

تخلیه هوا و گازهای میعان ناپذیر از سیستم های بخار

شرکت پارس جم کنترل

از: مهندس زهرا کبیر

یکی از مشکلات اساسی در سیستم های بخار وجود هوا و گازهای میعان ناپذیر است که در عملکرد و کارایی سیستم بخار مشکلاتی پدید می آورند. برای مثال، رسانندگی گرمایی هوا برابر با $0.24/0$ وات بر کلون متر می باشد، در حالی که رسانندگی گرمایی آب معادل $0.563/0$ ، آهن $71/8$ و مس 385 وات بر کلون متر است. عدم تخلیه هوا و گازهای میعان ناپذیر از سیستم بخار موجب کاهش حداقل 21 درصد از راندمان انتقال حرارت می شود. از آنجایی که هوا بعنوان یکی از قوی ترین عایق های حرارتی بشمار می رود، تخلیه هوا یکی از اصلی ترین راهکارهای افزایش راندمان سیستم های بخار است.

بعلاوه، عموماً سیستم های بخار به گونه ای طراحی نشده اند که در لحظه راه اندازی و نیز کارکرد سیستم توانایی تخلیه هوا را داشته باشند. زمانی که شبکه بخار یا یکی از تجهیزات آن در سرویس نباشد، فشار سیستم کاهش یافته، بخار به کندانس تبدیل شده و حجم آن به میزان بسیار زیادی کاهش می یابد. این کاهش حجم منجر به ایجاد خلاء در شبکه یا تجهیز شده و در نتیجه هوا از طریق اجزاء مختلفی از جمله شیرآلات تخلیه هوا (Air Vents)، شیرهای خلاء شکن، پکینگ ساقه شیرآلات و فلنج ها به داخل شبکه کشیده شده و جایگزین خلاء ایجاد شده می شود.

آب تغذیه دیگ شامل درصد کمی از گازهای میعان ناپذیر به صورت محلول می باشد. هنگامی که آب دیگ از مایع به بخار تغییر فاز می دهد، گازهای میعان ناپذیر آزاد شده و به همراه بخار به داخل سیستم کشیده می شوند. بخار انرژی نهان خود را در طول انجام فرآیند آزاد کرده و با از دست دادن انرژی در طول سطح حرارتی به کندانس تبدیل می شود. در مقابل، گازهای میعان ناپذیر چگالیده نشده و تا زمانی که تخلیه نگردند در طول سطح حرارتی باقی می مانند.

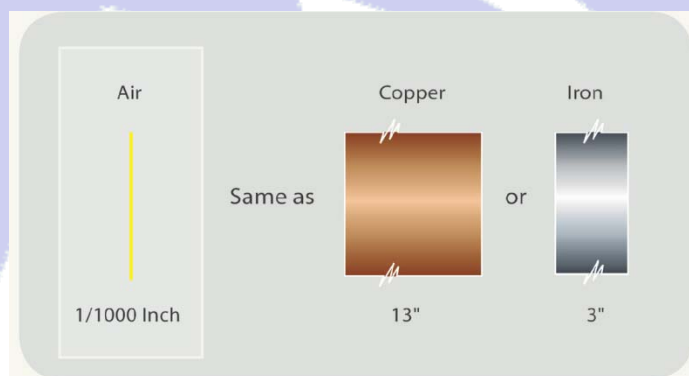
وجود شیرهای خلاء شکن بر روی تجهیزات حرارتی به علت ایجاد امکان تخلیه ثقلی کندانس از تجهیز مربوطه ضروری می باشد. در صورت عدم وجود شیرهای خلاء شکن بر روی تجهیزات حرارتی، خلاء ایجاد شده کندانس را

در سیستم نگه داشته و به تبع آن خط بخار هوای مورد نیاز خود را از سایر تجهیزات سیستم بخار از جمله پکینگ ساقه شیرآلات یا فلنج ها به داخل کشیده و جایگزین خلاء ایجاد شده می کند. در اولین گام راه اندازی دوباره سیستم بخار و تجهیزات حرارتی می باید هوا را تخلیه نمود.

نحوه اثرگذاری هوا در سیستم بخار

• هوا موجب کاهش راندمان انتقال حرارت می شود:

در سطوح انتقال حرارت، انرژی نهان بخار به دلیل اختلاف دما از بخار به سیال فرآیندی منتقل شده و بخار به آب (کندانس) تبدیل شده و بصورت ثقیلی از سیستم تخلیه می شود. این در حالی است که گازهای میعان ناپذیر و هوا درون شبکه باقی مانده و لایه عایقی را بر روی دیواره سطح انتقال حرارت ایجاد می کند. یک لایه هوا یا گازهای غیر قابل میعان به ضخامت 0.001 اینچ مقاومتی معادل یک دیوار آهنی به ضخامت 3 اینچ در برابر انتقال حرارت ایجاد می کند. (شکل شماره ۱). انرژی گرمایی در لحظه عبور از سطح انتقال حرارت باید از این لایه عایق نیز بگذرد.



شکل شماره ۱: مقاومت هوا در مقایسه با مس و آهن

انرژی گرمایی نهان بخار در مسیر رسیدن به مواد فرآیندی می بایست از موانع متعددی بگذرد:

(۱) لایه ثابتی از هوا یا بخار در قسمت بخار

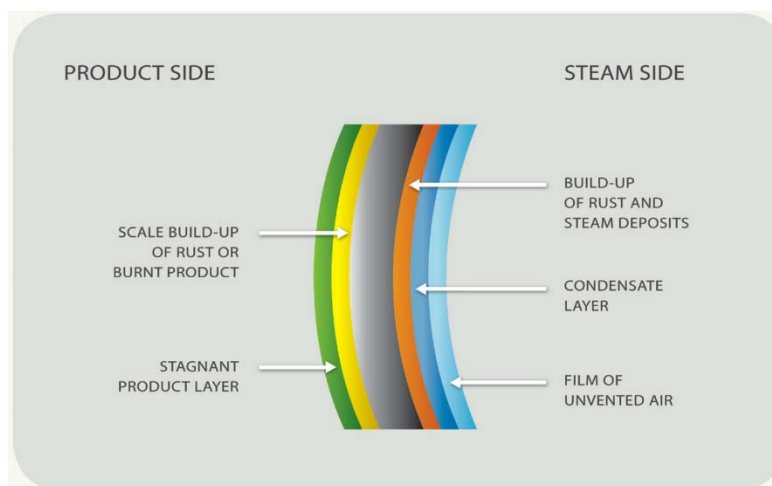
(۲) لایه کندانس

(۳) زنگ زدگی یا مواد خورده شده

(۴) دیواره فلزی منتقل کننده حرارت

(۵) قسمت محصول - محصول سوخته

(۶) لایه ثابتی از مواد بر روی دیواره قسمت محصول



شکل شماره ۲: موانع انتقال انرژی

• هوا موجب کاهش دمای بخار می شود:

قانون فشارهای جزئی دالتون بیان می کند که در مخلوطی از گازها و بخارات، فشار کل مخلوط با مجموع فشارهای جزئی هر یک از گازها یا بخارات برابر است. هر فشار جزئی، کسری از فشار کل بوده و این فشار رابطه مستقیمی با حجم هر یک از اجزا داشته و واحد آن بر حسب واحد فشار مطلق می باشد. برای مثال، فشار مخلوطی از ۲۵٪ هوا و گازهای غیر قابل میعان و ۷۵٪ بخار برابر با ۱۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع مطلق (psia) می باشد. (در دمای ۳۳۷/۸۷°F)

فشار جزئی بخار برابر با 114.7×0.75 یا ۸۶/۰۲ psia در دمای ۳۱۷°F.

فشار جزئی هوا برابر با 114.7×0.25 یا ۲۸/۵۶ psia.

دمای بخار اشباع در فشار ۱۱۴/۷ psia برابر با ۳۱۷°F می باشد. در حالی که دمای خط بخار و یا تجهیزاتی که از مخلوطی از ۲۵٪ هوا و گازهای غیر قابل میعان و ۷۵٪ بخار پر شده باشد برابر با ۳۳۷/۸۷°F است.

گازهای میعان ناپذیر و هوا مشکلات دیگری را نیز برای سیستم بخار بوجود می آورند. حجم هوا و گازهای غیر قابل میعان بر روی سطح انتقال حرارت ثابت نمی باشد. ضخامت لایه ثابت هوا بر اساس سرعت، جهت جریان، پرداخت سطح فلزی جداره و غیره تغییر می کند.

صنایع مختلف با افزایش فشار بخار سعی در مقابله با مشکلات ایجاد شده توسط هوا و گازهای میعان ناپذیر دارند، در حالیکه در مقابل، هزینه بیشتری جهت تولید بخار با فشار بالاتر به آنها تحمیل می شود.

حذف گازهای میعان ناپذیر و هوا از سیستم بخار

ادوات و روش هایی جهت تخلیه گازهای میعان ناپذیر و هوا

الف- شیر دستی:

معایب:

۱- نیاز به نیروی بهره بردار جهت کار با شیر

مزایا:

۱- حصول اطمینان نیروی بهره بردار از تخلیه کامل هوا

۲- تخلیه کندانس توسط نیروی بهره بردار در زمان راه اندازی

۳- استفاده به طور معمول در خطوط بخار و کندانس تحت فشار

ب- شیر اتوماتیک:

معایب:

۱- امکان خرابی شیر هواگیر و نیاز به تعمیرات

۲- عدم حصول اطمینان از تخلیه کامل هوا

مزایا:

۱- عدم نیاز به حضور نیروی بهره بردار در محل شیر

ج- تجهیز هواگیر:

در تشخیص مخلوط هوا/بخار از بخار ۱۰۰٪، فاکتور کلیدی دما می باشد. به همین علت، در تجهیز هواگیر

اتوماتیک یک قطعه ترموستاتیکی آکاردئونی و یا کپسولی قرار داده شده است. (شکل شماره ۳)

شکل شماره ۳: شیر هواگیر

شیر هواگیر اغلب در تجهیزات انتقال حرارتی بکار می‌روند که در طول هفته کاری خود خاموش و سپس راه اندازی مجدد می‌شوند. بدین صورت ضمن کاهش نیاز به فعالیت نیروی بهره بردار، عملکرد سیستم نیز افزایش می‌یابد. باید توجه نمود که شیرهای هواگیر با کیفیت نامناسب و از تولید کنندگان نامطمئن موجب خرابی زودرس شیر و عدم رغبت بهره بردار به استفاده از این شیرها می‌شود.

د- تله بخار:

بدلیل هدف و نوع طراحی متفاوت تله های بخار، این تجهیزات هیچ گاه به عنوان یک مکانیزم هواگیر اولیه تلقی نمی‌شوند. ولی به علت داشتن توان تخلیه هوا، به عنوان مکانیزم هواگیر ثانویه شناخته می‌شوند. تخلیه هوا توسط تله های بخار به دو روش ایجاد مسیری جهت نشت هوا و تعبیه مکانیزم ترموستاتیک صورت می‌گیرد.

۱- ایجاد مسیری جهت نشت هوا

در طراحی تله بخار، مسیری بسیار کوچک جهت نشت هوا و جلوگیری از نشت بخار تعبیه شده است. به علت کوچک بودن این مسیر، تله بخار نمی‌تواند به طور کامل هوا را از سیستم خارج کند.

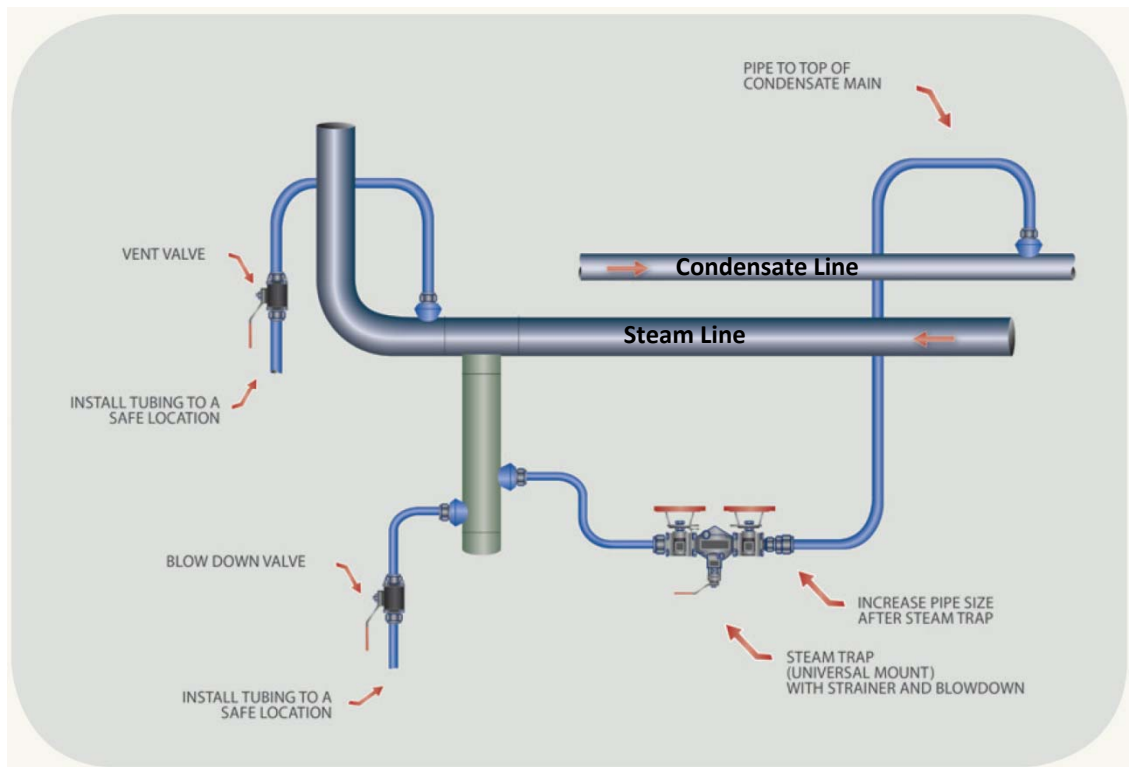
۲- مکانیزم ترموستاتیک

روش دیگر، استفاده از قطعه ترموستاتیک درون تله بخار است. بدلیل اندازه روزنه این قطعه ترموستات، حجم زیادی از هوا در زمان راه اندازی تخلیه می‌شود. تله های بخار در خطوط فرآیندی، ترجیحاً از نوع شناوری و ترموستاتیک (Float & Thermostatic) انتخاب می‌شوند تا مکانیزم ترموستاتیک تخلیه هوا را دارا باشند.

نصب تجهیزات هواگیر

الف- خطوط بخار:

تخلیه گازهای غیر قابل میعان از اساسی ترین وظایف لحظه راه اندازی خطوط بخار می‌باشد. در طول این زمان، با باز کردن شیر تخلیه پاکت روی خط، کندانس و هوای موجود خارج می‌شود. در برخی موارد، یک شیر دستی جهت تخلیه هوا جهت اطمینان بیشتر در بالای خط بخار نصب می‌شود. (شکل شماره ۴)

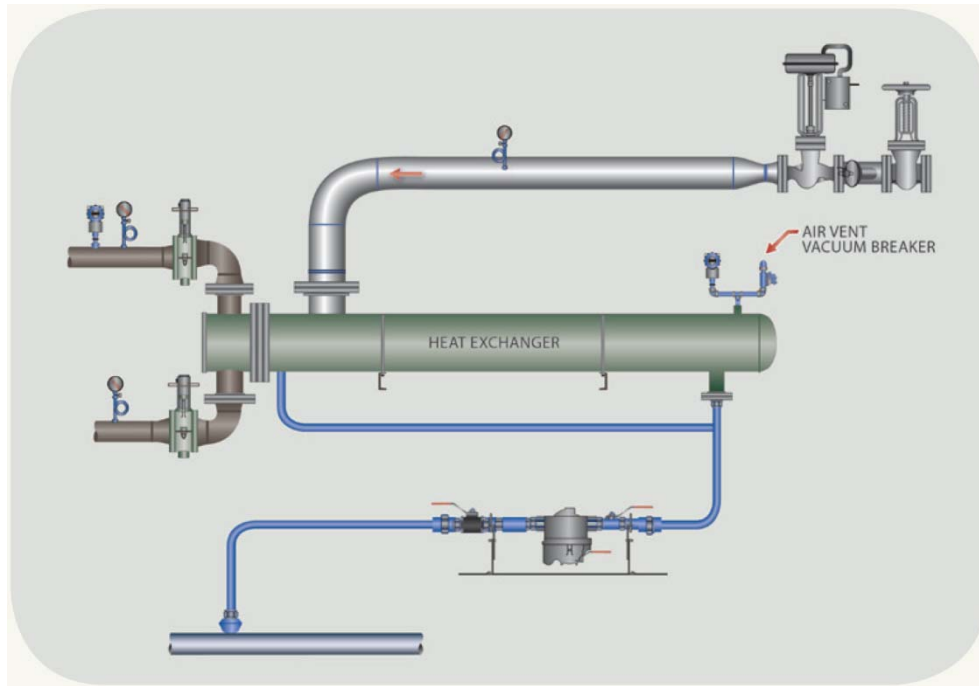


شکل شماره ۴: خطوط بخار

ب- مثال هایی از محل نصب شیرهای تخلیه هوا و خلاء شکن در تجهیزات فرآیندی

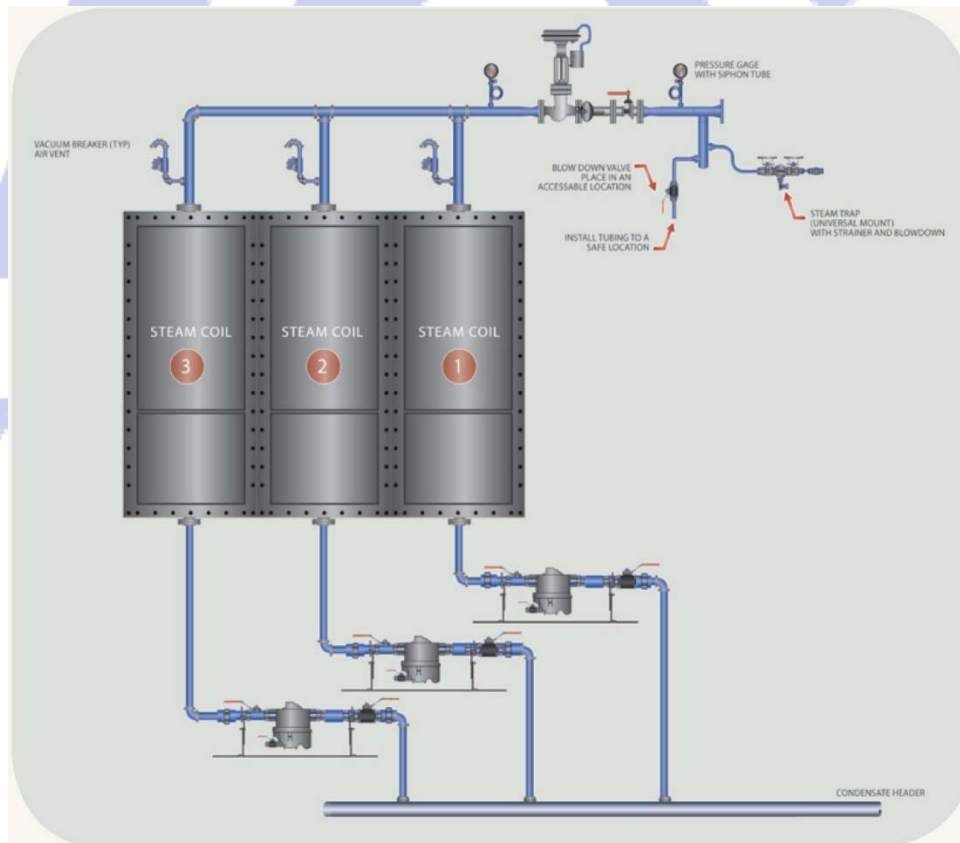
نکته کلیدی در شناسایی محل نصب شیرهای تخلیه هوا در تجهیزات فرآیندی، درک و فهم نوع طراحی آنهاست. در مورد مبدل های پوسته و لوله ای که بخار در داخل پوسته قرار دارد، جایگاه مخصوصی در بالای بدنه جهت نصب شیر هواگیر و خلاء شکن تعبیه شده است. تخلیه هوا از بخش بخار تجهیز فرآیندی موجب کنترل دما و راه اندازی بهتر سیستم می شود. (شکل شماره ۵)

کنترل



شکل شماره ۵: مبدل حرارتی پوسته و لوله ای

کویل های بخار به یک شیر خلاء شکن در ورودی بخار مجهز می باشند که به طور معمول در بالای این ورودی قرار می گیرد. (شکل شماره ۶)



شکل شماره ۶: کویل های بخار

به علت نزدیکی چگالی هوا و بخار، بر خلاف سیستم های آبی اطمینانی از جمع شدن هوا در بالاترین قسمت پایپینگ وجود نخواهد داشت. با توجه به جلو راندن هوای باقی در سیستم توسط بخار در زمان راه اندازی، مناسب ترین محل نصب شیرهای هواگیر در خطوط انتقال بخار در محل انتهایی لوله است. همچنین در مصرف کننده های بخار نظیر مخازن پاستوریزه دوجداره و ی اتوکلاوها، نقطه مقابل ورودی بخار به دستگاه مکان مناسبی جهت نصب شیر هواگیر است.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم (شماره تلفن های 24, 88708223 و E-

[mail : info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com)) تماس حاصل فرمایند. به ادامه این مبحث در شماره بعد توجه فرمائید.

