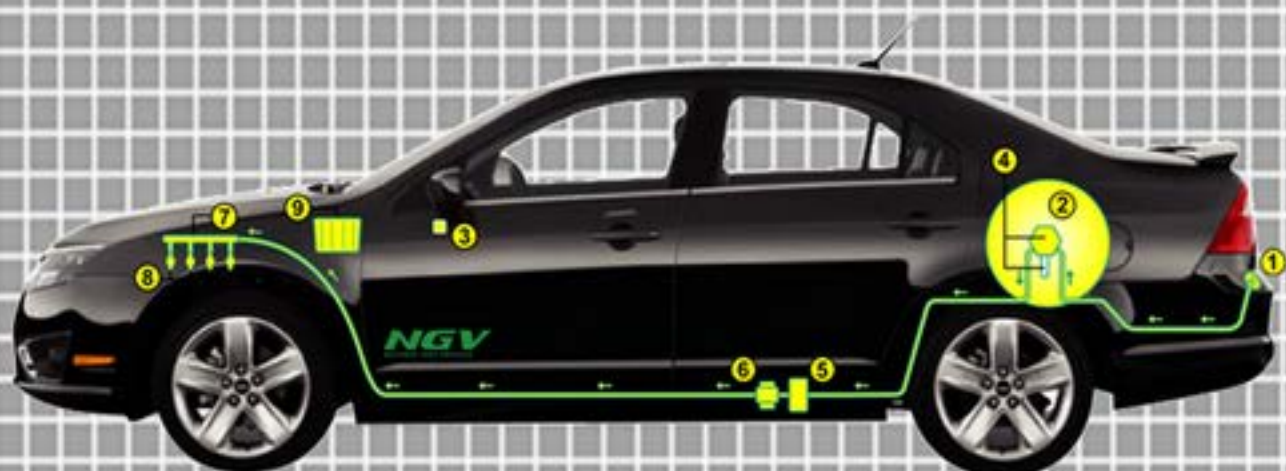
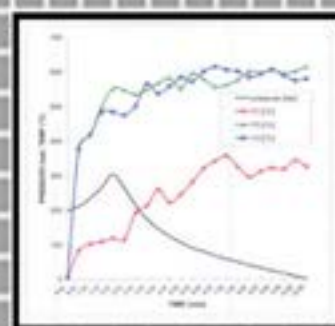
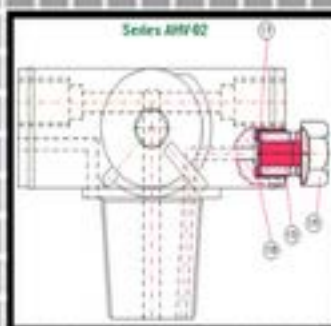




## شیر مخازن سی ان جی CNG Valve

نگارندگان : امید حمید خانی ، رضا نامی ، شهرام اتفاح  
BY: Omid Hamidkhani, Reza Nami, Shahram Ettefagh

انتشارات آدنا چاپ اول ۱۳۸۴، چاپ دوم ۱۳۹۱



خودرو های گاز طبیعی فشرده  
**Compressed Natural Gas Vehicle**

# شیر مخازن

**CNG**

شرکت پیروز پیمان صنعت

PSCO

انتشارات آدنا

۱۳۸۴

شیر مخازن CNG [سی ان جی] / تدوین شرکت پیروز پیمان  
صنعت (PSCO). -- امید حمیدخانی، رضا نامی، شهرام اتفاق. --  
تهران: آدنا، ۱۳۸۴  
۱۲۳ ص. : مصور، جدول، نمودار.

ISBN 964-7252-82-X

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا.  
۱. شیرآلات ۲. مخزنهای گاز. ۳. گاز طبیعی - - فشرده.  
الف. شرکت پیروز پیمان صنعت.

۶۶۵ / ۷۴۲

ش ۹ / TP ۷۵۶

۸۴-۲۶۸۴۱ م

کتابخانه ملی ایران

انتشارات آدنا

شیر مخازن CNG

شرکت پیروز پیمان صنعت (PSCO)

چاپ اول: ۱۳۸۴

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ: نوبهار

لیتوگرافی: نقره آبی

تایپ، صفحه بندی، ویرایش؛ بهناز دلام، معصومه طاهری

مرکز پخش: انتشارات آدنا، خیابان انقلاب - خیابان دانشگاه، خیابان شهداری ژاندارمری - پلاک ۱۰۰

تلفن همراه ۰۹۱۲۳۸۰۶۱۷۷ - ۶۶۴۱۳۳۱۵

شماره استاندارد بین المللی کتاب (شابک) - ۳-۷۷-۷۲۵۲-۹۶۴

International Standard Book Number (ISBN) 964-7252-77-3

همه حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                             |
|------|---------------------------------------------------|
| ۷    | مقدمه .....                                       |
|      | <b>بخش اول:</b>                                   |
| ۱۱   | اصطلاحات و تعاریف .....                           |
|      | <b>بخش دوم:</b>                                   |
| ۱۲   | تعریف و شرح عملکرد اجزای مختلف شیر .....          |
| ۱۳   | ۲-۱- اتصالات شیر Lateral Connection .....         |
| ۱۶   | ۲-۲- تنه شیر یا Valve Stem .....                  |
| ۲۰   | ۲-۳- فیوز ایمنی Pressure Relief Device .....      |
| ۲۸   | ۲-۳-۱- فیوز حرارتی یا Thermal Fuse .....          |
| ۳۳   | ۲-۳-۲- فیوز فشاری یا صفحه شکننده Burst Disc ..... |
| ۴۴   | ۲-۴- تهویه یا Venting .....                       |
| ۴۸   | ۲-۵- محدود کننده جریان یا Excess Flow .....       |
| ۵۶   | ۲-۶- مکانیزم های باز و بسته شدن شیر .....         |
| ۵۷   | ۲-۶-۱- مکانیزم ساچمه ای یا کروی Ball Valve .....  |
| ۵۸   | ۲-۶-۲- مکانیزم پیچی Screw Valve .....             |
| ۶۶   | ۲-۶-۳- مکانیزم سولونوئیدی .....                   |

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                         |
|------|-----------------------------------------------|
|      | <b>بخش سوم:</b>                               |
| ۷۱   | آزمونها، بازرسی و گواهی ها                    |
| ۷۱   | ۳-۱- آزمونها                                  |
| ۷۱   | ۳-۱-۱ Hydrostatic strength آزمون              |
| ۷۱   | ۳-۱-۲ آزمون نشستی                             |
| ۷۱   | ۳-۱-۲-۱ نشستی خارجی                           |
| ۷۲   | ۳-۱-۲-۲ نشستی داخلی                           |
| ۷۲   | ۳-۱-۳ Excess Troque Resistance آزمون          |
| ۷۳   | ۳-۱-۴ Bending Moment آزمون                    |
| ۷۳   | ۳-۱-۵ Continued Operation آزمون               |
| ۷۴   | ۳-۱-۶ Corvosion Resistance آزمون              |
| ۷۴   | ۳-۱-۷ Oxygen Aging آزمون                      |
| ۷۴   | ۳-۱-۸ Non- Metallic Synthetic Immersion آزمون |
| ۷۵   | ۳-۱-۹ Vibration Resistance آزمون              |
| ۷۵   | ۳-۱-۱۰ Brass Material Compatibility آزمون     |
| ۷۶   | ۳-۱-۱۱ Accelerated Life آزمون                 |
| ۷۷   | ۳-۱-۱۲ Benchtop Activation آزمون              |
| ۷۸   | ۳-۱-۱۳ Thermal Cycling آزمون                  |
| ۷۸   | ۳-۱-۱۴ Condensate Corrosion Resistance آزمون  |
| ۷۸   | ۳-۱-۱۵ Flow Capacity آزمون                    |
| ۷۹   | ۳-۱-۱۶ آزمون مقاومت در برابر فشار             |
| ۷۹   | ۳-۱-۱۷ آزمون نشستی خارجی                      |
| ۷۹   | ۳-۱-۱۸ آزمون نشستی داخلی                      |

## فهرست مطالب

| صفحه              | عنوان                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------|
| ۷۹                | ..... CNG Campatibility آزمون ۳-۱-۱۹                 |
| ۸۰                | ..... Corrosion Resistanc آزمون ۳-۱-۲۰               |
| ۸۰                | ..... آزمون سیکل دما ۳-۱-۲۱                          |
| ۸۰                | ..... Vibration Resistance آزمون ۳-۱-۲۲              |
| ۸۰                | ..... Continued Operation یا Durability آزمون ۳-۱-۲۳ |
| ۸۱                | ..... Bonfire آزمون ۳-۲                              |
| ۸۳                | ..... ۳-۳ بازرسی و گواهی ها                          |
| <b>بخش چهارم:</b> |                                                      |
| ۸۵                | ..... نکاتی درباره نگهداری و نصب شیرهای مخازن        |
| <b>بخش پنجم:</b>  |                                                      |
| ۸۹                | .....CNG روش تولید شیرهای مخازن                      |
| ۸۹                | ..... ۵-۱ فرآیند ساخت                                |
| ۹۰                | ..... ۵-۲ مواد اولیه                                 |
| ۹۰                | ..... ۵-۳ شکل دهی                                    |
| ۹۱                | ..... ۵-۴ Forging آهنگری                             |
| ۹۱                | ..... ۵-۵ Trimming دوره بری گرم یا سرد               |
| ۹۲                | ..... ۵-۶ Shot Blasting ساچمه زنی                    |
| ۹۲                | ..... ۵-۷ ماشینکاری                                  |
| ۹۳                | ..... ۵-۸ تمیزکاری Cleaning                          |
| ۹۴                | ..... ۵-۹ نحوه مونتاژ                                |
| ۹۵                | ..... ۵-۱۰ Leakage Test انجام تست نشتی               |
| ۹۵                | ..... ۵-۱۱ آزمونهای ابعادی                           |

## فهرست مطالب

| صفحه             | عنوان                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>بخش ششم:</b>  |                                                                                |
| ۹۸               | نصب شیر بر روی مخازن .....                                                     |
| ۱۰۱              | ۶-۱- رویه نصب شیر بر روی مخازن .....                                           |
| ۱۰۲              | ۶-۱-۱- آماده سازی شیر و مخزن .....                                             |
| ۱۰۳              | ۶-۱-۲- رویه بستن شیرها با رزوه های مخروطی .....                                |
| ۱۰۳              | ۶-۱-۳- رویه بستن شیرها با رزوه های استوانه ای .....                            |
| ۱۰۴              | ۶-۲- گشتاور نصب شیر بر روی مخزن .....                                          |
| ۱۰۵              | ۶-۲-۱- نصب شیرهایی با رزوه های مخروطی .....                                    |
| ۱۰۶              | ۶-۲-۲- نصب شیرهایی با رزوه های استوانه ای .....                                |
| <b>بخش هفتم:</b> |                                                                                |
| ۱۰۷              | بررسی طراحی و مکانیزم چند نمونه از شیر مخازن .....                             |
| ۱۰۷              | ۱- مدلهایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت Achille (VCW) .....           |
| ۱۱۱              | ۲- مدلهایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت Hoffmann (VEC1) .....         |
| ۱۱۳              | ۳- مدلهایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت<br>..... (YNC 2807) Youngdo   |
| ۱۱۵              | ۴- مدلهایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت<br>..... (E3 Alpha Madel) OMB |
| ۱۱۶              | ۵- مدلهایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت<br>..... (Emer130) Emer       |
| ۱۱۹              | پیوست شماره یک- نمونه ای از گواهی ها و گزارش های مربوطه .....                  |
| ۱۲۲              | مراجع .....                                                                    |

## مقدمه

مجموعه حاضر، بخشی از یک گزارش داخلی است که به منظور ارایه به سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور بعنوان کارفرمای "پروژه مدیریت طرح تامین مخازن و شیرهای CNG" تدوین گردیده بود.

پیشتر، بخشهای متنوعی از این گزارش در قالب گزارشات فنی یا اقتصادی تدوین گردیده و در اختیار کارفرمای پروژه قرار گرفته بود.

متعاقباً، به پیشنهاد مدیر عامل شرکت PSCO، آقای مهندس علی جمالی و با کسب موافقت از سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، بخشهای فنی آن، جهت عرضه به جامعه صنعتی فعال در بخش CNG کشور، در قالب این کتاب منتشر شده است.

مخازن CNG، بعنوان منبع ذخیره سازی گاز طبیعی در سیستم سوخت رسانی خودروهای گازسوز، تحت فشار ۲۰۰ بار هستند و شیر متصل به این مخازن وظیفه کنترل جریان گاز را از مخزن به بخشهای دیگر سیستم سوخت رسانی بر عهده دارد.

در عین حال مخازن CNG باید در مقابل ترکیدگی یا انفجار ناشی از افزایش فشار گاز محافظت گردند. این محافظت که به علت فشار کاری بالای سیستم از اهمیت بسیاری برخوردار است، توسط فیوز یا فیوزهای ایمنی انجام می گیرد.

همچنین جریان گاز خروجی از مخازن توسط سیستم های محدود کننده جریان، کنترل و مراقبت می گردند.

از آنجا که در اغلب موارد، فیوز(های) ایمنی و سیستم محدود کننده جریان بروی شیر تعبیه شده اند، آشنایی دقیق با شیر و نحوه استفاده صحیح از آن می تواند ایمنی مخازن و در نهایت کل سیستم سوخت رسانی را بیش از پیش تضمین نماید.

تفاوت ارزانترین و گرانترین نوع شیر CNG حدوداً ۱۰ برابر است و در عین حال کلیه این شیرها می توانند حائز شرایط و الزامات درخواستی استانداردهای ISO 15500 یا ECE R110 باشند.

از منظر قیمت، صرف نظر از مابه التفاوت ناشی از نشانهای معتبر متعلق به شرکتها با سابقه و تفاوتهای ناشی از قیمت تمام شده شرکتها اروپایی و آمریکای شمالی نسبت به شرکتها آسیایی یا آمریکای جنوبی، بخشی از آن، ناشی از تفاوت های قابل ملاحظه در طراحی محصول، هزینه های مواد، روش تولید و هزینه های کنترل کیفی می باشد.

لذا آشنایی دقیق با اجزا و کارکرد هر یک از آنها به همراه شناخت دقیق اصول حاکم بر عملکرد مکانیزمها و کل مجموعه، می تواند به انتخاب بهینه شیرها، متناسب با شرایط اقلیمی و رویکردهای محلی کمک شایانی بنماید.

جوان بودن صنعت تجهیزات CNG مربوط به سیستم سوخت رسانی در خودروها، گردآوری و تبادل یافته های تجربی را با دشواری روبرو می سازد. عدم کفایت یافته های تجربی (منتج از تنوع و تکرار تجربیات) در این عرصه، به منزله عدم کفایت بازخوردهای طراحی و تولید برای دست اندرکاران این صنعت است. از این رو، تعداد متنوعی از شیرهای CNG تولید شده توسط شرکتها اروپایی، آرژانتینی، برزیلی، کره ای، هندی و چینی در شرکت PSCO مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است و همچنان ادامه دارد.

به موازات، در موسسات و شرکتهایی نظیر سانکا (کنسرسیوم ساتک-NK)، پارس ام سی اس (کنسرسیوم ری-MCS)، سرمایه گذاری ری، جهاد تحقیقات، بوتان، شرکت ایران خودرو، سایپا، زامیاد، کارنگار روش، پتروتک، نوآوران عرصه صنعت، B.V. ایران، S.G.S. ایران، Moody ایران، الکتروفن، شهاب گازسوز، پادآلاینده، فن آوران پارسیان، البرزیدک، ایران شیر، بهین والا، پارس کمپرسور، تامکار گاز، چگالش، پترو سازه، پتروتک، یگانه سازان، کمپرسور سازی تبریز، قاره سبز، پرورش داده ها، امین صنعت،

توانا، ایران فاره، سازمان محیط زیست، موسسه ملی استاندارد ایران، نهادهای دانشگاهی و غیره، مطالعات مهندسی مشابهی در مورد اجزاء تجهیزات CNG در حال انجام است. تدوین این مجموعه توسط واحد مهندسی پروژه مدیریت طرح شرکت PSCO انجام شده و مطالعات اولیه صورت پذیرفته توسط آقای مهندس رضا حاجی عزیزی، در شکل گیری این مجموعه نقش داشته است.

فراهم نمودن بستر مناسب برای انجام مجموعه ای از مطالعات مهندسی از این دست، بدون حضور دیدگاهها و حمایت آقایان مهندس احمد نجم آبادی و مهندس محمد حسین پیروزی در شرکت PSCO و آقای مهندس امیر هوشنگ محمد علی خاکی و مهندس منصور نصیری در سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور میسر نمی بود.

مهرماه ۱۳۸۴  
شهرام اتفاق



## بخش اول: اصطلاحات و تعاریف

در این بخش اصطلاحات و تعاریف رایج در حوزه شیرهای CNG مورد شرح و بررسی قرار می گیرد.

- ۱- CNG: گاز طبیعی فشرده (Compressed Natural Gas)
- ۲- شیر (Valve): وسیله ای است که توسط آن جریان سیال کنترل می گردد.
- ۳- شیر دستی (Manual Valve): شیری است که بصورت دستی باز و بسته می گردد.
- ۴- شیر اتوماتیک (Automatic Valve): شیری است که با فرمان های الکترونیکی بصورت خود کار عمل می کند.
- ۵- شیر خودکار مخزن (Automatic Cylinder Valve): شیر خودکار نصب شده بر روی مخازن که ورود جریان گاز را بداخل سیستم سوخت رسانی کنترل می نماید.
- ۶- شیر کنترل افزایش جریان (Excess Flow Valve): شیر و یا قطعه ای است که بطور خودکار جریان گاز را بهنگام تجاوز از مقدار مشخص تعریف شده قطع و یا محدود می کند.
- ۷- محفظه گاز بندی شده (Gas Tight Housing): وسیله ای است که نشستی گاز را به خارج از خودرو هدایت می کند. این وسیله دارای یک پوشش بر روی شیر و یک شلنگ تهویه گاز می باشد.
- ۸- فیوز ایمنی (Pressure Relief Device) یا (PRD): وسیله ای است که در برابر افزایش دما (یا فشار و دما) و عبور از حد مجاز تعریف شده، حساس است و برای جلوگیری از ترکیدن مخزن، گاز را در موقع مناسب از آن خارج می سازد.
- ۹- فشار سرویس (Service Pressure): فشار گاز، تعریف شده به اندازه ۲۰۰ بار در دمای یکنواخت ۱۵ درجه سلسیوس.
- ۱۰- فشار آزمون (Test Pressure): فشاری که هر یک از اجزاء در آزمون کیفیت باید تحمل کنند.

۱۱- فشار کاری (Working Pressure): حداکثر فشاری که هر یک از اجزاء برای آن طراحی شده اند که مبنایی برای اندازه گیری مقاومت هر یک از اجزاء هنگام کار در سیستم می باشد.

۱۲- اسامی شرکتهایی که محصولات آنها صرفاً از منظر طراحی محصول بررسی شده اند:

۱۲-۱- شرکت کره ای Youngdo

۱۲-۲- شرکت ایتالیایی Emer

۱۲-۳- شرکت ایتالیایی OMB

۱۲-۴- شرکت آلمانی VTI

۱۲-۵- شرکت آرژانتینی Hoffmann

۱۲-۶- شرکت آرژانتینی Achille

۱۲-۷- شرکت برزیلی MAT

۱۲-۸- شرکت لوکزامبورگی Rotarex

۱۳-۸- شرکت هندی VANAZ

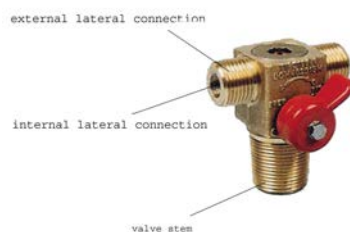
## بخش دوم:

### تعریف و شرح عملکرد اجزای مختلف شیر

در این بخش اتصالات و اجزای مختلف شیر مورد بررسی قرار می گیرد و اصول حاکم بر شیوه عملکرد آنها شرح داده می شود.

#### ۱-۲- اتصالات جانبی ( Lateral Connections )

هر شیر دارای دو اتصال جانبی می باشد که این اتصالات از یک طرف به شیر سوختگیری و از طرف دیگر به سیستم سوخت رسانی (کیت) متصل می باشند. اتصالات جانبی در دو نوع خارجی و داخلی (External و Internal) طراحی می شوند. همانطور که در شکل شماره یک نشان داده شده است داخلی یا خارجی بودن اتصالات بیان کننده نر و یا مادگی بودن (Male & Female) رزوه می باشد. در حالتی که اتصال جانبی از نوع داخلی باشد رزوه ایجاد شده در سطح داخلی قرار دارد و اصطلاحاً رزوه از نوع مادگی یا Female می باشد و طبیعتاً برای برقراری اتصالات مورد نیاز با شیر لازم است از Male Connector ها استفاده شود. در حالت اتصالات جانبی از نوع خارجی رزوه ها در سطح بیرونی قرار دارند و اصطلاحاً از نوع Male یا نری می باشند. در این حالت برقراری اتصال با شیر، از طریق Female Connector ها صورت می گیرد. در اغلب موارد بر روی اتصالات جانبی، هر دو نوع رزوه تعبیه می شود.



(fig-1)

شکل ۱-۲: اتصالات جانبی شیر



شکل ۲-۲: اتصالات جانبی شیر

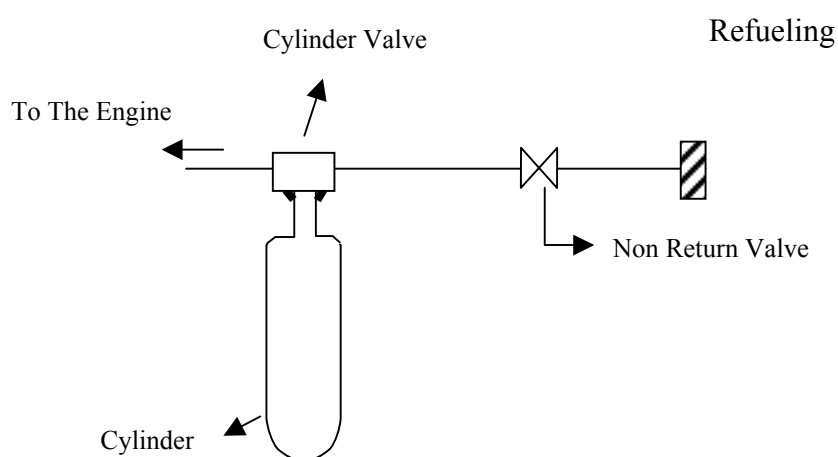
در بسیاری از موارد فیوز های ایمنی بگونه ای طراحی شده اند که استفاده از فیتینگ های کوتاه، عمل مونتاژ را دشوار می سازند. برای رفع چنین مشکلی تولیدکنندگان شیرها استفاده از فیتینگ های بلندتر را توصیه می کنند. شکل ۲-۲ دو نمونه از فیتینگ ها را نشان می دهد. در شکل سمت چپ از فیتینگ کوتاه استفاده شده است که از لحاظ مونتاژ چندان مطلوب نیست.

شکلهای ۲-۳ و ۲-۴ دو طرح مختلف برای ایجاد ارتباط میان سیستم سوختگیری، مخزن و موتور را نشان می دهد. در شکل ۲-۳ مسیر خروجی گاز از مخزن به سمت موتور خودرو بر روی شیر مخزن تعبیه شده است. در این طرح شیر یک طرفه (Non Return Valve) مابین اتصال سوختگیری و شیر مخزن قرار دارد.

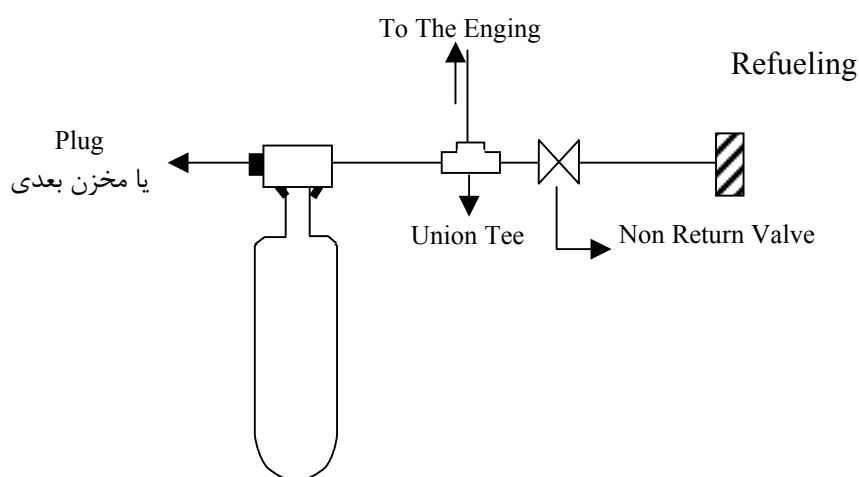
شکل ۲-۴ طرحی متفاوت را نشان می دهد که در آن یکی از اتصالات جانبی شیر مخزن مسدود می گردد و مسیر خروج و ورود گاز از مخزن یکسان می باشد. در این طرح مسیر ورود گاز به سیستم سوخت رسانی موتور (کیت) مابین شیر یک طرفه و شیر مخزن تعبیه شده است.

لازم به ذکر است که از نظر فنی (ترمودینامیک سوختگیری و سوخت رسانی) اختلاف چندانانی میان این دو طرح وجود ندارد اما از نظر جانمایی و طراحی اتصالات و Piping تفاوتی به چشم می خورد که شاید جانمایی طرح دوم را به ویژه در مواردی که از دو یا چند مخزن استفاده می شود اندکی آسانتر سازد.

از نظر اتصالات، طرح دوم دارای دو اتصال Union Tee و Plug می باشد که در طرح اول بجای این دو اتصال یک Male Connector روی اتصالات جانبی شیر اضافه می شود. شرکت MAT به مصرف کنندگان شیرهای خود طرح دوم را توصیه نموده و مجموعه شیر مخزن و N.R.V. با ترکیب دوم در خودرو نصب می شوند.



شکل ۲-۳



شکل ۲-۴

## ۲-۲- تنه شیر یا Valve Stem

تنه یا Stem به محل نصب شیر بر روی مخزن اطلاق می شود. در این قسمت رزوه ای مناسب و همسان با رزوه گلویی (Neck) مخزن ایجاد شده است و اتصال بین مخزن و شیر را برقرار می کند. در استاندارد ISO 15500 سه نوع رزوه برای برقراری اتصال میان اجزای مختلف با مخزن تعریف شده است. این رزوه ها بشرح زیر هستند:

DIN 477 W 28.8 - 14 F x 1"

1- 3/16" SAE

2- 12 UNJ (Nominal 2")

تفاوت رزوه های UNJ با UNF در خم انتهایی موجود در پای دنده ها می باشد. با توجه به اینکه گشتاور خمشی در پای رزوه بیشترین مقدار را دارد (مانند یک تیر یک سر درگیر) در رزوه های UNJ یک خم در پای رزوه ها قرار داده می شود. این خم سبب کاهش تمرکز تنش در این ناحیه می شود. از اینرو این رزوه ها اغلب در مواردی چون صنایع فضایی که در آنها ارتعاشات قابل توجه است، مورد استفاده قرار می گیرند. در استاندارد ECE R110 نوع رزوه ها محدود نشده است و صرفاً در صورتی که از رزوه های استوانه ای استفاده شود تنش برشی اعمال شده در اتصال نباید بیش از یک چهارم تنش برشی نهایی رزوه باشد. تنش برشی اعمال شده در اتصال از روابط زیر محاسبه می شود.

$$A = \delta \cdot n \cdot l \cdot d \left( \frac{1}{2n} + \frac{d - D}{\sqrt{3}} \right) \quad (\text{رابطه ۲-۱})$$

$$T = p \cdot \delta \cdot \frac{\left( \frac{b}{2} \right)^2}{10} \quad (\text{رابطه ۲-۲})$$

$$S = \frac{T}{A} \quad (\text{رابطه ۲-۳})$$

پارامترهای بکار رفته در روابط بالا بشرح زیر هستند:

A: سطح برشی رزوه داخلی برحسب میلیمتر مربع

n: تعداد رزوه ها در هر میلیمتر

d: کمترین مقدار قطر اصلی در رزوه خارجی برحسب میلیمتر

D: بیشترین مقدار قطر متوسط در رزوه داخلی برحسب میلیمتر

L: طول رزوه در گیر برحسب میلیمتر

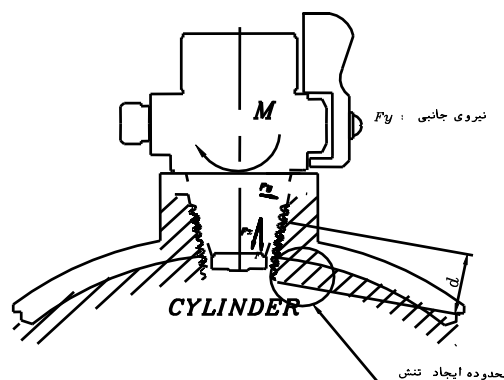
P: فشار تست هیدرواستاتیک برحسب Mpa

b: قطر متوسط رزوه خارجی برحسب میلیمتر

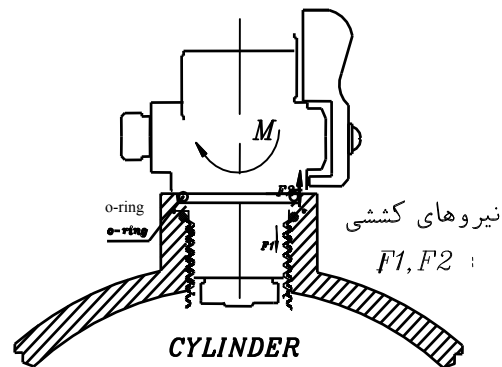
T: نیروی عمودی برحسب نیوتن

S: متوسط تنش برشی در روی رزوه داخلی برحسب Mpa

بنابراین بر اساس هر دو استاندارد امکان انتخاب هر دو نوع رزوه مخروطی (Taper Thread) و موازی (Parallel Thread) وجود دارد. باید در نظر داشت که در کل رزوه های مخروطی در مقایسه با رزوه های موازی از آب بندی بهتری برخوردارند. این مساله به ساختار روزه ها و نحوه توزیع نیروها در رزوه های مخروطی باز می گردد.



شکل ۵-۲: بالانس نیرو در رزوه های مخروطی



شکل ۶-۲: بالانس نیرو در رزوه های موازی

در هنگام بسته شدن رزوه های مخروطی، ابتدای رزوه های male با قسمت میانی رزوه های female درگیری کمی پیدا می کند. در اثر پیچاندن شیر و اعمال گشتاور، سطح بیشتری از رزوه ها با هم درگیر شده نیروی اصطکاک بین آنها افزایش می یابد. در عین حال قطر رزوه های male نیز به قطر رزوه های female نزدیک تر می شود و بتدریج مولفه عمود بر سطح نیروهای وارده نیز بیشتر می شود. طبیعی است این نیروی عمود بر سطح می گردد سبب کاهش فاصله بین سطوح درگیر (رزوه ها) می شود و از خروج (نشت) گاز جلوگیری می نماید. با توجه به موارد ذکر شده و نحوه برآیند و بالانس نیروها در رزوه های مخروطی، عمدتاً در نصب اتصالاتی که در آنها از این نوع رزوه ها استفاده شده، O-Ring بکار گرفته نمی شود. باید توجه داشت که در رزوه های موازی استفاده از O-Ring الزامی است.

نکته دیگری که باید در مقایسه این دو نوع رزوه مورد توجه قرار گیرد موضوع توزیع تنش در رزوه ها می باشد. با توجه به شکل مشاهده می شود که در رزوه های مخروطی، برآیند نیروها بگونه ایست که مولفه جانبی ( $F_y$ ) باعث بوجود آمدن گشتاور خمشی و در نتیجه افزایش تنش اعمالی در محدوده نشان داده شده در شکل می شود.

به همین علت استاندارد NGV 2 استفاده از رزوه های مخروطی را تنها در مخازنی که گلوبی و یا Boss فلزی آنها فولادی است مجاز می داند. (بنابراین بر اساس این

استاندارد در مخازن تمام آلومینیومی یا کامپوزیتی با لاینر آلومینیومی نمی توان از این نوع رزوه ها استفاده کرد.)

یکی از مواردی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که رزوه های مخروطی در اثر باز و بسته شدن های زیاد دچار مشکلاتی در مورد آب بندی می شوند. اغلب شرکت ها مانند VTI شیرهایی با رزوه های مخروطی را پس از باز شدن از مخزن قابل استفاده مجدد نمی دانند و برخی نیز حداکثر دو یا سه بار استفاده مجدد را توصیه می کنند. استاندارد ISO 15500 نیز توصیه کرده است که پس از باز کردن اتصالات مخروطی این اتصالات جایگزین (تعویض) شوند. این موضوع یکی از نکات منفی در خصوص استفاده از شیرهای با رزوه مخروطی در مواردی که احتمال باز و بسته شدن های مکرر وجود دارد، می باشد.

برخی از تولید کنندگان مانند شرکت OMB اقدام به تعبیه یک مجرای اضافی در Stem برخی از مدل های شیرهای خود کرده اند که اگر با وجود فشار گاز در درون مخزن اقدام به باز کردن شیر از مخزن شود، پس از باز شدن یک یا دو رزوه صدای خروج گاز سبب آگاهی از وجود فشار در مخزن شود و باز کردن شیر ادامه نیابد. برخی گزارش ها حاکی از این است که در هنگام باز کردن شیر از روی مخزن اگر فشار گاز در درون مخزن بالا باشد، ممکن است رزوه ها مقاومت کافی نداشته باشند و شیر از سر مخزن به بیرون پرتاب شود. طبیعی است بکارگیری مجراهای اشاره شده در Stem شیر می تواند اپراتور را از این مساله آگاه کند و این خطر را کاهش دهد. در شکل ۷-۲ این روزنه نشان داده شده است.



شکل ۷-۲: مجرای ایمنی در تنه شیر

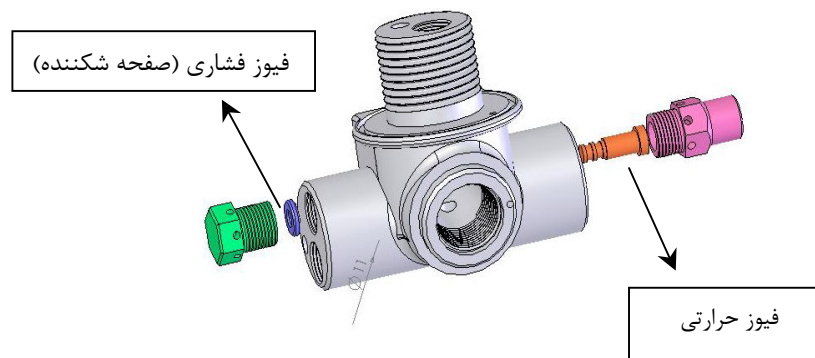
### ۲-۳- فیوز ایمنی (Pressure Relief Device)

علیرغم در نظر گرفتن معیارهای سخت گیرانه در طراحی و تولید مخازن، لازم است تجهیزات ایمنی مناسبی نیز بر روی مخازن نصب گردد. در اکثریت قریب به اتفاق موارد تجهیزات ایمنی بر روی شیر تعبیه می شوند.

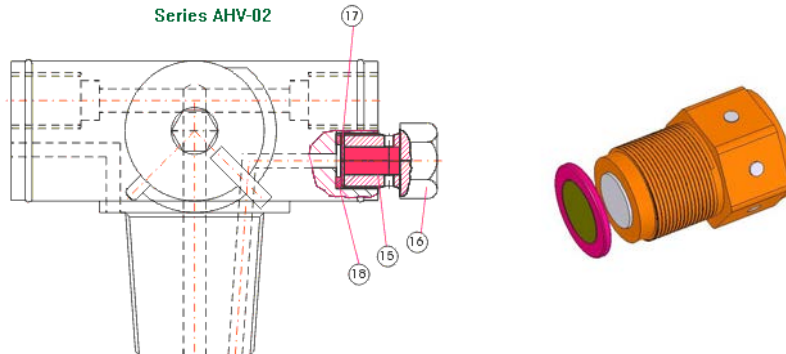
یکی از مواردی که لازم است مخزن در مقابل آن محافظت شود آتش سوزی می باشد. فیوز ایمنی یا Pressure Relief Device وظیفه حفاظت از مخزن (جلوگیری از ترکیدن آن) در هنگام افزایش دما (و متعاقب آن افزایش فشار) را به عهده دارد. این وسیله با تخلیه گاز داخل سیلندر در موقع مناسب، از ترکیدن مخزن جلوگیری می کند. بر اساس استاندارد ISO 15500 ، PRD می تواند از فیوز حرارتی و یا از دو قسمت فیوز حرارتی و فیوز فشاری (Burst Disc) تشکیل شده باشد.

در صورت استفاده از هر دو قطعه می توان از این دو قطعه بصورت مستقل از هم (بطور موازی) و یا در کنار هم (بصورت سری) استفاده نمود. بدیهی است در صورتی که این دو قطعه بطور جدا از هم قرار گرفته باشند (Independent PRD)، افزایش فشار یا افزایش دما (هرکدام که زودتر به حد تعریف شده برسند) می تواند سبب عمل کردن PRD شود. اما در حالتی که این دو قطعه بطور سری و در کنار هم قرار دارند (Dependent or Combination PRD) لازم است هم فشار و هم دما به حد مورد نظر برسد تا PRD گاز را از مخزن خارج سازد.

در شکل ۲-۸ فیوز حرارتی و فشاری وابسته به هم (سری) بوده و با هم عمل می نمایند. شکل ۲-۷ نیز شیر مخزن با فیوز حرارتی و فشاری مستقل از هم (موازی) را نشان می دهد.



شکل ۲-۷: تجهیزات PRD بصورت مستقل



شکل ۲-۸: تجهیزات PRD بصورت وابسته (سری)

در مورد هر دو نوع روش استفاده از تجهیزات PRD شامل وابسته (سری) و مستقل (موازی) نکات قابل توجهی وجود دارد.

در مورد سیستم های موازی موارد متعددی در خصوص عملکرد پیش از موعد صفحه شکننده در اثر مسایلی چون خستگی گزارش شده است که طی آن گاز مخزن

بی مورد تخلیه می شود. در جدول زیر به چند نمونه از این حوادث اشاره شده است. لازم بذکر است که موارد مطرح شده در این جدول همگی در سیستم های ذخیره گاز در جایگاه های سوخت گیری اتفاق افتاده است اما گزارش های متعددی نیز در خصوص بروز این مشکل در کشورهای مختلف جهان ارایه شده است.

| Date       | District or City  | Type of Accident/Incident | Equipment Type     | Summary of Events                                                                                                                                                                                                                                       | Suspected Causes/Factors                                                                                                                             |
|------------|-------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1984/07/22 | Hastings District | Gas Leak Or Escape        | CNG Storage Vessel | A strong smell of gas at a garage was reported to the fire service by the police. The gas leaking from a CNG storage vessel affected a tanker driver. Gas supplier was notified and an emergency crew was called out. An ambulance assisted the driver. | Burst rupture disc on CNG storage cylinder. Operator also concerned about static electricity ignition factor; see record on Taranua incidents, 1984. |
| 1986/01/11 | Waitakere City    | Gas Leak Or Escape        | CNG Storage Vessel | At a service station, uncontrolled venting occurred when cascade cylinder rupture disc blew. The fire brigade was called and area was cordoned off as a precautionary measure. New pressure relief valve was fitted.                                    | Premature bursting of a rupture disc at 24.5MPa.                                                                                                     |
| 1991/05/?? | Tauranga District | Gas Leak Or Escape        | CNG Storage Vessel | Two incidents involving gas released from rupture discs on cascades at a service station, the second involving call-out of emergency services. Incidents reportedly followed retesting of cascades.                                                     | Unknown. Rupture discs are removed with valves during retesting of cascades. Premature failure reported to occur sometimes after reinstallation.     |

جدول ۱-۲: مواردی از عمل کرد صفحه شکننده

بر اساس اصول ترمودینامیک، در هنگام آتش سوزی (که در آن جرم گاز درون مخزن ثابت است) امکان افزایش فشار بدون افزایش درجه حرارت وجود ندارد. و در واقع این افزایش درجه حرارت است که در حجم ثابت سبب افزایش فشار می گردد. از اینرو در صورتی که درجه حرارت ذوب آلیاژ فیوز حرارتی بطور مناسب انتخاب شود، در هنگام آتش سوزی امکان افزایش فشار تا حد خطرناک (برای مثال ۳۰۰ بار) نخواهد بود. بهمین دلیل بر اساس استاندارد ISO 15500 تجهیزات PRD می تواند تنها از نوع حساس به دما (فیوز حرارتی) باشد.

$$P.V = Z . m . R . T$$

(رابطه ۴-۲)

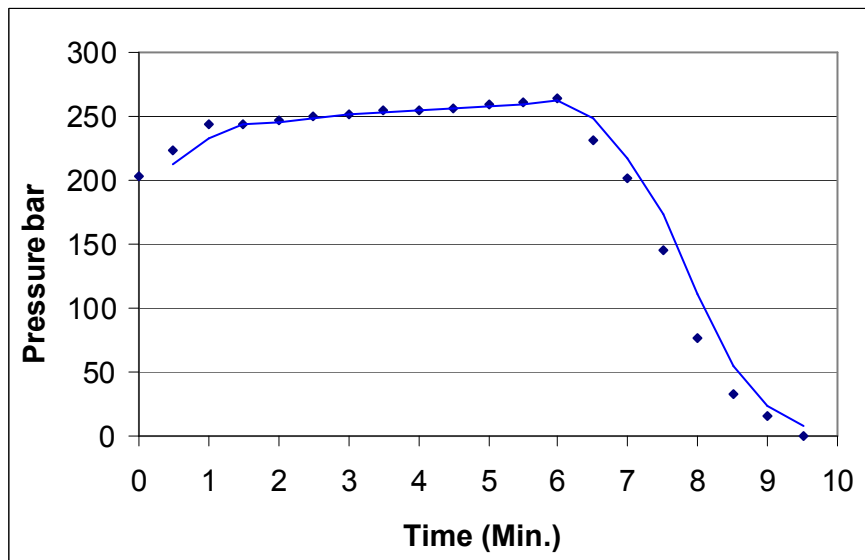
در رابطه ۴-۲ که می تواند بعنوان معادله حالت گاز طبیعی مورد استفاده قرار گیرد، نیز این نکته نمایان است و افزایش فشار ناشی از افزایش دما می باشد. در این رابطه  $P$  فشار گاز،  $V$  حجم،  $Z$  ضریب تراکم پذیری،  $m$  جرم گاز،  $R$  ثابت گاز کامل برای گاز طبیعی و  $T$  درجه حرارت می باشد.

در حالتی که از فیوز حرارتی و صفحه شکننده وابسته (سری) استفاده می شود در آزمون Bonfire و یا در هنگام آتش سوزی با وجود رسیدن به درجه حرارت ذوب فیوز حرارتی گاز از مخزن خارج نمی شود تا فشار نیز به حد مورد نظر برسد. بنظر می رسد در این طرح احتمال عمل کردن PRD و تخلیه گاز در مواقع غیر ضروری کمتر باشد. (برای مثال در گرم شدن موضعی فیوز حرارتی یا در عمل کرد پیش از موعد فیوز فشاری). اما در صورت استفاده از تجهیزات ایمنی موازی در شرایط آتش سوزی، گاز مخزن عملاً در فشار کمتری (در اثر عمل کردن فیوز حرارتی) شروع به تخلیه می کند و ریسک ترکیدگی مخزن پایین تر است.

در شکل ۹-۲ نموداری از تغییرات فشار در حین آزمون Bonfire که بر اساس اطلاعات ثبت شده در آزمون Bonfire<sup>۱</sup> مخازن NK با شیر Youngdo مدل 2807 رسم شده است، مشاهده می شود. لازم بذکر است که این شیر دارای PRD از نوع مستقل (موازی) می باشد.

---

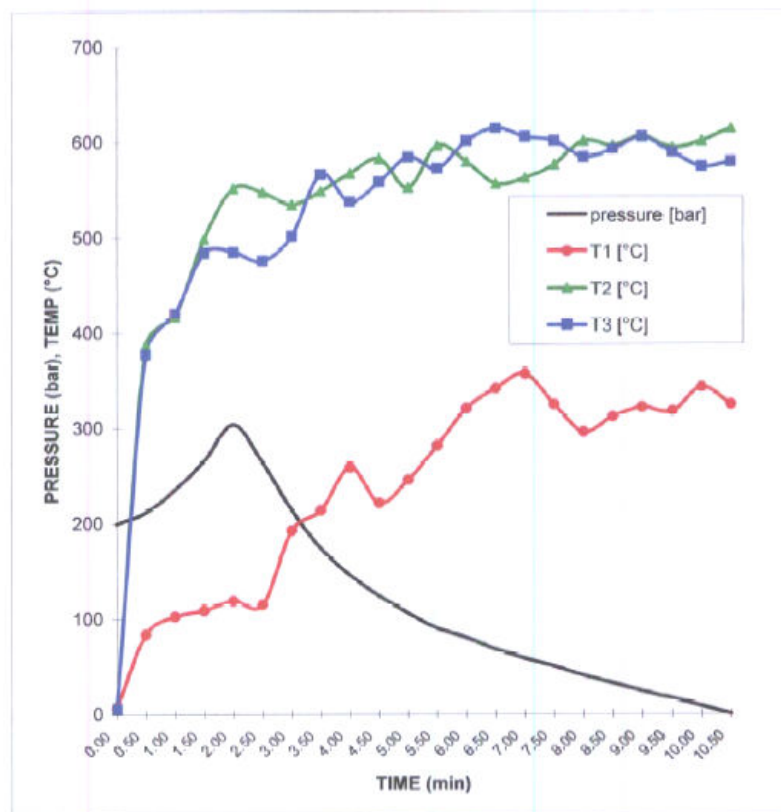
۱- یکی از آزمون های مشترکی شیر و مخزن CNG، آزمون Bonfire می باشد. در این آزمون شیر و مخزن حاوی گاز طبیعی یا هوا تحت شرایط تعریف شده ای در معرض آتش قرار می گیرد و عملکرد مناسب تجهیزات PRD جهت جلوگیری از افزایش فشار داخل مخزن مورد آزمایش قرار می گیرد. رجوع کنید به آزمون Bonfire در بخش سوم.



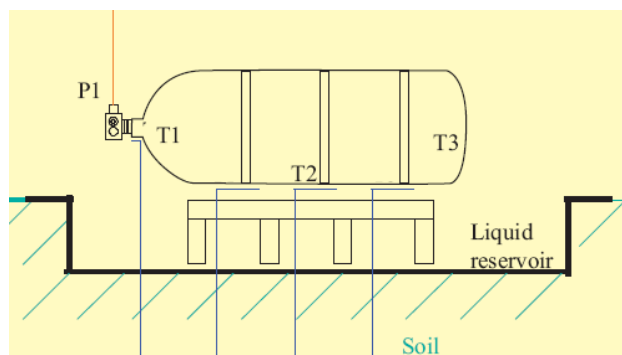
شکل ۹-۲: نمودار تغییرات فشار در آزمون Bonfire با PRD موازی

لازم بذکر است که بر اساس مدارک موجود پس از گذشت ۳,۵ دقیقه از شروع آزمایش فیوز حرارتی عمل کرده است و تخلیه گاز آغاز شده است. اما پس از آن نیز فشار تا ۲۶۴ بار افزایش یافته و پس از آن شروع به کاهش کرده است. دلیل تداوم روند افزایشی فشار مخزن پس از عملکرد PRD این است که در ابتدا نرخ کاهش فشار ناشی از کاهش جرم گاز موجود در مخزن کمتر از نرخ افزایش فشار ناشی از افزایش درجه حرارت بوده است اما بتدریج کمتر شدن جرم گاز درون مخزن (و نهایتاً خالی شدن آن) سبب کاهش فشار تا حد فشار اتمسفر شده است.

طبیعی است اگر این شیر دارای سیستم PRD از نوع وابسته می بود فشار مخزن در هنگام عملکرد PRD تا حدود ۳۰۰ بار افزایش یافته بود، چرا که در این سیستم ها برای عملکرد PRD لازم است هم فشار و هم دما به حد مورد نظر برسد. شکل ۱۰-۲ نمودار تغییرات دما و فشار در آزمون Bonfire یک PRD از نوع وابسته را در شیر شرکت Hoffmann نشان می دهد.



شکل ۱۰-۲: نمودار تغییرات فشار در آزمون Bonfire با PRD سری



شکل ۱۰-۱-۲: محل قرارگیری سنسورها در آزمون Bonfire



شکل ۲-۱۰-۲ : آزمون Bonfire



شکل ۳-۱۰-۲ : آزمون Bonfire

جدول شماره ۲-۲ تغییرات دما و فشار مربوط به نمودار شکل ۱۰-۲ را نشان می دهد.

T1 =Neck location; T2= Wall location; T3= Bottom location

| TIME [minutes] /100 | pressure [bar] | T1 [°C] | T2 [°C] | T3 [°C] | REMARKS |
|---------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| 0.00                | 200            | 7       | 6       | 6       |         |
| 0.50                | 212            | 84      | 387     | 378     |         |
| 1.00                | 236            | 103     | 417     | 420     |         |
| 1.50                | 266            | 109     | 499     | 484     |         |
| 2.00                | 304            | 119     | 552     | 485     | VENTED  |
| 2.50                | 264            | 115     | 548     | 476     |         |
| 3.00                | 214            | 193     | 535     | 502     |         |
| 3.50                | 174            | 214     | 549     | 567     |         |
| 4.00                | 146            | 259     | 568     | 538     |         |
| 4.50                | 124            | 222     | 583     | 559     |         |
| 5.00                | 106            | 246     | 553     | 585     |         |
| 5.50                | 90             | 282     | 597     | 573     |         |
| 6.00                | 80             | 321     | 580     | 602     |         |
| 6.50                | 68             | 342     | 557     | 615     |         |
| 7.00                | 58             | 357     | 563     | 606     |         |
| 7.50                | 50             | 325     | 577     | 602     |         |
| 8.00                | 40             | 296     | 602     | 585     |         |
| 8.50                | 32             | 312     | 597     | 593     |         |
| 9.00                | 24             | 322     | 607     | 606     |         |
| 9.50                | 16             | 318     | 595     | 590     |         |
| 10.00               | 8              | 343     | 602     | 575     |         |
| 10.50               | 0              | 325     | 615     | 580     |         |

جدول ۲-۲: تغییرات فشار در آزمون Bonfire با PRD سری در شیر Hoffmann

سیستم های وابسته ممکن است در هنگامی که فشار مخزن در هنگام سوخت گیری، بیش از حد افزایش یابد (بعلت بروز اخلاص در سیستم کنترلی Dispenser و تزریق بیش از حد گاز) عملکرد مطمئنی نداشته باشند، چرا که در این حالت دما به اندازه کافی بالا نمی رود (افزایش دما در حین سوختگیری، در حدود ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد می باشد) و چون فیوز حرارتی عمل نکرده است گاز تخلیه نمی شود در حالی که بر اساس رابطه ۴-۲ فشار مخزن در اثر افزایش جرم گاز و درجه حرارت در حال افزایش است.

برخی تولیدکنندگان در طراحی شیرهای خود مجرای ویژه ای را برای تخلیه گاز در موقع عملکرد PRD در نظر می گیرند. در شکل شماره ۱۱-۲ نمونه ای از این شیرها که از تولیدات شرکت VTI می باشد، نشان داده شده است. در این تصویر مجرای کوچکتر برای تخلیه گاز پس از عملکرد PRD تعبیه شده است.

یکی از مواردی که از این نمونه شیرها استفاده می شود اتوبوس های گازسوز است که در آنها تعداد مخازن نصب شده در خودرو زیاد می باشد و از این طریق می تواند گازهای خارج شده از مخازن را پس از عملکرد PRD جمع آوری و بوسیله مجاری مخصوصی به بیرون از خودرو هدایت کرد.



شکل ۱۱-۲: تعبیه مسیرهای تخلیه گاز از PRD در شیر VTI

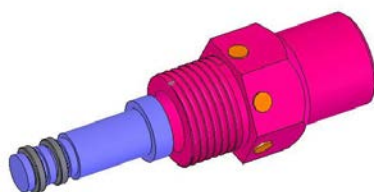
### ۱-۳-۲- فیوز حرارتی یا (Thermal Fuse)

در طراحی فیوزهای حرارتی ذوب شونده (melting thermal fuse) معمولاً از آلیاژهای بیسموت<sup>۱</sup> استفاده می شود. مواد بکار رفته در این قطعه در اثر افزایش درجه حرارت بصورت سیال درآمده و با توجه به اینکه از طریق پیستون تعبیه شده فیوز حرارتی، فشار گاز در پشت آن وجود دارد (شکل ۱۲-۲)، امکان خروج گاز از مخزن

۱- بیسموت یک ماده خالص است که دارای دمای ذوبی در حدود ۲۷۱ درجه سانتیگراد می باشد. اما دمای ذوب آلیاژهای ساخته شده از آن که در فیوز حرارتی مورد استفاده قرار می گیرد، در حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد می باشد.

فراهم می شود. درجه حرارت عملکرد فیوز حرارتی معمولاً در حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می شود.

طراحی های مختلفی می تواند در مورد بدنه فیوز حرارتی بکار رود. در برخی از نمونه ها مانند شکل های ۲-۱۲ و ۲-۱۳ و ۲-۱۴، ماده ذوب شونده امکان خروج گاز از طریق مجراهای موجود را فراهم می آورد. در این طرح ممکن است نوسانات دما در هنگام عملکرد PRD موجب تغییر فاز و انعقاد مجدد ماده ذوب شده و در نتیجه مسدود شدن بخشی از مسیر خروجی گاز گردد. باید توجه داشت که تخلیه سریع گاز پس از عمل کردن PRD خود سبب کاهش درجه حرارت می گردد و این مساله احتمال انعقاد مجدد آلیاژ ذوب شونده را افزایش می دهد.



شکل ۲-۱۲



شکل ۲-۱۳

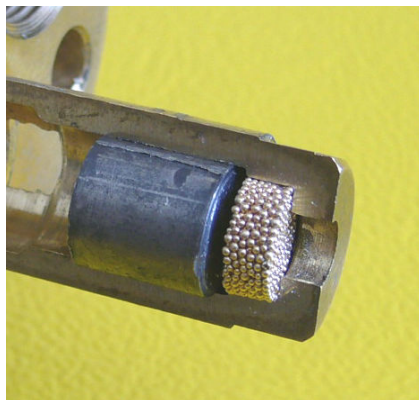


شکل ۲-۱۴

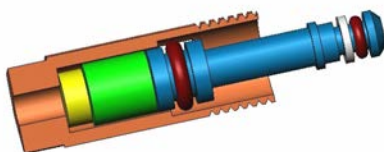
نوع دیگری از فیوز حرارتی نیز در شکل های ۲-۱۵ و ۲-۱۶ نشان داده شده است. در این موارد ماده ذوب شونده در انتهای یک استوانه سوراخ دار قرار دارد که پس از ذوب شدن اهرم مسدود کننده مجرای جریان گاز به سمت جلو حرکت کرده مقدمات خروج گاز از حفره موجود در بدنه فیوز حرارتی را فراهم می آورد. بنظر می رسد در این طرح پس از عملکرد PRD خروج گاز روند یکنواخت تری داشته باشد. همانطور که در شکل ۲-۱۵-۲ مشاهده می شود در انتهای این استوانه ماده ای اسفنجی وجود دارد. وظیفه این بخش جذب ماده ذوب شده و جلوگیری از بازگشتن آن به عقب و بسته شدن مسیر خروج گاز می باشد.



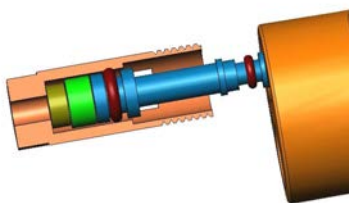
شکل ۲-۱۵-۱



شکل ۲-۱۵-۲



شکل ۱-۱۶-۲ : فیوز حرارتی پیش از عملکرد



شکل ۲-۱۶-۲ : فیوز حرارتی پس از عملکرد

در شکل های ۱۶-۲ مشاهده می شود که سطح تماس اهرم در نقطه تماس با آلیاژ ذوب شونده با سطح مقطع موجود در طرف دیگر آن متفاوت است. علت بکارگیری این طرح کاهش فشار اعمالی به آلیاژ ذوب شونده و جلوگیری از عمل کردن بی مورد آن بر اثر تنش های مکانیکی می باشد.

مکانیزم دیگری که بعنوان فیوز حرارتی مورد استفاده قرار می گیرد، حباب شیشه ای است. در این روش مایعی در درون یک حباب شیشه ای ریخته می شود که در صورت افزایش درجه حرارت منبسط شده و فشار درون حباب شیشه ای را افزایش می دهد. این افزایش فشار باعث ترکیدن حباب و باز شدن مسیر خروج گاز از طریق تغییر مکان پیستون موجود در فیوز می شود.

کاربرد عمده این مکانیزم در سیستم های ایمنی ساختمان می باشد. بنابراین طراحی آنها بر اساس شرایط کاری استاتیک و بدون ارتعاش می باشد. گزارشاتی وجود دارد که در برخی موارد ارتعاش های ناشی از حرکت خودرو سبب بروز مشکل در عملکرد این سیستم ها می گردد.



شکل ۱۷-۲: فیوز حرارتی از نوع حبابی در نمونه ای از شیرهای VTI

در عین حال در این طراحی جریان خروج گاز از طریق PRD یکنواخت تر و بدون وقفه است. همانطور که اشاره شد در طراحی که در آن از یک ماده ذوب شونده وجود دارد پس از عمل کردن PRD، امکان تغییر فاز مجدد آلیاژ از مایع به جامد وجود دارد و ممکن است روند خروج گاز از این طریق مختل شود.

باید توجه داشت که تقریباً در تمامی طرح های مختلف، فیوز حرارتی توسط اتصال رزوه ای در شیر تعبیه می گردد. گشتاور لازم برای بستن این فیوزها در بدنه شیر بطور معمول توسط تولید کنندگان شیرها تعیین می گردد و هنگام مونتاژ شیر اعمال می گردد در اغلب موارد این گشتاور در حدود ۲۰ نیوتن متر انتخاب می شود.

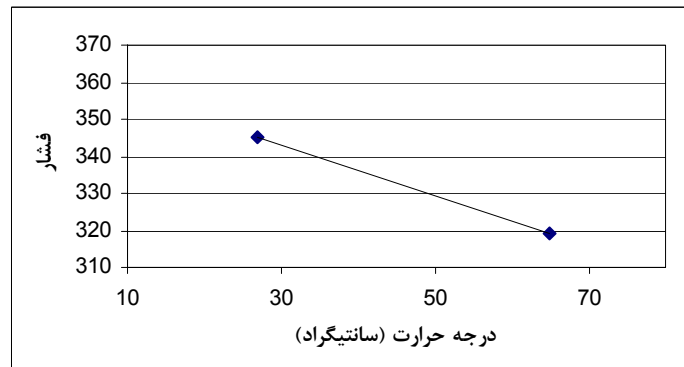
### ۲-۳-۲- فیوز فشاری یا صفحه شکننده (Burst Disc)

این وسیله از یک صفحه فلزی ساخته شده است که توانایی مقاومت در مقابل فشار معینی را دارد. در اثر افزایش فشار گاز در داخل مخزن دیسک مربوطه شکسته شده و اجازه خروج گاز از مخزن را می دهد. فشار شکسته شدن این دیسک بر اساس فشار کاری مخزن، فشار تست و فشار پارگی آن و همچنین فشاری که ممکن است در حین سوخت گیری به آن اعمال شود، تعیین می شود.

باید توجه داشت که فشار عملکرد صفحه شکننده به درجه حرارت نیز وابستگی دارد. افزایش دما سبب کاهش فشار عملکرد صفحه شکننده می شود. جداول ۲-۳ و ۲-۴ تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده را بر اثر تغییر درجه حرارت نشان می دهد. این دو جدول و نمودارهای مربوطه بر اساس اطلاعات اخذ شده از شرکت های Youngdo و OMB تهیه شده است.

| درجه حرارت (درجه سانتیگراد) | میانگین فشار عملکرد صفحه شکننده (بار) |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| ۲۷                          | ۳۱۹                                   |
| ۶۰                          | ۳۴۵                                   |

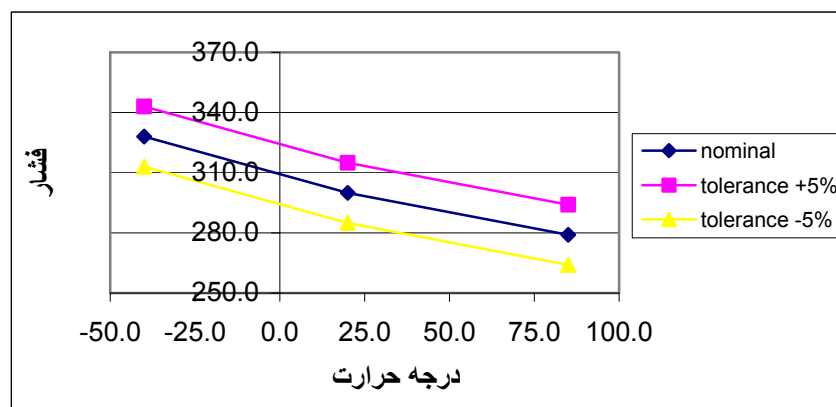
جدول ۲-۳: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده در اثر تغییر درجه حرارت  
(بر اساس اطلاعات شرکت Youngdo)



نمودار ۲-۱: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده بر اثر تغییر دما  
(طبق اطلاعات شرکت Youngdo)

| درجه حرارت (درجه سانتیگراد) | میانگین فشار عملکرد صفحه شکننده (بار) |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| -۴۰                         | ۳۲۸                                   |
| ۲۰                          | ۳۰۰                                   |
| ۸۵                          | ۲۹۴                                   |

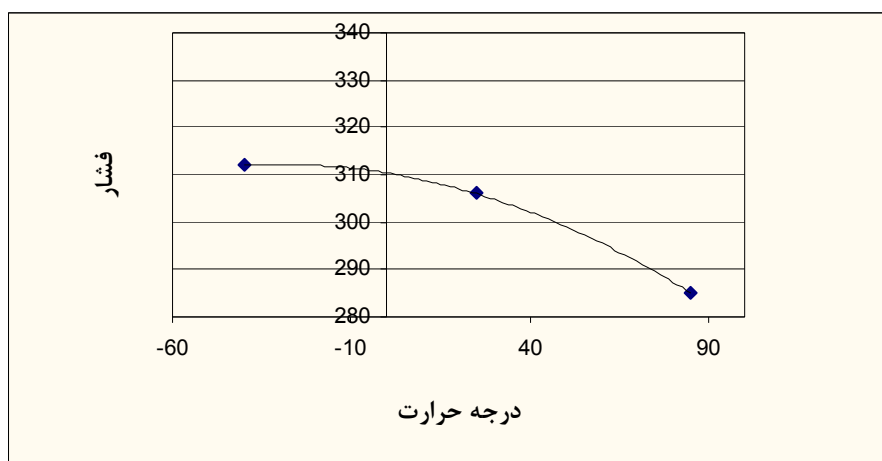
جدول ۲-۴: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده در اثر تغییر  
درجه حرارت (طبق اطلاعات شرکت OMB)



نمودار ۲-۲: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده بر اثر تغییر دما  
(طبق اطلاعات شرکت OMB)

| میانگین فشار عملکرد صفحه شکننده (بار) | درجه حرارت (درجه سانتیگراد) |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| ۳۱۲                                   | -۴۰                         |
| ۳۰۶                                   | ۲۵                          |
| ۲۸۵                                   | ۸۵                          |

جدول ۴-۲: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده در اثر تغییر درجه حرارت  
(بر اساس اطلاعات شرکت EMER)

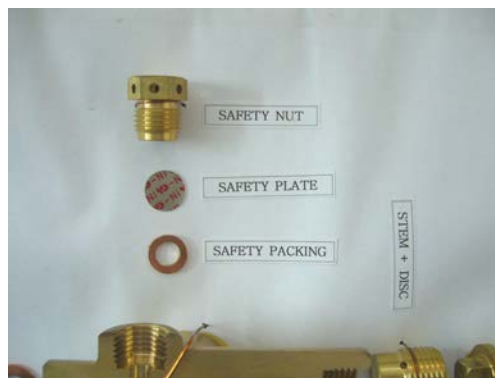


نمودار ۲-۲: تغییرات فشار عملکرد صفحه شکننده بر اثر تغییر دما  
(طبق اطلاعات شرکت EMER)

در مورد Burst Disc می توان طرح های مختلفی را مورد استفاده قرار داد. یکی از این طرح ها استفاده از یک صفحه فلزی ساده با جنس و ضخامت مشخص است که در اثر افزایش فشار صفحه مورد نظر دچار پارگی می شود و گاز از شکاف ایجاد شده در آن خارج می شود.

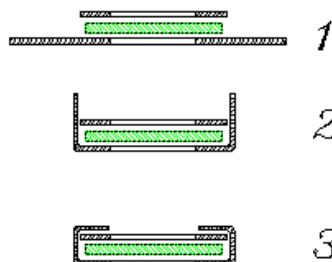


شکل ۱۸-۲: یک نمونه فیوز فشاری

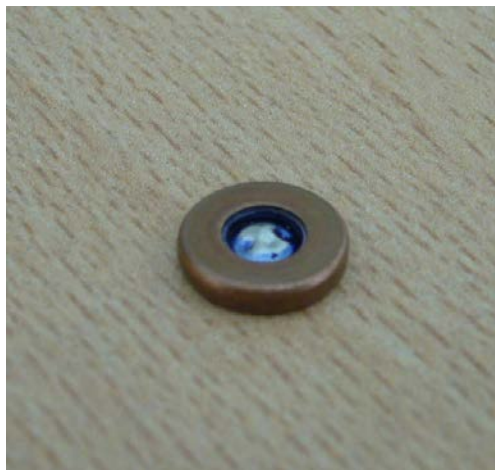


شکل ۱۹-۲: یک نمونه فیوز فشاری (شیر Youngdo)

در برخی از طرح ها مانند شیر Emer 130 صفحه شکننده از سه قطعه تشکیل شده است (شکل ۲۰-۲). قطعه میانی در این طرح جزء شکننده و دو قطعه دیگر نگهدارنده این صفحه هستند. در این نوع، عملاً صفحه شکننده بین دو واشر پرس شده است.

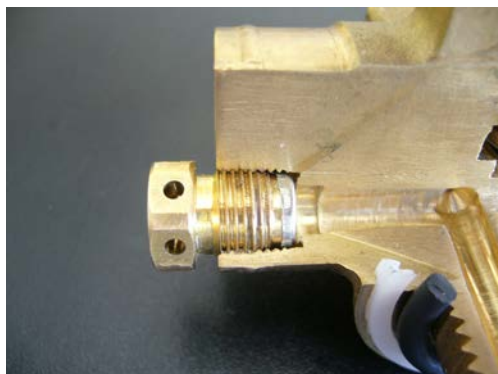


شکل ۲۰-۲: مراحل تولید صفحه شکننده مرکب یا چند جزئی



شکل ۲-۲۱: نمونه ای از صفحه شکننده مرکب یا چند جزئی

در یکی دیگر از طرح های فیوز فشاری، صفحه شکننده بر روی پیچ نگهدارنده خود پرس می شود و در مرحله مونتاژ این مجموعه با هم بر روی بدنه شیر نصب می شوند. شیرهای OMB مدل E3 و VTI مدل K305 از این طرح در فیوز های فشاری خود استفاده می کنند.



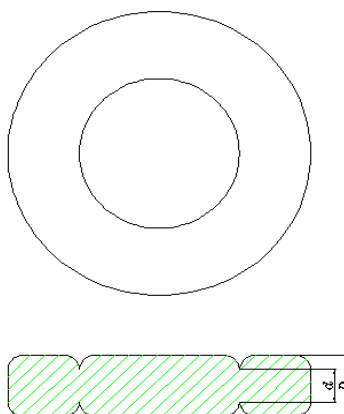
شکل ۲-۲۲: یک نمونه دیگر از طراحی فیوز فشاری



شکل ۲-۲۳

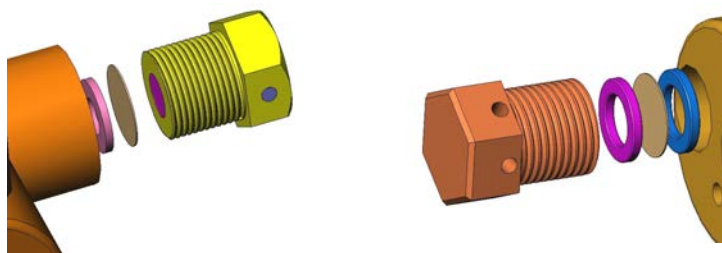
در شکل ۲-۲۳ دو قطعه فیوز فشاری نشان داده شده است. استفاده از طرح سمت راست (صفحه شکننده محدب) بدلیل مقاومت بهتر در برابر خستگی توصیه شده است. از اینرو طراحی فیوزهای فشاری در اغلب موارد بنحوی انجام می شود که پس از اولین اعمال فشار (تست نشتی پس از مونتاژ شیر در کارخانه) صفحه شکننده بشکل محدب در آید. بنابراین قطعه ای که از تامین کننده به کارخانه تولید شیر ارسال می کند مانند قطعه سمت چپ (در شکل ۲-۲۳) می باشد.

همچنین در یکی دیگر از طرح های فیوز فشاری بر روی صفحات شکننده ای با ضخامت بیشتر و با استفاده از پرس کاری در قالب های چند مرحله ای (Progressive) شیار مدور بر روی صفحه ایجاد می شود و ضخامت صفحه شکننده در محل عمق این شیار تنش تسلیم مجاز را برای عملکرد آن با فشار معین (برای مثال ۳۰۰ بار) فراهم می سازد.



شکل ۲-۲۴

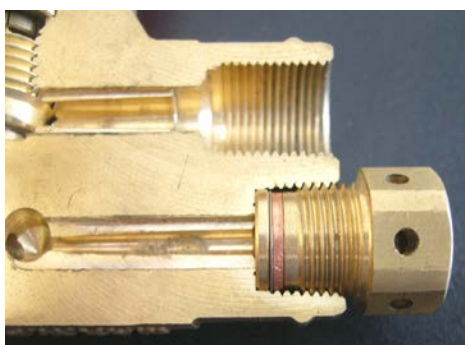
در انواع دیگری از فیوز فشاری، صفحه شکننده بصورت آزاد بین دو واشر یا در کنار یک واشر مونتاژ می شود.



شکل ۱-۲۵-۲: مونتاژ آزاد ورق شکننده ساده بین دو یا یک واشر



شکل ۲-۲۵-۲: مونتاژ آزاد ورق شکننده ساده بین دو یا یک واشر



شکل ۳-۲۵-۲: مونتاژ آزاد ورق شکننده ساده بین دو یا یک واشر



شکل ۴-۲۵: مونتاژ آزاد ورق شکننده ساده بین دو یا یک واشر

تفاوت این طرح ها بدلیل نگرانی طراحان در مورد چگونگی، اندازه و سطح مقطع شکاف ایجاد شده در سطح صفحه شکننده می باشد.

ضعف بزرگ برخی از طرح ها آنست که سطح مقطع شکاف ایجاد شده در سطح صفحه شکننده قابل پیش بینی نبوده و ممکن است شرایطی ایجاد شود که مدت خروج گاز از مخزن افزایش یابد.

استفاده از طرح های پیچیده تر بمنظور ایجاد شکافی با سطح مقطع مناسب تر در جهت اطمینان از وضعیت سرعت و مدت زمان خروج گاز در هنگام شرایط عملکرد Burst Disc می باشد.

در عین حال باید توجه داشت که تقریباً در تمامی طرح های مختلف، فیوز فشاری توسط اتصال رزوه ای در شیر تعبیه می گردد. گشتاور لازم برای بستن این فیوزها در بدنه شیر بطور معمول توسط تولید کنندگان شیرها تعیین می گردد و هنگام مونتاژ شیر اعمال می گردد در بسیاری از موارد این گشتاور در حدود ۲۵ تا ۳۰ نیوتن متر انتخاب می شود. باید توجه داشت که در صورت اعمال گشتاور اضافی در هنگام نصب فیوزها بر روی شیر احتمال آسیب رسیدن به آن وجود دارد که این مساله می تواند منجر به عمل کردن پیش از موعد فیوز های فشاری شود.

مدت زمان عملکرد PRD (یعنی زمانی که طول می کشد تا گاز مخزن پس از آتش سوزی تخلیه شود) و همچنین مدت زمان تخلیه گاز از مخزن پس از عملکرد PRD نیز از پارامترهایی است که بر اساس طراحی های PRD مختلف ممکن است دچار تغییر شود.

برای مثال فیوزهای حرارتی که در آنها از حباب شیشه ای استفاده می شود در مدت زمان کوتاه تری عمل کرده و گاز را تخلیه می کنند. در عین حال مدت زمانی که طول می کشد تا گاز بطور کامل از مخزن تخلیه شود، به مجاری تعبیه شده و سایز هندسی آنها بستگی دارد. (برای مثال در اغلب شیرهای شرکت Youngdo مجرای در نظر گرفته شده برای خروج گاز در مقایسه با شیرهایی چون Emer و Hoffmann بزرگتر است و در نتیجه مدت زمان تخلیه گاز در این شیرها کوتاه تر می باشد.)

شکل های شماره ۲-۲۶ ، ۲-۲۷ ، ۲-۲۸ و ۲-۲۹ نمونه هایی از فیوز فشاری عمل کرده را نشان می دهد. تفاوت های موجود در این شکل ها متأثر از پارامترهایی مانند میزان نرخ عبور گاز پس از عملکرد فیوز فشاری می باشد.



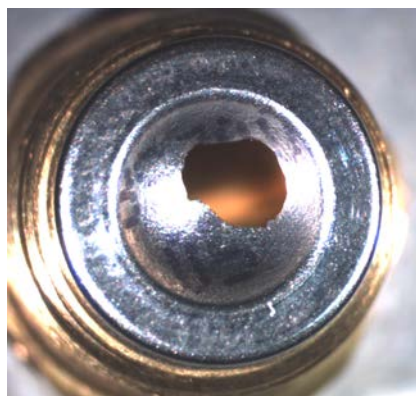
شکل ۲-۲۶: فیوز فشاری قبل و بعد از عملکرد



شکل ۲-۲۷: فیوز فشاری پس از عملکرد



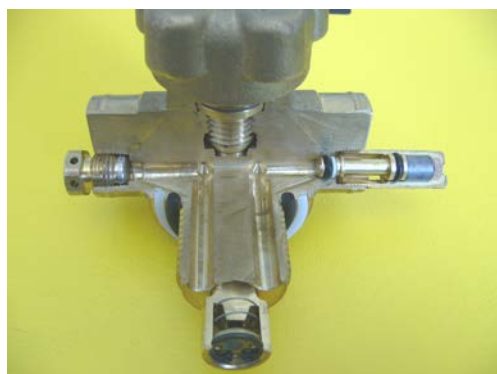
شکل ۲۸-۲: فیوز فشاری پس از عملکرد



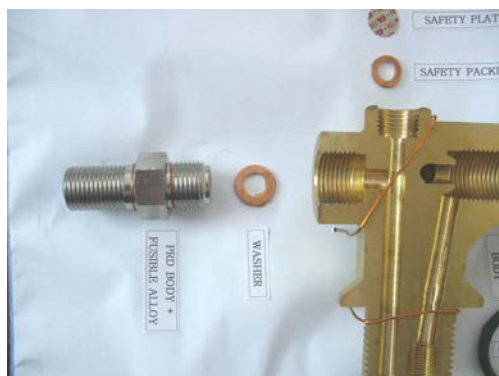
شکل ۲۹-۲: فیوز فشاری پس از عملکرد

در برخی از موارد (مانند شیر OMB) مجاری تعبیه شده برای فیوز حرارتی و صفحه شکننده بطور جداگانه ایجاد شده است و در برخی دیگر این مجرا در ابتدا مشترک است و در ادامه جدا می شود. (شکل های ۲-۳۰ و ۲-۳۱) در مقام مقایسه باید گفت در صورتی که پس از عمل کردن فیوز حرارتی باز هم فشار گاز درون مخزن افزایش یابد (در اثر تداوم گرمای ناشی از آتش) و این افزایش منجر به عمل کرد صفحه شکننده شود (این حالت اغلب در مواقعی که طول مخزن زیاد باشد متصور است). استفاده از مجراهای جداگانه می تواند به فرآیند تخلیه گاز سرعت بیشتری بخشد. به علاوه در

مواردی که مجرای یکی از فیوزهای ایمنی مسدود باشد (در اثر نقایص ماشین کاری و یا پلیسه ها و ذرات خارجی موجود در مخزن) وجود مجاری جداگانه می تواند ایمنی مخازن را افزایش دهد.



شکل ۳۰-۲: تجهیزات PRD با مجرای جداگانه



شکل ۳۱-۲: تجهیزات PRD با مجرای مشترک

لازم بذکر است که امکان بکارگیری تجهیزات PRD در خارج از شیر نیز وجود دارد. (برای مثال نصب PRD در طرف دیگر مخزن). اما بطور عمده و خصوصا در مخازن با ابعاد کوچک که در خودروهای سواری استفاده می شود، این تجهیزات در روی شیر مخزن تعبیه می شود.

#### ۲-۴- تهویه یا Venting

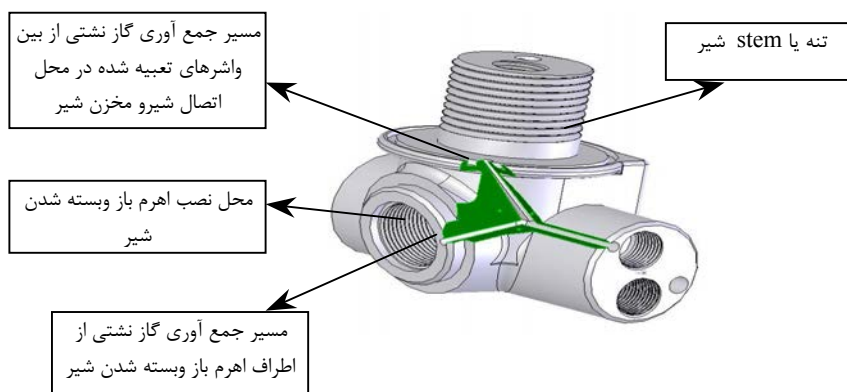
با توجه به فشار بالای مخزن CNG، شیر بکار رفته در آن دارای نشتی مجازی خواهد بود. میزان این نشتی مجاز بر اساس استاندارد ISO 15500 معادل ۲۰ و بر اساس استاندارد R 110 معادل ۱۵ سانتی مترمکعب نرمال بر ساعت می باشد. در مواردی که مخزن و شیر در داخل یک فضای بسته مانند صندوق عقب خودرو نصب می شود، لازم است نشتی ها به طریقی از شیر جمع آوری شده و به خارج از خودرو انتقال یابد.

شیرهای CNG در این خصوص به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

۱- شیرهای دارای تهویه داخلی (Internal Venting)

۲- شیرهای دارای پوشش تهویه (Housing Cover)

در شیرهای با تهویه داخلی (Internal Venting) مسیرهایی در داخل شیر تعبیه شده است که نشتی های موجود را گردآوری کرده و به داخل شلنگ های تهویه هدایت می کند. شکل ۳۲-۲ نمونه ای از این شیرها را نشان می دهد. در این شکل مسیر های تعبیه شده برای جمع آوری گازها نیز نشان داده شده است.



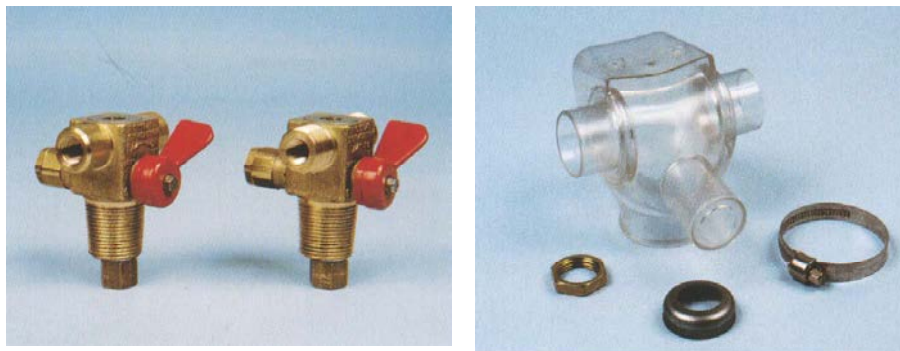
شکل ۳۲-۲: مسیرهای تهویه داخلی در شیر Emer 130

همانطور که مشاهده می شود بطور عمده دو نقطه در شیر وجود دارد که می تواند محل جمع آوری گازهای نشتی باشد.

یکی از این نقاط بر روی Stem شیر و مابین O-Ring ها می باشد. در این حالت اگر گاز از O-Ring اول نشت کند از طریق مجرای تعبیه شده وارد سیستم تهویه داخلی می شود.

با توجه به فشار بالای گاز امکان بروز نشتی از محل باز و بسته شدن شیر وجود دارد (میزان و احتمال بروز این نشتی به مکانیزم باز و بسته شدن شیر بستگی دارد که در ادامه به بررسی آن می پردازیم). بنابراین نقطه دیگری که برای جمع آوری گاز های نشتی در نظر گرفته شده است، محل نصب اهرم باز و بسته شدن شیر می باشد.

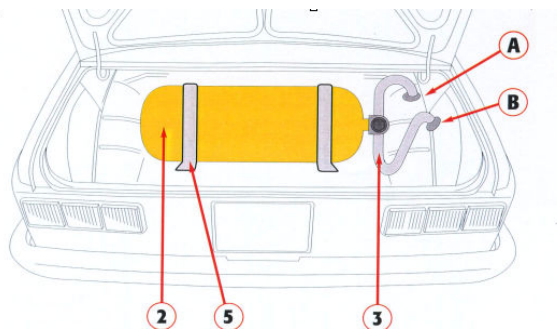
شیرهایی که سیستم تهویه داخلی در آنها تعبیه نشده است می توانند بدون استفاده از قطعات اضافی در فضای آزاد مورد استفاده قرار گیرند. اما اگر قرار است شیر در محیط بسته مانند صندوق عقب خودرو نصب شود لازم است از Housing Cover استفاده می شود. بدین ترتیب که با بستن یک پوشش بر روی شیر نشتی ها جمع آوری شده و به داخل شلنگ های تهویه هدایت می شود. شکل ۲-۳۳ نمونه هایی از شیر و Housing Cover را در کنار هم نشان می دهد.



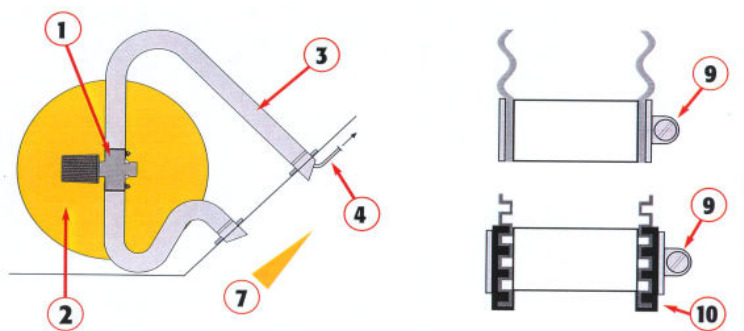
شکل ۲-۳۳: شیر به همراه Housing Cover

باید توجه داشت که Housing Cover ها غالباً قادر به جمع آوری نشتی های اتصال شیر و مخزن نیستند. بنابراین عمدتاً در شیرهایی که دارای سیستم تهویه داخلی

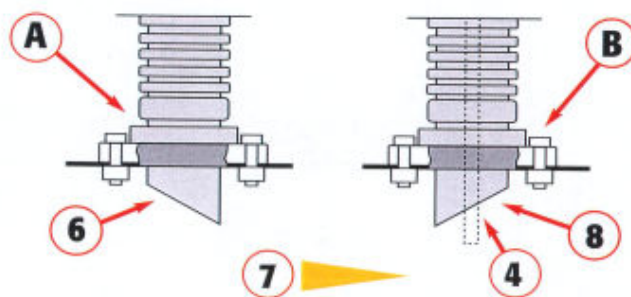
نیستند از رزوه های مخروطی استفاده می شود. همچنانکه که اشاره شد احتمال نشتی گاز از اتصال شیر و مخزن در رزوه های مخروطی کمتر است. شیرهایی که دارای سیستم تهویه داخلی هستند عمدتاً از قیمت بالاتری برخوردارند (پروسه تولید پیچیده تری دارند). در عوض در صورت استفاده از شیرهایی که دارای این سیستم نیستند لازم است Housing Cover بطور جداگانه تامین شود. طبیعی است عملیات نصب در شیرهایی که از Housing Cover استفاده می کنند، اندکی طولانی تر می باشد. علاوه بر این، یکی از مشکلات این نوع شیرها احتمال آسیب دیدگی Housing Cover در زمان نصب یا مصرف و بروز نشتی های متعاقب آن می باشد.



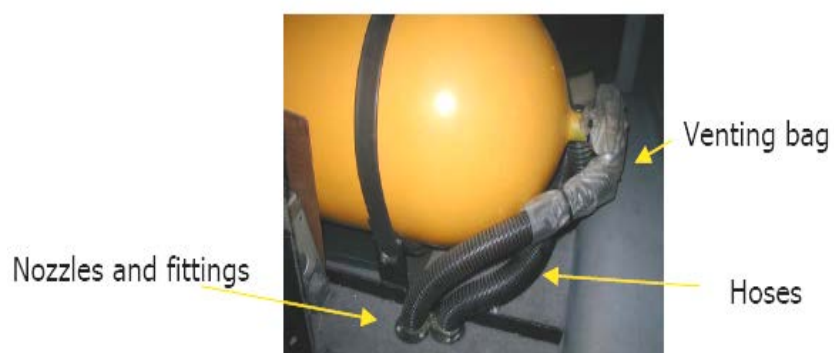
شکل ۳۴-۲: نصب لوله های تهویه برای انتقال گازهای جمع آوری شده در Housing Cover یا سیستم تهویه داخلی



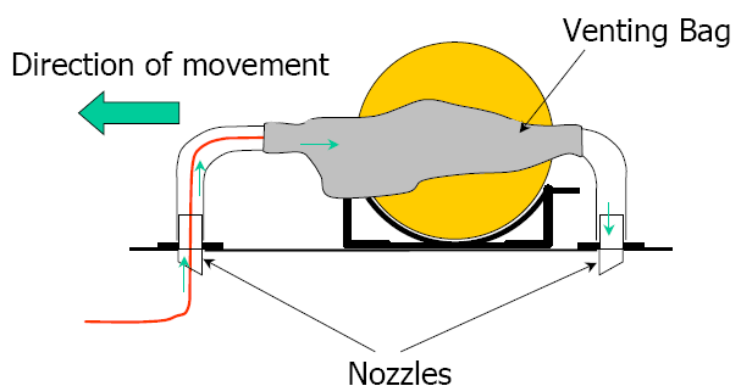
شکل ۳۵-۲: نصب لوله های تهویه



شکل ۳۶-۲: نصب لوله های تهویه با توجه به جهت حرکت خودرو



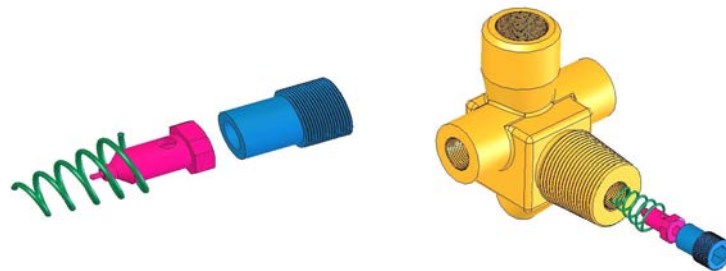
شکل ۳۷-۲: نصب لوله های تهویه



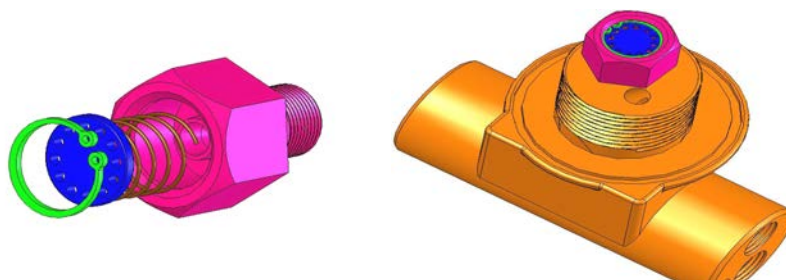
شکل ۳۸-۲: نصب لوله های تهویه با توجه به جهت حرکت خودرو

## ۲-۵- محدود کننده جریان یا Excess Flow

این وسیله جهت کنترل نرخ جریان گاز خروجی از مخزن بکار می رود. هنگامی که در اثر شکستگی لوله های فشار قوی (برای مثال در تصادفات) و یا هر عامل دیگر، جریان خروجی گاز از مخزن افزایش یابد، این وسیله که می تواند از یک فنر و یک صفحه مدور سوراخ دار تشکیل شده باشد، با محدود کردن سطح مقطع عبور گاز، میزان دبی گاز خروجی از مخزن را کنترل می کند. در برخی سیستم ها بجای صفحه مدور از یک قطعه مخروطی شکل سوراخ دار استفاده می شود. شکل های ۲-۳۹ و ۲-۴۰ نمونه هایی از محدود کننده های جریان را نشان می دهد.



شکل ۲-۳۹: سیستم محدود کننده جریان در شیر Achilles



شکل ۲-۴۰: سیستم محدود کننده جریان در شیر Emer 130

در سیستم های محدود کننده جریان ثابت ارتجاعی فنر بگونه ای انتخاب می شود که در صورتی که دبی گاز عبوری به حد معینی رسید (که این دبی معین خود متناظر با یک اختلاف فشار مشخص است)، فنر جمع شده و متعاقب آن صفحه مدور، میزان سطح مقطع جریان را کاهش دهد تا دبی خروج گاز کمتر شود.

بنابراین اساس عملکرد محدود کننده جریان بر پایه تغییر سطح مقطع عبور گاز متناسب با اختلاف فشار دو طرف سیستم محدود کننده استوار است. طبیعی است نرخ خروج گاز از مخزن (برای مثال در هنگام بروز پارگی در لوله های کیت) تابع پارامترهایی چون اختلاف فشار مخزن و محیط، افت فشار مسیر، خواص فیزیکی گاز مانند ویسکوزیته و .... می باشد.

در عین حال میزان نرخ حجمی عبور جریان از طریق رابطه ۵-۲ با دو پارامتر سرعت و سطح مقطع جریان وابستگی دارد.

$$\dot{V} = V.A \quad (\text{رابطه ۵-۲})$$

که در این رابطه  $\dot{V}$  نرخ (دبی) حجمی جریان،  $V$  سرعت عبور گاز و  $A$  سطح مقطع عبور جریان می باشد. ملاحظه می شود که بر اساس این رابطه می توان با تغییر سطح مقطع عبور جریان میزان نرخ حجمی عبور گاز از مخزن را تنظیم نمود.

در حالت کلی محدود کننده های جریان از دو منظر قابل دسته بندی هستند. یکی محل نصب آنها و دیگری عملکردشان در برابر افزایش نرخ جرمی گاز.

در صورتی که این سیستم در درون مخزن یا شیر آن نصب شده باشد به آن محدود کننده جریان داخلی گفته می شود و اگر در خارج از آن نصب شده باشد محدود کننده جریان خارجی نامیده می شود.

اگر طراحی سیستم محدود کننده جریان بشکلی باشد که در هنگام عمل کردن (حالت بسته) جریان گاز را بطور کامل قطع کند، محدود کننده جریان از نوع Shut-off نام دارد و اگر در هنگام عمل کردن نیز یک مقدار جریان مجاز را از خود عبور دهد از نوع Flow Limiter نامیده می شود.

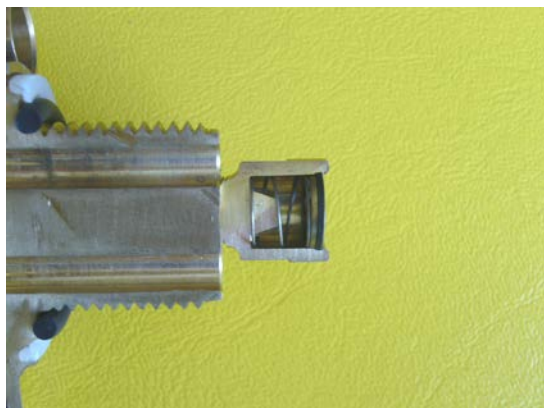
محدود کردن جریان در هنگامی که بر اثر بروز یک مشکل، گاز با نرخ بالایی از مخزن خارج می شود می تواند فواید گوناگونی داشته باشد.

برای مثال هنگامی که در اثر بروز حادثه ای مانند تصادف، لوله ها یا اتصالات فشار بالا در خودرو پاره و یا شکسته شوند به دلیل اختلاف فشار زیاد ایجاد شده و تمایل ذاتی سیال به عبور از مسیرهای کم مقاومت، گاز (با یک نرخ جرمی بزرگ) شروع به خارج شدن از مخزن می کند. از طرفی هر چه سرعت عبور گاز از اتصالات و مسیرها بیشتر باشد، احتمال بروز جرقه و متعاقب آن آتش سوزی افزایش می یابد<sup>۱</sup>. بنابراین استفاده از سیستم های محدود کننده جریان می تواند با کاهش سرعت خروج گاز ضمن کاهش حجم گاز هدر رفته، احتمال بروز آتش سوزی را نیز کمتر کند.

نکته دیگری که می توان به آن اشاره کرد کاهش دمای شدید در اثر انبساط ناگهانی گاز می باشد. استفاده از محدود کننده جریان می تواند نرخ کاهش فشار مخزن در اثر خروج گاز را تا حد متعادلی کاهش دهد و از کاهش دمای شدید در مخزن و احتمالاً یخ زدگی جلوگیری کند. این مساله در خصوص مخازن نوع چهار که گاز در یک محفظه کامپوزیتی نگهداری می شود از اهمیت بیشتری برخوردار است چرا که مواد کامپوزیتی در برابر دماهای پایین دچار تغییر خواص و رفتار می شوند. احتمال بروز مشکل در این موارد به حدی است که برخی از تولید کنندگان مخازن نوع چهار برای نرخ تخلیه و پرکردن مخازن خود محدودیت هایی را به مصرف کننده ها اعلام نموده اند. بدیهی است بعلت استفاده از فنر عملکرد این سیستم هوشمند و بازگشت پذیر است. بگونه ای که اگر دبی گاز عبوری به حد مطلوب بازگشت فنر به حالت اولیه باز می گردد. این مساله یعنی بازگشت سیستم به حالت اولیه پس از متعادل شدن دبی گاز عبوری از الزامات ISO 15500 می باشد.

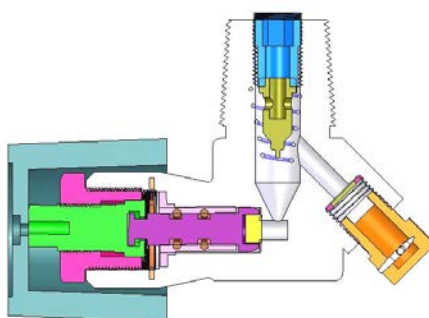
لازم بذکر است که استاندارد ISO 15500 برخلاف ECE R110 مقدار معینی را بعنوان حد مجاز دبی عبور گاز تعریف نکرده است. در استاندارد ECE R110 ذکر شده است که اگر اختلاف فشاری در حدود ۹۰ کیلوپاسکال بوجود آید نرخ جریان گاز باید تا سقف ۸۰۰۰ سانتی متر مکعب بر دقیقه کاهش یابد.

<sup>۱</sup> - باید توجه داشت در هنگامی که بر اثر تصادف گاز از لوله های پاره شده خارج می شود کاهش سرعت و نرخ جرمی گاز خروجی مطلوبست اما در هنگام عملکرد PRD در هنگام آتش سوزی لازم است گاز به سرعت از مخزن خارج شود تا ایمنی آن در برابر آتش افزایش یابد.

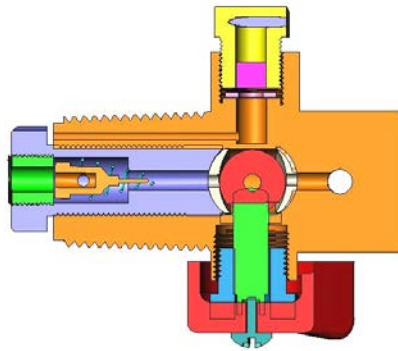


شکل ۴۱-۲: سیستم محدود کننده جریان در شیر OMB E3

در برخی از انواع شیرهای دارای سیستم محدود کننده جریان، PRD دارای مسیرهای جداگانه ای از Excess Flow می باشد، در عین حال در برخی انواع دیگر، مجرای سیستم محدود کننده جریان در مسیر خروج گاز از تجهیزات PRD قرار گرفته و در هنگام عملکرد PRD بر سرعت خروج گاز از مخزن اثر می گذارد و آنرا کم می کند. برای جلوگیری از کاهش جریان خروجی در هنگام عملکرد PRD طراحی مجرای مورد نظر از لحاظ هندسی بشکلی صورت می گیرد که امکان خروج گاز با نرخ جرمی مناسب فراهم شود.



شکل ۴۲-۲: سیستم محدود کننده جریان تعبیه شده در مجرای PRD



شکل ۲-۴۳: سیستم محدود کننده جریان مستقل از مجرای PRD

در شکل ۲-۴۲ (شیر Achille VCW) سیستم محدود کننده جریان در مسیر خروج گاز از PRD قرار دارد اما در شکل ۲-۴۳ (شیر Hoffmann VEC 1) برای خروج گاز از طریق PRD مسیر جداگانه ای تعبیه شده است.



شکل ۲-۴۴: سیستم محدود کننده جریان مستقل

از مجرای PRD در نمونه ای از شیرهای Youngdo

همانطور که در شکل ۲-۴۴ نشان داده شده است، در شیر Youngdo مدل ۲۸۰۴ نیز سیستم محدود کننده جریان در مجرای مستقل از PRD تعبیه شده است.

همانطور که اشاره شد هنگامی که مخزن در مجاورت آتش قرار می گیرد (مانند آزمون Bonfire) در بازه زمانی نسبتاً کوچکی پس از عملکرد PRD احتمال افزایش فشار وجود دارد چرا که نرخ افزایش فشار در اثر افزایش دما (ناشی از آتش) بیشتر از نرخ کاهش فشار در اثر جرم گاز درون مخزن است. بنابراین اگر محدود کننده جریان در مسیر خروج گازها از PRD باشد، احتمال اینکه افزایش فشار پس از عملکرد PRD تا مقدار زیادی ادامه یابد وجود دارد. در یک عبارت کلی در صورتی که مخزن در مجاورت آتش سوزی قرار گرفت و PRD عمل نمود، بهتر است در کوتاه ترین زمان ممکن تخلیه شود و از اینرو وجود محدود کننده جریان در مسیر خروج گاز از PRD مناسب نخواهد بود. غالباً استفاده از مجرای یکسان برای Excess Flow و PRD بمنظور کاهش هزینه های تولید می باشد.

در استاندارد ECE R110 بر خلاف استاندارد ISO 15500، وجود یک سیستم Bypass در محدود کننده جریان الزامی می باشد. در این حالت جریان گاز از درون مخزن هیچ گاه بطور کامل قطع نمی شود چرا که یک مجرای اضافی در سیستم محدود کننده جریان تعبیه می شود که حتی اگر فنر بطور کامل منقبض شده باشد گاز از طریق این حفره به مجرای خروجی راه پیدا می کند.

شکل ۴۵-۲ سیستم های محدود کننده دارای Bypass را نشان می دهد. لازم بذکر است که برخی تولید کنندگان در طرح هایی مانند شکل های ۴۰-۲ و ۴۱-۲ نیز با افزایش زبری یا Roughness سطح صفحه مدور سوراخ دار (ایجاد شیارهایی برای عبور گاز) مکانیزم Bypass را ایجاد می نمایند و برخی دیگر از این اصل که آب بندی بین دو سطح فلزی در اثر تماس مستقیم بطور کامل برقرار نمی شود، استفاده می کنند.

تعبیه کردن مسیر Bypass می تواند در مواردی که سیستم محدود کننده دارای عیوب ساختاری یا عملکردی می باشد نقش مفیدی ایفا نماید. برای مثال اگر فنر در نظر گرفته شده در مکانیزم محدود کننده جریان بطور مناسب طراحی نشده باشد و میزان ضریب ارتجاعی آن بحدی پایین باشد که مسیر خروجی را بطور کامل مسدود کند و مانع خروج گاز از مخزن گردد، این سیستم Bypass می تواند این مشکل را تا حد

مناسبی مرتفع سازد. بطور کلی تعبیه کردن مسیر Bypass احتمال حبس شدن گاز در مخزن را به حداقل می رساند.



شکل ۴۵-۲: سیستم محدود کننده جریان دارای bypass در شیر Youngdo

تأثیر دیگر مجرای Bypass هنگامی نمود می یابد که برای مثال یا فنر آنقدر ضعیف باشد که خاصیت ارتجاعی مناسبی از خود نشان ندهد و یا حتی در هنگام مونتاژ فنر محدود کننده جریان نصب نشده باشد. طبیعی است در این حالت مخزن در هنگام پر شدن مشکلی نخواهد داشت اما سیستم محدود کننده جریان در هنگام خروج گاز از مخزن بعلت عدم مونتاژ فنر مانند یک شیر یک طرفه عمل می کند. در این حالت اگر سیستم محدود کننده دارای مسیر Bypass نباشد خالی کردن گاز مخزن با مشکل جدی مواجه خواهد شد. شاید یک راه حل مناسب برای این گونه موارد استفاده از مسیرهای PRD برای خارج کردن گاز از مخزن باشد. بدیهی است وجود سیستم محدود کننده جریان در مسیر خروج گاز از PRD که پیش از این مورد بررسی قرار گرفت این راه حل را نیز غیر قابل استفاده و موضوع را پیچیده تر می کند.

یکی از مشکلاتی که به ندرت در مورد سیستم های محدود کننده جریان بروز می کند گره خوردن (بهم پیچیده شدن) فنر می باشد (شکل ۴۶-۲). در این حالت فنر موقتاً رفتار الاستیک خود را از دست می دهد و صفحه مدور سوراخ دار به جای خود باز نمی گردد و میزان گاز خروجی از مخزن به شدت کاهش می یابد. این مسئله منجر به بروز مشکلاتی در سیستم سوخت رسانی خودرو می گردد. در برخی موارد موتور روشن نمی شود و در برخی دیگر نیز گاز خروجی تنها برای درجا کار کردن خودرو کفایت می کند.



شکل ۴۶-۲: نمونه ای از فنرهای گره خورده در سیستم محدود کننده جریان

در برخی موارد نیز فنر سیستم محدود کننده جریان در درون حفره های صفحه مدور پیچ می خورد و عملکرد سیستم را دچار اختلال می سازد (شکل ۴۷-۲). گزارشاتی مبنی بر بروز مشکل در فرآیند پر کردن مخزن در مواردی که عملکرد هوشمند و برگشت پذیر سیستم محدود کننده جریان دچار اختلال می شود و صفحه مدور در جای خود ثابت می ماند، دریافت شده است. در این حالت دیسپنسر، فرآیند تزریق گاز را متوقف می سازد اما مخزن بطور کامل پر نمی شود. بنظر می رسد ایجاد مقاومت در پایین دست جریان گاز از دیسپنسر که بدلیل موقعیت نامناسب صفحه مدور ایجاد می شود سبب بروز اختلال در تخمین فشار گاز مخزن توسط دیسپنسر می گردد و فرآیند سوخت گیری پیش از تزریق گاز به مقدار کافی متوقف می شود.

دلیلی اصلی بروز دو مشکل فوق الذکر طراحی نامناسب فنر از نظر شکل و ضریب ارتجاعی آن می باشد. استفاده از حلقه های دوگانه غیر فعال در دو انتهای فنر یکی از راه کارهایی است که می تواند از گره خوردن و یا پیچیدن آن در سوراخ های صفحه مدور جلوگیری کند. بعلاوه در این حالت کنترل وضعیت صفحه مدور و جلوگیری از کج شدن آن (همانند آنچه در شکل ۴۷-۲ نشان داده شده است). بطور مناسبی انجام می گیرد. طبیعی است مشکل گره خوردن فنر در حفره های صفحه مدور در سیستم هایی مانند شکل ۴۵-۲ اتفاق نمی افتد و این طرح ها از این نظر نسبت به طرح های نشان داده شده در شکل های ۴۰-۲ و ۴۱-۲ برتری دارند.



شکل ۲-۴۷: نمونه ای از فنرهای گره خورده  
در صفحه مدور سیستم محدود کننده جریان

در شکل ۲-۴۸ دو مدل فنر نشان داده شده است که یکی از آنها ساده است و در دیگری حلقه انتهایی آن دوگانه است.



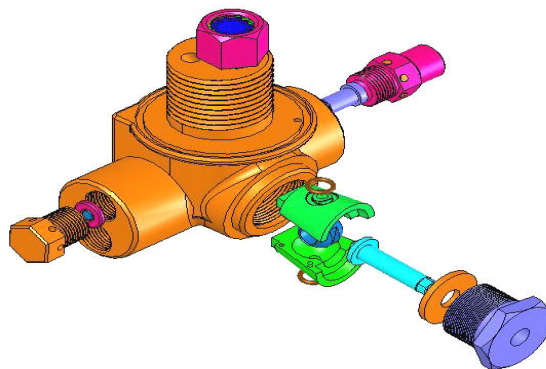
شکل ۲-۴۸: دو مدل فنر برای نصب در سیستم محدود کننده جریان

## ۲-۶- مکانیزم های باز و بسته شدن شیر

بطور معمول دو نوع مکانیزم کلی برای باز و بسته کردن شیر (قطع و وصل مسیر عبور گاز) مورد استفاده قرار می گیرد که در این قسمت به بررسی آنها می پردازیم.

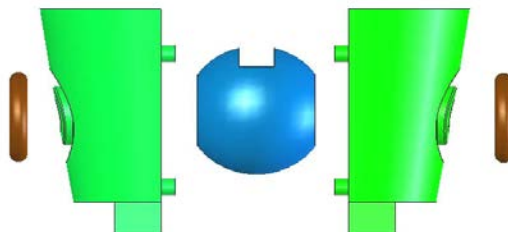
#### ۱-۶-۲- مکانیزم ساچمه ای یا کروی (Ball Valve)

در این مدل از شیرها عمل باز و بسته شدن مسیر جریان گاز در نتیجه گردش ۹۰ درجه ای ساچمه (کره) فلزی صورت می پذیرد. این ساچمه سوراخدار در درون یک نشیمنگاه (Seat) قرار می گیرد و در هنگام باز و بسته کردن شیر در درون آن می چرخد.

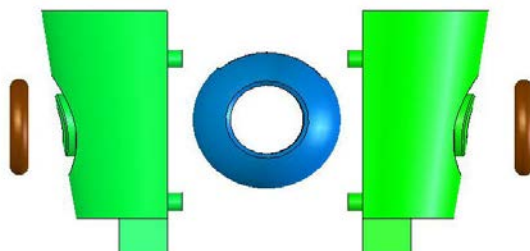


شکل ۴۹-۲: مکانیزم کروی برای باز و بسته کردن در شیر Emer 130

در حالت باز بودن شیر، گاز از مجرای ورودی و از دورن حفره موجود در ساچمه که راستای آن موازی با راستای سوراخ های صفحات نگهدارنده (نشیمنگاه) است عبور کرده و به سمت خروجی شیر جریان پیدا می کند. در حالت بسته بودن شیر نیز ساچمه فلزی به اندازه ۹۰ درجه چرخیده و در حالتی قرار می گیرد که مسیر عبور گاز مسدود گردد. شکل های ۲-۵۰ و ۲-۵۱ این مکانیزم را در حالت باز و بسته نشان می دهد.

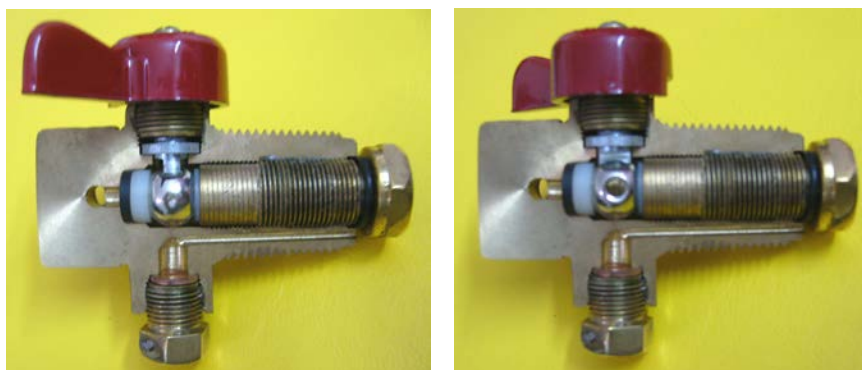


شکل ۵۰-۲: مکانیزم کروی در حالت باز



شکل ۵۱-۲: مکانیزم کروی در حالت بسته

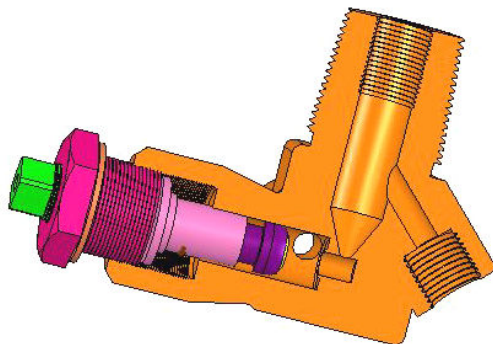
با در نظر داشتن طراحی Stem ممکن است بتوان تلرانس بین ساچمه و نشیمنگاه را از طریق پیچ اهرم در سیستم هایی مانند شکل ۵۲-۲ (نمونه ای از شیرهای شرکت Hoffmann) تنظیم نمود.



شکل ۵۲-۲: مکانیزم کروی در حالت های باز و بسته در شیر Hoffmann

## ۲-۶-۲- مکانیزم پیچی یا اسپیندلی (Screw / Spindle Valve)

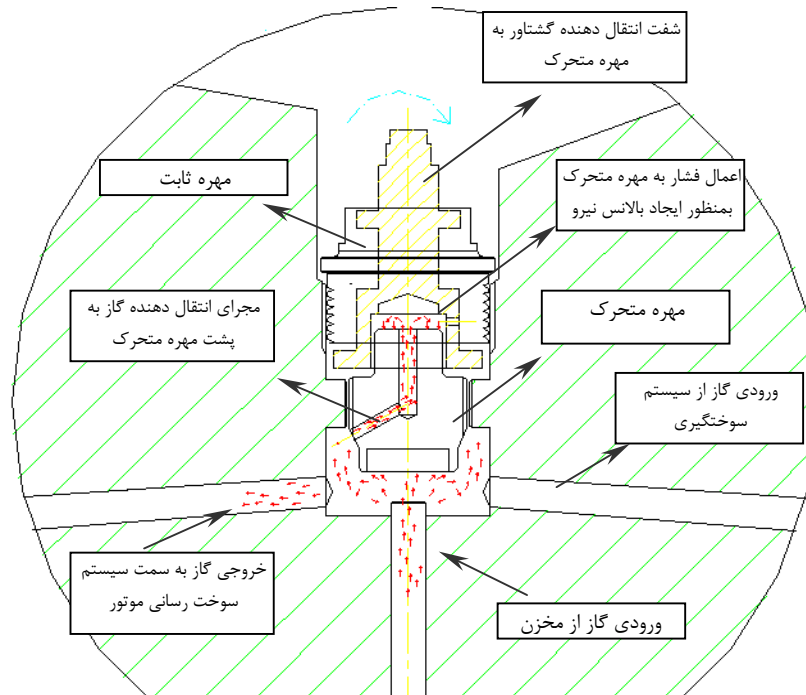
در این مکانیزم مجرای گاز توسط یک مهره متحرک که با پیچاندن اهرم شیر حرکت می کند، باز و بسته می شود. شکل شماره ده یک نمونه از این شیرها را نشان می دهد.



شکل ۵۳-۲: مکانیزم پیچی برای باز و بسته کردن شیر در نمونه ای از تولیدات Achille

برخی از تولید کنندگان شیرهای پیچی بمنظور آسان تر کردن عملیات باز و بسته کردن شیر و همچنین کاهش تنش اعمالی به رزوه های مهره متحرک، اقدام به تعبیه یک مسیر اضافی در اطراف نشیمنگاه مهره متحرک کرده اند. بر اثر وجود این مجرا که در این گزارش مجرای بالانس فشار نامیده شده است، فشار گاز در دو طرف نشیمنگاه مهره متحرک وجود دارد و برآیند نیروها بگونه ایست که تنش اعمال شده به رزوه های مهره متحرک و در نتیجه گشتاور لازم برای باز و بسته کردن شیر را کاهش می دهد. این گشتاور که به مقدار فشار گاز درون مخزن بستگی دارد چیزی در حدود ۳ تا ۵ نیوتن متر می باشد.

شکل ۵۴-۲ که بر اساس مدل شیر OMB E3 تهیه شده است، نمونه ای از این مجرا های بالانس فشار را نشان می دهد. (این مجاری در برخی از انواع شیرهای شرکت های VTI و Youngdo نیز تعبیه شده است).

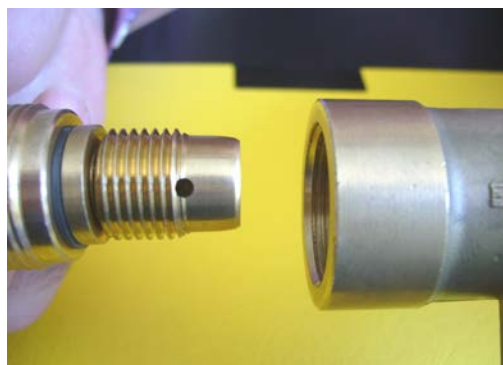


شکل ۵۴-۲: طرح شماتیک مجرای بالانس فشار

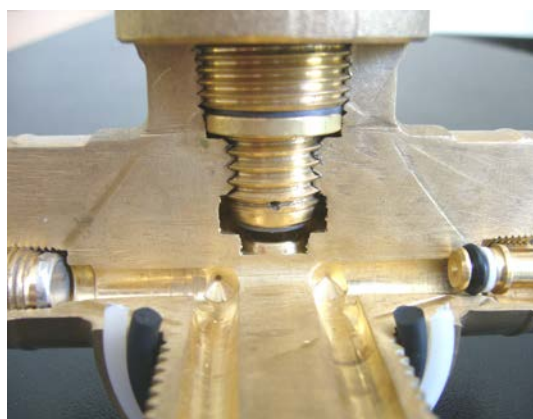
در ادامه تصاویری از مجرای بالانس فشار در چند نمونه شیر مشاهده می شود. شکل های ۲-۵۵ و ۲-۵۶ حفره مجرای بالانس فشار را در مهره متحرک یکی از انواع شیرهای VTI نشان می دهد. شکل ۲-۵۷ حفره مجرای بالانس فشار را در مهره متحرک شیر OMB E3 نشان می دهد. شکل ۲-۵۸ نیز حفره مجرای بالانس فشار را در مهره متحرک شیر Youngdo 2804 نشان می دهد.



شکل ۵۵-۲: حفره مجرای بالانس فشار در مهره متحرک یک نمونه شیر VTI



شکل ۵۶-۲: حفره مجرای بالانس فشار در مهره متحرک یک نمونه شیر VTI

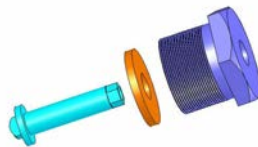


شکل ۵۷-۲: حفره مجرای بالانس فشار در مهره متحرک شیر OMB E3

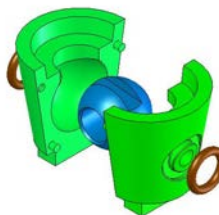


شکل ۵۸-۲: حفره مجرای بالانس فشار در مهره متحرک شیر Youngdo 2804

در یک مقایسه کلی بین این دو مکانیزم کروی و پیچی موارد زیر قابل ذکر است: برای اینکه ساچمه فلزی بتواند در داخل صفحات نگهدارنده حرکت کند لازم است لقی مناسبی بین ساچمه و نشیمنگاه وجود داشته باشد.



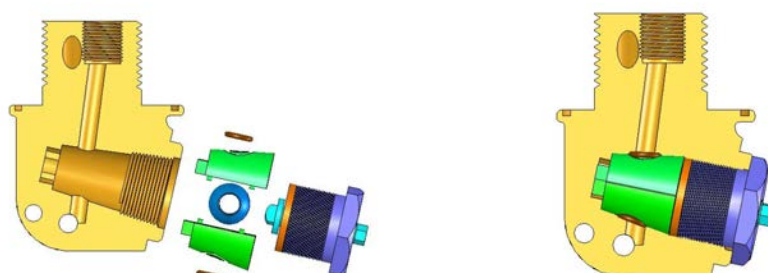
شکل ۵۹-۲: مکانیزم پیچی برای باز و بسته کردن شیر



شکل ۶۰-۲: مکانیزم کروی برای باز و بسته کردن شیر

طبیعی است این مساله حساسیت و تا حدودی پیچیدگی تولید این شیرها را افزایش می دهد چرا که اگر تفرانس ها بگونه ای باشد که فضای بین ساچمه و نشیمنگاه بیش از اندازه باشد نشتی گاز از اطراف ساچمه صورت می گیرد و اگر این فضا بیش از اندازه کوچک باشد چرخیدن ساچمه در نشیمنگاه به سختی انجام می شود و احتمالاً با بروز سایش و خراشیدگی بر روی سطح نشیمنگاه همراه است. (این ساییدگی و خراش نیز در دراز مدت منجر به بروز نشتی می گردد).

علاوه بر تفرانسهای ابعادی، کیفیت کروی بودن ساچمه نیز نقش مهمی در عملکرد سیستم باز و بسته شدن دارد. بیضوی (Oval) بودن ساچمه احتمال بروز نشتی را افزایش می دهد.



شکل ۶۱-۲: مکانیزم کروی برای باز و بسته کردن شیر

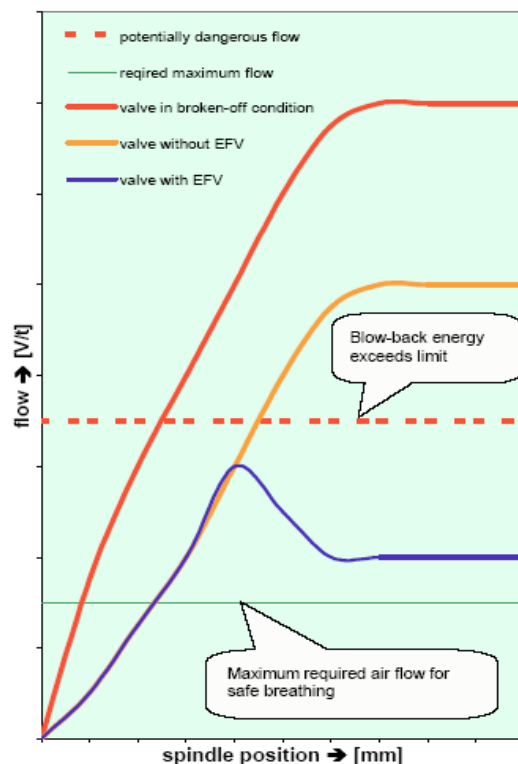
بنابراین در مکانیزم کروی احتمال بروز نشتی داخلی (که برای شیر در حالت بسته تعریف می شود)، بیشتر است. البته باید توجه داشت که این نوع نشتی در مقایسه با نشتی خارجی ( که از سطح خارجی شیر و حتی در هنگام باز بودن شیر اتفاق می افتد) از اهمیت کمتری برخوردار است. چرا که شیرهای مخازن CNG در تمام موارد باز هستند و تنها در هنگامی که لازم باشد مخزن از خودرو جدا شود و یا مشکلی در سیستم خودکار قطع جریان (شیر اتوماتیک تعبیه شده در کیت) بوجود آمده باشد، در حالت بسته قرار می گیرند. متقابلاً خراشیدگی در محل نشیمن شیر های پیچی در

مواردی که شیر بطور مداوم باز و بسته می شود از نقاط ضعف این شیرها محسوب می شود.

یکی دیگر از مواردی که در مقایسه این دو نوع مکانیزم باید مورد توجه قرار گیرد مدت زمان باز و بسته شدن است. طبیعی است در مکانیزم کروی شیرها در مدت زمان کمتری باز و بسته می شوند. این شیرها با حداکثر نیم دور چرخش اهرم تغییر حالت می دهند اما برای باز و بسته کردن شیرهای پیچی حداقل دو دور چرخش لازم است. در عین حال باید توجه داشت که استفاده از تلرانس های تنگ بمنظور کاهش نشتی از اطراف ساچمه خود منجر به سخت تر شدن حرکت ساچمه در درون نشیمنگاه و دشوار شدن باز و بسته کردن آن می شود و مزیت این شیرها در مورد سرعت بالای باز و بسته شدن را کمرنگ می کند.

مسایلی مانند احتمال جرم گرفتگی ناشی از ناخالصی گاز و ... در فضای بین ساچمه و نشیمنگاه در مکانیزم کروی و احتمال بروز خراش در سر پلاستیکی بازوی متحرک در مکانیزم پیچی (که وظیفه آب بندی را بر عهده دارد) نیز از مواردی است باید به آنها توجه شود. بطور کلی در مواردی که باز و بسته کردن مداوم و روزانه شیرها ضروری نیست استفاده از شیرهای پیچی توصیه شده است.

تفاوت در نرخ حجمی عبور جریان گاز نسبت به زمان در هنگام باز کردن شیر، از دیگر تفاوت های مکانیزم اسپیندلی (پیچی) و مکانیزم کروی (ساچمه ای) است که می تواند بر طراحی ساختار سیستم محدود کننده جریان تاثیر بگذارد. در شکل ۶۲-۲ نمودار تغییرات نرخ حجمی عبور جریان در سیستم های پیچی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود اختلاف زیادی مابین نرخ حجمی خروج گاز در صورت استفاده و عدم استفاده از سیستم محدود کننده جریان، وجود دارد.



شکل ۶۲-۲: نمودار تغییرات دبی خروجی گاز در حالت های مختلف

( برای یک نمونه شیر پیچی / spindle از تولیدات شرکت VTI )

به طور کلی در سیستم های ساچمه ای باز شدن مسیر عبور گاز (در مقایسه با سیستم های پیچی) سریعتر انجام می شود و در واقع نرخ جرمی یا حجمی عبور گاز در مدت زمان کمتری به حداکثر مقدار خود می رسد. (در سیستم های ساچمه ای تنظیم دبی خروجی گاز چندان امکان پذیر نیست.) بنابراین در این سیستم ها نیروی اولیه اعمال شده به محدود کننده جریان در لحظه ابتدایی باز کردن شیر بیشتر است. به همین دلیل در شیرهای ساچمه ای در مقایسه با اسپیندلی، ضریب ارتجاعی فنر در سیستم محدود کننده جریان بزرگتر انتخاب می شود تا رفتار مناسبی در هنگام باز شدن شیر داشته باشد.

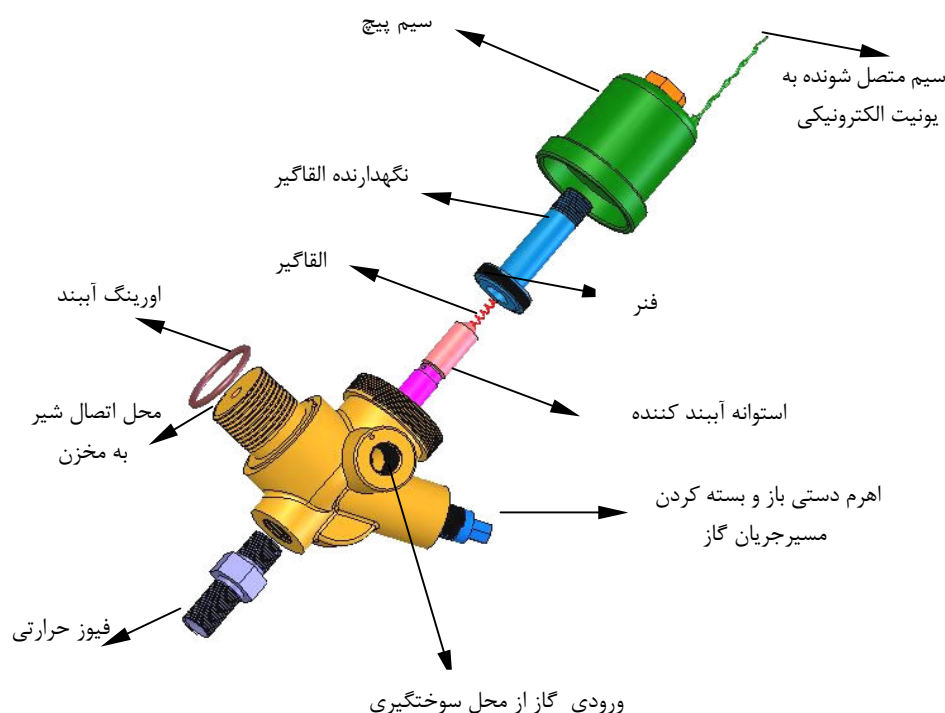
### ۳-۶-۲- مکانیزم سولنوئیدی

یکی دیگر از مکانیزم های مورد استفاده در سیستم باز و بسته شدن شیر مکانیزم اتوماتیک یا سولنوئیدی می باشد.

شیر سولنوئیدی بر اثر اعمال انرژی الکتریکی می تواند مسیر جریان را باز و بسته نماید. محرک لازم آهنربای الکترومغناطیسی می باشد که بر اثر اعمال انرژی الکتریکی و در نتیجه ایجاد میدان مغناطیسی باعث حرکت میله فلزی یا القا گیر بر خلاف نیروی فشار فنر می گردد و هنگامی که انرژی الکتریکی یا جریان الکتریکی قطع می گردد در اثر از بین رفتن میدان مغناطیسی، میله خاصیت آهنربایی خود را از دست داده و بر اثر اعمال نیروی فشار فنر به محل اولیه خود باز می گردد و مسیر عبور جریان را می بندد. در انتخاب سولنوئید نوع و مقدار جریان و سیم پیچ می توانند به عنوان مشخصه های سولنوئیدی بررسی شوند.

این نوع شیرها از طریق یونیت الکترونیکی کیت خودرو کنترل شده و بر اساس استاندارد در موقع قطع بودن جریان الکتریکی بایستی مسیر عبور گاز را ببندند. در صورتیکه سیستم باز و بسته شدن دستی نیز بر روی این شیر قرار گیرد، قطع و وصل جریان به صورت دستی نیز میتواند صورت پذیرد.

در شکل های ۲-۶۳ و ۲-۶۴ مسیر گاز خروجی از مخزن در اولین مرحله می تواند توسط اهرم بالا و پایین رونده پیچی (شیر دستی) باز و بسته شود. در مرحله بعد اگر شیر دستی در حالت باز قرار داشته باشد، گاز می تواند در محفظه A جمع گردد. حال اگر جریان الکتریکی در سولنوئید برقرار نباشد، استوانه آبنند براساس نیروی فنر مسیر جریان گاز را بسته نگه می دارد. در صورت اعمال جریان الکتریکی در سولنوئید براساس شار و میدان مغناطیسی تولید شده، استوانه القاگیر به سمت بالا کشیده شده و مسیر جریان گاز به سمت موتور خودرو باز می گردد.

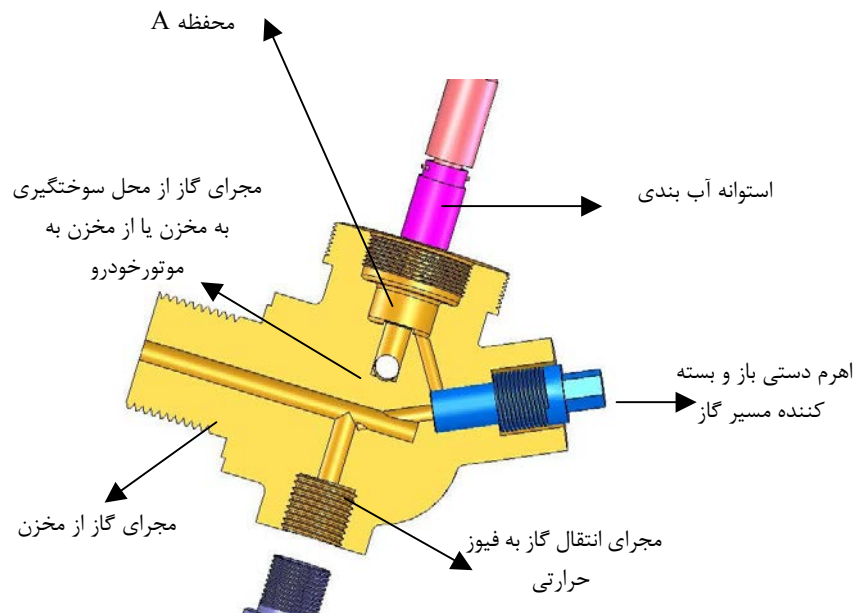


شکل ۶۳-۲: مدل انفجاری یک شیر سلونوئیدی

شیرهای برقی باید علاوه بر آزمون‌هایی که شیرهای دستی بر اساس استاندارد می‌گذرانند، می‌بایست تحت آزمون مقاومت عایق و حداقل ولتاژ باز شدن را نیز قرار گیرند.

آزمون مقاومت عایق برای بررسی میزان عایفکاری سیم پیچ می‌بایست انجام شود. در این آزمون ولتاژ ۱۰۰۰ ولت بین دو پین شیر اتوماتیک در کمتر از ۲ ثانیه برقرار می‌شود. کمترین مقاومت مجاز باید ۲۴۰ کیلو اهم باشد.

در آزمون حداقل ولتاژ باز کردن، حداقل ولتاژ لازم برای باز شدن در دمای اتاق برای سیستم‌هایی با ولتاژ ۱۲ ولت مورد بررسی قرار می‌گیرد که این مقدار باید کمتر از ۶ ولت بوده و برای سیستم‌هایی با ۲۴ ولت کمتر از ۱۶ ولت باشد.



شکل ۶۴-۲: مسیرهای جریان در یک شیر سلونوئیدی

یکی از نکات قابل توجه در مورد شیر های برقی این است که بر اساس استاندارد ECE R110 لازم است مخزن علاوه بر شیر دستی دارای شیر اتوماتیک نیز باشد که البته امکان تعبیه این دو مکانیزم بر روی یک بدنه مشترک وجود دارد. لازم بذکر است که بر اساس استاندارد ISO 15500 الزامی به نصب شیر برقی بر روی مخزن وجود ندارد. همانطور که در بخش ۲-۶-۲ اشاره شد بمنظور کاهش مقاومت ناشی از فشار مخزن در هنگام باز و بسته کردن شیر روزنه ای در پیستون مربوطه ایجاد می شود تا در دو طرف آن فشار معتدل گردد (بالانس فشار). شکل های شماره ۲-۶۵ و ۲-۶۶ این روزنه را در نمونه ای از شیرهای سلونوئیدی شرکت Youngdo نشان می دهد. شکل ۲-۶۷ نیز اقلام مختلف مکانیزم باز و بسته شدن را در این شیر نشان می دهد.



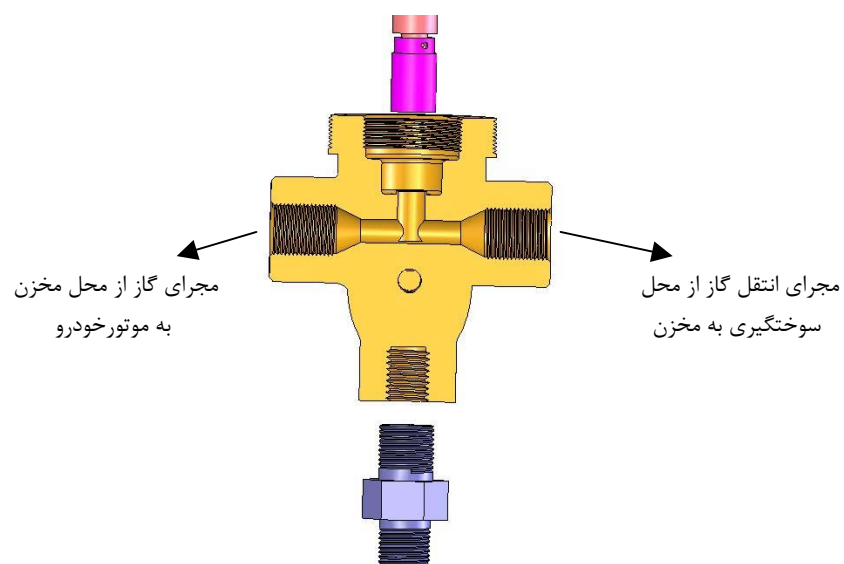
شکل ۲-۶۵



شکل ۲-۶۶



شکل ۲-۶۷



شکل ۶۸-۲: مسیرهای جریان در یک شیر سلونوئیدی

## بخش سوم:

### آزمون‌ها، بازرسی و گواهی‌ها

این بخش به بررسی آزمون‌های مطرح شده در استاندارد ISO 15500 و ECE R110، بازرسی‌های مربوطه و گواهی‌های صادر شده در مورد شیرهای CNG می‌پردازد.

#### ۱-۳-آزمون‌ها

بر اساس استاندارد ISO 15500 لازم است آزمون‌های زیر بر روی شیرهای مخازن انجام شود:

##### ۱-۱-۳-آزمون (Hydrostatic Strength)

در این آزمون استحکام مکانیکی شیر مورد بازرسی قرار می‌گیرد. شیر باید این آزمون را با تحمل فشار ۸۰۰ بار بگذراند.

##### ۲-۱-۳-آزمون نشتی

در این آزمون که خود شامل دو نوع تست می‌باشد تحمل شیر در مقابل نشتی در فشار و دماهای مورد نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

##### ۱-۲-۱-۳-نشتی خارجی

در این آزمون ابتدا خروجی‌های شیر Plug می‌شود و فشار مورد نظر از طریق ورودی‌ها اعمال می‌شود. (فشارها و دماهای انجام تست در جدول مربوطه ارائه شده است) فشار می‌تواند به وسیله هوای فشرده، نیتروژن یا گاز طبیعی به شیر اعمال شود. پس از آن شیر در دمای آزمون تست می‌شود.

این تست می‌تواند از طریق غوطه‌وری در ظرف مایع به مدت دو دقیقه و یا استفاده از هلیوم و یا هر روش معادل دیگر صورت گیرد. اگر در مدت زمان تعیین شده

هیچگونه حبابی مشاهده نشود شیر تست را پاس کرده است اما اگر نشتی وجود داشته باشد نباید مقدار آن از 20 Ncm<sup>3</sup>/hr بیشتر باشد.

### ۲-۱-۳- نشتی داخلی

این تست اصولاً تنها برای قطعاتی که دارای حالتهای باز و بسته هستند تعریف می شود. هدف این تست بررسی Tightness (آب بندی) شیر در حالت بسته می باشد. ابتدا شیر در حالت بسته قرار می گیرد پس از آن از طریق یکی از اتصالات خروجی یا ورودی شیر فشار مورد نظر اعمال می شود. در این تست بقیه اتصالات شیر Plug نمی شود و نشتی احتمالی از طریق خروج حباب از این اتصالات مورد بررسی قرار می گیرد. در این تست نیز یا باید حبابی مشاهده نشود و یا نشتی اندازه گیری شده کمتر از 20 Ncm<sup>3</sup>/hr باشد.

جدول زیر شرایط انجام آزمونهای فوق را نشان می دهد. هر کدام از این آزمون ها باید در شرایط زیر مورد تست قرار گیرند.

| فشار (بار) |     | دما    |
|------------|-----|--------|
| اول        | دوم |        |
| 150        | 5   | -40 °C |
| 5          | 300 | 20 °C  |
| 10         | 300 | 85 °C  |

جدول ۱-۳: نیروی اعمال شده در آزمون گشتاور خمشی

### ۳-۱-۳- آزمون (Excess Torque Resistance)

هدف از انجام این تست بررسی میزان مقاومت شیر در مقابل اعمال گشتاورهای بیش از حد مجاز می باشد. در این آزمون بمدت ۱۵ دقیقه گشتاوری معادل ۱,۵ برابر گشتاور تعریف شده برای نصب بر روی مخزن به شیر اعمال می شود. پس از این اعمال گشتاور نباید اثری از تغییر فرم و یا شکستگی در شیر بوجود آید. پس از این آزمون لازم است شیر مجدداً تحت آزمون نشتی قرار گیرد و آنرا پاس کند.

#### ۴-۱-۳- آزمون (Bending Moment)

در این آزمون توانایی شیر در مقابله با گشتاورهای خمشی مورد بررسی قرار می گیرد. در این آزمون نیز پس از اعمال گشتاور تعریف شده در تست نباید تغییر فرمی در شیر بوجود آمده باشد و در ادامه شیر باید تست نشتی را نیز مجدداً پاس کند.

در این آزمون موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- تیوب متصل شونده به بخش Inlet بایستی بیش از ۳۰۰ میلیمتر طول داشته باشد.

- اتصالات Outlet بایستی به صورت صلب بوده و حدود ۲۵ میلیمتر از Outlet نمونه آزمون فاصله داشته باشد.

- در حالیکه نمونه آزمون در حالت بسته قرار دارد فشار تا 5 kpa افزایش یافته و نیرو براساس جدول (۱) در فاصله ۳۰۰ میلیمتری Inlet به مدت ۱۵ دقیقه اعمال شود. بدون حذف نیرو، نشتی نمونه بررسی شود.

- نمونه آزمون در چهار مرحله حول محور افقی ۹۰ درجه دوران داده می شود و در هر مرحله این موارد بالا تکرار می شود. لازم است پس از هر مرحله نمونه آزمون باز و بسته شود.

جدول زیر مقدار نیروی مورد نظر برای اعمال گشتاور را نشان می دهد.

| Outside Diameter of tubing (mm) | Force (N) |
|---------------------------------|-----------|
| 6                               | 3.4       |
| 8                               | 9         |
| $\geq 12$                       | 17        |

جدول ۲-۳: نیروی اعمال شده در آزمون گشتاور خمشی

#### ۵-۱-۳- آزمون (Continued Operation)

در این آزمون عملکرد شیر در طی عمر کاری خود با برخی آزمون ها مدل سازی و بررسی می شود. اعمال سیکل های کاری (باز و بسته شدن های متوالی) به شیر در دماهای مختلف و تحت فشار بخش های مختلف این تست را تشکیل می دهد. پس از

این آزمون نیز لازم است شیر تست نشتی را پاس کند و در عین حال گشتاور لازم برای باز و بسته شدن آن نیز از مقادیر تعریف شده در استاندارد بیشتر نشده باشد.

۹۶٪ از کل سیکل ها در دمای اتاق و در فشار سرویس (200 bar) انجام می شود.

۲٪ از کل سیکل ها در دمای بالا (85°C) انجام می شود.

۲٪ از کل سیکل ها در دمای پایین (40°C-) انجام می پذیرد.

#### ۶-۱-۳- آزمون (Corrosion Resistance)

در این آزمون شیر بمدت ۹۰ ساعت در مجاورت محیط های اسیدی (محلولی با ترکیب وزنی ۵ درصد نمک و ۹۵ درصد آب مقطر) قرار می گیرد. پس از این، شیر باید آزمون نشتی را پاس کند.

#### ۷-۱-۳- آزمون (Oxygen Aging)

در این آزمون رفتار قطعات غیر فلزی بکار رفته در شیر مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرد. در این تست شیر بمدت ۹۶ ساعت در مجاورت اکسیژن با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و فشار ۲۰ بار قرار می گیرد. پس از این مرحله نباید اثری از تغییر فرم شدید و شکاف بر روی قطعات غیر فلزی وجود داشته باشد.

#### ۸-۱-۳- آزمون Non-Metallic Synthetic Immersion

در این آزمون نیز قطعات غیر فلزی (مواد ترکیبی مصنوعی) بکار رفته در شیر مورد تست قرار می گیرند. این قطعات نباید پس از در مجاورت گاز طبیعی قرار گرفتن دچار تغییر شدید در حجم و وزن خود شوند. در این تست شیر بمدت حداقل ۷۰ ساعت در مجاورت گاز طبیعی قرار می گیرد. قطعات غیر فلزی این نمونه نباید دچار بیش از ۱۰ درصد تغییر وزن، بیش از یک درصد shrinkage (انقباض) و بیش از ۲۵ درصد swelling (انبساط یا تغییر فرم های ناشی از گرما) شده باشند.

#### ۹-۱-۳- آزمون (Vibration Resistance)

در این آزمون رفتار شیر در مقابل ارتعاشات مورد بررسی قرار می گیرد. در این تست ارتعاشی با دامنه ۱,۵ میلیمتر و فرکانس ۱۷ هرتز بمدت ۲ ساعت در راستای هر سه محور به شیر اعمال می شود. پس از این مرحله شیر باید تست نشستی را پاس کند.

#### ۱۰-۱-۳- آزمون (Brass Material Compatibility)

در این تست شیر در درون یک محفظه شیشه ای در مجاورت مخلوط مرطوب آمونیاک- هوا قرار می گیرد. پس از این مرحله نمونه مورد نظر نباید آثاری از شکاف (ترکیدگی) داشته باشد.

آزمون های اشاره شده مواردی بود که استاندارد ISO 15500 برای شیرهای دستی مخازن CNG در نظر گرفته است. در بخش های دیگری از این استاندارد آزمون های مربوط به PRD و Excess Flow مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجا که در اغلب موارد این تجهیزات نیز بر روی شیر نصب می شوند، مجموعه آزمون های مرتبط با شیر این موارد را نیز در بر می گیرد. در جدول زیر لیست آزمون های مربوط به PRD و Excess Flow و Gas Tight Housing and Ventilation Hose بر اساس استاندارد ISO 15500 ارایه شده است.

| آزمون های<br>Excess Flow                                                                                                                                                                                                                                                            | آزمون های PRD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | آزمون های<br>Gas Tight Housing<br>and Ventilation Hose                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-Hydrostatic Strength<br>2-Excess Torque Resistance<br>3-Leakage<br>4-Bending Moment*<br>5-Continued Operation<br>6-Corrosion Resistance<br>7-Oxygen Aging<br>8-Non-Metallic Synthetic Immersion<br>9-Vibration Resistance<br>10-Brass Material Compatibility<br>11-Operation Test | 1-Hydrostatic Strength<br>2-Excess Torque Resistance<br>3-Leakage<br>4-Bending Moment*<br>5-Continued Operation<br>6-Corrosion Resistance<br>7-Oxygen Aging<br>8-Non-Metallic Synthetic Immersion<br>9-Vibration Resistance<br>10-Brass Material Compatibility<br>11-Accelerated Life<br>12-Benchtop Activation<br>13-Thermal Cycling<br>14-Condensate Corrosion Resistance<br>15-Flow Capacity | 1-Excess Torque Resistance<br>2-Leakage<br>3-Corrosion Resistance<br>4-Oxygen Aging<br>5-Non-Metallic Synthetic Immersion<br>6-Vibration Resistance ** |
| * در مواردی که PRD در درون شیر تعبیه شده است این آزمون الزامی نیست.<br>** این آزمون برای مواردی است که اقلام مورد نظر فلزی باشند.                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |

جدول ۳-۳: لیست آزمون های مربوط به PRD و Excess Flow طبق استاندارد ISO 15500

در زیر برخی از این آزمون ها که مختص PRD یا Excess Flow هستند، مورد بررسی قرار می گیرد:

#### ۱-۱-۳- آزمون Accelerated Life

در این آزمون ماده ذوب شونده از نظر مقاومت در برابر Creeping یا خزش بررسی می شود. بر این اساس لازم است این ماده در مدت زمان یک سال (با دمای ۸۲ درجه سانتیگراد) و بیست سال در دمای ۵۷ درجه عملکرد مطمئنی از خود نشان دهد. در این تست نمونه ها در یک کوره (یا یک حمام سیال) قرار می گیرند و فشاری معادل حدود ۱۳۰ درصد فشار کاری (۲۶۰ بار) از طریق اتصال ورودی به آنها اعمال می شود. بطور

معمول می توان مدت زمان لازم برای عملکرد PRD را از طریق رابطه هایی با فرم توانی محاسبه کرد.

$$t = A \cdot T^B$$

براساس این رابطه که در آن  $T$  درجه حرارت،  $t$  زمان و  $A$  و  $B$  مقادیر ثابتی (وابسته به طراحی قطعه و جنس آلیاژ مربوطه) هستند، زمان عملکرد PRD محاسبه می شود و این زمان نباید در دمای ۸۲ درجه از یک سال و در دمای ۵۷ درجه از بیست سال کمتر باشد. علاوه این محاسبات در دمای آزمون طولانی مدت نباید زمانی کمتر از ۵۰۰ ساعت را نشان دهد. دمای آزمون طولانی مدت از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$T_L = T (0.057)^{0.34 \text{ Log}(T/T_f)}$$

که در این رابطه  $T_L$  دمای آزمون طولانی مدت،  $T_f$  دمای ذوب آلیاژ فیوز حرارتی و مقدار  $T$  نیز ۸۲ درجه می باشد.

در پایان سه نمونه در دمای ذوب فیوزپلاگ تست می شوند که مدت زمان عملکرد آنها باید کمتر از ۱۰ ساعت باشد. پنج نمونه نیز در دمای آزمون طولانی مدت تست می شوند که مدت زمان عملکرد آنها باید بیش از ۵۰۰ ساعت باشد.

### ۱۲-۱-۳- آزمون Benchtop Activation

در این آزمون وضعیت عملکرد PRD در طول مدت زمان عمر کاری خود مورد بررسی قرار می گیرد. رویه انجام این تست برای PRD های ترکیبی (دارای فیوز پلاگ و صفحه شکننده) و PRD های دمایی ( صرفا دارای فیوز پلاگ) متفاوت است. این رویه برای PRD های ترکیبی بشرح زیر است:

نمونه ها در کوره ای با درجه حرارتی معادل ۱۰ درجه بالاتر از دمای ذوب آلیاژ فیوز پلاگ قرار داده می شود و فشار آنقدر افزایش می یابد که Burst Disc عمل کند. آنچه در این تست مورد نظر قرار می گیرد این است که نمونه هایی که آزمون های Condensate Corrosion Resistance، Thermal Cycling، Continued Operation

ارتعاش و خوردگی را گذرانده اند در فشاری بین ۷۵ تا ۱۰۵ درصد فشاری که نمونه هایی که این آزمون ها را نگذرانده اند عمل می کنند، عمل کنند.

### ۳-۱-۱۳- Thermal Cycling آزمون

در این آزمون نمونه ها تحت سیکل های دمایی در محدوده ۴۰- تا ۸۲ درجه قرار می گیرند. این سیکل ها به تعداد ۱۵ بار انجام می شود. پس از این مراحل لازم است نمونه ها آزمون های نشتی و Benchtop را پاس کند.

### ۳-۱-۱۴- Condensate Corrosion Resistance آزمون

بر اساس رویه این آزمون ابتدا اتصال مجرای خروجی PRD مسدود شده و با استفاده از محلول تعریف شده در استاندارد پر می شود و بمدت ۱۰۰ ساعت در دمای ۸۲ درجه نگهداری می شود. سپس محلول موجود از نمونه خالی شده مجدداً اتصالات خروجی بسته شده و پس از آن، نمونه بمدت ۱۰۰ ساعت در دمای ۸۲ درجه گرما داده می شود.

### ۳-۱-۱۵- Flow Capacity آزمون

در این آزمون سه نمونه بطور تصادفی انتخاب می شود و شرایط عملکرد PRD برای آن فراهم می شود تا عمل کند. سپس، نمونه بدون هیچ تغییری در معرض آزمون قرار می گیرد و مقدار هوایی عبوری از آن اندازه گیری می شود. ظرفیت جریان نمونه برابر میانگین مقادیر نمونه می باشد و هر کدام از این مقادیر باید در محدوده ۱۰ درصد مقدار ماکزیمم ثبت شده باشد.

بر اساس استاندارد R 110 شیر مخزن باید اتوماتیک باشد و در عین حال مکانیزم دستی نیز لازم است در مسیر جریان وجود داشته باشد که این مکانیزم می تواند بر روی همان شیر اتوماتیک قرار گیرد. بنابراین در این استاندارد قطعه ای با نام شیر دستی مخزن (مانند آنچه در ISO 15500 مطرح شده) تعریف نشده است و صرفاً مجموعه ای از الزامات و آزمون های مورد نظر برای شیر اتوماتیک مخزن مورد بررسی قرار گرفته است.

در استاندارد R 110 اقلام موجود در سیستم سوخت رسانی به کلاس های مختلف تقسیم بندی می شوند و در نهایت بر اساس اینکه هر قطعه در کدام کلاس قرار می گیرد آزمون های مورد نیاز تعریف می گردد.

طبق فلوجارت موجود در این استاندارد PRD و Excess Flow در کلاس کاری صفر قرار می گیرند و بنابراین لازم است آزمون های زیر بر روی آنها انجام شود.

#### ۱۶-۱-۳- آزمون مقاومت در برابر فشار

در این آزمون اتصالات خروجی شیر بسته شده و بمدت یک دقیقه در دمای اتاق در فشاری معادل ۱,۵ برابر فشار کاری مورد تست قرار می گیرد. پس از این مرحله نباید هیچ گونه آثاری از پارگی و تغییر فرم بر روی شیر دیده شود.

#### ۱۷-۱-۳- آزمون نشتی خارجی

در این آزمون اتصالات خروجی شیر بسته می شود و از طریق مسیر ورودی به شیر فشار اعمال می شود. این تست در دمای اتاق و دماهای ماکزیمم و مینیمم کارکرد شیر انجام می شود. برای بررسی نشتی می توان از غوطه وری در آب و روش های مشابه استفاده کرد. نشتی اندازه گیری شده در این تست نباید بیش از ۱۵ سانتی متر مکعب بر ساعت باشد.

#### ۱۸-۱-۳- آزمون نشتی داخلی

در این آزمون نشتی شیر زمانی که در حالت بسته قرار دارد، مورد بررسی قرار می گیرد. (رویه کامل این تست در پیوست شماره سه آورده شده است).

#### ۱۹-۱-۳- آزمون CNG Compatibility

در این آزمون بررسی می شود که آیا بخش های Synthetic (مصنوعی و غیر فلزی) شیر توانایی مقاومت در برابر CNG را دارند یا خیر. این آزمون با استفاده از N-Pentane در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد و غوطه وری بمدت ۷۲ ساعت انجام می شود

(ISO 1817). پس از انجام تست نباید تغییر حجمی بیش از ۲۰ درصد و تغییر جرمی بیش از ۵ درصد مشاهده شود.

### ۲۰-۱-۳-آزمون Corrosion Resistance

در این آزمون مقاومت بخش های فلزی شیر در مقابله با خوردگی مورد بررسی قرار می گیرد. در این آزمون شیر بمدت ۲ ساعت در مجاورت اسپری آب نمک با ترکیب ۵ درصد جرمی نمک و ۹۵ درصد آب مقطر در دمای ۲۰ درجه قرار می گیرد. پس از این مرحله شیر در دمای ۴۰ درجه و ۹۰ تا ۹۵ درصد رطوبت نسبی برای مدت زمان ۱۶۸ ساعت نگهداری می شود. لازم است این روند ۴ بار تکرار شود. پس از این مراحل شیر تمیز و در مدت ۱ ساعت با درجه حرارت ۵۵ درجه خشک می شود. پس از این شیر بمدت ۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری می شود. بخش های مسی یا برنجی نیز باید بمدت ۲۴ ساعت در آمونیاک غوطه ور باشند. شیرهایی که این مراحل گذرانده اند باید بتوانند آزمون های نشتی را پاس کنند.

### ۲۱-۱-۳-آزمون سیکل دما

در این آزمون شیر (قطعات غیر فلزی مد نظر هستند) در فشار ماکزیمم کاری بطور سیکلی در مجاورت دمای ماکزیمم و مینیمم کاری قرار می گیرد. زمان هر سیکل ۱۲۰ دقیقه است. پس از گذراندن این مراحل شیر باید آزمون های نشتی را بگذراند.

### ۲۲-۱-۳-آزمون Vibration Resistance

در این آزمون شیر بمدت ۲ ساعت با فرکانس ۱۷ هرتز و دامنه ۱,۵ میلیمتر حول هر سه محور مختصاتی تحت ارتعاش قرار می گیرد. پس از این مراحل شیر باید آزمون های نشتی را پاس کند. بعلاوه هیچ کدام از قطعات نباید آسیب دیده باشند.

### ۲۳-۱-۳-آزمون Continued Operation یا Durability

در این آزمون شیر به یک منبع فشار (هوا یا نیتروژن) متصل می شود و تحت سیکل های باز و بسته شدن با زمان حداقل ۱۰ (با تیرانس ۲) ثانیه قرار می گیرد. این

آزمون ها در سه دمای مختلف (دمای اتاق، دمای ماکزیمم و دمای مینیمم) انجام می شود. پس از هر سری سیکل های انجام شده در دمای مورد نظر باید آزمون های نشستی پاس شوند.

پس از انجام این مراحل گشتاور لازم برای باز و بسته شدن شیر نباید از حدود تعریف شده در استاندارد تجاوز کند.

لازم بذکر است که متن کامل رویه های مورد نظر برای انجام آزمون های مختلف بر اساس هر دو استاندارد در پیوست شماره سه ارائه شده است.

### ۲-۳- آزمون Bonfire

همانطور که اشاره فلسفه استفاده از PRD محافظت از مخزن می باشد. بهمین منظور لازم است برای مطمئن شدن از صحت عملکرد PRD آزمون Bonfire بر روی شیر نصب شده بر روی مخزن انجام شود.

برای انجام این آزمون لازم است مخازن به صورت افقی به طوری که انتهایی ترین سطح مخزن حدود 100mm بالاتر از منبع آتش باشد، قرار گیرد.

لازم است یک حفاظ فلزی برای جلوگیری از برخورد مستقیم شعله آتش به شیر مخزن و تجهیزات PRD مورد استفاده قرار گیرد. حفاظ فلزی نباید به طور مستقیم با شیر مخزن و تجهیزات PRD در تماس باشد.

اگر در طول تست هر یک از تجهیزاتی نظیر شیر و یا اتصالات آسیب ببینند نتایج آزمون غیر قابل استناد می باشد.

شعله آتش باید کاملاً یکدست و به طول 1.65 متر باشد و لازم است بطور مستقیم با سطح مخزن برخورد کرده تمام عرض (قطر) آنرا در بر گیرد.

هر گونه ماده سوختی می تواند برای مهیا کردن آتش بکار گرفته شود با این شرط که حرارت بطور یکنواخت تامین گردد. و دمای مورد نظر در آزمون را تا تخلیه گاز به صورت ثابت نگه دارد.

انتخاب سوخت با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی صورت گیرد. و چیدمان و نحوه ایجاد آتش باید با جزئیات ثبت گردد تا نرخ حرارتی که به روی مخزن اعمال می شود قابل باز تولید باشد

بروز هرگونه اخلاص در آتش ایجاد شده در طول آزمون باعث نا صحیح و غیر قابل استناد بودن نتایج آزمون می شود.

لازم است در طول مدت آزمون دمای سطح مخزن در حداقل سه نقطه به وسیله سه عدد ترموکوبل که به فاصله حداکثر 0.75 متر از هم دیگر قرار داده شده اند اندازه گیری می شود.

برای جلوگیری از برخورد مستقیم شعله به ترموکوبل ها باید از یک حفاظ فلزی استفاده شود. در عین حال ترموکوبل ها می توانند در داخل قوطی هایی با ابعاد 25mm مربع قرار گیرند. لازم است دمای ترموکوبل ها و فشار مخزن در هر ۳۰ ثانیه ثبت گردد. در این آزمون مخازن با گاز طبیعی یا هوا پر شده و در حالت افقی در فشار های زیر تست می شوند:

- فشار کاری مخزن
- ۲۵٪ فشار کاری مخزن باشد. (در صورتیکه از فیوز حرارتی استفاده نشده باشد).
- لازم است پس از گذشت ۵ دقیقه از شعله ور شدن آتش حداقل یک ترموکوبل دمایی بالاتر از 590 درجه سانتیگراد را نشان دهد.
- در خصوص نحوه قرار گیری مخزن در آتش باید توجه داشت که:
- اگر طول سیلندر برابر 1.65 متر یا کمتر باشد لازم است وسط مخزن در وسط شعله آتش قرار داده شود.
- اگر طول سیلندر بیشتر از 1.65 متر باشد و تنها یک سیستم PRD در یک طرف سیلندر نصب شده باشد باید شعله آتش در طرف دیگر مخزن قرار داده شود.
- اگر طول سیلندر بیشتر از 1.65 متر باشد و سیستم PRD در دو نقطه یا بیشتر نصب شده باشد لازم است مرکز شعله بایستی در وسط خطی که سیستم های PRD را به هم متصل می کنند قرار گیرد.
- اگر طول سیلندر بیشتر از 1.65 متر باشد و مخازن دارای عایقکاری باشند باید دو آزمون انجام شود. در یکی مرکز شعله آتش در وسط طول سیلندر قرار می گیرد و در دیگری مرکز آتش یا شعله در انتهای دیگر مخزن قرار داده می شود.

معیار گذراندن این آزمون تخلیه کامل گاز از مخزن پیش از ترکیدن آن می باشد.

### ۳-۳- بازرسی و گواهی ها

در بخش پیشین آزمون هایی را که استانداردهای ISO 15500 و ECE R110 برای شیرهای مخزن CNG تعریف کرده است مورد بررسی قرار دادیم. نکته ای که باید مورد توجه قرار بگیرد این است که استاندارد ISO 15500 (برخلاف آنچه در استاندارد ISO 11439 برای مخازن اعلام شده است) برنامه مشخصی برای انجام آزمون های مورد نظر و صدور گواهی های مربوطه توسط شرکت های بازرسی و نقش این شرکتها در مراحل مختلف آن ارایه ننموده است. بخش های مختلف این استاندارد تنها به ذکر الزامات کلی و آزمون های مورد نظر برای هر جزء از سیستم سوخت رسانی خودروهای گازسوز می پردازد.

با توجه به این نکته تولید کنندگان شیر می توانند با ارایه درخواست ارایه خدمات بازرسی- آزمون به یک موسسه تحقیقاتی یا شرکت بازرسی تقاضای صدور Certificate کنند. در این میان مطابق توافق صورت گرفته بین تولیدکننده شیر و شرکت بازرسی (یا بعضا موسسات آزمایشگاهی و تحقیقاتی) یک دستور کار (Inspection Test Plan) مشخص برای شرکت بازرسی تعریف می گردد. بدیهی است موسسه تحقیقاتی یا شرکت بازرسی مورد نظر تنها مواردی را که در شرح وظایف (ITP) ابلاغ شده از طرف کارفرما وجود دارد، مورد بررسی و بازرسی قرار می دهد و صرفا تطابق یا عدم تطابق نتایج آزمون های انجام شده با استاندارد مورد نظر را اعلام می کند. از اینرو در بررسی مدارک بازرسی و یا گواهی های صادر شده برای یک شیر لازم است ITP ابلاغ شده به بازرس مورد توجه و بررسی قرار گیرد. (بعنوان مثال در پیوست شماره یک این گزارش نمونه ای از گواهی های صادر شده برای شیر به همراه گزارش تست های انجام شده ارایه می گردد).

در استاندارد ISO 15500 به رویه انجام آزمون های تعریف شده اشاره ای نشده است. بعبارت دیگر این استاندارد در خصوص زمان و تعداد نمونه هایی که باید آزمون های مورد نظر بر روی آنها انجام شود اظهار نظر نکرده است. البته مشخص است که برخی از این آزمون ها می توانند از جنس آزمون های تایید نمونه بحساب آیند که برای هر نوع شیر (تا پیش از تغییر طراحی) تنها یکبار انجام می شوند. (آزمون هایی چون

Non-Metallic Synthetic Immersion که ماهیت مخرب نیز دارند از این دسته اند.) در مقابل ممکن است برخی از این آزمون ها به عنوان آزمون های حین تولید در نظر گرفته شوند که این مساله به طرح کیفیت تولید کننده مورد نظر بستگی دارد. در عین حال روشن است که گواهی های صادر شده برای یک شیر بمعنی انجام تست های ابلاغ شده در ITP بر روی نمونه های ارسال شده از شیر مورد نظر (و نه در حین فرآیند تولید) و تطابق نتایج آن تست ها با استاندارد مرجع می باشد. البته در برخی موارد نیز تولید کنندگان بر اساس طرح کیفیت خود، یک Third Party را موظف به انجام برخی آزمون ها در مرحله تولید می کنند که این موضوع در بخش بعد مورد بررسی قرار می گیرد.

## بخش چهارم: نکاتی درباره نگهداری و نصب شیرهای مخازن

این بخش به بررسی برخی نکات مهم در امر نگهداری و نصب شیرهای مخازن CNG می پردازد.

- نباید از شیر بعنوان دستگیره ای برای جابجایی مخزن استفاده نمود.
- تحت هیچ شرایطی نباید بر روی بدنه، رزوه ها، تجهیزات ایمنی و بطور کلی اجزای شیر آچارکشی و دستکاری نمود. تعمیرات احتمالی (در صورت امکان) باید براساس دستورالعمل های سازنده شیر و با تایید آن صورت پذیرد.
- تحت هیچ شرایطی نباید تجهیزات ایمنی (فیوز حرارتی و صفحه شکننده) را از روی شیر باز نمود و یا آنها را شل و سفت کرد.
- در داخل تنه شیر یک صفحه مدور سوراخ دار (Excess Flow) قرار دارد که تحت هیچ شرایطی نباید آنرا از شیر خارج کرد و یا با آچار و ابزارهای دیگر آنرا دستکاری نمود.
- نباید از شیرهایی که دچار تغییر فرم های شدید شده اند استفاده شود.
- تجهیزات ایمنی شیر یکبار مصرف هستند و در صورت عمل کردن نباید اقدام به تعمیر آنها و یا مسدود کردن روزنه هایشان نمود.
- گشتاور نصب شیر بر روی مخزن باید بر اساس دستورالعمل تولید کننده شیر یا دستور العمل کارخانه تولید کننده مخزن انتخاب شود. اما بر اساس استاندارد های جهانی (ISO 13341) برای روزه های استوانه ای این گشتاور چیزی در حدود ۱۰۰ تا ۱۳۰ نیوتن متر می باشد.
- اعمال گشتاور بیش از حد بمنظور از بین بردن نشتی احتمالی از محل اتصال شیر و مخزن توصیه نمی شود. در اغلب موارد هنگامی که پس از اعمال گشتاور لازم باز هم آثار نشتی از اتصال مخزن و شیر دیده می شود مشکل موجود

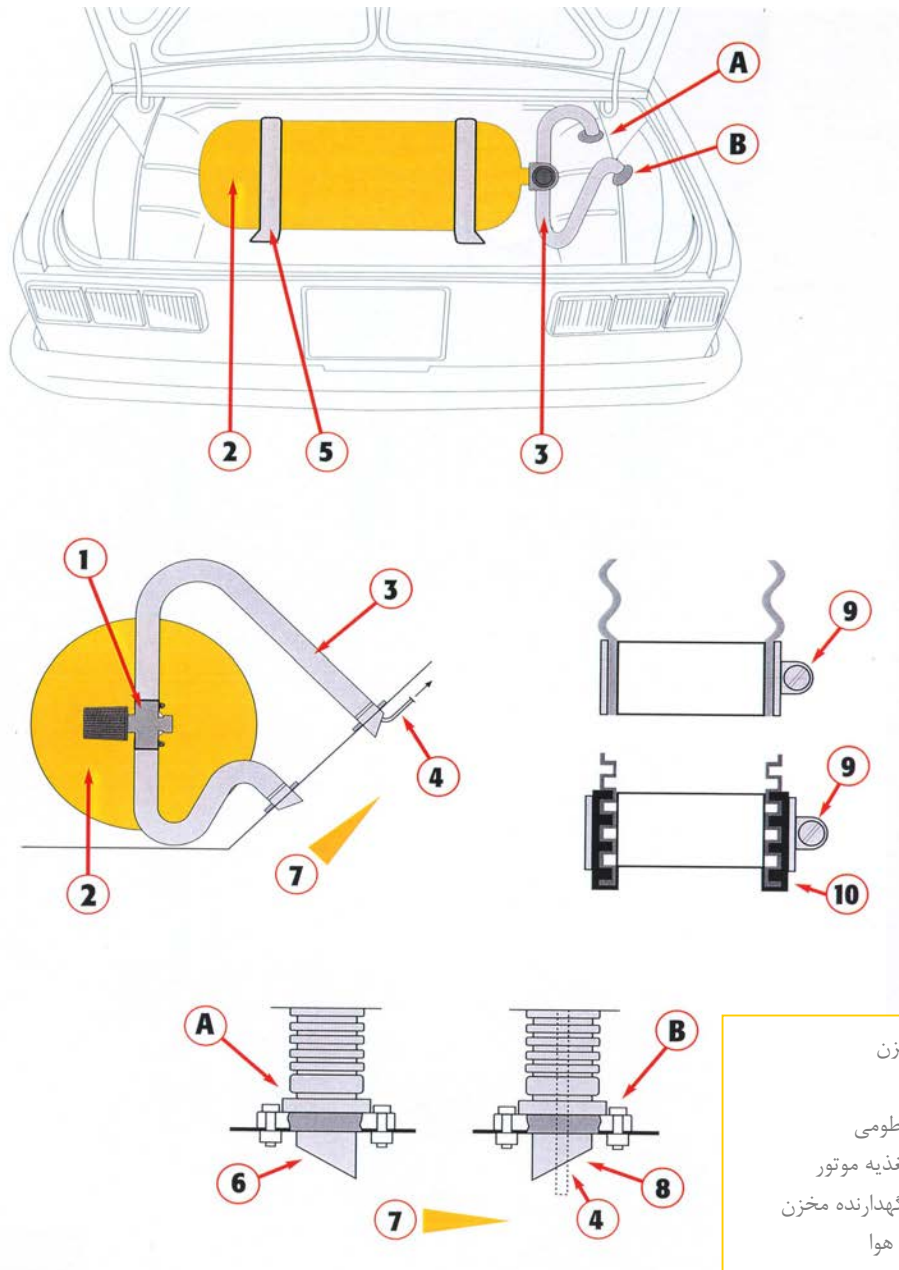
- مربوط به روزه های مخزن یا شیر و یا بعضا O-Ring است و اعمال گشتاور بیشتر تنها سبب آسیب دیدن بیشتر رزوه ها می شود.
- در شیرهای دارای O-Ring لازم است پس از هر بار باز شدن شیر از مخزن O-Ring تعویض گردد.
  - اگر شیرها بطور نصب شده بر روی مخزن و به همراه آن حمل و نقل می شود لازم است برای محافظت از شیرها محافظی بر روی آنها نصب گردد.
  - قرار گرفتن مخزن در پالت و بسته بندی آن باید به گونه ای باشد که شیر از پالت بیرون نزنند.



شکل ۱-۴: نصب پوشش محافظ بر روی شیر مخازن



شکل ۲-۴: استفاده از شیر برای حمل و جابجایی مخزن



- (۱) شیر مخزن
- (۲) مخزن
- (۳) لوله خرطومی
- (۴) اتصال تغذیه موتور
- (۵) تسمه نگهدارنده مخزن
- (۶) خروجی هوا
- (۷) جهت حرکت خودرو
- (۸) ورودی هوا
- (۹) گیره (بست)
- (۱۰) واشر پلاستیکی

شکل ۳-۴: وضعیت نصب مخازن و شیر آنها در خودرو

## بخش پنجم:

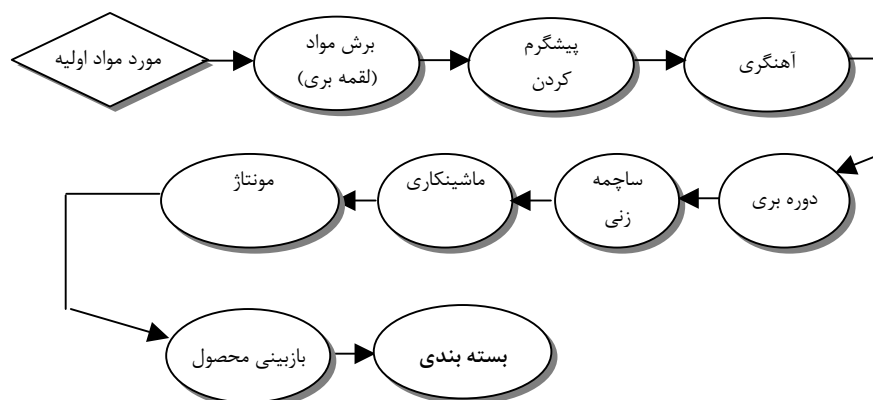
### روش تولید شیرهای مخازن CNG

بررسی روش تولید یک محصول می تواند نقش موثری در شناخت کامل تر آن داشته باشد. کیفیت شیرهای مخازن CNG به لحاظ قرار گرفتن در معرض محیط هائی با فشار بالا و خوردگی زیاد بسیار حائز اهمیت است. از اینرو استفاده از تکنولوژی کارآمد و تجهیزات مناسب مورد توجه تولیدکنندگان مطرح جهانی بوده است. این بخش به ارایه شرح مختصری از روش تولید شیرهای مخازن CNG می پردازد.

#### ۱-۵- فرآیند ساخت

با توجه به اینکه شیر مخزن یک مجموعه از قطعات مونتاژ شده می باشد، هر یک از قطعات برحسب نوع مصرف و شرایط کاری و نوع مواد اولیه می توانند روش های ساخت مربوط به خود را داشته باشند. در این بخش فرآیند تولید و مونتاژ شیر مورد بررسی قرار گرفته به طور خلاصه توضیحاتی ارایه می گردد:

در زیر نمودار OPC مربوط به تولید بدنه یک نمونه شیر نشان داده شده است:



شکل ۱-۵: نمودار OPC مربوط به تنه شیر

## ۲-۵- مواد اولیه

با توجه به شرایط کاری شیر مخازن CNG لازم است مواد مورد استفاده در بدنه شیر دارای خصوصیات ویژه ای باشند. برخی از این موارد بشرح زیر است:

الف) مقاومت در برابر فشار کاری ۲۰۰ بار و فشار تست ۸۰۰ بار

ب) مقاومت در برابر خوردگی در اثر تماس دائم با گاز طبیعی که دارای ترکیبات خورنده ای نظیر سولفید است.

ج) به جهت حجم بالای عملیات ماشینکاری در بدنه شیر، قابلیت ماشینکاری مناسب نیز باید یکی از خصوصیات ماده تشکیل دهنده بدنه شیر باشد.

د) همچنین مواد بدنه شیر بایستی بتواند حرارت مربوط به گاز و مخزن را به مجموعه سیستم ایمنی (PRD) انتقال دهد.

فلز برنج به جهت داشتن قابلیت حرارتی بالا، قابلیت ماشینکاری مناسب و مقاومت بالا در برابر خوردگی می تواند به عنوان مواد اولیه مناسب برای ساخت بدنه شیر انتخاب شود.

## ۳-۵- شکل دهی

در خصوص روش های شکل دهی نیز لازم است روشی انتخاب گردد که سختی مناسب را در محصول نهایی ایجاد نماید. روش های شکل دهی فلزات که به صورت عمومی در صنعت کاربرد دارند شامل: آهنگری، ریخته گری، ماشینکاری، نورد و ... می باشند.

در این میان، فورجینگ فلز برنجی به جهت ایجاد الیاف در دانه بندی مواد می تواند روش مناسبی برای افزایش مقاومت و سختی دهی به این نوع فلز باشد.

استفاده از روش ریخته گری به جهت ایجاد تخلخل در مواد و سیالیت کم فلز برنج نمی تواند گزینه مطلوبی باشد. همچنین استفاده از فرآیند ماشینکاری برای ایجاد شکل کلی بدنه شیر نیز باعث افزایش دوریز مواد شده و سختی مورد نظر را نمی تواند ایجاد نماید. لذا عموماً برای شکل دهی بدنه شیر از فرآیند آهنگری یا فورجینگ استفاده می شود.

#### ۵-۴- آهنگری (Forging)

پس از انتخاب مواد، لقمه هایی از شمش یا میلگرد از جنس برنج برحسب میزان کاربری مواد برای ایجاد شکل مطلوب، بریده شده و تا دمای آهنگری فلز برنج در کوره های القایی یا گازوئیلی حرارت داده می شود. سپس لقمه هایی که به دمای خمیری رسیده اند به قالب های بسته شده بر روی پرس های کوبشی انتقال یافته و در یک یا چند مرحله (برحسب پیچیدگی قطعه کار) فورج می شوند.

پارامترهایی از قبیل صافی سطح قالب، میزان اکسید بر روی لقمه، دمای مناسب لقمه و ... بر روی این نوع فرآیند تاثیر گذار بوده و عمر قالب را کم و زیاد می کنند. در عملیات شکل دهی بدنه شیرهای برنجی برای ایجاد شکل مناسب تر و کاهش دورریز مواد در فرآیند ماشینکاری، عموماً از قالب های چهار طرفه استفاده می شود.



شکل ۲-۵: عملیات آهنگری

#### ۵-۵- دوره بری گرم یا سرد (Trimming)

پس از اینکه قطعات از قالب آهنگری خارج شدند بر روی قالب های دوره بری قرار داده شده و تحت فشار پرس های هیدرولیک مواد زائد اطراف قطعه از آن جدا می گردد.



لقمه بری



پیشگرم کردن



آهنگری



دوره بری

شکل ۳-۵: مراحل تولید شیر

#### ۵-۶- ساچمه زنی (Shot Blasting)

برای از بین بردن زائده های حاصل از مرحله برش و ایجاد صافی سطح مناسب، قطعات را در معرض برخورد با ساچمه هایی با ابعاد ریز قرار می دهند. زمان عملیات و سرعت ساچمه ها به عنوان دو مشخصه مهم این فرآیند می باشد.

#### ۵-۷- ماشینکاری

در فرآیند ساخت شیر، پس از عملیات شات بلاست، ماشینکاری مربوط به سطح خارجی شیر انجام شده و سپس سوراخکاری رزوه کاری مربوط به محل اتصال به مخزن و سوراخکاری و رزوه کاری محل اتصال سیستم محدود کننده جریان و ... با استفاده از ماشین آلات سنتر و روتاری و انواع ماشینهای مخصوص انجام می شود. از انواع دستگاههای سری تراش برای تولید قطعاتی نظیر پیچ و مهره های نگهدارنده (اجزای فیوزهای حرارتی و فیوزهای فشاری) در خط ماشینکاری استفاده می گردد.



شکل ۴-۵ : ماشینکاری

#### ۸-۵- تمیزکاری (Cleaning)

در این عملیات سوراخ ها و رزوه های بدنه شیر از هرگونه پلیسه و روغن پاک شده و بدنه شیر برای عملیات مونتاژ آماده می شود. یک نمونه از عملیات تمیزکاری بدین صورت می باشد که قطعات ماشین کاری شده در سبدهای مخصوص قرار داده شده و به دستگاه شستشوی آلتراسونیک انتقال داده می شوند .



شکل ۵-۵ : دستگاه شستشوی آلتراسونیک

(Ultrasonic washer)

## ۹-۵- نحوه مونتاژ

اغلب شرکتهای تولید کننده، صرفاً بدنه شیر را تولید نموده و مونتاژ قطعات را انجام می دهند و سایر قطعات نظیر اورینگ ها، واشرها و اجزاء پلاستیکی، اجزاء دایکست شده و نظایر آن را از سایر منابع تامین می نمایند. برخی شرکتهای، عملیات مونتاژ را نیز توسط پیمانکاران فرعی انجام می دهند. عملیات مونتاژ می تواند به یکی از سه روشهای زیر انجام شود:

- مونتاژ دستی
- مونتاژ نیمه اتوماتیک
- مونتاژ تمام اتوماتیک

صحت و کفایت عملیات مونتاژ مانند امکان جلوگیری از آسیب رسیدن به قطعات حساس پیش از مونتاژ و در حین مونتاژ، اجتناب از فراموشی در مونتاژ برخی قطعات، اعمال دقیق گشتاورهای مجاز و نظایر آن، در هر یک از روشهای فوق متفاوت است.



شکل ۵-۶ : مراحل مونتاژ



شکل ۵-۷ : مراحل مونتاژ

#### ۱۰-۵- انجام تست نشتی (Leakage Test)

به منظور اطمینان از عملکرد صحیح شیر و کنترل برخی مشخصه های مهم آن، استانداردهای ISO 11500 یا ECE R110، تولید کننده شیر را ملزم به انجام هیچگونه تست صد در صدی در خط تولید نمی کند. در عین حال برخی تولید کنندگان انجام برخی آزمونها را به صورت ۱۰۰٪ در خط تولید انجام می دهند. به عنوان مثال نشتی داخلی و خارجی شیر یک مشخصه مهم کارکردی می باشد و لذا تست نشتی در اغلب موارد به صورت ۱۰۰٪ در خط تولید انجام شود.



شکل ۵-۸: تجهیزات انجام تست نشتی

#### ۱۱-۵- آزمون های ابعادی

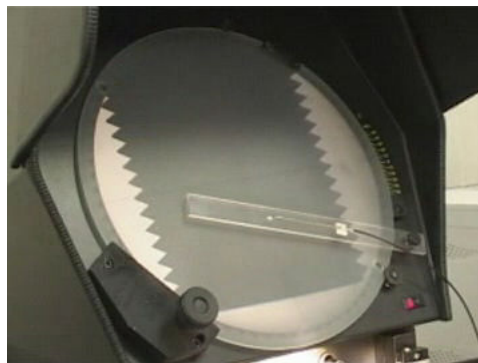
پس از انجام عملیات شکل دهی و ماشینکاری ابعاد داخلی و خارجی بدنه شیر و متعلقات آن بایستی بر اساس طرح کنترل، توسط اپراتور بخش کیفی مورد بررسی قرار گیرد. وسایل مورد استفاده برای این منظور عبارتند از:

- تجهیزات اندازه گیری دستی (کولیس و...)
- گیج برو - نرو : برای کنترل رزوه های داخلی و خارجی عموماً از گیج های Go Not Go استفاده می شود، در شکل زیر نمونه ای از گیج تویی نشان داده شده است .
- دستگاه های اندازه گیری C.M.M (Coordinate Measurement Machine) : به جهت فشاری کاری بالای این نوع شیر آلات و احتمال وقوع نشتی ، لازم است

برخی از ابعاد با خطای خیلی کم تولید شوند . لذا برای کنترل این ابعاد از دستگاههای اندازه گیری دقیق تر استفاده می شود .



شکل ۹-۵: گیج برو-نرو برای کنترل رزوه اتصال به مخزن



شکل ۱۰-۵: بررسی رزوه از نظر هندسی



شکل ۱۱-۵: گیج برو - نرو برای کنترل رزوه به مخزن



شکل ۱۲-۵: اندازه گیری توسط دستگاههای CMM



شکل ۱۳-۵: اندازه گیری توسط دستگاههای CMM



شکل ۱۴-۵: اندازه گیری توسط دستگاههای CMM



شکل ۱۵-۵: کنترل های ابعادی دستی در کارخانه VANAZ

## بخش ششم: نصب شیر بر روی مخازن

نصب و دمونتاژ شیر بر روی مخازن به دو صورت دستی و یا با استفاده از دستگاههای مخصوص انجام می شود. معمولاً از دستگاههای نصب و دمونتاژ شیر در کارخانجات تولید مخزن یا کارگاه های تست ادواری مخازن استفاده می شود. برای اتصال شیر بر روی مخازن یا دمونتاژ آن در هر دو روش، از واسطه ای استفاده می شود که طراحی این واسطه از یک طرف براساس شکل سطح خارجی شیر صورت پذیرفته و از طرف دیگر قابلیت اتصال به بکس ترکمتر دستی یا بکس متصل به محور دستگاه را دارد.

در کشورهای نظیر آرژانتین و برزیل که دارای بیشترین تعداد خودروهای گازسوز در جهان هستند، عملیات نصب شیر بر روی مخازن توسط کارگاه هایی صورت می پذیرد که وظیفه تبدیل خودرو از خودرو بنزین سوز به خودرو دوگانه سوز را بر عهده دارند. در عین حال برخی از تامین کنندگان ترجیح می دهند تا مخزن و شیر را به صورت مونتاژ شده از مخزن سازان تامین نمایند.



شکل ۱-۶: نصب شیر بر روی مخزن و به صورت دستی (یکی از کارگاه های تبدیل کشور برزیل)



شکل ۲-۶: دستگاه های نیمه اتوماتیک برای نصب شیر بر روی مخزن



شکل ۳-۶: دستگاه اتوماتیک نصب شیر بر روی مخزن در کارخانه سانکا



شکل ۴-۶: نمونه ای از قطعه واسط ترک متر برای نصب شیر



شکل ۵-۶: نمونه ای از قطعه واسط ترک متر برای نصب شیر بر روی مخزن

#### ۱-۶- رویه نصب شیر بر روی مخازن<sup>۱</sup>

ابزاری که برای بستن شیر بر روی مخزن بکار می رود باید بطور کامل بر روی بدنه شیر چفت شود. لازم است در هنگام پیچاندن شیر مخزن در جای خود ثابت نگه داشته شود و از چرخیدن آن جلوگیری شود. ابزار مورد استفاده نباید بگونه ای طراحی و ساخته شده باشد که موجب آسیب دیدن شیر یا مخزن شود. بوجود آمدن آثار جزئی شامل خراش های سطحی که ناشی از بکار گیری ابزار و اعمال گشتاور بر روی شیر می باشد، قابل قبول است.

---

۱- رویه شرح داده شده در این بخش، از استاندارد ISO 13341 اقتباس شده است.

لازم است جنس ماده آب بندی کننده اتصال شیر و مخزن با گازی که مخزن با آن پر خواهد شد سازگاری داشته باشد و براساس استاندارد PreEN ISO 11114-2 انتخاب شود.

گشتاور اعمال شده برای نصب شیر نباید از مقادیر تعریف شده در بخش ۲-۶ تجاوز کند. در شیرهایی که دارای رزوه مخروطی هستند اعمال گشتاور بیش از اندازه باعث افزایش تنش بر روی بدنه شیر و گلولی مخزن می شود.

باید توجه داشت که گشتاور مورد نیاز برای بستن شیر بر روی مخازن آلومینیومی کمتر از گشتاور لازم برای بستن شیر بر روی مخازن فولادی می باشد. بعلاوه در مورد مخازن آلومینیومی نباید عمل بستن شیر بر روی مخزن در دمایی بالاتر از دمای محیط انجام شود. اگر این کار در دمای بالا صورت گیرد با کاهش دمای تدریجی در اثر نرخ متفاوت انقباض در بدنه شیر و گلولی مخزن، میزان تنش در محل اتصال شیر به مخزن افزایش می یابد.

لازم است تمام تجهیزاتی که برای اعمال گشتاور در هنگام بستن شیر بر روی مخزن مورد استفاده قرار می گیرند، بصورت دوره ای کالیبره شوند.

باید توجه داشت که بسیاری از دستگاه های نصب شیر بر اساس مقدار اصطکاک بین رزوه های شیر و گلولی مخزن عمل پیچاندن یا بستن شیر را تا گشتاور مورد نظر ادامه می دهند. در ماشین هایی که این عملیات را با سرعت بالایی انجام می دهند اینرسی بوجود آمده در حین توقف دستگاه سبب اعمال گشتاوری بیش از مقدار مورد می گردد.

#### ۱-۱-۶- آماده سازی شیر و مخزن

پیش از شروع عملیات نصب شیر بر روی مخزن لازم است رزوه های شیر و مخزن از نظر ابعادی بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که این دو رزوه با یکدیگر همخوانی کامل دارند. این کار می تواند از طریق بازرسی رزوه ها با استفاده از گیجهای مناسب صورت گیرد. بعلاوه لازم است داخل مخزن و درون شیر نیز بازرسی شود تا در صورت وجود پلیسه یا هر گونه اشیا زائد خارجی اقدام به تمیز کاری شیر یا مخزن گردد. باید توجه داشت که ممکن است اشیا زائد خارجی سبب بروز اختلال در مکانیزم داخلی شیر و یا حتی مسدود شدن مسیرهای آن گردد.

خصوصاً در مورد مخازن آلومینیومی باید اطمینان حاصل کرد که رزوه های انتهایی شیر و رزوه های ابتدایی (پایین گلولی) مخزن به بطور کامل فرم دهی شده اند و عاری از هرگونه برجستگی زائد می باشند. در هنگام نصب شیرهایی از جنس فولاد ضد زنگ بر روی مخازن (چه فولادی و چه آلومینیومی) نیز لازم است این مساله مد نظر قرار گیرد.

پیش از عملیات نصب باید رزوه های مخزن و شیر بطور کامل تمیزکاری شوند و هرگونه مواد زائد باقیمانده مانند نوار تفلون و یا سایر درز گیرها و مهر و موم های احتمالی از روی رزوه ها پاک گردد.

#### ۲-۱-۶- رویه بستن شیرها با رزوه های مخروطی

بستن نوار تفلون بایستی از انتهای کوچک رزوه مخروطی صورت گیرد و پیچاندن نوار باید در جهت عقربه های ساعت باشد.<sup>۱</sup>

فاصله برآمدگی بین سیلندر و شیر در شیرهای مخروطی حداکثر ۳ میلیمتر و حداقل ۱ میلیمتر می باشد. در هنگام بستن شیر لازم است لایه های نوار دارای هم پوشانی باشد که حتی باعث دو برابر شدن ضخامت نوار در روی رزوه های بالای شیر می گردد. در انتهای کوچکتر رزوه نیز باید حداقل ۳ لایه نوار وجود داشته باشد.

نوار نباید در هنگام بستن بدور رزوه ها بیش از حد کشیده شود. لازم است پیچاندن نوار و بریدن آن با دقت کافی انجام شود.

#### ۳-۱-۶- رویه بستن شیرها با رزوه های استوانه ای

بمنظور آبنندی اتصال رزوه های موازی لازم است از واشر استفاده گردد. جنس واشرها (O-Ring) باید بگونه ای انتخاب شود که با گازی مخزن با آن پر می شود سازگاری مناسبی داشته باشد. واشر (O-Ring) باید به طور صحیح در محل خود قرار گیرد. باید احتیاط شود که واشر (O-Ring) در هنگام نصب دچار هیچ گونه آسیب دیدگی نشود.

رزوه های شیر نباید دارای هرگونه ناصافی در سطح و یا پلیسه های زائد مابین دندانه های باشد.

---

۱- در مقابل می توان استفاده از خمیرهای مخصوص آب بندی را جایگزین نوار تفلون نمود.

برای نصب شیر بر روی مخزن در روش غیر اتوماتیک- باید ابتدا باید شیر را تا حد ممکن با دست سفت نمود و بعد از مطمئن شدن از اینکه رزوه ها به اندازه کافی درگیر شده اند، سپس از ابزاری مناسب برای اعمال گشتاور مورد نیاز برای نصب شیر بر روی مخزن استفاده شود. باید دقت شود که در هنگام بستن شیر بر روی مخزن واشر (O-Ring) استفاده شده آسیب نبیند.

اگر نیازی به چک کردن اندازه گشتاور شیر بسته شده به سیلندر باشد این کار باید از طریق اقدام به باز کردن شیر انجام شود. به این نحو که حداقل گشتاور لازم برای باز شدن شیر از روی مخزن باید در محدوده تعریف شده برای گشتاور نصب شیر بر روی مخزن باشد.

همانطور که اشاره شد نحوه بازرسی مجدد برای کنترل گشتاور اعمال شده به شیر در هنگام نصب بر روی مخزن در رزوه های موازی و مخروطی متفاوت است. این اختلاف از آنجا ناشی می شود که ادامه اعمال گشتاور برای بازرسی مجدد اتصال رزوه های مخروطی سبب بوجود آمدن تنش بیشتر در رزوه های گلویی مخزن می شود از اینرو برای کنترل مجدد این نوع اتصالات اقدام به باز کردن شیر بجای سعی در محکم تر کردن آن توصیه می شود.

طبیعی است که اگر قرار باشد اتصال شیر و مخزن پس از نصب، مهر و موم شود لازم است این کار پس از بازرسی مجدد گشتاور اعمال شده صورت گیرد.

## ۲-۶- گشتاور نصب شیر بر روی مخزن

در استاندارد ISO 13341 رویه نصب شیر بر روی مخازن قابل حمل مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس این استاندارد گشتاور نصب شیر بر روی مخزن با توجه نوع رزوه و جنس مخزن تعیین می گردد. در عین حال برخی تولید کنندگان مخازن نخست شیر را با چند گشتاور مشخص بر روی مخازن مونتاژ نموده و پس از بررسی نتایج آزمون نشستی بر روی اتصال مخازن و شیر، برای هر شیر با رزوه معین گشتاور مشخصی را به مصرف کنندگان پیشنهاد می دهند.

### ۱-۲-۶- نصب شیرهایی با رزوه های مخروطی

بر اساس استاندارد ISO 13341 گشتاور لازم برای بستن رزوه های مخروطی از نوع 17 E بر روی مخازن فولادی بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ و برای رزوه های 25 E بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ نیوتن متر می باشد.

برای بستن اتصالات از نوع رزوه های مخروطی بطور معمول از نوار تفلون استفاده می شود. در اغلب موارد در اتصال این نوع رزوه ها O-Ring بکار گرفته نمی شود. در واقع می توان گفت در این نوع رزوه ها عمل آب بندی توسط رزوه ها و نوار تفلون صورت می گیرد و نیازی به O-Ring برای آب بندی اتصال نیست.

| گشتاور (نیوتن متر) |              | سایز رزوه شیر |
|--------------------|--------------|---------------|
| بیشترین مقدار      | کمترین مقدار |               |
| 150*               | 120*         | 17E           |
| 300*               | 200*         | 25E           |

توجه: لازم است کاربران از بیشترین مقدار گشتاوری که ممکن است باعث آسیب دیدن رزوه های شیر شود مطلع باشند.

\* برای شیرهای با جنس Stainless steel لازم است از گشتاور ذکر شده در این جدول به اندازه یک سوم کم شود.

جدول ۱-۶: گشتاور مورد نیاز برای رزوه های مخروطی و مخازن فولادی

| گشتاور (نیوتن متر) |                  |              | سایز رزوه شیر |
|--------------------|------------------|--------------|---------------|
| بیشترین مقدار      |                  | کمترین مقدار |               |
| گلویی تقویت شده    | گلویی تقویت نشده |              |               |
| 140                | 95               | 75           | 17E           |
| 180                | 110              | 95           | 25E           |

توجه: یکی از روش هایی که برای کاهش تنش در گلویی مخزن انجام می شود این است که از یک رینگ تقویت کننده در آن محل استفاده می شود که سبب تحت تنش فشاری قرار گرفتن گلویی مخزن می شود. لازم است مواد این رینگ با جنس مخزن سازگاری داشته باشد تا باعث خوردگی آن نشود. این عملیات یا باید توسط تولیدکننده صورت گرفته باشد و یا با راهنمایی آن صورت گیرد.

جدول ۲-۶: گشتاور مورد نیاز برای رزوه های مخروطی و مخازن آلومینیومی

## ۲-۲-۶- نصب شیرهایی با رزوه استوانه ای

بر اساس استاندارد ISO 13341 گشتاور لازم برای بستن رزوه های استوانه ای بر روی مخازن فولادی بین ۱۰۰ تا ۱۳۰ نیوتن متر می باشد.

برای بستن اتصالات از نوع رزوه های مخروطی بطور معمول از نوار تفلون استفاده نمی شود. در عوض در اتصال این نوع رزوه ها O-Ring بکار برده می شود. در واقع می توان گفت در این نوع رزوه ها عمل آب بندی توسط رزوه ها صورت نمی گیرد و برای آب بندی اتصال مورد نظر لازم است از O-Ring استفاده شود.

| گشتاور (نیوتن متر) |              | سایز رزوه شیر |
|--------------------|--------------|---------------|
| بیشترین مقدار      | کمترین مقدار |               |
| 130                | 100          | M18           |
| 130                | 100          | M25           |
| 130                | 100          | M30           |

جدول ۳-۶: گشتاور مورد نیاز برای رزوه های استوانه ای و مخازن فولادی

| گشتاور (نیوتن متر) |              | سایز رزوه شیر |
|--------------------|--------------|---------------|
| بیشترین مقدار      | کمترین مقدار |               |
| 100                | 85           | M18           |
| 130                | 95           | M25           |
| 130                | 95           | M30           |

جدول ۴-۶: گشتاور مورد نیاز برای رزوه های استوانه ای و مخازن آلومینیومی

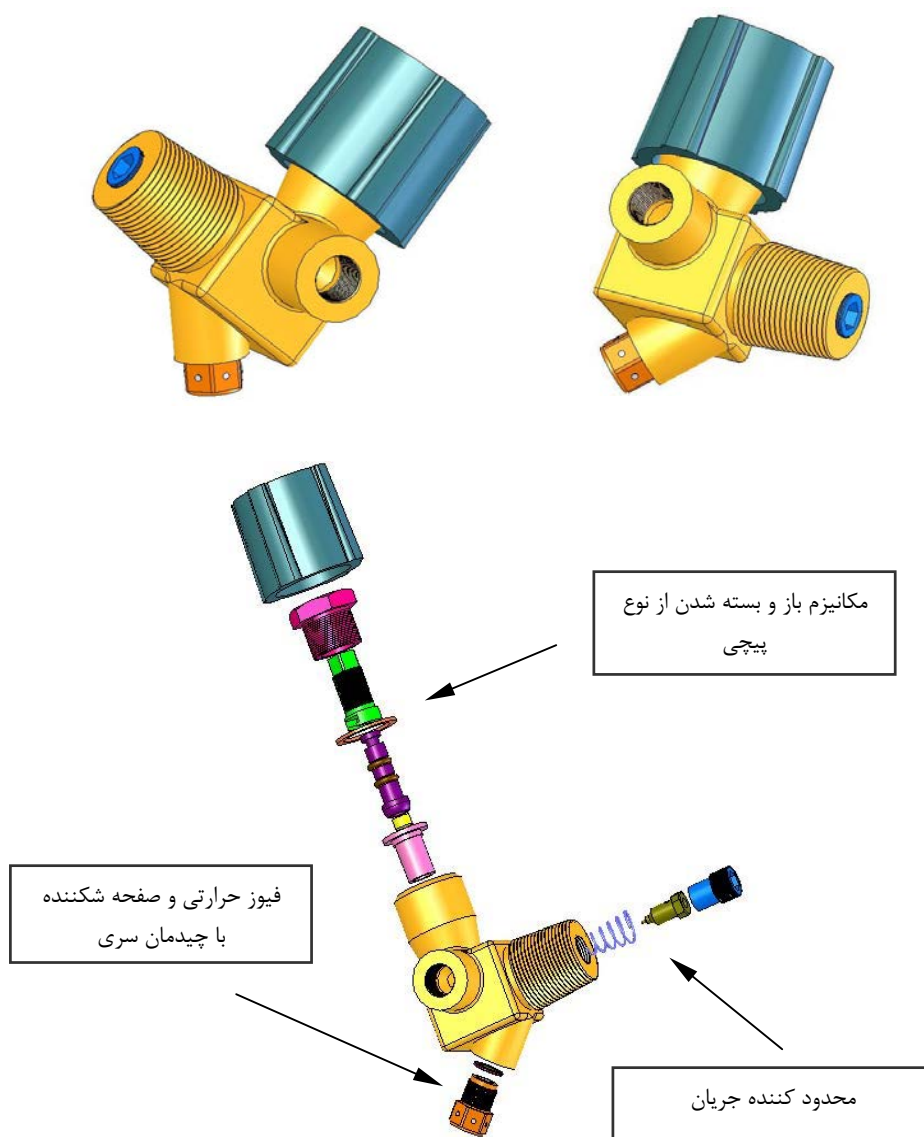
## بخش هفتم:

### بررسی طراحی و مکانیزم چند نمونه از شیر مخازن

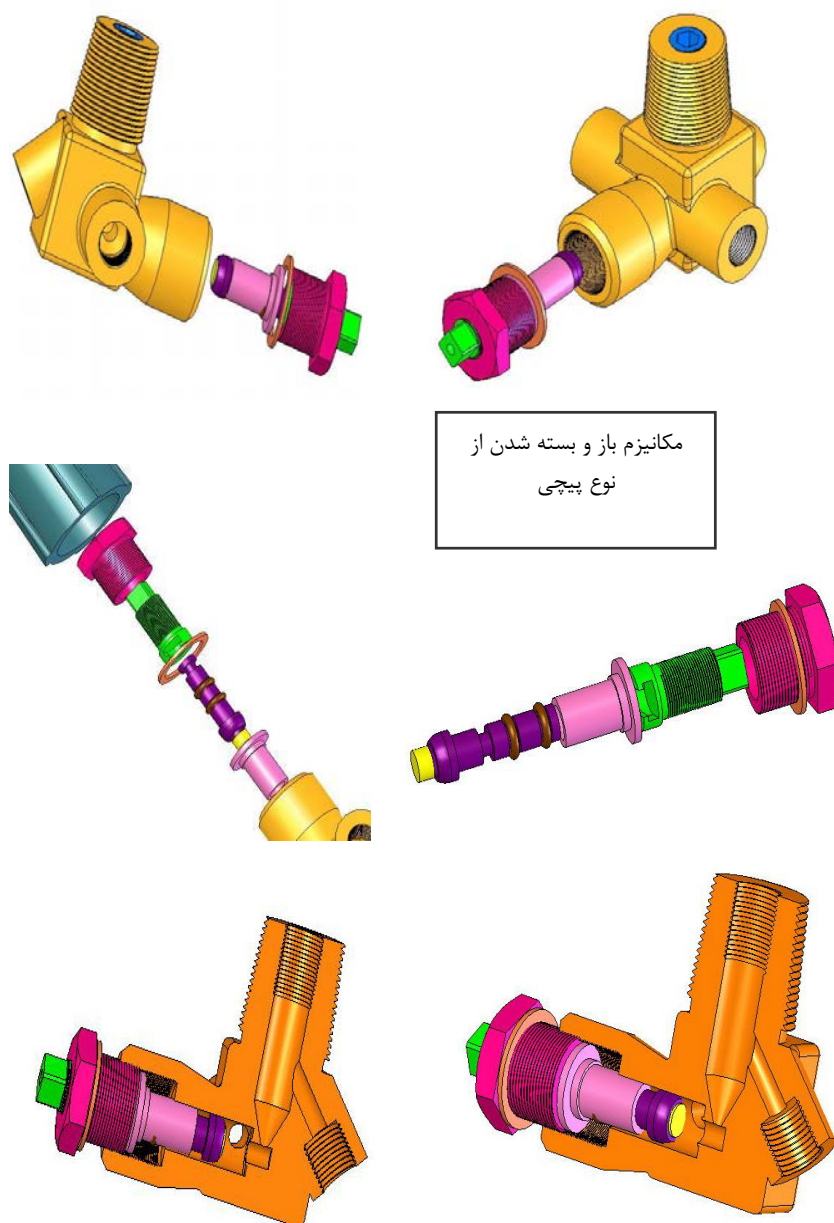
مدلسازی نرم افزاری و بررسی طراحی و مکانیزم محصولات مختلف خصوصا آن دسته که دارای قطعات متحرک هستند، نقش موثری در درک کامل و صحیح تر مکانیزم عملکرد آن محصول دارد. در این بخش مدل های نرم افزاری بخش های مختلف چند نمونه از شیرهای مخازن CNG ارایه شده است.

#### ۱- مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت (VCW) Achille

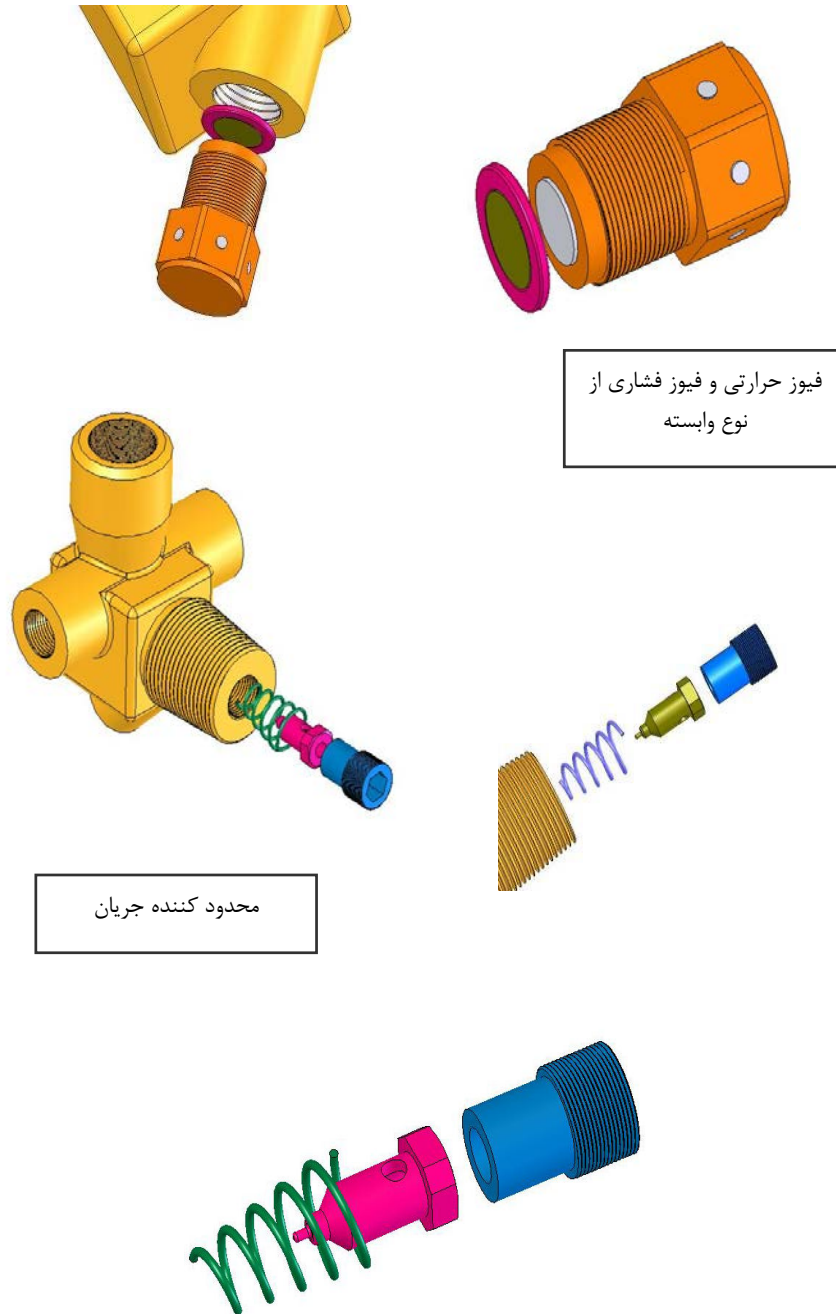
در این قسمت مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه از شیرهای ساخت شرکت Achille که دارای مکانیزم پیچی در باز و بسته شدن و فیوز حرارتی و فیوز فشاری وابسته (سری) می باشد، ارایه شده است.



شکل ۷-۱



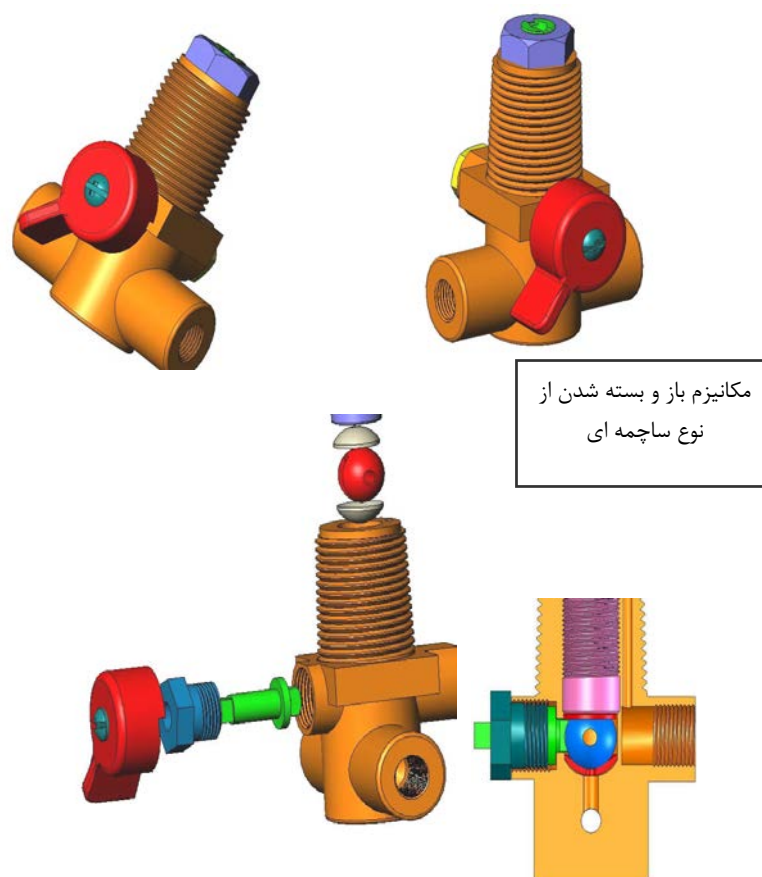
شکل ۷-۲



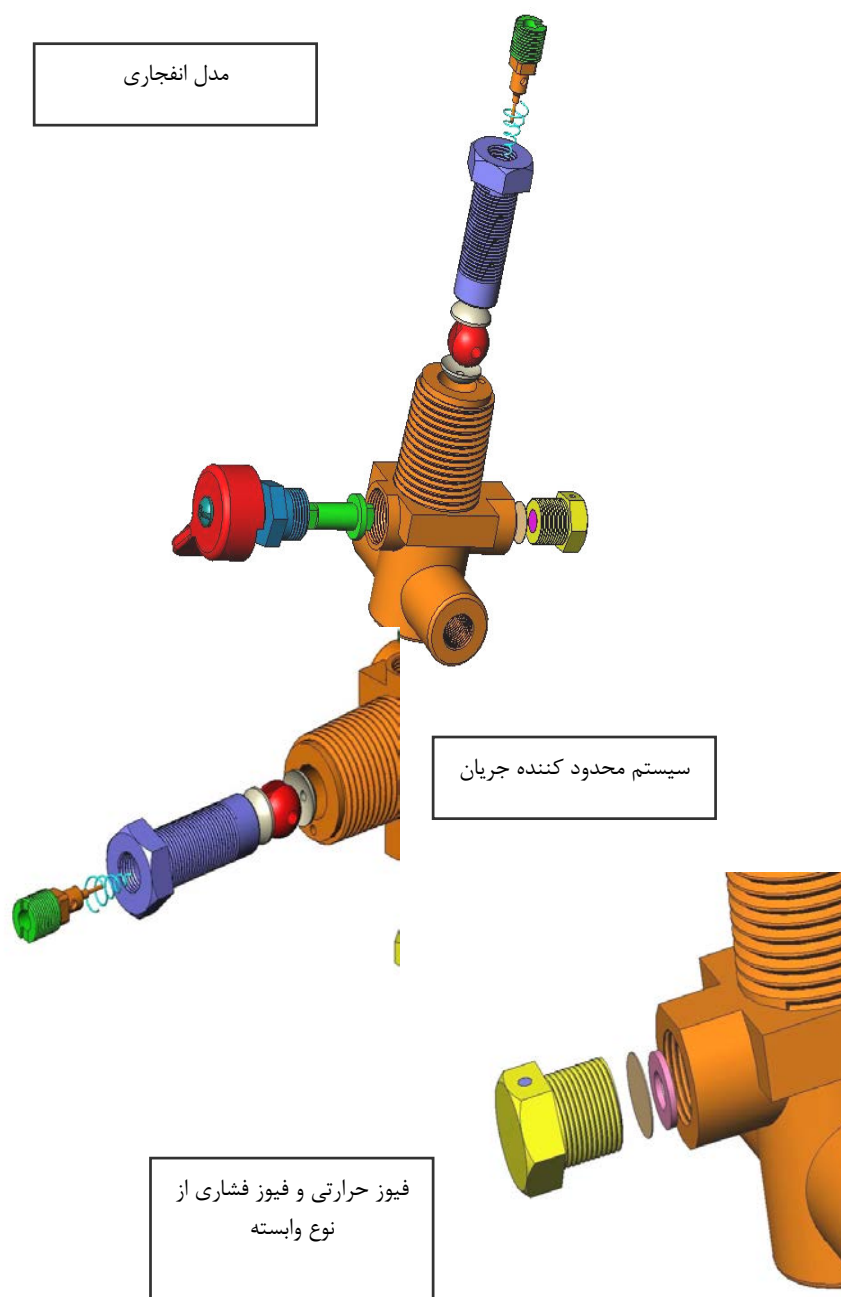
شکل ۷-۳

## ۲- مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت Hoffmann (VEC 1)

در این قسمت مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه از شیرهای ساخت شرکت Hoffmann که دارای مکانیزم باز و بسته شدن ساچمه ای و فیوز حرارتی و فیوز فشاری وابسته (سری) می باشد، ارائه شده است.



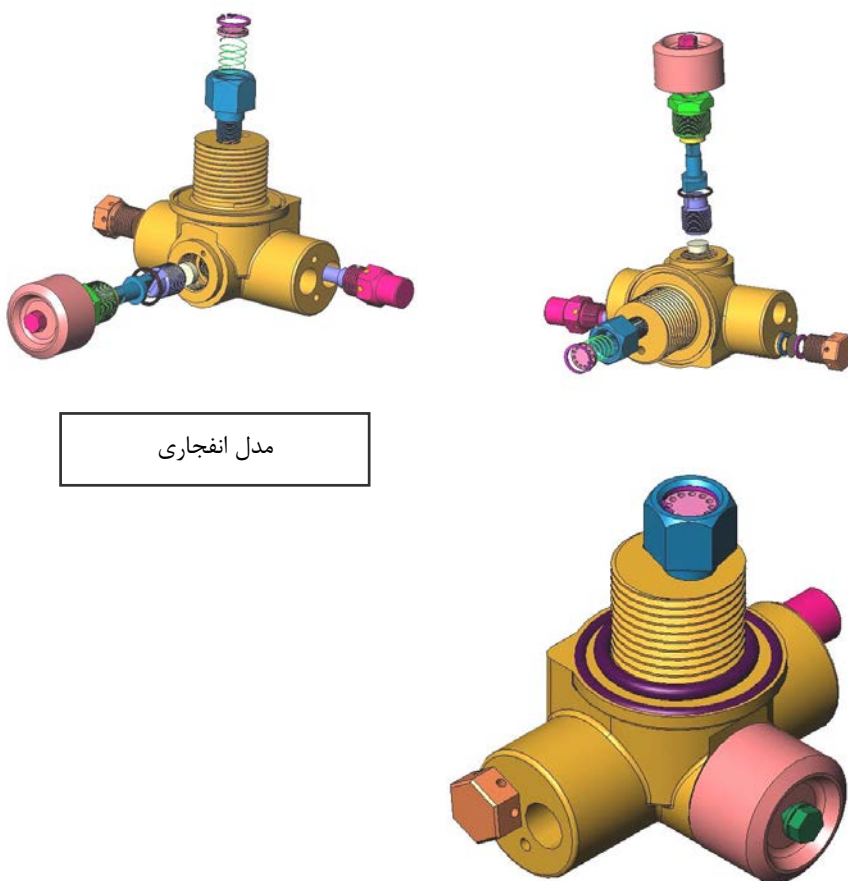
شکل ۷-۴



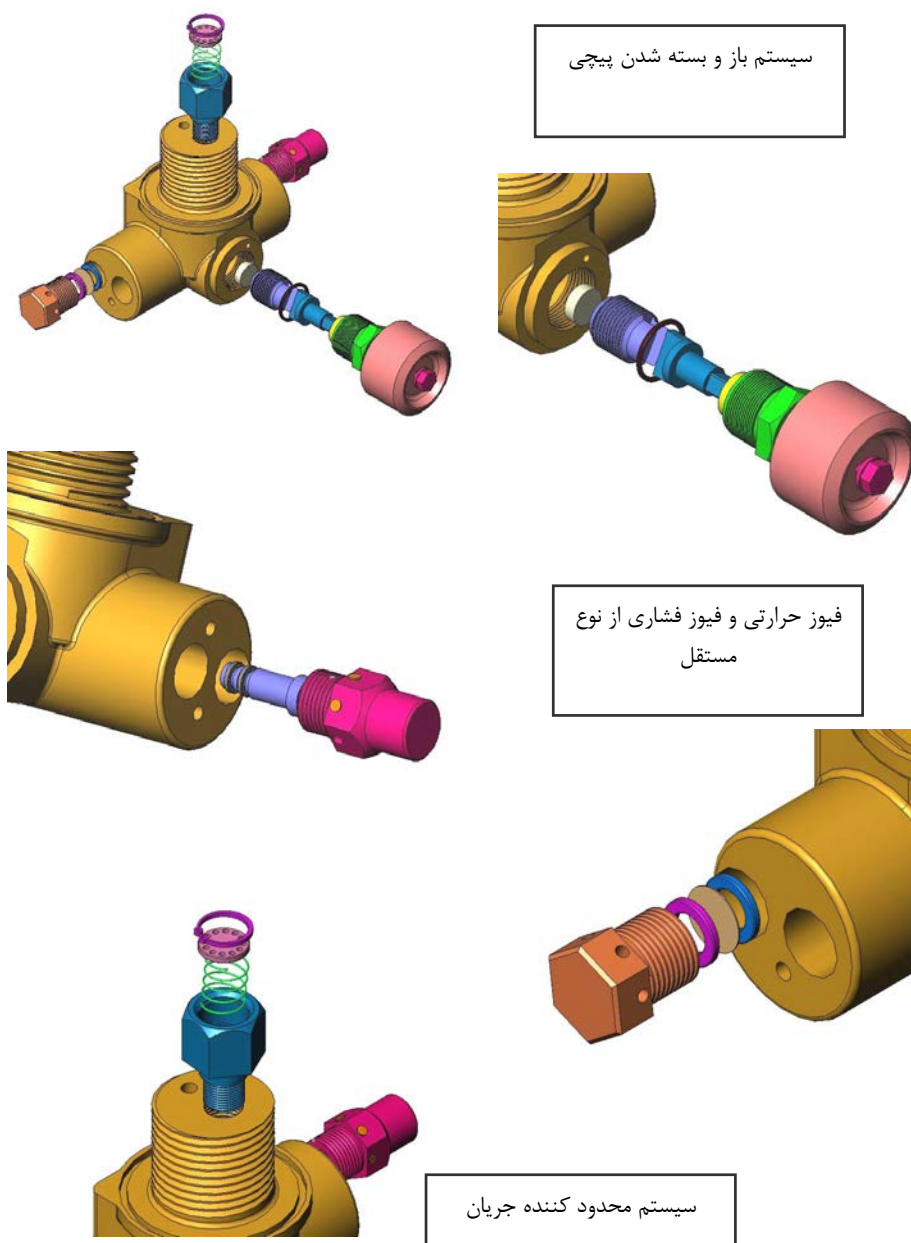
شکل ۷-۵

۳- مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت Youngdo  
(YNC 2807)

در این قسمت مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه از شیرهای ساخت شرکت Youngdo که دارای مکانیزم باز و بسته شدن ساچمه ای و فیوز حرارتی و فیوز فشاری مستقل (موازی) می باشد، ارایه شده است.



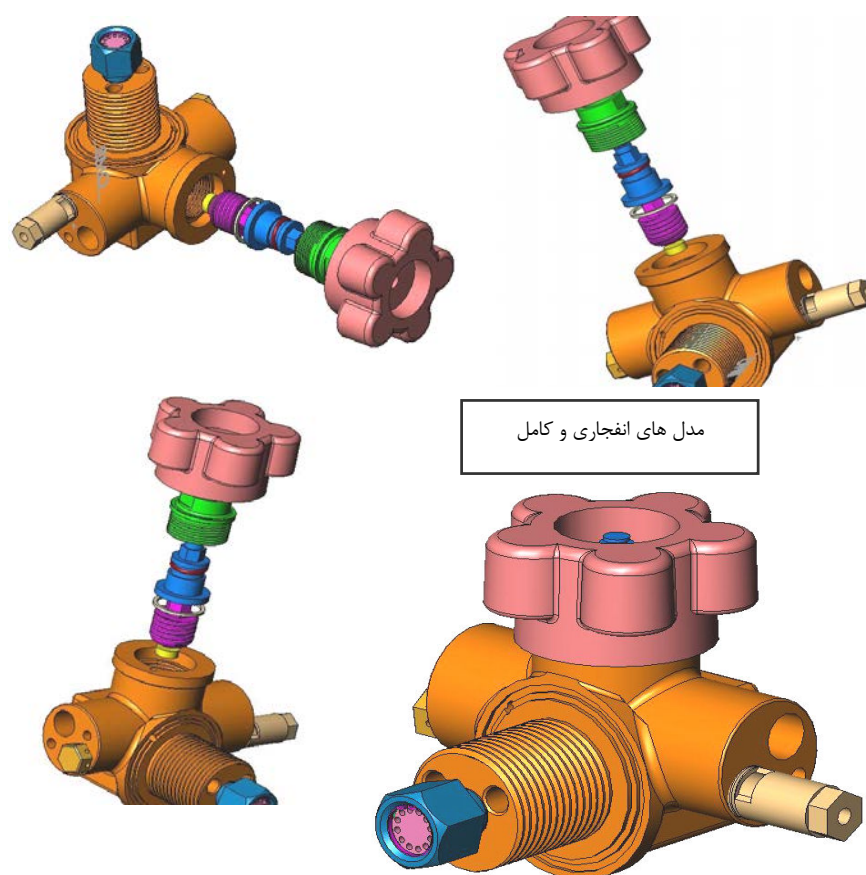
شکل ۶-۷



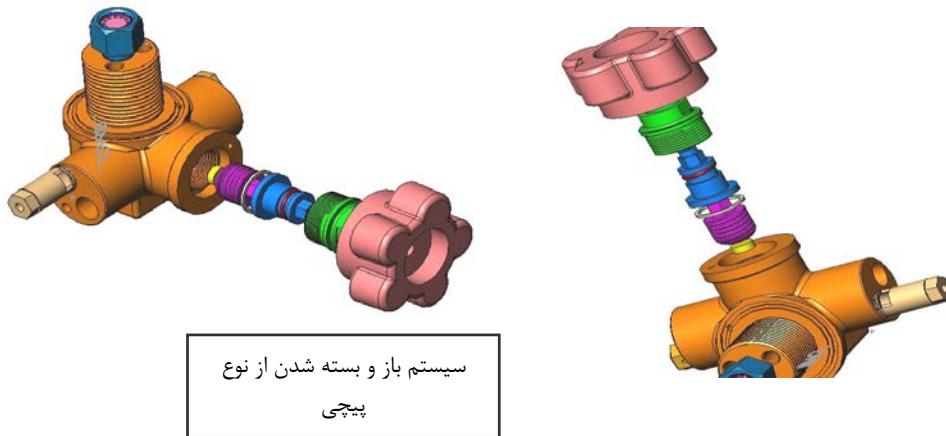
شکل ۷-۷

#### ۴- مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت OMB (E3 Alpha Model)

در این قسمت مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه از شیرهای ساخت شرکت OMB که دارای مکانیزم باز و بسته شدن پیچی و فیوز حرارتی و فیوز فشاری مستقل (موازی) می باشد، ارائه شده است.



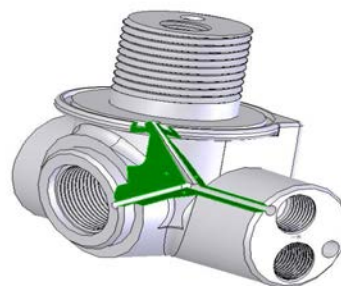
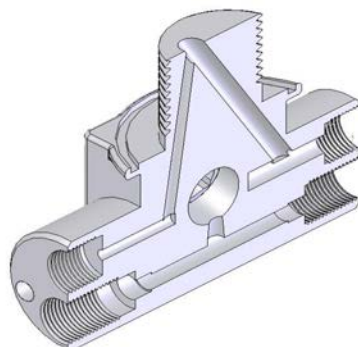
شکل ۸-۷



#### ۵- مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه شیر ساخت شرکت

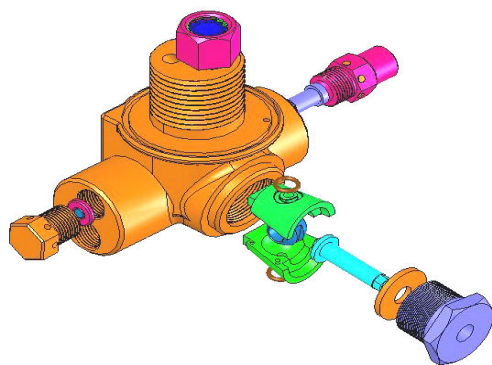
(Emer 130) Emer

در این قسمت مدل هایی از قطعات مختلف یک نمونه از شیرهای ساخت شرکت Emer که دارای مکانیزم باز و بسته شدن ساچمه ای و فیوز حرارتی و فیوز فشاری مستقل (موازی) می باشد، ارائه شده است.

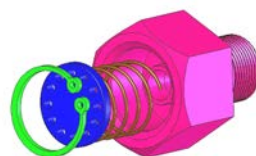


شکل ۹-۷

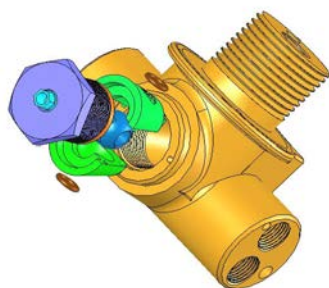
مکانیزم باز و بسته شدن



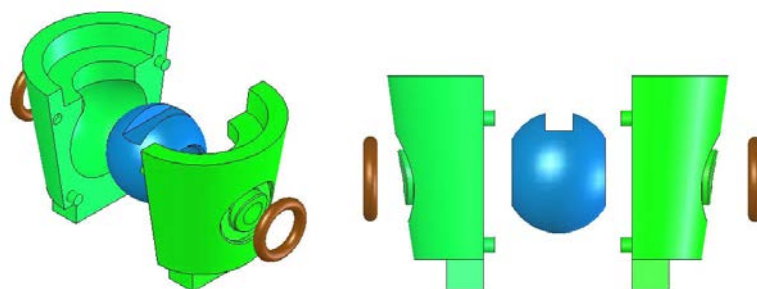
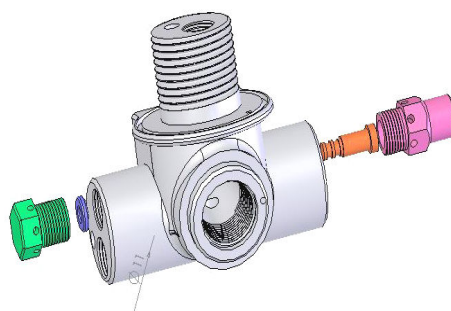
محدود کننده جریان



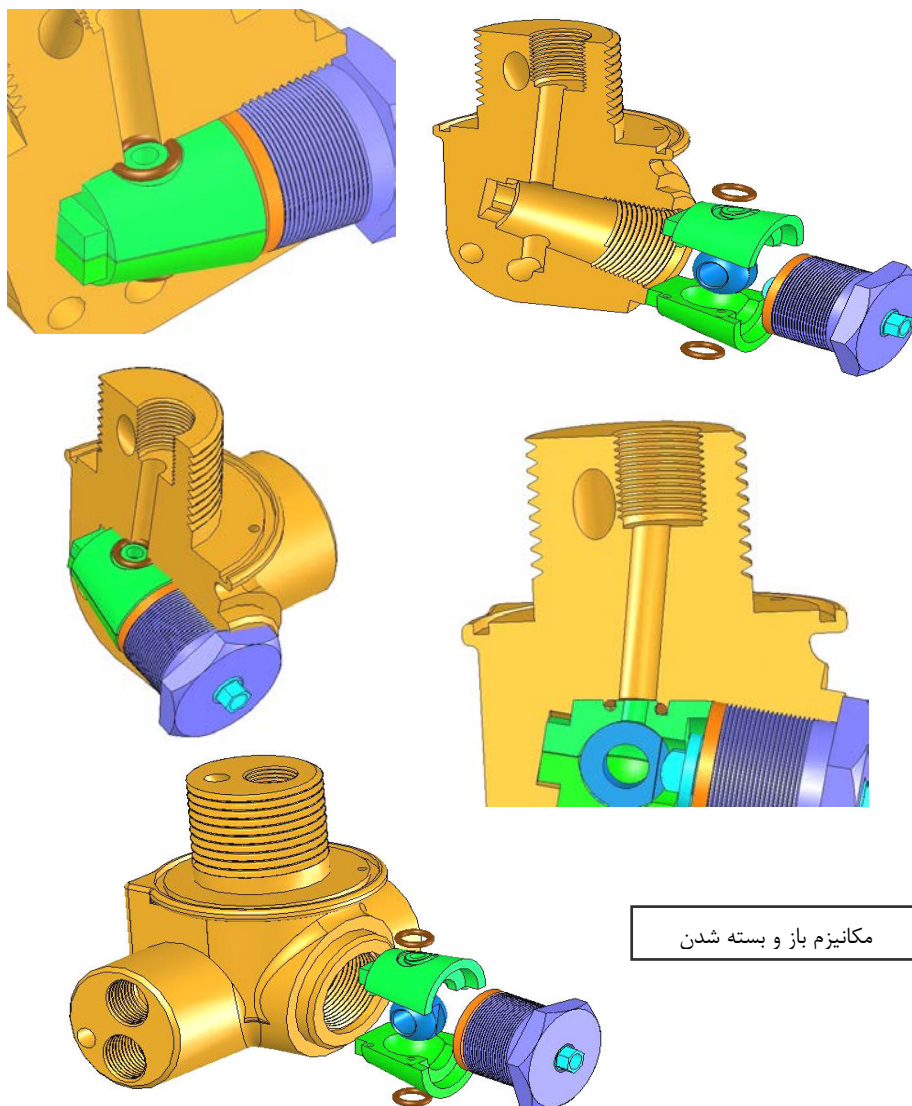
مکانیزم باز و بسته شدن



PRD از نوع مستقل



شکل ۷-۱۰



شکل ۱۱-۷

### پیوست شماره یک

#### نمونه از گواهی ها و گزارش های مربوطه

در این بخش نمونه ای از گواهی های صادر شده از سوی B.V برای یکی از شیرهای شرکت Hoffmann ارائه شده است. همانطور که اشاره شد این گواهی براساس درخواست تولید کننده و مطابق دستورکار توافق شده صادر شده است.



Industry Division

**CERTIFICATE OF APPROVAL  
CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**N° BVA / GEN / 0001 - 05**

This certifies to  
Se certifica a  
**DISTRIBUIDORA TOLEDO S.R.L.**  
Don Bosco 379 (2000) Rosario  
Prov. de Santa Fé - R. ARGENTINA

Product  
Producto  
**MANUAL CYLINDER VALVE**  
**VÁLVULA DE CIERRE MANUAL DE CILINDROS PARA GNC VEHICULAR**  
Mark / Marca: **HOFFMANN** Model / Modelo: **VEC 1**

Complies with the requirements of Standard  
Cumple con los requerimientos de la Norma  
**ISO 15.500 : 2000 (E) Part 1, Part 2, Part 5 Part 13 y Part 14**

Made in  
Industria  
**Argentina**

This certificate, issued within the scope of BUREAU VERITAS General Conditions, is valid until  
Este certificado, expedido de acuerdo con las Condiciones Generales de BUREAU VERITAS es válido hasta el  
**15 de Enero de 2006**

At / on  
Emitido en  
**Buenos Aires, 16 de Enero de 2005**

**ALFREDO ALEJANDRO BUSO**  
GERENTE DIVISION CERTIFICACION  
GAS, ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES LIQUIDOS

This certificate is invalid without the annex listed on page 2. General Conditions of Service are given on the back.  
Este certificado no es válido sin el anexo indicado en la pagina 2. Las condiciones Generales de Servicio se detallan al dorso.  
To check its validity telephone (34 11) 4000-8008 - Para verificar su validez, llame al tel. (34 11) 4000-8008 e-mail: [tvarg.gas@bureauveritas.com](mailto:tvarg.gas@bureauveritas.com)

Head Office: 17bis, Place des Reflets - La Defense 2 - 92400 Courbevoie - France - Tel.: 33(1) 42 91 52 91 - Telex: 611135F  
General Conditions of service extracts ovalized.



**BUREAU  
VERITAS**

## ANNEX 1 ANEXO 1

Cde. **CERTIFICATE OF APPROVAL / CERTIFICADO DE APROBACIÓN**  
**N° BVA / GEN / 0001 - 05**

General information  
Datos generales

|                                                    |                                                   |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Manufacturer / Fabricante:                         | Distribuidora Toledo S.R.L.                       |
| Technical Representative / Representante Técnico:  | ING. RUBEN DAVID GAUNA                            |
| Registration Professional / Matricula Profesional: | N° 10.128                                         |
| Type of Certificate / Tipo de Certificado:         | Renovation of prototype / Renovación de Prototipo |
| Registration of Product / Matricula de Producto:   | BVG 165/6                                         |
| Original Certificate / Certificado original:       | Certificate / Certificado DVA/GN/0473-04          |

Technical features  
Características técnicas

|                                               |                                                                                                                                                        |                                                   |                  |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------|
| Service pressure / Presión de servicio:       | 200 bar                                                                                                                                                | Temperature range / Rango de temperatura:         | -40 °C to 120 °C |
| Body / Material del cuerpo:                   | Brass Forge / Latón                                                                                                                                    | Synthetic Material / Material pastilla de cierre: | Nylon 6.6        |
| Connection cylinder / Conexión al cilindro:   | DIN 477 W28.8 - 14 F x 1"                                                                                                                              |                                                   |                  |
| Connection outlet / Conexión de salida:       | M 12 x 1                                                                                                                                               |                                                   |                  |
| Security Systems / Dispositivos de seguridad: | Pressure relief device and excess flow valve / Disco de estallido combinado con fusible térmico y Válvula de retención por exceso de flujo             |                                                   |                  |
| Marking / Marcado:                            | Trademark; Model; Service pressure; CNG; BVG 165/7; Serial number; ISO 15500-5 / Marca; Modelo; Para GNC; 200 bar; BVG 165/6; N° de Serie; ISO 15500-5 |                                                   |                  |
| Others data / Otros datos:                    | In the documentation that originates this certificate / En la documentación que origina el presente certificado                                        |                                                   |                  |

This approval corresponds exclusively to the prototype and it doesn't imply the habilitation of the valves that could be manufactured in conformity with the same ones. There will be approval for each batch. For the sake of what is stated in the Standard, every valve will have to be marked with the identification logo (mark) with the legend of BUREAU VERITAS ARGENTINA S.A. THE IDENTIFICATION OF THIS REQUIREMENT IS ELABORATED IN THE CERTIFICATE.

Esta aprobación corresponde exclusivamente al prototipo y no implica la habilitación de las válvulas que se fabriquen de conformidad con el mismo, las cuales serán aprobadas por lote. Para tal fin, cada válvula deberá llevar marcado, además de lo establecido en la Norma, el logotipo de identificación (estampilla) de BUREAU VERITAS ARGENTINA S.A. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTE REQUISITO INVALIDA EL PRESENTE CERTIFICADO.

Bureau Veritas Argentina S.A. only certifies that the samples and technical documentation of the element presented adjust to the corresponding standard applied, and it is responsibility of the Manufacturer/Importer its execution according the certified model. And this debilitates all responsibility for damage and prejudice that may occur due to failure or defect in the material, manufacturing or installation. Bureau Veritas Argentina S.A. solamente certifica que las muestras y documentación técnica del elemento presentado se ajustan a la norma de aplicación correspondiente, siendo responsabilidad del Fabricante/Importador su ejecución de acuerdo al modelo certificado y deslinda toda responsabilidad por los daños y perjuicios que pudieran producirse por fallas o defectos de material, fabricación o su instalación.

At / on  
Emitido en  
**Buenos Aires, 16 de Enero de 2005**

**ALFREDO ALEJANDRO BUSO**  
GERENTE DIVISION CERTIFICACION  
GAS, ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES LIQUIDOS

This Annex is an integral part of the Certificate of Approval and should be read in conjunction with the same.  
El presente Anexo es parte integral del Certificado de Aprobación, y deberá ser leído conjuntamente con el mismo.

Av. L. N. Alem 1134 - 7° Piso (C1001AAT)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Tel (54) (11) 4000-8008  
Fax (54) (11) 4515-3111  
bvarg.gas@ar.bureauveritas.com

### مراجع:

- (۱) استاندارد ISO 15500
- (۲) استاندارد ECE R110
- (۳) استاندارد ISO 11439
- (۴) استاندارد NGV 2
- (۵) استاندارد DIN 477
- (۶) استاندارد ISO 13341
- (۷) گزارشهای بازدید نمایندگان شرکت PSCO از کارخانه های؛ OMB, YOUNGDO, MAT, ROTAREX, EMER, VTI, خط تولید شیر در NK و مرکز بازرسی ادواری  
سئول
- (۸) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی و فیلم تبلیغات شرکت OMB
- (۹) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی و فیلم تبلیغات شرکت MAT
- (۱۰) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی و فیلم تبلیغات شرکت ROTAREX
- (۱۱) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی شرکت YOUNG DO
- (۱۲) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی شرکت HOFFMANN
- (۱۳) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی شرکت ACHILLE
- (۱۴) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی شرکت VTI

۱۵) مذاکرات فنی، کاتالوگ ها، مدارک فنی شرکت EMER

۱۶) فیلم تبلیغاتی شرکت VANAZ

۱۷) برشور شرکت TNO

۱۸) دستورالعمل نگهداری، حمل و جابجایی مخازن شرکت INFLEX