



مکانیسم کارکرد تله بخار در موتورخانه و کاربردهای آن

آشنایی با اصول، مکانیسم‌ها و کاربردهای تله‌های بخار در تأسیسات صنعتی

تهیه و تدوین : مجید رعایایی



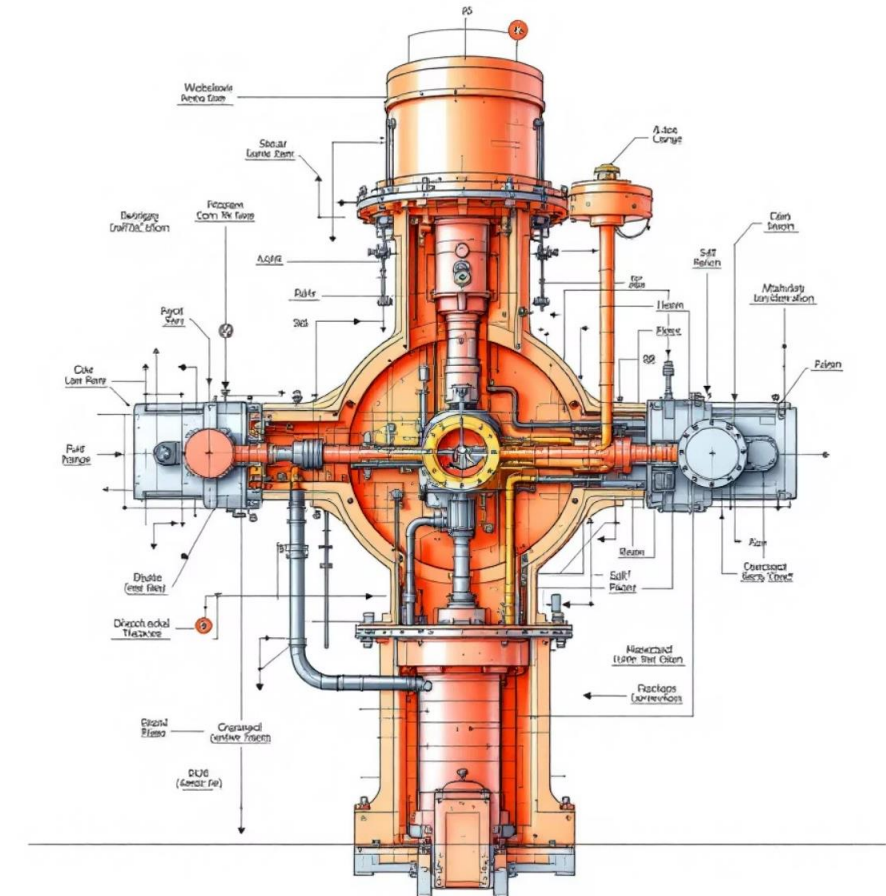
تله بخار چیست؟

در کنار تجهیزات تولید و انتقال بخار، اجزای کنترلی و حفاظتی نیز نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند. یکی از این تجهیزات کلیدی، تله بخار (Steam Trap) است. تله بخار وسیله‌ای است که بخار تقطیر شده (کندانس) را بدون هدر دادن بخار اصلی از سیستم خارج می‌کند. این دستگاه در عین حال از خروج بخار زنده (Live Steam) جلوگیری می‌کند و نقش مهمی در افزایش راندمان و ایمنی سیستم‌های بخار دارد. تله بخار، تجهیز مکانیکی یا ترموستاتیکی است که برای تخلیه خودکار کندانس، هوا و گازهای غیرقابل تقطیر از سیستم بخار طراحی شده است، بدون آنکه بخار زنده از آن عبور کند. عملکرد صحیح تله بخار، موجب افزایش بهره‌وری انرژی، کاهش خوردگی، بهبود فرآیند و افزایش عمر تجهیزات در موتورخانه‌ها و صنایع می‌شود.

تله بخار (Steam Trap) دستگاهی حیاتی در سیستم‌های بخار است که وظیفه آن :

- تخلیه خودکار کندانس (آب مایع حاصل از بخار) بدون اتلاف بخار زنده
- خروج هوا و گازهای غیرقابل تقطیر از سیستم
- حفظ فشار و دمای بهینه در سیستم بخار

عملکرد صحیح تله‌های بخار در بازده انرژی، ایمنی و طول عمر تجهیزات نقش اساسی دارد.



انواع اصلی تله‌های بخار

1

تله‌های مکانیکی

بر اساس تغییر چگالی بین بخار و کندانس عمل می‌کنند.

- تله‌های شناوری (Float Traps)
- تله‌های سطل وارونه (Inverted Bucket)

مناسب برای شرایط متغیر بار و فشار، قابلیت تخلیه مداوم کندانس

2

تله‌های ترمودینامیکی

بر اساس تفاوت دینامیک سیالات بین بخار و کندانس عمل می‌کنند.

- تله‌های دیسکی (Disc Traps)
 - تله‌های ضربه‌ای (Impulse Traps)
- مقاوم در برابر ضربه آب، مناسب برای فشارهای بالا، ساختار ساده

3

تله‌های ترموستاتیک

بر اساس تفاوت دمای بخار و کندانس عمل می‌کنند.

- تله‌های بی‌متال (Bimetallic)
 - تله‌های با المان انبساطی (Balanced Pressure)
- مناسب برای تخلیه هوا و گازها، قابلیت محافظت در برابر یخ‌زدگی

انتخاب نوع تله بخار به شرایط عملیاتی، فشار کاری، دبی کندانس و هزینه‌ها بستگی دارد.

مکانیسم کارکرد تله بخار شناوری

ورود کندانس

کندانس و بخار وارد محفظه تله می شوند . کندانس به دلیل چگالی بیشتر در کف محفظه جمع می شود.

بالا آمدن شناور

با افزایش سطح کندانس، شناور بالا می آید و اهرم متصل به آن دریچه خروجی را باز می کند.

تخلیه کندانس

کندانس از طریق دریچه تخلیه می شود، در حالی که بخار به دلیل سبک بودن در بالای محفظه باقی می ماند.

بسته شدن دریچه

با کاهش سطح کندانس، شناور پایین می آید و دریچه بسته می شود تا از خروج بخار جلوگیری شود.



کاربردهای تله بخار در موتورخانه

دیگ‌های بخار

تخلیه کندانس از خطوط اصلی بخار و هدرها، جلوگیری از ضربه آب و افزایش بازده حرارتی

مبدل‌های حرارتی

تخلیه به موقع کندانس برای حفظ سطح انتقال حرارت مؤثر و جلوگیری از خوردگی سطوح

خطوط توزیع بخار

تخلیه کندانس از نقاط پایین و تله‌های خط، جلوگیری از ضربه آب و کاهش اتلاف انرژی

گرمکن‌ها و کویل‌ها

تخلیه کندانس برای اطمینان از عملکرد بهینه و یکنواخت گرمایش و جلوگیری از یخ‌زدگی

عیب‌یابی و نگهداری تله‌های بخار

نشانه‌های خرابی تله بخار

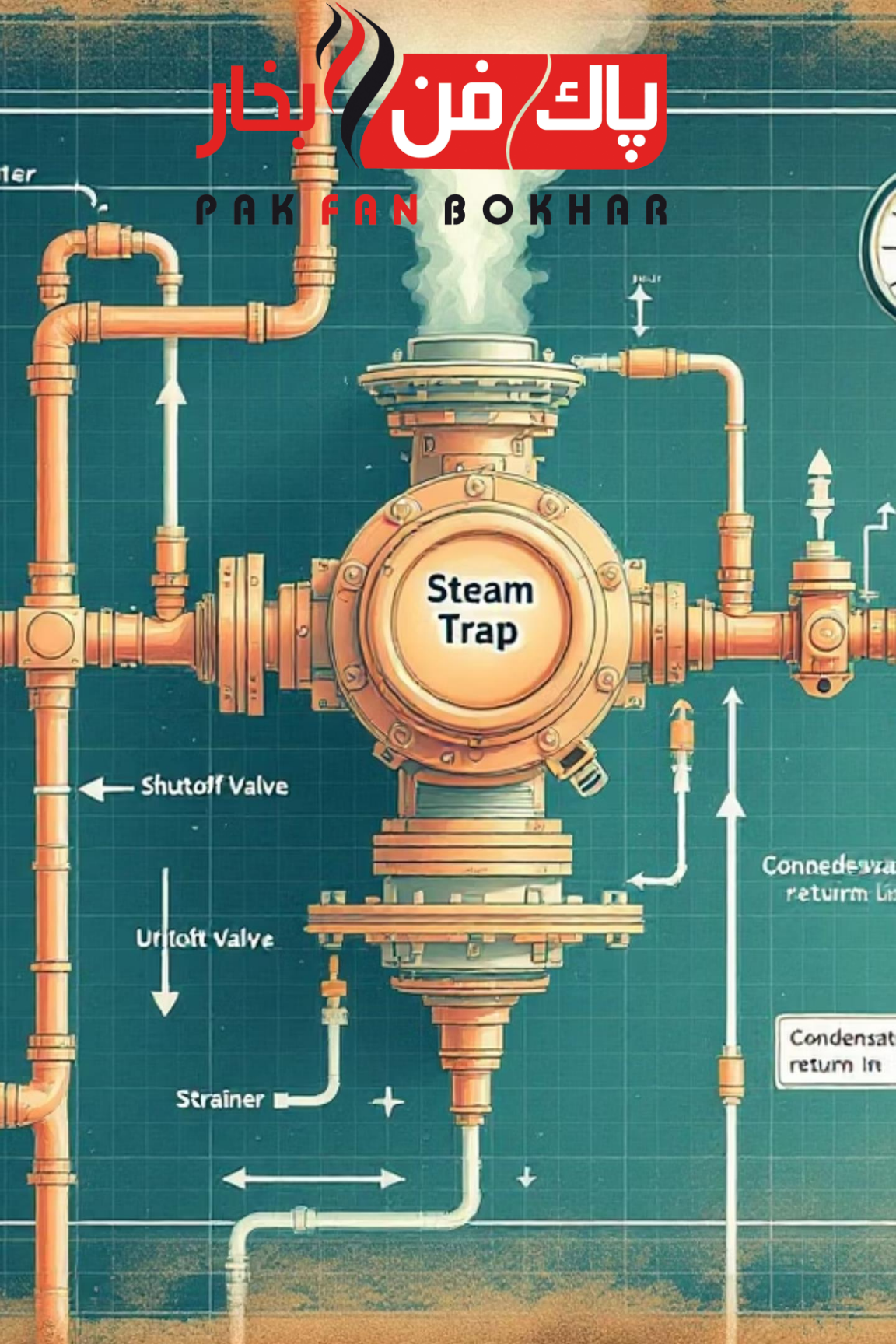
- صدای ضربه آب در خطوط بخار
- افزایش غیرعادی مصرف سوخت
- کاهش دما یا فشار در تجهیزات
- نشت بخار از خط برگشت کندانس
- گرمای غیرعادی در خط برگشت کندانس



روش‌های بازرسی و تست

- بررسی بصری _ مشاهده نشتی‌ها
- تست صوتی _ با گوشی التراسونیک
- تست حرارتی _ با دوربین ترموگرافی
- تست با فشار _ بررسی افت فشار
- بررسی سیکل کاری و عملکرد دریچه‌ها

برنامه نگهداری منظم تله‌های بخار می‌تواند هزینه‌های انرژی را تا ۱۵٪ کاهش داده و عمر مفید تجهیزات را افزایش دهد.



محاسبات و ملاحظات فنی

محاسبه ظرفیت تله بخار

ظرفیت تله بخار باید ۲ تا ۳ برابر حداکثر دبی کندانس طراحی شود.

$$Q = U \times A \times \Delta T / h$$

گرمای h : اختلاف دما، ΔT : سطح، A : ضریب انتقال حرارت، U : دبی کندانس Q :
نهان تبخیر

فشار کاری و فاکتور اطمینان

تله بخار باید قادر به تحمل حداکثر فشار ممکن سیستم باشد.

فشار کاری مجاز تله باید حداقل ۱.۵ برابر فشار عملیاتی سیستم باشد.

نصب و موقعیت یابی

تله بخار باید در پایین ترین نقطه ممکن نصب شود.

فاصله مناسب از خط اصلی بخار و نصب شیرهای قطع و وصل در دو طرف تله برای تعمیرات



جمع‌بندی و توصیه‌های کاربردی

بازرسی منظم

برنامه بازرسی دوره‌ای (۳ تا ۶ ماهه) برای اطمینان از عملکرد صحیح تله‌های بخار تدوین کنید.

انتخاب صحیح

تله بخار مناسب را بر اساس شرایط عملیاتی، فشار کار، دبی‌کندانس و کاربرد نهایی انتخاب کنید.

مستندسازی

ثبت مشخصات، موقعیت نصب و تاریخچه تعمیرات هر تله بخار برای مدیریت بهتر سیستم ضروری است.

نگهداری پیشگیرانه

تعویض قطعات فرسوده و تعمیر به موقع تله‌های معیوب می‌تواند از اتلاف بخار و انرژی جلوگیری کند.

تله‌های بخار در عین سادگی ظاهری، نقشی حیاتی در عملکرد بهینه سیستم‌های بخار دارند. نگهداری و مدیریت صحیح آن‌ها می‌تواند صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف انرژی و هزینه‌های عملیاتی ایجاد کند.