

## تاریخچه و انواع سیستم های تریسنگ بخار

شرکت پارس جم کنترل  
از: مهندس علی فرخنده

یکی از مهمترین مسائل حیاتی در بسیاری از سایت های صنعتی ، نیاز مبرم به یک روش بهینه و استاندارد جهت: تامین و حفظ دمای مطلوب سیالات فرآیندی بمنظور ممانعت از کند شدن و توقف حرکت آنها در داخل لوله ، ایجاد ضایعات تولید و نهایتا انجماد و یخ زدگی در اقلیم های سردسیر می باشد. در طی سالیان متوالی ، مهندسان برای دستیابی به اهداف مذکور به طراحی سیستم های گرمایشی با قابلیت انتقال حرارت در فواصل مختلف با نام اختصاری تریسینگ Tracing روی آورده اند. در اینگونه سیستم ها انرژی حرارتی مورد نیاز توسط بخار ، روغن داغ و جریان الکتریسیته تامین می شود.

با توجه به افزایش روز افزون هزینه های ناشی از : تولید و انتقال حامل های انرژی ، طراحی و ساخت ، تعمیرات و نگهداری و ... و مقایسه انواع سیستم های تریسینگ (جدول ۱) ، سیستم تریسینگ بخار به سیستمی کارآمد و موثر نسبت به انواع دیگر تبدیل شده است. در ادامه به شرح مختصری از تاریخچه سیستم های تریسینگ بخار و انواع آن می پردازیم .

بخار	سیال حرارتی	جریان الکتریسیته	
کم	متوسط	زیاد	هزینه اولیه تولید سیال
کم	متوسط	زیاد	هزینه نصب و اجراء
متغییر با نوع تعمیرات	متوسط	کم	هزینه تعمیرات و نگهداری
زیاد	متوسط	زیاد	قابلیت کنترل دما
متوسط	زیاد	متوسط	محدوده دمائی
متوسط	کم	زیاد	طول ترپسر
بله	بله	نه	ایمنی و ضد انفجار بودن
زیاد	متوسط	کم	راندمان
بله	خیر	خیر	پتانسیل انجماد
زیاد	متوسط	کم	سرعت گرمایش
خیر	بله	خیر	نیاز به پمپ

جدول (۱) : مقایسه سیستم تریسینگ بخار با روش های دیگر

## تاریخچه سیستم های تریسینگ بخار :

در اوایل سال ۱۹۰۰ میلادی برخی از سایت های صنعتی جهت رفع نیازهای مذکور ، شروع به استفاده از سیستم های جانبی گرمکن بخار ( تریسینگ بخار ) نمودند. در آن زمان بر خلاف شرایط امروزی هزینه های ناشی از مصرف و اتلاف انرژی مسئله ای مهم و حائز اهمیت نبوده و به همین دلیل استانداردهای بکاررفته در طراحی ، انتخاب متریا ل و ساخت تریسینگ های بخار اقتصادی و مقرون به صرفه نبودند. در نتیجه میزان راندمان عمومی این سیستم ها با بررسی همه جوانب بسیار پائین و کمتر از حد انتظار بوده و نتایج مطلوبی از به کارگیری آنها بدست نمی آمد.

همانطور که پیش از این عنوان شد ، وظایف اصلی یک سیستم تریسینگ بخار به ۲ بخش تقسیم می شود :

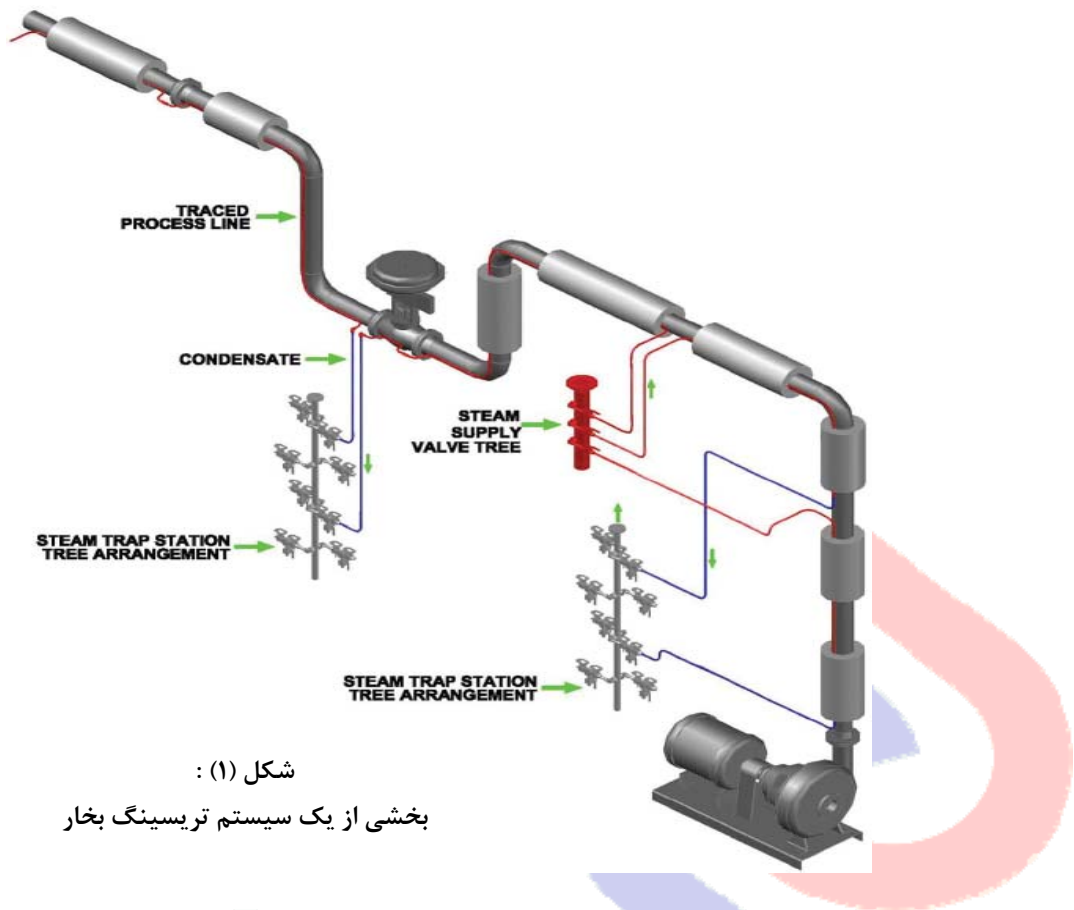
(۱) جایگزین کردن انرژی حرارتی اتلافی از سیالات فرآیندی ناشی از طولانی بودن مسیر انتقال و یا عایق کاری ضعیف لوله ها

(۲) جلوگیری از توقف جریان سیالات در طول مسیر فرآیند ، ناشی از انجماد آنها در اقلیم های با دماهای محیطی پائین

بنابراین می توان نتیجه گرفت که سیستم های تریسینگ بخار از عناصر کلیدی و موثر در بسیاری از سایت های صنعتی جهت اطمینان از انتقال صحیح سیالات حاوی انرژی با شرایط مطلوب و مورد نیاز فرآیند، بشمار می روند. از این رو باید توجه داشت که طراحی و نصب نادرست اینگونه سیستم ها علاوه بر ایجاد اثرات مخرب در فرآیندهای تولیدی ، می تواند هزینه های هنگفت اتلافات انرژی و تاخیرات زمانی ناشی از تعمیرات و نگهداری را به مجموعه های صنعتی تحمیل کند.

امروزه با استفاده از آخرین استانداردهای روز دنیا و المان های پیشرفته در طراحی و ساخت ، سیستم های تریسینگ بخار به سیستم هایی بهینه ، قابل اطمینان و با راندمان بالا مبدل گردیده اند.

کنترل



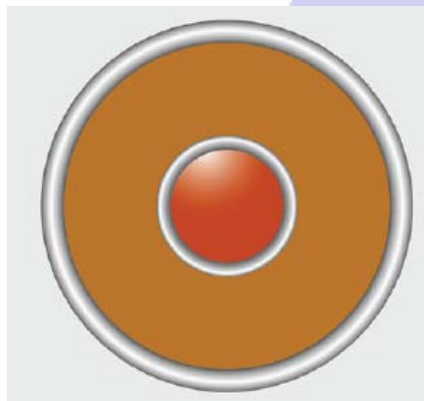
شکل (۱) :

بخشی از یک سیستم تریسینگ بخار

## انواع سیستم های تریسینگ بخار :

### (۱) سیستم های تریسینگ بخار شکمی (داخلی) Gut Line Systems :

در این نوع سیستم ، پیش از راه اندازی فرآیند، یک لوله بخار در داخل (مرکز) لوله اصلی حاوی سیال فرآیندی مطابق با شکل (۲) نصب می شود. قطر لوله نصب شده با مقیاسی در حدود ۱/۴ لوله اصلی بوده و در طول مسیر انتقال سیال به محل مورد نظر امتداد می یابد. با این کار ، لوله بخار سطح انتقال حرارتی بسیار بالایی را برای سیال مربوطه فراهم می کند و این مسئله از مهمترین مزایای این طراحی بشمار می رود. کندانس های تشکیل شده ناشی از انتقال حرارت در لوله بخار مذکور نیز مطابق با استانداردهای طراحی در محل های تعریف شده از جدار زیرین لوله بخار انشعاب گیری و از دیواره لوله اصلی به خارج و به ایستگاه تله بخار و کلکتور بازگشت کندانس هدایت می شود.



شکل (۲) :

سیستم تریسینگ بخار شکمی

باید بدانیم که طراحی و نصب سیستم های تریسینگ بخار شکمی بسیار پیچیده و بسیار دقیق و حائز اهمیت می باشد. توجه به میزان انبساط و انقباض لوله بخار داخلی نسبت به لوله اصلی ، نحوه نصب و ساپورت گیری های مناسب ، جوشکاری بسیار دقیق و بدون عیب ، انتخاب نقاط مناسب جهت انشعاب گیری مسیر تخلیه و بازگشت کندانس و ... از مهمترین این مسائل بشمار می روند. در صورت عدم رعایت نکات مذکور ، سیستم اجرا شده با مشکلات متعددی روبرو گشته و می تواند اثرات نامطلوبی در کلیه مراحل فرآیند از خود بجای بگذارد.

همچنین باید متذکر شویم که در صورت بروز هرگونه خرابی و یا نشستی در اینگونه سیستم ها ، تشخیص و تعمیرات محل نشستی و خرابی های پدید آمده بدلیل عدم دسترسی آسان ، بسیار مشکل و تقریبا غیر ممکن می باشد.

#### مزایای سیستم های تریسینگ بخار شکمی :

- امکان استفاده از تمامی سطوح انتقال حرارتی لوله بخار
- کمترین میزان اتلافات حرارتی

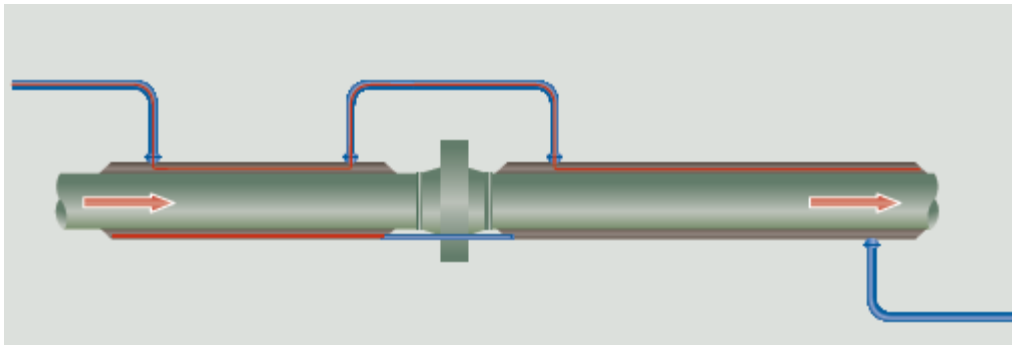
#### معایب سیستم های تریسینگ بخار شکمی :

- طراحی و نصب بسیار پیچیده
- عدم تشخیص دقیق محل نشستی و خرابی
- عدم دسترسی و امکان تعمیرات و نگهداری مناسب

همانطور که مشاهده می کنید با مقایسه مزایا و معایب مذکور ، استفاده از اینگونه سیستم ها مقرون به صرفه نبوده و حتی الامکان توصیه نمی شود.

#### ۲) سیستم های تریسینگ بخار ژاکتی Jacket Pipe Systems :

در مواقعی که سیال فرآیندی در حال گردش جهت حفظ شرایط مطلوب و عملکرد صحیح خود نیاز به دریافت انرژی حرارتی بالایی در طول مسیر انتقال داشته باشد، سیستم تریسینگ بخار ژاکتی انتخاب مناسبتری نسبت به سایر سیستم های گرمکن می باشد. در این سیستم همانطور که در شکل ۳ مشاهده می کنید ، قسمت های متعددی از لوله های انتقال سیالات حاوی انرژی با تعدادی ژاکت (محفظه) استیل که بوسیله لوله کشی بخار با یکدیگر مرتبط هستند ، پوشانده می شوند.مجموع ژاکت های نصب شده کلیه محیط لوله های مذکور را پوشانده و سطح انتقال حرارتی بسیار بالایی را برای سیالات فرآیندی در حال جریان فراهم می سازند.



از طرفی کلیه شیرالات و المان های موجود در طول مسیر لوله کشی نیز به طور کامل باژاکت پوشانده می شوند. کندانس های تشکیلی در داخل ژاکت ها نیز توسط لوله های مرتبط که از سطوح زیرین آنها انشعاب گیری شده است به صورت ثقلی تخلیه و به ایستگاه تله بخار و کلکتور بازگشت کندانس هدایت می شوند. باید توجه داشت که در صورت عدم انشعاب گیری یکسان لوله های تخلیه کندانس، بدلیل ارتباط میان ژاکت ها و حضور همزمان بخار و کندانس در داخل آنها، عملکرد برخی از تله های بخار جهت تخلیه کندانس دچار اختلال شده و برخی از ژاکت ها عاری از هرگونه کندانس و برخی دیگر مملو از آب می شوند.

نکته حائز اهمیت در طراحی و استفاده از تریسینگ بخار ژاکتی، میزان انرژی حرارتی انتقالی از بخار به سیال مورد نظر است. زیرا کنترل دقیق میزان انتقال حرارت به سیال پس از طراحی و نصب تریسینگ های بخار ژاکتی بدلیل بالا بودن سطوح انتقال حرارت در آنها مشکل می باشد. از این رو عدم انجام محاسبات دقیق میزان انرژی گرمایی مورد نیاز در طول مسیر حرکت سیال، ممکن است منجر به افزایش ناگهانی و بیش از حد دمای سیال و بروز مشکل در چرخه فرآیند شود.

پیش از نصب اینگونه سیستم ها نیز می بایست کلیه محل های جوشکاری شده در طول مسیر پایپینگ لوله انتقال سیال فرآیندی بطور کامل تست و کنترل نهایی گردد. وجود کوچکترین روزنه در نقاط مذکور موجب نشت سیال به داخل ژاکت بخار (ویا بالعکس)، ایجاد آلودگی و بروز خطرات احتمالی در چرخه فرآیند خواهد شد.

#### مزایای سیستم های تریسینگ بخار ژاکتی :

- استفاده از بیشترین میزان انرژی حرارتی انتقالی به سیال بدلیل بالا بودن سطوح حرارتی و ظرفیت ژاکت های بخار

- اجرا و نصب آسان
- امکان دسترسی ، تعمیرات و نگهداری

### معایب سیستم های تریسینگ بخار ژاکتی :

- عدم کنترل دقیق میزان انرژی حرارتی انتقالی
- هزینه ساخت و اجرای بالا
- عدم تشخیص دقیق محل نشتی و خرابی

### ۳) سیستم های تریسینگ بخار جداری Bare Tube Systems :

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می کنید ، در این سیستم از یک لوله بخار که در پائین ترین سطح خارجی لوله حاوی سیال فرآیندی تعبیه شده است جهت گرمایش و جبران اتلافات حرارتی استفاده می گردد.

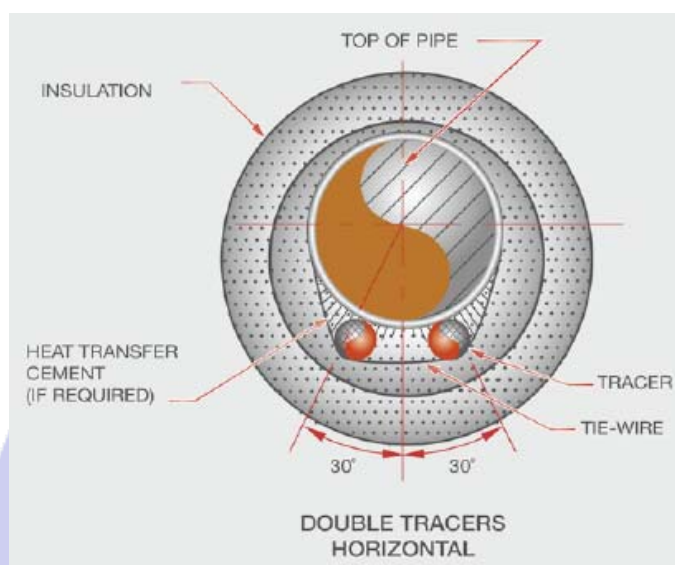


تفاوت اصلی این سیستم با سایر سیستم های شرح داده شده ، پائین بودن سطوح انتقال حرارتی لوله بخار گرمکن با لوله اصلی می باشد. به همین دلیل لوله بخار می بایست در تمام مسیرهای انتقال سیال فرآیندی ، لوله اصلی را همراهی کند ، در صورتیکه که انواع دیگر تریسینگ ها می توانند بصورت مقطعی و یا با فواصل طولی مختلف نیز اجرا گردند. با این حال نکته حائز اهمیت در این سیستم ها قابلیت کنترل دقیقتر انتقال حرارت مورد نیاز فرآیند و بهره گیری از تمامی روش های انتقال حرارت ( رسانشی ، جابجایی و تشعشعی ) با کمترین میزان مصرف انرژی می باشد که این امر از مزایای مهم این سیستم نسبت به سایر سیستم ها به شمار می رود.

در زمان شروع استفاده از این نوع سیستم ، لوله بخار غالباً از جنس فولاد بدون درز رده ۴۰ و با سایز ۱/۲" و یا نهایتاً ۳/۴" در نظر گرفته می شد و جهت پایپینگ آن در طول مسیر فرآیند از اتصال های جوشی و رزوه ای متعددی استفاده می کردند. سنگینی و سختی کار با لوله های فولادی ، تعدد محل های جوشکاری شده باعث طولانی بودن مسیر که منجر به افزایش احتمال نشتی بخار و ایجاد خوردگی در لوله ها شده و نهایتاً کاهش راندمان

حرارتی مورد نیاز بدلیل کوچکی سایز لوله بخار و پائین بودن ضریب انتقال حرارت لوله های فولادی از معایب این سیستم بشمار می رفت.

در اواسط قرن بیستم و با پیشرفت تکنولوژی ، بسیاری از کارخانجات و پالایشگاه های صنعتی شروع به انجام برخی اصلاحات در طراحی نظیر استفاده از دو لوله گرمکن بخار متقارن مطابق با شکل ۵ و تغییر متریال و جایگزین کردن لوله های استنلس استیل ، آلومینیومی و مسی (حتی با سایز های کوچکتر) بجای لوله های فولادی نمودند.



شکل (۵) :

#### سیستم تریسینگ بخار جداری دو لوله ای

مزایای استفاده لوله های جایگزین نسبت به لوله های فولادی پیشین از قبیل: سبکی، ضخامت کم، ضریب انتقال حرارت بالا، مقاوت بیشتر در برابر خوردگی، پایپینگ آسان و ... سیستم های تریسینگ بخار جداری را به کارآمدترین و رایج ترین انواع سیستم های تریسینگ تبدیل نمود است.

در حال حاضر نیز بسیاری از خطوط حاوی سیال فرآیندی و تجهیزات وابسته در صنایع مختلف جهت تسهیل در عملکرد خود به این نوع سیستم ها مجهز می باشند.

#### مزایای سیستم های تریسینگ بخار جداری :

- راندمان بسیار بالا ( بهره گیری از تمامی روش های انتقال حرارت با کمترین میزان مصرف انرژی )
- قابلیت کنترل میزان انرژی حرارتی انتقال یافته
- اجرا و نصب آسان

- امکان دسترسی ، تعمیرات و نگهداری
- قابلیت اطمینان و راندمان بالا ( حداقل میزان اخلاص در چرخه فرآیند در صورت بروز نشتی و خرابی)

#### معایب سیستم های تریسینگ بخار جداری :

- پائین بودن میزان سطوح انتقال حرارت

درانتها باید متذکر شویم که سیستم های تریسینگ بخار ، از بخش های مهم و کلیدی در سایت های صنعتی بشمار می رود و مدیران ذیربط و مسئولان بهره بردار می بایست جهت بهینه سازی و افزایش راندمان ناشی از مصارف انرژی تمرکز ویژه ای بر این سیستم ها داشته باشند.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم کنترل ( شماره تلفن های ۸۸۷۰۸۲۲۳ , ۲۴ و [E-mail : info@pars-jam.com](mailto:info@pars-jam.com) ) تماس حاصل فرمایند.

