شرکت دانش بنیان
پارثکـــــو
(پارسیان ثریا سازان)

فلردهی (فلرینگ) یعنی فرآیند سوختن و احتراق مواد آلی فرار و گازهای اضافی سوختنی به صورت کنترل شده. این مواد سوختنی توسط شبکه‌ای از لوله‌ها به منطقه‌ای دور از محوطه عملیاتی کارخانه منتقل شده و توسط فلرهای خاص و سوختهای کمکی بـه صورت شعله آزاد می‌سوزند.

کامل بودن احتراق بستگی دارد به:

۱. دمای شعله
۲. زمان اقامت مواد سوختنی در ناحیه احتراق
۳. میزان اختلاط مواد سوختنی باهوا و بخارآب
٤. مقدار اکسیژن

درفلردهی احتراق تقریباً کامل است. (بیش از ۹۸ درصد تبدیل به کربن دی اکسید و بخارآب)
در فلردهی معمولاً محصولات جانبی نامطلوب و مواد تبدیل نشده و سر و صدا و دود و تشعشعات حرارتی تولید میشود که با طراحی صحیح فلر می‌توان آنها را به حداقل رساند.

1 علت ایجاد دود در فلر

در فلرها عمل احتراق توسط یک «شعله پیش‌رو» صورت می‌گیرد. هوا از مرز مواد سوختنی و محصولات حاصل از سوختن عبور کرده به طرف مرکز جریان مواد سوختنی حرکت می‌کند، در ایـن حالت پوششی از مخلوط هوا و گازهای قابل اشتعال در اطراف گازهای سوختنی تشکیل می‌شود که...

2 روشهای حذف دود

برای حذف دود در هنگام فلردهی (فلرینگ)، روش‌های مختلفی وجود دارد. روش‌هایی که با ایجاد توربولانسی در گاز خروجی با هدف اتومایز نمودن آن و ایجاد شرایط مناسب جهت رسیدن اکسیژن به لایه‌های داخلی گاز و تولید احتراق کامل انجام می شود...

3 خنک کاری و دود زدایی

شاید این سوال در ذهن بیش بیاید که کدام نوع آرایش کارایی بهتری دارد. کدام نوع آرایش سبب دود زدایی و خنک کاری بهتری می‌شود. محققین با انجام آزمایشات مختلف توانسته‌اند مقایسه‌ی معناداری بین انواع آرایش سیستم‌های تزریق ضد دود داشته باشند...

علت ایجاد دود در فلر

مکانیزم احتراق و تولید دود

در فلرها عمل احتراق توسط یک «شعله پیش‌رو» صورت می‌گیرد. هوا از مرز مواد سوختنی و محصولات حاصل از سوختن عبور کرده به طرف مرکز جریان مواد سوختنی حرکت می‌کند، در ایـن حالت پوششی از مخلوط هوا و گازهای قابل اشتعال در اطراف گازهای سوختنی تشکیل می‌شود که «شعله پیش‌رو» نام دارد که در اثر جرقه یک ناحیه شعله پایدار در اطراف گاز قابل اشتعال و بالای نوک «شعله پیش‌رو» یاد می‌شود.

کراکینگ مولکولها با تشکیل ذرات ریز و گرم کربن روی می‌دهد و موجب نورانیت می‌گردد. در صورتیکه اکسیژن وجود داشته باشد و ذرات کربن تا دمایی کمتر از دمای احتراقشان سرد شوند پدیده دود کردن اتفاق می‌افتد. در شعله‌های بزرگ پیش‌رو، گردش محصولات احتراق (کربن دی‌اکسید و آب) اطراف ناحیه گاز مشتعل باعث نرسیدن اکسیژن و در نتیجه تولید دود و سوسو زدن می‌شود.

ماهیت مواد هیدروکربنی در تولید دود

در احتراق مواد هیدروکربنی تمایل بـه دودکردن متناسب بـا نسبت وزنی هیدروژن بـه کربن اسـت. هرچه این نسبت کمتر باشد شدت تولید دود بیشتر می‌شود. مثلا در متان این نسبت برابر با ۰/۳۳ است و هیچ دودی تولید نمی‌شود و در اتان برابر با ۰/۲۵ است که دود نسبتاً غلیظی تولید می‌شود.

درسوختن مخلوط‌های پیچیده گازهایی کـــه درآنها نسبت هیدروژن به کربن بیشـتر از ۰/۲۵ است هم ممکن است مقادیر قابل ملاحظه‌ای دود تولید شود و دلیل این است که گازهای فلر به طور یکنواخت مخلوط نشده و جدا سوزی گازهای دارای نسبت هیدروژن به کربن کمتر باعث تولید دود می‌گردد. بنابراین اختلاط و یکنواختی گازهای فلر عامل مهمی در کنترل میزان دود است.

چرا برخی از فلرها دود میکنند؟

علت دود کردن فلرها آن است که فرآیند احتراق در آنها بـه خوبی انجام نگرفته و یا بـه عبارت دیگر احتراق ناقص بوده است. چنین فلرهایی مناسب نبوده و در صورت مشـاهده دود یـا شـعله غیرعادی در آنها مراتب حتماً باید گزارش شود. یکی از عوامل ایجاد دود در فلرها ارسال حجم زیاد گاز (بیش از ظرفیت طراحی) بـه آنها است.

روش‌های حذف دود فلر

انواع روش‌های حذف دود

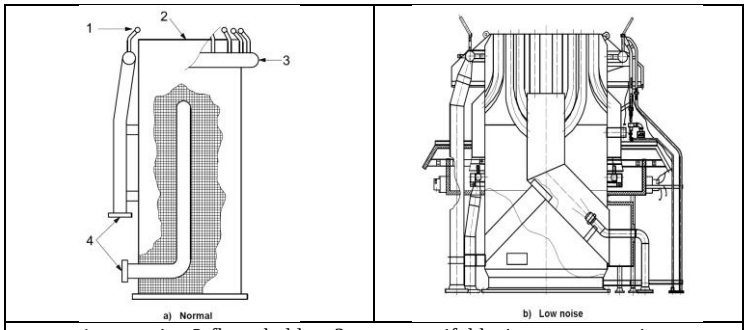
برای حذف دود در هنگام فلردهی (فلرینگ)، روش‌های مختلفی وجود دارد. روش‌هایی که با ایجاد توربولانسی در گاز خروجی با هدف اتومایز نمودن آن و ایجاد شرایط مناسب جهت رسیدن اکسیژن به لایه‌های داخلی گاز و تولید احتراق کامل انجام می شود.

روشهای زیر پر کاربردترین روش های روز دنیا هستند:

۱- استفاده از گاز شیرین فشار بالا (کم کاربرد، به دلیل ارزش ریالی گاز)

۲- استفاده از هوای فشرده (پرکاربرد)

۳- استفاده از بخار (پرکاربرد)



1-steam tip , 2-flame holder , 3-steam manifold , 4-steam connection

تنوع در به کارگیری از روش‌های فوق سبب تنوع و توسعه تیپ‌های فلر مختلف شده است. استفاده از روش گاز شیرین به دلیل ارزش ریالی گاز کم کاربرد است، اما در فلرهایی که گازهای اسیدی زیادی ارسال خارج می کنند، لازم است به جهت بهبود احتراق گاز کمکی در خروجی تیپ ترزیق شود.

در استفاده از روش‌های هوای فشرده و بخار، شرایط پلنت یکی از عوامل تاثیر گذار است. مثلا در یک پلنت به دلیل دوری واحد فلر از واحد بخار (در بیابان‌ها) و یا عدم دسترسی به بخار (مثل سکوهای دریایی) راهی به جز استفاده از هوای فشرده در سیستم ضد دود وجود ندارد. از طرف دیگر به دلیل حجم بالای بخار تولیدی در تاسیسات نفت و گاز، سرمایه گذاری ابتدایی کم و هزینه تعمیر و نگهداری کمتر نسبت به هوای فشرده، استفاده از بخار بسیار مرسوم‌تر است.

آرایش سیستم‌های تزریق ضد دود

نوع آرایش برای سیستم‌های ضد دود می‌توان در نظر گرفت:

۱. تزریق مرکزی / ۲. تزریق رینگی / ۳. تزریق ترکیبی (مرکزی – رینگی)

خنک کاری و دود زدایی

شاید این سوال در ذهن پیش بیاید که کدام نوع آرایش کارایی بهتری دارد. کدام نوع آرایش سبب دود زدایی و خنک کاری بهتری می‌شود. محققین با انجام آزمایشات مختلف توانسته‌اند مقایسه‌ی معناداری بین انواع آرایش سیستم‌های تزریق ضد دود داشته باشند.

قبل از بررسی آزمایشات، لازم است که با چند اصطلاح پرکاربرد در فلرها آشنا شوید:

- **گاز پرج (Purge Gas)**: گازی که جهت جلوگیری از ورود از هوا به داخل استک و مجموعه‌های پایین دستی، به قسمت انتهایی استک تزریق می‌شود و مقدار آن بسته به نوع سیستم آب بندی (بویانسی یا دینامیکی) در API 521 آمده است.
- **راندمان تخریب و حذف (DRE)**: نسبت مولی کربن موجود در محصولات حاصل از احتراق به کربن ورودی و براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود که نشان دهنده میزان توانایی حذف هیدروکربن از (دود) در سیستم فلر است:

$$DRE = 1 - \frac{Total\ mol\ THC_{out}}{mol\ THC_{in}}$$

$mol\ THC_{out}$ measured: کل مول هیدروکربن اندازه گیری شده در نمونه حاصل از احتراق

$mol\ THC_{in}$ measured: کل مول هیدروکربن اندازه گیری شده در نمونه ورودی به فلر

- **ارزش حرارتی پایین (LHV)**: اگر آب موجود در محصولات احتراق یک سوخت بصورت بخار باشد، گرمای حاصل از احتراق جرم واحد آن سوخت را ارزش حرارتی پایین آن سوخت می‌گویند.

✓ آزمایشات نشان داد که DRE با خنک کردن بخار در هنگام استفاده از نرخ‌های گاز پرج توصیه شده در API دچار اختلال می‌شود (سه نمودار ابتدایی).

✓ یک رابطه خطی بین DRE و LHV نرخ ترکیبی گاز و بخار وجود دارد. این یعنی با افزایش میزان LHV (افزایش ارزش حرارتی پایین Kcal/gmol، که نشان دهنده افزایش دمای ناشی از افزایش سوخت از میزان پرج گاز تا بیشنه میزان طراحی شده) راندمان تخریب هیدرکربن‌ها افزایش می‌یابد. این موضوع به این دلیل است که با افزایش دبی سیال فلر شده، سرعت گاز خروجی به کشیده شدن هوا به درون توده گاز در حال سوختن کمک می‌کند. حال با مقایسه نمودارها، مشاهده می‌شود که آرایش رینگی کمک بیشتری در تخریب و دود زدایی از سیستم می‌کند، پس از آن نوع ترکیبی و در آخر نوع مرکزی(سه نمودار ابتدایی).

✓ در تاسیسات نفت و گاز و پتروشیمی، معمولا نرخ گاز خروجی از استک از میزان توصیه شده بیشتر است. وجود گاز تمیز کننده (Sweep Gas) شبکه فلر و همچنین گازهای ناشی از فلرینگهای لحظه‌ای، سبب می‌شود که گاز عبوری از فلر از نرخ‌های API همیشه بالاتر باشد. فلذا میزان LHV همیشه عددی بزرگتر از عدد API است. اهمیت این موضوع آنجاست که در LHV کمی بالاتر از نرخ توصیه شده API تفاوت DRE بین تزریق مرکزی و رینگی کاهش می‌یابد(سه نمودار ابتدایی).

✓ نمودار آخر، نشان دهنده دمای تیپ در سه نوع آرایش می‌باشد. در هنگام وزش باد شعله حاصل از احتراق در ناحیه Down Wind با بدنه تیپ تماس پیدا می‌کند و سبب داغ شدن آن می‌شود و با ایجاد یک اختلاف دما در دو طرف تیپ فلر منجر به خلق یک تنش حرارتی در آن می‌شود. همانگونه که مشاهده می‌شود آرایش مرکزی سبب خنک کاری بهتر تیپ فلر می‌گردد. در این آرایش جت خروجی از نازل سبب کشیده شدن شعله به سمت بالا و در نهایت همراستا سازی شعله در جهت تیپ می‌شود و بدین طریق از خوابیدن شعله بر روی بدنه و افزایش دمای بدنه جلوگیری بعمل می‌آید.