

دیگ‌های چگالشی (کاندنسینگ)



Parallel Pumps

شماره اثر: ۱۴۰۳۱۰۲۷

ویرایش: ۱

مقدمه

یکی از فن‌آوری‌های کاهش مصرف انرژی، فن‌آوری دیگ‌های چگالشی^۱ است که می‌توان در ساخت پکیج‌های خانگی، دیگ‌های موتورخانه‌ای و حتی صنعتی از آن بهره برد. این فن‌آوری تنها بخشی از راهکار کاهش مصرف انرژی بوده و به تنهایی نمی‌تواند باعث کاهش هزینه‌های دوره‌ی عمر پروژه^۲ گردد.

در این مقاله به معرفی فنی این دیگ‌ها خواهیم پرداخت^۳ و سعی در بررسی و معرفی غیر جانب‌دارانه از دیگ‌های چگالشی با پرهیز از زیاده‌گویی پیرامون مزایای آن داریم تا مخاطب بتواند با شناخت مزایا و معایب دیگ‌های چگالشی، نسبت به انتخاب و طراحی مناسب اقدام کند.

دیگ‌های چگالشی بخشی از صورت مسئله کاهش مصرف انرژی در موتورخانه بوده و عدم طراحی مناسب موتورخانه، صرفاً با انتخاب این تجهیز، نمی‌تواند به کاهش مصرف انرژی ختم گردد.

دیگ‌های چگالشی به خودی خود یک انتخاب مناسب برای کاهش مصرف انرژی نبوده و در کنار طراحی مناسب می‌تواند در بخش کاهش هزینه‌های باکاهش مصرف انرژی، موثر واقع گردد.

فرایند احتراق

به واکنش سوخت با هوا (اکسیژن) در مجاورت گرمای کافی، فرایند احتراق گفته می‌شود. محصولات مورد نیاز فرایند احتراق شامل سه

1. Condensing.

۲. برای کسب اطلاعات از هزینه‌های دوره‌ی عمر کامل تراز مبنای پمپ‌های گریز از مرکز تاسیساتی فایل "مبنای پمپ‌گریز از مرکز" مطالعه شود.

۳. در مقاله "هزینه‌های دوره‌ی عمر پروژه" می‌توانید نقش و سهم این تکنولوژی را در کاهش مصرف انرژی و به تبع آن در کاهش هزینه‌های پروژه، مطالعه فرمایید.

مورد است:

۱. سوخت^۴ یا هیدروکربن‌ها^۵

۲. اکسیژن^۶

۳. حرارت کافی^۷

باگردآمدن موارد فوق کنار هم، فرایند احتراق صورت گرفته و محصولات احتراق شامل موارد زیر را خواهیم داشت:

۱. انرژی^۸ (حرارت)

۲. منوکسیدکربن^۹ (در صورت کم بودن اکسیژن و احتراق ناقص)

۳. دی اکسید کربن^{۱۰} (در صورت کافی بودن اکسیژن)

۴. آب^{۱۱}

البته باتوجه به ناخالصی هوا و وجود نیتروژن در هوا، محصولات احتراق می‌تواند شامل اکسیدهای نیتروژن^{۱۲} و دیگر ترکیبات باشد که در این بحث در صدد تحلیل این موارد نیستیم ولی اکسیدهای نیتروژن خود از آلاینده‌ها هوا محسوب می‌گردد که در دیگ‌های چگالشی این اکسیدها بسیار کاهش می‌یابد.

به دلیل کاهش آلاینده‌های هوا، فن‌آوری چگالشی سازگاری بیشتری با محیط زیست دارد.

چگالش

چگالش^{۱۳}، تبدیل بخار به مایع است. در مقابل آن کلمه تبخیر^{۱۴} را

4. Fuel.
5. Hydrocarbon.
6. Oxygen.
7. Enough heat.
8. Energy.
9. CO.
10. CO2.
11. H2O.
12. Nitrous oxide.
13. Condensation.
14. Evaporation.

داریم که تبدیل مایع به گاز است.

در فرایند کاهش دمای دود، دمای بخار آب موجود در محصولات احتراق بسیار کاهش یافته و باعث چگالش (تبدیل گاز به مایع) بخار آب موجود می‌شود. لذا به جای بخار آب شاهد مایع آب خواهیم بود. مشابه این چگالش را در بدنه کتری آب سرد که تازه روی شعله کم گاز گذاشته شده است می‌توان دید.

آب موجود در محصولات احتراق در صورت بخار بودن قابل مشاهده نمی‌باشد مگر در دمای پایین دود. در دیگ‌های سنتی به علت بالا بودن دمای دود، آب موجود به صورت بخار می‌باشد.

در دیگ‌های چگالشی به دلیل گرفتن کامل حرارت از محصولات احتراق، دمای دود به شدت کاهش یافته تا جایی که بخار آب دچار چگالش شده و بعضاً قابل رؤیت خواهد بود.

راندمان بالا

در دیگ‌های چدنی و فولادی سنتی، محصولات احتراق، پس از انتقال حرارت به بدنه دیگ نهایتاً تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌تواند سرد شود و محصولات احتراق که شامل گازهای مونوکسیدکربن و دی اکسید کربن و بخار آب است با دمای حدود ۱۵۰ درجه سانتیگراد از دیگ خارج می‌شوند. این دما در صورت تنظیم نبودن و یا عدم انتخاب صحیح دیگ و یا مشعل، به راحتی به بالای ۳۰۰ درجه سانتیگراد خواهد رسید. این در صورتی است که کاهش دمای محصولات احتراق در دیگ‌های چگالشی تا دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد ادامه می‌یابد که این کاهش دمای احتراق نتیجه احتراق کامل و جذب سریع حرارت توسط دیگ و دیگر عوامل که به آن اشاره خواهد شد، است.

گرمای نهان تخیر آب

آب برای تبخیر نیازمند جذب گرمای زیادی در ۱۰۰ درجه سانتیگراد

است که به آن گرمای نهان تبخیر^۱ گویند.

گرمای نهان تبخیر آب ۵۳۳ کالری برای هر گرم است. گرمای نهان تبخیر در مقابل ظرفیت گرمایی^۲ آب (که یک کالری برای هر گرم آب است)، بسیار بالا است.

می توان گفت هر گرم آب فقط برای تغییر فاز از مایع به بخار، ۵۳۳ برابر آنچه برای تغییر دما (یک درجه سانتیگراد) لازم است، به گرما نیاز دارد. به عنوان مثال یک کتری آب در ۱۰ دقیقه به جوش خواهد آمد ولی با همان میزان شعله ساعت ها تا تبخیر کامل آب، به جذب گرمای شعله خواهد پرداخت. حال اگر عکس این فرایند را داشته باشیم یعنی به سرد کردن محصولات احتراق (دود) ادامه دهیم شاهد جذب بسیار زیاد حرارت تا کاهش دمای دود و مشاهد آب مایع خواهیم بود. این گونه می توان گفت که آب موجود در محصولات احتراق در صورتی که به صورت بخار از دیگ موتورخانه خارج شود مقدار زیادی انرژی را با خود ربوده و در صورتی که دمای دود را کاهش دهیم و این انرژی را بگیریم می توانیم ۱۰ تا ۲۰ درصد بیشتر از فرایند سوختن، حرارت بگیریم.

بخار آب محصولات احتراق، در دمای ۱۰۰ درجه تا رسیدن به مایع ۱۰۰ درجه بسیار مستعد از دست دادن حرارت می باشد.

ارزش حرارتی گاز

لازم به توضیح است دو معیار برای ارزش گذاری میزان حرارت قابل تولید توسط گاز وجود دارد.

۱. معیار قدیمی که به آن ارزش حرارتی پایین^۳ که حدود ۸۱۲۵ کیلوکالری بر متر مکعب گاز است.

۲. ارزش حرارتی بالا^۴ که حدود ۹۰۳۰ کیلوکالری بر متر مکعب است.

اگر میزان گرمای گرفته شده از سوخت را در دیگ با ارزش حرارتی پایین بدست آوریم، که منتج به عدد بالاتری خواهد شد؛ ولی اگر نسبت به ارزش حرارتی بالا حساب کنیم راندمان کمتری بدست خواهد آمد.

راندمان ۱۰۷ درصد!

عدد ۱۰۷ درصد از گرمای تولید شده توسط دیگ چگالشی با احتساب ارزش حرارتی پایین بدست آمده است.

در دیگ ها، پکیج های سنتی و آبگرمکن ها حداکثر راندمان حدود ۹۳ درصد را خواهیم داشت؛ چون آب را به فرم بخار از محفظه احتراق خارج میکنیم و در پکیج ها و دیگ های چگالشی با افزودن این ۱۵ درصد گرمای نهان تبخیر راندمان از ۱۰۰ درصد تجاوز خواهد کرد و در آزمایشگاه شاهد راندمان ۱۰۵ تا ۱۱۰ درصد خواهیم بود!

در اصل باید راندمان دیگ های چگالشی را نزدیک به ۹۵ درصد دانست و حداکثر راندمان دیگهای سنتی را حداکثر ۸۰ درصد اعلام کرد.

تفاوت های دیگ چگالشی

کاهش دمای دود تا ایجاد چگالش به راحتی در دیگ های معمولی هم امکان پذیر است ولی باعث استهلاک دیگ شده و در ضمن به دلیل احتراق نامناسب راندمان خوبی را نخواهد داشت. در دیگ های چگالشی، افزایش راندمان، مدیون چند تغییر عمده در مشعل، دیگ، فرایند کنترلی و حتی مدار آبی آن می شود که به شرح زیر است:

شکل مشعل

شکل مشعل های پیش مخلوط برخلاف انواع سنتی آن سعی در استفاده از یک سطح یک دست شعله در خروج و نیز استفاده از خواص

تابشی شعله دارد. در این مشعل ها از تمرکز حجم زیاد شعله جلوگیری شده و شعله به صورت جزء به جزء از بدنه مشعل خارج می شود. از این رو، این دیگ ها در ظرفیت های بالا که به صورت دیگ های زمینی ساخته می شوند، یک دیگ ظرفیت بالا، خود شامل چندین دیگ و مشعل مجزا می باشد.

احتراق پیش مخلوط

در بخش سوخت و احتراق این دیگ ها با بکارگیری سامانه پیش مخلوط^۵ به جای سامانه های احتراق سنتی، افزایش بهسوزی گاز را داریم.

دمیده شدن دقیق حجم هوای (اکسیژن) مورد نیاز

در مشعل های پیش مخلوط، قبل از احتراق، گاز و هوا به تناسب بسیار دقیق با هم مخلوط شده و بعد از این مرحله دیگر، هوایی به شعله اضافه یا دمیده نمی شود. وجود هوای اضافه در مشعل های سنتی باعث به سوزی شعله شده ولی در عین حال باعث افزایش شدید حجم محصولات احتراق نیز شده که باید به صورت دود گرم از دیگ خارج گردد. از این رو کاهش هوای اضافه، به افزایش راندمان احتراق می انجامد.

دامنه کاری مشعل

مشعل های سنتی در ۱۰۰ درصد توان، کار کرده و در بعضی از مدل ها که قابلیت کم و زیاد شدن دارند، این امکان در بهترین حالت تا ۳۰ درصد ظرفیت مشعل است. در مشعل های پیش مخلوط امکان کار مشعل با ۹ درصد توان نیز وجود دارد. این امکان خود باعث کارکرد با توان کم و افزایش چگالش دیگ می شود.

5. Premix.

4. High calorific value.

1. Latent heat of vaporization.

2. Heat capacity.

3. Low calorific value.

جذب بالای حرارت در بدنه دیگ

دومین عامل مهم در دیگ چگالشی، قدرت جذب حرارت از شعله توسط دیگ است. در دیگ های سنتی فولادی و چدنی، ضخامت بالای بدنه باعث مقاوت در جذب حرارت و بزرگ شدن سطح دیگ شده است. در دیگ های چگالشی با جایگزین کردن استیل ضدزنگ و نازک ویا استفاده از آلیاژهای آلومینیوم، میزان انتقال حرارت بالا برده می شود. این سطح نازک بدنه و نیز استفاده از آلیاژهای خاص جهت افزایش راندمان، حساسیت دیگ را بالا برده و شرایط کاری استاندارد آن را بسیار محدود می سازد.

سرعت بالای سیال

باید توجه داشت که رسیدن به ظرفیت های نامی بالا نیاز به سرعت بالای جریان احتراق دارد. از این رو، زمان زیادی برای کاهش دمای سیال در دیگ وجود نداشته و باید به سرعت محصولات احتراق سرد و از دیگ خارج شوند. در این دیگ ها در صورت مختل شدن و یا کاهش جریان، صدای جوش آمدن سیال و ترکیدن حباب های سیال به سرعت به گوش رسیده که این امر می تواند باعث صدمات جدی به دیگ شود.

کاهش سرعت گردش سیال در این دیگ ها به تبع باعث کاهش انتقال حرارت از محصولات احتراق شده و در نتیجه عملیات چگالش که نیاز به کاهش سریع دما دارد به درستی رخ نخواهد داد.

برگشت سریع^۱ سیال نیز یکی از مشکلات دیگ های چگالشی بوده که در مباحث فنی به آن اشاره خواهد شد و برای حل آن باید ظرفیت هیدروسپریتورها یا مخازن ذخیره قبل دیگ را بالاتر برد.

جهت جریان سیال مخالف با جریان شعله

همانند فرایند انتقال حرارت در انواع مبدل ها^۲ بخصوص مبدل های صفحه ای^۳، که به جهت انتقال حرارت بهتر باید جریان های انتقال دهنده سیال در مبدل به صورت ضربدری وارد مبدل شوند؛ در مبدل حرارتی دیگ چگالشی دو جریان محصولات احتراق و سیال گرم شونده نیز باید کاملاً جریان خلاف هم داشته که این امر بعضاً در دیگ های سنتی به صورت موازی و هم جهت انجام می شود. در دیگ های سنتی جریان مخالف ممکن است باعث ایجاد چگالش در دیگ شده و با توجه به نوع بدنه دیگ ها، آسیب های جدی به دیگ وارد کند. این آسیب ها به دلیل اسیدی بودن آب چگالش شده ی محصولات احتراق در بلند مدت تاثیرات منفی فراوانی بر دیگ های سنتی دارد.

سامانه ی کنترل الکترونیکی سریع و پیشرفته

برخلاف دیگ های سنتی که نیاز به کنترلرهای ساده الکترونیکی داشته این دیگ ها به دلیل سرعت بالا محصولات احتراق و آب در مبدل، نیازمند تشخیص دقیق تغییرات دما در بخش دود و سیال می باشد. از این رو در ساخت برد های الکترونیکی این تجهیزات، از برنامه های دقیق و محاسبه کننده سریع استفاده شده که تا حد ممکن فرایند تنظیم شعله را مدیریت و بیشترین چگالش را در محصولات احتراق ایجاد نماید. همچنین سرعت بالا و دقیق کنترلر باعث می شود تا در صورت بروز خطا، از خارج شدن محصولات احتراق با دمای بالا جلوگیری گردد.

شرایط نامناسب کاری

برگشت به دیگ با دمای بالا

برگشت سریع سیال از سامانه گرمایشی باعث بالا بودن سیال بدون

تبادل کافی در تجهیزات گرمایشی شده که در دیگ منجر به عدم ایجاد چگالش کافی می گردد. تنها منبع کاهش دمای محصولات احتراق که باید به زیر دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد، دمای آب برگشت به دیگ است. از این رو دمای برگشت هرچه کمتر باشد قابلیت کاهش دما بهتر و فرایند چگالش بهتر صورت می پذیرد.

برای پایین بودن دمای برگشت بهتر است از اختلاط آب گرم با سرد در تجهیزات جلوگیری شود و نیز از گردش آب در مناطقی که گرمایش نیاز ندارند ممانعت نمود. از این رو در طراحی کلی باید به منطقه بندی و کنترل مناطق گرمایشی پرداخت و طراحی موتورخانه های سنتی برای دیگ های چگالشی مناسب نمی باشد^۴.

برگشت سریع

برگشت سریع در سامانه های لوله کشی چند مداره با خاموش شدن پمپ های مدار دوم به یکباره اتفاق می افتد. از این رو ظرفیت خازنی هیدروسپریتورها برای جلوگیری از برگشت سریع، بسیار مناسب است. در برگشت سریع؛ در صورت بالا بودن میزان شعله و با توجه به ظرفیت بالای مشعل و کم بودن حجم آب داخل مبدل، به یکباره دمای آب به دمای جوش رسیده و باعث ایجاد بخار و بروز صدمه به مبدل می شود.

کیفیت نا مناسب آب

هرگونه کیفیت پایین آب شامل موارد زیر می تواند باعث تخریب مبدل حرارتی چگالشی شود:

۱. بالا و یا پایین بودن pH آب

۲. وجود کلر در آب به ویژه بالا بودن حجم آن

۳. وجود انواع سختی در آب

۴. جهت کسب اطلاعات از شرایط موتورخانه های چگالشی مقاله «موتورخانه های چگالشی» مطالعه شود.

2. Heat exchanger.

3. Plate heat exchanger.

1. Fast return.

شرایط مناسب کاری

دمای برگشت پایین

محصولات احتراق خروجی از دیگ های چگالشی، دمای خود را با تبادل حرارت با آب برگشت دیگ تأمین می کنند از این رو دمای محصولات احتراق نمی تواند از دمای برگشتی پایین تر رود.

از این رو تجهیزات چگالشی در سامانه های گرمایشی دما پایین مانند گرمایش کفی و نیز فن کویل ها، بهتر از سامانه های دما بالا مانند رادیاتور عمل می نمایند.

به نوعی می توان گفت بهتر است دمای برگشت آب گرم به دیگ کمتر از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد. در صورت بالاتر رفتن دمای دیگ، درصد چگالش دیگ به طور متناسب کاهش یافته یا به عبارتی از راندمان دیگ کاسته می شود.

گردش آب بالا در دیگ

در مبدل دیگ نیاز به گردش آب جهت خارج کردن گرما و رساندن محصولات احتراق به دمای پایین است. گردش آب بالا در دیگ در بهبود راندمان و کیفیت کار دیگ تاثیر فراوانی دارد. باید دقت نمود برگشت سریع از مدار گرمایشی به دیگ، خود می تواند باعث برگشت گرم شده و این در نقطه مقابل کاهش راندمان دیگ قرار دارد. از این رو بهتر است حجم ثابت و مشخصی از سیال را در دیگ های چگالشی با پمپ مجزا از طریق سامانه لوله کشی دو مداره^۱ تأمین نمود^۲ تا هرگونه شک ناشی از افزایش و کاهش دبی از دیگ برداشت شود.

ایجاد ارتباط دیگ با دمای داخل و بیرون

جهت جلوگیری از کارکرد زیاد دیگ به دلیل نیاز به کاهش مصرف انرژی

1. Primary secondary.

۲. جهت آشنایی با طراحی سامانه لوله کشی دو مداره فایل آموزشی «لوله کشی دو مداره» مطالعه شود.

و کاهش استهلاک دستگاه در کلیه موتورخانه ها به ویژه موتورخانه های چگالشی، نیاز به ایجاد سامانه ای جهت متناسب سازی کارکرد دیگ با دمای داخل از طریق دما پاهای داخل^۳ ساختمان و نیز کنترل حجم مورد نیاز تولید گرما توسط دما پاها و یا سنسورهای بیرونی^۴ است.

نتیجه گیری

طراحی گرمایشی مناسب با دیگ چگالشی با توجه به حساسیت و بالا بودن قیمت نیاز به طراحی مدرن پایه آبی^۵ داشته و پایه اصلی آن در طراحی منطقه بندی صحیح کل سامانه و نیز کنترل دقیق تجهیزات الکترونیکی است. از این رو صرفاً جایگزینی دیگ چگالشی را به جای دیگ و مشعل در تجهیزات و نقشه های سنتی توصیه نمی شود. فرهنگ طراحی موتورخانه های چگالشی کاملاً متفاوت از موتورخانه های سنتی بوده هرچند که طراحی موتورخانه های سنتی نیز در کشورمان نیز در بخش طراحی از ضعف های بسیاری رنج می برد^۶.

وبگاه تاسیسات سنگین میناگر سعی در آموزش طراحان و مجریان به جدیدترین راهکارهای طراحی و اجرای موتورخانه های پیشرفته و از جمله تجهیزات چگالشی می باشد.

3. Room thermostat.

4. External probe.

5. New haydronic.

۶. جهت اطلاع از موتورخانه های چگالشی مقاله «موتورخانه های چگالشی» مطالعه شود.