

مراحل آشنایی با مبدل حرارتی (Heat Exchanger)

گروه تولیدی و صنعتی ایران فولاد

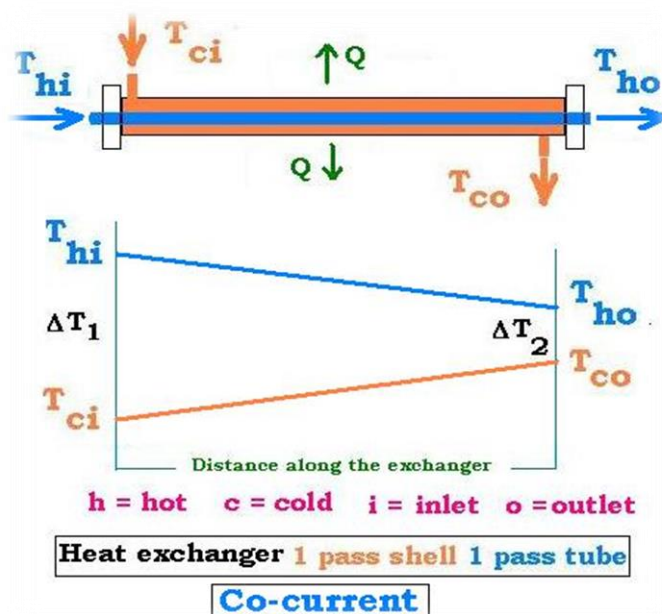
مبدل حرارتی دستگاهی است که برای انتقال حرارت موثر بین دو سیال (گاز یا مایع) به دیگری استفاده می‌گردد. از رایج‌ترین مبدل‌های حرارتی رادیاتور شوفاژ است. مبدل‌های حرارتی در صنایع مختلف از جمله گرم کردن فضا، سرد سازی، تهویه مطبوع، خودرو، نفت و گاز و بسیاری صنایع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مکانیزم انتقال حرارت بصورت جابجایی و هدایت می‌باشد. یکی از انواع مبدل‌ها می‌توان به مواردی چون **مبدل‌های لوله‌ای (Tubular Heat Exchanger)** که خود این مبدل‌ها بر اساس شکل به مبدل‌های لوله‌ای U شکل، مبدل‌های لوله‌ای ساده و مبدل‌های دو لوله‌ای کوپل دار تقسیم بندی می‌شوند.

مقدمه:

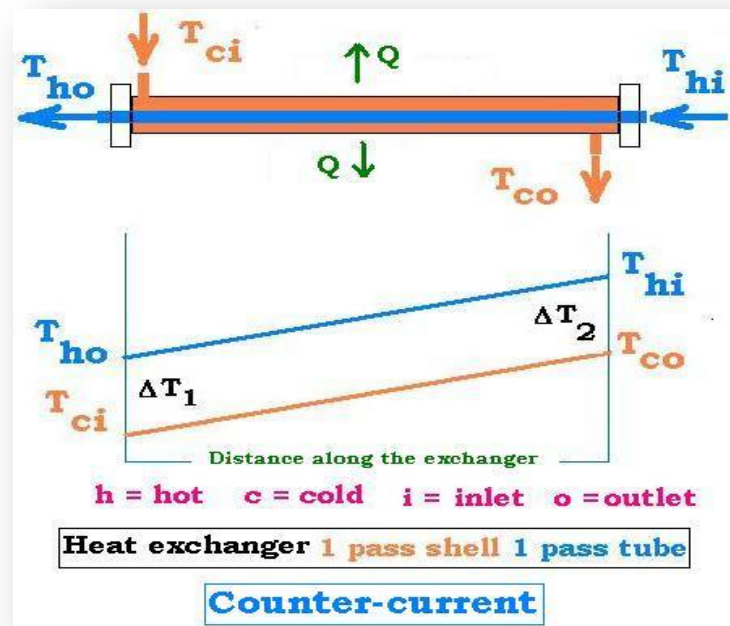
مبدل‌ها وسایلی هستند که در صنعت برای انتقال حرارت بین دو سیال بکار می‌روند. در ابتدا سعی می‌شود تا آنجا که ممکن است برای گرم کردن و سرد کردن جریان‌ها از خود سیال‌های موجود در فرایند استفاده شود. بعد از حداکثر کردن میزان بازیافت حرارت در شبکه مبدل حرارتی بارهای گرمایشی و سرمایشی که از طریق بازیافت حرارت تامین نشده‌اند باید توسط سرویس‌های جانبی (Utility) تهیه شوند. مکانیزم انتقال حرارت بصورت جابجایی و هدایت می‌باشد.

نحوه قرار گرفتن سیال‌ها در کنار یکدیگر می‌تواند به چندین صورت مختلف باشد.

جریان همسو (co-current): دو سیال از یک طرف مبدل وارد شده و هر دو از طرف دیگر خارج می‌شوند. بعضی در مبدل نیز هر دو در یک سو حرکت می‌کنند. نتیجتاً در مبدل نیز هر دو در یک سو حرکت

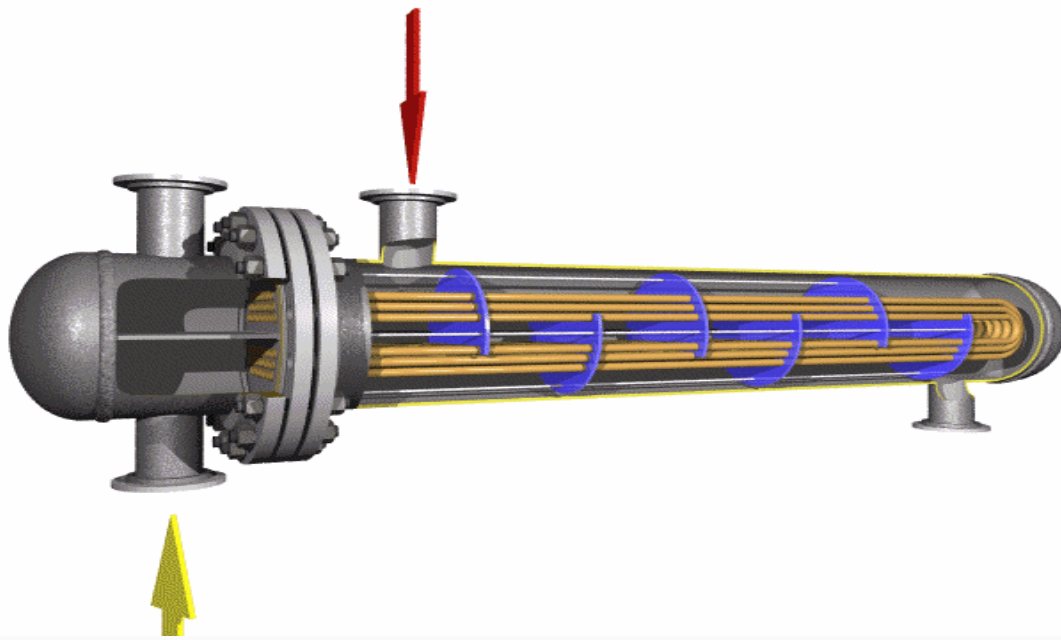
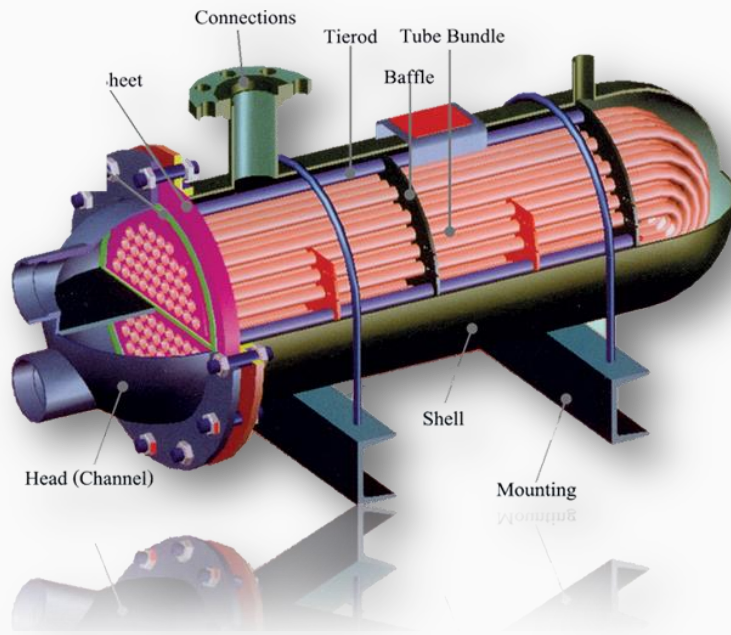


جریان ناهمسو (**counter-current**) هر کدام از سیال ها از جهات مخالف وارد و خارج می شوند (یکی از سیالها از یک جهت و سیال دیگر از جهت دیگر وارد می شود) و دو سیال در مبدل به صورت ناهمسو جریان دارد. (شکل 2)



مبدل پوسته و لوله (Shell & Tube Heat Exchanger)

هنگامی که سطح انتقال حرارت لازم برای مبدل های دو لوله ای زیاد شود (بیشتر از 50 m² باشد)، بهتر است از مبدل های پوسته و لوله استفاده شود. مبدل های پوسته و لوله به طور وسیعی در فرایندهای انتقال حرارت برای کاربردهای مایع/مایع و همچنین در کندانسورها و مولدهای بخار استفاده می شوند. این مبدل ها برای انتقال حرارت مشخصی سطح کمتری به نسبت مبدل های لوله ای اشغال می کنند.



مزایای این گونه مبدل ها عبارتند از:

- 1- در حجم کم ایجاد سطح بزرگی برای انتقال حرارت می کنند.
- 2- طراحی مکانیکی خوبی دارند.
- 3- روش ساخت تثبیت شده خوبی دارند.
- 4- قابلیت استفاده برای دامنه وسیعی از مواد را دارند.
- 5- به راحتی تجهیز می شوند.
- 6- روش طراحی خوب و تثبیت شده ای دارند.

قسمتهای اصلی این مبدل ها عبارتند از:

پوسته:

پوسته ها که در واقع در بر گیرنده لوله ها هستند از نظر اندازه، مواد سازنده و ضخامت محدوده وسیعی دارند. قیمت پوسته ها بیشتر از لوله ها می باشد. بنابراین معمولاً از حداقل پوسته استفاده می شود.

لوله ها: (Tubes)

لوله عنصر اصلی مبدل های پوسته و لوله هستند که در واقع سطح انتقال حرارت لازم را برای سیالاتی که در داخل و خارج آن جریان دارند فراهم می سازند. لوله ها معمولاً از فلزات مختلف به روش اکستروژن و بدون درز ساخته می شوند. جنس آنها معمولاً از فولاد کم کربن، فولاد زنگ نزن، مس و ... می باشد. گرچه هدف، افزایش انتقال حرارت به وسیله افزایش سرعت سیال ها در داخل لوله ها می باشد ولی این سرعت باید در حد مجاز باشد چون هرچه قدر سرعت بیشتر شود، افت فشار افزایش می یابد و همچنین نوسانات بیشتر می شود و باعث ایجاد شکستگی در اتصالات و زانویی ها می شود.

بافل ها: (Baffles)

بافل ها معمولاً در قسمت داخل پوسته مبدل استفاده می شوند برای اینکه لوله ها را در جای خود نگه دارند و جریان سیال داخل پوسته را به صورت چرخشی تبدیل کنند تا سرعت سیال و ضریب انتقال حرارت افزایش یابد. بافل ها دو مشخصه اصلی دارند: برش بافل (Baffle Cut)، فاصله بافل ها (Baffle Spacing Lb)

فاصله بافل ها: (Baffle Spacing Lb)

فاصله دو بافل متوالی می باشد که معمولاً بین 20٪ تا 100٪ قطر پوسته انتخاب می شود و مقدار بهینه آن بین 30٪ تا 50٪ قطر پوسته می باشد. هرچه قدر Lb کمتر باشد سرعت و افت فشار در پوسته بیشتر می شود.

برش بافل: Baffle Cut

ارتفاع بریده شده از بافل به قطر می باشد که معمولاً به صورت درصد بیان می شود و معمولاً 25٪ می باشد

تعداد گذرهای پوسته و لوله:

ساده ترین مدل جریان برای لوله ها به این صورت است که سیال از یک طرف وارد شود و از طرف دیگر

خارج گردد. این مدل تک گذر لوله است. برای بهتر نمودن انتقال حرارت سرعت بالاتری باید ایجاد نمود. این عمل به وسیله افزایش تعداد گذر لوله ها امکان پذیر است. از طرف دیگر با افزایش تعداد گذرهای لوله و افزایش سرعت سیال، افت فشار زیاد می شود. در واقع انتقال حرارت باید در سرعت های بالا ایجاد شود و این افت فشار سیستم را زیاد می کند. در نتیجه تعداد گذرها، با توجه به دو فاکتور سرعت و افت فشار مشخص می شود. تعداد گذرهای لوله معمولاً از یک تا هشت می باشد. در مورد گذرهای پوسته نیز معمولاً از یک یا دو گذر استفاده می شود

انتخاب محل عبور سیال ها:

تصمیم گیری برای قرار دادن سیال در داخل پوسته و لوله و اینکه کدامیک از آنها در داخل لوله قرار داده شود و کدامیک داخل پوسته، به چند عامل بستگی دارد:

1- فشارها : سیال با فشار بالا در قسمت لوله قرار می گیرد، زیرا ضخامت نسبی لوله (نسبت به قطر) بیشتر است.

2- درجه حرارت : افزایش درجه حرارت باعث کاهش تنش مجاز مواد بکار رفته می گردد و در نتیجه ضخامت لازم برای دیواره ظرف نیز افزایش می یابد. این تاثیر عیناً شبیه فشار است. سیال با درجه حرارت زیاد بایستی در لوله جای داده شود.

3- خوردگی سیال ها : برای سیال های با خوردگی زیاد به مواد و آلیاژهای گرانبه نیاز است. اگر فقط یکی از سیال ها خورنده باشد آن وقت گذاردن آن در داخل لوله باعث می شود که پوسته گرانبه از آلیاژ مرغوب نیاز نباشد. اما اگر سیال خورنده در پوسته قرار بگیرد آنگاه هم برای پوسته و هم برای لوله بایستی از موادی که در مقابل خوردگی مقاوم هستند استفاده شود.

4- تمیزی سیال ها : در بعضی از فرایندهای انتقال حرارت شرایط لازم جهت تمیزی سیال ها و آلوده نشدن آنها سخت تر از حالت های عادی است و ممکن است به آلیاژهای گرانبه نیاز باشد. در اینگونه مواقع بهتر است که سیال ها در داخل لوله قرار داده شوند.

5- خطر نشست : در بیشتر مبدل های حرارتی احتمال نشست سیال لوله ها از سیال پوسته کمتر است.

6- ویسکوزیته سیال ها : برای اینکه انتقال حرارت ماکزیمم شود، جریان هر دو سیال می بایستی ناآرام باشد. در صورتی که سیال لزج در داخل لوله باشد احتمال دارد جریان آن آرام شود پس بهتر است داخل پوسته قرار داده شود.

رسوب مبدل ها: (Fouling)

هنگامی که یک مبدل حرارتی در سرویس قرار می گیرد در شروع کار سطوح انتقال حرارت آن تمیز است ولی با گذشت زمان در بعضی از سرویس ها مانند سیستم های قدرت فرایندهای شیمیایی ، به تدریج توانایی انتقال حرارت آنها کم می شود. این وضعیت به علت جمع شدن موادی روی سطوح انتقال حرارت (همان لوله ها) که موجب افزایش مقاومت حرارتی در برابر انتقال حرارت می گردد به وجود می آید. یک فرایند صنعتی را در نظر بگیرید که شامل چندین دستگاه اصلی می باشد. در صورتی که تمام فرایند بخواهد به خاطر اینکه یکی از ابزار انتقال حرارت که توانایی خود را در فرایند انتقال حرارت از دست داده از کار بیفتد این حادثه از نظر اقتصادی ناخوشایند است.

در استاندارد TEMA ضریب رسوب داده شده است تا به طراح کمک کند مبدل پوسته و لوله را طوری طراحی کند که بتواند برای مدتی به طرز رضایت بخشی کار کند. تا اینکه دوباره مبدل از مدار خارج شود و تمیز گردد.

عواملی که باعث ایجاد رسوب می شوند اغلب عبارتند از:

- 1- وجود ذرات معلق در سیال
- 2- کاهش حلالیت نمک ها با افزایش دما (مثل نمک های منیزم)
- 3- خوردگی: یعنی تبدیل یک لایه از فلز (آهن) اکسید آن و (اکسید آهن) که باعث کاهش ضریب رسانش می شود.
- 4- پدیده های بیولوژیکی (زیست محیطی): در آب رودخانه ها جلبک ها و موجودات زنده وجود دارند که با صافی جدا نمی شوند و داخل مبدل شروع به تکثیر می کنند.

تمیز کردن و نگه داری از مبدل **Cleaning & Maintenance**:

مبدل ها باید به طور متناوب تمیز شوند و لوله ها تعویض شوند. داخل لوله ها به راحتی با استفاده از مواد تمیز کننده مانند بعضی مواد اسیدی و jet آب تمیز می شوند. ولی تمیز کردن خارج لوله ها احتیاج به باز کردن لوله ها و کلاف لوله ها (Tube Bundle) از مبدل دارد.

باتشکر

گروه تولیدی و صنعتی ایران فولاد

تولید کننده انواع منابع دوجداره ، کوئل دار ، مبدل حرارتی و برودتی ،

مخازن ذخیره سوخت و آب و آتش نشانی ، فیلتر شنی و سختی گیر

0912-2796637 0919-1163422 021-76702141

www.iranfoolad.ir

Email:iranfoolad_sanat@yahoo.com