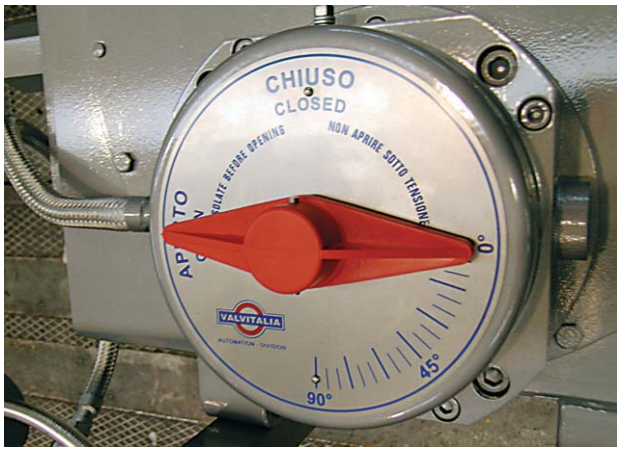
S : نشاندهنده این است که یوغ از نوع متقارن است. درصورتیکه یوغ از نوع مورب باشد بجای S ، حرف C درج می‌گردد.

۲۳۵ : مشخصات متناظر با این عدد بایستی از دستورالعملهای بی‌فی استخراج شود.

ولویتالیا Valvitalia



شکل ۱۰-۴ – نقشه عمل‌کننده ولویتالیا



شکل ۱۱-۴ - نمای عمل‌کننده ولویتالیا، بالا – نمایشگر، پایین راست – قسمت کنترل، پایین چپ

شرکت ولویتالیا در سال ۲۰۰۲ از ادغام چندین شرکت دیگر در ایتالیا تشکیل شد.
عمل‌کننده‌های ولویتالیا و لدین ایتالیا شباهت بسیار زیادی به یکدیگر دارند و تنها در سه قسمت با یکدیگر اختلاف دارند: اول؛ در شیرهای TLS، دوم؛ مقایسه‌گر سیستم لاین‌برک و سوم؛ شیرهای پاور ورودی گاز، که هرکدام در جای خود شرح داده خواهد شد. لذا باتوجه به این شباهتها صرفا به شرح عملکرد عمل‌کننده ولویتالیا می‌پردازیم و تنها برخی نکات قابل ذکر درمورد عمل کننده لدین ایتالیا را در انتها می‌آوریم.
طرح عمل‌کننده ساخت شرکت ولویتالیا، سری GOM ، کاملا مشابه عمل‌کننده‌های لدین ایتالیا و بسیار شبیه به عمل‌کننده‌های بی‌فی می‌باشد. حتی جادهی عناصر و مکان عملگر، مخازن و جک دستی، نمایشگر وضعیت شیر اصلی و جعبه اتصالات، ابعاد و اندازه اجزاء، مخازن و حتی گاز مصرفی و سرعت عملکرد عمل کننده بسیار نزدیک به بی‌فی است. به همین دلیل برای بررسی و مقایسه دقیق، نقشه عمل‌کننده این شرکت مطابق الگوی عمل‌کننده بی‌فی، در شکل (۱۰-۴) بازترسیم شده است. از نقشه شکل (۱۰-۴) می‌توان به شباهتهای این دو عمل‌کننده پی برد. تنها تفاوت قابل توجه در سیستم لاین‌برک می‌باشد. باتوجه به عمر نسبتا کوتاه نصب عمل‌کننده‌های این شرکت در خطوط انتقال گاز، تجربه عملکردی زیادی در مورد آنها وجود ندارد و بیشتر از روی نقشه عملکردی به قضاوت درباره عملکرد عملگرهای این شرکت می نشینیم.
بازه گشتاور تولیدی عمل کننده های این شرکت از مقدار ۱۸۰۰Nm برای مدل GOM-۰۵-۰۵۰-۱ با ابعاد [۷۶۰×۵۰۰×٤٦۰mm] و وزن ۷۰kg تا مقدار ۲۱۰,۰۰۰Nm برای مدل GOM-۲۴-۳۳۰-۲ با ابعاد [۲۹۰۵×۱٤۰۰×۲٦۸۰mm] و وزن ۲۹۶۰kg متغیر است.

عملگر

در مدارک و مستندات این شرکت تعداد دفعاتی که باید اهرم جک را بالا و پایین برد تا شیر باز یا بسته شود ذکر شده است که بسیار مفید است. مثلا در مدل GOM-۰۵-۰۵۰-۱ ، باید ۸ بار جک زد تا شیر باز یا بسته شود و در مدل GOM-۲۴-۳۳۰-۲ ، باید ۱۶۰۶ بار جک زد تا شیر باز یا بسته شود که نزدیک به مقادیر بی فی است.
همانطور که در نقشه (۱۰-۴) دیده می‌شود شیر انتخابگر ولویتالیا کاملا مشابه بی‌فی ۴حالته و شامل حالت هم ترازی، است. اما در طرح ولویتالیا بر خلاف بی‌فی، در حالت همترازی، که ورودی و خروجی پمپ دستی مسدود بودند، در اینجا به یکدیگر متصل می‌شوند. لذا با جک زدن صرفا روغن یک مسیر چرخشی را درون پمپ دستی طی می‌کند.
این شرکت از طرح TLS بی‌فی استفاده می‌کند. محل استقرار این شیر بجای بالای مخازن گازوروغن، در پشت این مخازن جاسازی شده است و اتصالات آنها توسط تیوبهای نئوماتیک به بالای مخازن کشیده شده است. در طرحهای لدین ایتالیا شیر محدودکننده گشتاور وجود ندارد.
نمایشگر ولویتالیا نیز به شکل یک لوزی قرمزرنگ کشیده برروی صفحه استیل مدرج بین صفر تا ۹۰ درجه قرار دارد (شکل (۲-الف، پایین)).

قسمت کنترل

برای دانستن نحوه عملکرد سیستم کنترل، کافیست نحوه عملکرد سیستم کنترل بی‌فی را بدانید. ساختمان قسمت کنترلی تقریبا همانند بی‌فی است. تنها تفاوت جزیی در دو نکته است: اولا؛ شیر ایمنی و گیج فشار در دهانه ورودی مخزن ذخیره اضطراری نصب شده‌اند و ثانیا؛ ولویتالیا، جهت اطمینان بیشتر، در خروجی دابل چک

ولوها یک شیر چک ولو دیگر نصب کرده است تا از عدم تخلیه گاز مخزن اضطراری به خط لوله اطمینان حاصل شود. در طرح لدین ایتالیا نیز این چک ولو وجود ندارد. شکل (۱۱-۴، پایین) کابین کنترل لدین ایتالیا را نشان می‌دهد.

در اینجا استفاده از شیر تخلیه گاز نشتی از کابین کنترل ضروری است. دلیل آن به عملکرد سیستم لاین‌برک مرتبط است که در قسمت مربوطه خواهد آمد.

سیستم لاین‌برک

سیستم لاین‌برک ولویتالیا دو تفاوت عمده با بی‌فی دارد: اول در مورد شیر متصل به مقایسه‌گر (۲۲) است که برخلاف بی‌فی، از نوع قطع نیست. دوم حذف چک ولو و شیر تخلیه فشار پایین در خروجی مقایسه‌گر است.

انشعاب لاین‌برک از شیر ۶C که شیر قطع انشعاب است گذشته و توسط فیلتر ۷B از آلودگیها پاک می‌شود. سیگنال پاک از طریق شیر B وارد یک سه شعبه می‌شود.

یکی از انشعابات برای تست خارجی عملکرد سیستم لاین‌برک در نظر گرفته شده است. یکی به سر منفی مقایسه‌گر (۲۲) و یکی به سمت مجموعه مشتق‌گیر (۲۳) شامل شیر گلویی و چک ولو A می‌رود. سر مثبت مقایسه‌گر نیز به خروجی مشتق‌گیر متصل می گردد.

مقایسه‌گر شامل یک شیر ۲×۳ است. در صورتی که افت فشار در خط لوله رخ دهد و این افت فشار بیش از حد تنظیمی‌باشد، مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و شیر ۲۲ باز می‌شود. نتیجتا فرمان لاین‌برک به خروجی هدایت می‌شود.

متاسفانه برخی مقایسه‌گرهای ولویتالیا مدرج نیستند که بدانید این مقایسه‌گرها تا atm ۱ قابل تنظیم هستند. در عمل‌کننده لدین ایتالیا این محدوده تا atm ۱.۵ است.

شیر متصل به مقایسه‌گر در اینجا از نوع خاصی می‌باشد. در حالت عادی، خروجی این شیر از طریق یک اریفیس با حفره باریک به اتمسفر متصل است که به آرامی گاز را تخلیه می‌کند و ورودی آن مسدود است. در صورت تغییر وضعیت این شیر، ورودی به خروجی متصل می‌شود و از طرفی هر دو از طریق اریفیس به اتمسفر متصل می‌شوند لذا اندکی تخلیه گاز در این وضعیت خواهیم داشت اما قسمت اعظم گاز به سمت خروجی شیر رفته و فرمان لاین برک صادر می گردد.

به نظر می‌رسد این ساختار شیر (۲۲) ، جایگزینی برای چک ولو و شیر تخلیه فشار پایین بی‌فی است. بدین صورت که درصورت بروز نشتی در مقایسه‌گر و راهیابی گاز به خروجی، بدلیل ارتباط خروجی شیر (۲۲) با اتمسفر، گاز نشت یافته تخلیه می‌گردد. ازطرفی درصورت ترکیدگی لوله که مقایسه‌گر تغییر وضعیت می‌دهد قسمت اعظم گاز به خروجی رفته و موجب بسته شدن شیر خودکار می‌شود و معمولا اختلالی در عملکرد سیستم لاین برک ایجاد نخواهد شد. زیرا درصورتیکه مقایسه‌گر تغییر وضعیت دهد، بدلیل قطر کم اریفیس تخلیه، مدت زیادی طول خواهد کشید تا گاز خروجی مقایسه‌گر تخلیه گردد. در شیرهای کوچک این مدت کافیست تا شیر DC فعال باقی مانده و شیر خودکار کاملا بسته شود. اما در شیرهای بزرگتر معمولا این مدت زمان کافی نیست لذا بایست ولویتالیا از اریفیسهای تخلیه کوچکتری برای شیرهای با سایز بالا استفاده کند.

پس از رفع افت فشار، مقایسه‌گر به وضع اولیه بازگشته و گاز خروجی از اریفیس تخلیه می‌گردد.

بنابراین عملا قفل فرمان خروجی (در مدت بسته شدن شیر خودکار) نیز انجام می گیرد. پس از برطرف شدن افت فشار، حتی اگر شیر خودکار بسته شده باشد، قفل فرمان لاین‌برک وجود نخواهد داشت. لذا درصورتیکه

بهره‌بردار ناآگاه شیر خارکی G را بازنشانی کند می‌تواند با فشردن PO شیر اصلی را باز کند. بنابراین از این نظر یک نقص برای این عمل کننده به شمار می آید زیرا وجود قفل فرمان لاین‌برک خروجی یک الزام برای ایمنی خط لوله است.

ذکر این مطلب نیز مفید است که کانکشن تخلیه گاز شیر مقایسه‌گر در پشت مقایسه‌گر قرار دارد. لذا درصورت عمل کردن سیستم لاین‌برک گاز خروجی از این قسمت به فضای داخل کابین کنترل پخش خواهد شد. درصورتیکه مقدار این گاز و فشار آن زیاد باشد شیر تخلیه کابین کنترل، فضای داخلی محفظه را از گاز اضافی تخلیه می‌کند. اما همچنان مقداری گاز درون محفظه می‌ماند (چرا؟)

سوال: آیا می‌توان بجای شیر مقایسه‌گر با ساختار نشان داده شده از یک شیر معمولی .N.C ۳×۲ با اریفیس در خروجی تخلیه استفاده کرد؟ پاسخ این سوال به نظر آری است همچنانکه لدین ایتالیا از این نوع شیر استفاده می‌کند. حتی در این حالت درصورت عمل کردن سیستم لاین‌برک و تغییر وضعیت مقایسه‌گر، دیگر گاز ورودی در خروجی تخلیه نخواهد شد تا زمانیکه مقایسه‌گر به وضعیت اولیه بازگردد.

شیر قطع و وصل E جهت انسداد یا ممانعت از فرمان خروجی سیگنال لاین‌برک در مواقع لزوم در نظر گرفته شده است که با بستن آن می‌توان از ارسال فرمان لاین‌برک به DC و بسته شدن شیر خودکار ممانعت نمود. مثلا زمانیکه مشغول تست سیستم لاین‌برک هستیم می‌توان با بستن این شیر از ارسال فرمان لاین‌برک به DC جلوگیری کرد.

فرمان خروجی لاین‌برک پس از عبور از ولو E وارد شیر شاتل ولو F شده و از طریق آن به شیر درایور DC اعمال می‌شود و موجب بسته شدن شیر خودکار می‌شود. سر دیگر شاتل ولو از خروجی PC می‌آید.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

پس از برطرف شدن افت فشار، شیر مقایسه‌گر ۱۰۳ به وضعیت عادی باز گشته و گاز خروجی اش تخلیه می‌گردد. لذا برای بازنشانی سیستم لاین‌برک کافیست با استفاده از اهرم خارکی، شیر G را به وضع اولیه بازگرداند. در اینجا نیز اگر درحالتی که اختلاف فشار دوسر مقایسه‌گر از بین نرفته است (مثلا هنوز افت فشار در خط لوله داریم) بخواهیم لاین‌برک را بازنشانی کنیم امکان‌پذیر نیست زیرا هم سر کنترلی G تحت فشار است و هم فرمان روی شیر F باقی مانده است. مگر اینکه شیر ۶C را ببندیم سپس اندکی از گاز مخزن لاین‌برک را تخلیه کنیم تا دوطرف مقایسه‌گر هم فشار شوند. در این حالت می‌توان سیستم لاین‌برک را بازنشاند.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

متاسفانه نمودارها و منحنیهای تنظیم سیستم لاین‌برک این شرکت دردسترس نیست که لازم است سازنده در این زمینه سریعا اقدام کند اما با دانستن سه داده: اول؛ قطر حفره اریفیس و دوم؛ حجم مخزن لاین‌برک و با فرض اینکه این دو داده مشابه بی‌فی باشند -که تا حد زیادی هستند- و سوم؛ تنظیم مقایسه‌گر می‌توان با ضریب اطمینان بالایی از نمودارهای بی‌فی در اینجا نیز استفاده کرد. مقایسه گر لدین تا ۱۵m H_2O معادل ۱.۵ atm قابل تنظیم است.

حتی اگر داده های این عمل کننده مشابه بی فی هم نباشند با استفاده از روش آزمون و خطای شرح داده شده در زیربخش "بی فی" می توان منحنی های این عمل کننده را بدست آورد و حتی از روی آن برخی ابعاد را حدس زد.

برای تست سیستم لاین‌برک نیز با توجه به عدم وجود شیر مستقل جهت انجام این کار، با باز کردن شیر تخلیه فیلتر ۷B می‌توان سیستم لاین‌برک را تست نمود.

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

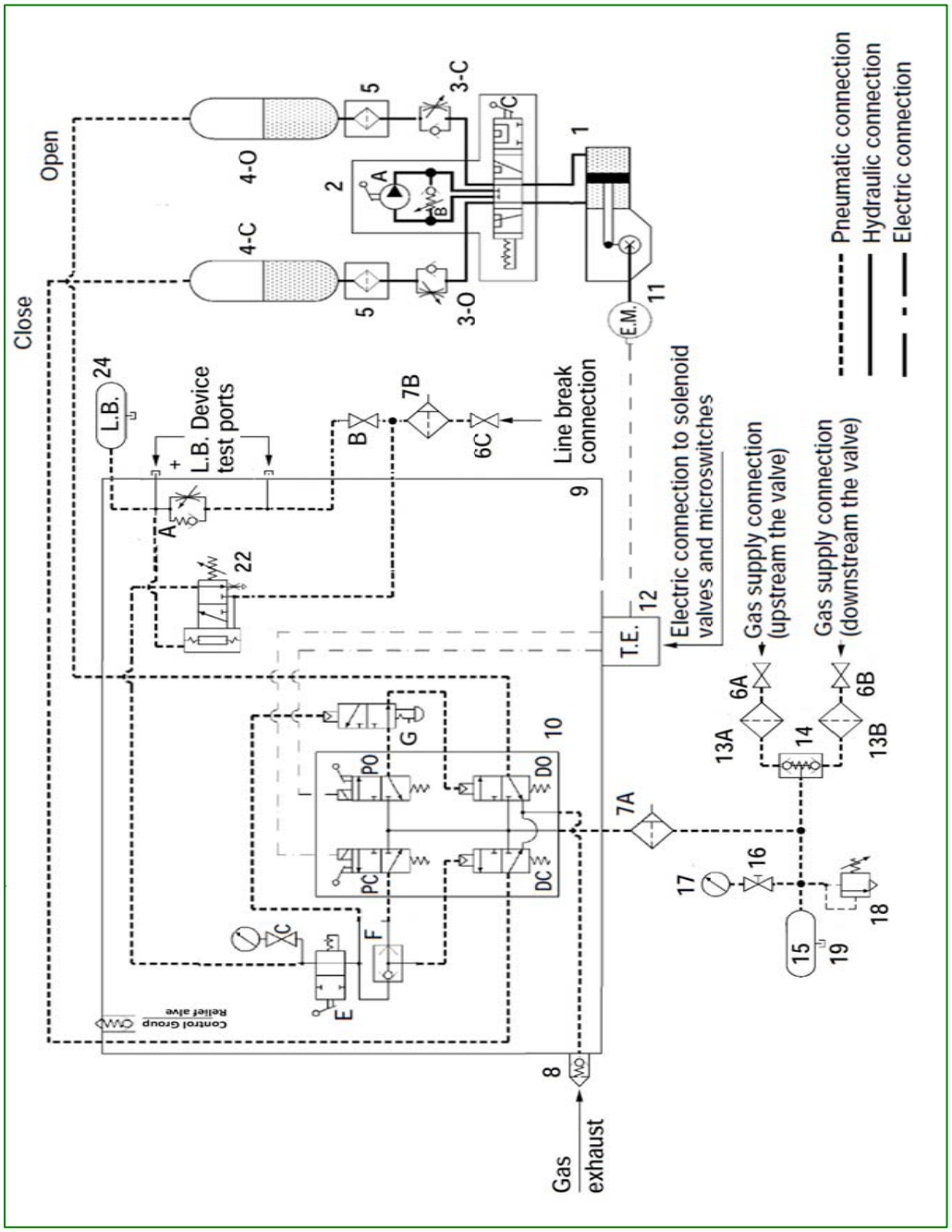
برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۶C را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

موارد ویژه

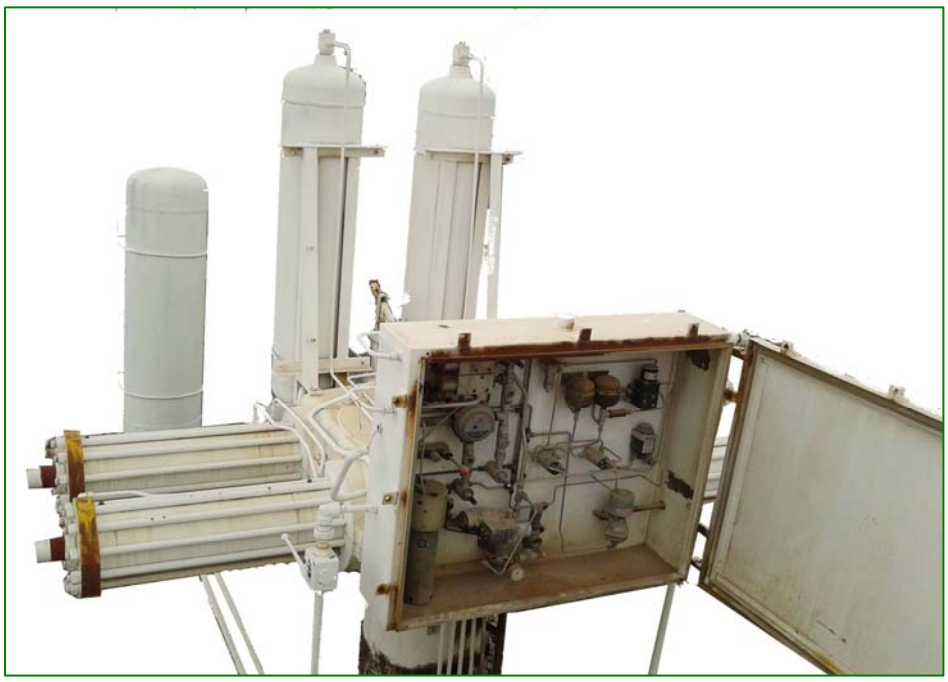
با بررسی مدارک و مستندات این شرکت الزام آن به استاندارد ۵۲۱۱ ذکر نشده است.

پلاکهای نصب شده بر روی این عمل‌کننده‌ها اگرچه اطلاعات نسبتا خوبی دارند اما کاملا الزامات ۰۰۷ را برآورده نمی‌سازند.

لدین ایتالیا Ledeen Italy



شکل ۱۲-۴ – نقشه عمل‌کننده لدین ایتالیا



شکل ۱۳-۴ - عملگر ۴ سیلندره (بالا) و تک سیلندره (پایین) لدین ایتالیا

شرکت لدین پس از اینکه به گروه tyco ملحق شد به نحوی هم خانواده شرکت بی‌فی شد و به همین دلیل طرحهای جدید این شرکت مشابه طرحهای بی‌فی ایتالیا بوده و نام این شرکت نیز به لدین ایتالیا تغییر یافت. در شکل (۱۲-۴) مدار این عمل کننده مشاهده می شود.

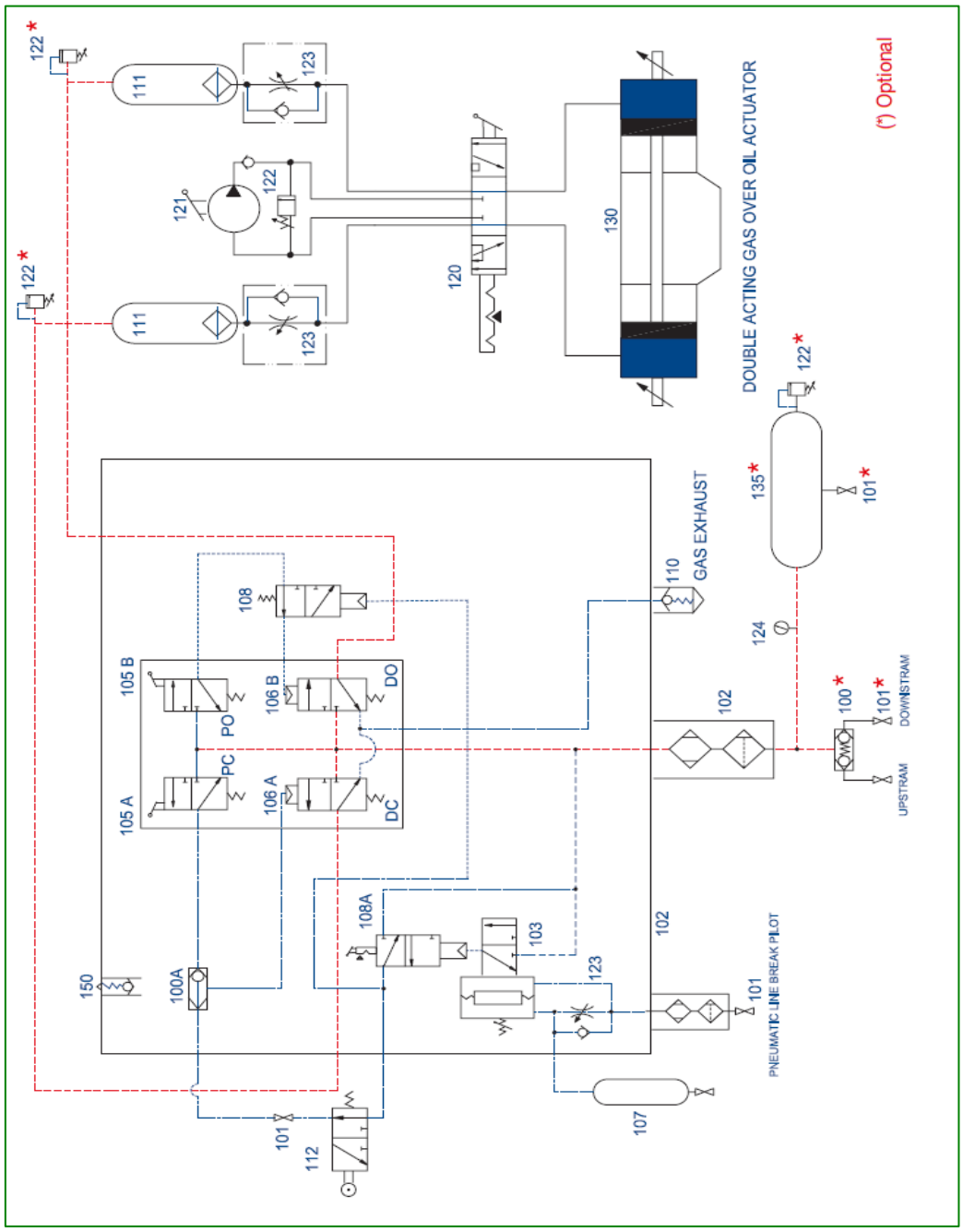
عملگرهای لدین ایتالیا دو نسل را شامل می‌شوند. یکی ۴سیلندره متقارن که قدیمیتر بوده و برروی خط دوم سراسری نصب شده‌اند و دیگری نسل جدیدتر که از نوع تک سیلندره هستند (شکلهای (۱۳-۴، بالا) و (۱۳-۴، پایین)).

عمل‌کننده‌های نصب شده برروی خط دوم سراسری ابتدا فاقد سیستم لاین‌برک بودند. برای رفع این مشکل سیستم لاین‌برک بصورت مجزا تهیه شده و به عمل‌کننده متصل گردید. قسمت کنترل و سیستم لاین‌برک این عمل‌کننده‌ها از نوع Accu/Tect و مشابه طرح قدیمی لدین آمریکا است لذا ذیل زیربخش لدین آمریکا شرح داده خواهد شد.

متاسفانه پلاکهای نصب شده بر روی عملگرهای لدین بسیار ناقص است و اطلاعات روی آن کافی نیست لذا ردیابی این عمل‌کننده‌ها و استخراج مشخصات آنها بسیار مشکل می‌باشد.

همانطور که گفته شد لدین ایتالیا تفاوت اندکی با ولویتالیا دارد که این موارد اختلاف نیز در جایش گفته شد. لذا از ذکر توضیحات اضافی خودداری گردیده و فرض بر این است که خواننده با مطالعه ساختار ولویتالیا به راحتی می‌تواند عملکرد لدین ایتالیا را نیز شرح دهد.

واستاش Vastaš



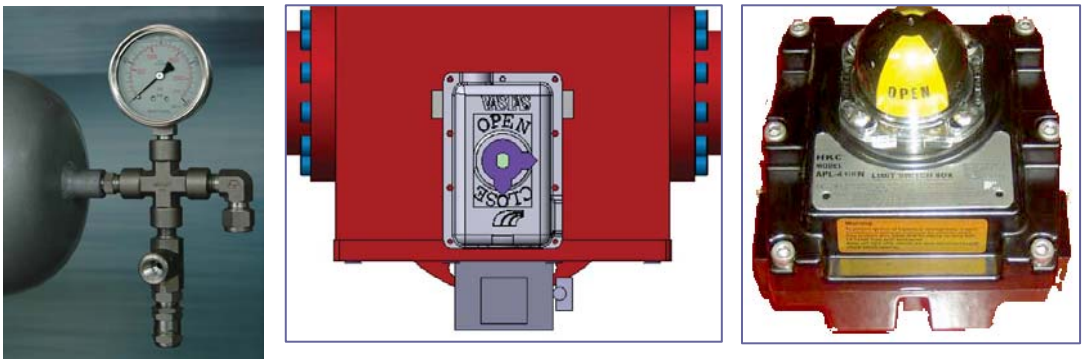
شکل ۱۴-۴– نقشه عمل‌کننده واستاش

شکل ۱۵-۴ –نمای مقابل و پشت عمل‌کننده واستاش

هسته اولیه تشکیل شرکت واستاش به سال ۱۹۴۵ در یک کارگاه کوچک در ترکیه باز می‌گردد اما این شرکت که تولید کننده شیر و عمل‌کننده‌های خطوط لوله است از سال ۲۰۰۴ شروع به تولید عمل‌کننده نموده است.
از میان طرحهای واستاش، سری GOH شرح داده می‌شود که در شکلهای (۱۴-۴) و (۱۵-۴) نوع لاین‌برک آن نشان داده شده است. ضعیفترین نوع این عمل‌کننده‌ها که مناسب فشار کاری خط لوله باشد (۷۲-۹۰bar) مدل G۰-۱۰۰ دارای وزن ۷۵kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۸,۵۰۰Nm در ابعاد [۱۰۰۰×۵۵۰×۶۵۰mm] و قویترین نوع آن مدل G۹-۲۹۰ وزنی معادل ۶۵۰۰kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۱,۰۰۰,۰۰۰Nm در ابعاد [۳۶۰۰×۱۳۰۰×۲۰۰۰] است که فلنج معادل این گشتاور F۸۰ می‌باشد که از انواع ذکر شده در ۵۲۱۱ بزرگتر است. می‌بینیم که واستاش از لحاظ گشتاور تولیدی بازه وسیعتری نسبت به بی‌فی دارد.
ایده و طرح اصلی این سری عمل‌کننده‌ها مشابه طرح gpo بی‌فی است و به لحاظ ظاهری نیز شباهت‌های فراوانی بین این عمل‌کننده‌ها دیده می‌شود. حتی حجم مخازن و سیلندرها نیز بسیار نزدیک به یکدیگر می‌باشد که موجب شده است تا سرعت عملکرد عمل‌کننده ساخت این شرکت، میزان گاز مصرف شده در هربار باز یا بسته کردن شیر اصلی و حتی مقدار روغن جابه جاشده نزدیک به عمل‌کننده بی‌فی باشد. لذا با این فرض و برمبنای توضیحاتی که در بخش عمل‌کننده‌های بی‌فی داده شده است از ارائه جزئیات اضافی صرفنظر می‌شود.

عملگر

عملگرهای واستاش در دو نوع تک سیلندر و دوسیلندری ساخته می‌شوند. با توجه به شکل (۱۴-۴) در صورتیکه مخزن گازوروغن سمت چپ (۱۱۱-O) تحت فشار قرار بگیرد و شیر انتخابگر (۱۲۰) در وضعیت فعلی باشد، صرفا سمت چپ سیلندر سمت چپ (۱۳۰) عملگر تحت فشار قرار گرفته و پیستون به سمت راست حرکت می‌کند. از طرف مقابل نیز، روغن از سمت راست سیلندر سمت راست به داخل مخزن گازوروغن (۱۱۱-C) بر می‌گردد و باعث چرخش یوغ و باز شدن شیر می‌شود.
تنظیم محدوده حرکتی و زاویه آزادی چرخش توپی شیر در واستاش بعضا همانند بی‌فی بوسیله پیچهای تنظیم موجود در انتهای سیلندر و در انتهای کورس حرکتی پیستون انجام می‌گیرد و بعضا نیز از طریق پیچهای تنظیم در محفظه یوغ و در دو طرف یوغ انجام می‌شود.
شیر انتخابگر عملگر در واستاش سه حالته است و حالت هم ترازی در اینجا وجود ندارد.
اکثر نمایشگرهای وضعیت در واستاش از نوع گوی شیشه‌ای مطابق شکل(۱۶-۴، راست) هستند که نوع پیکانی شکل این شاخصها نیز مطابق شکل (۱۶-۴، چپ) وجود دارد.
نقشه عملکرد سایر قسمتهای عملگر مثل جک دستی و تنظیم سرعت باز و بستن مشابه بی‌فی هستند. حتی نحوه استقرار آنها مطابق شکل (۱۵-۴) شبیه بی‌فی است. اما محل قرارگیری جک دستی متغیر است. بعضا مطابق شکل(۱۵-۴) در پشت عملگر و بعضا در سمت راست عمل‌کننده و مخازن گازوروغن قرار می‌گیرند.



شکل ۱۶-۴ – نمایشگر وضعیت، گوی شیشه ای، راست – شاخص پیکانی، وسط- شیر ایمنی، چپ

شرکت واستاش تعبیر خاصی از شیرهای TLS دارد. بدینصورت که این شیرها بگونه‌ای تنظیم می‌شوند که وظیفه حفاظت از عملگر و مخزن گازوروغن در مقابل فشارهای بیش از اندازه را داشته باشند. در صورتی که فشار گاز روی تیوب ورودی مخزن گاز و روغن بیش از حد قابل تحمل عملگر باشد این شیرها عمل کرده و فشار گاز را تخلیه می‌کنند. لذا باتوجه به اینکه فشار کاری عمل‌کننده حدود ۷۵bar است نقطه تنظیم این شیرها نیز بالاتر از ۷۵bar است که قابل کاهش تا ۴۰bar نیز می‌باشد.

به همین دلیل همانطور که در شکل (۱۴-۴) نیز نشان داده شده است، بطور معمول از شیرهای ایمنی جهت این کار استفاده می‌شود. گرچه در برخی موارد نیز از طرح شیرهای TLS بی‌فی با تنظیم روی ۷۰bar استفاده کرده است که طبق آنچه در مدارک شرکت بی‌فی آمده است این طرح جزء حقوق انحصاری این شرکت بوده و استفاده سایر سازنده‌ها از این طرح مستلزم پرداخت حق امتیاز و کسب اجازه قانونی می‌باشد.

شرکت واستاش جهت جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد بر عمل‌کننده در موقع عملکرد سیستم لاین‌برک از روش دیگری با این استدلال استفاده کرده است که زمان بازوبست شیر اصلی توسط بهره‌بردار، کمتر از ۲ دقیقه است و بهره‌بردار که در محل حضور دارد طبعا پس از گذشت زمان لازم، پوش‌باتنهای بازوبست شیر را رها کرده و فشار اعمالی تخلیه می‌شود. بنابراین عملکرد کنترل گشتاور بیشتر در زمان عدم حضور بهره‌بردار مثل زمان عمل کردن سیستم لاین‌برک مورد نیاز است که مکانیزم آن در بخش مربوطه گفته خواهد شد. با این وجود مجهز بودن عمل‌کننده به شیر کنترل گشتاور از الزامات استاندارد ۰۰۷ می‌باشد.

قسمت کنترلی

انشعابات پاور ورودی فاقد فیلتر مکانیکی می‌باشند و از شیرهای قطع ۱۰۱ و دابل چک ولو ۱۰۰ عبور می‌کنند. یک انشعاب از پاور ورودی پس از عبور از دابل چک ولو به مخزن ذخیره گاز اضطراری وصل می‌شود. انشعاب دیگر فیلتر شده (۱۰۲) سپس وارد مدار کنترلی می‌شوند.

تنظیم پیش فرض شیر ایمنی مخزن ذخیره گاز اضطراری برابر ۱۰۰bar است که باتوجه به فشار کاری عمل‌کننده بهتر است به حدود ۸۰bar کاهش یابد. برخلاف بی‌فی، معمولا شیر ایمنی و گیج فشار مطابق شکل (۱۶-۴، چپ) در دهانه ورودی مخزن نصب می‌شوند.

یک انشعاب از پاور ورودی وارد سیستم لاین‌برک شده و دیگری برای بازوبست شیر اصلی استفاده می‌شود. پوش‌باتنهای شماره ۱۰۵A (PC) و ۱۰۵B (PO) بهمراه درایورهای ۱۰۶A (DC) و ۱۰۶B (DO) جهت بستن و بازکردن شیر اصلی استفاده می‌شوند.

برای بازکردن شیر اصلی، با فشردن پوش‌باتن PO گاز پاور ورودی از شیر ۱۰۸ عبور کرده و موجب تغییر وضعیت شیر درایور شماره ۱۰۶B (DO) می‌شود. درنتیجه گاز پاور ورودی به سمت مخزن گازوروغن O-۱۱۱ حرکت کرده و با تحت فشار دادن این مخزن و سیلندر عملگر، شیر اصلی باز می‌شود.

برای بستن شیر اصلی، با فشردن پوش‌باتن ۱۰۵A (PC) گاز پاور از طریق شیر ۱۰۰A به سر کنترلی شیر DC اعمال می‌شود. با بازشدن DC گاز پاور ورودی از طریق این شیر به مخزن C-۱۱۱ اعمال می‌شود که موجب بسته شدن شیر اصلی خواهد شد.

کابین کنترل واستاش نسبتا بزرگ است لذا وقتی بهره‌بردار در برابر این کابین قرار می‌گیرد نمایشگر وضعیت شیر قابل رویت نیست و بایست با فاصله گرفته از پشت کابین کنترل وضعیت شیر را مشاهده کند که از این جهت یک نقیصه به شمار می‌آید. کابین کنترل شیر تخلیه گاز (۱۵۰) دارد که گاز نشتی احتمالی درون کابین را تخلیه می‌کند اما فاقد حفره تخلیه مایعات در قسمت زیرین است.

سیستم لاین‌برک

سیستم لاین‌برک عمل‌کننده واستاش از نوع Dp/Dtect است اما عملکرد فرمان خروجی آن با سیستم بی‌فی تفاوت داشته و بیشتر شبیه به روتورک می‌باشد. ورودی سیگنال از طریق شیر قطع و فیلتر شماره ۱۰۱ وارد قسمت مشتق‌گیر لاین‌برک می‌گردد. دو انشعاب از قبل و بعد از مشتق‌گیر به دو طرف مقایسه‌گر ۱۰۳ وارد می‌شوند. در صورتی که اختلاف فشار بیش از حد تنظیمی فنر باشد شیر مقایسه‌گر تغییر وضعیت می‌دهد.

برخلاف بی‌فی، شیر مقایسه‌گر از نوع N.C. ۳×۲ می‌باشد که پاور ورودی آن متصل به یک انشعاب از پاور ورودی عمل‌کننده است.

درصورت ترکیدگی خط لوله، با تغییر وضعیت شیر شماره ۱۰۳ گاز پاور به خروجی این شیر راه یافته، به سر کنترلی شیر خارکی ۱۰۸A اعمال می‌شود. با تغییر وضعیت شیر خارکی -که به عنوان شیر قفل سیستم لاین‌برک عمل می‌کند- گاز پاور ورودی عمل‌کننده از یک طرف به سر کنترلی شیر شماره ۱۰۸ وارد شده و مسیر خروجی ۱۰۵B (PO) را مسدود می‌کند. لذا مانع از باز شدن شیر خودکار درصورت فشردن پوش‌باتن ۱۰۵B (PO) می‌شود. از طرف دیگر از طریق شیر ۱۱۲ به شیر شاتل ولو ۱۰۰A وارد می‌شود. نتیجه بسته شدن شیر خودکار خواهد بود. پس از بسته شدن شیر خودکار، لیمیت سوییچ غلتکی ۱۱۲ تغییر وضعیت داده و گاز محبوس مابین شیرهای ۱۱۲ تا سرکنترلی DC را تخلیه کرده و شیر ۱۰۶A (DC) به وضعیت عادی باز می‌گردد. لذا گاز روی مخزن C-۱۱۱ نیز تخلیه می‌شود. این همان روشی است که واستاش برای تخلیه فشار روی عملگر درنتیجه عملکرد سیستم لاین‌برک به کار می‌برد.

پس از بر طرف شدن افت فشار، علیرغم بازگشتن مقایسه‌گر و شیر ۱۰۳ به وضعیت عادی، بدلیل خارکی بودن شیر ۱۰۸A تغییری در وضعیت قفل خروجی فرمان ایجاد نمی‌شود. خروجی ونت شیر ۱۰۳ نیز در پشت مقایسه‌گر قرار دارد لذا پس از رفع افت فشار که شیر ۱۰۳ به حالت عادی باز می‌گردد، گاز خروجی آن از این قسمت تخلیه می‌گردد.

برای مسدود کردن فرمان خروجی سیستم لاین‌برک می‌توان شیر ۱۰۱ را بست. اما دقت کنید این کار عملا تنها مانع بسته شدن شیر در نتیجه عمل کردن سیگنال لاین‌برک می‌گردد اما مانع تغییر وضعیت شیر ۱۰۸A نمی‌شود. لذا درصورت عمل کردن سیستم لاین‌برک شیر ۱۰۸A و ۱۰۸ تغییر وضعیت می‌دهند. بنابراین مسیر خروجی PO نیز مسدود بوده و درصورتیکه به هر دلیل شیر خودکار بسته شده باشد (مثلا با جک زدن توسط بهره‌بردار ناآگاه) امکان بازکردن شیر خودکار وجود ندارد.

ذکر دو نکته در اینجا ضروری می‌نماید: اول؛ اینکه متاسفانه برخی مقایسه‌گرهای واستاش مدرج نبوده و فاقد قفل تنظیمات برروی استوانه تنظیم مقایسه گر هستند. اما بدانید که حداکثر نقطه تنظیم این مقایسه‌گرها همانند بی‌فی atm ۱ است. دوم؛ استفاده از شیر غلتکی بدلیل معایب شناخته شده آن، توصیه نمی‌شود. حتی در صورت عدم عملکرد صحیح شیر غلتکی در زمان عمل کردن سیستم لاین‌برک، با تخلیه پیوسته فشار گاز، محیط را ناامن می نماید(چرا؟).

بازنشانی سیستم لاین‌برک

پس از برطرف شدن افت فشار، شیر مقایسه‌گر ۱۰۳ به وضعیت عادی باز می‌گردد و گاز خروجی اش تخلیه می‌گردد. لذا برای بازنشانی سیستم لاین‌برک کافیست با استفاده از اهرم خارکی، شیر ۱۰۸A را به وضع اولیه بازگرداند.

اگر در حالتی که اختلاف فشار دو سر مقایسه‌گر از بین نرفته است (هنوز افت فشار در خط لوله داریم) بخواهیم لاین‌برک را بازنشانی کنیم امکان پذیر نیست زیرا سر کنترلی ۱۰۸A تحت فشار است. مگر اینکه شیر ۱۰۱ را ببندیم سپس اندکی از گاز مخزن لاین‌برک را تخلیه کنیم تا دوطرف مقایسه‌گر هم فشار شوند. در این حالت می‌توان سیستم لاین‌برک را بازنشاند.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

متاسفانه نمودارها و منحنیهای تنظیم سیستم لاین‌برک این شرکت دردسترس نیست که لازم است سازنده در این زمینه سریعا اقدام کند اما با دانستن سه داده، اول؛ قطر حفره اریفیس، دوم؛ حجم مخزن لاین‌برک و با فرض اینکه این دو داده مشابه بی‌فی باشند و سوم؛ تنظیم مقایسه‌گر، می‌توان با ضریب اطمینان بالایی از نمودارهای بی‌فی در اینجا نیز استفاده کرد. شایان ذکر است که محدوده تنظیم مقایسه گر واستاش اغلب تا atm ۱.۵ است.

برای تست سیستم لاین‌برک نیز با توجه به عدم وجود شیر مستقل جهت انجام این کار، با باز کردن شیر تخلیه فیلتر ۱۰۲ می‌توان سیستم لاین‌برک را تست نمود.

استفاده از روش آزمون و خطای ذکر شده در زیربخش "بی فی" نیز در اینجا کاراست.

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

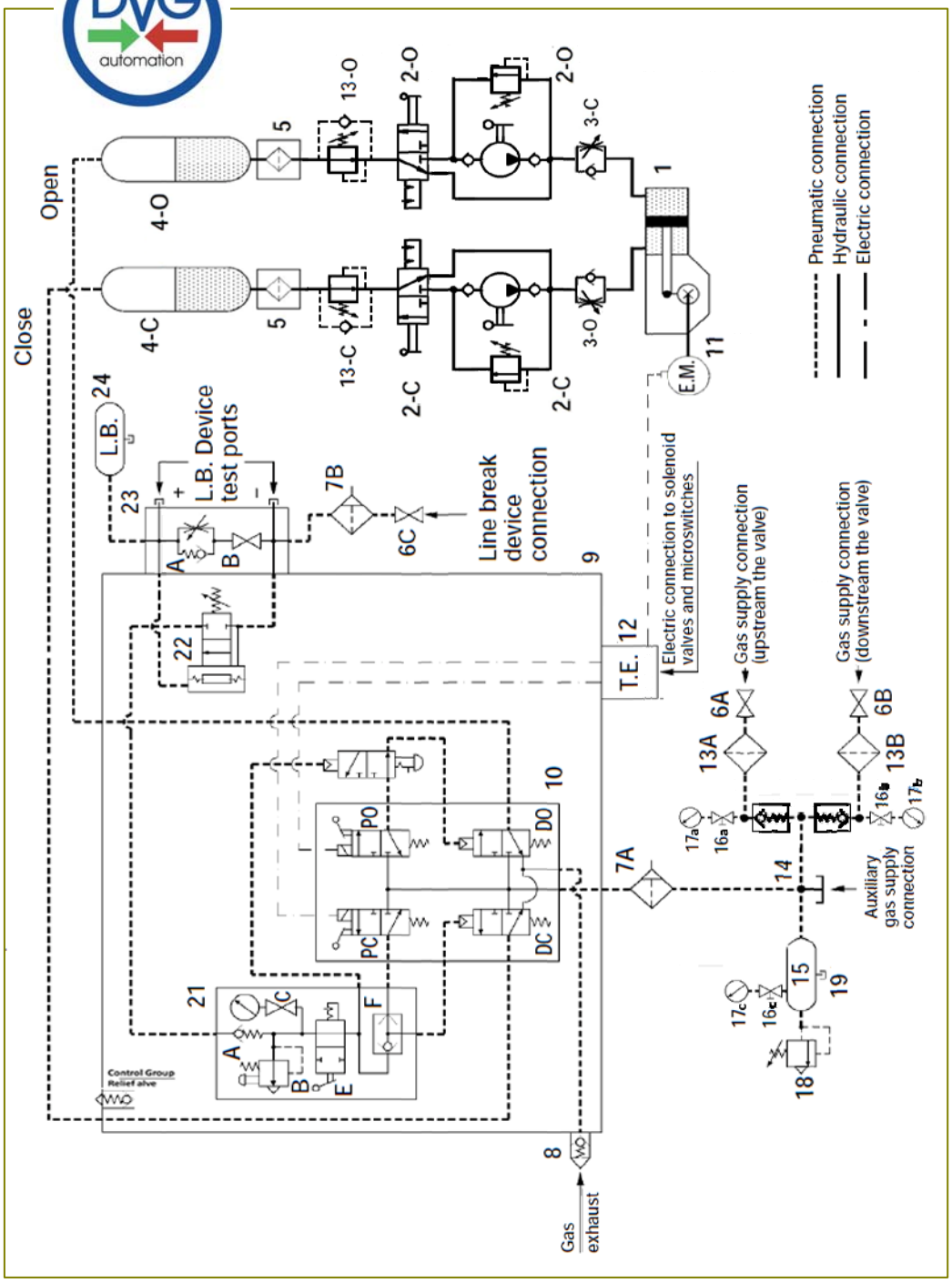
برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۱۰۱ را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

موارد ویژه

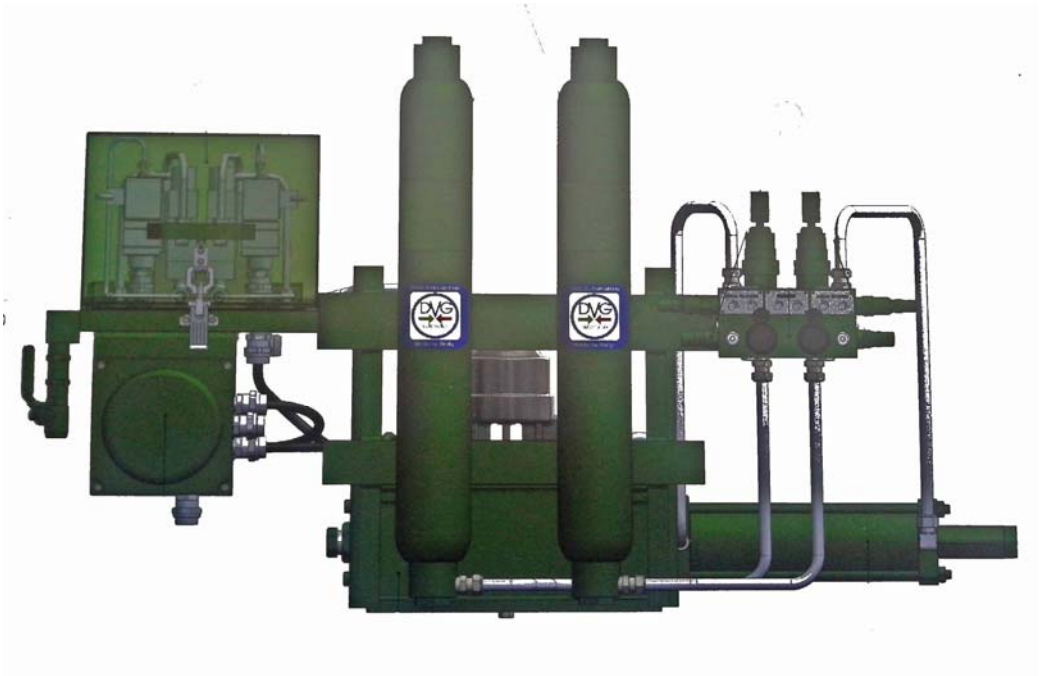
در مستندات شرکت واستاش اشاره شده است که دهانه فلنج مطابق ISO ۵۲۱۱ است.

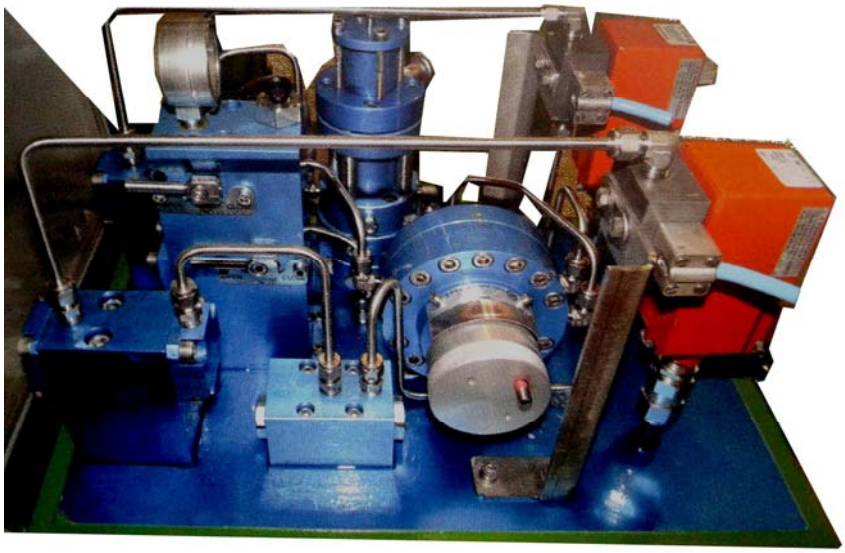
همچنین پلاک عمل‌کننده‌های موجود همه نیازهای ۰۰۷ را برآورده نمی‌کنند.

دی وی جی DVG



شکل ۱۷-۴– نقشه عمل‌کننده دی وی جی



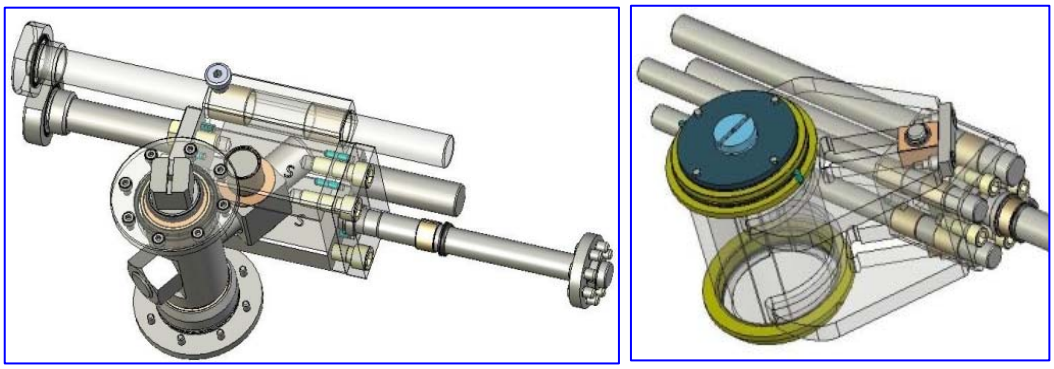


شکل ۱۸-۴ –نمای عمل کننده دی وی جی

شرکت دی وی جی تولید کننده عمل‌کننده‌های شیرآلات صنعتی از سال ۲۰۰۷ در ایتالیا تاسیس شد.
از میان طرحهای دی وی جی، سری WDODY شرح داده می‌شود که در شکل (۱۷-۴) نشان داده شده است. طرح عمل‌کننده‌های این شرکت کاملا مشابه بی‌فی است بجز در قسمتهای هیدرولیک عملگر. به لحاظ ظاهری نیز شباهت‌های فراوانی بین این دو عمل‌کننده دیده می‌شود. تنها تفاوت قابل توجه در ابعاد و شکل مکعبی کابین کنترل است. لذا در این قسمت نیز از ارائه جزئیات اضافی صرفنظر می‌شود.

عملگر

یوغهای ساخت این شرکت از هر دونوع متقارن و مورب وجود دارند که پیچ تنظیم آنها در انتهای سیلندر پیستون جای دارد. این شرکت حق انحصاری ساختار خاصی از یوغ را نیز در اختیار دارد که جهت اعمال نیروی متقارن به یوغ مفید است (شکل ۱۹-۴، راست).



شکل ۱۹-۴ – طرح یوغ انحصاری دی وی جی چهار میله راهنما، راست – با چاک روی شفت

در این ساختار بجای یک میله راهنما از چهار میله متقارن حول میله پیستون استفاده می‌شود. همچنین در طرح دیگری که حق انحصاری آن نیز در اختیار این شرکت است مطابق شکل (۱۹-۴، چپ) میله پیستون به یک جعبه متحرک متصل است که میله یوغ درون لغزنده قرار داشته، با دو یاتاقان فوقانی و تحتانی متصل به وجه بالا و پایین جعبه می‌چرخد. بنابراین دیگر چاکی نداریم و با حرکت روبه جلو و عقب دسته پیستون، میله یوغ داخل لغزنده مکعبی شکل لغزیده و چرخش شفت رخ می‌دهد. از این طرح در عملگرهای خطوط لوله استفاده نمی‌شود.

سیستم پمپ دستی دی وی جی برخلاف "بی فی" از دو پمپ مجزا برای بازکردن و بستن عمل‌کننده استفاده می‌کند. نحوه عملکرد این سیستم بصورت زیر است:

در حالت عادی شیرهای انتخابگر O-۲ و C-۲ در وضعیت نشان داده شده در شکل (۱۷-۴) هستند لذا روغن مخازن O-۴ و C-۴ به دوطرف پیستون درون سیلندر راه دارند. بنابراین برای باز و بسته کردن شیر اصلی مشکلی وجود ندارد.

برای بازکردن شیر اصلی توسط جک دستی کافیست شیر انتخابگر O-۲ را تغییر وضعیت دهید. در این حالت ورودی پمپ دستی O-۲ به مخزن O-۴ وصل می شود و می تواند با مکش روغن از آن، روغن پرفشار را به جلوی پیستون تزریق کند. و از طرف مقابل روغن به مخزن C-۴ باز خواهد گشت.

برای بستن شیر اصلی نیز به طریق مشابه باید شیر انتخابگر C-۲ را در حالت دستی قرار داده و جک بزنید.
دقت کنید که اگر هردو شیر انتخابگر را در وضعیت دستی قرار دهید اتفاقی نخواهد افتاد و هرچقدر جک بزنید صرفا مسیر شیر ایمنی باز شده و روغن حول مسیر پمپ دستی چرخش خواهد کرد. همچنین برای اینکه عملگر در حالت اتوماتیک قرار داشته باشد بایستی هردو شیر انتخابگر را در حالت عادی قرار داد.
شرکت دی وی جی تقید خاصی به عدم استفاده از TLSهای طرح بی‌فی -که حق انحصار آن در اختیار آن شرکت است- دارد لذا از شیرهای کنترل گشتاور هیدرولیکی (O-۱۳ , C-۱۳) استفاده می‌کند. شیر کنترل گشتاور هیدرولیکی یک عیب بزرگ در زمان عمل کردن سیستم لاین‌برک دارد. فرض کنید سیستم لاین‌برک در نیمه شبی عمل کند. لذا با اعمال نیرو به سیستم عملگر باعث بستن شیر می‌شود. پس از بسته شدن شیر، فشار روغن کم کم بالا می‌رود تا به حد فشار خط لوله برسد که اگر نقطه تنظیم نیروی فنر شیر کنترل گشتاور هیدرولیکی بیش از فشار خط باشد این شیر عمل نمی‌کند. اگر نقطه تنظیم کمتر از این عدد باشد عمل کرده و فشار وارده به قسمتهای بعد از این شیرها روی همین مقدار ثابت باقی می‌ماند. لذا تا زمان بازنشانی سیستم لاین‌برک سیستم عملگر تحت همین فشار باقی می‌ماند. لذا سیستم انتقال قدرت شیر خودکار نیز تحت همین فشار باقی خواهد ماند.
نمایشگرهای وضعیت این شرکت اکثرا به شکل گوی شیشه‌ای هستند.

قسمت کنترل

عملکرد این بخش کاملا مشابه بی‌فی است و صرفا یک تفاوت دارد آنهم اینکه در بی‌فی در ورودی پاور از دابل چک ولو استفاده شده است اما در اینجا از دو عدد چک ولو مجزا استفاده شده است.

سیستم لاین برک

سیستم لاین برک دی وی جی، نحوه عملکرد، فعال شدن و ... کاملا مشابه بی فی است الا اینکه برخلاف بی فی، مقایسه گر دی وی جی تا ۱.۳ atm قابل تنظیم است.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

پس از بسته شدن شیر خودکار و انجام تعمیرات احتمالی در خط لوله اصلی، نیاز است که شیر خودکار باز شود. برای بازکردن شیر خودکار بایستی ابتدا گاز قفل شده در فرمان خروجی لاین‌برک تخلیه شود و سپس با بازنشانی اهرم شیر خارکی G به وضع اولیه بازگردد. برای تخلیه گاز قفل شده بایستی با استفاده از شیر B گاز را تخلیه کرده و سپس اهرم شیر G را بازنشاند.
دقت کنید اگر درحالتی که اختلاف فشار دوسر مقایسه‌گر از بین نرفته است (مثلا هنوز افت فشار در خط لوله داریم) بخواهیم لاین‌برک را بازنشانی کنیم امکانپذیر نیست زیرا هم سر کنترلی G و هم B تحت فشار هستند حتی ممکن است اهرم شیر خارکی G را بتوان جابجا کرد اما دوباره به حالت قبل باز می‌گردد. مگر اینکه شیر ۶C را ببندیم سپس اندکی از گاز مخزن لاین‌برک را تخلیه کنیم تا دوطرف مقایسه‌گر هم فشار شوند. در این حالت می‌توان سیستم لاین‌برک را بازنشاند.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

متاسفانه در حال حاضر نمودارها و منحنیهای تنظیم سیستم لاین‌برک این شرکت دردسترس نیست. لذا بایستی با استفاده از روش آزمون و خطا و با دانستن تنظیم مقایسه گر و قطر اریفیس نقطه یابی کرده و منحنیها را ترسیم کرد.

برای تست سیستم لاین‌برک نیز با توجه به عدم وجود شیر مستقل جهت انجام این کار، با باز کردن شیر تخلیه فیلتر ۷B می‌توان سیستم لاین‌برک را تست نمود.

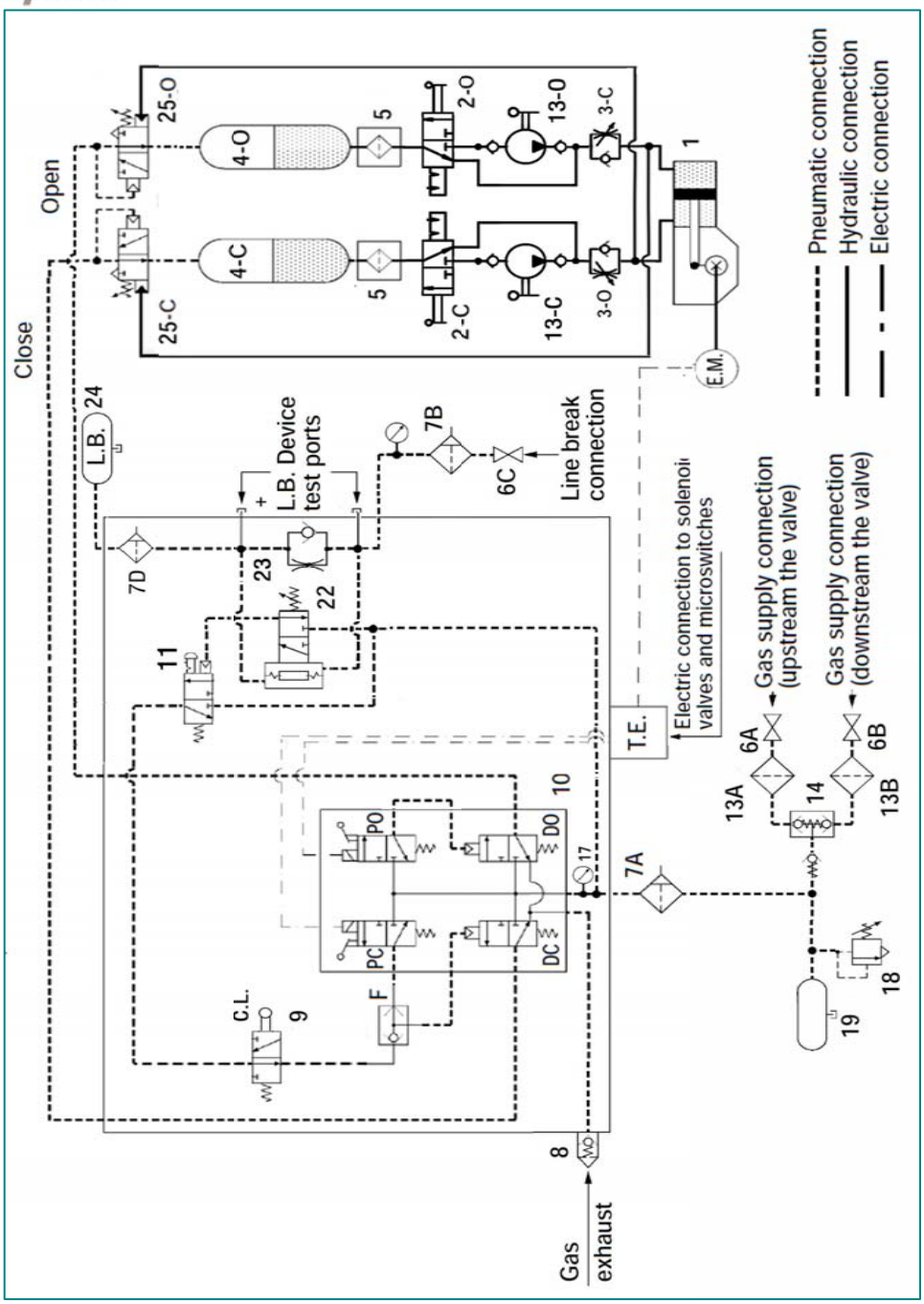
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۶C را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

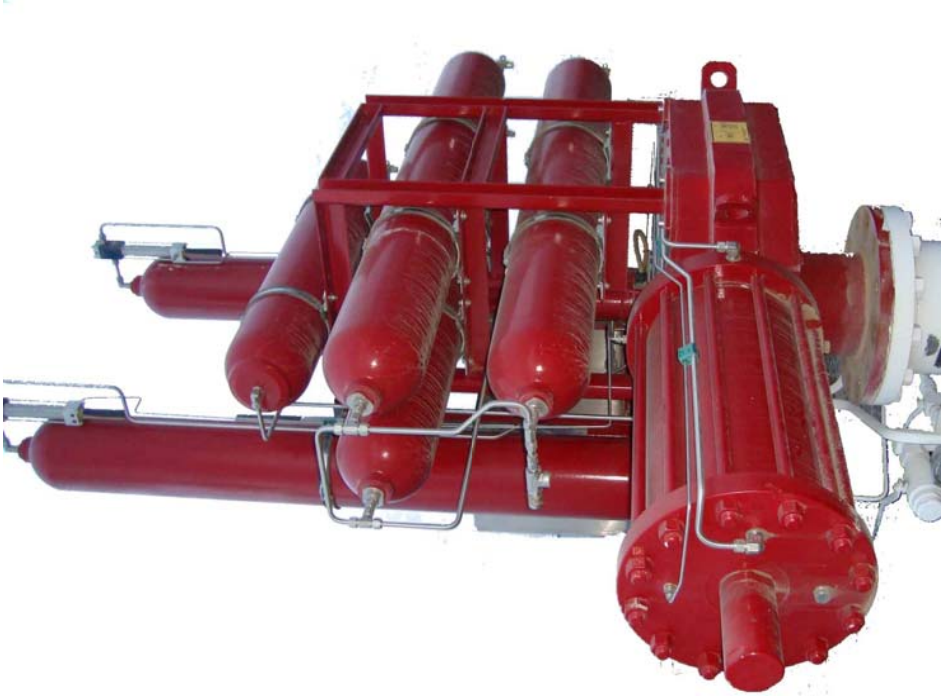
موارد ویژه

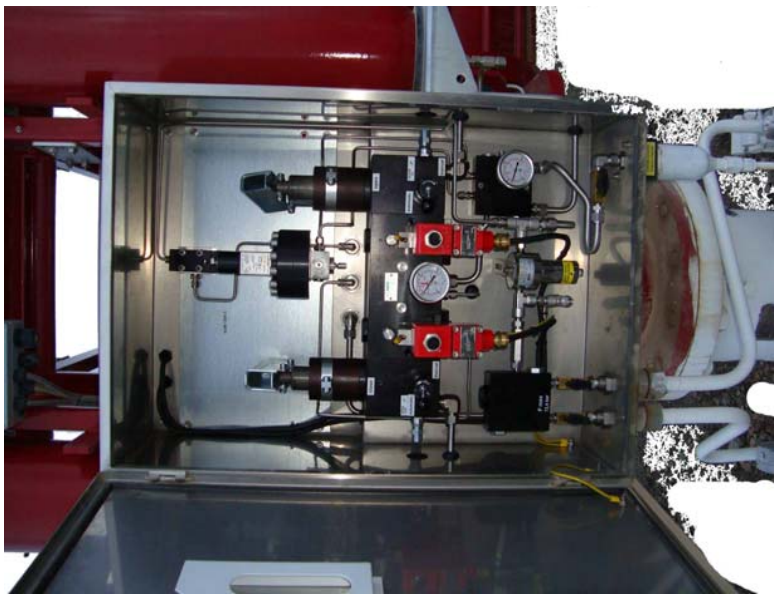
با بررسی مدارک و مستندات این شرکت الزام آن به استاندارد ۵۲۱۱ ذکر نشده است.

روتورک Rotork



شکل ۲۰-۴ – نقشه عمل‌کننده روتورک





شکل ۲۱-۴ – شکل عمل‌کننده روتورک

شرکت روتورک در سال ۱۹۴۵ با هدف فعالیت در زمینه تولیدات صنعت گاز و نفت در انگلستان شروع به کار کرده و اولین عمل‌کننده خود را در سال ۱۹۵۷ ساخت. مدار آن و شکل ظاهری عمل کننده در شکلهای (۲۰-۴) و (۲۱-۴) مشاهده می شود.

عملگر

عملگرهای روتورک از نوع یوغ بوده و تنظیم بازه حرکتی آن از طریق پیچهای انتهای دو سیلندر و محفظه یوغ انجام می گیرد. تنظیم سرعت آن نیز مشابه روش متداول سایر عملگرها از طریق شیرهای گلویی در خروجی صورت می‌گیرد.

سیستم جک دستی این عملگر مشابه "دی وی جی" توسط دو عدد شیر انتخابگر و دو عدد جک دستی انجام می‌پذیرد. اما شیر ایمنی پمپ هیدرولیک در نقشه مشاهده نمی شود.

در اینجا نیز شیر TLS از نوع نئوماتیکی مشابه طرح بی‌فی است که گفته شد شرکت بی‌فی حق انحصاری آنرا در اختیار دارد.

نمایشگرهای وضعیت یه شکل یک لوزی هستند. متاسفانه برخی نمایشگرهای وضعیت این عمل‌کننده بسیار نامناسب هستند. اولا؛ اندازه آنها بسیار کوچک است. ثانیا؛ نحوه نمایش وضعیت اصلا صحیح نیست به نحوی که در حالت باز بودن شیر، نمایشگر در زاویه ۴۵ درجه نسبت به راستای خط لوله قرار می‌گیرد و درحالتی که شیر بسته است با زاویه ۱۳۵ درجه نسبت به راستای خط لوله قرار می‌گیرد. ثالثا؛ بدلیل جادهی نامناسب تجهیزات، رویت نمایشگر بسیار سخت است. حتی ارتفاع کابین کنترل و نحوه قرارگیری مخازن طوری است که بایستی برای اطلاع از وضعیت شیر اصلی کاملا از مقابل کابین کنترل کنار رفته و دقیقا در بالای عملگر قرار گرفت تا نمایشگر را دید.

متاسفانه مخازن گازوروغن فاقد عمق‌سنج هستند.

قسمت کنترلی

انشعاب گاز خط لوله از طریق شیرهای بالادستی و پایین‌دستی اخذ و با عبور از شیرهای قطع ۶A,B فیلتر شده، و از طریق دابل چک ولو ۱۴ و چک ولو وارد مدار کنترلی می‌شود. یک انشعاب نیز به مخزن ذخیره اضطراری و دیگری به پاور لاین‌برک جهت استفاده در شرایط اضطراری می‌رود.

پس از فیلتراسیون مجدد، گاز پاور به سرهای ورودی شیرهای کنترلی اعمال می‌گردد. ساختار پوش‌باتنها و درایورهای بازوبسته کردن شیر اصلی مشابه بی‌فی و دی وی جی است. در صورت فشردن پوش‌باتن PC گاز پاور ورودی به سمت شیر F و از آنجا به سمت DC رفته و با تغییر وضعیت DC موجب هدایت نیروی گاز به سمت مخزن C-۴ رفته و شیراصلی را می‌بندد.

بازکردن شیر نیز بطریق مشابه با فشردن پوش‌باتن PO انجام پذیر است.

در عمل‌کننده روتورک و در ابعاد بزرگ، بجای یک مخزن ذخیره اضطراری با ابعاد بزرگ، از چندین مخزن اضطراری (بعضا تا ۷ عدد) با اندازه کوچکتر استفاده شده است که به یکدیگر متصل شده‌اند. مزیت این کار این است که آسیب یکی از مخازن باعث می‌شود صرفا آن مخزن از سرویس خارج شده و سایر مخازن سالم بماند و

همچنان توانایی تامین گاز مورد نیاز را دارند. اما تعداد زیاد مخازن[۱۳۶] باعث اشغال فضای زیادی می‌شود که مشکلات زیادی را دربردارد. حتی محل استقرار این مخازن با ارتفاع کم در بالای عملگر است که نامناسب است زیرا تعمیر احتمالی عملگر را با مانع روبرو خواهد کرد.

قطر تیوبها در عمل‌کننده روتورک بسیار کم است لذا زمان تخلیه گاز پس از هر بار بازکردن یا بستن شیر اصلی بسیار طولانی، تا حد چند دقیقه، و همراه با صدای بسیار بلند است.

سیستم لاین‌برک

سیستم لاین‌برک از نوع Dp/Dtect می‌باشد. سیگنال ورودی از طریق شیر شماره ۳۴ و سپس فیلتر ۳۷ وارد قسمت مشتق‌گیر می‌شود. متاسفانه در ورودی مخزن ذخیره لاین‌برک از فیلتر استفاده شده است که به نظر کار صحیحی نیست. زیرا در صورت گرفتگی این فیلتر، خود آن شبیه یک گلویی عمل کرده و عملکرد مشتق‌گیر را خراب می‌کند. حتی درغیراینصورت نیز با توجه به سوراخهای بسیار ریز فیلتر -که در حد میکرون هستند- احتمال به هم خوردن تنظیم سیستم بالاست.

شیر متصل به مقایسه‌گر ۲۲ از نوع ۳×۲N.C. است که درصورت عمل کردن سیستم لاین‌برک تغییر وضعیت داده گاز پاور ورودی به سر کنترلی شیر خارکی شماره ۱۱ می‌رسد. با تغییر وضعیت این شیر، گاز پاور ورودی آن به خروجی راه یافته و فرمان خروجی لاین‌برک صادر می‌گردد. گاز فرمان خروجی ۱۱ بایستی از مسیر لیمیت سوئیچ تحریک غلتکی ۹ عبور کرده و از طریق شیر F به درایور DC اعمال شده و مسیر بستن شیر خودکار را طی می‌کند.

پس از بسته شدن شیر خودکار، لیمیت سوئیچ ۹ تغییر وضعیت داده و مسیر گاز مسدود می‌شود. نتیجتا فرمان لاین‌برک از روی DC برداشته شده و گاز خروجی اش تخلیه می‌شود.

بحثی درباره یک ایراد فنی

متاسفانه این عمل‌کننده‌ها فاقد شیر ممانعت از بازکردن هستند و این مسئله باعث بروز مشکل در هنگام عمل کردن سیستم لاین‌برک می‌گردد. به تجربه مشاهده شده است که پس از بسته شدن کامل شیر خودکار در اثر عمل کردن سیستم لاین‌برک، بدون بازنشانی سیستم لاین‌برک، با فشردن پوش باتن PO شیراصلی تا حدود ۲۰ درجه باز می‌شود و سپس متوقف می‌گردد. دلیل این امر در ادامه می‌آید.

فرض کنید عمل کردن سیستم لاین‌برک باعث بسته شدن شیر خودکار شود. در این حالت با توجه به اینکه پس از بسته شدن شیر خودکار توسط سیستم لاین‌برک، لیمیت سوئیچ ۹ تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی لاین‌برک از روی DC برداشته می‌شود نیرویی بر روی مخزن و سیلندر و پیستون وجود ندارد. با فشردن پوش‌باتن PO شیر اصلی شروع به بازشدن خواهد نمود تا اینکه لیمیت سوئیچ ۹ به وضعیت عادی (غیر تحریک شده) بازگردد. سپس مسیر فرمان خروجی لاین‌برک از خروجی شیر ۱۱ و از درون لیمیت سوییچ ۹ برروی شیر DC برقرار شده و مخزن C-۴ پرفشار می‌گردد. آیا در این حالت شیر خودکار بلافاصله متوقف خواهد شد؟ واضح

---

[۱۳۶] معمولا در خطوط انتقال مایعات نیروی عامل توسط مخازن نیتروژن تحت فشار تامین می گردد. لذا بجای اینکه یک مخزن بـزرگ نیتروژن برروی عمل کننده نصب کنند، از مخازن با ابعاد استاندارد و کوچکتر استفاده می کنند تا در موقع لزوم بتوانند مخازن تخلیـه شـده را با مخازن پرفشار تعویض کنند.

است که تا زمانی که مخزن C-۴ کاملا پرفشار گردد و همچنین باتوجه به اینرسی حرکتی شیر خودکار به سمت باز شدن، شیر خودکار اندکی باز خواهد شد اما در ادامه چطور؟

می‌دانیم در عملگر روتورک نیروی حاصل از فرمان بسته شدن به مخزن C-۴ و نتیجتا به پشت پیستون اعمال می‌گردد و نیروی حاصل از فرمان بازکردن به مخزن O-۴ و نتیجتا به جلوی پیستون اعمال می‌گردد. لذا درصورت فشردن همزمان پوش باتنهای PO و PC دو فشار گاز یکسان به دوطرف پیستون اعمال می‌گردد اما همانطور که در بخش عملگرها گفته شد نیروی جلوی پیستون به اندازه $P \times A_m \times L_y \left/ \left(\cos\theta\right)^2 \right.$ بیشتر خواهد بود بنابراین در صورتی که گشتاور مورد نیاز شیر خودکار کمتر از این مقدار باشد شیر اصلی کاملا باز خواهد شد اما معمولا چنین نبوده و شیر اصلی پس از اندکی متوقف خواهد شد.

مجموعه این عوامل باعث می‌شود تا در این عملگرها با وجود عدم بازنشانی سیستم لاین‌برک، شیر تا ۲۰ درجه باز شود.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

باتوجه به نقشه (۳-۱۷) بازنشانی سیستم از طریق شیر خارکی ۱۱ انجام می‌گیرد.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

متاسفانه نمودارها و منحنیهای لاین‌برک این شرکت در دسترس نیست. لذا بایست با روش آزمون و خطا تنظیمات را انجام داد.

همچنین در مدلهای ساخته شده تنظیم لاین‌برک علاوه بر اینکه از طریق فنر مقایسه‌گر قابل انجام است، باتغییر قطر حفره شیر گلویی ۲۳ قابل انجام است.

برای تست سیستم لاین‌برک نیز با توجه به عدم وجود شیر مستقل جهت انجام این کار، با باز کردن شیر تخلیه فیلترهای ورودی لاین‌برک ۷B می‌توان این سیستم را تست نمود.

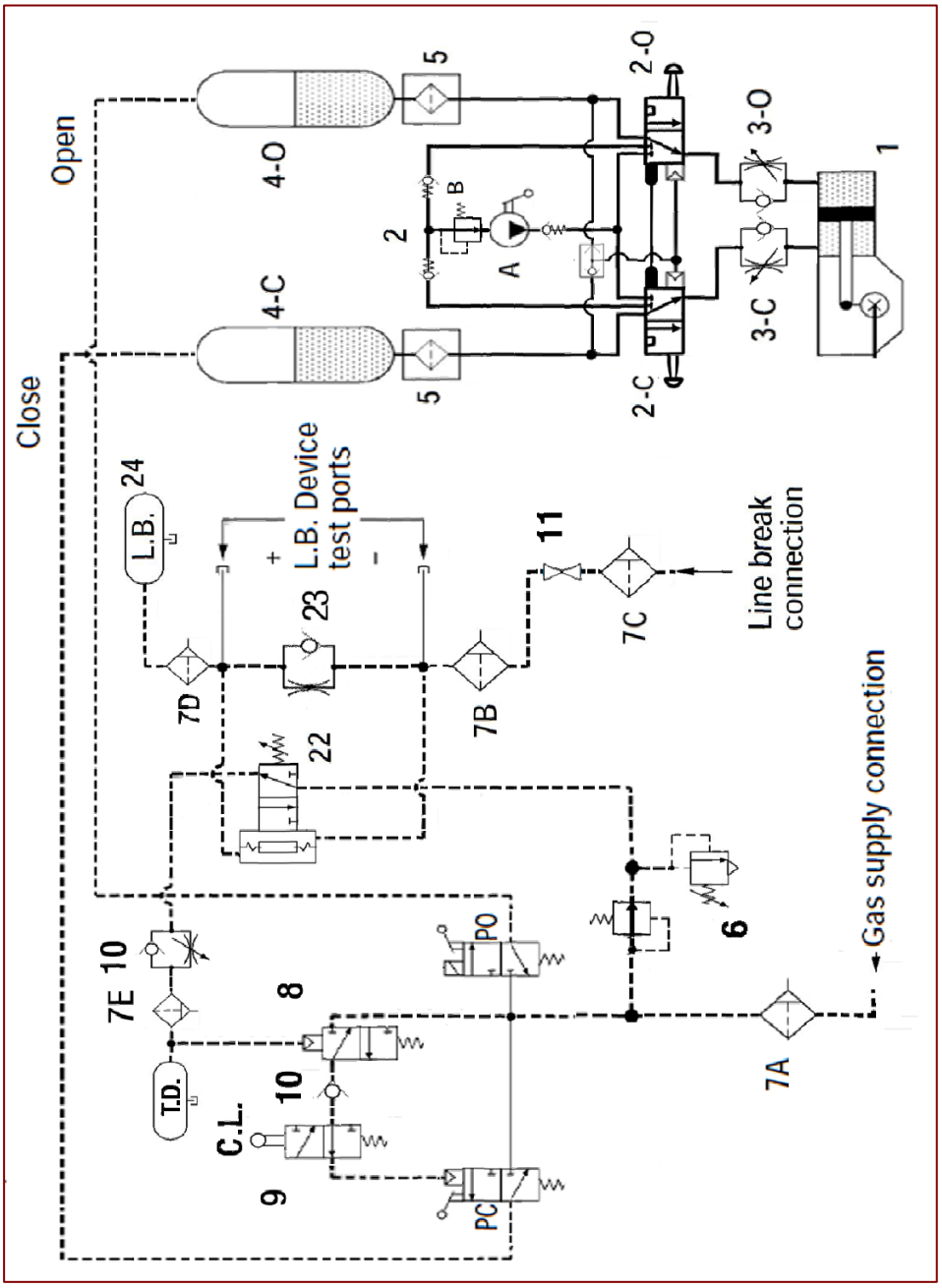
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۶C را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

موارد ویژه

شرکت PC-INTERTECHNIC که توسط شرکت روتورک خریداری شده است دارای طرحهای یکسان با روتورک است. لذا تقریبا تمامی موارد ذکر شده درباره روتورک درمورد این شرکت نیز صادق است. البته برخی ایرادات در طرحهای اولیه این شرکت وجود دارد که جهت امتناع از اطاله بحث از ذکر آنها خودداری می‌گردد.

بتیس Bettis



شکل ۲۲-۴ – نقشه عمل‌کننده بتیس

شکل ۲۳-۴ – شکل عمل‌کننده بتیس، بالا – سیستم لاین برک، پایین

شرکت بتیس کانادا تولیدکننده عمل‌کننده شیرآلات، که در سال ۱۹۲۹ تاسیس شد زیرمجموعه گروه امرسون است.

نقشه عمل‌کننده آن در شکل (۲۲-۴) و شکل ظاهری آن در شکل (۲۳-۴) نشان داده شده است.

ضعیفترین نوع عمل‌کننده‌های این شرکت با وزن ۶۸kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۷,۰۰۰Nm در ابعاد [۸۷۵mm×۹۹۰×۸۱۳] و قویترین نوع آن وزنی معادل ۳۰۲۰kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۶۷۰,۰۰۰Nm در ابعاد [۱۸۰۵×۱۳۷۰×۳۲۰۰] است . تعداد دفعات مورد نیاز جک زدن نیز از ۵ تا ۴۷۰ دفعه برای این دو مدل متغیر است.

عملگر

ساختار سیلندر و پیستون بتیس مشابه سایر عملگرها مخصوصا شوک Type G است. سیلندرهای عملگر بتیس در فاصله میان ساقه شیر اصلی و کابین کنترلی قرار دارد. بازه حرکتی شیر اصلی از طریق پیچهای تنظیم در دو انتهای سیلندر قابل تنظیم است که نسبتا بزرگ بوده و از ۱۰- تا ۱۰+ درجه را شامل می‌گردد.

ساختمان اعمال نیروی روغن به سیلندر و پیستون کاملا مشابه شوک Type G است. تنها تفاوت در این است که در اینجا چک ولو ورودی جک دستی دو عدد شده و در دو شاخه ورودی جا داده شده است. در عوض شیرهای ایمنی شوک در اینجا تبدیل به یک شیر شده و در مسیر ورودی روغن جک دستی قرار گرفته است. همچنین نیروی ناشی از ورودیهای نیوماتیک در شیر F در اینجا تبدیل به نیروی هیدرولیکی شده است. لذا با فشردن یکی از پوش باتنها یا ارسال فرمان لاین برک، شیر انتخابگر خودبخود در حالت اتوماتیک قرار می گیرد.

شیر انتخابگر در این طرح با دو شیر C-۲ و O-۲ جایگزین شده است. اگر یکی از پوش‌باتنها فشرده شده یا سیستم لاین‌برک عمل کرده باشد این دوشیر در وضعیت اتوماتیک قرار می‌گیرند و روغن از مخزن گازوروغن به سمت سیلندر سرازیر می‌شود. با فشردن اهرم C-۲ حالت بستن شیر اصلی با استفاده از جک دستی انتخاب می‌گردد و با فشردن اهرم O-۲ حالت باز کردن شیر اصلی با استفاده از جک دستی انتخاب می‌گردد. دقت کنید که نمی‌توان همزمان این دو اهرم را در وضعیت دستی قرار داد و اگر یکی را فشار بدهیم تا در حالت دستی قرار گیرد خودبخود، دیگری از حالت دستی خارج می‌گردد.

با توجه به نحوه استقرار شیرهای O, C-۳ می‌فهمیم کنترل سرعت در اینجا برخلاف سایر عمل‌کننده‌ها در ورودی سیلندرها انجام می‌گیرد. مزیت این سیستم کنترل بیشتر حرکت و اعمال فشار کمتر -صرفا تا حد مورد نیاز شیر- نسبت به حالت متداول جهت چرخش توپی شیر است. در قسمت عمل‌کننده بی‌فی راجع به ترکیب متداول کنترل سرعت توضیحاتی داده شد. دو ایراد این ترکیب این است که اولا؛ باتوجه به اینکه روغن به آرامی وارد سیلندر می‌شود شروع حرکت کمی‌کندتر است. ثانیا؛ اینکه عدم یکنواختی حرکت شیر را ممکن است داشته باشیم و این از معایب این ساختار در کلیه مدارات هیدرولیک است. لذا کنترل سرعت نیز بصورت مناسبی انجام نمی‌گیرد. تصور کنید شیر اصلی بسته است. با فشردن PO فشار روغن پشت پیستون به مقدار مطلوب رسیده (که گشتاور معادل آن برابر BTO است). سپس شیر اصلی به یکباره شروع به تغییر وضعیت می نماید. در این حالت باتوجه به اینکه در سمت مقابل، مانعی برای برگشت روغن وجود ندارد و گشتاور مورد نیاز طول مسیر مقدار کمتری است، ممکن است پیستون به یکباره حرکت پرشی داشته باشد و حتی پس از آن برای لحظه‌ای متوقف گردد.

در صورتی که انتخابگرها در حالت دستی قرار داده شود در این حالت توسط جک دستی می‌توان شیر را تغییر وضعیت داد. دقت شود که برای باز یا بسته کردن شیر اصلی، یکی از انتخابگرها را بایستی در وضعیت دستی قرار داده و دیگری خودبخود در حالت اتوماتیک قرار می گیرد.

یک نکته مبهم در محل قرارگیری شیر ایمنی در اینجا وجود دارد. با فشردن جک، فشار روغن خروجی در حد فاصل چک ولوهای ورودی تا مسیر خروجی پمپ دستی تقسیم می‌گردد و لذا درصورتی که این نیرو بیش از اندازه باشد شیر ایمنی عمل کرده و از اعمال روغن پرفشار به ماقبل خود جلوگیری می‌کند که لزومی ندارد. اما در مورد خروجی شیر ایمنی چطور؟ باتوجه به نقشه ترسیم شده در این مورد عملا کاری انجام نمی‌دهد و نیروی مازاد روغن به سیلندر و پیستون اعمال خواهد شد. حال اگر تصور کنیم که جای جک دستی و شیر ایمنی عوض شود در اینصورت با اعمال نیروی مازاد توسط جک دستی این شیر عمل کرده و مانع از انتقال نیروی مازاد به سیلندر می‌گردد.

امروزه بطور معمول، شیر ایمنی جک دستی به عنوان یک مسیر کنارگذر جک استفاده می‌شود (همانند بی‌فی) تا درصورت اعمال نیروی مازاد، مسیر این شیر باز شده و کل مجموعه محافظت گردد. اما با ساختار فعلی بتیس، صرفا قسمتهای خروجی شیر ایمنی محافظت می‌شوند.

متاسفانه جک دستی عملگر در زیر کابین کنترلی جای گرفته است که معمولا در ارتفاع نیم متری از سطح زمین قرار می‌گیرد. واضح است که در این شرایط، جک زدن توسط بهره‌بردار آسان نیست.

این سیستم فاقد TLS می‌باشد که یک نقص می‌باشد که طبق مستندات بتیس، درصورت سفارش، نوع هیدرولیکی آن قابل افزودن به سیستم می‌باشد.

نمایشگر عملگر آن همانند ولویتالیا به شکل یک لوزی قرمز رنگ است.

قسمت کنترلی

پاور گاز ورودی عمل‌کننده پس از فیلتر شدن دو شاخه می‌شود. یک شاخه توسط رگولاتور افت فشار داده شده و به سمت مدار فرمان سیستم لاین‌برک هدایت می‌شود و دیگری به سمت مدار کنترل می‌رود. متاسفانه جهت باز و بسته کردن شیراصلی، نیروی حاصل از فشار گاز ورودی مستقیما توسط پوش‌باتنهای PC و PO به مخازن ۴- O, C منتقل می شود که کار صحیحی نیست.

سیستم لاین‌برک

ساختار سیستم لاین‌برک این شرکت مخلوطی است از سیستمهای لاین برک ولویتالیا، لدین و واستاش که البته یک تفاوت عمده هم با آنها دارد اینکه در اینجا بصورت پیش فرض، مسیر شیر مقایسه‌گر باز است بعلاوه اینکه یک مدار دلخواه[۱۳۷] و قابل سفارش به منظور "تاخیر در پاسخ لاین‌برک" نیز وجود دارد.

سیگنال ورودی لاین‌برک طی دو مرحله فیلتر شده و از شیر قطع ورودی عبور می‌کند و وارد مشتق‌گیر می‌شود. در اینجا نیز گاز ورودی به مخزن لاین‌برک فیلتر می‌شود که معایب آن در زیربخش روتورک گفته شد.

مقایسه‌گر در حالت عدم تحریک قرار دارد. در این حالت گاز رگوله شده تا ۱۰۰psi از داخل مقایسه‌گر عبور کرده و از مسیر مدار تاخیر در فرمان نیز می‌گذرد و شیر شماره ۸ را در حالت تحریک شده قرار می‌دهد. رگوله

[۱۳۷] Optional

کردن گاز باعث می‌شود تا تجهیزات مورد استفاده در فشار کمتری کار کنند لذا هزینه ساخت تجهیزات بسیار کمتر خواهد شد. اما به هرحال اگر حساسیت کار عمل‌کننده‌های خودکار و احتمال خطا در سیستم را درنظر بگیریم به این نتیجه خواهیم رسید که هزینه خسارت احتمالی بسیار بیشتر از صرفه جویی انجام گرفته خواهد بود.

در صورت تشخیص ترکیدگی، مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و لذا گاز خروجی آن، باتوجه به وجود مدار تاخیر در فرمان قطع، به آرامی شروع به تخلیه می‌کند. در مسیر برگشت گاز خروجی بایستی مخزن سیستم تاخیر زمانی تخلیه شود لذا با توجه به جهت چک ولو تنها مسیر مجاز شیر گلویی ۱۰ می‌باشد که با تنظیم میزان باز بودن این شیر می‌توان سرعت تخلیه و نتیجتا زمان تاخیر زمانی را تغییر داد.

اگر تا پایان زمان تحریک مقایسه‌گر مخزن تاخیر زمانی تخلیه شد آنگاه شیر شماره ۸ تغییر وضعیت داده و با راهیابی گاز به خروجی اش، از شیر شماره ۹ نیز عبور کرده و با واردشدن به سر کنترلی PC فرمان بسته شدن شیر را صادر می‌نماید. درغیراینصورت، اگر در حین تخلیه شدن مخزن .T.D اختلاف فشار دو سر مقایسه‌گر کمتر از حد تنظیمی‌شود، شیر مقایسه‌گر به حالت سابق برگشته و فرمانی صادر نمی‌شود. همچنین مجددا مخزن .T.D پر می‌شود و سیستم تثبیت می‌گردد.

در اینجا نیز شبیه واستاش جهت قطع جریان گاز در هنگام بسته شدن شیر از شیر لیمیت سوییچ ۹ استفاده شده است. همچنین مشابه بی‌فی، از چک ولو ۱۰ جهت قفل کردن فرمان خروجی استفاده شده است. البته این مکانیزم یک ایراد بسیار بزرگ دارد زیرا در اینجا هیچ تمهیدی برای ممانعت از بازکردن شیر در هنگام عمل کردن لاین‌برک اندیشیده نشده است. لذا بعد از عمل کردن سیستم لاین‌برک، در صورت فشردن پوش‌باتن PC ، همانند عمل کننده روتورک، شیر خودکار تا حدودی باز خواهد شد زیرا پس از بسته شدن شیر خودکار در نتیجه فرمان لاین‌برک، بدلیل تغییر وضعیت لیمیت سوییچ ۹ فرمانی روی پوش‌باتن PC وجود ندارد. بنابراین با فشردن PO شیر خودکار کمی باز می‌شود تا دوباره لیمیت سوییچ ۹ تغییر وضعیت دهد. در این حالت، توپی شیر خودکار، تازمانی که مخزن C-۴ کاملا پرفشار گردد و همچنین باتوجه به اینرسی حرکتی شیراصلی به سمت بازشدن، شیر خودکار دوباره اندکی باز خواهد شد تا دو نیروی تقریبا معادل در دو سر سیلندر و دو طرف پیستون قرار گیرند. لذا حتما شیر چند درجه باز شده و یک مسیر باریک از فلو وجود خواهد داشت.

یک سوال: در صورتیکه عامل افت فشار در خط لوله از بین رفته باشد، آیا با رها کردن PO مجددا شیر کاملا بسته خواهد شد؟

برای پاسخ به این سوال بایست سوال دیگری مطرح کرد: در حین بسته شدن شیر خودکار توسط سیستم لاین‌برک فضای بین چک ولو ۱۰ پوش‌باتن PC مملو از گاز ۱۰۰psi شده است پس از بسته شدن شیراصلی و تغییر وضعیت لیمیت سوییچ ۹ ، گاز بین لیمیت سوییچ ۹ و پوش‌باتن PC از طریق ونت لیمیت سوییچ تخلیه می‌شود اما گاز محبوس بین خروجی چک ولو ۱۰ و ورودی لیمیت سوییچ ۹ ، تخلیه نخواهد شد. چگونه می‌توان این گاز را تخلیه کرد؟ در صورت عدم تخلیه این گاز آیا با فشردن پوش‌باتن PO آیا شیراصلی باز می‌شود یا نه؟ شاید یک روش تخلیه این گاز، تحریک دستی مداوم لیمیت سوییچ باشد. با فشردن غلتک شیر ۹ گاز جلوی چک ولو ۱۰ تا ورودی ۹ به فضای بین لیمیت سوییچ و سر تحریک PC راه می‌یابد و لذا به مقداری بسیار کمتر از میزان اولیه (مثلا ۴۰psi) افت فشار پیدا می‌کند. با رها کردن غلتک گاز خروجی شیر ۹ تخلیه می‌گردد. با انجام چندباره این کار، کل گاز تخلیه می‌شود.

بنابراین در پاسخ به سوال اول بایست گفت علیرغم افت فشار گاز خروجی چک ولو، با رها کردن PO شیر خودکار بسته خواهد شد اما اگر چندبار همین رویه را ادامه دهیم یعنی چند بار PO را فشار دهیم تا شیر خودکار کمی باز شود و سپس رها کنیم نهایتا فشار این گاز نیز تخلیه خواهد شد . بالاخره شیر خودکار باز خواهد شد.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

باتوجه به نقشه (۲۲-۴) واضح است که پس از برطرف شدن افت فشار تمامی ادوات سیستم لاین‌برک به حالت اولیه بازگشته و نیازی به بازنشانی هیچیک نیست.

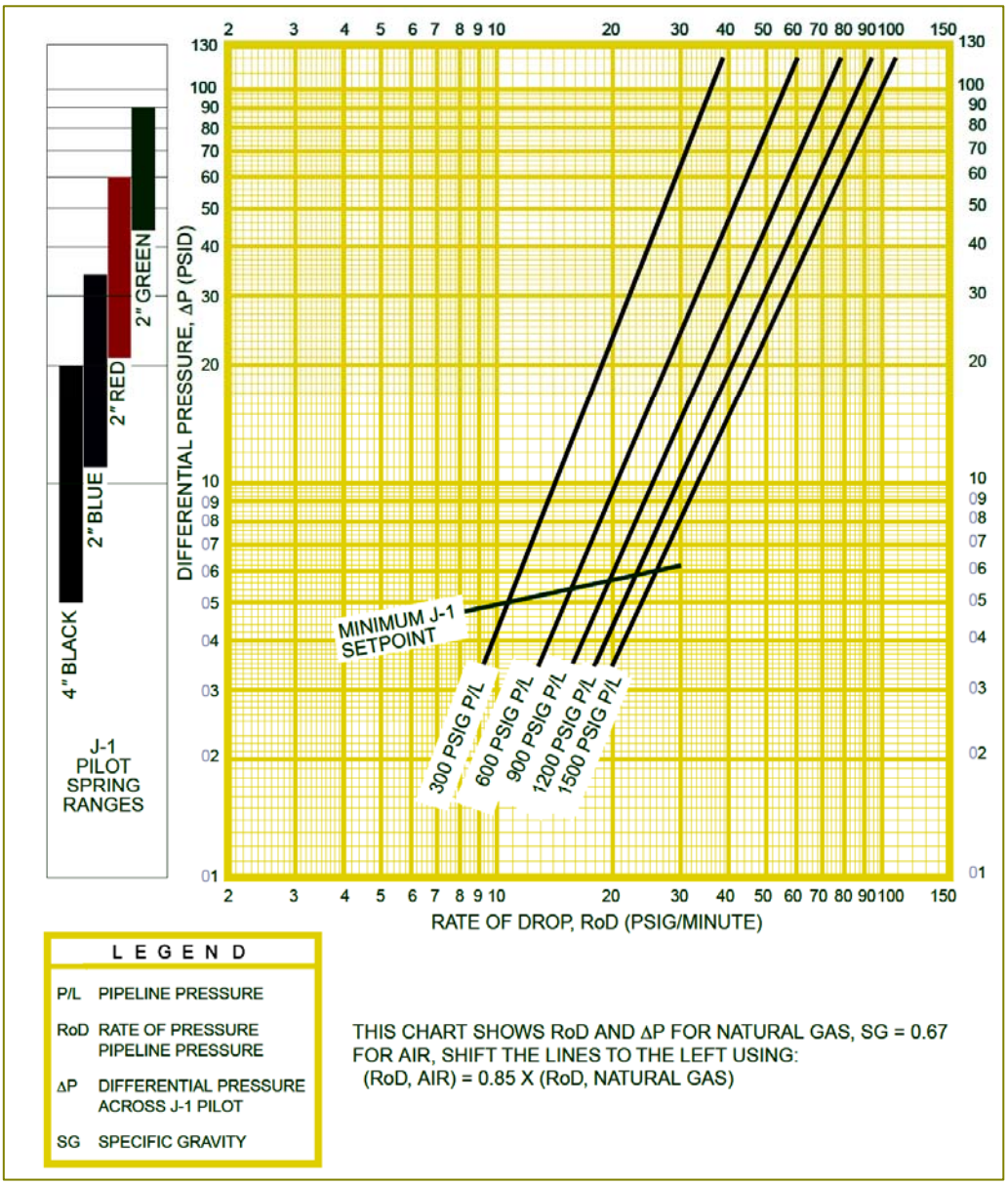
تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

شکل (۲۴-۴) نمودارهای تنظیم لاین‌برک بتیس را نشان می‌دهد. نکته قابل ذکر در این نمودارها این است که همانند بی‌فی، علاوه بر تنظیم مناسب فنر مقایسه‌گر، باتوجه به نوارهای موجود در ستون سمت چپ، بایستی اریفیس مناسب نیز انتخاب گردد.

برای تست سیستم لاین‌برک نیز با توجه به عدم وجود شیر مستقل جهت انجام این کار، با باز کردن شیر تخلیه فیلترهای ورودی لاین‌برک ۷B می‌توان این سیستم را تست نمود.

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

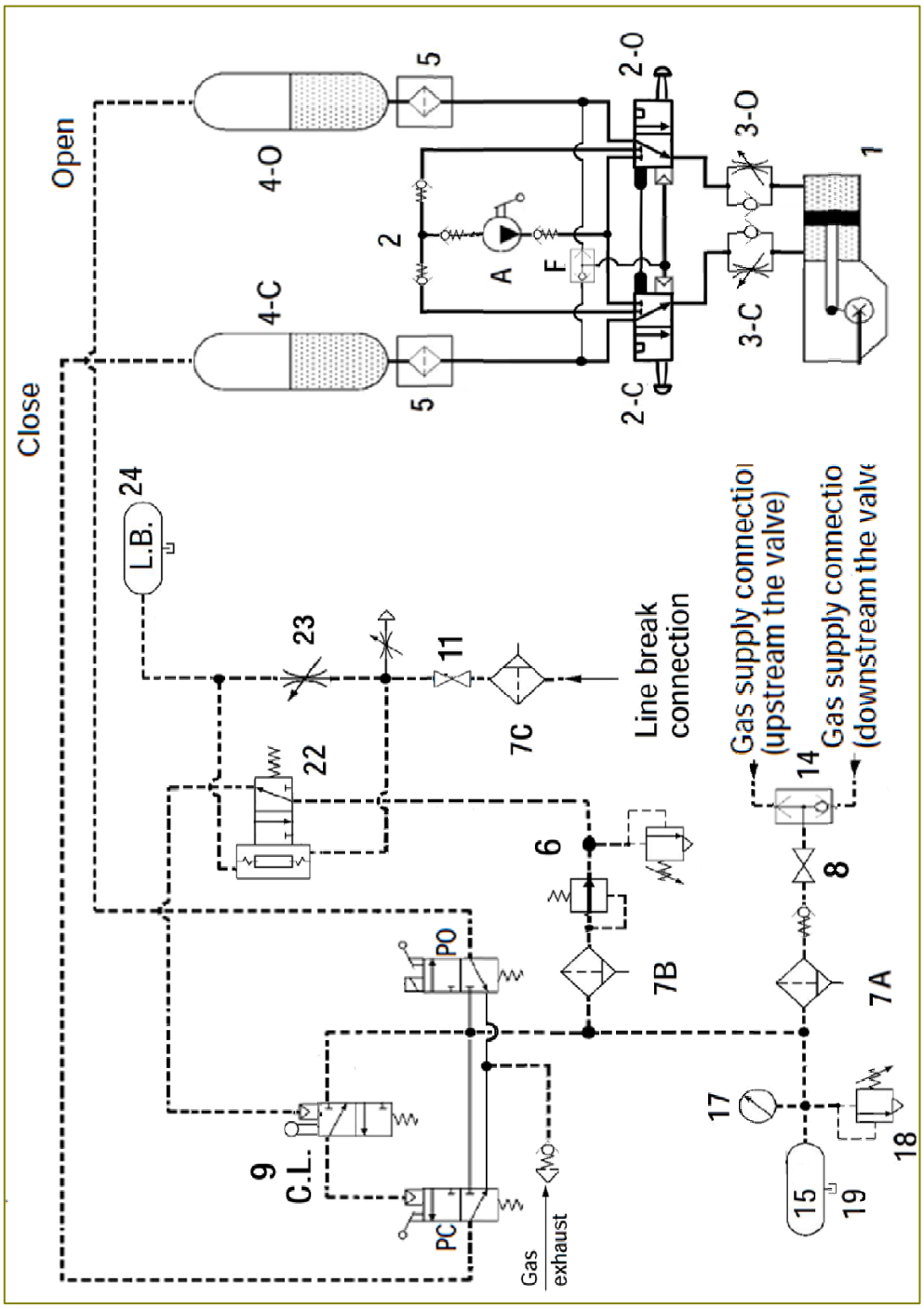
برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۱۱ را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.



شکل ۲۴-۴ – نمودارهای تنظیم سیستم لاین برک بتیس

Shafer®

شفر Shafer



شکل ۲۵-۴ – نقشه عمل‌کننده شفر مدل S-۸۳۳۳

شکل ۲۶-۴ – شکل عمل‌کننده شفر

عمل‌کننده‌های شفر همانند بتیس، زیرمجموعه گروه امرسون و از عمل‌کننده‌های قدیمی با تجربه ۶۰ ساله در زمینه تولید عمل‌کننده‌های شیرآلات است که محل کارخانه آن در کشور آمریکا می‌باشد.
ویژگی خاص شفر این است که عملگرهای آن، برخلاف سایر انواع گاز روی روغن، از نوع چرخ آسیابی می‌باشد.
شکل (۲۵-۴) نقشه عمل‌کننده و شکل (۲۶-۴) ظاهر آنرا نشان می‌دهد. ساختار عمل‌کننده‌های جدیدتر شفر دارای اصلاحاتی نسبت به مدلهای قدیمی‌تر می‌باشد لذا در اینجا صرفا مدل S-۸۳۳۳ را شرح می‌دهیم.

عملگر

ساختمان عملگرهای چرخ آسیابی به طور کامل در قسمت عملگرها شرح داده شده است. شرکت شفر حق انحصاری عملگر چرخ آسیابی به شماره ۲,۸۳۶,۱۹۲ امریکا را بنام "H.J.Shafer" در اختیار دارد و شرکت دیگری بدون کسب اجازه، حق استفاده از این طرح را ندارد. توضیحات ارائه شده در قسمت عملگرهای چرخ آسیابی کاملا منطبق بر عملگر شفر است.
شکل (۳-۲۵) نقشه عمل‌کننده شفر را نشان می‌دهد. البته ارتباطات و تیوبینگ مدار واقعی اندکی پیچیده تر است که جهت جلوگیری از ابهام در نقشه خوانی از ترسیم آنها خودداری شده است.
ساختمان مدار هیدرولیک عملگر بسیار شبیه به شوک Type G و بتیس است. اعمال نیروی روغن توسط دو عدد شیر انتخابگر به طرفین پیستون امکان پذیر است. مهمترین تفاوت این ساختار با طرح شوک، در این است که شیر شاتل ولو F از نوع هیدرولیکی بوده و ورودیهای آن روغنهای زیر دو مخزن C-۴ و O-۴ هستند.
شیر انتخابگر دارای دو انتخاب حالت اتوماتیک و دستی است. درصورتی که حالت دستی را انتخاب کرده باشیم با جک زدن شیر بسته یا باز می‌شود. سپس در صورت فشردن پوش‌باتن PC یا PO شیرهای انتخابگر از طریق شیر F بصورت خودبخودی به حالت اتوماتیک رفته و شیر را بسته یا باز می‌کنند.
عملگرشفر فاقد هرگونه TLS است.

قسمت کنترلی

مدار کنترل شباهتهایی به عمل‌کننده بتیس دارد الا اینکه سیستم تاخیر در فرمان را ندارد.
گاز پاور عمل‌کننده توسط یک شیر شاتل ولو از دو طرف شیراصلی اخذ شده و پس از عبور از شیر قطع و چک ولو فیلتر می‌شود. گاز پاور سپس سه شعبه می‌شود. یک سر به مخزن ذخیره اضطراری، یک سر به پوش‌باتنها و شیر ۹ ، و یک سر نیز پس از فیلتر شدن و رگوله شدن به سمت پاور مقایسه‌گر می‌رود.
با فشردن هرکدام از پوش‌باتن‌های PC یا PO پاور ورودی مستقیما بر روی کپسول گاز و روغن اعمال شده و شیر تغییر وضعیت می‌دهد. بنابراین درایور برای جریان و فشار گاز وجود ندارد.

سیستم لاین‌برک

سیستم عمل‌کننده خودکار در اینجا نیز از نوع Dp/Dtect است اما فاقد چک ولو می‌باشد.
ورودی سیگنال لاین‌برک پس از فیلتر شدن وارد قسمت مشتق‌گیر می‌شود. در حالت عادی مسیر گاز پاور شیر مقایسه‌گر ۲۲ باز بوده و گاز رگوله شده به خروجی آن راه دارد. این گاز به سمت شیر لیمیت سوئیچ تحریک نئوماتیکی رفته و موجب بسته شدن آن می‌گردد لذا این شیر در حالت عادی بسته است. فرمان خروجی لاین‌برک از محل همین شیر صادر می‌شود.

در صورت تشخیص ترکیدگی خط لوله شیر مقایسه‌گر ۲۲ تغییر وضعیت داده، گاز خروجی آن تخلیه می‌شود. لذا فرمان نیوماتیکی از روی شیر شماره ۹ نیز برداشته شده و این شیر تغییر وضعیت می‌دهد. نتیجتا پاور ورودی آن به خروجی راه یافته، فرمان لاین‌برک صادر می‌گردد. فرمان لاین‌برک پس از اعمال به سر کنترلی شیر PC نهایتا باعث بسته شدن شیر اصلی می‌شود. پس از بسته شدن شیراصلی، لیمیت سوییچ ۹ عمل کرده و مجددا به وضعیت عادی بازمی‌گردد و لذا شیر PC نیز به حالت عادی بازگشته و گاز روی مخزن C-۴ از طریق این شیر تخلیه خواهد شد.

با توجه به ساختار سیستم لاین‌برک مشاهده می‌شود طرح شفر فاقد قفل سیستم لاین‌برک و شیر ممانعت از بازکردن است. لذا در اینجا نیز پیش از بازنشانی سیستم لاین‌برک با فشردن پوش‌باتن PO احتمالا شیر خودکار تا حدی باز خواهد شد که بسیار خطرناک خواهد بود.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

باتوجه به اینکه هیچگونه قفلی برای سیستم لاین‌برک وجود ندارد لذا بازنشانی بصورت خودبخودی پس از برطرف شدن افت فشار انجام می‌گیرد.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

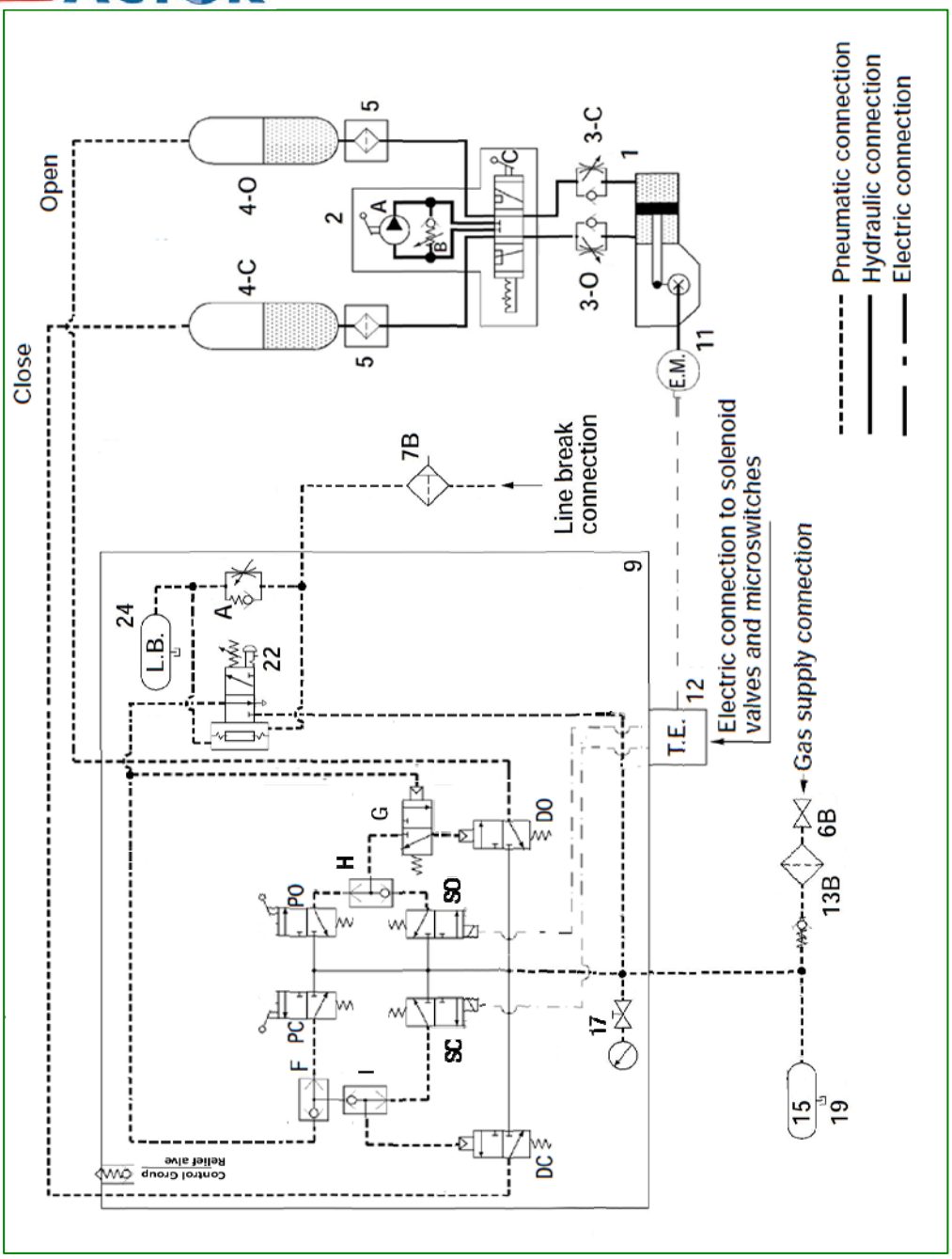
متاسفانه نمودارها و منحنیهای تنظیم سیستم لاین‌برک این شرکت دردسترس نیست و بایستی از روشهای آزمون و خطا نقطه تنظیم را یافت.

تست سیستم لاین‌برک نیز، با باز کردن شیر گلویی ۱۰ صورت می‌پذیرد.

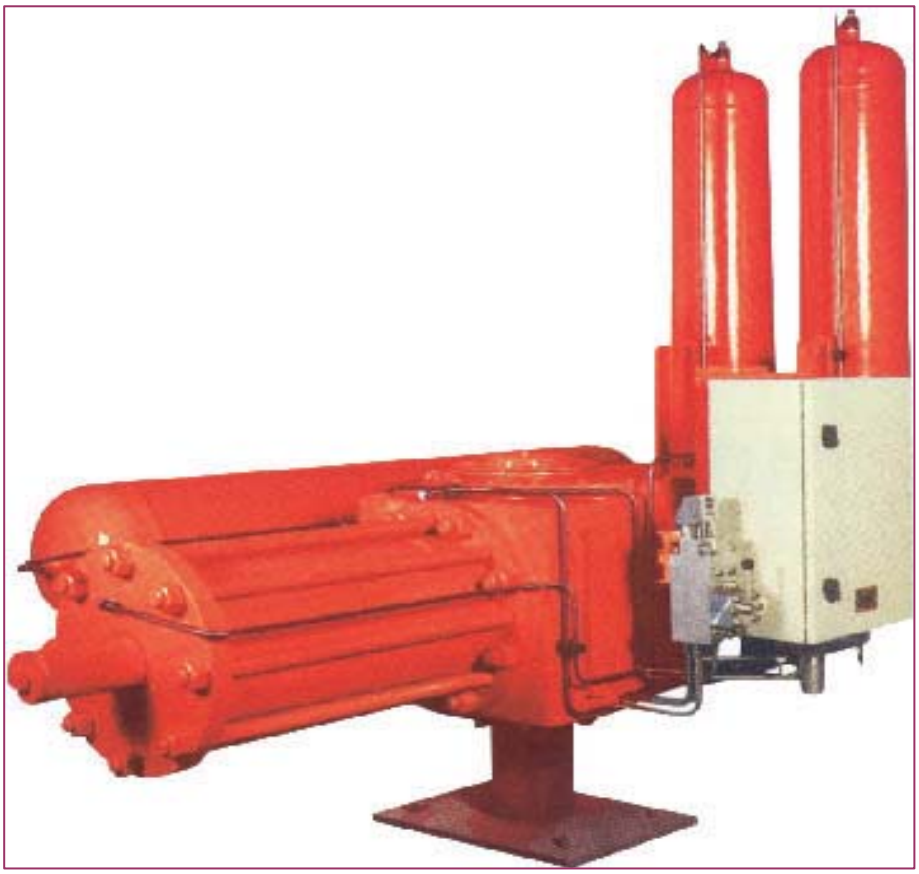
غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر ۸B را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

ساراسین Sarasin



شکل ۲۷-۴ – نقشه عمل‌کننده ساراسین



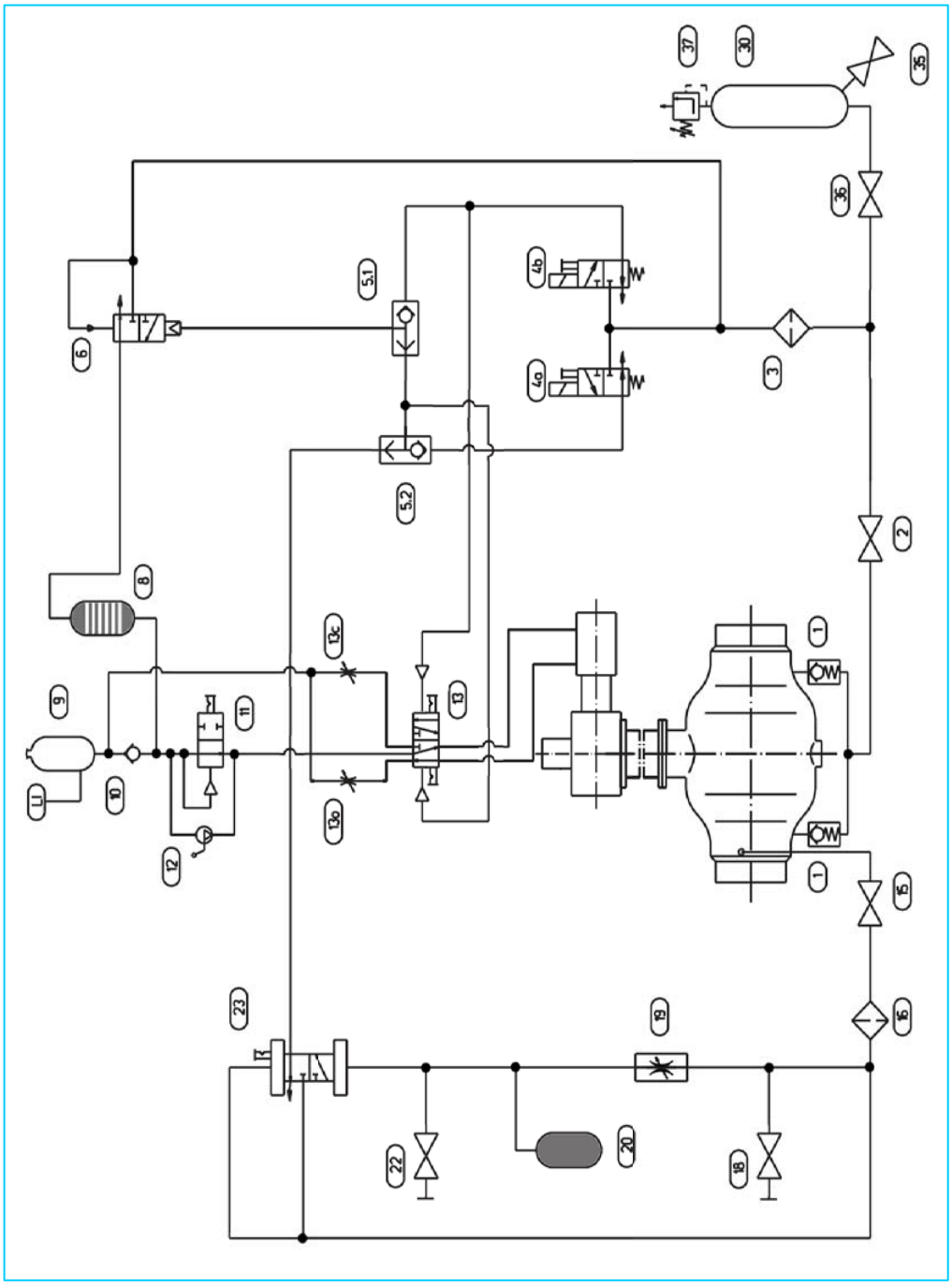
شکل ۲۸-۴ –نمای عمل‌کننده ساراسین

باتوجه به ساختار عمل‌کننده‌هایی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفته‌اند، می‌توانید نقشه این عمل‌کننده را کاملا مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و معایب و مزایای آنرا استخراج نمایید.بنابراین باعنایت به اینکه عمل‌کننده ساراسین به ندرت در خطوط لوله انتقال گاز ایران استفاده شده است از توضیح نقشه شکل (۲۷-۴) و مشخصات این عمل‌کننده صرفنظر می‌گردد و صرفا برخی نکات قابل توجه ذکر می‌شود.

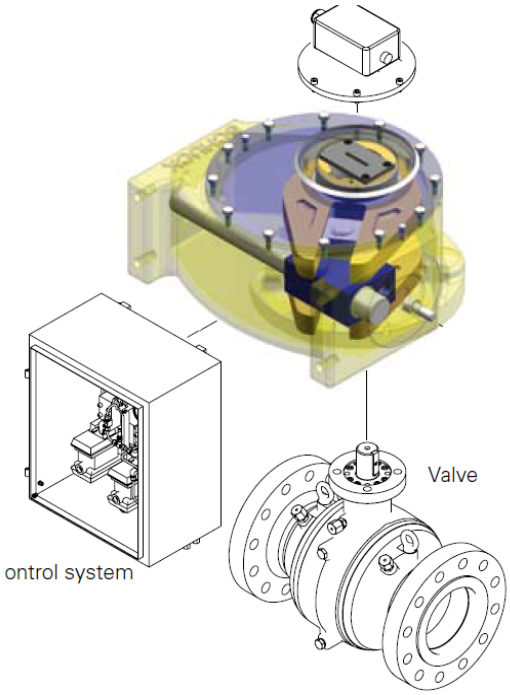
یوغ عملگر از دو نوع متقارن و مورب ساخته می‌شوند. نقاط تنظیم محدوده حرکت در انتهای سیلندرها قرار گرفته و نمایشگر به شکل لوزی کشیده است. مدار کنترل دارای محفظه مخصوص است. نکته قابل توجه استفاده از دو شیر اهرمی کوچک (بجای پوش‌باتن) برای باز و بسته کردن شیراصلی می‌باشد. سیستم لاین‌برک آن مشابه بی‌فی بوده اما تنظیم آن از طریق شیر گلویی و نیز مقایسه‌گر (هردو) قابل انجام است همچنین قفل فرمان سیستم لاین‌برک نیز برروی مقایسه‌گر قرار دارد. قفل باز کردن از طریق یک شیر ۳×۲ (G) در مسیر خروجی مدار باز کننده شیر -که توسط فرمان لاین‌برک کنترل می‌شود- انجام می‌گیرد.

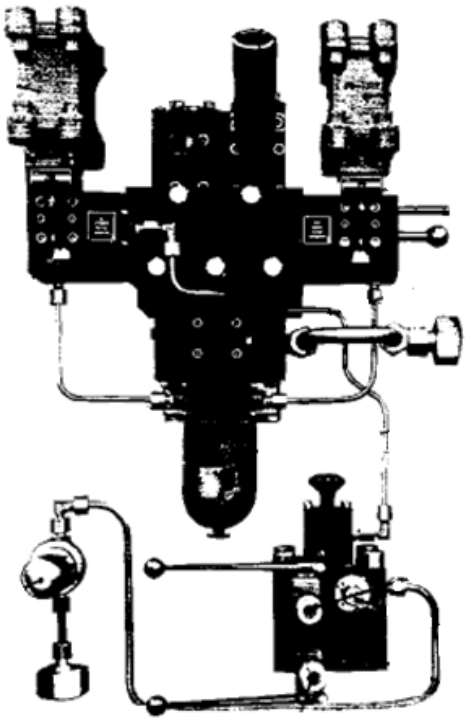
این عمل‌کننده فاقد شیر TLS است.

بورسیگ Borsig



شکل ۴-۲۹ – نقشه عمل‌کننده بورسیگ A۶-۱h-۰Q





شکل ۳۰-۴ –نمای عمل‌کننده بورسیگ

شرکت بورسیگ تولید کننده شیر و عمل‌کننده‌های خطوط انتقال گاز است که در سال تاسیس شده و تا سال ۱۹۹۶ به کار خود ادامه داد. در این سال با خریدن امتیاز این شرکت، توسط شرکت شوک، عملا نام بورسیگ از لیست تولید کنندگان عمل‌کننده و شیر حذف گردید. شرکت شوک در ابتدا در سال ۱۹۷۲ در آلمان در یک کارگاه کوچک تاسیس شده بود که بعدها با توسعه این شرکت و خرید شرکت بورسیگ، وارد جرگه تولید کنندگان عمل‌کننده گردید که اکثرا عمل‌کننده‌های این شرکت برروی شیرهای ساخت خود شرکت شوک نصب می‌گردد.

شیرها و عمل‌کننده‌های Borsig سری Supertorc مدلهای Type A جزء عمل‌کننده‌های پرتعداد در خطوط انتقال گاز ایران است. حتی پس از فروش امتیاز این شرکت به شرکت شوک نیز این مدلها با تغییرات اندکی همچنان ارائه می‌شدند. در این قسمت ابتدا به شرح ویزگیها و کارکرد این مدل می‌پردازیم و تفاوتهای محصولات ساخت شوک و بورسیگ را نیز درصورت نیاز توضیح می‌دهیم. سپس در بخش بعدی به شرح مدل جدیدتر شوک با نام Type G خواهیم پرداخت.

شرکتهای بورسیگ و شوک، عملگر را تحت نام عمل‌کننده پایه[۱۳۸] و مدار کنترل را تحت نام کابین کنترلی[۱۳۹] عمل‌کننده نامگذاری کرده‌اند.

نقشه عمل‌کننده بورسیگ مدل A۶-۱h-۰Q در شکل (۲۹-۴) و تصویر واقعی آن در شکل (۳۰-۴) نشان داده شده است.

ذکر یک نکته مفید است که در طرحهای بورسیگ و شوک، محل تمامی ادوات کنترلی در داخل کابینت است حتی شیرهای TLS و سایر شیرهای عملگر!

عملگر

عملگر یوغی در این طرح صرفا به شکل متقارن ساخته می‌شوند و از ۷,۰۰۰Nm تا ۳۵۰,۰۰۰Nm گشتاور تولیدی دارند.

یک نکته بسیار مهم در کلیه عملگرهای بورسیگ و شوک این است که در اینجا نیز برخلاف بسیاری عملگرهای متداول که محل شفت یوغ بین سیلندر و کابین کنترلی است، در این عملگرها محل سیلندر و پیستون بین کابین کنترل و شفت یوغ است (مطابق شکل (۳۰-۴)). لذا باتوجه به وجود میله پیستون، گشتاور تولیدی برای بسته شدن شدن بیش از گشتاور تولیدی بازکردن است. آیا می توانید تاثیر این کار را توضیح دهید؟

بورسیگ بجای میله راهنمای یوغ از یک ریل بجای میله راهنمای میله پیستون استفاده می‌کند که مکعبهای لغزنده درون این ریل مسیر حرکت دسته پیستون را ثابت و در یک خط مستقیم نگه می‌دارند (شکل (۳۱-۴، راست)).

تنظیم بازه حرکتی شیر اصلی نیز از طریق پیچهای تنظیم انتهای سیلندر و تنظیم سرعت نیز توسط شیر گلویی خروجی انجام می‌گیرد. در اینجا نیازی به استفاده از چک ولو در کنار گلویی نیست. دلیل آن مربوط به مکانیزم عمل‌کننده است و در آینده خواهد آمد.

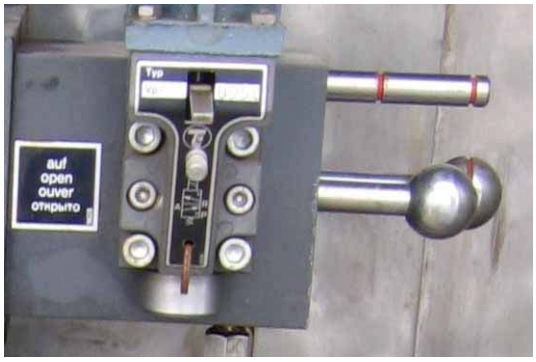
---

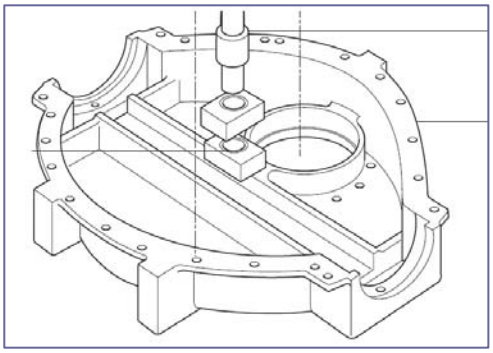
[۱۳۸] Base Actuator

[۱۳۹] Control Cabinet

شیر انتخابگر در اینجا دوقسمتی است: اول؛ شیر شماره ۱۱ که یک شیر قطع با سرهای کنترلی دستی و نیوماتیکی است. این شیر جهت انتخاب حالت اتوماتیک یا دستی استفاده می‌شود. دوم؛ شیر شماره ۱۳ که یک شیر ۵×۲ با سرهای کنترلی نئوماتیکی و دستی است. انتخاب وضعیت چپ این شیر موجب باز شدن شیراصلی و وضعیت راست آن موجب بستن شیراصلی می‌گردد. در حالتی که شیر شماره ۱۱ را در وضعیت دستی قرار دهیم، بایستی با استفاده از اهرم روی شیر شماره ۱۳ وضعیت مناسب را بطور دستی انتخاب کنیم. سپس با جک زدن، توپی شیر شروع به حرکت می‌کند. اما اگر شیر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهیم با ارسال فرمان open یا close شیر اصلی توسط پوش‌باتنها، یک شاخه از تیوب گازدار وارد سر کنترلی شیر ۱۳ می‌گردد و این شیر را در وضعیت مناسب قرار می‌دهد.

یک نکته در اینجا قابل ذکر است اینکه حتی اگر شیر ۱۱ در وضعیت دستی قرار داشته باشد در صورت فشردن یکی از پوش‌باتنها یا صدور فرمان لاین‌برک، این شیر تغییر وضعیت داده و به حالت اتوماتیک می‌رود. دقت کنید اهرم تغییر وضعیت این شیر روبروی بهره‌بردار قرار دارد. با هل دادن اهرم به سمت داخل، حالت دستی انتخاب می‌گردد و با بیرون کشیدن آن حالت اتوماتیک! لذا درصورتیکه فرضا یکی از پوش‌باتنها را فشار دهیم این اهرم با شدت به بیرون پرتاب شده و دسته جک نیز در وضعیت اولیه قرار می‌گیرد لذا درصورتیکه بهره‌بردار نزدیک و روبروی آن باشد با آسیب جدی مواجه خواهد شد.



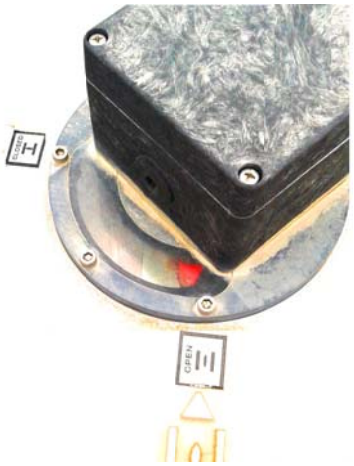


شکل ۳۱-۴ – راهنمای ریلی شکل یوغ، راست – اهرم شیر شماره ۱۳ مربوط به open، چپ .

بدلیل اینکه نیروی لازم برای تغییر وضعیت شیر ۱۳ بصورت دستی، زیاد است لذا یک اهرم (میله) کمکی جهت تسهیل انجام این کار در نظر گرفته شده است. اهرمهای تغییر وضعیت روی این شیر در دو طرف آن قرار گرفته‌اند اما دقت شود جهت انتخاب هرکدام از حالات بازکردن یا بستن شیر اصلی، بایستی صرفا اهرم مربوطه را به داخل هل داد و بیرون کشیدن اهرم سمت مقابل هیچ کارایی ندارد. یک نشانگر نیز پشت اهرمها قرار دارد که نشان می‌دهد شیر ۱۳ در حالت بازکردن شیر اصلی است یا بستن (شکل(۳۱-۴، چپ)).

برخلاف سایر عمل کننده ها، سیستم گاز روی روغن شوک از نوع تک مخزنی با سیستم گردش روغن است. لذا نیروی گاز ناشی از فشردن پوش‌باتنهای open و close یا عمل کردن سیستم لاین‌برک تنها بر روی مخزن گازوروغن شماره ۸ اعمال می‌شود. سپس روغن پرفشار از زیر این مخزن خارج شده و پس از عبور از شیر شماره ۱۱ وارد شیر شماره ۱۳ می‌شود. باتوجه به وضعیت شیر شماره ۱۳ ، پیستون حرکت می‌کند. با حرکت پیستون

روغن از سمت مقابل خارج شده و از طریق شیر O-۱۳ یا C-۱۳ به مخزن اتمسفریک ۹ می‌ریزد. بنابراین در این طرح برای کنترل سرعت می‌توان از شیرهای O-۱۳ و C-۱۳ استفاده کرد و دیگر نیازی به چک ولو نیست.
در پایان کورس حرکتی و پس از برداشته شدن فرمان از روی مخزن ۸ ، گاز درون این مخزن از طریق شیر شماره ۶ تخلیه می‌گردد. سپس روغن جمع شده در مخزن اتمسفریک از طریق چک ولو شماره ۱۰ به آرامی وارد این مخزن می‌گردد تا برای انجام عملیات بعدی آماده گردد. زیرا در پایان هر بار بهره‌برداری، بخش زیادی از روغن موجود در مخزن ۸ وارد مخزن اتمسفریک ۹ شده است.
برای تامین نیروی وزنی لازم جهت جابجایی روغن، مخزن اتمسفریک در ارتفاع بالاتری از سایر ادوات و در بالای عمل‌کننده نصب می‌شود تا نیروی جاذبه باعث شود پس از پایان بهره‌برداری از عمل کننده و انجام عملیات، روغن مخزن ۹ به مخزن ۸ بازگردد. هم سطح شدن روغن در سیستم بعلت قانون ظروف مرتبط می باشد.
برروی مخزن اتمسفریک یک نشانگر سطح روغن (LI) قرار دارد که با استفاده از آن می‌توان سطح روغن را مشاهده کرد.
متاسفانه جک دستی بورسیگ شیر ایمنی ندارد اما ساختمان آن به نحویست که بصورت طبیعی نیز نمی‌توان نیروی مازاد برآن بوسیله دست اعمال کرد. با این وجود درصورت اعمال نیروی مازاد توسط بهره‌بردار ناآگاه، مثلا با استفاده از یک لوله بلند برای اعمال نیرو بر روی جک دستی، آسیب به سیستم محتمل است.
همچنین این سیستم شیر TLS نیز ندارد.



شکل ۳۲-۴ – نمایشگر بورسیگ

نمایشگر روی این عملگرها جزء بدترین‌ها به شمار می‌رود(شکل (۳۲-۴)). نشانگر قرمز رنگ نصب شده در زیر یک صفحه شیشه‌ای مسطح روی عملگر که جهت تشخیص وضعیت، بایستی کاملا عمودی و از بالای این محفظه به آن نگاه کرد. ضمن اینکه درصورت وجود آلودگی در زیر شیشه و یا بخار آب، تشخیص وضعیت واقعا مشکل است و حتی لازم است در روز از چراغ روشنایی استفاده کرد. لذا تصور کنید که شما در مقابل کابین کنترل قرار دارید و مشغول بهره‌برداری هستید در این حالت جهت تشخیص وضعیت شیر بایستی کابین را رها کرده و بالای نشانگر قرار بگیرید تا وضعیت را تشخیص دهد.
ذکر یک نکته نیز مفید است که معمولا عملگرهای بورسیگ یک مدل و کد شناسایی مجزا از قسمت کنترلی عمل‌کننده به خود اختصاص می‌دهند.

سیستم کنترل

سیستم کنترل عمل‌کننده داخل یک کابین نسبتا بزرگ قرار گرفته است که مخازن روغن و لاین‌برک در دو طرف آن و مخزن اتمسفریک در بالا قرار دارد. مخزن ذخیره اضطراری، در صورت وجود، در مقابل محفظه یوغ و به موازات سیلندر قرار می‌گیرد. عمل‌کننده بورسیگ بطور پیش فرض فاقد مخزن ذخیره اضطراری است و درصورت نیاز، بایستی مشتری برای اضافه شدن آن درخواست کند.
متاسفانه کابین کنترل فاقد شیر تخلیه فشار و نیز شیر تخلیه مایعات از زیر است.

مخزن گازوروغن و نیز لاین‌برک در بورسیگ تقریبا به شکل کروی است اما در شوک به شکل استوانه است. لذا یکی از وجوه تمایز ظاهری محصولات بورسیگ و شوک در همین است.

پاورهای ورودی گاز از دو طرف شیر صرفا توسط دو عدد چک ولو ۱ به بالا هدایت می‌شود تا به شیر شماره ۲ برسد. این یک ایراد بسیار بزرگ است که رایزرهای پاور ورودی بدون شیر قطع به بالای زمین منتقل می‌شوند. زیرا درصورت بروز هرگونه مشکل قابل توجه در چک ولوها و تیوبینگ ماقبل شیر شماره ۲ هیچ راهی برای تعویض یا تعمیر جدی آن ادوات وجود نخواهد داشت الا اینکه کل خط لوله از گاز تخلیه گردد. بنابراین توجه داشته باشید حتما بلافاصله پس از اخذ انشعاب از لوله‌ها یک عدد شیر قطع مناسب نصب کنید.

گاز پاور ورودی پس از فیلتر شدن (۳) به سمت مدار کنترل و ورودیهای پوش‌باتنهای بازکردن (4b) و بستن (4a) هدایت می‌شوند

با فشردن پوش‌باتن 4b گاز پاور ورودی به خروجی راه یافته از شیر ۵.۱ عبور کرده و شیر درایور ۶ را باز می‌کند. با فشردن پوش‌باتن 4a نیز گاز پاور ورودی این شیر به خروجی راه یافته از شیرهای ۵.۲ و سپس ۵.۱ عبور کرده و شیر درایور ۶ را باز می‌کند.

شیر درایور ۶ یک مقایسه‌گر است که نیروی گاز خروجی۵.۱ را با ورودی گاز درایور مقایسه می‌کند. در حالت عادی که در خروجی ۵.۱ گازی وجود ندارد شیر ۶ در وضعیت بسته است. اما به محض فشردن یکی از پوش‌باتنها خروجی ۵.۱ گازدار می‌شود. در این وضعیت ظاهرا دو فشار گاز مساوی به دو طرف شیر ۶ اعمال می‌شود اما باتوجه به اینکه سطح موثر اعمال نیرو در سمت مربوط به خروجی ۵.۱ بزرگتر است نیروی گاز خروجی ۵.۱ غلبه کرده و شیر ۶ باز می‌شود. با بازشدن این شیر، گاز پاور به مخزن روغن ۸ راه یافته و روغن تحت فشار را ازطریق شیر ۱۱ به سمت مدار عملگر هدایت می‌کند. با توجه به پوش‌باتن فشرده شده، شیر شماره ۱۱ در وضعیت اتوماتیک و شیر شماره ۱۳ در وضعیت مناسب (باز یا بسته) قرار می‌گیرد و شیراصلی باز یا بسته می‌شود. پس از رها کردن پوش‌باتن، گاز خروجی اش تخلیه شده و شیر شماره ۶ به وضع عادی بازمی‌گردد. سپس گاز درون مخزن ۸ ازطریق شیر ۶ تخلیه می‌شود. لذا روغن مخزن اتمسفریک که در ارتفاع بالاتری قرار دارد تحت نیروی جاذبه به داخل مخزن ۸ تخلیه می‌شود.

بررسی یک ایراد فنی

دقت می‌شود که در این عمل‌کننده بدلیل یکی کردن مسیر اعمال نیرو به سیلندر، نسبت به طرح بی‌فی، یک عدد درایور و یک عدد مخزن پرفشار حذف شده است که صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای است اما یک ایراد قابل توجه در این ساختار وجود دارد اینکه:

پس از هر بار بهره‌برداری از عمل‌کننده، بایستی مدت زمانی صبر کرد تا روغن مخزن اتمسفریک از طریق چک ولو ۱۰ تخلیه شود. این مدت زمان حدود ۵ دقیقه می‌باشد بنابراین فاصله دو بهره‌برداری متوالی عمل‌کننده نبایستی کمتر از این زمان باشد. اما در صورتی که بهره‌برداری بصورت متوالی و بدون وقفه صورت گیرد چه اتفاقی می‌افتد؟

فرض کنید پوش‌باتن 4b فشرده شده و شیراصلی کاملا باز شود. بنابراین حجم روغن مخزن شماره ۸ کاهش یافته و در مخزن شماره ۹ جمع می‌شود. درصورتیکه بی وقفه پوش‌باتن 4a را فشار دهیم روغن مخزن شماره ۹ فرصت انتقال به مخزن ۸ را نخواهد داشت. در این حالت مجددا نیروی گاز به مخزن ۸ اعمال شده و روغن باقی مانده در آن به سمت عملگر سیلندر رفته و روغن سمت مقابل مجددا داخل مخزن اتمسفریک می‌ریزد. بنابراین

حجم روغن موجود در این مخزن ۲ برابر می‌شود. درصورتیکه این روال چندبار تکرار شود کم‌کم کل روغن موجود در سیستم عملگر به درون مخزن اتمسفریک منتقل می‌شود. حال تصور کنید مخزن اتمسفریک گنجایش این مقدار روغن را ندارد و مثلا پس از ۲ بار طی کردن این روال کل حجم مخزن اتمسفریک مملو از روغن شده باشید. حال اگر یک بار دیگر پوش‌باتن 4b را فشار دهیم فشار گاز به یک طرف سیلندر اعمال می‌شود و روغن سمت مقابل را به طرف مخزن اتمسفریک هدایت می‌کند. بدلیل اینکه حجم مخزن اتمسفریک کاملا از روغن پر شده است لذا علیرغم وجود لوله کوچک جهت ارتباط با اتمسفر در بالای مخزن اتمسفریک، بدلیل اینکه نرخ ورود روغن از سیلندر به مخزن اتمسفریک از خروج آن از لوله رابط بالاتر بوده، لذا این مخزن تحت فشار قرار گرفته و احتمال انفجار آن وجود خواهد داشت[۱۴۰]. البته پس از تخلیه کامل روغن ورود گاز بصورت مستقیم به مخزن اتمسفریک نیز می تواند سبب بروز انفجار شود.

جهت کاهش ریسک این رخداد، در نمونه‌های جدیدتر محصولات شوک، اندازه مخزن اتمسفریک بزرگتر شده تا گنجایش آن از کل روغن موجود در عملگر بیشتر باشد. بعلاوه قطر لوله رابط اتمسفر در این مخزن نیز بزرگتر شده است.

دقت کنید که برای کاهش ریسک این پدیده، همیشه سطح روغن مخزن اتمسفریک را در حالت مناسب قرار دهید و از پرکردن بیهوده آن خودداری کنید.

سیستم لاین‌برک

سیستم لاین‌برک این مدل از نوع Dp/Dtect می‌باشد با این تفاوت که متاسفانه این سیستم فاقد چک ولو می‌باشد لذا مشکلاتی را خواهد داشت.

سیگنال ورودی لاین‌برک با عبور از شیر قطع ۱۵ و فیلتر ۱۶ وارد مشتق‌گیر می‌شود. خروجی مشتق‌گیر و سیگنال ورودی به دو طرف مقایسه‌گر اعمال می‌شوند. درصورت تشخیص ترکیدگی، مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و با ارسال سیگنال خروجی به سمت شیر ۵.۲ و سپس ۵.۱ نهایتا موجب بسته شدن شیر می‌گردد.

مقایسه‌گر فاقد فنر می‌باشد و صرفا با استفاده از آب‌بندی دقیق پیستون درون سیلندر و اندکی نیروی وزن پیستون باعث می‌شود عملکردی شبیه به فنر را ایفا می‌کند. لذا بایستی اختلاف نیروی متناسب به دو طرف آن اعمال شود تا تغییر وضعیت دهد. مقایسه‌گر از نوع خارکی بوده و در این وضعیت باقی مانده و فرمان خروجی را قفل می‌کند.

برای ممانعت از بازکردن شیر خودکار، پس از عمل کردن سیستم قطع خودکار، ظاهرا تمهیدی اندیشیده نشده است اما خواهید دید که اینگونه نیست. برخلاف عملگرهای با دو مخزن مجزای ساده، پس از عمل‌کردن سیستم لاین‌برک، در این سیستم، مخزن شماره ۸ همیشه تحت فشار قرار داشته و به سیلندر و پیستون نیرو اعمال می‌کند. لذا درصورتیکه (بهره‌بردار ناآگاه) پیش از بازنشانی سیستم لاین برک، با فشردن پوش‌باتن 4b نیروی نیوماتیک حاصله در سر کنترلی شیر ۱۳ بر نیروی نیوماتیکی حاصل از سیگنال لاین‌برک غلبه کند شیر ۱۳ تغییر وضعیت داده و شیر خودکار بلافاصله باز خواهد شد. بورسیگ و شوک برای ممانعت از این امر شیر شماره ۱۳ را به نحوی طراحی کرده‌اند که اینرسی سکون آن مقدار قابل توجهی است. لذا برای تغییر حالت آن بایستی اختلاف نیروی دو سر کنترلی ۱۳ قابل توجه باشد. بنابراین در صورتیکه سیستم لاین‌برک عمل کرده باشد

---

[۱۴۰] سابقه ای درخصوص بروز انفجار به این علت وجود دارد.

پوش‌باتن 4b را فشار دهیم باتوجه به اینکه فشار اعمالی دوطرف شیر ۱۳ برابر است لذا تغییر وضعیتی رخ نخواهد داد و شیر خودکار بسته می‌ماند.

بازنشانی سیستم لاین‌برک

پس از برطرف شدن افت فشار، با فشردن اهرم بالای مقایسه‌گر، آنرا به وضعیت عادی باز می‌گردانیم. نتیجتا گاز خروجی اش تخلیه شده و فرمان لاین‌برک از بین می‌رود و می‌توان با فشردن پوش‌باتن 4b شیراصلی را باز کرد.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

برای تست سیستم لاین‌برک ابتدا شیر شماره ۱۵ را می‌بندیم. سپس با بازکردن شیر تخلیه فیلتر ۱۶ و یا شیر شماره ۱۸ می‌توان سیستم لاین‌برک را تست نمود. برای تست توسط دستگاه خارجی نیز می‌توان از شیرهای ۱۸ و ۲۲ استفاده کرد.

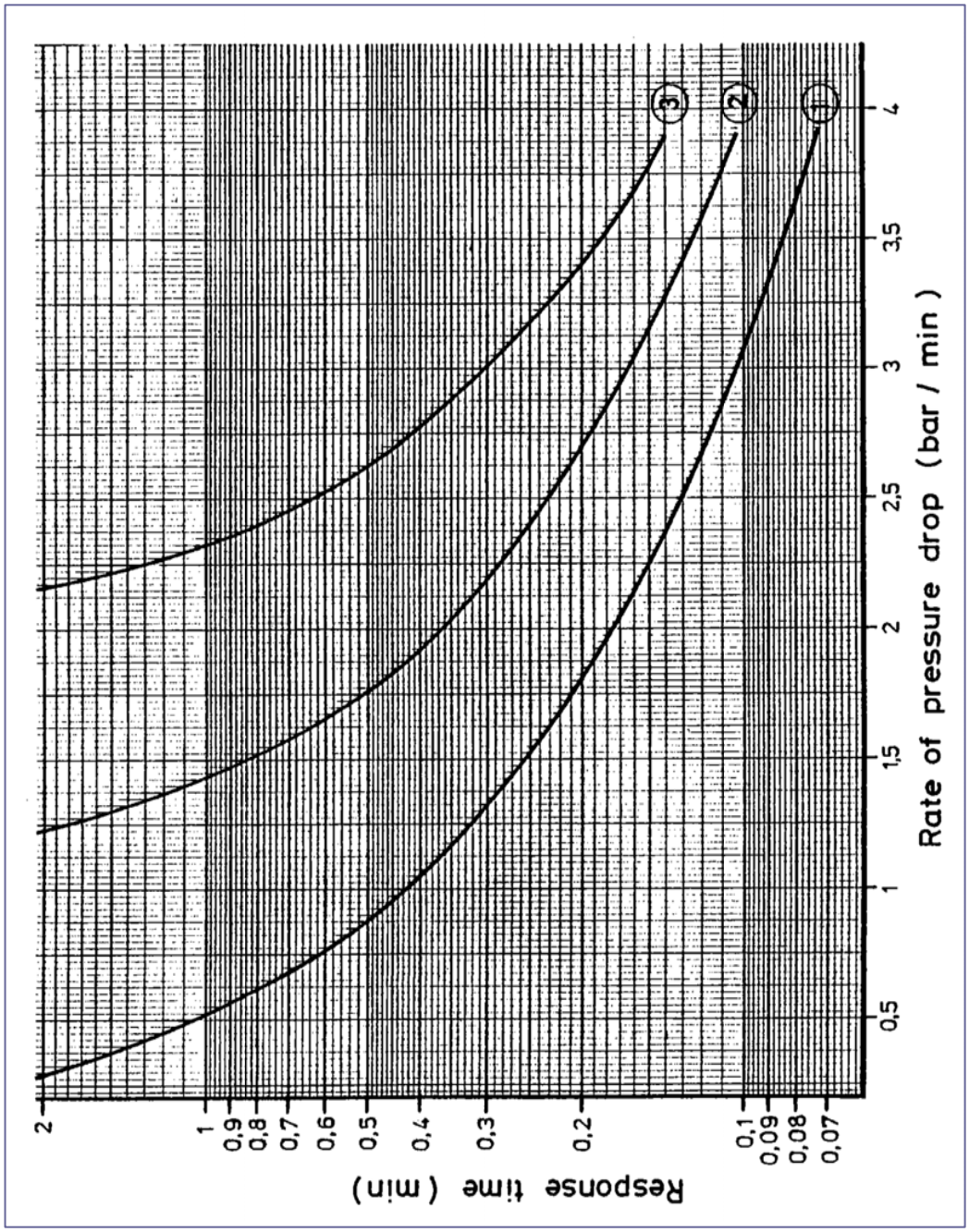
خوشبختانه نمودارهای تنظیم سیستم لاین‌برک شرکت بورسیگ و شوک در دسترس است که در شکل (۳-۳۰) نشان داده شده است. تنظیم سیستم لاین‌برک صرفا از طریق شیر گلویی ۱۹ انجام می‌گیرد.

همانطور که در شکل پیداست سه نمودار به ازای سه تنظیم نمونه از شیر گلویی ۱۹ در صفحه شطرنجی ترسیم شده است که قادر به تشخیص تنظیم با نرخ افت فشار تا 4 bar/min هستند. وجه تمایز این نمودارها با نمودارهای بی‌فی در این است که در این نمودارها محور عمودی برحسب زمان عملکرد است حال آنکه درنمودارهای بی‌فی محور عمودی برحسب تنظیم فنر است و زمان عملکرد مشخص نیست.

در عمل‌کننده‌های واقعی بایستی بررسی کرد و مقدار تنظیم پیچ شیر گلویی را یافته و منحنی مربوطه را مشخص کرد. یکی دیگر از معایب این عمل‌کننده‌ها در این است که تنظیم شیر گلویی به هیچ وجه مشخص نیست. تنها کاری که می‌توان کرد این است که ابتدا پیچ تنظیم شیر گلویی را تا انتها سفت کنیم. سپس با چرخاندن پیچ تنظیم آنرا تا انتها شل کرده و تعداد دورها را می‌شماریم. بنابراین اکنون می‌توانیم بفهمیم با هر بار چرخاندن پیچ، تنظیم آن چه تغییری می‌کند. معمولا تعداد کل دورها ۸ دور است.

مثلا اگر فرض کنیم که تغییر تنظیمات خطی بوده است و تعداد کل دورها برابر ۸ باشد با هربار چرخاندن پیچ تنظیم آن به اندازه ۱/۸ تغییر می‌کند. اما در واقع تغییر تنظیمات شیر گلویی با هربار چرخاندن پیچ، خطی نیست و شبه نمایی است که بایستی شرکت سازنده نسبت به تکمیل این اطلاعات اقدام نماید.

یک روش سعی و خطا برای یافتن تنظیم شیر گلویی و نمودار مربوطه مشابه روشی که در بی‌فی ذکر شد با استفاده از نصب یک گیج فشار در محل ورودی مشتق‌گیر است. در این حالت ابتدا شیر شماره ۱۵ را بسته، با بازکردن اندک شیر شماره ۱۸ می‌توان یک افت فشار مصنوعی ایجاد کرد. منتظر می‌شویم تا افت فشار باعث عمل کردن سیستم لاین‌برک گردد. همینکه سیستم لاین‌برک عمل کرد زمان را نگه می‌داریم. با اندازه‌گیری میزان تغییر فشار نسبت به زمان می‌توان نرخ افت فشار را اندازه‌گیری کرد. بنابراین مقدار نرخ افت فشار و زمان عملکرد برای ما مشخص است. این نقطه را روی نمودار علامت می‌زنیم. این آزمایش را دو بار دیگر تکرار کرده و هربار شیر ۱۸ را کمی بیشتر باز می‌کنیم. اکنون سه نقطه روی نمودار داریم که با استفاده از آنها می‌توان منحنی مربوطه را ترسیم کرد.



شکل ۳۳-۴ – نمودارهای تنظیم سیستم لاین برک

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

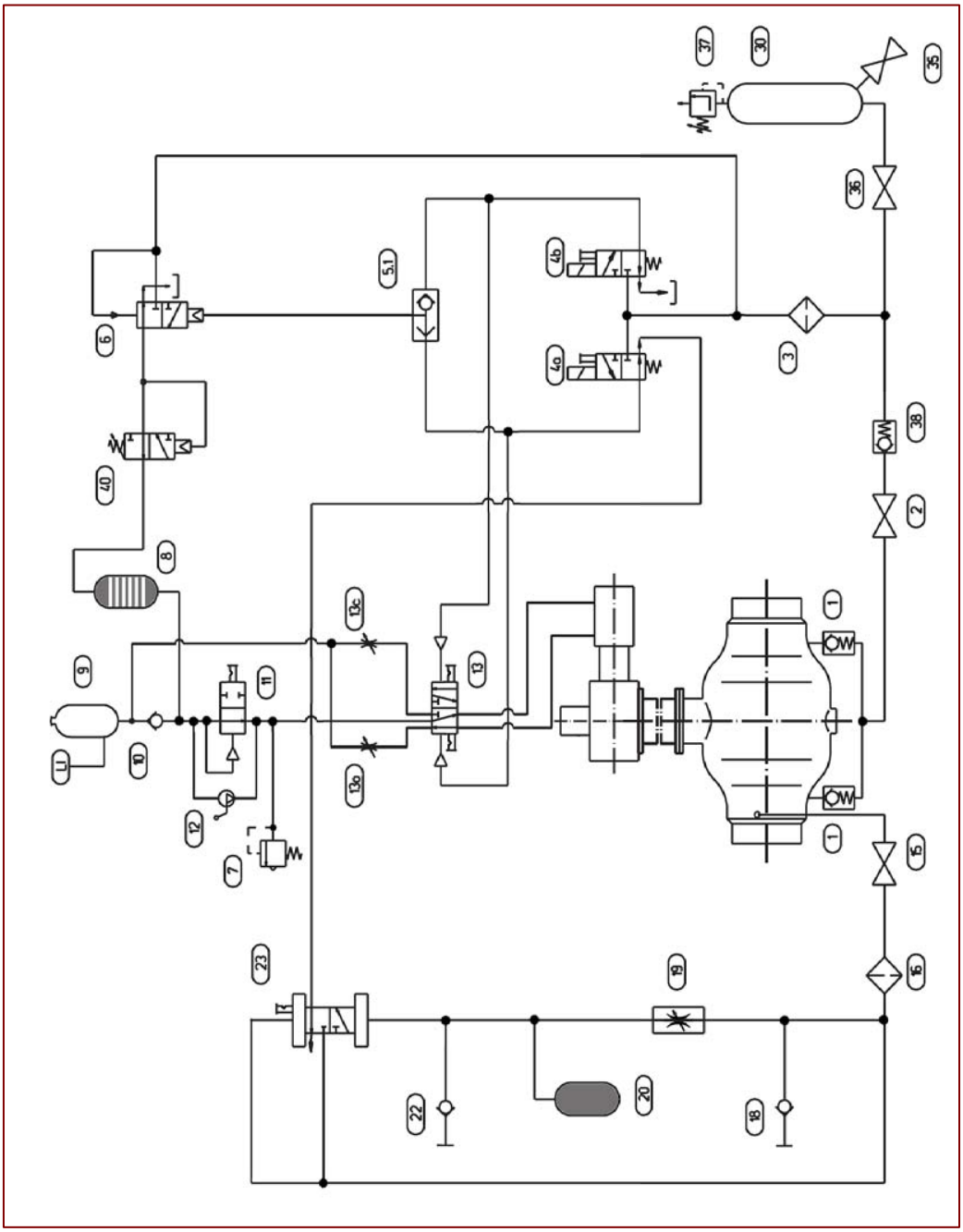
برای غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک، مشابه بی‌فی، شیر شماره ۱۵ را بسته و مخزن لاین‌برک را تخلیه می‌کنیم.

موارد ویژه

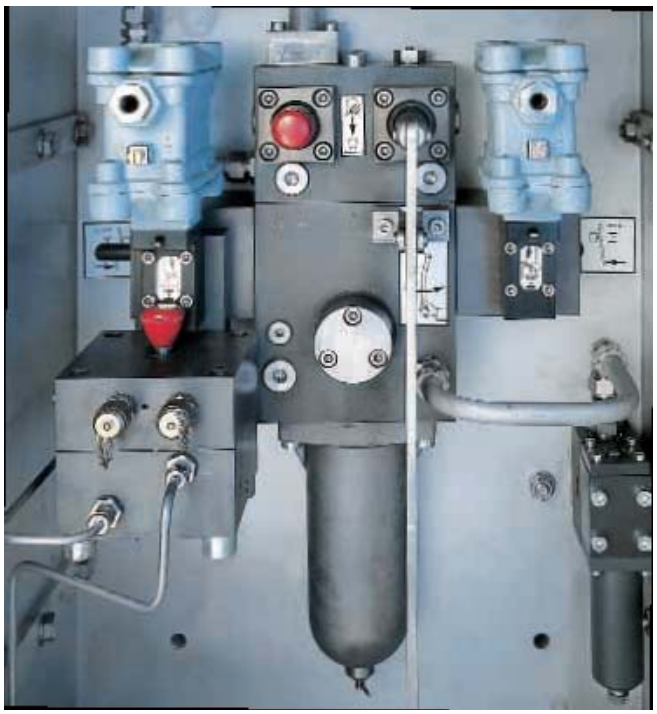
مسلما باتوجه به قدیمی بودن این مدل عمل‌کننده‌ها، التزام به ۵۲۱۱ و برآوردن الزامات ۰۰۷ انتظاری نابجاست.

SCHUCK

Schuck: Type A شوک



شکل ۴-۳۴ – نقشه عمل‌کننده شوک، Type A : DQ -۰h-۱A۶



شکل ۳۵-۴ - نمای عمل‌کننده شوک ، Type A

شرکت شوک پس از خرید امتیاز شرکت بورسیگ، برخی اصلاحات در سری supertorc بوجود آورد اما بدنه اصلی همچنان بدون تغییر باقی ماند. ازجمله این اصلاحات که در شکل (۳۴-۴) نشان داده شده است اضافه کردن چک ولو در ۳۸ ، شیر TLS شماره ۴۰ ، شیر ایمنی جک دستی شماره ۷ ، حذف شیر ۵.۲ و جایگزینی چک ولو به جای شیرهای ۱۸ و ۲۲ است.

مشاهده می‌شود که تنها یک شیر TLS در این طرح کفایت می‌کند که درصورت افزایش فشار گاز ورودی مخزن ۸ این شیر عمل کرده فرمان را قطع می‌کند. شیر TLS برخلاف بی‌فی، از روغن خروجی سیگنال کنترلی ندارد، و تنها یک سر کنترلی متصل به ورودی دارد. لذا نحوه عملکرد آن وابسته به فشار گاز ورودی می‌باشد زیرا تصور کنید درصورتی که فشار گاز ورودی برابر ۵۰۰psi باشد باتوجه به گشتاور تولیدی و مورد نیاز شیر اصلی، بهتر است تنظیم فنر TLS روی ۴۰۰psi قرار گیرد. حال اگر فشار خط لوله تا ۱۰۰۰psi بالا رود گشتاور مورد نیاز شیر نسبت به قبل افزایش خواهد داشت اما باتوجه به اینکه تنظیم فنر TLS روی ۴۰۰psi با در نظر گرفتن مسیر ورودی پاور تا سیلندر، احتمال اینکه فشار ورودی TLS بیش از ۴۰۰psi باشد وجود دارد لذا عملکرد عملگر با اختلال روبرو خواهد شد.

متاسفانه محل تخلیه روغن شیر ایمنی -درصورت اعمال فشار جک دستی- در بیرون و فضای آزاد است. درصورتی که بایستی به مخزن ورودی بازگردد.

حذف شیر ۱۸ باعث می‌شود تا صرفا بتوان از طریق شیر زیر فیلتر ۱۶ سیستم لاین‌برک را تست کرد. متاسفانه در برخی مدلها فیلتر مذکور فاقد شیر است که کار تست را بسیار سخت می‌کنند و صرفا بایستی با شل کردن تیوبها این کار را انجام داد که روش مناسبی نیست.

برخی تغییرات ظاهری نیز در محصول شوک مشاهده می‌شود که با مقایسه شکل (۳۴-۴) و (۲۹-۴) مشخص است. از جمله شکل جک دستی است. همچنین ابعاد مخزن اتمسفریک و لوله رابط هوا بزرگتر شده است.

برای حذف شیر ۵.۲ یک روش مبتکرانه در فرمان خروجی لاین‌برک بکار گرفته شده است و آن سری کردن خروجی مقایسه‌گر و سر تخلیه پوش‌باتن ۴a است. در این حالت گاز خروجی پوش‌باتن ۴a مستقیما به شیر ۵.۱ اعمال شده و باعث بستن شیر خودکار می‌شود. پس از رها کردن شیر ۴a ، گاز خروجی این شیر از طریق ونت مقایسه‌گر، تخلیه می‌شود. حال فرض کنید سیستم لاین‌برک عمل کند در این لحظه فرمان خروجی لاین‌برک از سر تخلیه شیر ۴a عبور کرده و به شیر ۵.۱ می‌رسد و نهایتا باعث بسته شدن شیر می‌شود. مشخص است درزمانی که سیستم لاین‌برک فعال است اگر پوش‌باتن ۴a را فشار دهیم اتفاق خاصی رخ نخواهد داد.

سری کردن شیرها روش خوبی نیست زیرا مسیرهای تخلیه طولانیتر شده و احتمال مسدود شدن یا یخ زدگی خروجی‌ها وجود دارد.

ذکر این نکته نیز مفید است که همه خروجیهای تخلیه در این طرح مجهز به خفیف کننده های صدا به شکل اسفنجی(صداخفه کن) در پشت کابین کنترل هستند که معمولا زمان تخلیه آنها به اندازه‌ای است که روغن مخزن اتمسفریک به مخزن ۸ کاملا بازگردد.

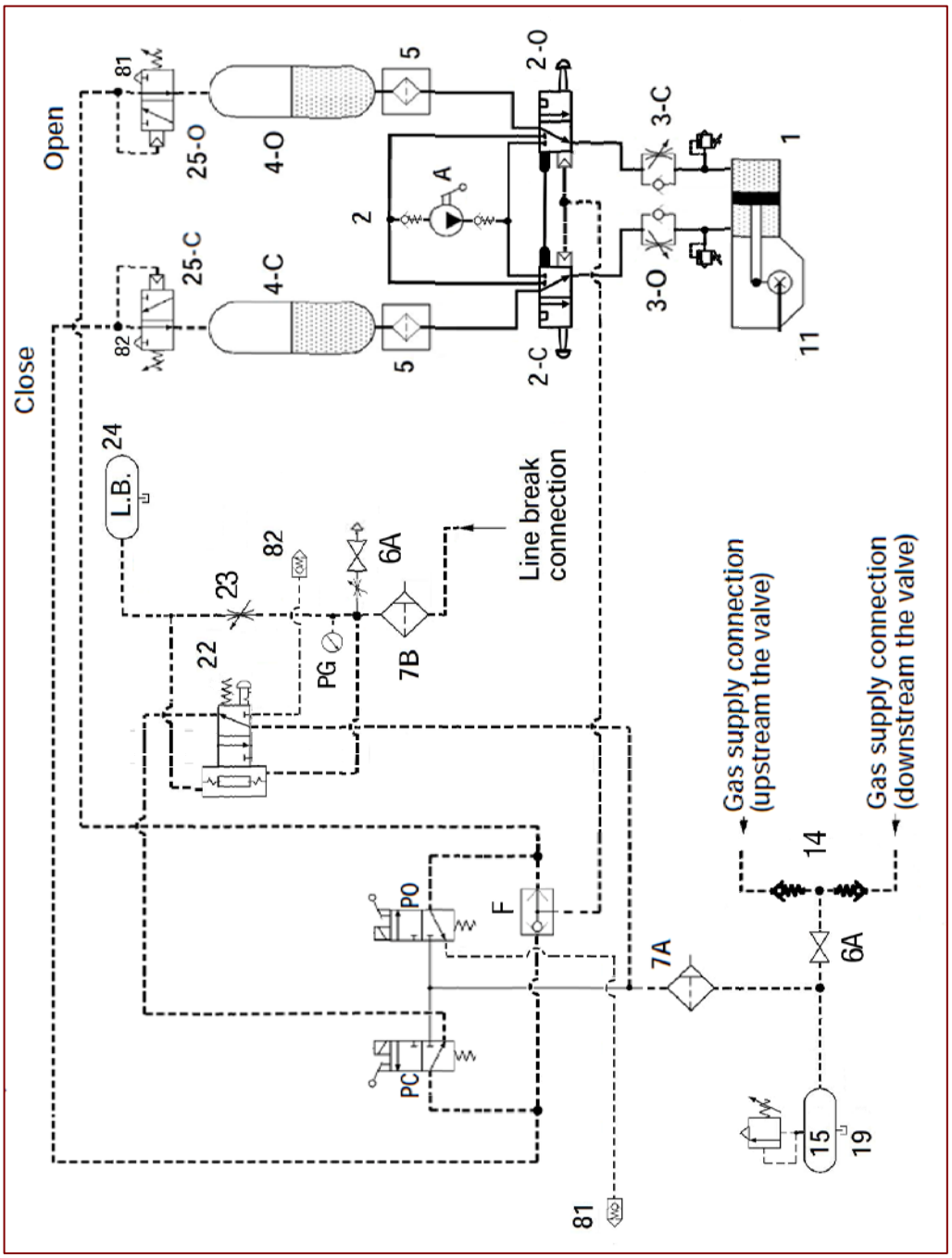
موارد ویژه

متاسفانه نمونه‌های اولیه پلاک این شرکتها صرفا به زبان آلمانی بود. همچنین ذکر شد که عملگر و مدار کنترل پلاک مربوط به خود دارند که برای هرکدام نوع[۱۴۱] مشخصی را ذکر می‌نماید. اما شماره سریال شیر و مدار کنترل و عملگر در همه یکسان است.

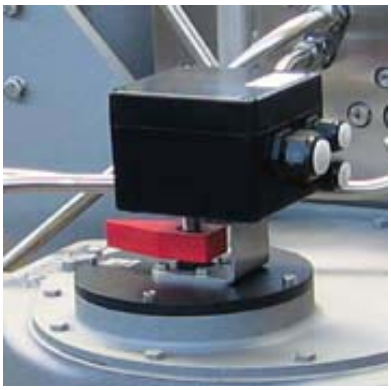
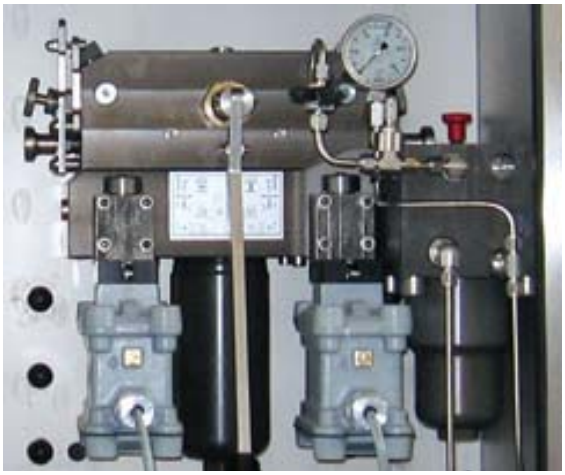
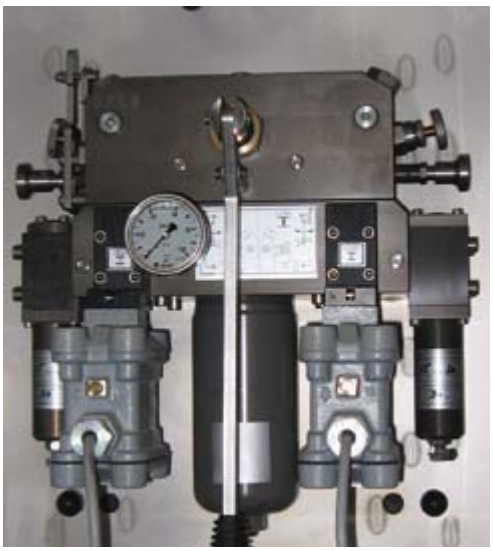
عملگرهای شوک صرفا در گشتاورهای زیر ۱۰,۰۰۰Nm از ۵۲۱۱ تبعیت می‌کند.

[۱۴۱] Type

طرح جدید شوک Schuck: Type G



شکل ۳۶-۴ – نقشه عمل‌کننده شوک، Type G

شکل ۳۷-۴ – نمای عمل‌کننده شوک ، Type G

بدلیل مشکلات و مخاطرات طرح Type A مخصوصا احتمال انفجار شرکت شوک طرح Type G را ارائه کرد که از ساختار دو مخزنه به جای تک مخزنه استفاده کرده و در عین حال سیستم جک دستی نیز تغییراتی یافته است که در شکلهای (۳۶-۴) و (۳۷-۴) مدل G۶-۱h-۰/DL دیده می‌شود.

ضعیفترین نوع این عمل‌کننده‌ها VG است که دارای وزن ۱۸۰kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۱,۰۰۰Nm در ابعاد [۸۵۰×۶۰۰×۶۰۰mm] و قویترین نوع آن مدل FG وزنی معادل ۲۲۰۰kg ، حداکثر گشتاور تولیدی ۳۵۰,۰۰۰Nm در ابعاد [۲۶۲۰×۱۷۲۰×۱۱۷۰] است.

عملگر

ساختار عملگرهای این طرح بسیار شبیه بتیس[۱۴۲] بوده و نسبت به آن تکامل یافته تر می‌باشد.

[۱۴۲] Bettis

شیرهای C-۳ و O-۳ برای کنترل سرعت و شیرهای O-۲۵ و C-۲۵ برای کنترل گشتاور اعمالی بکار می‌روند. ساختار جک دستی مشابه قبل است با این تفاوت که شیر ایمنی آن به بعد از شیرهای C-۳ و O-۳ منتقل شده است. دلیل این امر کاملا آشکار نیست و ممکن است یک اقدام احتیاطی برای زمانی باشد که ممکن است شیرهای C-۲۵ و O-۲۵ به درستی عمل نکنند والا نصب یک عدد شیر ایمنی موازی با جک دستی کفایت می‌نماید. ضمنا مشابه طرح Type A روغن خروجی این شیرها نیز به محیط می‌ریزد.

شیر انتخابگر در این طرح با دو شیر C-۲ و O-۲ جایگزین شده است. اگر یکی از پوش‌باتنها فشرده شده یا سیستم لاین‌برک عمل کرده باشد این دوشیر در وضعیت اتوماتیک قرار می‌گیرند و روغن از مخزن گاز و روغن به سمت سیلندر سرازیر می‌شود. با فشردن اهرم C-۲ حالت بستن شیر اصلی با استفاده از جک دستی انتخاب می‌گردد و با فشردن اهرم O-۲ حالت باز کردن شیر اصلی با استفاده از جک دستی انتخاب می‌گردد. دقت کنید که نمی‌توان همزمان این دو اهرم را در وضعیت دستی قرار داد و اگر یکی را فشار بدهیم تا در حالت دستی قرار گیرد دیگری از حالت دستی خارج می‌گردد.

جک دستی دوچک ولو دارد که در نقشه عمل‌کننده نشان داده است.

خوشبختانه نمایشگر فشار در این مدل اصلاح شده و بصورت یک مثلث قرمز رنگ و بصورت برجسته در روی عملگر مطابق شکل (۳۷-۴) نصب شده است که بسیار بهتر از نمونه‌های قبل هستند اما همچنان بدلیل وجود کابین کنترل، مشاهده وضعیت شیر حین بهره‌برداری کمی مشکل ساز هستند.

قسمت کنترلی

قسمت کنترلی صرفا شامل دو پوش‌باتن برای باز و بسته کردن شیراصلی و بدون درایور است. خروجی این دو پوش‌باتن دو شعبه شده یک شعبه به سمت مخازن عملگر می‌رود تا شیر را باز یا بسته نماید. یک شعبه دیگر از خروجیهای پوش‌باتنها به شاتل ولو F اعمال می‌شود و با عبور از این شیر، شیرهای C-۲ و O-۲ را در حالت اتوماتیک قرار می‌دهد.

در برخی طرحهای جدید پوش‌باتنها بصورت وارونه نصب شده‌اند و بایست آنها را رو به بالا فشار داد. مزیت این ساختار در این است که در صورت سقوط هر شیء از بالا روی پوش‌باتن، تغییری در حالت پوش‌باتنها ایجاد نمی‌شود. درصورتیکه در ساختارهای معمول ممکن با سقوط یک شیء –مثلا اگر آچار فرانسه داخل کابین جامانده باشد- شیر اصلی باز یا بسته گردد.

پاور ورودی از طریق دو عدد چک ولو ۱۴ و سپس فیلتر ۶A وارد مدار کنترلی می‌گردد.

خروجیهای ونت شیرها ۲ عدد و از نوع تخلیه سریع اسفنجی هستند که بصورت مشترک برای تخلیه گاز پوش‌باتن PO و O-۲۵ از سر تخلیه ۸۱ و مقایسه‌گر ۲۲ و C-۲۵ از سر ۸۲ استفاده می‌گردد.

سیستم لاین‌برک

سیستم لاین‌برک در Type G نسبت به Type A تغییری خاصی نکرده است الا اینکه پاور مقایسه‌گر به پاور ورودی عمل‌کننده متصل شده است که یک نوع نقیصه به شمار می‌آید.

یک عدد شیر ۶A جهت تست سیستم لاین‌برک درنظر شده است و با توجه به تعبیه یک عدد گیج فشار PG می‌توان تنظیمات لاین‌برک را بهتر انجام داد.

در محصولات اولیه این مدل، شرکت شوک برای جلوگیری از تغییر تنظیمات شیر گلویی لاین‌برک توسط افراد غیر مسئول، دهانه تنظیم پیچ این شیر را مجاور دیواره کابین قرار داده است بطوریکه برای تغییر تنظیمات بایستی با استفاده از آچارهای مخصوص L شکل این کار را انجام داد. شاید در ابتدا این کار درست به نظر برسد اما باید توجه داشت که آچارهای مذکور همیشه در دسترس نیستند و بایستی از طریق شرکت مذکور تامین گردند و ثانیا بدلیل عدم مشاهده پیچ، نمی‌توان فهمید که میزان تنظیم فعلی آن چقدر است و چه میزان بایستی به دورهای آن اضافه یا کم کرد تا به تنظیم مطلوب رسید. لذا جهت کاهش مشکلات مترتب، شرکت شوک با انجام تغییراتی، طرح اولیه را اصلاح کرد.

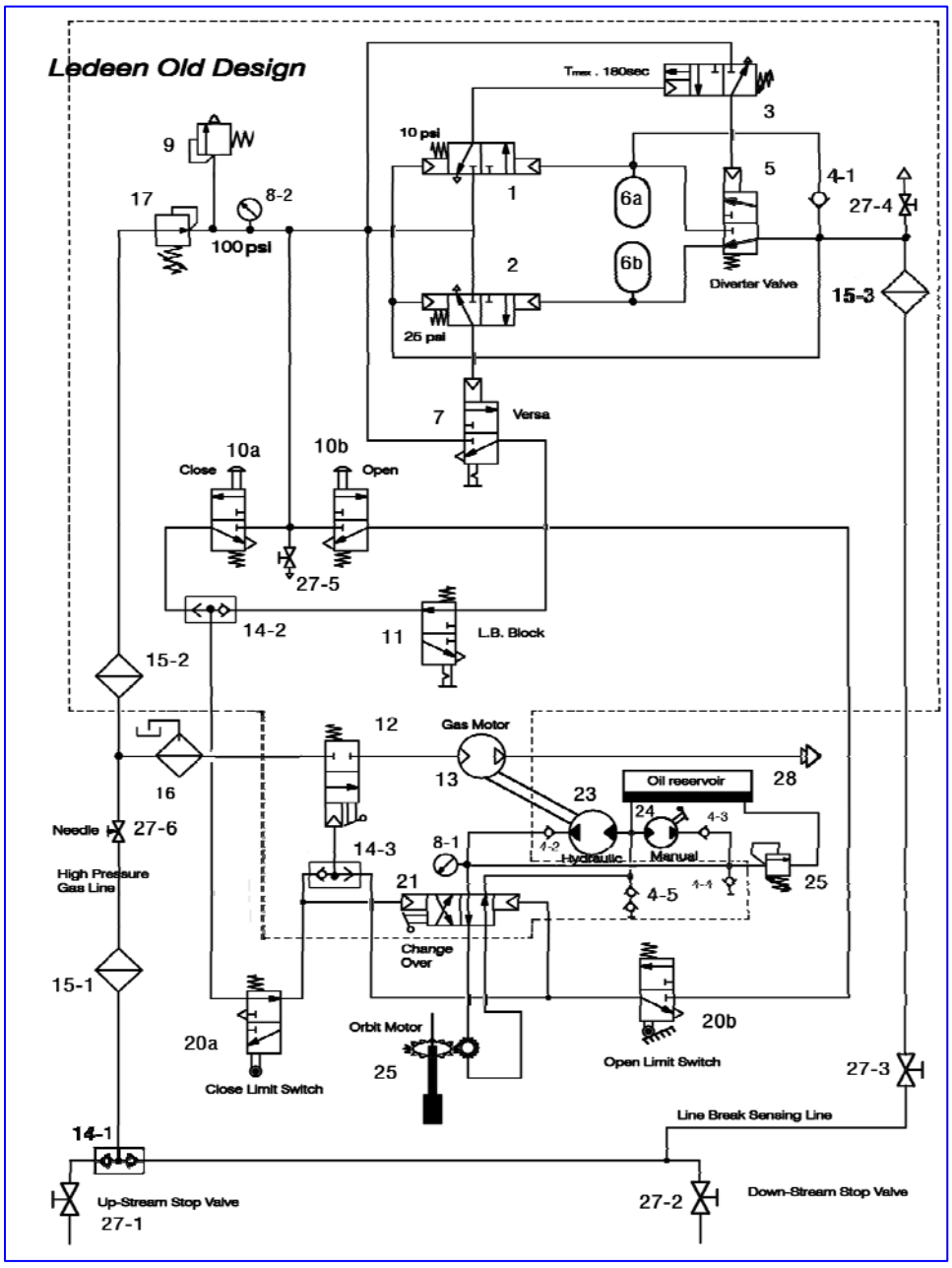
باتوجه به اینکه سیستم لاین‌برک تغییری نکرده نمودارهای سابق برای تنظیم و تست سیستم لاین برک همچنان معتبر است.

موارد ویژه

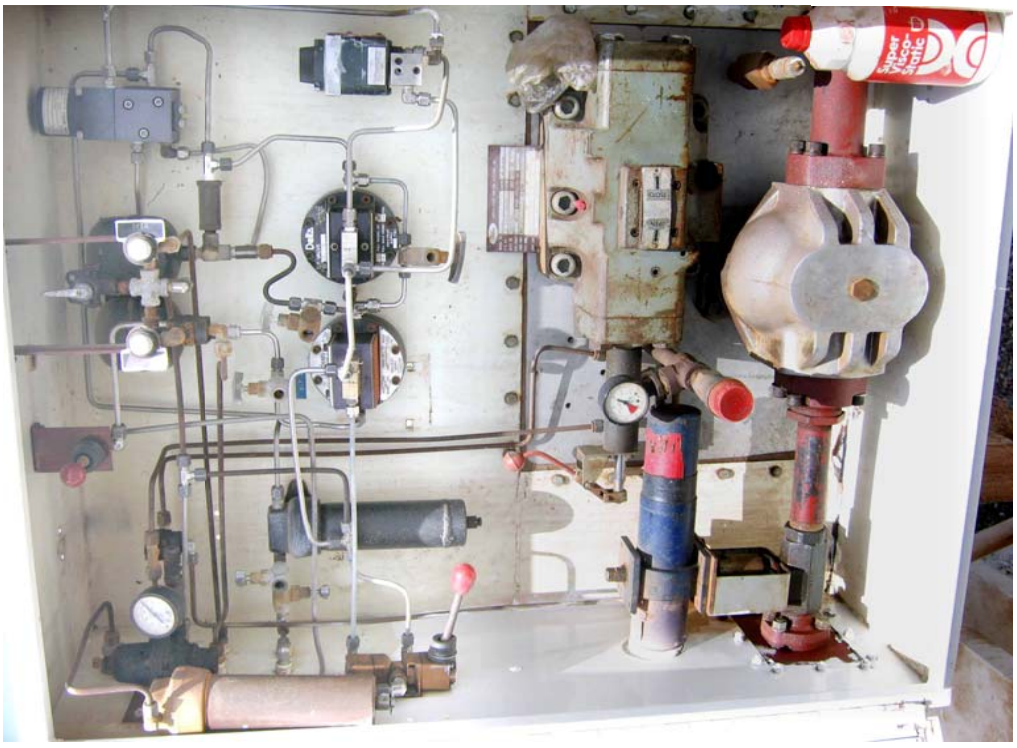
پلاکهای این طرح معمولا به دو زبان آلمانی و انگلیسی هستند. و همچنان عملگر و مدار کنترل پلاک مربوط به خود دارند که برای هرکدام نوع[۱۴۳] مشخصی را ذکر می‌نماید. اما شماره سریال شیر و مدار کنترل و عملگر در همه طرحها یکسان است. ضمن اینکه صرفا عملگرهای با گشتاور زیر ۲۰,۰۰۰Nm از ۵۲۱۱ تبعیت می‌کند.

[۱۴۳] Type

لدین آمریکا Ledeen USA



شکل ۳۸-۴ – نقشه عمل‌کننده لدین آمریکا



شکل ۳۹-۴ – شکل عمل‌کننده لدین آمریکا، بالا - کابین کنترل عمل‌کننده، پایین

این عمل‌کننده‌های قدیمی برروی شیرهای دروازه ای(گیت[۱۴۴]) نصب شده‌اند که گیت آنها بصورت عمودی بالا و پایین می‌رود. برخلاف شیرهای توپی که از نوع ربع گرد[۱۴۵] هستند، شیرهای گیت از نوع چندگرد[۱۴۶] هستند. عمل‌کننده‌های لدین از مجموعه ادوات غیر مجتمع تشکیل یافته که هرکدام بصورت جداگانه بر روی دیواره کابین کنترل نصب شده‌اند و به راحتی قابل تعویض یا تعمیر می‌باشند.

این عمل‌کننده‌ها به همراه عمل‌کننده‌های لدین خط دوم سراسری، تنها عمل‌کننده‌هایی هستند که سیستم لاین‌برک آنها از نوع Accu/Tect است. در شکلهای (۳۸-۴) و (۳۹-۴) نقشه و تصویر واقعی این عمل‌کننده‌ها مشاهده می‌گردد.

عملگر

عملگر لدین ازنوع هیدروستاتیکی است که توسط نیروی حاصل از موتورگاز، پمپ روغن و چرخدنده‌ها شیر را باز و بسته می‌کند.

معمولا زمان لازم برای بستن یا باز کردن یک شیر "۴۰ در فشار ۶۰۰psi حدود ۱۲۰ ثانیه است. ضمن اینکه حداقل فشار گاز مورد نیاز جهت چرخش موتورگازی ۲۵۰psi است.

گاز مورد نیاز موتور از طریق یک لوله "۲ متصل به خط لوله انتقال گاز تامین می‌شود. در مسیر ورودی گاز یک شیر قطع و وصل کنترل نئوماتیکی ۱۲ تحت نام براکت ولو[۱۴۷] وجود دارد که در زمان باز یا بسته کردن شیر تغییر وضعیت داده و مسیر گاز را باز می‌کند و در غیر آن مسیر گاز را مسدود می‌نماید.

براکت ولو یک شیر گردشی[۱۴۸] شبیه شیرهای پروانه‌ای است که با اعمال نیروی گاز روی آن تغییر وضعیت می‌دهد. بعضا این شیر نیز همانند شیر انتخابگر، ممکن است به درستی عمل نکند. لذا برروی آن زایده‌ای متصل به قسمت چرخان قرار گرفته است که توسط آچار قابل چرخش است. با چرخاندن این زائده شیر باز خواهد شد و موتور گازی شروع به کار خواهد کرد.

در عملگر لدین، برای باز یا بسته کردن شیراصلی از یک شیر انتخابگر (۲۱) مشابه شیر انتخابگر عملگر بورسیگ، از نوع ۴×۲ استفاده می‌شود که به دو حالت دستی و اتوماتیک در وضعیت مناسب قرار می‌گیرد. درحالتی که بخواهیم شیر اصلی را باز کنیم یا ببندیم انتخابگر بصورت خودکار ازطریق سرهای کنترلی نیوماتیک در وضعیت نشان داده شده قرار می‌گیرد.

بر روی انتخابگر یک اهرم مکانیکی دستی نیز قرار داده شده است که در حالت دستی توسط این اهرم، شیر انتخابگر را در وضعیت مناسب قرار می‌دهیم. همچنین بعضا پیش می‌آید که شیر انتخابگر با فشردن پوش‌باتنها تغییر وضعیت نمی‌دهد که در این موارد بایستی با تغییر دستی اهرم مذکور وضعیت مناسب را تغییر دهیم. این نقیصه ممکن است دو دلیل داشته باشد: اول، بدلیل عمر بالای قطعات و دوم، بدلیل پایین بودن فشار مدار کنترل. لذا در این مواقع بهتر است فشار مدار کنترل تا نزدیک به حداکثر مجاز افزایش داده شود.

---

[۱۴۴] Gate

[۱۴۵] Quarter Turn

[۱۴۶] Multi Turn

[۱۴۷] Bracket Valve

[۱۴۸] Rotary

فشار تولید شده توسط پمپ روغن ممکن است تا حدود ۲۰۰۰psi نیز بالا برود به همین دلیل اتصالات هیدرولیک عملگر بایستی توانایی تحمل این فشار را داشته باشند. اما در حالت عادی، که شیر اصلی را باز یا بسته می‌کنیم، معمولا فشار هیدرولیک به نصف این مقدار هم نمی رسد.

اربیت موتور[۱۴۹]های عملگرهای خط لوله از نوع دوتایی به شکل افقی هستند. از اربیت موتورهای عمودی پنج یا چهارتایی اکثرا در تاسیسات تقویت فشار استفاده می‌شود.

مسیر تیوبینگ رفت تا برگشت لیمیت سوئیچهای ۲۰a و ۲۰b تا سر کنترلی براکت ولو طولانی و بعضا تا ۶ متر است که احتمال آشغال گرفتگی جزئی در مسیر نیز وجود دارد. درصورت نشتی اندک گاز به بیرون در طول مسیر، احتمال کاهش فشار اعمالی به سر کنترلی براکت ولو وجود دارد که نتیجتا ممکن است برای باز کردن آن کافی نباشد.

برای روغنکاری موتور از محفظه روغنکاری ۱۶ استفاده می‌کنیم. روغن موجود در محفظه روغنکاری تقریبا برای دو بار بهره‌برداری متوالی کافی است اما بهتر است پیش از هر بار بهره‌برداری از شیر اصلی یکبار مقدار روغن آنرا بررسی کرد.

در شرایط عادی، محفظه روغنکاری هم فشار با خط لوله است لذا موقعی که می‌خواهید درون محفظه روغن بریزید بایستی فشار گاز را از لوله‌های منتهی به محفظه تخلیه کنید. این کار ابتداءا با بستن شیر سوزنی ۶-۲۷ و سپس بازکردن شیر ۱۲ انجام پذیر است. بدلیل وجود شیر ۳-۱۴ ، برای بازکردن شیر ۱۲ کافیست یکی از پوش‌باتنها را فشار دهید. مثلا در حالتی که شیر باز است مثل حالت فعلی که در نقشه شکل (۳-۳۵) نشان داده شده است، بایستی پوش‌باتن ۱۰a را فشار داد. می‌توانید بگویید چرا فشردن پوش‌باتن ۱۰b نمی‌تواند وضعیت شیر ۱۲ را تغییر دهد؟

به همین ترتیب اگر شیر بسته است پوش‌باتن ۱۰b را فشار دهید تا شیر ۱۲ تغییر وضعیت یابد.

در حالتی که شیر نه کاملا باز باشد نه بسته، با فشردن هرکدام از پوش‌باتنها شیر ۱۲ تغییر وضعیت می دهد.

دقت کنید که بدلیل نشتی موجود در شیرهای سوزنی احتمال پرفشارشدن مجدد محفظه وجود دارد. لذا اگر موقع بازکردن درب رزوه‌ای محفظه احساس کردید که به سختی باز می‌شود به احتمال بسیار زیاد محفظه پرفشار است.

محفظه روغنکاری به صورت افقی در مسیر لوله نصب می‌شود به همین دلیل در صورت تزریق کامل و پر روغن، ممکن است مقداری از روغن در لوله جاری شود و از طریق مسیر پاور ورودی قسمت کنترل وارد فیلتر ۲-۱۵ و سپس قسمت کنترل شود لذا بهتر است در هنگام نصب اندکی زاویه نصب این ادوات را در سمت موتور گاز کمی پایینتر و انتهای آنرا در ورودی اش، کمی بالاتر نصب کنیم تا روغن سرریزی به سمت موتور گاز سرازیر شود و برنگردد. همچنین بعضا مشاهده می‌شود که انشعاب پاور کنترل بعد از محفظه اخذ می‌شود که موجب می‌گردد روغن به داخل مجموعه کنترل راه یابد که بایستی از این نوع انشعاب گیری اجتناب کرد.

سرعت چرخش موتور گاز و نتیجتا بازوبست شیر توسط شیر سوزنی ۶-۲۷ که در مسیر گاز ورودی قرار داده می‌شود تعیین می‌گردد. هر چه این شیر بیشتر بسته باشد فلوی گاز عبوری کمتر شده و سرعت چرخش موتور

---

[۱۴۹] Orbit Motor

گاز کمتر می‌شود لذا زمان بیشتری برای حرکت گیت شیر لازم است و تغییر وضعیت کندتر صورت می‌گیرد. درصورتی که این شیر بیشتر باز شود سرعت حرکت گیت شیر بیشتر خواهد شد.

بر روی بدنه موتور گاز یک پیچ رزوه‌ای وجود دارد که جهت انجام کار تعمیراتی به کار می‌آید. مثلا برای اطمینان از ورود گاز به موتور گازی و یا تخلیه مایعات درون موتور درصورت وجود. برای بازکردن این پیچ ابتدا شیر سوزنی ۶-۲۷ را ببندید و سپس همانند روشی که برای تخلیه گاز محفظه روغن بکار می‌بردیم گاز موجود را تخلیه کنید. سپس این پیچ را باز کنید. پس از آن شیر سوزنی ۶-۲۷ را به آرامی باز کنید هم از راهیابی گاز مطمئن شوید و هم مایعات موجود تخلیه شوند. دقت شود که پیچ مذکور هرگز تحت فشار باز نشود.

در صورتی که شرایط مساعد باشد اما سرعت حرکت دیسک شیر معمولی نباشد احتمالا برخی قطعات دچار آسیب دیدگی شده‌اند.

پمپ روغن ۲۳ متصل به موتور گاز و پمپ روغنی دستی ۲۴ به صورت پشت به پشت متصل شده‌اند تا روغن را از مخزن مکش نموده و پس از افزایش فشار از طریق چک ولوهای ۲-۴ و ۳-۴ به خروجی منتقل نمایند. روغن پرفشار از مسیر شیر انتخابگر گذشته و شیر را باز یا بسته می‌نماید. در انتهای کورس حرکتی که لیمیت سوییچ ۲۰a و ۲۰b تغییر وضعیت می‌دهند نیروی گاز از روی شیر ۳-۱۴ و نتیجتا ۱۲ برداشته می‌شود.

برخلاف جکهای دستی نوع یوغ، دسته پمپ دستی روغن در اینجا ازنوع چرخاندنی است.

دقت کنید که اولا در اینجا حالت انتخابی دستی یا اتوماتیک وجود ندارد و هر زمان می‌توان از طریق دستی یا نیروی گاز شیر را باز یا بست کرد. ضمن اینکه اگر هردو پمپ را بکار اندازیم یعنی هم پوش‌باتن را فشار دهیم و هم دسته جک دستی را بچرخانیم نیروی تولیدی تنها یکی از آنها که بیشتر است از طریق چک ولو خروجی اش (۳-۴ یا ۲-۴) به عملگر اعمال می‌شود.

متاسفانه نیروی وارده توسط پمپ دستی بسیار کم می‌باشد و در مقایسه با پمپهای شیرهای نوع یوغ، زمان بسیار زیادی طول می‌کشد تا شیر تغییر وضعیت دهد و شاید تا حدود چند ساعت بایستی دسته جک دستی را چرخاند. نمای پشت کابین کنترل عمل کننده در شکل (۳-۳۷، پایین) نشان داده شده است.

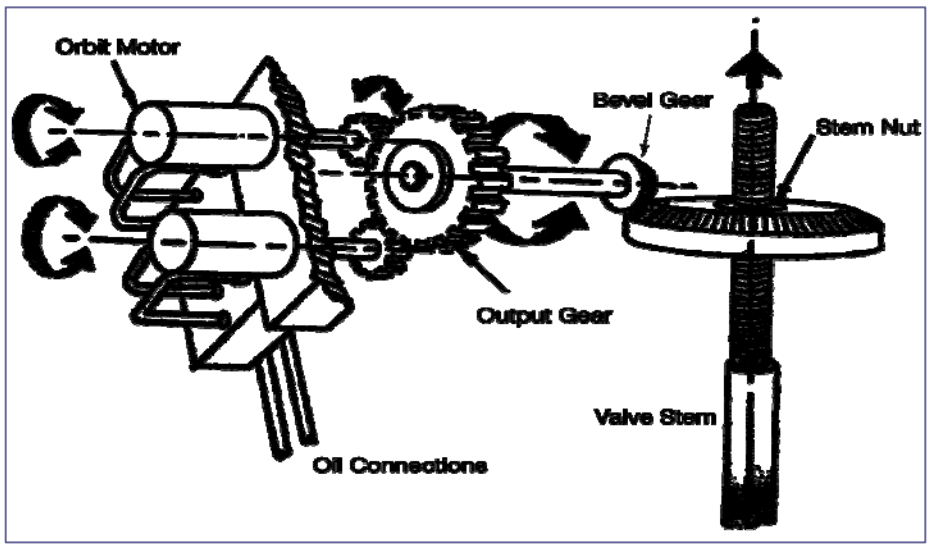
شیر ایمنی ۲۵ که نقش شیر کنترل گشتاور را نیز دارد از اعمال فشار بیش از حد به عملگر جلوگیری می‌کند. نقطه تنظیم این شیر قابل تغییر است.

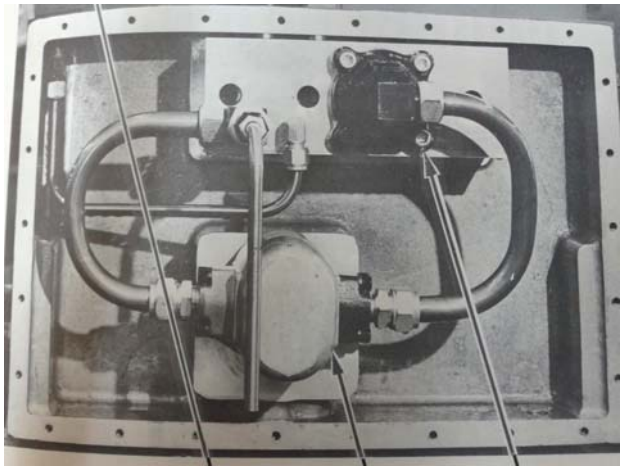
نمایشگرهای شیرهای گیت میله‌ای عمودی بوده و بطور متناوب هر ۱۰ سانتی متر توسط نوارهای رنگی قرمز و سفید مدرج شده‌اند. در ابتدا و انتهای این میله دو فرو رفتگی محیطی نمایشگر وضعیت کاملا بسته و کاملا باز می‌باشند که از فاصله نزدیک قابل رویت هستند.

با توجه به اینکه میله نمایشگر بصورت عمودی بالا و پایین می‌رود لذا اطراف آن بایستی بطور مناسب پوشیده شود تا حرکت میله را با مانع روبرو نکنند و از طرفی مانع از ورود غبار و رطوبت و آب باران به داخل عملگر گردد. بدین منظور در اطراف میله یک واشر لاستیکی قرار داده شده است. این واشر پس از مدتی دچار فرسایش شده و کارایی خودرا ازدست می‌دهد و لذا ممکن است عملگر دچار مشکل گردیده و حتی نیازمند تعمیر اساسی باشند.

دو سر چک ولو ورودی و خروجی ۴-۴ و ۵-۴ محل اعمال قدرت خارجی (پاورپک) می‌باشد که در مواقع ضروری و درصورت عدم عملکرد صحیح عملگر استفاده می‌شود.

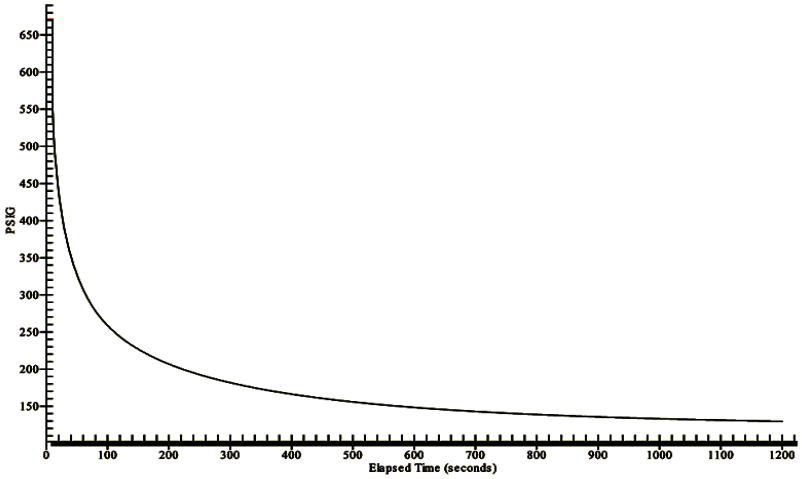
قسمت چرخدنده ای عملگر در شکل (۴۰-۴، بالا) نمایش داده شده است.





شکل ۴۰-۴ – یک عملگر هیدرو استاتیکی با اربیت موتورهای افقی، بالا – نمای پشت عمل‌کننده، پایین

در بالای عملگر و کنار اربیت موتورها دو عدد شیر هواگیری قرار داده شده است که می‌توان از طریق آنها سرهای پاورپک را متصل کرد. در این مواقع بهتر است سرهای خروجی پمپ روغن در بالای کابین کنترل مسدود شوند تا کل مجموعه مدارهای هیدرولیکی از مدار خارج شوند و صرفا نیروی پاور پک مستقیما به اربیت موتورها اعمال گردد. همچنین روغن پاورپک مسیر کوتاهتری را طی نماید.



شکل ۴۱-۴ - منحنی تغییرات فشار در محل شیراصلی پس از ترکیدگی لوله در فاصله ۱Km

قسمت کنترلی

پاور عمل‌کننده از دو انشعاب "۲ در طرفین شیراصلی اخذ شده و پس از گذر از دو شیر قطع ۱-۲۷ و ۲-۲۷ و یک دابل چک ولو، توسط ۱-۱۵ فیلتر شده از شیر سوزنی ۶-۲۷ که شرح داده شد عبور می‌کند و دو شاخه می‌شود. یک شاخه به سمت عملگر و یک شاخه به سمت قسمت کنترلی می‌رود.

بررسی یک ایراد فنی ساختاری

در اینجا بجز دابل چک ولو ۱-۱۴، شیر یکطرفه و نیز هیچ مخزن ذخیره گاز اضطراری دیگری وجود ندارد لذا در صورتی که ترکیدگی به حدی نزدیک شیراصلی رخ دهد که افت فشار فشار خط شدید باشد احتمالا تا قبل از بسته شدن کامل شیراصلی، فشار خط تا کمتر از ۲۵۰ psi افت خواهد کرد لذا دیگر شیراصلی کاملا بسته نخواهد شد. حتی اگر سیستم لاین‌برک به موقع ترکیدگی را تشخیص دهد. شکل (۴۱-۴، سمت چپ) نمودار فشار گاز در محل شیر اصلی را در زمانهای بعد از ترکیدگی خط در فاصله ۱Km نشان می‌دهد.

می‌بینیم که در عرض کمتر از ۱۰۰ ثانیه گاز خط از فشار ۶۵۰psi به مقدار ۲۵۰psi کاهش پیدا کرده است. بنابراین حتی اگر فرض کنیم که سیستم لاین‌برک بلافاصله ترکیدگی را تشخیص داده و عمل کرده باشد قطعا این زمان برای بستن یک شیر "۴۰ کافی نیست. بنابراین این شیر کاملا بسته نخواهد شد[۱۵۰]. لذا به نظر می‌رسد بایستی یک منبع مطمئن تامین فشار برای این عمل‌کننده‌ها در نظر گرفته شود. مثلا خط اول سراسری به موازات سایر خطوط سراسری احداث شده و ایستگاههای شیر بین راهی مشترکی با هم دارند. لذا می‌توان از انشعابات عمل‌کننده‌های خطوط موازی نیز استفاده کرد زیرا عمل‌کننده‌های شیرهای خطوط جدیدتر از نوع یوغ بوده و این مشکل را ندارند.

گازی که قرار است به سمت مدار کنترل برود مجددا توسط ۲-۱۵ فیلتر می‌شود.

---

[۱۵۰] این امر به تجربه ثابت شده است.

برای کاهش هزینه‌ها و ارزانتر بودن تجهیزات، طراحی ادوات مدار کنترل برای فشارهای کمتر از ۱۵۰psi انجام گرفته است. با این حال بدلیل حساسیت عملکرد، امروزه اغلب ادوات نیوماتیکی عمل‌کننده‌ها در فشار خط لوله طراحی و ساخته می‌شوند.

بنابراین گاز فیلتر شده توسط رگولاتور ۱۷ کاهش فشار داده شده و وارد قسمتهای کنترلی می‌شود. شیر ایمنی تخلیه ۹ نیز جهت ایمنی ادوات تعبیه شده است. درصورتیکه رگولاتور به درستی عمل ننماید ویا دچار آسیب گردیده و نتواند فشار ورودی را کاهش دهد شیر ۹ فشار گاز را تخلیه می‌کند.

یک شاخه از پاور ورودی به سمت سیستم لاین‌برک و یک شاخه به سر پاور پوش‌باتنهای ۱۰a و ۱۰b می‌رود.

با فشردن پوش‌باتن ۱۰b این شیر باز شده و گاز پاور ورودی اش به خروجی راه می‌یابد. گاز خروجی به سر پاور لیمیت سوییچ ۲۰b وارد می‌شود. درصورتی که شیراصلی کاملا باز نبوده باشد لیمیت سوییچ ۲۰b در وضعیت نرمال بوده و گاز پاور ورودی اش را به خروجی عبور می‌دهد. یک شعبه از این گاز به یک سر کنترلی شیر انتخابگر ۲۱ رفته و آنرا در وضعیت مناسب باز کردن شیراصلی قرار می‌دهد و یک سر دیگر آن به شاتل ولو ۱۴- ۳ رفته و نهایتا شیر ۱۲ را باز می‌کند که باعث می‌شود موتور گازی به حرکت در آید. در انتهای کورس حرکتی که شیر باز می‌شود مطابق وضعیت نشان داده شده در شکل (۳۸-۴) لیمیت سوییچ تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی اش تخلیه می‌شود. لذا شیر ۱۲ دوباره بسته شده و موتور گاز نیز متوقف خواهد شد.

بطور مشابه با فشردن پوش‌باتن ۱۰a این شیر باز شده و گاز پاور ورودی به خروجی راه می‌یابد. گاز خروجی به سر شاتل ولو ۲-۱۴ وارد شده و سپس به سمت لیمیت سوییچ ۲۰a می‌رود. ورودی دیگر شاتل ولو ۲-۱۴ از فرمان خروجی لاین‌برک می‌آید. درصورتی که شیراصلی کاملا بسته نبوده باشد لیمیت سوییچ ۲۰a در وضعیت نرمال بوده و گاز پاور ورودی اش را به خروجی عبور می‌دهد. یک شعبه از این گاز به یک سر کنترلی دیگر شیر انتخابگر ۲۱ رفته و آنرا در وضعیت مناسب بستن شیراصلی قرار می‌دهد و یک سر دیگر آن به شاتل ولو ۲-۱۴ رفته و نهایتا شیر ۱۲ را باز می‌کند که باعث می‌شود موتور گاز به حرکت در آید. در انتهای کورس حرکتی که شیر بسته می‌شود لیمیت سوییچ ۲۰a تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی اش تخلیه می‌شود. لذا شیر ۱۲ دوباره بسته شده و موتور گاز نیز متوقف خواهد شد.

در سه راهی پاور پوش‌باتنها یک شیر قطع ۵-۲۷ قرار داده شده است که می‌توان توسط آن گاز مدار کنترل را تخلیه کرد. این کار مخصوصا برای تزریق روغن به محفظه روغن مفید است.

روش دیگر تخلیه کامل گاز، همان روش تخلیه گاز محفظه روغن است که با فشردن پوش‌باتن ۱۰a یا ۱۰b و نگهداشتن آن به مدت چند ثانیه گاز محفظه روغن تخلیه می‌شد. این کار باعث می‌شود با ایجاد یک مسیر بازگشتی، گاز قسمت کنترلی نیز از طریق رگولاتور ۱۷ و فیلتر ۲-۱۵ به سمت محفظه روغن ۱۶ رفته و تخلیه گردد.

در مدارات واقعی، اگر چه با اندک آشنایی با مدار و یا از روی برچسبهای موجود می‌توان براحتی پوش‌باتنهای ۱۰a و ۱۰b را تشخیص داد ولی بطور عمومی می‌توان گفت پوش‌باتن ۱۰a در سمت چپ و ۱۰b در سمت راست قرار دارد.

بدلیل وجود لیمیت سوییچ، مشکلات ناشی از آنها نیز از جمله نقطه تنظیم دقیق، که به خصوص با گذر زمان سخت تر می‌شود وجود خواهد داشت. بدین منظور بایستی نقطه دقیق ابتدا و انتهای کورس حرکتی گیت را یافت. یک روش جهت تشخیص دقیق محل تماس یا بازه حرکتی حداکثری گیت این است که پس از بازکردن

شیراصلی که لیمیت سوییچ عمل می‌کند و شیر ۱۲ بسته می‌شود، با استفاده از آچار، زائده روی شیر ۱۲ را بچرخانیم تا این شیر مجددا باز شود تا حداکثر کورس حرکتی خود را طی کند. در این حالت به آرامی لیمیت سوییچ ۲۰b را می‌توان تنظیم کرد. همین کار را در موقع بستن شیر اصلی برای تنظیم لیمیت سوییچ ۲۰a می‌توان انجام داد.

دقت شود که در صورت کامل شدن حرکت گیت، موتور گاز متوقف شده و صدای اگزوز گاز ملایم خواهد شد. در این لحظه می‌توان شیر براکت ولو را رها کرد تا بسته شود.

با توجه به توضیحات ذکر شده می‌توان گفت که حتی بدون فشردن پوش‌باتنها و تنها با استفاده از اهرم دستی روی شیر انتخابگر و زایده روی براکت ولو می‌توان شیر را باز کرد یا بست (چگونه؟).

سیستم لاین‌برک

همانطور که ذکر شد سیستم لاین‌برک این عمل‌کننده‌ها از نوع Accu/Tect است. این سیستم علاوه بر این عمل‌کننده، بطور مستقل در کنار عمل‌کننده‌های خط دوم سراسری -که ساخت شرکت لدین ایتالیا هستند- نیز نصب شده است.

انشعاب سیگنال لاین‌برک از پایین‌دست پاور ورودی عمل‌کننده گرفته شده است که صحیح نیست. این انشعاب از مسیر شیر قطع ۳-۲۷ و فیلتر ۵-۱۴ عبور کرده به سمت سیستم مشتق‌گیر زمانی می‌رود. روش عملکرد بصورت زیر است:

فرض کنید در ابتدا فشار خط افزایشی باشد. در این حالت مسیر شیر یکطرفه ۱-۴ باز شده و مخزن ۶a و خط هم فشار می‌شوند. در صورت کاهش فشار خط، شیر یکطرفه بسته مانده و اختلاف فشار خط و مخزن ۶a توسط شیر ۱ مقایسه‌گر ۱۰psi اندازه‌گیری می‌شود. هرزمان که اختلاف فشار به بیش از ۱۰psi رسید مقایسه‌گر تغییر وضعیت داده و باز می‌شود و تایمر و سیستم مشتق‌گیر فعال می‌شوند. فعال شدن تایمر باعث تغییر وضعیت شیر هدایت گر(دایورتر ولو[۱۵۱]) می‌شود بنابراین فشار خط و مخزن ۶b توسط شیر ۲ مقایسه‌گر ۲۵psi و طی زمان T مقایسه می‌شوند. دقت شود پیش از تغییر وضعیت دایورتر ولو، مخزن ۶b به فشار خط متصل بوده است لذا دوطرف مقایسه‌گر ۲۵psi هم فشار بوده‌اند اما پس از تغییر حالت دایورترولو، فشار خط در لحظه تغییر وضعیت، در مخزن ۶b ذخیره شده و تا پایان T ثانیه که تایمر و دایورتر ولو به وضع اولیه باز می‌گردند در آن حالت باقی می‌ماند. در حین زمان‌گیری تایمر، فشار خط به مخزن ۶a متصل است لذا در پایان T ثانیه، فشار این لحظه در ۶a ذخیره شده و به عنوان فشار مرجع رله ۱۰psi لحاظ خواهد شد.

درصورتیکه افت فشار ادامه داشته و در هنگام زمان گیری تایمر بیش از ۲۵psi باشد مقایسه گر ۲۵psi تغییر وضعیت داده و فرمان خروجی لاین‌برک صادر می‌گردد. صدور فرمان خروجی باعث تغییر وضعیت شیر شماره ۷ خواهد شد که یک شیر اهرمی و تحریک نئوماتیکی است. پس از تغییر حالت این شیر، اهرم مکانیکی روی آن تغییر وضعیت داده و نشاندهنده این خواهد بود که سیستم لاین‌برک عمل کرده است.

سپس گاز خروجی از میان یک شیر اهرمی دیگر ۱۱ عبور کرده به شاتل ولو ۲-۱۴ می‌رود و سپس همان مسیر بستن شیر اصلی را طی می‌کند.

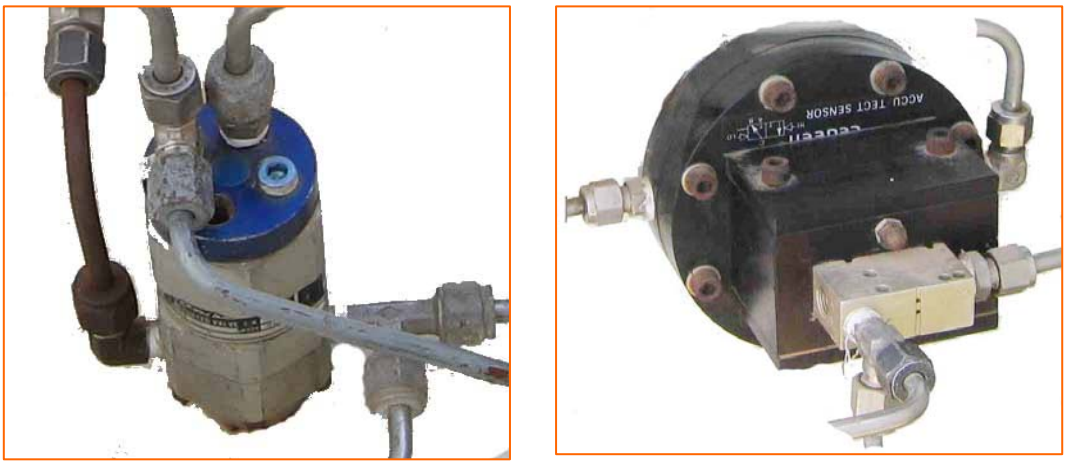
---

[۱۵۱] Diverter Valve

ساختار رله‌های ۲۵psi و ۱۰psi بسیار شبیه به ساختار رله‌های مقایسه‌گر می‌باشد. یک دیسک صفحه فلزی و دو ورودی در دو طرف آن به همراه یک اهرم مکانیکی متصل به دیسک که باعث تغییر وضعیت شیر متصل به آن می‌شود.

علت بیشتر خرابی‌های مقایسه‌گرها عدم حرکت این اهرم می‌باشد که اکثرا بدلیل ورود آلودگی به مجرای اهرم و فرسوده شدن دیسک و همچنین عدم آب بندی کامل دو طرف دیسک می‌باشد که در بسیاری مواقع می‌توان با تمیزکردن این رله‌ها آنها را مجددا احیا کرد.

شکل (۴۲-۴) دو مقایسه‌گر استفاده شده در این عمل‌کننده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۴۲-۴ – تصویر دو مقایسه گر بکار رفته در عمل‌کننده های لدین آمریکا

بازنشانی سیستم لاین‌برک

جهت بازنشانی سیستم لاین‌برک، پس از رفع افت فشار، بایستی اهرم شیر شماره ۷ را به حالت اول باز گرداند.

تنظیم و تست سیستم لاین‌برک

تنظیم این سیستم، صرفا با تنظیم زمان تایمر (برحسب ثانیه) قابل انجام است که برابر است با :

$$\frac{dp}{dt} = \frac{25}{T}\ \left(psi/\sec\right) = \frac{103.4}{T}\ \left(bar/\min\right) \qquad (۴-۱)$$

در بخش سیستمهای لاین‌برک ذکر شد که متاسفانه زمان تنظیمی تایمر معمولا وابسته به فشار کاری بوده و قطعی نیست لذا نقطه تنظیم بدست آمده نیز قطعی نیست و در فشارهای مختلف متفاوت است.

زمان تنظیمی تایمر معمولا بازه ای بین صفر تا ۳۰۰ ثانیه است.

جهت تست سیستم عمل‌کننده می‌توان شیر ۴-۲۷ را باز کرد و یا از زیر فیلتر لاین‌برک ۵-۱۴ گاز را تخلیه کرد.

گرچه معمولا در مدارات واقعی، شیرهای تخلیه بسیاری در قسمت کنترلی و سیستم لاین‌برک وجود دارد که می‌توان از هرکدام برای تخلیه گاز مدار و تست سیستم لاین‌برک استفاده کرد.

غیر فعال کردن سیستم لاین‌برک

شیر ۳-۲۷ و شیر ۱۱ که برای انسداد فرمان خروجی لاین‌برک بکار می‌رود را می‌بندیم.

موارد ویژه

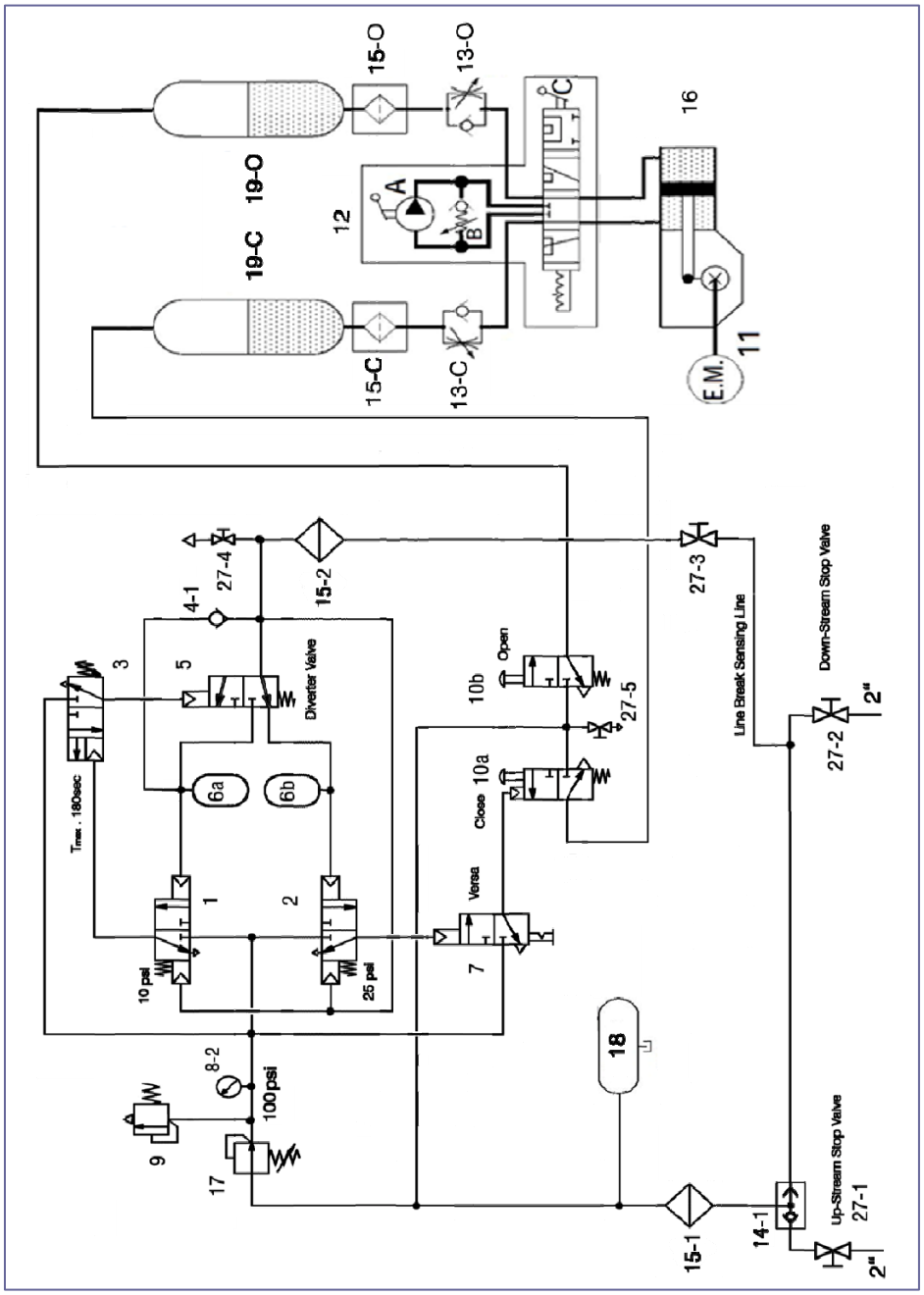
با توجه به عمر بالای این عمل‌کننده‌ها انتظار اینکه استانداردهای جدید در آنها رعایت شده باشند بجا نیست بعلاوه اینکه استاندارد مربوط به عملگرهای از این نوع که ربع گرد نیستند و چندین دور باید بچرخند تا شیر باز شود ISO EN ۵۲۱۰ است.

از طرفی بدلیل اینکه دیگر چنین عمل‌کننده‌هایی تولید نمی‌شوند تهیه قطعات یدکی نیز به سختی انجام می‌گیرد مخصوصا ادوات کنترلی فشار بالا! اما همانطور که ذکر شد یک مزیت این عمل‌کننده‌ها این است که ادوات بکار رفته، مجتمع نبوده و بطور مستقل در دسترس هستند لذا و در صورت نیاز به ردیابی یا تهیه قطعات بایستی هرقطعه به تنهایی لحاظ شده و پیجویی شود. حتی لزومی ندارد که این ادوات دقیقا مطابق با نوع اصلی[۱۵۲] باشند بلکه صرفا انطباق وظایفشان با نیازهای عمل‌کننده کافی است.

عمل‌کننده لدین خط دوم سراسری

در شیرهای خط دوم سراسری در جاهایی که سیستم لاین‌برک از نوع Accu/Tect می‌باشد نقشه عمل کننده آن مطابق شکل (۴۳-۴) و تصویر قسمت کنترلی آن مطابق شکل (۴۴-۴) است. قسمت عملگر عینا مشابه عملگرهای لدین ایتالیا و قسمت کنترلی و سیستم لاین برک مطابق طرح لدین آمریکا و Accu/Tect است. تفاوت اصلی قسمت کنترلی این عمل‌کننده با عمل‌کننده‌های شیرهای گیت از لحاظ مداری در سه چیز است: اولا؛ پاور پوش‌باتنها مستقیما به فشار خط لوله متصل است و همین فشار خط لوله به سمت مدار عملگر جهت اعمال قدرت منتقل می گردد و فاقد درایور مستقل هستند. ضمن اینکه برخی از انواع پوش‌باتنهای ۱۰a و ۱۰b واقعا پوش‌باتن نیستند و تحریک آنها یک شیر کنترل دبی پیچی است لذا برای ارسال فرمان، پیچ آنها بایستی چرخانده شود تا شیر اصلی باز یا بسته شود. ثانیا؛ پوش‌باتن ۱۰a هم بصورت دستی و هم بصورت نیوماتیکی قابل تحریک است که فرمان خروجی لاین‌برک نیز مستقیما بر روی سر کنترلی این شیر اعمال می‌گردد. ثالثا؛ در اینجا عمل‌کننده به مخزن ذخیره گاز اضطراری مجهز شده است.

[۱۵۲] Original



شکل ۴۳-۴ – عمل‌کننده **Accu/Tect** لدین ایتالیا

شکل ۴۴-۴ – تصویر واقعی عمل‌کننده Accu/Tect لدین ایتالیا

جمع بندی

در این بخش، ساختار و مدار عمل کننده های نصب شده برروی خطوط لوله ایران مورد بررسی دقیق قرار گرفته و معایب و مزایای هرکدام به تفصیل ذکر شد. عمل کننده "بی فی" بدلیل خوشنامی و عملکرد بهتر در طول سالیان به عنوان عمل کننده پایه انتخاب و کاملا مورد بررسی قرار گرفته و سایر عمل کننده ها با آن مقایسه شدند. برای درک بهتر نقشه ها و امکان مقایسه انواع عمل کننده ها با یکدیگر، مدارات و نقشه های تمامی عمل کننده ها مجددا مطابق با الگوی بی فی ترسیم گردیدند.

بخش پنجم

عمل کننده؛ از سفارش تا نصب و راه اندازی

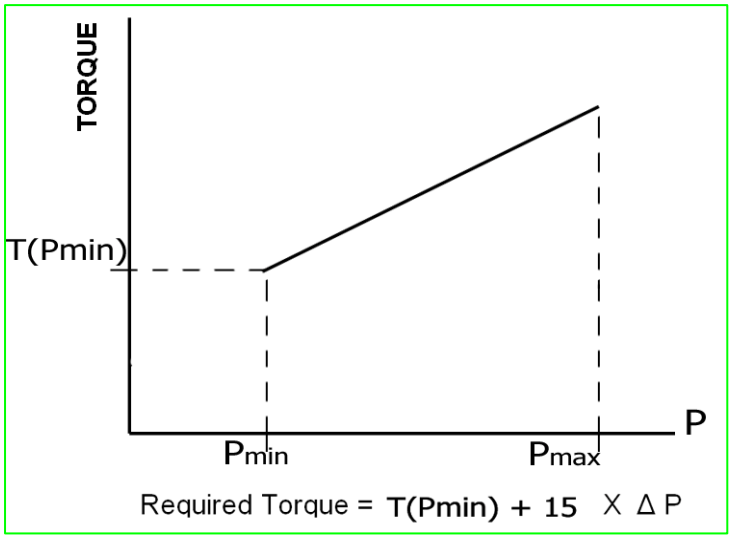
در این بخش بطور کامل به شرح اقدامات و اطلاعات لازم جهت سفارش خرید عمل‌کننده و نحوه نصب، راه‌اندازی و تنظیم آنها خواهیم پرداخت. استانداردهای ملی و ISO بطور کامل شرح داده شده و دستورالعملهای مستند شرکتهای سازنده نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند.

انتخاب عمل‌کننده متناسب با شیر اصلی[۱۵۳] Actuator Sizing

یکی از مهمترین مباحث در سفارش گذاری و خرید عمل کننده، انتخاب عملگر مناسب برای شیر است. ویژگیهای عملگرهای متداول در بخش ۲ گفته شد. لذا اکنون بایستی با ملاحظه این ویژگیها، به انتخاب بهترین عملگر برای یک شیر بپردازیم. بدین منظور بایستی گامهای زیر را بپیماییم:

۱. ابتدا بایستی رفتارهای گشتاوری شیر را شناخته و نمودارهای گشتاوری اش را در اختیار داشته باشیم.
۲. سپس بایستی نوع عملگر مناسب مورد نیاز را انتخاب نماییم. ۰۰۷ الزامی در مورد نوع عملگر بیان نکرده و صرفا نیروی پیشران را از نوع گاز برروی روغن ذکر کرده است. با این حال بدلایل ذکر شده در بخش عملگرها، اولویت با نوع یوغ است.
۳. قدم بعدی تعیین مقدار گشتاور مورد نیاز شیر باتوجه به شرایط و فشار و دمای کاری است. گفته شد که بیشترین گشتاور مورد نیاز شیرهای توپی، گشتاور BTO است. همچنین گودی نمودار عملگر نوع یوغ کمتر از گودی گشتاور مورد نیاز شیر است(در عملگر یوغ گشتاور RTO نصف BTO است. در عین حال اما، گشتاور RTO شیر کمتر از نصف BTO است) بنابراین اگر مقدار گشتاور BTO مورد نیاز شیر را بدانیم برای انجام محاسبات کافیست.

معمولا گشتاور مورد نیاز شیرها از پارامترهای متغیر بسیاری نظیر ضخامت و جنس بدنه و توپی، دما و ... تاثیر می‌پذیرند. لذا برای انتخاب مطمئن، بایستی بدترین حالت را برای این پارامترها در نظر بگیریم و سپس نمودار گشتاور BTO را در برابر فشار، از فشار حداقل P_{min} تا فشار حداکثر P_{max} کاری ترسیم کنیم که احتمالا منحنی شکل خواهد بود. مثلا فرض کنید با یک واحد افزایش فشار، ۱۵Nm به گشتاور مورد نیاز برای بازکردن



شکل ۱-۵ – نمودار تغییرات گشتاور مورد نیاز شیر به ازاءافزایش فشار

[۱۵۳] درصورتیکه سفارش گذاری عمل کننده به همراه شیر انجام می گیرد ظاهرا نیازی به مباحث این زیربخش نیست اما شایسته است تا سفارش دهندگان خود باتوجه به مباحث این زیربخش، از تناسب عملگر و شیر مطمئن شوند.

شیر افزوده می‌گردد لذا نموداری به شکل (۱-۵) خواهیم داشت. واضح است که بایستی نهایتا گشتاور مورد نیاز در فشار حداکثر کاری را یه عنوان ملاک سایزینگ درنظر بگیریم. بنابراین مقدار گشتاور حداکثری بدست آمده از این نمودار را معادل گشتاور BTO مورد نیاز شیر (Valve-BTO-T) درنظر می‌گیریم.

۴. اکنون مقدار Valve-BTO-T را در ضریب اطمینان ضرب می‌کنیم تا مقدار نهایی طراحی T_{design} گشتاور عملگر بدست آید. ضریب اطمینان بایستی حدود ٪۵۰-۲۴ (باتوجه به API ۶D) درنظر گرفته شود. بررسی کنید که عدد محاسبه شده از MAST[۱۵۴] ساقه بیشتر نباشد درغیراینصورت ناچار خواهید بود یا ساقه شیر را تقویت کنید،که کاری بسیار سخت است، یا گشتاور تولیدی محاسبه شده عملگر را کمتر درنظر بگیریم که به قیمت ازدست دادن حاشیه اطمینان تمام خواهد شد.
۵. مقدار T_{design} را در فرمولهای محاسبه اجزاء تولید گشتاور قرار داده و ویژگیهای عملگر را طبق روابط بخش ۲ استخراج کنید. درصورت حساسیت موضوع، در محاسبه این مقادیر نیروی اصطکاک و بازده عملگر را نیز در محاسبات لحاظ کنید. دقت کنید که ابعاد و اندازه ها نامتعارف نباشند. در غیر اینصورت اصلاحات موردنیاز را در طراحی انجام دهید. حتی اگر مجبور شدید از انوع دیگر عمل کننده ها استفاده کنید تا از بروز مشکلات آتی جلوگیری گردد.
حتما اگر محدودیت دیگری در انتخاب عملگرها وجود دارد از همان ابتدا آنرا مدنظر قرار دهید بهترین انتخاب را انجام دهید.
۶. مقادر ششگانه گشتاور (BTC, RTC, ETC, BTO, RTO, ETO) را محاسبه کرده و نمودار گشتاور تولیدی عملگر را به همراه گشتاور مورد نیاز شیر در فشار حداقل و حداکثر ترسیم نمایید. از انطباق این دو نمودار و برآورده شدن ضریب اطمینان و محدودیتهای MAST مطمئن شوید.
۷. با بررسی مدارک شرکتهای سازنده و مدل عملگرهای موجود نزدیکترین مدل را انتخاب و سفارش‌گذاری کنید.

درصورتی که تمایل دارید از عملگرهای نوع چرخ آسیابی و میله دنده ای استفاده کنید –که گشتاور ثابت تولید می‌کنند- به روش مشابه عمل کنید اما با توجه به اختلاف قابل توجه گشتاور مورد نیاز در حالت حرکت، درصورت امکان بهتر است ضریب اطمینان کمتر از گشتاورهای نوع یوغ در نظر گرفته شود تا از آسیب احتمالی جلوگیری شود.

استاندارد اتصال عملگرهای گردش–درصدی به شیرهای صنعتی[۱۵۵] [۱۵۶] ISO ۵۲۱۱:۲۰۰۱

[۱۵۴] Maximum Allowable Stem Torque

[۱۵۵] Industrial Valves - Part-turn Actuator Attachments

[۱۵۶] در اینجا نیز درصورتیکه سفارش گذاری عمل کننده به همراه شیر انجام می گیرد ظاهرا نیازی به مباحث این زیربخش نیست اما شایسته است تا سفارش دهندگان اولا سازندگان شیر و عمل کننده را ملزم به رعایت این استاندارد نمایند تا جهت توسعه های آتی با مشکل روبرو نشوید ثانیا باتوجه به مباحث این زیربخش، از رعایت این استاندارد توسط عملگر و شیر مطمئن شوند.

یکی از مفیدترین مراجع برای نصب عملگرهای گردش-درصدی مثل ربع-گرد برروی شیرهای صنعتی یا اصطلاحا کوپلینگ شیر و عملگر است که می‌تواند مشکل گشای بسیار قدرتمندی در زمینه نصب عملگر برروی شیر باشد. متاسفانه بسیاری از شرکتهای سازنده عمل کننده و شیر، ابعاد و اندازه های محصولات خود را تحت استاندارد مخصوص به خود می ساخته و می سازند به همین دلیل برای انطباق کامل شیر و عملگر می‌بایست بصورت سفارشی، مشخصات و اندازه های شیر از قبل به سازنده عملگر اعلام گردد تا آن شرکت ابعاد کوپلینگ عمل‌کننده را متناسب با ساقه شیر تولید نماید. با ظهور استاندارد ۵۲۱۱ امید است که سفارشی سازی ابعاد برطرف گردیده و تولیدکنندگان شیر و عمل کننده با تبعیت از این استاندارد به یکسان سازی ابعاد و اندازه ها و کاهش مشکلات مترتب بر سفارشی سازی کمک کنند. به عنوان مثال اغلب شیرها و عمل‌کننده‌های با گشتاور بالای ۱۰,۰۰۰Nm ساخت شرکت "شوک" از این استاندارد پیروی نمی‌کنند و استاندارد خاص خود را دارند. حتی نحوه چینش حفره های روی فلنج متقارن نیست بنابراین در صورت سفارش عمل‌کننده برای شیرهای این شرکت، نمی‌توان آنرا بر روی شیر دیگری نصب کرد و بالعکس. لذا لذا ضروریست سازندگان شیر و عمل کننده ملزم به تبعیت از این استاندارد در مرحله سفارش گذاری و تامین عمل کننده باشند.

در این زیربخش جهت آشنایی خواننده محترم با استاندارد ۵۲۱۱، به اختصار الزامات بیان شده در این استاندارد را ذکر کرده و از ارائه مجدد بسیاری از شکلها و جداول خودداری می‌کنیم.

الزامات ۵۲۱۱ در سه بخش عبارتند از:

۱. ابعاد فلنج[۱۵۷] اتصال عملگر به غلاف ساقه یا آداپتور ساقه شیر.
۲. ابعاد اجزاء راهبر (حرکت دهنده[۱۵۸]) شیر به اجزاء متحرک[۱۵۹] عملگر.
۳. مقادیر مرجع گشتاور، متناسب با ابعاد فلنجها.

در بخش اول (قسمت ۴ تا ۶) این استاندارد ابتدا حداکثر گشتاور قابل انتقال از طریق (متناسب با) فلنجهای مرجع این استاندارد در ۱۴ دسته ذکر شده است(جدول ۱ استاندارد) که از حداقل ۳۲Nm برای فلنج F۰۳ تا ۲۵۰,۰۰۰Nm برای فلنج F۶۰ را پوشش می‌دهد. در هیچ یک از ۱۴ دسته فوق نبایستی تنش کششی[۱۶۰] وارده به پیچها بیش از ۲۹۰MPa باشد ضمن اینکه ضریب اصطکاک بین فلنجها ۰.۲ می‌باشد. البته ضریب اصطکاک معمول سطوح فلزی برابر ۰.۱۵ در نظر گرفته می‌شود اما همانطور که می‌دانید سطوح روی فلنجها دارای شیارها و برجستگیهایی است که باعث می‌شود تا این ضریب کمی افزایش یابد.

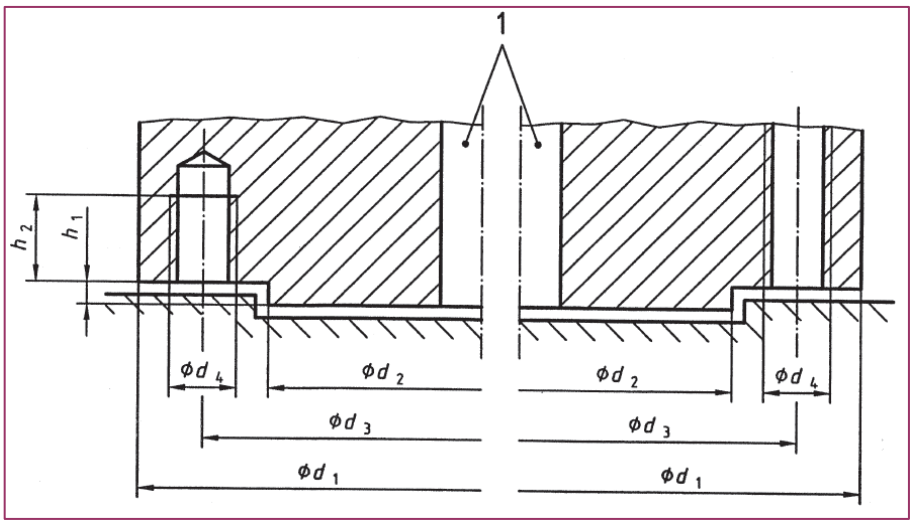
اتصال فلنجها به هم با ۳ نوع پیچ و مهره (Stud, Bolt, Screw) مجاز است که ابعاد پیچ، مهره و حفره‌های فلنجها بایستی مطابق استاندارد ISO ۲۷۳:۱۹۷۹ باشد. تعداد حفره‌های ۱۴ گروه فلنجها، در ۴ دسته تقسیم می‌شود. ۸ دسته اول ۴ حفره ای، ۴ دسته بعد ۸ حفره ای، دسته ۱۳ام ۱۲ حفره ای و دسته آخر ۲۰ حفره ای می‌باشد(جدول ۳ و شکل ۲ استاندارد). ضخامت فلنجها صرفا بایستی به حدی باشد که بتواند تنش پیچشی مجموعه انتقال قدرت را تحمل کنند و بجز این، محدودیت دیگری ندارد لذا ضخامت آن توسط شرکت سازنده و با لحاظ کردن سایر نکات عملیاتی انتخاب می‌شود. جایگشت حفره‌های فلنجها نسبت به خط افقی راستای شیر

---

[۱۵۷] Flange
[۱۵۸] Driver
[۱۵۹] Driven
[۱۶۰] Tension Stress

و خط عمود بر آن، غیر هم مرکز است. بعنوان مثال در صورتیکه فلنج ۴ حفره‌ای باشد این حفره‌ها با زاویه ۴۵ درجه نسبت به راستا و خط عمود بر شیر قرار می‌گیرند.

درادامه بخش اول استاندارد، ابعاد دقیق نواحی اتصال فلنجها و صورتهای آنها برروی هم برای ۱۴ دسته ذکر شده است. (شکل ۲ و جدول ۲ استاندارد) با دانستن این اطلاعات براحتی فلنجها روی هم قرار می‌گیرند. یک نکته جالب فلنج عملگر است که با فلنجهای متعارف تفاوت دارد. به شکل (۲-۵) مطابق شکل (۲) استاندارد دقت کنید.



شکل ۲-۵– اتصال سطوح فلنجهای عملگر به غلاف ساقه یا آداپتور

این استاندارد برای اتصال عملگر به شیر نیز یک روش نامگذاری پیشنهاد داده است که اطلاعات مفیدی دربر دارد و در سفارش‌گذاری کاربرد زیادی خواهد داشت.

در بخش دوم (قسمت ۷) استاندارد مشخصات ابعاد اجزاء انتقال قدرت برای شفتهای خارکی[۱۶۱] ، مربعی و لوزی شکل[۱۶۲] و سرپخ[۱۶۳] به همراه گشتاور قابل تحمل فلنجها متناسب با ابعاد شفت و خارها ذکر شده است (جداول ۴ تا ۶ و اشکال ۴ تا ۷). ابعاد خار شفت بایست مطابق استاندارد ISO/TR ۷۷۳ باشد.

دقت شود که مقادیر حداکثر گشتاور ذکر شده در این بخش از استاندارد، کمتر یا مساوی مقادیر جدول (۱) استاندارد بوده و بلکه متناسب با ابعاد خار، کمتر از آن مقادیر هستند. جداول گشتاور بعضا مقادیر را ذکر نکرده‌اند و محاسبه این عدد را به عهده سازنده و خریدار گذاشته‌اند اما عدد محاسبه شده نباید از مقادیر حداکثری جدول (۲) استاندارد بیشتر باشد.

یک پارامتر مهم دیگر، طول شفت ساقه و میزان داخل شوندگی آن در بوش یوغ است که ۵۲۱۱ آنرا به توافق طرفین واگذار می‌کند.

---

[۱۶۱] Key Drive

[۱۶۲] Parallel and Diagonal Square Head

[۱۶۳] Flat Head

بخش سوم (قسمت ۸) استاندارد مربوط به شکل شفت است. ۵۲۱۱ اجازه می‌دهد یک یا دو عدد خار با زاویه ۹۰ درجه نسبت به هم در نوع خارکی بر روی شفت قرار بگیرند (شکل (۸) و (۹) استاندارد). علاوه بر آن در دو شکل دیگر شفت که یکی مربعی (یا لوزی) شکل و سرپخ هستند که با ترسیم نحوه قرار گرفتن هر شفتی متناسب با موقعیت آن (در اشکال (۱۰) تا (۱۲)) ، استاندارد پایان می‌یابد. با مقایسه مقادیر گشتاورها درمی‌یابیم که شفتهای خارکی بالاترین حد مجاز گشتاور را نسبت به دو نوع دیگر دارند لذا برای اعمال حداکثر گشتاور مجاز به شیرهای صنعتی استفاده از این نوع شفتها توصیه می‌گردد.

در پایان مجددا متذکر می گردد که با توجه به عدم وجود استاندارد مشابه و نیاز واقعی سازندگان عمل‌کننده و شیر به وجود استانداردی که نقش واسط بین این دو گروه را ایفا کند، بایستی الزام سازندگان به رعایت این استاندارد از طرف سفارش دهندگان با جدیت پیگیری شود تا در آینده که ممکن است نیاز به جایگزینی و یا سفارش عمل‌کننده جهت نصب بر روی شیرآلات باشد با کمترین هزینه بتوان عملگر را سفارش داد.

مشخصات فنی خرید طبق استاندارد عمل‌کننده‌های خودکار IGS-M-PL-۰۰۷

استاندارد مرجع شرکت ملی گاز ایران جهت عمل‌کننده‌های خودکار "IGS-M-PL-۰۰۷(۰)" با عنوان "عمل‌کننده‌های هیدرولیکی" تدوین شده در سال ۱۹۹۰ میلادی می‌باشد که طبق عنوان ذکر شده در ابتدای این استاندارد، مرجعی برای تعیین مشخصات فنی عمل‌کننده‌های خطوط لوله می‌باشد. لذا علاوه بر انجام بازرسیهای مورد لزوم برطبق این استاندارد، مشخصات فنی خرید نیز از روی این مرجع تهیه می‌شود. متاسفانه هیچ استاندارد بین المللی و مرجع قابل توجه و استناد دیگری جهت عمل‌کننده‌ها موجود نمی‌باشد. لذا در اینجا به ذکر مشخصات و الزامات این استاندارد، که ازین پس به اختصار آنرا "۰۰۷" می‌پردازیم. در کنار موارد عنوان شده در استاندارد، برخی نکات دیگر نیز قابل ذکر است که در ادامه با علامت ▓ در میان متن استاندارد آمده است.

۰۰۷ دو بخش اصلی دارد: یک بخش الزامات طراحی و دیگری شامل نیازهای عمومی است که لازم است خریدار، تامین کننده و سازنده در هنگام سفارش‌گذاری، تامین و راه‌اندازی عمل‌کننده‌ها و همچنین هنگام نصب شیرهای خطوط لوله به این موارد توجه کافی داشته باشند تا از بروز مشکلات آتی جلوگیری شود.

تجهیزات الحاقی

۰۰۷ فرض کرده است که اساسا هر عمل‌کننده صرفا نیازها و تجهیزات اولیه برای بازکردن و بستن شیر اصلی را دارند. لذا برخی تجهیزات مدنظر دیگر را با عنوان الحاقی مورد لحاظ قرار داده و برای سازندگان عمل‌کننده الزام می‌کند. حتی سیستم لاین‌برک را نیز یک جزء الحاقی به شمار می‌آورد که در خطوط انتقال کاربرد دارد و وجوب آن بایستی به سازنده اعلام گردد. تجهیزات الحاقی الزام شده بصورت زیر هستند:

۱. مخزن ذخیره گاز اضطراری مناسب، به نحوی که برای یکبار بازکردن و یکبار بستن شیر کافی باشد. ▓ مخزن گاز اضطراری حتما شیر ایمنی داشته باشد.
۲. پمپ هیدرولیک دستی به همراه شیر ایمنی آن.
۳. پوش‌باتن جهت باز و بسته کردن شیر اصلی.
۴. نمایشگر وضعیت شیر اصلی در محل.

۵. سیستم لاین‌برک با بازه تنظیمی bar/min ۴-۰.۵ .
۶. شیر محدود کننده گشتاور هیدرولیکی. ▓ البته به تجربه ثابت شده است که انواع نئوماتیکی این شیرها همانند طرح TLS بی‌فی بهتر است.

نکات طراحی

۰۰۷ لحاظ کردن این موارد را در طراحی لازم می‌داند:

۱. طراحی عمل‌کننده جهت گاز طبیعی انجام شده باشد.
۲. عملگر سیلندر و پیستونی از دوطرف قابل اعمال نیرو[۱۶۴] باشد.
۳. حداکثر زمان مورد نیاز برای بازکردن یا بستن شیر توسط عمل‌کننده، ۱۲۰ ثانیه در سایزهای بالاتر از "۳۰ و ۴۵ ثانیه برای سایز "۳۰ و کوچکتر باشد.
۴. محفظه تجهیزات نئوماتیکی (کنترلی) ضدآب باشد.
۵. تیوب‌کشی ادوات منطبق با استاندارد AISI۳۱۶ باشد.
۶. عمل‌کننده بایستی قادر باشد مستقیما با استفاده از نیروی فشار گاز درون لوله کار کند.
۷. تجهیزات برقی (سولنویید ولو، سوییچ برقی و ...) در محفظه ضد انفجار با مشخصات Zone ۱, group(Natural Gas), EX/e, T۴, IEC ۷۹-۷ قرار داده شود.
۸. پوشش مطابق استاندارد BS-۵۴۹۳ و با ضخامت کل ۱۰۰µ باشد و رنگ نهایی عمل‌کننده، خاکستری رنگ مطابق ASA-۴۹ باشد.
۹. ▓ محدود فشار کاری، دمای کاری و شرایط محیط نصب عمل‌کننده از جانب خریدار به سازنده اعلام شود تا در طراحی مدنظر قرار گیرد.

مدارک و مکتوبات

برای بررسی صلاحیت سازنده و اطمینان از انطباق عمل‌کننده سفارش داده شده با نیازها، لازم است مدارک مورد نیاز ذیل هنگام سفارش‌گذاری از سازنده خواسته شوند:

۱- نمودارها و داده‌های[۱۶۵] گشتاور تولیدی عمل‌کننده و شیر در فشارهای مختلف برای ۶ حالت (BTC, RTC, ETC, BTO, RTO, ETO).
۲- دستورالعملها[۱۶۶] و راهنماها[۱۶۷]ی مورد نیاز برای بهره‌برداری، تعمیر، نگهداری، نصب، راه‌اندازی و تنظیم عمل‌کننده به همراه نقشه‌های عملکرد و ابعادی عمل‌کننده و اجزاء. دقت کنید ابعاد و اندازه‌ها متعارف باشد. ▓ وزن عمل‌کننده نیز خواسته شود.
۳- لیست تجهیزات استعمال شده، جنس[۱۶۸] و استاندارد ساخت آنها.
۴- لیست قطعات یدکی دو ساله و پنج ساله پیشنهادی.

---

[۱۶۴] Double Acting
[۱۶۵] Database
[۱۶۶] Manual
[۱۶۷] Catalogue
[۱۶۸] Bill of Material

۵- مدارک تست ادوات برقی درصورت وجود، مثل لیمیت سوییچها و سولنویید ولوها.
۶- مدارک تست شیر اصلی و عمل‌کننده (این مدارک هنگام تحویل شیر از سازنده دریافت می‌شود).
۷- ▓ تمامی نمودارها و گرافهای مربوط به عملکرد سیستم لاین‌برک.

پلاک مشخصات[۱۶۹]

پلاک عمل‌کننده در حقیقت شناسنامه عمل‌کننده و آشکارکننده هویت و مشخصات آن است. ۰۰۷ ذکر برخی مشخصات را در پلاک اجباری کرده است از جمله:

[۱] نام سازنده و علامت تجاری[۱۷۰].
[۲] مدل، نوع و شماره سریال.
[۳] حداقل و حداکثر فشار و دمای کاری.
[۴] بازه تنظیمی سیستم لاین‌برک و نقطه تنظیم شده. ▓ در این مورد درصورتی که محل نصب عمل‌کننده مشخص است بهتر است نقطه تنظیم به سازنده اطلاع داده شود.
[۵] زمان مورد نیاز برای بازکردن و بستن شیر اصلی (در فشار کاری).
[۶] گشتاور تولیدی در حداقل فشار.
[۷] شماره سریال و سایز شیر.
[۸] نقطه تنظیم شیر ایمنی.
[۹] شماره سفارش خرید و آیتم.
[۱۰] سال ساخت.
[۱۱] ▓ کشور سازنده عمل‌کننده
[۱۲] ▓ نام و کشور سازنده شیر.
[۱۳] ▓ وزن خالص عمل‌کننده.
[۱۴] ▓ سیال قابل استفاده. جهت جلوگیری از هرگونه خطای احتمالی.

▓ جهت تکمیل نیازهای استاندارد بهتر است سازنده نسبت به ثبت این اطلاعات در محل مناسب روی عمل کننده، اقدام نماید:

۱- ▓ بازه و نقطه تنظیم پیش فرض کلیه اجزاء تنظیم شونده مثل شیر TLS و مقایسه‌گر سیستم لاین‌برک، برروی این اجزاء ثبت شوند.
۲- ▓ مشخصات مخازن همانند فشار و دمای حداقل و حداکثر، فشار تست و سال ساخت حتما روی پلاک مخصوص به آن حک شده و برروی آن تجهیز نصب شود.
۳- ▓ عمل‌کننده‌های مشابه معمولا روش بهره‌برداری یکسانی دارند اما در صورتیکه هرگونه استثنای قابل توجهی در این زمینه وجود دارد بهتر است که در قسمت مربوطه، تذکرات لازم نصب شود. به عنوان مثال در عمل کننده های بورسیگ لازم است بین دو بار بهره‌برداری متوالی حداقل ۵ دقیقه زمان صرف شود. لذا نصب هشدار در داخل کابین کنترل در این زمینه مناسب است.

---

[۱۶۹] Nameplate
[۱۷۰] Trade-Mark

▓ ۰۰۷ در مورد مشخصات خود پلاک اظهارنظری نکرده اما بهتر است از جنس فولاد زنگ نزن بوده و مشخصات برروی آنها بصورت برجسته حک شود تا پایداری بیشتری داشته باشند.

▓ متاسفانه هرکدام از سازندگان عمل‌کننده پلاک مخصوص به خود را دارند که اطلاعات ثبت شده برروی آنها پراکنده بوده و از یک سازنده به دیگری متفاوت است لذا لازم است حتما در این زمینه دقت کافی به عمل آمده و مطابق استاندارد باشد.

تست عملکرد

یکی از مهمترین قسمتهای استاندارد که تقریبا همه پرسنل درگیر با عمل‌کننده‌های خودکار اعم از بهره‌بردار، تعمیرات، بازرسی و مهندسی بایستی با آن آشنا باشند نحوه تست موفق یک عمل‌کننده است که نشان دهنده سلامت و کارایی آن است.

۰۰۷ ، شش بند درمورد تست عمل‌کننده دارد که ۲ بند اول آن صرفا برروی عمل‌کننده و ۴ بند دیگر به همراه شیر مربوطه انجام شود. ازین بین صرفا بند آخر مربوط به تست سیستم لاین‌برک است:

۱. کلیه تجهیزات عمل‌کننده بایستی بمدت دو ساعت در فشار ۱.۲۵ برابر فشار کاری قرار بگیرند. در طول این مدت هیچ گونه نشتی نباید مشاهده شود.
۲. حداکثر گشتاور تولیدی عمل‌کننده در زوایای مختلف بایستی توسط ماشین گشتاور اندازه‌گیری شود.
۳. شیر در وضعیت بسته قرار گرفته و حداکثر اختلاف فشار به آن اعمال گردد. در این حالت بایستی بتوان براحتی شیر را توسط عمل‌کننده باز کرد. فشار گاز ورودی عمل‌کننده می‌تواند تا حداکثر فشار(برابر با فشار سمت پرفشارتر شیر) باشد.

این تست بایستی در وضعیت باز شیر نیز انجام گیرد.

۴. شیر در حالت باز (و بدون اختلاف فشار) قرار گرفته و در فشار حداقل ورودی گاز ۱۰ دفعه باز و بست شود. این تست در فشار حداکثر نیز انجام گیرد.
۵. شیر را در حالت بسته قرار داده، حداکثر اختلاف فشار را به دوطرف آن اعمال نمایید. در این حالت با استفاده از پمپ دستی بایستی براحتی بتوان شیر را باز کرد. بار دیگر شیر را در وضعیت باز قرار داده و حداکثر گشتاور را اعمال نمایید (▓ احتمالا با تزریق گاز پرفشار به درون شیر). سپس با استفاده از پمپ دستی بایستی براحتی بتوان شیر را بست.
۶. شیر را در در حالت باز قرار دهید. با تنظیم سیستم لاین‌برک برروی مقادیر نرخ افت فشار , ۰.۵ bar/min ۴ , ۳.۵ , ۳ , ۲.۵ , ۲ , ۱.۵ , ۱.۲۵ , ۱ , ۰.۷۵ و اعمال این نرخهای افت فشار، بایستی سیستم لاین‌برک عمل کرده و شیر را ببندد. مدت زمان اعمال نرخ افت فشار تا بستن شیر ثبت شود که نباید بیش از زمان لازم برای بستن شیر باشد. این آزمایشها سه بار در فشار حداقل، حداکثر و کاری انجام گیرد.

▓ این تست بهتر است تحت این شرایط انجام شود:

۶-۱- ▓ پس از تحریک شدن سیستم لاین‌برک و آغاز بسته شدن شیر، افت فشار در ورودی سیگنال سیستم لاین‌برک از بین رفته و با افزایش فشار آن بلافاصله فشار دوطرف مقایسه‌گر یکسان گردد تا از قفل سیستم لاین‌برک اطمینان حاصل شود.

۶-۲- ▓ پس از بسته شدن شیر، با فشردن پوش‌باتن مربوط به بازکردن شیر از عدم بازشدن آن اطمینان حاصل گردد. درصورت اطمینان از عدم بروز مشکل، این عمل را حین بسته شدن شیر نیز می‌توان انجام داد.

▓ برای تست بهتر عمل‌کننده، شایسته است علاوه بر موارد مصرح در ۰۰۷ (شش بند بالا) این موارد نیز انجام گیرد:

۷. ▓ تست بند ۳ را با مخزن گاز اضطراری در فشارهای حداکثر، حداقل و بهره‌برداری برای اختلاف فشارهای متناسب نیز تکرار کنید.
۸. ▓ عملکرد و نقطه تنظیم شیرهای محدودکننده گشتاور تست شود. این تست را می‌توان همراه با یکی از تستهای بالا انجام داد.
۹. ▓ عملکرد و نقطه تنظیم شیر ایمنی تست شود.
۱۰. ▓ هرکدام از ورودیهای پاور عمل‌کننده را تست کنید تا از سلامت سیستم تغذیه دوطرف (شاتل ولو یا چک ولوها) مطمئن شوید.

سایر قسمتهای ۰۰۷

۱- درصورتی که عمل‌کننده به تنهایی سفارش‌گذاری می‌گردد و یا جدا از شیر تحویل می‌شود بایستی کلیه اتصالات واسطه برای اتصال عمل‌کننده به شیر از جانب سازنده ارائه گردد.
۲- برخی قسمتهای دیگر نیز مثل نحوه انجام پوشش و حمل عمل‌کننده در استاندارد وجود دارد که امکان توضیح همه آنها در اینجا میسر نبوده و ضروری نیز نمی‌باشد.

بندهای استاندارد ۰۰۷ در اینجا تمام می شود اما برخی نکات ضروری گردآوری شده دیگری نیز وجود دارد که هم در موقع سفارش‌گذاری و هم در موقع تحویل گیری شیرهای اصلی خطوط جدیدالاحداث مفید است. این موارد در زیربخش بعدی ذکر می شوند.

▓ نکات ضروری

به تجربه مشاهده شده است که بسیاری از سازندگان، تقید کافی نسبت به استاندارد ۰۰۷ ندارند. این امر احتمالا ناشی از دو عامل مهم می‌باشد: ۱- به دلیل نداشتن اطلاعات کافی در این زمینه و لزوم تقید به آن بوده باشد. ۲- ضعف استاندارد و جامع نبودن آن مزید علت بوده باشد. درمورد اول بایستی سفارش دهندگان و خریداران تذکرات لازم را به سازندگان عمل‌کننده‌ها بدهند. اما برای مورد دوم، در این فصل و ذیل توضیح الزامات ۰۰۷، هرکجا که نکات قابل ذکری وجود داشت در ادامه مبحث آن قسمت آمده است که لازم است سفارش گذاران نکات تجربه شده و اصلاحات مدنظر را به امور تدوین استانداردها منعکس نمایند. علی‌ایّحال جهت تکمیل مباحث، رعایت برخی نکات بهره‌برداری-تعمیراتی که به تجربه و از طریق منابع مختلف گردآوری شده است ذیلا جهت الزام در زمان سفارش‌گذاری ذکر می‌گردد:

۱. ابتداءا مطمئن شوید سازنده جزء تامین کنندگان مجاز شرکت ملی گاز ایران (وندور لیست[۱۷۱]) باشد.

[۱۷۱] Vendor List

۲. مشخصات شیر با عمل‌کننده انطباق داده شود مخصوصا در زمانی که عمل‌کننده به صورت مستقل سفارش‌گذاری می‌گردد. در این حالت قطر شفت و غلاف ساقه شیر و نیز قطر حلقه درونی یوغ عملگر بهتر است مطابق استاندارد ISO ۵۲۱۱ باشد. درصورتی که عمل‌کننده برای شیر موجود سفارش‌گذاری می‌گردد و این شیر استاندارد ۵۲۱۱ را رعایت نکرده است بایستی مشخصات و ابعاد ساقه و غلاف شیر موجود جهت مطابقت نقطه اتصال به سازنده عمل‌کننده اعلام شود.

۳. در هنگام سفارش عمل‌کننده، بایستی مقدار ضریب اطمینان که جهت گشتاور عمل‌کننده نسبت به حداکثر گشتاور مورد نیاز شیر در شرایط عادی در نظر گرفته می‌شود نیز توسط سازنده شیر یا خریدار عمل‌کننده اعلام شود که در شرایط عادی و یا در نظر گرفته اختلاف فشار موجود در دوطرف شیر در هنگام بسته بودن عدد ٪۵۰-۲۴ عدد مناسبی است. در عین حال این عدد نباید ازحداکثر گشتاور قابل اعمال به ساقه شیر(MAST) بیشتر باشد چراکه موجب برش پیچشی ساقه می‌گردد.

ذکر این نکته نیز مفید است که استاندارد شیر API ۶D هشدار می دهد در صورتی که میزان گشتاور اعمالی عمل‌کننده به شیر بیش از مقدار حداکثر قابل تحمل باشد احتمال تاب برداشتن[۱۷۲] اجزا وجود دارد.

۴. درمورد نحوه استقرار ادوات تذکرات لازم به سازنده اعلام شود. این نکات بعضا عمومی است اما اکثرا به تجربه به دست آمده و باتوجه به سازندگان مختلف فرق می‌کند. مثلا جهت لوله خروجی تخلیه هوا و مایعات در شیرهای تخلیه عموما جهت خروجی شیر تخلیه نبایست به سمت بهره‌بردار باشد. همچنین زاویه نصب شیرها نیز بصورت عمودی نباشد تا آلودگیهای احتمالی همراه گاز پس از صعود به روی عمل‌کننده برنگردد. توضیح مفصلتر این نکات در بخشهای مربوط به سازندگان آمده است.

۵. دقت و پیش بینی شود که پس از نصب عمل کننده بر روی شیر، کابین کنترلی در ارتفاع مناسب و معقولی قرار داشته باشد که در بهترین حالت بایستی پوش‌باتنها کمی پایینتر از سینه انسان قرار گیرند.

۶. سهل الوصول بودن تجهیزات جهت انجام آسان تعمیرات و تغییرات مقتضی، مخصوصا قسمتهای نیازمند به تنظیم مثل مقایسه‌گر سیستم لاین‌برک بررسی گردد.

۷. درصورتی که سیستم کنترل دارای کابین است حتما حفره ای زیر آن جهت تخلیه مایعات و نیز تخلیه فشار نشتی احتمالی گاز تعبیه شود.

۸. محل الصاق یا قراردادن نقشه در کابین کنترلی تعبیه شود.

۹. جهت بدست آوردن یک دید کلی نسبت به عمل‌کننده، از سازنده بخواهید از قسمتهای مختلف عمل‌کننده عکس گرفته و با جزئیات محل قرار گیری ادوات از زوایای مختلف ارسال کند.

۱۰. نمایشگر وضعیت شیر[۱۷۳] بهتر است بصورت میله ای یا لوزی کشیده بوده و نسبت به سطح عملگر برجسته تر باشد و تاحد ممکن از نمایشگرهایی با شکل کاملا متقارن مثلا گوی-مانند که وضعیت را توسط برچسبهای چسبانده شده برویشان معین می‌کنند، اجتناب شود. زیرا این نمایشگرها اولا در هنگام شب و نبود نورکافی قابل رویت نیستند. ثانیا مدتی پس از نصب و استفاده، احتمال رنگ پریدگی آنها وجود دارد که در این صورت نیز کارایی نخواهند داشت. همچنین مناسب بودن محل نصب این نمایشگرها چک شود بدینگونه که اگر روبروی کابین کنترلی بایستید بتوانید نمایشگر را ببینید (شکل ۳-۵).

---

[۱۷۲] Deflection

[۱۷۳] Indicator

شکل ۳-۵– دو نمونه شاخص: مناسب، سمت راست – نامناسب، سمت چپ

۱۱. فیلترها حتما شیر تخلیه آلودگی داشته باشند.

۱۲. مخازن تعبیه شده همگی شیر تخلیه مایعات از پایین را داشته باشند. این شیرها بایستی در پایین ترین نقطه مخازن، که محل اجتماع مایعات است، نصب شوند. در صورتیکه مخازن بصورت افقی نصب می‌شوند این شیر نزدیک یکی از لبه‌های استوانه ای سیلندر مخزن نصب شده و مخزن در این قسمت کمی نسبت به انتهای دیگر آن در سطح پایین تری قرار داده شود.

۱۳. تمامی مخازن گاز مجهز به گیج فشار باشند. این کار علاوه بر اطمینان از وجود فشار گاز درون آنها، امکان تست صحیح عملکرد سیستم را فراهم می‌آورد. همچنین در روزهای بسیار سرد سال که امکان شکنندگی ترد[۱۷۴] مخازن وجود دارد از تخلیه گاز درون آنها مطمئن می شوید.

۱۴. سیستم لاین‌برک بایستی بر پوش‌باتنها و سیستم کنترل[۱۷۵] عمل‌کننده ارجحیت داشته و برآنها غلبه کند و شیر را ببندد. همچنین پس از ارسال فرمان بسته شدن شیر بایستی عمل‌کننده اولا با حفظ و قفل کردن[۱۷۶] روی این فرمان، حتی در صورتی که در حین بسته شدن شیر اصلی، اختلاف فشار برطرف شود به بستن شیر ادامه دهد و ثانیا مانع از عملکرد پوش‌باتن بازکردن شیر اصلی شود تا زمانی که سیستم لاین‌برک بازنشانی[۱۷۷] شود.

۱۵. مقایسه‌گر سیستم لاین‌برک حتما مدرج باشد. درصورتی که تنظیم با استفاده از تغییر دور شیر گلویی انجام می‌گیرد در جایی کنار این پیچ، رابطه تغییر حساسیت با هر دور چرخاندن پیچ نوشته شده باشد.

۱۶. اتصالات لازم برای امکان تست خارجی و کالیبراسیون سیستم‌ها تعبیه شود. نصب شیر تست سیستم لاین‌برک توسط بهره بردار به سازنده اطلاع داده شود.

---

[۱۷۴] Brittle Fracture

[۱۷۵] Remote Control

[۱۷۶] Latch

[۱۷۷] Reset

۱۷. مقدار نقطه تنظیم پیش فرض تجهیزات، مثل سیستم لاین برک و شیر TLS درخواست شود. در صورتی که هرگونه تنظیم خاصی مدنظر است به سازنده اعلام گردد.
۱۸. تامین گاز پاور عمل‌کننده بایستی بطور پیش فرض از دو طرف شیر امکان پذیر باشد. لذا تمهیدات لازم باید در ورودی گاز عمل‌کننده اندیشیده شود مثلا از شیر شاتل ولو یا چک ولو جهت این امر استفاده شود. همچنین جهت جلوگیری از تخلیه گاز مخزن ذخیره اضطراری، مسیر ورود گاز پاوردارای چک ولو باشد.
۱۹. تعداد دفعاتی که بایست پمپ هیدرولیک را جک زد تا شیر باز و بسته شود از سازنده خواسته شود.
۲۰. درخواست شود مشخصات روغن مصرفی با کیفیت مطلوب و نیز حداقل مشخصات مورد نیاز ذکر شود.
۲۱. عمل‌کننده حتما قابلیت تنظیم سرعت بازوبست داشته باشد. این قابلیت معمولا بوسیله دو عدد شیر گلویی در مسیر روغن ورودی یا خروجی عملگر پیاده می‌شود.
۲۲. حداکثر محدوده گردش ساقه شیر اصلی با توجه به بازه حرکت پیستون مشخص شود چند درجه است. (این بازه نباید از ۳- تا ۹۳+ درجه کمتر باشد).
۲۳. نمایشگرهای ایمنی لحاظ شود. حتما دقت شود عملکرد مدار کنترل به نحوی باشد که درحالات مختلف بروز خطای بهره‌برداری توسط نفرات به هرصورت ممکن آسیبی به بهره‌بردار و عمل‌کننده وارد نشود. مثلا درصورت فشردن همزمان چند پوش باتن و پمپ دستی و ... چه اتفاقی رخ خواهد داد[۱۷۸]؟
۲۴. از موارد مصرح در ۰۰۷ چک لیست نهیه شده و جهت تایید به سازنده ارسال گردد. بعلاوه صراحتا متابعت و انطباق با استاندارد ۰۰۷ از سازندگان خواسته شود.
۲۵. از پیشنهادهای مفید سازنده استقبال شود. در عین حال از گزینه‌های اضافی دردسرساز مثل تعبیه ESD در کنار LB اجتناب شود. همچنین مشکلات و معایب تجربه شده هر سازنده حتما به ایشان منعکس شود تا رفع شود. برخی از این موارد در بخش عمل کننده ها آمده است.
۲۶. انجام بازرسی درحضور نماینده این شرکت تقبل شود.
۲۷. برخی موارد نیز در تعهد خریدار است، مثل اعلام گشتاورهای مورد نیاز شیر، که باید به سازنده عمل‌کننده اعلام شود.

نصب عمل کننده برروی شیر

نحوه استقرار عمل کننده

طبق یک قانون نانوشته، معمولا در نقشه‌های طراحی و عملکرد عمل‌کننده‌ها، جهت جریان گاز از سمت چپ به جهت راست در نظر گرفته شده و نقشه‌ها بر این اساس ترسیم می‌شوند. بنابراین طبیعتا می‌بایست در هنگام نصب بر روی شیرهای خطوط لوله نیز به همین صورت نصب شوند یعنی وقتی بهره‌بردار در مقابل کابین کنترلی قرار گرفته و آماده کار با عمل‌کننده است سمت چپ او بالا دست[۱۷۹] شیر و سمت راست او پایین دست[۱۸۰] باشد.

---

[۱۷۸] به عنوان مثال در عمل‌کننده "بی‌فی" گفته شد که در صورتی که جک دستی در وضعیت باز باشد و قفل آن زده نشده باشد با فشردن پوش‌باتن بازکردن شیر، اهرم جک بطور ناگهانی و با قدرت بالا می‌آید که اگر بهره‌بردار در مجاورت آن باشد حتما آسیب جدی خواهد دید. لذا تعبیه پین قفل کننده اهرم جک دستی لازم است.

[۱۷۹] Up-Stream

[۱۸۰] Down-Stream

اما متاسفانه جادهی واقعی عناصر در عمل‌کننده‌ها به نحوی است که همیشه نمی‌توان این قاعده را رعایت کرد و بلکه در بیشتر مواقع عکس این مورد انجام می‌شود. اما چرا؟

همانطور که می‌دانیم عمل‌کننده‌ها دارای سه لوله ارتباطی با خط لوله می‌باشند. دو عدد از آنها متصل به پاور عمل‌کننده و یکی متصل به ورودی سیگنال لاین‌برک است. این سه مسیر اتصال به لوله، بوسیله تیوب‌کشی به عمل‌کننده منتقل می‌شوند. متاسفانه در اکثر عمل‌کننده‌ها، محل اتصال سیگنال لاین‌برک در قسمت چپ عمل‌کننده قرار دارد[۱۸۱]. بنابراین با توجه به اینکه ورودی سیگنال لاین‌برک بایستی از پایین دست شیر خودکار گرفته شود، جهت اجتناب از پیچیدگی و بمنظور کوتاهتر نمودن طول مسیر تیوب‌کشی، سمت چپ عمل‌کننده در پایین دست شیر قرار داده شده و دست راست عمل‌کننده بالادست خط لوله خواهد بود.

نصب و راه‌اندازی عمل‌کننده

در اغلب مواقع عمل‌کننده‌ها برروی شیر نصب شده و به همین صورت از کارخانه تحویل داده می‌شوند. لذا در این مواقع بسیاری تنظیمات مورد نیاز قبلا انجام شده است و پس از تحویل به مشتری، تنها نیاز به راه‌اندازی عمل‌کننده می‌باشد. با این وجود مواقعی نیز عمل‌کننده به تنهایی سفارش و خریداری می‌شود. در این مواقع بایستی ابتدا شیر و عمل‌کننده را برای نصب و اتصال به یکدیگر آماده نماییم. سپس تنظیمات اولیه را روی آن انجام دهیم و نهایتا عمل‌کننده را راه‌اندازی کنیم. برای نصب و راه‌اندازی عمل‌کننده بایستی اقدامات زیر را انجام داد:

مقدمات

[۱] بررسی کنید ادوات، تجهیزات و کلیه اجزاء عمل‌کننده کاملا در جای خود محکم شده باشند. با توجه به اینکه ممکن است در مراحل بعدی نیاز شود تا با استفاده از جک دستی، عمل‌کننده را حرکت داد بایستی از عملکرد صحیح این قسمت و درصورت نیاز هواگیری آن مطمئن شد. تقریبا تمامی عمل‌کننده‌های حاوی روغن نسبت به سطوح زمین بایستی بصورت عمود قرار بگیرند لذا دقت شود که شیر نسبت به سطح زمین زاویه زیادی نداشته باشد. سایر ملاحظات مربوط به عمل‌کننده ها را از دستورالعمل راهنمای شرکتهای سازنده مطالعه نموده و رعایت کنید.

[۲] با چک کردن ابعاد فلنجهای عمل‌کننده و غلاف ساقه(یا آداپتور)، تعداد پیچهای فلنجها و انطباق زاویه ای آنها، اندازه و عمق بوش یوغ و شفت ساقه (و آداپتور)، محل خار یوغ و ابعاد خار شفت ساقه شیر، مطمئن شوید که محلهای اتصال منطبق بوده و عمل‌کننده قابل نصب بر روی شیر اصلی می باشد.

[۳] طبق استاندارد API ۶D شیرها در وضعیت باز حمل و نگهداری می‌شوند. در هنگام جوشکاری و اتصال به لوله نیز بایستی در همین وضعیت باشند لذا عملگر عمل‌کننده را نیز در وضعیت باز قرار دهید. درصورتیکه هرگونه مانعی برای این امر وجود دارد، مثلا نمی‌توان شیر اصلی را در وضعیت کاملا باز قرار داد، عمل‌کننده را در وضعیت یکسان (از لحاظ زاویه باز بودن) با شیر اصلی قرار دهید.

برای اطمینان از وضعیت شیر سه روش وجود دارد: اول، با استفاده از نمایشگر عمل‌کننده. دوم، با استفاده از خار شفت ساقه شیر اصلی، که مطمئن ترین روش است بدین صورت که طبق استاندارد ISO ۵۲۱۱ اگر

[۱۸۱] حتی اخیرا در شیرهای ساخت شرکت شوک، روی بدنه سمت راست غلاف ساقه، محلی جهت استقرار انشعاب سیگنال تعبیه شده است.

شیر بسته باشد خار شفت در زاویه ۹۰ درجه نسبت به راستای لوله و مجرای شیر اصلی قرار خواهد داشت و در صورت بازبودن شیر اصلی این خار همراستا با مجرای شیر اصلی قرار می‌گیرد. از این روش مخصوصا زمانیکه شیر اصلی به تنهایی و بدون عمل‌کننده بر روی خطوط لوله نصب شده باشد و راهی برای آگاهی از وضعیت آن وجود ندارد می‌توان استفاده کرد. دقت شود که مسیر چرخش خار و نمایشگر شیر و عمل‌کننده همانند سایر شیرها در ربع دوم یا چهارم مثلثاتی قرار دارد. مثلا درصورتی که شیر بسته بوده و قصد باز کردن آنرا داریم نمایشگر در جهت پادساعتگرد می‌چرخد. و درصورتی که شیر باز بوده و قصد بستن آنرا داریم نمایشگر در جهت ساعتگرد حرکت می‌کند. بعضی اوقات ممکن است بجای یک خار از دو عدد استفاده شود که ذکر جزییات در ۵۲۱۱ آمده است.

روش سوم، کمتر عمومیت دارد. در این روش، برخی سازندگان شیر یک حفره کوچک چشمی برروی غلاف ساقه تعبیه می‌کنند که از درون آن ساقه شیر دیده می شود. سپس یک نشانه بر روی ساقه ایجاد می‌کنند که با مشاهده این نشانه از طریق حفره چشمی می‌توان به وضعیت شیر پی برد. شرکتهای شوک و کمرون[۱۸۲] درصورت تمایل مشتری، این امکان را برایشان ایجاد می کنند.

[۴] نمایشگر وضعیت شیر اصلی[۱۸۳] و صفحات روی بوش یوغ را بردارید تا عمل‌کننده برای جاگذاری روی شیر اصلی آماده شود. این عمل دو مزیت دارد. اولا جاگذاری برروی شیر از بالای فضای یوغ و با مشاهده شفت و محل خار با دقت و ایمنی بالاتری انجام می‌گیرد. ثانیا طبق روش دوم بند قبل، از وضعیت باز یا بسته بودن شیر اصلی با استفاده از خار شفت می توان مطمئن شد.

[۵] سطوح اتصالی فلنج عمل‌کننده و غلاف ساقه شیر اصلی (یا آداپتور[۱۸۴]) را کاملا تمیز و خشک می‌کنیم دقت کنید که حتی گریس یا روغن نیز روی این سطوح وجود نداشته باشد.

[۶] قسمت بیرونی ساقه یا شفت را گریسکاری کنید تا براحتی داخل بوش یوغ شود.

[۷] اکنون عمل‌کننده آماده نصب می‌باشد. برای بلندکردن عمل‌کننده حتما از گیره[۱۸۵]ها و یا محل‌های تعبیه شده توسط سازنده بر روی عملگر استفاده کنید تا علاوه بر ایمنی کار، هم از آسیب احتمالی به عمل‌کننده جلوگیری شود و هم عمل‌کننده بصورت متوازن و متقارن از روی زمین بلند شود تا به آسانی بر روی شیر مستقر شود.

نصب عمل کننده

[۸] اکنون عمل کننده آماده بلند شدن از روی زمین است. دقت کنید که طول تسمه‌ها (برای بلند کردن عمل کننده) به درستی انتخاب شود و عمل‌کننده بصورت کاملا موازی با زمین بلند شود در غیر این صورت جاگذاری آن بر روی شیر با مشکل مواجه خواهد شد.

[۹] پس از بلند کردن عمل‌کننده و پیش از انتقال آن به بالای شیر اصلی، مجددا با رعایت فاصله ایمن، فلنج زیر آنرا بررسی کنید تا از هر گونه آلودگی پاک باشد.

---

[۱۸۲] Cameron

[۱۸۳] Indicator

[۱۸۴] Adaptor/Spool

[۱۸۵] Log

[۱۰] عمل‌کننده را به آرامی به بالای شیر اصلی هدایت کرده و به سطح غلاف ساقه نزدیک کنید. از بالای بوش یوغ وضعیت انطباق شفت و یوغ را تحت نظر داشته باشید. به آرامی عمل‌کننده را بچرخانید تا خار ساقه در راستای محل مناسب خود بر روی بوش یوغ قرار گیرد.

[۱۱] عمل‌کننده را به آرامی و با هدایت دست پایین آورید تا بر روی غلاف ساقه قرار گیرد. دقت کنید که بجز وزن عمل‌کننده هیچ نیروی دیگری (مثل نیروی دست) برای نشاندن عمل‌کننده روی غلاف ساقه اعمال نشود. از هرگونه ضربه زدن با پتک نیز خودداری کنید.

در صورتیکه اصطکاک بین شفت ساقه و بوش یوغ به اندازه ای است که مانع می گردد تا عمل‌کننده به راحتی بر روی شیر بنشیند با اعمال نیروی جک-بولت[۱۸۶] آنرا پایین بیاورید. بدین‌صورت که تعدادی از پیچهای فلنج عمل‌کننده و غلاف ساقه را ببندید و شروع به سفت کردن مهره‌های آنها کنید. با سفت کردن مهره‌ها، عمل‌کننده کم‌کم پایین آمده و برروی شیر خواهد نشست. دقت کنید که برای انجام این عمل، حتما خار شفت در محل مناسبش روی بوش یوغ قرار گرفته باشد.

توجه داشته باشد که این روش آخرین راهکار است و ممکن است موجب آسیب رسیدن به شیر شود و همانگونه که ذکر شد اعمال نیرو صرفا بایستی از طریق نیروی خود عمل‌کننده صورت بپذیرد.

[۱۲] پس از استقرار عمل‌کننده راستای حفره فلنجها را بررسی کنید تا روبروی یکدیگر باشند. در صورتی که چنین نبوده و اندک انحرافی باشد با استفاده از جک دستی، اندکی عمل‌کننده را به چرخشی وادارید تا حفره‌ها همراستا شوند. برخی سازنده‌های شیر مثل شرکت شوک جهت سهولت و دقت همراستایی فلنجها، پینهایی[۱۸۷] برروی فلنج عمل‌کننده و شیر تعبیه کرده‌اند.

[۱۳] اکنون پیچ و مهره‌ها را بطور کامل ببندید و محکم کنید. معمولا حداکثر گشتاور اعمالی برای سفت کردن پیچها در دستورالعمل هر عمل‌کننده ذکر می‌شود. سعی کنید این میزان حداکثری را رعایت کنید. در صورت سفت کردن بیش از اندازه، احتمال آسیب دیدن پیچ و مهره‌ها وجود دارد. طبق استاندارد ISO ۲۷۳ حفره و پیچها مجازند تا اندکی خلاصی نسبت به هم داشته باشند. بنابراین در صورت شل بستن پیچها نیز ممکن است دوسطح فلنجی موقع بازکردن یا بستن شیر بر روی هم بلغزند.

[۱۴] جهت اطمینان از استقرار بدون مشکل و حرکت آزادانه شیر، با استفاده از جک دستی و در هردو جهت اندکی شیر را حرکت می‌دهیم تا از عملکرد صحیح آن مطمئن شویم.

تنظیمات

[۱۵] حال بایستی محدوده حرکتی[۱۸۸] باز و بست عمل‌کننده را با وضعیتهای بازوبست شیر منطبق کرد تا وقتی نمایشگر عمل‌کننده وضعیت باز یا بسته را نشان می‌دهد شیر نیز کاملا در وضعیت باز یا بسته باشد. برای تنظیم این حدود با توجه به وضعیت شیر، دو حالت را درنظر می گیریم:

الف- وقتی که شیر به خط لوله متصل نباشد.

---

[۱۸۶] Jack-Bolt

[۱۸۷] Dowel

[۱۸۸] Stop

ب- وقتی که شیر روی خط لوله نصب شده باشد.

در ادامه فرض شده است که شیر از نوع توپی[۱۸۹] باشد. در مورد سایر شیرها نیز می‌توان به روش مشابه عمل نمود:

الف . در این حالت با مشاهده مستقیم توپی یا دیسک شیر می‌توان تنظیمات را به بهترین نحو انجام داد.

الف-۱- حد انتهایی بازکردن: ابتدا پیچ استاپ وضعیت باز عمل‌کننده را کاملا –دقت شود که کاملا و تاحد نهایی- شل می‌کنیم. با کمک جک دستی و با مشاهده وضعیت توپی، شیر را آنقدر باز کنید تا کاملا دو لبه و مجرای تویی مماس بر نشیمنگاه[۱۹۰] و راستای مجرای شیر شده و شیر کاملا باز شود. در این حالت پیچ و مهره انتهای سیلندر را محکم می‌کنیم تا به پیستون برخورد کند.

الف-۲- حد انتهایی بستن: تنظیم حد بسته شدن کمی مشکلتر است (چرا؟). پیچ استاپ وضعیت بسته شدن شیر را کاملا شل می‌کنیم. با استفاده از جک دستی شیر را می بندیم بگونه ای که پیستون به انتهای سیلندر برسد. دقت شود اگر پیش از اینکه پیستون به انتهای سیلندر برسد، توپی از حالت بسته و از طرف مقابل عبور کرده و شروع به بازشدن کند (یعنی زاویه چرخش خیلی زیاد شد) بایستی از جک زدن خودداری کرد و الا بایستی تا انتها جک بزنیم.

در این حالت با استفاده از یک مداد یا ماژیک در محل اتصال لبه نشیمنگاه به تویی یک نشان می‌گذاریم. حال با جک دستی شیر را به آرامی باز می‌کنیم تا شیر شروع به بازشدن کند. اکنون نقطه میانی فاصله میان محل علامتگذاری شده تا لبه توپی را مجددا علامتگذاری می‌کنیم.

حال با جک دستی شیر را به آرامی می‌بندیم تا محل علامتگذاری شده دوم بر لبه نشیمنگاه مماس شود. اکنون تنظیم پایان یافته است و پیچ استاپ مربوط به حد بستن را محکم می‌کنیم.

همچنین بجای نشانه گذاری روی توپی می‌توان از رزوه های روی پیچ استاپر برای نشانه گذاری استفاده کرد. (چگونه؟)[۱۹۱]

معمولا در صورتی که ادوات انتقال قدرت از یوغ تا توپی زیاد باشد (مثلا ۴ مرحله : ۱- از پیستون به بوش یوغ، ۲- از یوغ به شفت، ۳- از شفت به ساقه شیر (درصورت یک تکه نبودن)، ۴- از ساقه به توپی.) یا همپوشانی آنها کامل نبوده و خلاصی بین این ادوات (مثلا فلنجها) وجود خواهد داشت (با توجه به اینکه مطابق استاندارد ISO/TR ۷۷۳ تا حداکثر ۱mm خلاصی مجاز و بلکه الزام است) اندکی خلاصی در شروع حرکت عمل‌کننده وجود داشته باشد. اگرچه این وضعیت، بیشتر در عمل‌کننده‌های گیربکسی اتفاق می‌افتد اما گاها در عمل‌کننده‌های هیدرولیکی نیز مشاهده می‌شود. این خلاصی عامل نامطلوبی است که بایستی کاسته شود.

---

[۱۸۹] Ball

[۱۹۰] Seat

[۱۹۱] یک روش پیچیده تر نیز وجود دارد اینکه، با روشهای ریاضی محیط توپی را اندازه بگیرید. این محیط را از محیط قطاعهای دو دهانه باز توپی کم کنید. عدد بدست آمده محیط بیرونی مجموع دو سطح بسته توپی است. حال مجددا این عدد را بر دو تقسیم می کنیم تا محیط یک سطح بسته بدست آید. عدد بدست آمده را از محیط قطاع باز یک دهنه کم می کنیم. این عدد را بر دو تقسیم کنید. حاصل بدست آمده برابر محیط همپوشانی توپی و نشیمنگاه در یک طرف توپی خواهد بود. با یک خط کش این اندازه را از لبه های باز توپی روی سطح بسته آن علامت بزنید. حال اگر شیر اصلی را ببندید بایستی این نقاط علامت زده شده بطور متقارن مماس با لیه های لوله و نشیمنگاه قرار گیرند.

ب . در صورتی که شیر بر روی خط لوله نصب شده باشد مادامیکه تزریق گاز نشود و گاز به فضای بین توپی و بدنه تزریق نشود نمی‌توان تنظیم دقیق را انجام داد و صرفا می توان از روی خار شفت یا چشمی غلاف ساقه تنظیم تقریبی را انجام داد. پس از تزریق گاز به خط لوله، با استفاده از این واقعیت که شیرها از نوع DBB[۱۹۲] هستند می توان بدین طریق عمل کرد:

ب- ۱- در شرایطی که شیر کاملا باز است، بادی درین ولو[۱۹۳](شیر تخلیه مایعات) را باز کنید تا گاز درون بدنه شیر اصلی کاملا تخلیه شود. سپس با استفاده از جک دستی شروع به بستن شیر اصلی نمایید تا جایی که بادی درین ولو شروع به نشتی کند. این نشانه ای از باز شدن فضای بین توپی و نشیمنگاه است که موجب راه یافتن گاز خط لوله به فضای بین توپی و بدنه شیر اصلی شده است. در این حالت پیچ استاپ وضعیت بازکردن عمل‌کننده را کاملا سفت کنید تا به پیستون برخورد کند. این نقطه را روی رزوه های پیچ علامت بگذارید. دوباره پیچ را کاملا شل کنید و با جک دستی شروع به بازکردن شیر کنید تا جایی که بادی درین ولو دوباره (از طرف مقابل) به نشتی بیافتد. ممکن است با بازکردن شیر تا انتهای کورس پیستون، بادی درین ولو به نشتی نیفتد. در این حالت انتهای کورس پیستون را به عنوان نقطه دوم علامتگذاری کنید.

تعداد دفعاتی که اهرم جک دستی بالا و پایین رفت را به خاطر بسپارید. اکنون دوباره پیچ را سفت کنید تا با پیستون برخورد کند. این نقطه را نیز روی پیچ علامتگذاری کنید.

سپس دوباره پیچ را کاملا شل کنید. اکنون می‌توانید به یکی از دو روش عمل کنید:

۱- نقطه میانی دو نشانه روی پیچ را علامتگذاری کرده و پیچ را بچرخانید(سفت کنید) تا به این نقطه برسد. سپس آنقدر جک بزنید تا پیستون با پیچ برخورد کرده و سفت شود.

۲- به اندازه نصف دفعاتی که اهرم را بالا و یا پایین کردید، به سمت بستن شیر جک بزنید. سپس پیچ را سفت کنید تا با پیستون برخورد کند.[۱۹۴]

در انجام تنظیمات دقت کنید که عدم بازشدن کامل شیر نه تنها موجب ازبین رفتن لبه‌های شیر خواهد شد بلکه در هنگام پیگرانی موجب توقف موقت پیگ در داخل شیر خواهد شد.

ب- ۲- جهت تنظیم استاپهای حالت بسته، شیر را در وضعیت بسته قرار می‌دهیم و دقیقا مشابه وضعیت قبل تنظیمات را انجام می‌دهیم.

در تمامی مراحل بالا، برای اطمینان، می توان از خار شفت/ساقه و یا چشمی ساقه کمک گرفت گرچه نباید اتکای کامل به این دو داشت.

همچنین می‌توان از این واقعیت نیز استفاده کرد که حالات بسته و باز شیر نسبت به هم زاویه ۹۰ درجه کامل دارند که در بسیاری مواقع می‌تواند راهنمای خوبی برای تنظیم دقیق توپی شیر باشد.

[۱۶] پس از تنظیم حدود انتهایی، لیمیت و میکروسوییچها را نیز تنظیم و چک کنید.

راه‌اندازی

---

[۱۹۲] Double Block & Bleed

[۱۹۳] Body Drain Valve

[۱۹۴] از این روش در حالت (الف) نیز می‌توانستیم کمک گرفته و استفاده کرد.

[۱۷] اکنون درپوش یوغ و نمایشگر وضعیت را بر روی عملگر نصب کنید.

[۱۸] مجددا از وضعیت تیوب‌کشی و ادوات و انطباق عمل‌کننده با نقشه ارائه شده توسط سازنده و دستورالعمل ارائه شده اطمینان حاصل کنید تا عمل‌کننده جهت تزریق فشار آماده شود.

[۱۹] گیج‌های فشار را در محل‌های مناسب نصب و چک کنید حتما در مسیرهای تزریق گاز گیج وجود داشته باشد تا تزریق گاز و افزایش فشار تحت کنترل باشد.

[۲۰] بهتر است پیش از اتصال عمل‌کننده به خط گازدار، آنرا با استفاده از گاز نیتروژن تست کنید. لذا بایستی کپسول گاز نیتروژن مجهز به گیج و رگولاتور[۱۹۵] فشار سالم باشد زیرا عموما فشار گاز مخازن نیتروژن بسیار بیشتر از فشار مجاز کاری عمل‌کننده است.

[۲۱] اکنون با اتصال گاز نیتروژن بایستی از لوله ها، ادوات و مخازن هواگیری کرد. بدین منظور تمامی شیرهای ونت[۱۹۶](تخلیه هوا) و درین[۱۹۷](تخلیه مایعات) مخازن گاز و فیلترها را باز کنید تا هوای جلوی مسیر گاز نیتروژن به طور کامل تخلیه شود. در صورت لزوم برخی از اتصالات را باز کنید تا هوا بطور کامل و سریعتر تخلیه شود. در این حین دقت کنید فشار گاز نیتروژن تزریقی بیش از ۱-۲psi نباشد. در انتها شیرهای ونت و درین را ببندید.

[۲۲] هواگیری از ادوات هیدرولیکی مثل جک دستی و سیلندر بایستی به صورت مستقل و با استفاده از جک دستی انجام گیرد بدین نحو که با باز گذاشتن خروجی روغن آنقدر جک میزنیم تا مطمئن شویم هواگیری کامل شده است. معمولا برروی جک و سیلندر خروجیهای مربوط به هواگیری قرار داده می‌شود که با بازگذاشتن آنها می‌توان هواگیری را راحت‌تر انجام داد. با بستن خروجیهای هواگیری، حرکت شیر را مجددا توسط جک دستی تست می کنیم. در صورت حرکت آسان و ملایم توپی شیر می‌توان مطمئن شد که هواگیری به خوبی انجام شده است. این مرحله را بایستی یکبار پیش از نصب عمل‌کننده نیز انجام داد که در مقدمات ذکر شد. سطح روغن مخازن را چک کنید.

[۲۳] پس از پایان هواگیری، برای جلوگیری از اتلاف گاز، می‌توان شیر ورودی مخزن ذخیره گاز اضطراری و نیز مخزن گاز لاین‌برک را بست تا گاز نیتروژن مستقیما وارد عمل‌کننده شود. اما توصیه می‌شود بدلیل مجهز بودن مخزن گاز اضطراری به شیر ایمنی این مخزن نیز گازدار گردیده تا درصورت وجود نقص احتمالی در رگولاتور، شیر ایمنی مخزن گاز اضطراری از عمل‌کننده، در برابر افزایش فشار بیش از حد مجاز محافظت کند.

[۲۴] فشار مخزن گاز نیتروژن را به آرامی و طی چندین مرحله بالا بیاورید تا به فشار حداقل کاری عمل‌کننده برسد. در هر مرحله نشتی محتمل گاز از اتصالات را چک کنید.

[۲۵] اکنون در صورتی که گاز خط لوله در اختیار است می توان ابتدا فشار گاز نیتروژن را تا حداکثر فشار کاری عمل‌کننده بالا ببریم. در صورت عدم مشاهده نشتی می‌توان اتصالات ورودی عمل‌کننده را از مخزن نیتروژن جدا کرده و مستقیما به خط لوله متصل کرد و تستهای آنرا انجام داد. برای اینکار پس از بستن شیر ورودی مخزن نیتروژن، شیرهای ونت و درین مسیرهای گازدار را باز کنید تا فشار درون

---

[۱۹۵] Regulator

[۱۹۶] Vent

[۱۹۷] Drain

عمل کننده تخلیه شود. با چک کردن گیجهای فشار از تخلیه گاز مطمئن شوید. سپس پیش از اتصال عمل‌کننده به خط، پاور روی خط را کمی باز کنید تا در صورت وجود آلودگی در لوله از آن خارج شود. پس از اتصال نیز شیر فیلتر را کمی باز بگذارید تا اندکی گاز خط از مسیر فیلتر خارج شود.

[۲۶] اکنون بایستی عملکرد قسمت کنترلی تست شود. با فشردن پوشش باتن close و سپس open (یا بالعکس) از عملکرد صحیح آن دو مطمئن شوید. در انتهای کورس بازکردن و بستن و نیز حین این دو عمل، وضعیت سیگنالهای الکتریکی میکروسوییچها را چک کنید.

[۲۷] در صورتی که شیر مجهز به بوبین یا سولنوییدولو[۱۹۸] است با ارسال سیگنال به این دو بوبین از عملکرد صحیح آنها نیز مطمئن شوید.

[۲۸] برای تست کامل عملکرد عمل‌کننده، به زیربخش "مشخصات فنی عمل کننده ها" قسمت تست مراجعه و همه تستها را انجام دهید.

[۲۹] گاها دیده می‌شود که برخی عمل‌کننده‌ها دارای برخی ویژگی‌های مخصوص به خود هستند مثلا وضعیت همترازی روغن مخازن که در شیر انتخابگر عمل‌کننده بی‌فی وجود دارد. بهتر است در صورتی که این ویژگیها مهم هستند تست شوند.

نحوه اخذ انشعاب لاین‌برک

انشعاب لاین‌برک بایستی دارای ویژگیهای زیر باشد:

۱. محل اخذ انشعاب پایین دست لوله باشد. گرچه واقعا در این مورد الزامی نیست اما این نکته رعایت می‌شود.

یک دلیل این است که در شرایطی که شیر خودکار بسته باشد و بخواهیم آنرا باز کنیم، بدلیل جاری شدن ناگهانی و قابل توجه فلوی گاز از درون شیر، فشار بالادست آن ناگهان افت خواهد کرد لذا درصورتیکه انشعاب از بالادست اخذ شده باشد سیستم لاین‌برک عمل کرده و مجددا شیراصلی را خواهد بست. اما در پایین دست افزایش فشار را خواهیم داشت که تاثیری بر عملکرد سیستم لاین‌برک ندارد.

ازطرف دیگر اما، به نظر می‌رسد نوسانات جریان گاز در بالادست شیر اصلی از پایین دست آن کمتر باشد که از این جهت انشعاب گیری از بالادست را توجیه پذیرتر می‌کند.

۲. قطر لوله انشعاب لاین‌برک از روی لوله اصلی حداقل "۲ باشد تا از استواری و استحکام لازم جهت استقرار بر روی لوله برخوردار باشد.

۳. انشعاب حتما از بالاترین نقطه روی لوله (ساعت ۱۲) گرفته می‌شود. این امر موجب می‌شود تا آلودگی‌ها و مایعات احتمالی موجود در خط لوله که در کف آن جمع می‌شوند به داخل سیستم لاین‌برک راه نیابند. این آلاینده‌ها ممکن است در اثر جریانهای ناگهانی و گردابی گاز، در هنگام پیگرانی، راه‌اندازی اولیه یا پس از پایان تعمیرات خط لوله، داخل سیستم لاین‌برک شده و آسیب جدی به قسمتهای حساس سیستم وارد کنند که موجب ایجاد اختلال در عملکرد آن می‌گردد.

---

[۱۹۸] Solenoid Valve

۴. شدیدا تاکید می‌شود انشعابات از روی سایر انشعابات مثل لوله‌های کنارگذر گرفته نشود زیرا این خطوط بدلیل عدم جریان مداوم و قابل توجه گاز محل تجمع آلودگی‌های خط لوله هستند.

۵. انشعاب لاین‌برک بایستی مستقل باشد لذا استفاده مشترک از پاورهای عمل‌کننده به عنوان انشعاب لاین‌برک جایز نیست. زیرا نوسانهای فشاری ایجاد شده در نتیجه فعالیت سایر بخشهای عمل‌کننده به سیستم لاین‌برک منتقل شده و موجب اختلال عملکرد صحیح آن می‌شود. مثلا در هنگام بستن یا بازکردن شیر اصلی که گاز به یکباره به داخل عمل‌کننده مکیده می‌شود احتمال افت فشار در لوله پاور وجود دارد که ممکن است تولید سیگنال کاذب[۱۹۹] جهت لاین‌برک بکند.

۶. در محل انشعاب لاین برک از روی شیر اصلی، حتما یک شیر جوشی مدفون نصب شود تا در صورت بروز هرگونه حادثه در این سیستم که نیاز به تعویض قطعات و یا لوله انشعاب دارد، بتوان بدون تخلیه گاز خط لوله و صرفا با بستن شیر مذکور تعمیرات را انجام داد. بدلیل مدت زمان زیادی که این شیر دفنی بدون تغییر وضعیت (در حالت باز) باقی می‌ماند احتمال چوک شدن و عدم امکان بازوبست آن وجود دارد. بنابراین جهت احتیاط و سهولت کار، بهتر است علاوه بر شیر مدفون، یک شیر روزمینی نیز نصب گردیده و ضروریست جهت جلوگیری از بروز مشکل مذکور، هر از چندی این شیر روزمینی را باز و بسته کرد.

۷. فیلتراسیون انشعاب لاین‌برک جهت حفظ سلامت تجهیزات بسیار مهم است دقت شود که فیلتر توانایی تصفیه مایعات و ذرات معلق با اندازه ۵۰μ-۲۵ را داشته و مجهز به شیر تخلیه باشد.

۸. جهت کاهش اثرپذیری سیستم لاین‌برک از نوسانات فشار خط لوله در مجاورت شیر اصلی، بهتر است فاصله محل اخذ انشعاب لاین‌برک تا شیر خودکار ۱۰ برابر قطر خط اصلی باشد. با این وجود متاسفانه این قاعده همیشه اجرا نمی شود. زیرا طول لوله‌کشی را افزایش داده و بعضا از محدوده حصارهای ایستگاه شیر بین راهی خارج می گردد.

درعوض باتوجه به نصب شیرهای کنارگذر در محل ایستگاه شیر بین راهی، تلاش می‌شود جهت کاهش پیچیدگی و نظم بیشتر محل اخذ انشعاب لاین‌برک از فاصله بین شیر خودکار تا انشعاب کنارگذر باشد. بدین منظور با مقیاس بندی فواصل متناسب با قطر، با استفاده از رابطه (۱-۵) و شکل (۴-۵) فاصله مناسب از شیر اصلی بدست می‌آید. در این رابطه نوسانهای فشاری مخرب محتمل جریان گاز در مجاورت انشعاب شیرهای کنارگذر و شیر اصلی متناسب با قطر آنها لحاظ گردیده است.

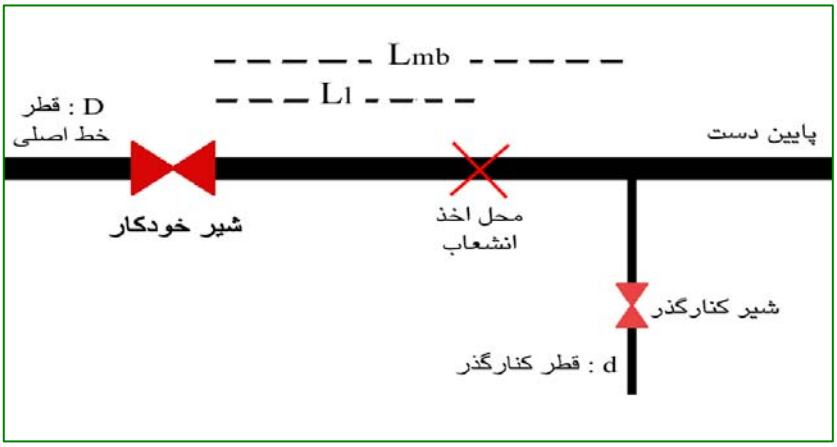
$$L_l = \frac{L_{mb}}{D+d} \times D = \frac{L_{mb}}{1+{d}/{D}} \qquad (۵-۱)$$

که در آن، D قطر خط اصلی، d قطر کنارگذر، L_{mb} فاصله انشعاب کنارگذر از شیر خودکار و L_l فاصله محل اخذ انشعاب از شیر خودکار هستند.

اگر فرض کنیم D=۳d آنگاه خواهیم داشت:

$$L_l = \frac{3}{4} L_{mb} \qquad (۵-۲)$$

[۱۹۹] سیگنال کاذب یک افت فشار با نرخ بالاتر از تنظیم سیستم لاین برک در لاین ورودی این سیستم است که ناشی از ترکیدگی نیست. لذا سیستم لاین برک به اشتباه آنرا ترکیدگی تشخیص داده و فرمان بسته شدن شیر را صادر می کند.



شکل ۴-۵ – محل اخذ انشعاب لاین برک

جمع بندی

در این بخش نحوه سفارش گذاری برای تهیه عمل کننده خودکار به همراه استانداردهای جاری شرکت ملی گاز IGS-M-PL-۰۰۷ و استانداردهای بین المللی ISO/EN-۵۲۱۱ به همراه روشهای تست و بازرسی بیان شد. در این بین تلاش بر این بوده است که سفارش گذاری، با لحاظ کردن موارد عملیاتی و سهولت کار تعمیراتی و بهره برداری نقاط ضعف و قوت روشهای جاری ارائه شده و مواردی که نیاز بوده است افزون بر مفاد استاندارد مورد توجه قرار گیرد ذکر شد.

پس از خرید عمل کننده لازم است برروی شیر نصب گردد. نحوه نصب عمل کننده برروی شیر و راه اندازی اولیه آن، و تنظیمات اولیه مورد نیاز حدود ابتدا و انتهایی بازه حرکتی شیر به چند روش بطور مفصل بحث شد. بهتر است پس از نصب مجددا تست عملکرد عمل کننده مطابق استاندارد ۰۰۷ انجام گیرد.

نهایتا نیز روش اخذ انشعاب لاین برک از روی خط اصلی با رعایت فاصله مناسب مطابق با معروفترین روشها و پیشنهادات شرکتهای سازنده عمل کننده توضیح داده شد که بهتر است برابر ۳/۴ فاصله بین شیر اصلی تا انشعاب شیر کنارگذر باشد.

بخش پایانی

مراجع و منابع

کلیه مستندات، دستورالعملها و سایتهای اینترنتی شرکتهای سازنده و غیر آن فهرست شده‌اند. اما از ذکر منابع مطالبی که بصورت پراکنده گردآوری شده‌اند، مثلا شکلها، خودداری شده است.

مراجع و منابع

۱. دوستارگان، اکبر و صفاری نطنزی، مجید، "سامانه جامع نظارت بر عملکرد شیرهای خودکار"، دومین کنفرانس لوله و خطوط انتقال نفت و گاز، ۲ و ۳ خرداد ۱۳۸۸.

۲. دوستارگان، اکبر و صفاری نطنزی، مجید،"تاثیر منفی رابطهای خطوط لوله برروی ایمنی شبکه انتقال گاز" ، چهارمین کنفرانس لوله و خطوط انتقال نفت و گاز، ۸ و ۹ مهرماه ۱۳۹۱.

۳. IGS-M-PL-۰۰۷(۰)-۱۹۹۰، "عمل کننده هیدرولیکی شیرآلات"، مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز، امور تدوین استانداردها.

۴. فرازی، علی اکبر "شیرهای اتوماتیک خطوط لوله انتقال گاز".

۵. "شیرهای صنعتی"، انتشارات شرکت بازرگانی گاز.

۶. Doostaregan, Akbar, " On The Effects of Transient Behavior Of Gas Flow On Pipeline Designing Parameters ", ۴th Iranian Pipe and Pipeline Conference, Tehran, Iran, ۲۹-۳۰ September, ۲۰۱۲.

۷. Lorusso, Carlos, " Line Break Detection System Analysis is Critical to Safer, More Economic Gas Pipeline Operations ", ۷th pipeline technology conference, Hannover, Germany, March ۲۰۱۲.

۸. ANSI/ASME B۳۱.۸-۲۰۱۰, " Gas Transmission and Distribution Piping Systems ", The American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY ۱۰۰۱۶-۵۹۹۰.

۹. ISO ۵۲۱۱:۲۰۰۱, " Industrial valves - Part-turn actuator attachments ", International Organization for Standardization ISO Central Secretariat, ۱ ch. De a Voie-Creuse, CP ۵۶, CH-۱۲۱۱ Geneva ۲۰, Switzerland.

۱۰. API Specification ۶D:۲۰۰۹, " Specification for Pipeline Valves ", ۱۲۲۰ L Street, NW Washington, DC ۲۰۰۰۵-۴۰۷۰ USA.

۱۱. www.vastas.com

۱۲. www.valvitalia.com

۱۳. www.schuck-group.com/en/schuck-actuators/

۱۴. www۲.emersonprocess.com/en-us/brands/shafer/

۱۵. www.rotork.com

۱۶. www.biffi.it

۱۷. www۲.emersonprocess.com

۱۸. www.dvgautomation.com

۱۹. www.c-a-m.com/forms/Product.aspx

۲۰. www.actor.fr

۲۱. www.en.wikipedia.org

۲۲. www.wolframalpha.com

۲۳. www.robertcort.co.uk

۲۴. www.api.org
۲۵. www.asme.org
۲۶. Bettis, " Delta MaticTM Rate of Drop Line break Detection System ", Bettis Bulletin □۴۱.۰۰ Rev:۱۰/۰۳ ۵M/۱۰-۰۳.
۲۷. Bettis, " Service Manual No.I-۰۰۰۶ ", WPD/۱, Rev:۹, APR ۲۹-۹۸.
۲۸. BIFFI Italia S.r.l., " ACTUATOR SPECIFICATION HIGH PRESSURE GAS-OVER-OIL "GPO" FOR ۹۰□ PIPELINE VALVES ".
۲۹. BIFFI Italia S.r.l., " ELBS-۱۰ LINE BREAK DETECTION SYSTEM INSTRUCTION HANDBOOK ", MDE۱۳۵E۲.
۳۰. BIFFI Italia S.r.l., " GAS-OVER-OIL ACTUATORS, "GPO" SERIES ", BIFRM-۰۰۲۳-EN-۰۴۰۱.
۳۱. BIFFI Italia S.r.l., " LINE BREAK" AUTOMATIC DEVICE FOR VALVE CLOSING IN CASE OF GAS LINE BREAKING ", DT ۵۰۰۵ E.
۳۲. BIFFI Italia S.r.l., " ALGA MHP, DOUBLE ACTING {NEUMATIC ACTUATORS WITH HYDRAULIC MANUAL OVERRIDE ", M۴۴۵۱.
۳۳. Borsig, " SuperTorc, Actuator and Control Systems for the Operating of Ball Valves ".
۳۴. Rotork, " DOUBLE ACTING, LOCAL/MANUAL CONTROL ۲-WAY ELECTRIC (REMOTE CONTROL) HYDRAULIC MANUAL OVERRIDE, RATE OF PRESSURE DROP (LINE-BREAK) ", DWG. NO. GO۵۰۲-۰۰۱, Rev: ۸, ۲۴-۱۱-۰۶.
۳۵. Ledeen, " Ledeen™ Valve Actuators: Quarter-Turn Gas-Over-Oil ", ۲۰۰۸.
۳۶. Ledeen, " GS, SY AND VA ACTUATORS SERIES OPERATING MANUAL ", TECHNICAL DOCUMENTATION No. TL ۹۷/۰۸۷, Rev: ۳, ۰۸/۰۶/۲۰۰۵.
۳۷. Sarasin Actor, " Motorization and Automation of Industrial Valves ", France Operator.
۳۸. Vastas, " GOH: Gas Over Hydraulic, Actuator Catalog ", GOHCAT/۸/R۰, ۲۰۰۸.
۳۹. Shafer, " Valve Operating Systems, Common Control Schematics: Automatic Linebreak Schematic ۸۳۵۴-S ".
۴۰. Shafer, " Manual Hand Pump, Maintenance and Service Manual ", MHP-۰۱۱۰۲۰۰۱.
۴۱. Valvitalia, " Gas Over Oil Actuators ", Catalouge.
۴۲. Schuck, " Supertorc® Actuators and Controls ", ۲۰۰۲.
۴۳. Schuck, " Supertorc®; Validity for Operating Manual ", KEAN-MA۴۰۰۸۳E Nov.۲۰۰۶.
۴۴. DVG, " "QT" Series Gas Over Oil Actuators ", QTO-CAT۰۶۰۸ING-A.

واژه نامه

یک نوع از سیستم تشخیص ترکیدگی لوله است	*Accu/Tector*
Accu/Tector	*Accumulator/Detector*
عمل کننده	*Actuator*
آداپتور	*Adaptor*
شیر دوفشاره	*AND Shuttle Valve*
شرکت آدکو	*Audco*
شیر قطع خودکار	*Automatic Line Break Valve*
توپی	*Ball*
شیر توپی	*Ball Valve*
عملگر	*Base/Mechanical Actuator*
شرکت بتیس	*Bettis*
شرکت بی فی	*Biffi*
لیست مواد بکار رفته	*Bill of Material*
بلودان(تخلیه)	*Blowdown*
بدنه	*Body*
شیر تخلیه مایعات	*Body Drain Valve*
شرکت بورسیگ	*Borsig*
براکت ولو	*Bracket Valve*
ترکیدگی	*Break*
شکست ترد	*Brittle Fracture*
شیر پروانه ای	*Butterfly*
کنارگذر	*Bypass*
شرکت کمرون	*Cameron*
مورب	*Canted*

Catalogue	راهنما
Check Valve / Non Return Valve	شیر یکطرفه
Connection	اتصال/رابط
Control Cabinet	کابین کنترل
Control Valve with Non-return Check Valve	شیر گلویی با چک ولو
Cort	شرکت کورت
Crank	محور میل لنگ
Database	پایگاه داده
DC	*Drive Close*
Deflection	خمش/انحراف
Dehydrating/Condensate Seperator	جدا کردن آب و رطوبت
Demount	بازکردن اجزاء ماشین پیوسته
Diagonal Square Head	پیچ سر لوزی
Dial	استوانه مدرج (بمنظور تنظیم یک)
Digital Line Break	سیستم قطع خودکار دیجیتال
Differential Pressure	مقایسه گر
Differential Pressure Detector	*Dp/Dtect*
Differential Pressure Switch	شیر مقایسه گر
Dipstick	میله عمق سنج
Diverter Valve	شیر هدایتگر
DO	*Drive Open*
Double Block&Bleed	(شیر توپی با) قابلیت تخلیه بدنه در دوحالت باز و بسته
DoubleActing	(پیستون) دوکار
DoubleCheckValve	دو عدد شیر یکطرفه
Dowel	پین
Down-Stream	پایین-دست
Dp/Dtect	یک نوع از سیستم تشخیص ترکیدگی لوله است
Drain	تخلیه (مایعات)
DrainValve	شیر تخلیه (مایعات)
Drive Close	شیر نیوماتیکی قدرت مسیر بستن

شیر نیوماتیکی قدرت مسیر بازکردن	*Drive Open*
رونده	*Driven*
پیشران	*Driver*
شرکت دی وی جی	*DVG*
مخزن ذخیره اضطرای گاز	*Emergency Gas Storage Tank*
توقف اضطراری	*Emergency Shut Down*
تقلید-شبیه سازی	*Emulation*
نمایی	*Exponential*
فیلتر-صافی	*Filter*
مرکز ثابت	*Fixed Center*
فلنج	*Flange*
سر پخ	*Flat Head*
شناور	*Float*
فورج	*Forge*
مجرا کامل	*Full Bore*
موتور گاز	*Gas Motor*
دروازه-دریچه	*Gate*
شیر دروازه	*GateValve*
ژیراتور	*Gerotor*
شیر بشقابی	*Globe Valve*
شرکت گرو	*Grove*
میله راهنما	*Guide Bar*
هیدرولیک	*Hydraulic*
هیسترزیس	*Hysteresis*
اینچ	*Inch(in)*
سفارش- سفارش گذاری	*Indent*
نمایشگر-شاخص	*Indicator*
شیرهای صنعتی	*Industrial Valves*
نصب	*Installation*
(روش تعمیراتی) جک و پیچ	*Jack-Bolt*

Latch	قفل-حفظ کردن
LBV	*Line Break Valve*
Ledeen	شرکت لدین
Limit Switch	شیر حدی-لیمیت سوییچ
Line Break	ترکیدگی خط لوله
Log	گیره
Low Pressure Vent Valve	شیر تخلیه فشار پایین
Manual	راهنما-دستی
MASM	*Maximum Allowable Stem Torque*
Maximum Allowable Stem Torque	حداکثر گشتاور قابل تحمل ساقه
Millimeter(mm)	میلیمتر
Model	مدل
Multi-turn Actuator	عملگر چند دوره
Nameplate	پلاک مشخصات
Oiler	روغن زن
On-Off	قطع و وصل
On-Off Valve	شیر قطع و وصل
Operation	بهره برداری
Operator	بهره بردار / کارانداز
Optional	انتخابی-دلخواه
OR	یا
Orbit Motor	موتور اربیت
Original	نوع اصلی
Pack	بسته
Parallel Square Head	پیچ سر مربعی
Part-turn Actuator	عملگر درصدی گردشی
Patent	حق امتیاز انحصاری
PC	*Pilot Close*
Pilot	راندن اولیه-آزمایشی
Pilot Close	(شیر) راه انداز اولیه بستن

Pilot Open	(شیر) راه انداز اولیه بازکردن
Plug	مجرابند - مخروطی
Plug Valve	شیر مخروطی
Pneumatic	نیوماتیک
PO	*Pilot Open*
Poppet	(شیر) نشستنی
Pressure Relief	شیر ایمنی (تخلیه)
Push Button	دگمه فشاری (روی شیر نیوماتیک)
Quarter Turn	ربع گرد
Rack	دندانه
Rack & Pignone	میله دنده ای
Reduced Bore	مجرا کوچک
Regulator	شیر تنظیم فشار
Remote Control	کنترل از راه دور
Reset	بازنشانی (به حالت اولیه)
Rotary	چرخشی
Rotary Vane	پره چرخشی
Rotork	شرکت روتورک
Rupture	پارگی
Safety Valve	شیر ایمنی
Sarasin	شرکت ساراسین
Scotch-Yoke	یوغ چاک دار
Seat	نشیمنگاه
Seat Ring	حلقه نشیمنگاه
Selector Valve	شیر انتخابگر
Serial Nomber	شماره سریال
Schuck	شرکت شوک
Shafer	شرکت شفر
Shut Off Valve	شیر قطع
ShuttleValve	شیر تعویض کننده

Single Acting	(پیستون) یک کاره - یکطرفه
Size	اندازه (قطر)
Slider	لغزنده
SolenoidValve	شیر سولنوییدی (مغناطیسی)
Spool	قرقره‌ای (رابط بین فلنج غلاف ساقه و عملگر)
Starting	شروع به کار
Stem	ساقه
Stop	توقف
Symmetric	متقارن
TensionStress	تنش کششی
Throttle Valve	شیر گلویی
Thrust Bearing	یاتاقان تراست
Timer	زمان سنج
TLS	*Torque Limit Switch*
Torque Limit Switch	شیر محدودکننده گشتاور
Trade-Mark	نشان تجاری
Transduce	تبدیل انرژی
Trunnion	سر محور
Tubing	تیوب کشی
Type	نوع
Update	به روز رسانی
Up-Stream	بالا-دست
Valve	شیر
Valvitalia	شرکت ولویتالیا
Vastas	شرکت واستاش
Vendor List	لیست فروشندگان
Vent	تخلیه (گاز و هوا)
Vent Valve	شیر تخلیه (گاز و هوا)
Wireless	بی سیم
Wrong	کاذب-اشتباه