بسمه تعالی

**راهنمای ايمني**

**گازها و مايعات تحت فشار**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **تهيه كننده** | **تائيد كننده** | **تصويب كننده** | مهر کنترل مستندات |
| نام و نام خانوادگي | **دکتر موسی جباری مهندس سلیمان خواجی** |  |  |
| سمت سازماني | **دانشکده HSE دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی** |  |  |
| تاریخ و امضاء |  |  |  |

فهرست مطالب

عنوان صفحه

[مقدمه 3](#_Toc363136046)

[1. شرح مطالب راهنما 3](#_Toc363136047)

[1-1. تعمیر و نگهداری مناسب 3](#_Toc363136048)

[1-2. سیلندرهای گاز فشرده 4](#_Toc363136049)

[1-2-1. انواع سیلندرها 4](#_Toc363136050)

[1-2-2. آزمونهای دوره ای 5](#_Toc363136051)

[1-2-3. رنگ آمیزی سیلندرها 6](#_Toc363136052)

[1-2-4. پیشگیری از نشت ناشی از صدمه به شیر سیلندر 7](#_Toc363136053)

[1-2-5. رگلاتور 7](#_Toc363136054)

[1-2-6. پیشگیری از نشت ناشی از بازگشت جریان (Back Flow) 8](#_Toc363136055)

[1-2-7. پیشگیری از نشت ناشی از خوردگی 9](#_Toc363136056)

[1-2-8. پیشگیری از نشت ناشی از سیلندرهای خالی 9](#_Toc363136057)

[1-2-9. کاهش گسترش و پراکنش نشت در محل انبار 10](#_Toc363136058)

[1-2-10. اقدامات مقابله با شرایط اضطراری 11](#_Toc363136059)

[1-2-11. پیشگیری از بروز و گسترش حریق در محل انبارش سیلندرها 12](#_Toc363136060)

[1-2-12. پیشگیری از انفجار 14](#_Toc363136061)

[1-2-13. تجهيزات كنترل فشار سيلندر در شرايط اضطراري 15](#_Toc363136062)

[1-2-14. شيرهاي تخليه فشار يا شیر اطمينانSafety Relief Valve or Pressure Relief 15](#_Toc363136063)

[1-2-15. ديسكهاي متلاشي شوندهRupture Discs)) 15](#_Toc363136064)

[1-2-16. پلاگهاي ذوب شونده: Fusible Plugs 16](#_Toc363136065)

[1-3.کمپرسور 16](#_Toc363136066)

[1-3-2. تدابیر ایمنی 17](#_Toc363136067)

[1-3-3. بازدیدهای معمول 18](#_Toc363136068)

[1-4. خطوط اصلی هوا 19](#_Toc363136069)

[1-4-1. اندازه و سایز لوله ها 19](#_Toc363136070)

[1-4-2. جنس لوله ها 20](#_Toc363136071)

[1-4-3. نحوه انتخاب اتصالات 20](#_Toc363136072)

[1-4-4. حفاظت در برابر صدمات مکانیکی 21](#_Toc363136073)

[1-4-5. طول عمر 23](#_Toc363136074)

[1-4-6. تجهیزات حفاظتی 23](#_Toc363136075)

[1-5. الزامات ایمنی تست های فشار 24](#_Toc363136076)

[1-5-6. بررسی نشت 26](#_Toc363136077)

[1-5-7. نحوه نظارت 27](#_Toc363136078)

[1-6. دیگ های بخار 27](#_Toc363136079)

[1-6-1. نقایص و خرابی های دیگ های بخار 28](#_Toc363136080)

[1-6-2.کم شدن ضخامت مخازن 30](#_Toc363136081)

[1-6-3. انفجار گاز 30](#_Toc363136082)

[1-6-4. فشار مفرط در دیگ: 31](#_Toc363136083)

[1-6-5. تجهیزات حفاظتی دیگهای بخار 31](#_Toc363136084)

[1-6-6. سوپاپ‌هاي‌ اطمينان‌ 31](#_Toc363136085)

[پیوست 33](#_Toc363136086)

# مقدمه

از مهمترین سیستمهای تحت فشار می توان به دیگهاي بخار و سیستم هاي گرمایشی مبتنی بر بخار نظیر اتوکلاو، مبدل هاي حرارتی و فرایندها و تجهیزات تبرید، اتصالات، شیلنگها و لوله هاي تحت فشار، سوپاپ ها، تله هاي بخار و فیلترها، ابزار اندازه گیري فشار و ابزارهاي تعیین سطح اشاره کرد. در این راهنما سعی گردیده ضمن معرفی انواع سیستمهای تحت فشار در پروژه های شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران اعم از مخازن تحت فشار، تجهیزات مولد فشار و لوله ها، اتصالات و شیلنگهای تحت فشار، تست فشار و ... مهمترین خطرات و علل حوادث سیستمهای تحت فشار و نیز تجهیزات حفاظتی آنها معرفی گردد. برای بحداقل رساندن مخاطرات ناشی از سیستم های تحت فشار باید استانداردهای طراحی، ساخت، نصب و راه اندازی رعایت گردد و اطمینان حاصل شود که ظروف، لوله ها و اتصالات تحت فشار برای مایعات یا گازهای مد نظر مناسب است.

# 1. شرح مطالب راهنما

## 1-1. تعمیر و نگهداری مناسب

عملکرد ایمن و کارآمد یک سیستم هوای فشرده متکی بر پاکیزگی، تصفیه، خنک کنندگی و روغنکاری است از این رو همه تجهیزات و سیستمهای فشار باید به درستی نگهداری شوند برای این منظور باید :

#### کار مطابق با کتابچه راهنمای اپراتور انجام شود.

#### یک برنامه تعمیر و نگهداری برای کل سیستم وجود داشته باشد.

#### در تدوین این برنامه باید به عمر، کاربری و شرایط محیطی تجهیزات و سیستمهای فشار توجه شود. دوره تناوب بازرسی تا حد زیادی به شرایط و محیط کار بستگی دارد.

#### در برنامه های بازدید به نشانه های خرابی و نقص باید توجه شود به عنوان مثال اگر یک سوپاپ اطمینان بارها و بارها تخلیه میشود، این می تواند نشانه ای از اینکه که سیستم تحت فشار یا سوپاپ اطمینان به درستی کار نمیکند باشد یا بطور مثال به نشانه های ساییدگی و خوردگی باید توجه شود.

#### بازرس و ناظر باید به طور منظم تمام دستورالعمل های مربوط به بهره برداری و تعمیر و نگهداری را به منظور اطمینان از صحت اجرا بررسی نماید بطوری که سیستمهای تحت فشار، لوازم جانبی و دستگاه های ایمنی آن به خوب نگه داشته شده است.

#### فرد مسئول همچنین باید مطمئن شود که کار تعمیر و نگهداری تنها توسط کارکنان آموزش دیده انجام میشود.

## 1-2. سیلندرهای گاز فشرده

### **1-2-1.** انواع سیلندرها

گازهای تحت فشار به سه شکل در درون سیلندرها ذخیره میشوند : گازهای مایع، گاز تحت فشار، گازهای حل شده.

#### گازهای مایع

گازهای مایع گازهایی هستند که می توانند در دمای محیط و تحت فشار مایع شوند. گازهای مایع درون سیلندر به شکل دو فاز مایع - گاز که با یکدیگر در تعادل هستند نگهداری میشوند و لذا همچنان با مصرف گاز و خروج آن از سیلندر، مایع تبخیر شده و بصورت گاز درآمده و فضای بالای فاز مایع را پر میکند. آمونیاک، کلر، پروپان، اکسید نیتروژن و دی اکسید کربن نمونه های از سیلندرهای گاز مایع است.

#### گازهای تحت فشار

گاز تحت فشار به عنوان گاز مایع نشده ویا گاز فشرده نیز نامیده میشود. این گازها در دمای محیط بهیچ وجه و حتی تحت فشارهای بالا نیز مایع نمی شوند. اکسیژن، نیتروژن، هلیوم و آرگون نمونه های از این دست گازها هستند.

#### گازهای حل شده

استیلن یک نمونه از گازهای حل شده است. استیلن را در استن که مایع است حل می کنند. سیلندرهای استیلن حاوی ماده ای است متخلخل که معمولاً از ذغال کلسیم سیلیکات است و ساختاری مانند بتن با حالت تخلخل اسفنج دارد. استن نصف خلأ موجود در ماده متخلخل را پر می کند. گاز استیلن در استن حل می شود و حجمش در اثر حل شدن استیلن، زیاد می شود تا اینکه تمام خلأ های موجود در ماده متخلخل توسط محلول استن و استیلن پر شود. اگر این ماده اسفنجی داخل سیلندر نبود، استن در پایین سیلندر جمع می شد و گاز استیلن در بالای آن قرار می گرفت که وضعیتی ناپایدار را بوجود می آورد. برای جلوگیری از بروز این وضعیت ناپایدار، ماده متخلخل استن را نگه می دارد و استن گاز استیلن را نگه می دارد.

### **1-2-2.** آزمونهای دوره ای

سيلندرهاي‌ گاز مايع‌ بايد توسط‌ موسسات‌ توزيع‌ كننده‌ گاز مايع‌ حداقل‌ هر 5 سال‌ يكبار از جهات‌ زير مورد بازرسي‌ كامل‌ و آزمايش‌ قرار گرفته‌ و نتايج‌ آن‌ در كارتهاي‌ مخصوص‌ و قابل‌ ارائه‌ به‌ بازرسان‌ مربوط‌ ثبت‌ شود.

1- داخل ‌و خارج‌ سيلندر از نظر صدمات‌ مكانيكي‌، زنگ‌زدگي، ترك‌ خوردگي‌ و غيره‌.

2- شير و سوپاپ‌ اطمينان‌ از نظر صحت‌ كار.

3- آزمايش‌ فشار آب‌ از نظر نشت‌ و انبساط‌ فلز.

در هر آزمايش‌ دوره‌اي‌ بايد وزن‌ خالص‌ سيلندر به‌ اضافه‌ وزن‌ شير آن‌ (بدون‌ ساير منضمات‌) اندازه‌گيري‌ شده‌ و در صورتي‌ كه‌ اين‌ وزن‌ از 95 درصد وزن‌ اوليه‌ سيلندر و شير (كه‌ بر روي‌ سيلندر حك‌ شده‌ است‌) كمتر باشد بايد از بكار بردن‌ آن‌ خودداري‌ نمود.

### **1-2-3.** رنگ آمیزی سیلندرها

رنگ سیلندرها بر اساس آخرین ویرایش سندIGS-SF-011(0): 1993 به شرح ذیل است.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| سیاه | Black | - | اکسیژن | Oxygen |
| خاکستری روشن | Light Aircraft Gray | 627 | ازت | NO |
| قهوه ای تیره | Dark Earth | 450 | هلیوم | He |
| بنفش روشن | Light violet | 797 | دی اکسید کربن | Co2 |
| لیمویی | LEMON | 355 | استیلن | Acetylen |
| نارنجی روشن | LIGHT ORANGE | 557 | کلر | Cl |
| قرمز | RAIL RED | 593 | هیدروژن | Hydrogen |
| سبز شفاف | BRILLIANT GREEN | 221 | متان | Methan |
| آبی قطبی | ARCTIC BLUE | 112 | آرگن | Argon |
| سفید | WHITE | - | آمونیاک | NH3 |
| سبزآسمانی | SKY GREEN | 210 | هوای فشرده | Compressed Air |
| آبی زمردی | TURQUOISE BLUE | 102 | فرئون | F |

### **1-2-4.** پیشگیری از نشت ناشی از صدمه به شیر سیلندر

هر نوع صدمه ای که به شیر گاز وارد شود باعث خارج شدن و نشت گاز و بروز شرایط اضطراری میشود برای این منظور:

* شيرهاي سيلندر در زمانهایی که از سیلندر استفاده نمی شود حتما توسط کلاهک مخصوص شیر پوشيده شوند تا از شیر در برابر ضربه، جمع شدن برف و یخ زدن محافظت نماید.
* در زمان توقف کار هر چند برای چند دقیقه شیرها باید بطور محکم بسته شوند، البته در زمان بستن شیر نباستی نیروهای بیش از حد معمول به آن وارد کنید بخاطر داشته باشید جهت باز و بستن شیرها فقط از کلیدهای استانداردی که توسط شرکت سازنده ارائه شده استفاده نمایید و بایستی آچار مخصوص شکل "T" را در جوار سیلندر قرار داد.
* نباید برای جابجا کردن سیلندرها از شیر آنها استفاده شود یا به عبارتی سیلندر را از قسمت کلاهک بلند نکنید. از کشیدن سیلندر اجتناب کنید. برای جابجایی سیلندر حتی در فواصل کوتاه از یک کامیون مناسب استفاده کنید. هرگز سیلندر را پرتاب نکنید و اجازه ندهید با یکدیگر و یا با سایر سطوح برخورد کنند. زمانی که از سبد جهت جابجایی استفاده می شود میبایست سیلندرها بگونه ای محکم مهار شوند تا از برخورد آنها با دیواره سبد یا به یکدیگر جلوگیری شود. سیلندر نباید بهمراه متعلقات و شیلنگهای متصل حمل شود. مگر اینکه یک وسیله حمل کننده مناسب جهت جابجایی فراهم شده باشد. در مبدأ و قبل از حمل سیلندرهای گاز پر، شیرهای سیلندر بازدید کامل بعمل آید.

### **1-2-5.** رگلاتور

رگولاتور وسیله ای است که گاز پر فشار را می گیرد و فشار آن را به فشار کاری کمتر تبدیل می کند. رگولاتورها به قدری مقاومند که می توانند همزمان فشار گاز داخل سیلندر را تحمل کنند و فشار گاز خروجی را نیز کنترل کنند. رگولاتور وسیله ای دقیق و دارای اجزای ظریفی است که نیاز به مراقبت دارد. از رفتار خشن با رگولاتور بپرهیزید زیرا ممکن است فنرهای حساس دیافراگم و غیره صدمه ببینند. وقتی رگولاتور استفاده نمی شود پیچ تنظیم فشار را تا آخر باز کنید تا فشار کمتری به فنرها و دیافراگم وارد شود. شير سيلندر را نبايد ناگهاني يا به سرعت باز كرد زيرا در اينصورت بعلت آزاد شدن ناگهاني فشار ممكن است به رگلاتور صدمه وارد آيد. برای این منظور همواره بعد از اسنیفت تنظيم كننده را روي سیلندر سوار كنید. قبل از اینکه رگولاتور از سیلندر جدا شود، باید شیر سیلندر بسته شود و فشار روی رگلاتور آزاد شود. برای جلوگیری از آسیب به رگلاتور، رگولاتورهاي متصل بر روي سيلندرهاي گاز خورنده بايد همواره از آن جدا باشد.

### **1-2-6.** پیشگیری از نشت ناشی از بازگشت جریان (Back Flow)

زمانی که شیر باز است و یا سیلندر خالی است و یا در صورتی که سیلندر به تجهیزی با فشار بالاتر از خود وصل است امکان برگشت جریان به درون سیلندر وجود دارد. جریان برگشتی علاوه بر پایین آوردن درصد خلوص، می تواند موجب مسدود کردن مسیر خروج گاز از سیلندر شده و یا در صورت همراه داشتن گرد وخاک باعث افزایش احتمال نشت گردد. لذا:

* هیچگاه یک سیلندر خالی متصل به فرایند یا تجهیز دیگر را به حال خود رها نکنید.
* شیر سیلندر در مواقع غیر از نیاز باید بسته باشد.
* هرگز از سیلندر گاز فشرده در مواقعی که امکان بازگشت مواد بدرون سیلندر است استفاده نکنید مگر اینکه با تله مناسب یا شیرهای یکطرفه محافظت شود.
* از automatic shut-off/isolation-valve برای قطع مسیر جریان در هنگام کاهش فشار درون سیلندر (زمان تعویض سیلندر) استفاده نمایید. بهتر است شیر مذکور به آلارم نیز مجهز باشد.
* قبل از اتصال سیلندرهای اکسیژن، استیلن و سایر گازها به وسائل، شیر آنها را باید لحظه ای خیلی کوتاه باز کرد تا گرد و خاک موجود در مجرای آن پاک شود و بعد تنظیم کننده(regulator) را روی آن سوار کنید.

### **1-2-7.** پیشگیری از نشت ناشی از خوردگی

سیلندر نباید در معرض رطوبت مداوم و یا در نزدیکی نمک و یا سایر مواد شیمیایی خورنده و یا فیومها ذخیره شود. زنگ زدگی موجب خرابی سیلندر شده و ممکن است باعث شود کلاهک محافظ شیر آسیب ببیند. سیلندر می توانند در فضای باز ذخیره شود اما باید سطح زیرین آن در مقابل زنگ زدگی محافظت شود. سیلندرهای گاز فشرده را باید با بازدیدهای منظم و مستمر تا حد قابل تشخیص در شرایط ایمن نگهداری نمود.

### **1-2-8.** پیشگیری از نشت ناشی از سیلندرهای خالی

فشار گاز دورن سیلندر بر حسب واحد کیلوپاسکال یا پوند بر اینچ مربع بیان می گردد. مقدار گاز موجود در سیلندر متناسب با عددی است که فشار سنج نشان میدهد ولی زمانی که فشارسنج صفر شد سیلندر کاملا خالی نیست بلکه مقداري فشار مثبت در داخل سيلندر وجود دارد زیرا ( فشار گیج = کل فشار گاز درون سیلندر– فشار اتمسفر) و فشار اتمسفر عموما برابر 101.4 Kpa معادل 14.7 psi است. در مورد سيلندرهاي حاوي گاز مايع شونده بهترين راه شناسايي وزن خالي سيلندر است كه در گردن سيلندر حك شده است. در مورد گازهاي حل شده مثل استيلن و گازهاي معمولي سيلندر هيچگاه خالي نمي شود حسن اين فشار مثبت اين است كه هواي حاوي آلودگي و رطوبت وارد سيلندر نمي شود. زمانی که فشار درون سیلندر به 172 KPa یا 25 Psig رسید سیلندر باید از سیستم و فرایند جدا شود یا به عبارت دیگر یک سیلندر نباید بیشتر از فشار مذکور تخلیه شود. شیر سیلندرهای خالی همانند سیلندرهای پر باید در حالت بسته نگهداری شوند و اتصالات و درپوشهای آنها دقیقا در جای خودشان قرار گیرند. زیرا باز گذاشتن شیرها یا فلکه های سیلندرهای خالی نه تنها سبب می شود که گاز باقی مانده در فضای محیط پراکنده شود بلکه هوای محیط نیز به داخل سیلندر کشیده میشود و تولید انفجار میکند. سيلندرهاي پر و خالي بايد بطور جداگانه نگهداري شوند و با علائم هشدار دهنده مشخص گردند تا از اشتباهات احتمالي جلوگيري شود. مي توان از برچسب ها يا تابلوهايي مثل ”خالي“ استفاده كرد.

### **1-2-9.** کاهش گسترش و پراکنش نشت در محل انبار

وجود تهویه از این بابت ضروری است تا امکان جمع شدن گاز در محیط بخصوص در انبارهای سربسته برطرف گردد از اینرو انبار سیلندر گاز مایع هم‌ بايد از قسمت‌ بالاي‌ ديوارها و هم‌ از قسمت‌ پايين‌ آنها بطور كامل‌ تهويه‌ گردند. محل انبار میبایست بگونه ای طراحی شود که براحتی قابل بازرسی باشند. برای این منظور و برای دستیابی آسان به سیلندرها بخصوص در شرایط اضطراری باید یک راه باز و بدون مانع با عرض حداقل یک متر برای دسترسی و بازرسی به هر نقطه از مخازن در انبار وجود داشته باشد. کلیه همچنین سیلندرها را باید در وضعی قرار داد که دسترسی آنها بسهولت امکان پذیر باشد تا در زمان خطر و شرایط اضطراری بتوان بسرعت شیرآنها را بست. از فضاهای زیر زمین یا زیر همکف نبایستی برای انبار سیلندرها از جمله گاز کلر استفاده کرد. بطور مثال پروپان در حالت گازی 1.5 برابر هوا وزن دارد. در صورت نشت، در پایین ترین سطح فضا جمع می شود و ممکن است در گودالها، زیرزمین و فاضلاب و آبراه ها تجمع پیدا کند . برطرف کردن نشتی گاز پروپان مشکل است، بنابراین هیچ گاه نباید آن را در زیر زمین نگهداری نمود. سیلندرها و دیگر ظروف گاز نبایستی در نزدیکی آسانسور، سیستم های تهویه و یا نزدیکی ورودی کمپرسورهای هوا قرار گیرند تا از خطر نشت و پخش گاز به سایر قسمتهای ساختمان جلوگیری شود. نباید سیلندرها را بصورت خوابیده نگهداری کرد چون اگر کوچکترین منفذ یا نشتی داشته باشند و یا اینکه شیر آنها کمی باز باشد مقدار زیادی گاز و بخار خارج شده و در فضای انبار پراکنده میشود و یا چنانچه نشت جریان گاز بصورت مایع باشد، تبدیل آن به گاز در محیط بیرون موجب افزایش یکباره حجم آن می شود. در انبارهاي‌ سر پوشيده‌ سيلندرهاي‌ گاز مايع‌ بايد لااقل‌ يك‌ دستگاه‌ خودكار اعلام‌ كننده‌ وجود گاز در فضا (Continuous Gas Detection Alarm) نصب‌ گردد.

### **1-2-10.** اقدامات مقابله با شرایط اضطراری

اگر سیلندر دارای نشت است و نمی توان به سادگی با محکم کردن شیر و یا بسته بندی مهره نشت را کنترل کرد، باید شیر بسته شده و برچسب "سیلندر قابل استفاده نیست" به آن الصاق شود. سیلندر دارای نشت را باید به محیط خارج یا محل با تهویه مناسب منتقل نمود بطوری که كاملاً دور از هرگونه منبع حرارت و جرقه باشد برده و فوري مراتب را به ايمني و آتش نشاني اطلاع داد و سپس با پیروی از دستورالعمل سازنده نسبت به عودت سیلندر اقدام نمود. جابجایی سیلندر داری نشت چه کاملا و یا تا حدی پر باشد و به هر وسیله ای اعم از وسیله عمومی یا اختصاصی ممنوع است. انتقال سیلندر گاز فشرده که در معرض آتش قرار گرفته ممنوع است. سیلندرهایی که در معرض آتش سوزی قرار دارند باید قبل از اقدام به خارج کردن آنها توسط اسپری آب خنک شوند.

### **1-2-11.** پیشگیری از بروز و گسترش حریق در محل انبارش سیلندرها

* انبار باید خشک، خنک و دارای تهویه مناسب باشد.
* سیلندرها را در نزدیکی حلال بسیار قابل اشتعال، مواد زائد قابل احتراق و مواد مشابه، و یا در نزدیکی اتصالات الکتریکی بدون محافظ، شعله گاز و یا سایر منابع احتراق ذخیره نکنید.
* هيچ چيز به غير از سيلندر را در محل انبار سيلندر انبار نكنيد، مواد انبار شده ديگر ممكن است در صورت آتش سوزي منابع سوختني مناسبي براي آتش سوزي باشند. اين موضوع به ويژه در مورد روغن، رنگ، ‌تينر و مايعات قابل احتراق مانند نفت، بنزین يا مايعات خورنده صحيح است. همچنین از قرار دادن پلاستیک، برزنت و یا هر پوشش دیگر بطور مستقیم روی سیلندر جداً خودداری گردد. محوطه خارجی اطراف انبار بایستی عاری از گیاه و علف های هرز خشک و یا زباله و ضایعات قابل اشتعال باشد.
* چنانچه گازهای مختلفی در یک محل ذخیره می شود، سیلندر باید برحسب نوع گاز، یا پروخالی بودن گروه بندی شوند، و ترتیب و فاصله گروهها بر حسب گازهای موجود باشد بگونه ای که در زمان آتش سوزی بتوان براحتی سیلندرها را جابجا کرد.
* سيلندر محتوي‌ گاز مايع‌ و یا سایر گازهای قابل اشتعال را نبايد در مجاورت‌ سيلندر محتوي‌ اكسيژن‌ يا هواي فشرده‌ قرار داد و سيلندرهاي‌ محتوي‌ اين‌ دو نوع‌ گاز را نبايد با هم‌ در يك‌ اتاق‌ يا انبار نگهداري‌ نمود. بلکه باید بصورت مجزا ذخیره شوند. در انبارهای داخل ساختمان، اکسیژن و سیلندر گاز سوخت باید با حداقل 20 فوت فاصله ذخیره شوند، یا باید یک پارتیشن مقاوم در برابر حریق بین سیلندر گاز اکسیژن و سوخت وجود داشته باشد.
* سیلندر نباید در دمای بالای F 125 و یا نزدیک رادیاتور و یا سایر منابع حرارت ذخیره شود ضمن اینکه در محل نگهداری سیلندرها (انبار) میبایست علامت هشدار دهنده "انجام کار گرم ممنوع" نصب گردد.
* سیلندرها را می توان در مقابل نور خورشید انبار نمود به جز در محلی که غالبا درجه حرارت شدید است.
  + در مورد گازهای خاص وجود سایبان الزامی است. بطور مثال از قرار دادن سیلندرهای گازکلر پر در معرض تابش مستقیم آفتاب اکیداً خودداری شود. سیلندرها استیلن هرگز نباید تحت گرمای شدید قرار گیرند زیرا افزایش بیش از حد گرما یا فشار باعث تجزیه گرمایی استیلن به اجزا سازنده اش کربن وهیدروژن می شود.
  + سیلندرهای گازهای تحت فشار و گاز هیدروکربنهای مایع نظیر پروپان و بوتان را در مجاورت کوره ها، بخاریها و جاهای گرم دیگر و در اماکنی که خطر آتش سوزی وجود دارد نباید انبار نمود. هرگز از شعله برای تشخیص نشت گاز قابل اشتعال استفاده نکنید. از آب و صابون استفاده کنید. اگر یخ یا برف بر روی سیلندر جمع شود، آب کردن برف یا یخ باید صرفا با استفاده از دمای اتاق و یا با آب با دمای کمتر از F 125انجام شود.
* در ساختمان‌ انبارهاي‌ ذخيره‌ سيلندرهاي‌ گاز مايع‌ نبايد از مصالح‌ ساختماني‌ قابل‌ اشتعال‌ استفاده‌ كرد. ضمن اینکه براي‌ انتقال‌ فشار به‌ خارج‌ (در مواقع‌ انفجار) بايد حداقل‌ ده‌ درصد سطح‌ جانبي‌ و سقف‌ انبار از شيشه‌ معمولي‌ (تا ضخامت‌ 4 ميليمتر) كه‌ در مقابل‌ فشار مقاوم‌ نباشد انتخاب‌ گردد. درهاي‌ اصلي‌ انبارهاي‌ ذخيره ‌سيلندرهاي‌ گازمايع‌ نبايد به ‌طرف‌ داخل‎ انبار باز‎شود.
* كليه‌ وسايل‌ برقي‌ انبارهاي‌ سرپوشيده‌ نظیر روشنایی و کلیدهای نصب شده ذخيره‌ سيلندرهاي‌ گاز مايع‌ بايد از نوع‌ ضد شعله (Flam Proof) وضدجرقه باشد. نصب تجهیزات الکتریکی از قبیل وسایل اندازه گیری برقی، جعبه فیوز، کلیدهای برق و امثالهم در انبار و محل نگهداری سیلندرهای گاز کلر ممنوع است.

### **1-2-12.** پیشگیری از انفجار

* روغن و گریس بسرعت در مجاورت اکسیژن با فشار بالا آتش گرفته و احتمال انفجار آن نیز میرود بهمین خاطر سیلندرها و متعلقات آن می بایست دور از منابع آلودگی نگهداری شوند.
* در جاهایی که هوا مستقیماً از کمپرسور تامین می شود هوای فشرده ممکن است حاوی روغن باشد و رگولاتورها را آلوده کند استفاده از چنین رگلاتوری برای کپسول اکسیژن بسیار خطرناک است. رگولاتورها بايد پس از استفاده توسط هواي خشك يا نيتروژن تميز شوند. فشار سنج اکسیژن می بایست بوسیله نوشته مشخص شده باشد و نبایستی با روغن تست گردد. قبل از شروع بکار باید شیر تنظیم کننده، فشارسنج و لوله ها و وسائل متصل به سیلندرهای اکسیژن را بازدید نموده و در صورتیکه آلوده به روغن یا گریس باشد نباید از سیلندر استفاده شود و مراتب را بایستی فوراً به مسئول کار اطلاع داده تا برای تمیز کردن آنها اقدامات لازم بعمل آید. سيلندرهاي اكسيژن و يا متعلقات مربوط به آن را نبايد با دستها، دستكشها و يا پارچه آلوده به روغن جابجا نمود.
* هیچوقت نباید اجازه داد که روغن یا گریس با هیچ قسمتی از وسائل مخصوص استفاده از استیلن تماس پیدا کند این وسائل عبارت از: سیلندرها، شیرهای سیلندرها، وسایل اتصال تنظیم کننده ها، لوله های لاستیکی، نازلهای شعله افکن و غیره می باشد.
* لوله و اتصالات چدنی نباید برای سیستمهای حاوی هیدروژن استفاده شود.

### **1-2-13.** تجهيزات كنترل فشار سيلندر در شرايط اضطراري

اگر سيلندرها در مجاورت آتش و گرما قرار گيرند (مثلا نگهداري در محيط هاي با دماي بالا) فشار آنها در حد خطرناكي افزايش مي يابد. تجهيزات كنترل فشار سيلندر در شرايط اضطراري از تركيدن سيلندرها در شرايطي كه فشار داخلي از حدود طراحي شده تجاوز كند جلوگيري مي نمايد.

## **1-2-14.** شيرهاي تخليه فشار يا شیر اطمينانSafety Relief Valve or Pressure Relief

اگر فشار درون سيلندر از حد ايمني فراتر رود شير اطمینان باز مي شود و گاز را تا حد کاهش فشار به محدوده ایمن تخليه مي كند. اما پس از بسته شدن شير مي توان از باقيمانده گاز سيلندر استفاده كرد. اين شيرها معمولا بخشي از سيلندر هستند و در حالت طبيعي توسط يك فنر در حالت بسته قراردارند.

* سیلندر حاوی گاز مایع باید بصورت عمودی حمل و نقل، ذخیره استفاده شود. تا امکان تخلیه دوره ای بخار به منظور حفظ فشار داخلی وجود داشته باشد.
* سیلندر استیلن نیز حاوی استن مایع است، لذا باید در وضعیت ایستاده حمل شوند و درصورتی که سیلندر بطور افقی حمل شود، باید قبل از استفاده حداقل یک ساعت در حالت قائم قرار بگیرد تا از خارج شدن استن توسط فشار گاز جلوگیری شود.

## **1-2-15.** ديسكهاي متلاشي شوندهRupture Discs))

به اين نوع وسايل گاهي ديسكهاي شكننده يا ديسكهاي منهدم شونده نيز مي گويند. اين ديسكها معمولا فلزی بوده و در فشار مشخصي مي تركند. که این فشار قبل از تركيدن كپسول است. پس از تخليه بسته نمي شوند و كل گاز موجود در سيلندر تخليه مي شود. به عنوان مثال سيلندرهاي گاز انيدريد كربنيك مجهز به دیسکهای متلاشی شونده مي باشند.

## **1-2-16.** پلاگهاي ذوب شونده: Fusible Plugs

پلاگهای ذوب شونده نسبت به دما حساسند و به تغييرات فشار عكس العمل نشان نمي دهند. لذا در شرايطي كه دما مي تواند يك واكنش انفجاري شيميايي و افزایش فشار ايجاد كند استفاده مي شوند. در چنين مواردي قبل از عمل كردن ديسكهاي متلاشي شونده يا شيرهاي تخليه ممكن است واكنش انجام شده در حالی که سيستم هاي مذكور دير عمل كنند. اين پلاگها از فلزاتي با نقطه ذوب پائين ساخته مي شوند. به عنوان مثال سيلندرهاي كلر و هچنین سيلندرهاي استيلن داراي پلاگ ذوب شونده هستند.

نکته مهم

همه سيلندرهاي تحت فشار داراي وسايل ايمني نيستند. بعضي از گازهاي سمي به حدي خطرناك هستند كه آزاد شدن آنها توسط يك وسيله ايمني مي تواند به مراتب خطر ناك تر باشد. سيلندرهاي اين نوع گازها بايد قادر به تحمل فشار بالاتري نسبت به كپسولهاي معمولي باشند.

## 1-3.کمپرسور

1-3-1. مهمترین خطر کمپرسورها افزایش فشار (overpressurisation)است، که ممکن است در اثر عوامل زیر بوجود آید:

* مسدود شدن خروجی و یا هرگونه محدودیت در جریان
* نقص در کنترل های خودکار همراه با مصرف/ورود کم هوا
* نقص و بد کار کردن کمپرسور، نظیر افزایش سرعت (overspeeding)
* حریق در نزدیکی سیستم فشار و افزایش دما
* رسوبات کربنی و ایجاد آتش سوزی یا انفجار
* آتش سوزی و انفجار در اثر اشتعال روغن و یا بخار روغن در سیستم فشار
* هوای کثیف یا مرطوب که می تواند از طریق انباشته شدن و متراکم شدن باعث مسدود شدن شیرهای ایمنی و نقص در سیستم شود. هوای مرطوب وکثیف و تجهیزات فرسوده از شایع ترین علل حوادث ناشی از تجهیزات بادی می باشد.

## **1-3-2.** تدابیر ایمنی

به هنگام رها شدن گاز در حجم زياد، نزديك شدن به كمپرسور به منظور بستن شير ممكن نيست به همين دليل بايد از شيرهايي که کمپرسور را در وضعيت اضطراري از سرويس خارج ميکند استفاده کرد. امکان بستن اين شيرها از اتاق کنترل وجود دارد. توجه داشته باشید از آنجا که توقف خودکار کمپرسور ممکن است بر ایمنی سیستم های وابسته به فشار تاثیر منفی داشته باشد، بطور مثال باعث از دست رفتن و يا كاهش هواي فشرده ابزار دقيق شده یا منجر به از سرويس خارج شدن سيستم يا انتقال بار به ديگر كمپرسورها شود ممکن است دستگاه هشدار افزایش دما نیز مورد نیاز باشد به طوری که قبل از توقف خودکار کمپرسور، اقدامات لازم بعمل آید. کمپرسورهای بزرگ سه مرحله یا بیشتر به یک دستگاه جداگانه برای هر مرحله نیاز دارند. برای کمپرسور های متوسط ​​و بزرگ که با هوا سرد می شوند باید دستگاه های حفاظتی برای نظارت بر افزایش دمای کمپرسور وجود داشته باشد. افزایش دمای کمپرسور ممکن است در اثر نقص در فن خنک کننده و یا وجود رسوب در سطوح خنک کننده ایجاد شود. نشتي ها و تركهاي ريز در سيستم هواي فشرده مي توانند باعث پرتاب شدن ذرات با سرعت بسيار زياد و خطر جدی برای چشم اپراتور و یا افراد مجاور باشند لذا استفاده از عينك ايمني به هنگام كار با چنين سيستمهايي ضروري است. البته استفاده از عينك حفاظ دار بيشتر توصيه مي شود. به علت دماي زياد در قسمت خروجي، از لوله هاي پلاستيکي و لحيم کاري به وسيله قلع استفاده نکنيد. دستگاهها نبايد درحالي كه محل اتصال ميل لنگ آنها حتي نيمه باز هستند به كار بيافتند، چرا كه اين كار باعث تركيدن آنها خواهد شد بهتر است كه شيرهاي تخليه انفجار محل اتصال ميل لنگ در سرويس باشند.

## **1-3-3.** بازدیدهای معمول

* تمام فشار سنج ها،گیج ها، ما نو مترها و عقربه های کمپرسور را بررسی کنید که سالم باشند.
* بازدیدهای معمول روزانه در کمپرسورهای رفت و برگشتی شامل موارد زیر است.
* آب خنک کننده باید بصورت بصری و به منظور اطمینان از چرخش و سیرکوله شدن صحیح آن بررسی شود این کار از طریق بررسی و مشاهده جریان خروجی و اندیکاتور جریان قابل اجرا است.
* فشار روغن ومیزان تغذیه باید بررسی شود تا از تامین روغن کمپرسور به میزان مورد نیاز (نه کمتر ونه بیشتر) اطمینان حاصل شود، میزان مصرف روغن باید ثبت شود زیرا مصرف زیاد روغن می تواند منجر به بروز آتش سوزی در پایین دست کمپرسور شود.
* فشار ودمای هوای خروجی باید بررسی شود.
* کارایی و عملکرد کمپرسور از طریق توجه به صداهای غیر معمول در هنگام کار کمپرسور باید بررسی شود.
* تمام نواقص باید رفع شده و سوابق آن نگهداری شود.
* در پایان روز، تمام روغن یا آب جمع شده در مخزن هوا، کولر و لوله های اصلی تامین هوا باید از نقاط تخلیه، تخلیه شود.
* کمپرسور تا حد امکان باید تمیز و فاقد رسوب ونشت روغن باشد.
* دریچه های تخلیه باید به منظور اطمینان از عدم وجود رسوب و مسدود شدن بررسی شود.
* فیلترها باید بررسی شده و فیلترهای مسدود و یا محدود کننده جریان باید جایگزین شود.
* هر سه ماه یکبار ماشین ها و حفاظهای داخلی شان (Interlocking Guards) باید بررسی شود.

## 1-4. خطوط اصلی هوا

در این بخش سیستم های لوله کشی، شیر آلات و اتصالات، از منبع تامین هوای فشرده تا نقطه استفاده مورد بررسی قرار میگیرد.

### 1-4-1. اندازه و سایز لوله ها

چنانچه سیستم تامین هوا به لحاظ اندازه و طراحی نامناسب باشد می تواند باعث گرسنگی/کمبود هوا در واحد های عملیاتی و خرابی ماشین آلات شود و بد عمل کردن مکرر ماشین ممکن است باعث تحریک اپراتورها به اتخاذ شیوه های ناایمن برای غلبه بر مشکل گردد. به عنوان یک راهنمای کلی، اندازه لوله باید به گونه ای باشد که افت فشار بین مخزن دریافت کننده هوای فشرده و دور ترین نقطه take off بیشتر از 5 درصد از فشار مورد نیاز با حداکثر 0.3 بار (PSI 4) نباشد. اندازه لوله در هر سیستم به طور معمول نباید کوچکتر از پورت خروجی از کمپرسور باشد.

### 1-4-2. جنس لوله ها

جنس شیلنگ انعطاف پذیر، باید متناسب با شرایط سایت از جمله درجه حرارت، روغن و فشار که شیلنگ در معرض آن خواهد بود باشد بطور مثال:

* + زمانی که روغنهای روان کننده در خطوط لوله وجود دارد، شیلنگ مقاوم در برابر آن روغن خاص باید مورد استفاده قرار گیرد.
  + جایی که شیلنگ برای توزیع تقریبا دائم هوای فشرده استفاده می شود، به عنوان مثال، سایت های ساخت و ساز، باید از شیلنگهای ضخیم استفاده شود.
  + شیلنگهای متوسط ​​و نازک برای کاربردهای عمومی مانند ماشین آلات پنوماتیک ثابت و سیلندرهای پنوماتیک، ابزارهای قدرتی کوچک و تجهیزات قابل حمل مورد استفاده قرار می گیرند.
  + شیلنگ مورد استفاده در ابزار قدرت دستی باید سبک و قابل انعطاف باشد.
  + در صورتي‌ كه‌ براي‌ انتقال‌ گاز مايع‌ از لوله‌هاي‌ قابل‌ ارتجاع‌ استفاده‌ مي‌گردد اين‌ لوله‌ها بايد از جنس‌ نرم‌ و در مقابل‌ گاز غيرقابل‌ نفوذ باشد و مقاومت‌ اين‌ لوله‌ها بايد براي‌ كار با گاز مايع‌ مناسب‌ باشد.

### 1-4-3. نحوه انتخاب اتصالات

خرابی رزوه های اتصالات شیلنگها نیز منجر به رها شدن ناگهانی شیلنگ و حرکت شلاق مانند متعاقب آن می شود برای پیشگیری از آن باید:

1. اتصالات تست فشار را برحسب اتصالات معیوب/ارجاعی در ظروف معین تفکیک کنید. این امر باعث سیستماتیک شدن جایگزینی اتصالات نو با اتصالات کهنه می گردد.
2. عموما اتصالات شیلنگ سازندگان مختلف با یکدیگر منطبق و سازگار نیستند. لذا باید اطمینان حاصل شود اتصالات مورد استفاده با یکدیگر منطبق وسازگارند.
3. حتی المقدور همواره از انواع جدیدتر اتصالات که استفاده از آنها ساده تر است استفاده نمایید تا بدین وسیله احتمال نقص در این زمینه کاهش یابد.
4. برای اتصال شلینگ ها حتما از بست های محکم و ایمن استفاده کنید و هرگز از سیم مفتولی معمولی برای این کار ا ستفاده نکنید.
5. خرابی رزوه اتصالات باعث کاهش سطح تماس اتصالات با تجهیز شده و لذا در هنگام تست فشار قادر به تحمل فشار نخواهد بود. این امر عموما بدلیل فشار زیاد و مکرر وارده بر اتصالات در هنگام بستن و یا آزاد شدن انرژی ایجاد میشود در هنگام بازدید و بررسی اتصالات و تایید امکان استفاده از تجهیز در تست فشار باید به خستگی فلز (تجهیز) توجه شود. برخی از نشانه های خستگی قابل مشاهده و بررسی است که از آن جمله بدشکل (دفرمه) شدن رزوه ها است.
6. در اثر آزاد شدن سیال تحت فشار، دمای آن به شدت کاهش می یابد. کاهش شدید دما می تواند باعث ایجاد انقباض در اتصالات و سایر قطعات شده که می تواند باعث نقص وخرابی آنها گردد بخصوص در مواردی که اتصالات از دو یا چند ماده مختلف ساخته شده باشد.

### 1-4-4. حفاظت در برابر صدمات مکانیکی

ابزارهای دستی بادی، هوزهای آتش نشانی و ... معمولا به شیلنگ های انعطاف پذیر طویل متصل اند که به احتمال زیاد در طی دوره کاری ممکن است در معرض آسیب مکانیکی قرار بگیرند صدمات مکانیکی، استفاده ناصحیح از شیلنگ و فرسودگی شیلنگ می تواند منجر به پارگی و تخلیه ناگهانی هوا یا سیال فشرده شده و ممکن است بخشی از شیلنگ بصورت شلاق مانند به اطراف پرتاب شده و ضربه بزند. مسیر لوله نباید در معرض خطر بوده یا موانعی برای دسترسی به آن وجود داشته باشد، بلکه باید از مناطقی که ممکن است در معرض آسیب های مکانیکی باشند به دور باشد. بطور مثال:

1. شلینگ های هوای فشرده نباید در مسیر تردد افراد و وسایل نقلیه باشند.
2. لوله باید توسط سینی و یا ساپورتها دیگر که در فواصل مناسب نصب شده اند محافظت شود.
3. باید از خم شدن شیلنگ به خصوص در نقاط اتصال یا کشیده شدن یا پیچانده شدن بیش از حد شیلنگ، اضافه کردن یک قسمت انتهایی جدید به شیلنگ، بریدن شیلنگ، اجتناب شود.
4. تقویت شیلنگ از طرق اضافه کردن یک قسمت انتهایی جدید به شیلنگ، موجب کاهش یکپارچگی آن میشود.
5. بریدن شیلنگ باعث کوتاهتر شدن آن میشود. این امر می تواند باعث افزایش غیرمجاز استرس برروی شیلنگ شود.
6. تاب خوردن، خمش و ... منجر به شکستگی هایی در شیلنگ میشود که حتی در صورت حلقه کردن صحیح آن در استفاده های مجدد برطرف نخواهد گردید.
7. تمام شیلنگهای در معرض خم شدن و یا آسیب های مکانیکی باید از نظر وجود نشانه های ترک خوردگی و شکاف بازرسی و در صورت لزوم جایگزین شوند.
8. از شیلنگهای با اندازه مناسب استفاده کنید و شیلنگهای اضافی باید دور سیلندر بشکل مناسب پیچیده شوند از شیلنگهای طویل در حالتی که ضرورت ندارد، استفاده نشود و تمهیدات لازم برای جلوگیری از سقوط سیلندر و صدمه زدن به شیلنگ اتخاذ شود. شیلنگها نباید از روی لبه تیز عبور داده شوند، زیرا باعث آسیب به شیلنگ می شود محل نگهداری شیلنگها باید بگونه ای باشد که از برخورد فلزات و ریزش جرقه یا شعله مشعل و همچنین مواد خورنده در امان باشد.

### 1-4-5. طول عمر

تمام شیلنگها در طی زمان دچار فرسودگی میشوند، تغییرات شیمیایی در ترکیبات تشکیل دهنده شیلنگ می تواند باعث تغییر و تخریب ساختار ملکولی و ضعیف شدن شیلنگ شود.

1. روشی برای تعیین دقیق عمر مفید شیلنگهای مستمعل وجود ندارد چون ممکن است مواد فرسوده شده باشد، یا بیش از حد تحمل تحت تنش و بار قرار گرفته باشد.
2. استفاده مجدد از شیلنگهای مستعمل بهیچ وجه مجاز نیست زیرا هرچند ممکن است ظاهرا شیلنگ مستعمل مناسب و بدون عیب به نظر آید و حتی در تست فشار نیز بدون عیب و نقص تشخیص داده شود عوامل دیگری بر یکپارچگی آن تاثیر گذار است.

### 1-4-6. تجهیزات حفاظتی

1. تمام لوله های فرعی یک زیر سیستم نیز باید دارای Stop Valve باشند تا بتوانند بصورت مجزا جداسازی شوند.
2. اتصال تمام شیلنگهای با قطر بیشتر از 10میلی متر، بیش از 10 متر طول و یا تحت فشار بیش از 7 بار، باید دارای یک سوکت خود-تهویه باشد که قبل از امکان پذیر شدن قطع ارتباط شیلنگ و تجهیز فشار پایین دست را آزاد نماید.
3. هر قسمت‌ از لوله‌ حامل‌ گاز مايع‌ (اعم‌ از لوله‌ قابل‌ ارتجاع‌ يا غيرآن‌) را كه‌ امكان‌ بسته‌‎شدن‌ دو سر آن‌ وجود داشته‌ باشد بايد مجهز به‌ يك‌ سوپاپ‌ اطمينان‌ باشد و بين‌ اين‌ سوپاپ‌ اطمينان‌ و لوله‌ هيچ‌ نوع‌ شير ديگري‌ نبايد نصب‌ گردد.
4. از تجهیزات ایمنی کاهش فشار باید در هر جای لوله که ممکن است هیدروژن مایع محصور گردد استفاده شود.
5. لوله و اتصالات مرتبط که بین کمپرسور و گیرنده هوا ارتباط برقرار می کنند باید به سادگی قابل تمیز کردن باشند. زیرا رسوب کربن در لوله ممکن است موجب انفجار شود.

## 1-5. الزامات ایمنی تست های فشار

1. زمانی که تجهیز تعمیر یا اصلاح می شود، کل تجهیز مجددا باید تحت تست فشار قرار بگیرد. تست فشار عبارت است از بکارگیری انرژی ذخیره شده، به منظور تایید استحکام، یکپارچگی و/یا عملکرد خطوط لوله، برجها، راکتورها، مخازن و سایر ظروف تحت فشار.
2. تستهای تحت فشار از جمله فعالیتها پرریسک محسوب میشود. زمانی که از انرژی ذخیره شده برای تست اولیه یک تجهیز استفاده میشود احتمال آزاد شدن ناخواسته و برنامه ریزی نشده فشار و آسیب دیدن افراد واقع در منطقه خطر وجود دارد آزاد شدن انرژی تحت فشار می تواند باعث :

پارگی مدار تست فشار و لذا پرتاب قطعات متلاشی شده شود.

نقص و خرابی اتصالات یا قطعات و لذا ایجاد ترکش گردد.

1. نقص در شیلنگ حاوی سیال تحت فشار موجب جدا شدن و رها شدن آن از منبع فشار شده که متعاقبا موجب حرکات شلاق مانند شیلنگ و برخورد آن به افراد و اشیا می شود.
2. آزاد شدن ناگهانی سیال تحت فشار (مدیا تست فشار) باعث آسیب، سوختگی، آسیب به چشم و یا ورود سیال تحت فشار به بدن می گردد.
3. زمانی که تست به عنوان آخرین مرحله تایید یک تجهیز یا فرایند بزرگ انجام میشود نیز باید این اطمینان حاصل شود که نقص در تجهیزات باعث آسیب سایرین اعم از ساختمانهای مجاور و افراد عامه نشود. زمانی که نمی توان یک اتاقک دائمی برای این منظور تهیه کرد باید از موانع موقتی، وسایل استحفاظی و علایم هشدار استفاده شود. تست را در ساعات خلوت انجام دهید.
4. جریان پرفشار و کم قطر پرتابی می تواند باعث سوراخ شدن پوست گردیده و وارد بدن شود. ورود سیال تحت فشار به بدن می تواند باعث صدمات شدیدی به بافتها و از دست دادن اندامها گردد. حداقل فشار مورد نیاز برای سوراخ شدن پوست توسط جریانی از سیال تحت فشار، 7 بار یا 100 psi است.اگر سیال تحت فشار وارد بدن شد، می تواند باعث قانقاریا شود لذا مصدوم باید فورا به مرکز درمانی دارای پزشک منتقل شود و ظرف مدت کوتاهی بوسیله عمل جراحی خارج شود.
5. دستورالعمل انجام تست فشار باید روشهایی را برای جلوگیری از افزایش فشار غیرمجاز تجهیزات مشخص کند. عموما این کار از طریق اتصال شیر ایمنی کاهش فشار به تجهیز مورد آزمایش انجام می شود.
6. بیان نماید بعد از تست فشار، چگونه فشار، بطور ایمن تخلیه می گردد، این امر عموما با استفاده از اتصال شیر تخلیه کنترل از راه دور در فاصله ای دور از منطقه خطر انجام میشود. باید امکان دسترسی ایمن به شیر تخلیه در هنگامی انجام تست فشار وجود داشته باشد.
7. ضروری است در پایین دست تجهزات تحت تست فشار، فشارسنجی برای اطمینان از صفر بودن فشار نصب گردد.
8. باید تعیین شود چگونه ممکن است یک سیستم تحت تاثیر تست فشار قرار گرفته و چه نقایص و خرابی هایی ممکن است بوجود آید.
9. برای کاهش انرژی ذخیره شده سیال تست فشار از آب تحت فشار بجای گازهای تحت فشار استفاده گردد.
10. در صورت امکان، حجم سیال تست فشار را کاهش دهید. این کار را میتوان از طریق قرار دادن توپهای فلزی، یا اتصالات قابل انعطاف در مسیر تست فشار انجام داد. اطمینان حاصل کنید استفاده از قطعات فوق مانع تحت فشار قرار گرفتن کلیه بخشهای تجهیز تحت تست فشار یا ایجاد خستگی تجهیزات نگردد.
11. حجم سیال تست فشار خطوط لوله واتصالات را می توان با قراردادن صفحات محدود کننده کاهش داد. از این وسیله می توان برای افزایش فشار بخشهای خاصی از سیستم استفاده نمود.
12. زمانی که از آب، امولوسیون یا روغن برای تست فشار استفاده میشود، باید اطمینان حاصل شود که هوای سیستم و تجهیز مورد آزمایش فشار، از قبل تخلیه شده و عاری از هوا است.
13. تست فشار همواره باید با اعمال مقادیر کم فشار آغاز شود که میزان آن از حدود عملیاتی کمتر باشد. این اقدام به منظور اطمینان از یکپارچگی سیستم است. افزایش فشار باید بصورت مرحله ای انجام شود و در هر مرحله باید برای مدت زمانی فشار را ثابت نگه داشت. این اقدام به منظور کاهش احتمال آزادشدن انرژی در اثر نقص در یکی از قطعات یا تجهیزات تحت فشار است.

### 1-5-6. بررسی نشت

دستورالعمل فشار باید شامل جزئیات نحوه شناسایی نشت باشد، برای این منظور :

1. فشار تست باید حتی المقدور و پیش از مرحله بررسی نشت کاهش یابد.
2. بهتر است تست نشتی فقط بعد از اینکه تجهیز مورد نظر بطور موفقیت آمیز تحت فشار قرار گرفت، انجام گردد. (به منظور شناسایی یکپارچگی اولیه تجهیز تحت فشار)
3. استفاده از گیج های دیجیتال، می تواند ابزار دقیقی برای شناسایی نشتهای کوچک فراهم نماید و حضور فیزیکی در مجاورت تجهیز تحت تست فشار را به حداقل برساند.

مشاهده از نزدیک مراحل تست، مشروط به شرایط زیر مجاز است : اثبات عدم انجام یا بکارگیری سایر روشها برای شناسایی محل نشت، اثبات قابل کنترل بودن میزان ریسک

برای تست های پنوماتیک شناسایی منبع و محل نشت دشوار است لذا با استفاده از روشهای زیر باید نسبت به شناسایی محل نشت اقدام نمود:

1. قراردادن دوربین مداربسته در مخزن آب برای مشاهده از راه دور: استفاده از تلوزیون مداربسته امکان مشاهده مراحل مختلف تست و شناسایی نشت را برای مسئولین آزمایش فشار فراهم می آورد. ضمن اینکه سوابق تصویری تست نیز قابل نگهداری خواهد بود.
2. استفاده از یک اتاقک دارای روزنه بازدید تجهیز تحت تست فشار (برای قراردادن نازل دستگاه اندازه گیری گاز یا بکار بردن آب صابون برای تمام اتصالات).

در تستهای هیدرولیک، نشت سیال در محل نشت آثاری برجا خواهد گذاشت زمانی که از اب استفاده میشود می توان از افزودن رنگ به آب برای شناسایی محل نشت استفاده نمود.

### 1-5-7. نحوه نظارت

ضروری است در دستورالعمل تست فشار بوضوح نحوه انجام نظارت بیان شده باشد. ناظر دارای نقش کلیدی در اطمینان از اجرای صحیح و کامل دستورالعمل تست فشار است. ناظر باید به طور منظم روشهای اجرایی را بازبینی نموده و اقدامات غیرقابل انجام یا ناکافی را مشخص نماید در اینگونه شرایط ترتیبات و اقدامات دیگری باید به منظور کنترل ریسک شناسایی شده در دستورالعمل جایگزین شود.

## 1-6. دیگ های بخار

مولد بخار يا ديگ‌ بخار (بویلر) به‌ دستگاه‌ يا محفظه‌ بسته‌اي‌ اطلاق‌ مي‌شود كه‌ در آن‌ بخار آب‌ با فشار بيشتر از فشار هواي‌ خارج‌ توليد مي‌گردد.

### 1-6-1. نقایص و خرابی های دیگ های بخار

#### 1-6-1-1. خطای طراحی

امروزه نقص های ناشی از طراحی بسیار نادر است بلکه نقص عموما در اجزای دیگ، درزهای جوش داده شده، لبه ها، خمیدگی ها و سایر اتصالات یافت میشود زیرا فنون تولید نمی توانند تضمین کنند که قطعات مطلقا عاری از عیب باشند

#### 1-6-1-2. محل نصب

دیگ ها و ظروف تحت فشار باید در جایی نصب شود که عواقب بد کارکردن و انفجار و ترکیدن را به حداقل برساند دیگ ها و ظروف تحت فشار بزرگ باید در اتاقهای مجزایی نصب شود که فقط افراد مجاز به ان دسترسی داشته باشند. اسکلت ساختمان باید قدرت واستحکام لازم را نه فقط برای تحمل وزن ثابت بلکه برای تعیین عملکرد مطمئن دیگ های بخار در صورت وقوع زمین لرزه داشته باشد.

#### 1-6-1-3. نشت آب

نشت آب سبب می شود سطح آب به زیر حداقل سقوط کند. چنانچه آب کافی در دیگ ها وجود نداشته باشد لوله ها می سوزند و یا در برخی دیگر از انواع دیگ ها ممکن است دیگ ها بترکند. حتی در مواردی وارد کردن آب تازه به دیگ دارای کاهش شدید آب، می تواند منجر به ترکیدن آن شود. لذا باید در هر دیگ دست کم، دو درجه مستقل آب وجود داشته باشد. سازنده دیگ، ترکیب بهینه آب تغذیه دیگ برای حصول اطمینان از حداقل تاثیرات زنگ زدگی و جلوگیری از رسوب در داخل لوله ها تعیین میکند. اینگونه رسوبات به کارآیی دیگ زیان وارد آورده و ممکن است سبب داغ شدن واضمحلال فلز بشوند.

آب‌ نماها بايد طوري‌ نصب‌ و مستقر گردد كه‌ چنانچه‌ سطح‌ آب‌ در پايين‌ ترين‌ نقطه‌ قابل‌ رويت‌ برسد هنوز آب‌ به‌ ميزان‌ كافي‌ در ديگ‌ براي‌ جلوگيري‌ از خطرات‌ احتمالي‌ وجود داشته‌ باشد.

مولد بخار بايد لااقل‌ مجهز به‌ سه‌ شير كنترل‌ سطح‌ آب‌ باشد و اين‌ شيرها در همان‌ ارتفاع‌ حد فاصل‌ قسمت‌ تحتاني‌ و فوقاني‌ شيشه‌ آب‌ نماها نصب‌ شده‌ باشند.

فشنگهاي‌ فوزيبل‌ مولد بخار كه‌ به‌ عنوان‌ وسيله‌ اضافي‌ براي‌ اعلام‌ خطر كم‌ شدن‌ سطح‌ آب‌ به‌ كار مي‌رود بايد در فواصلي‌ كه‌ از 12 ماه‌ تجاوز نكند تعويض‌ گردد و پوسته‌ فشنگ‌ نبايد مجدداً مورد استفاده‌ قرار گيرد.

در مولدهايي‌ كه‌ فشار آنها از 5/17 كيلوگرم‌ بر سانتيمتر مربع‌ زيادتر باشد نبايد فشنگ‌ فوزيبل‌ به‌ كار برد.

مولدها بايد مجهز به‌ دو دستگاه‌ سيستم خودكار (الكتريكي‌ يا الكترونيكي‌) كنترل‌ سطح‌ آب‌ باشد به‌ طوريكه‌ بتوانند مراحل‌ زير را كنترل‌ نمايند:

الف‌ - روشن‌ كردن‌ پمپ‌ تغذيه‌ جهت‌ تامين‌ كمبود آب‌ و خاموش‌ كردن‌ آن‌ بعد از تامين‌ آب‌ لازم.

ب‌ - در صورتي‌ كه‌ پمپ‌ تغذيه‌ آب‌ روشن‌ نشده‌ و سطح‌ آب‌ مولد از حد مجاز پايين‌ تر برود سوخت‌ مشعل‌ قطع‌ گردد.

ج‌ - چنانچه‌ پس‌ از قطع‌ سوخت‌ باز هم‌ پمپ‌ عمل‌ ننمايد منجر به‌ قطع‌ و خاموش‌ نمودن‌ كل‌ سيستم‌ مشعل‌ گردد.

هر مولد بخار بايد حداقل‌ مجهز به‌ يك‌ لوله‌ تخليه‌ يا زير آب‌ باشد كه‌ به‌ پايين‌ ترين‌ سطح‌ آب‌ ديگ‌ مربوطه‌ بوده‌ وروي‌ آن‌ يك‌ شير نصب‌ شود تا بوسيله‌ آن‌ بتوان‌ تمام‌ آب‌ ديگ‌ را خارج‌ نمود.

درمولدهاي‌ بخار باسوخت‌ گاز بايد هر سوخت‎پاش(مشعل‌) به‎ وسايل ‌‎زير مجهز باشد:

الف‌ - ديگ‌ شير مخصوص‌ به‌ منظور قطع‌ سريع‌ گاز.

ج‌ - يك‌ سد كننده‌ قابل‌ تنظيم‌ هواي‌ مورد نياز كه‌ بتواند به‌ طور كامل‌ ورود هوا را قطع‌ كند.

به‎ منظور اطمينان‌ از نگاهداري‌ صحيح‎ سطح‎ آب‌ درمولد بخار متصدي‌ مربوطه‌ لازمست‌:

الف‌ - در ابتداي‌ هر پست‌ و همچنين‌ چند دفعه‌ در ضمن‌ پست‌ سطح‌ آب‌ را به‌ وسيله‌ شيشه‌ آب‌ نما و شيرهاي‌ كنترل‌ سطح‌ آب‌ رسيدگي‌ نمايد.

هر مولد بخار بايد داراي‌ يك‌ يا ترجيحاً دو آب‌ نما باشد.

ز - لازمست‌ حد مجاز سطوح‌ پايين‌ و بالاي‌ آب‌ توسط‌ علامت‌هايي‌ روي‌ لوله‌ آب‌نما مشخص‌ گردد.

### 1-6-2.کم شدن ضخامت مخازن

کم شدن ضخامت مخازن ناشی از زنگ زدگی و خوردگی از داخل یا خارج می باشد. درجه حمله شیمیایی (زنگ زدگی) سطوح خارجی و داخلی لوله و وسعت خراش مکانیکی (خوردگی) لوله ها به گازهای حاوی ذرات غیرقابل اشتعال و کیفیت آب تغذیه و ترکیب محصولات اشتعالی بستگی دارد. قاعدتا از بین رفتن ضخامت جدارها پدیده ای موضعی است، که ترک های ریزی ایجاد میکند و از آن طریق ممکن است مقادیر اندک بخار نشت کند چنانچه این پدیده به موقع مشاهده شود دیگ باید خاموش و لوله هایی که جدارشان نازک تر از حد مجاز است تعویض گردد لیکن در صورت عدم تشخیص می تواند موجب بروز انفجار شود.

ضخامت سنجی دیگ های بخار و منابع تحت فشار باید بصورت سالیانه انجام شود. ضخامت سنجی در مورد دیگ های بخار معمولا پس از عملیات تست هیدرواستاتیک و به وسیله دستگاههای التراسونیک انجام می گیرد.

### 1-6-3. انفجار گاز

در دیگ هایی که با سوخت مایع میسوزند این خطر وجود دارد که بخارهای سوخت (گاز نسوخته) در کوره جمع شوند و با اکسیژن مخلوط شوند. این مخلوط قابل انفجار ممکن است به واسطه دیواره های داغ کوره منفجر شوند. برای محدود کردن صدمه ناشی از انفجار، هواکش های انفجاری خاص تعبیه میشود که گازهای انفجاری را به مکان بی خطری بیرون کارخانه تخلیه نمایند.

### 1-6-4. فشار مفرط در دیگ:

افزایش فشار در داخل دیگ که بر اثر خرابی وسایل ایمنی یا آزاد شدن بخار دیگ ایجاد میشود ممکن است منجر به انفجار شود.

## 1-6-5. تجهیزات حفاظتی دیگهای بخار

#### 1-6-5-1. پرشر سوئیچ ها

برای کنترل فشار داخل دیگ بخار استفاده شده و در زمان نیاز دستگاه را قطع یا وصل می نماید این دستگاه همانطور که از بیانش مشخص است زمانی که فشار داخل دیگ از حالت تنظیم بالاتر رفت برق سیستم، مشعل را قطع کرده و دیگ از بهره برداری خارج می شود. آن را روی دیگ بخار نصب کرده تا میزان فشار را کنترل کند.

توجه داشته باشید که در قسمت بالای پرشرسوییچ دو عدد پیچ وجود دارد که یکی مربوط به کم وزیاد کردن فشار (برای تنظیم فشار مورد نظر) و دیگری که روی آن کلمه دیفرانسیل نوشته شده جهت کم وزیاد کردن حساسیت رله بکار میرود.

هر هفته حداقل یک مرتبه پرشر سوئیچ ها باید آزمایش شود در حدی که به نقطه باز شدن سوپاپ اطمینان برسد در این حالت سوپاپ اطمینان عمل کرده و مشعل دیگ بخار نیز در این حالت خاموش شود و پس از اینکه پرشر سوئچ دقت لازم را داشت مجددا به حالت اولیه برمیگردد.

### 1-6-6. سوپاپ‌هاي‌ اطمينان‌

در قسمت بالای دیگ بخار (بدون واسطه) نصب میشود این قطعه جهت جلوگیری از افزایش بیش از حد معمول فشار داخلی دیگ بخار بکار میرود. کلید کنترل فشار (پرشر سوئیچ) تا زمانی قادر به تنظیم فشار است که کلیه سیستم از عملکرد درست برخوردار باشد ولی اگر به عللی مشکل در سیستم کنترل پیش آید کلید فشار قادر به از کار انداختن مشعل نباشد از سیستم سوپاپ اطمینان استفاده میگردد که سریعا پس از بالا رفتن فشار داخل دیگ بخار از میزان تنظیم شده، سوپاپ اطمینان باز شده و دو کار اساسی را انجام میدهد.

1-فشار بخار داخل دیگ بخار را تقلیل میدهد

2-با صدای زیادی که ایجاد میکند اپراتور مطلع شده به اشکالات بوجود آمده رسیدگی می نماید.

هر روز سوپاپ اطمینان با دست حرکت داده شود تا اینکه رسوبات بوجود آمده باعث خرابی سیستم سوپاپ و بوجود آمدن مشکل فنی نگردد در غیر اینصورت ممکن است در زمان نیاز سوپاپ اطمینان عمل نخواهد کرد بلکه باعث ترک لوله ها شده و از آب بندی خارج خواهد شد.

تعداد سوپاپ های هر ظرف تحت فشار به حجم سیال، سرعت تبدیل به فاز گازی و افزایش فشار و ظرفیت سوپاپ بستگی دارد

در صورت سمی بودن یا قابلیت اشتعال سیال، خروجی سوپاپ اطمینان می بایست به ارتفاع یا منطقه بی خطری تخلیه شده ویا سوزانده شود.

سیال تحت فشار بر اساس ویژگی های فیزیکی و یا شیمایی اش ممکن است باعث آسیب به اجزا سوپاپ اطمینان شود.

بخار داغ‌ كن‌ (سوپر هيترهايي)‌ كه‌ مجزا از مولد بخار نصب‌ شده‌ باشند لازم‌ است‌ مجهز به‌ يك‌ يا چند سوپاپ‌ اطمينان‌ نزديك‌ دهانه‌ خروجي‌ بخار باشند چنانچه‌ بخار داغ‌ كن‌ بلافاصله‌ متصل‌ به‌ لوله‌ رابطي‌ (كلكتور) بوده‌ و جريان‌ دائم‌ بخار در آن‌ برقرار باشد ممكن‌ است‌ سوپاپ‌هاي‌ اطمينان‌ را در هر نقطه‌ از كلكتور قرار دهند.

چنانچه‌ مولد بخار داراي‌ پيش‌ گرم‌ كن‌ آب‌ (اكونومايزر) باشد لازمست‌ اين‌ قسمت‌ نيز مجهز به‌ يك‌ سوپاپ‌ اطمينان باشد. ‌

قبل‌ از باز كردن‌ شيرهاي‌ آبرساني‌ براي‌ پركردن‌ مولد شير تخليه‌ هوا بايد باز باشد تا هواي‌ موجود به‌ آساني‌ تخليه‌ گردد.

ب‌ - به‌منظور خارج‌ ساختن‌ هرگونه‌ بخار يا گازي‌ كه‌ ممكن‌ است‌ موجب‌ انفجار گردد فضاي‌ اطاق‌ بخوبي‌ تهويه‌ شده‌ باشد.

اگر شعله‌ برگشت‌ نمايد سوخت‌ اجاق‌ بايد كاملاً قطع‌ شود و قبل‌ از آتش‌ كردن‌ مجدد بايد اجاق‌ را كاملاً تهويه‌ نمود.

# پیوست

چک لیست ایمنی گازها و مایعات تحت فشار: IGEDC-020- OO- HSE- CH-1033 -00-92