



مبدل های حرارتی گرافیتی

مقدمه

مبدل های حرارتی گرافیتی به دلیل مقاومت فوق العاده در برابر خوردگی، انتقال حرارت بالا و قابلیت استفاده در محیط های خورنده، در صنایع مختلف از جمله شیمیایی، پتروشیمی، دارویی و غذایی کاربرد گسترده ای یافته اند. در این مقاله، به بررسی مبدل های حرارتی گرافیتی می پردازم

ساختار مبدل های حرارتی گرافیتی

مبدل های حرارتی گرافیتی عموماً از بلوک های گرافیتی با حفره هایی برای عبور سیالات تشکیل شده اند. این بلوک ها به صورت سری یا موازی چیده می شوند تا سطح تماس بین سیالات افزایش یافته و انتقال حرارت بهینه شود. مواد آب بندی و واشرهای مخصوص برای جلوگیری از نشت سیالات بین بلوک ها استفاده می شوند. مبدل حرارتی موجود در خطوط یک و دو گالوانیزه فولاد مبارکه به دو صورت کوچک و متوسط تقسیم بندی شده است که نوع کوچک آن شامل ۳ سلول گرافیتی و نوع بزرگ آن ۶ سلول گرافیتی می باشد. اجزای اصلی یک مبدل گرافیتی شامل پوسته فلزی که دو درپوش فلزیو از تعدادی پیچ بلند به سول مبدل و فنر ها دمپر که کار خنثی کردن انقباض و انبساط را انجام می دهد و تعدادی سلول گرافیتی مانند شکل یک و یک قطعه گرافیتی طبق شکل دو در ابتدای مبدل و انتهای داخل مبدل از جنس گرافیت می باشد. در این مبدل ها که به دو صورت افقی در واحد یک و عمودی در واحد دو موجود می باشد. در این مبدل توسط یک شیر روی هر سلول که در ارتفاع هر کدام می باشد باعث هدایت تعریف شده بخار داخل پوسته مبدل می گردد. در ضمن یک واشر لبه دار



که در شکل سه مشخص است در بین هر سلول قرار گرفته و ضمن آبنندی بین سلولی را بعهدده دارد لبه برجسته آن باعث حرکت اس مانند بخار در داخل پوسته شده و بخار بیشترین مسیر را طی کرده و انتقال حرارت در مبدل از بخار داغ به اسید کلروریدریک انجام می شود . در سلول های شکل یک بخار در اطراف در مسیر شعاعی ورود و خروج دارند و اسید در مسیر ارتفاع سلول حرکت می کند و این سوراخ ها به هم هیچ راهی ندارند .

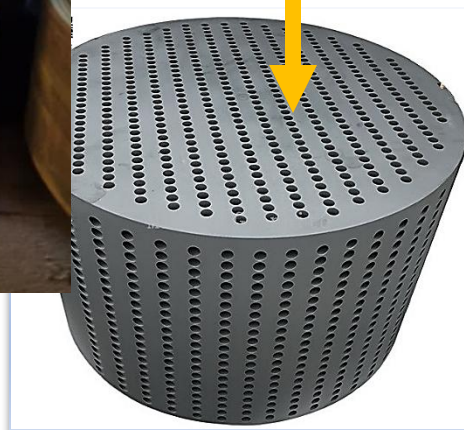


شکل یک



مسیر عبور بخار

مسیر عبور اسید





شکل دو



واشر لبه دار بین سلولی



انواع مبدل‌های حرارتی گرافیتی

از نظر شکل، مبدل‌های حرارتی گرافیتی به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

- **مبدل‌های بلوکی:** در این نوع مبدل‌ها، بلوک‌های گرافیتی به صورت مکعب یا استوانه‌ای به هم متصل می‌شوند. این نوع مبدل‌ها دارای سطح تماس بالا و راندمان حرارتی بالایی هستند.
- **مبدل‌های صفحه‌ای:** در این نوع مبدل‌ها، صفحات گرافیتی موازی با هم قرار گرفته و سیالات بین آن‌ها جریان می‌یابند. این نوع مبدل‌ها معمولاً برای دبی‌های جریان بالا و فشارهای پایین مناسب هستند.

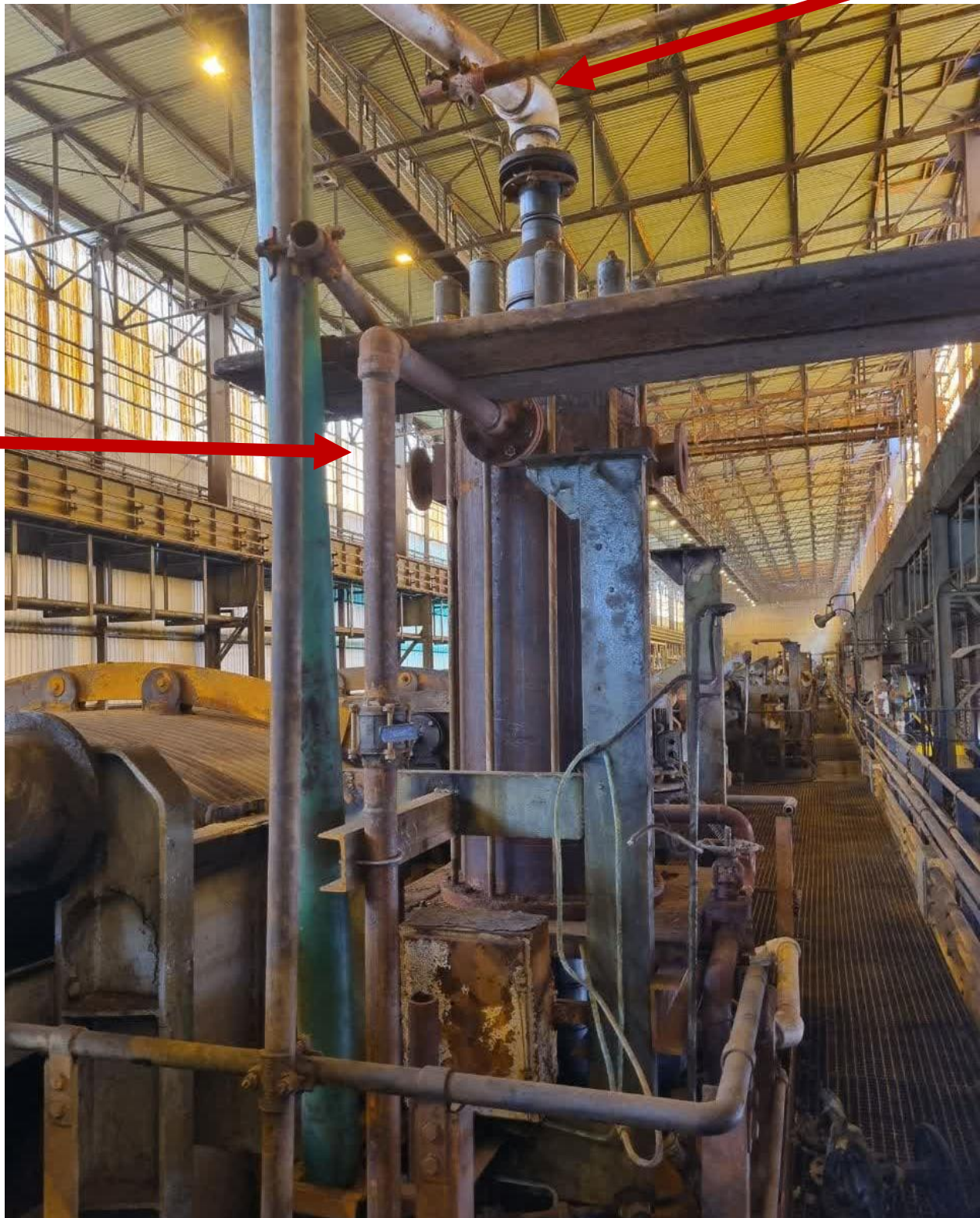
از نظر نحوه مونتاژ، مبدل‌های حرارتی گرافیتی می‌توانند به صورت عمودی یا افقی نصب شوند. همچنین، می‌توانند به صورت تک سلول یا چندسلول طراحی شوند. در فولاد مبارکه از مبدل‌های بلوکی می‌باشد. در خط یک به صورت افقی نصب شده و در خط دو به صورت عمودی (شکل سه و چهار)



شکل شماره ۳ به صورت افقی خط یک



خط اسید



خط بخار

شکل شماره ۴ مبدل ایستاده



مزایای مبدل‌های حرارتی گرافیتی

- مقاومت بسیار بالا در برابر خوردگی: گرافیت در برابر طیف وسیعی از مواد شیمیایی خورنده مقاوم است.
- انتقال حرارت بالا: گرافیت دارای هدایت حرارتی بالایی است که منجر به راندمان حرارتی بالا می‌شود.
- قابلیت استفاده در دما و فشارهای بالا: مبدل‌های حرارتی گرافیتی می‌توانند در دماهای بالا و فشارهای زیاد کار کنند.
- طول عمر بالا: به دلیل مقاومت بالا در برابر خوردگی و سایش، عمر مفید این نوع مبدل‌ها بسیار بالاست.
- طراحی سفارشی: می‌توان مبدل‌های حرارتی گرافیتی را با توجه به نیازهای خاص هر فرآیند طراحی و ساخت.

معایب مبدل‌های حرارتی گرافیتی

- هزینه بالا: مواد اولیه گرافیتی گران بوده و فرآیند ساخت این نوع مبدل‌ها نیز هزینه بر است.
- شکنندگی: گرافیت ماده‌ای شکننده است و در صورت وارد آمدن ضربه ممکن است بشکند.
- محدودیت دمایی: در دماهای بسیار بالا، خواص مکانیکی گرافیت ممکن است تغییر کند.
- تمیزی سیال: وجود ذرات جامد در سیال می‌تواند به سطح گرافیت آسیب رسانده و راندمان حرارتی را کاهش دهد.



راهکارهای رفع معایب

- استفاده از مواد تقویت کننده: برای افزایش مقاومت مکانیکی گرافیت می توان از مواد تقویت کننده مانند الیاف کربن استفاده کرد.
- پیش بینی سیستم جلوگیری از ورود مایع کندانس بجای بخار: برای جلوگیری از ورود مایع کندانس مبدل حرارتی، باید از سیستم تراپ یا تله بخار از مسیر استفاده کرد.
- کنترل دقیق دما: با کنترل دقیق دمای سیال ورودی به مبدل حرارتی می توان از ایجاد شوک حرارتی جلوگیری کرد.
- در هنگام توقفات حتما از ایجاد شوک حرارتی به شدت پرهیز کرد
- آموزش کاربران سیستم
- استفاده از واشر با کیفیت و صبر و حوصله در هنگام مونتاژ

کاربردهای مبدل های حرارتی گرافیتی

- مبدل های حرارتی گرافیتی در صنایع مختلفی از جمله موارد زیر کاربرد دارند:
- صنایع شیمیایی: برای تبادل حرارت در فرآیندهای تولید اسیدها، بازها و سایر مواد شیمیایی خورنده
 - صنایع پتروشیمی: برای تبادل حرارت در فرآیندهای پالایش نفت و گاز
 - صنایع دارویی: برای تبادل حرارت در فرآیندهای تولید دارو
 - صنایع غذایی: برای تبادل حرارت در فرآیندهای پاستوریزاسیون و استرلیزاسیون
 - صنایع هسته ای: برای خنک کاری راکتورهای هسته ای



۱- چه تفاوتی بین مبدل های عمودی و افقی است ؟

با توجه مشاهدات میدانی و استفاده از تجارب افراد

۱-۱ مبدل های عمودی بخاطر ایستاده بودن محدودیت ارتفاع نداشته و این باعث شده طول مبدل بیشتر باشد ، این در حالی است که در مبدل های افقی ما با محدودیت ارتفاع روبرو هستیم

۲-۱ مبدل های عمودی بخاطر عمودی بدون آن اسید در داخل آن زمان تخلیه به سرعت خارج می شود این در حالی است که در افقی امکان آن با سرعت و در دسر بیشتر است

۳-۱ در مبدل های عمودی بعلت تخلیه کامل امکان دانه های بلوری و کریستالیزه وجود ندارد .

۲- چرا ازواشر لبه دار در بین سلول ها استفاده شده است ؟

بعلت نیاز به حرکت طولانی بخار و انتقال حرارت بهتر و موثرتر بین اسید و بخار جهت پیش گرم شدن اسید

۳- عیوب متداول در این مبدل ها چیست ؟

اولین و رایج ترین عیب نشتی بین بخشی حاصل از ایجاد ترک ها موینه بین مجاری عبوری در هر سلول بخار و اسید که این مشکل به نظر می رسد به دلایل زیر به وجود می آید



۱- ایجاد شوک حرارتی در زمان راه اندازی و توفقات

۲- ورود مایع کندانس در مبدل و ایجاد فاز مایع و گاز در کنار هم که باعث ایجاد انفجار حبابی شده و به صفحاتی لطمه بزند

۳- کیفیت نامناسب سلول

۴- کیفیت نامناسب واشر و عدم استقرار درست آن

نشانه های خرابی سلول ها چیست؟

بعلت اینکه اسید وارد مسیر بخار می گردد به سرعت محفظه مبدل (پوسته) و اتصال فلزی آن به سرعت خورده شده و بخار بیرون می زند.

رقیق شدن اسید و انجام درست عملیات اسید شویی

چطوره صورت یکنواخت پیچ های بلند بیرون پوسته مبدل را سفت کنیم؟

توصیه می گردد با ترک متر با یک ترک مشخص همه پیچ های بیرون مبدل به صورت یکنواخت سفت شود



نتیجه‌گیری

مبدل‌های حرارتی گرافیتی به دلیل مزایای فراوان خود، جایگزین مناسبی برای مبدل‌های حرارتی فلزی در محیط‌های خورنده هستند. با وجود هزینه بالای ساخت، عمر طولانی و راندمان بالای این نوع مبدل‌ها، استفاده از آن‌ها در صنایع مختلف توجیه اقتصادی دارد.

توجه: برای انتخاب مناسب‌ترین نوع مبدل حرارتی گرافیتی، لازم است عوامل مختلفی از جمله نوع سیال، دما، فشار، دبی جریان و خوردگی مورد بررسی قرار گیرند.

نکته کلیدی

تلاش گردد از خارج مدار کردن این تجهیز جلوگیری گردد و از مدار بای پاس آن در زمان توقف‌های استفاده شده تا مبدل در معرض شوک‌های حرارتی غیر متعارف نگردد. سلول‌های گرافیتی در شوک‌های حرارتی غیر متعارف توان تحملی لازم را نداشته و باعث ایجاد ترک‌های مویینه در سلول شده و مکانیزم را از سرویس خارج و تحت تعمیر قرار می‌دهد.