

بررسی روش‌های راه‌اندازی واحدهای بازیافت گوگرد (بستر سرد و گرم) و نوآوری در روش بستر سرد

اونیک توماس^۱

۱- مشاور خدمات فنی پتروشیمی خارگ

ایمیل: onigthomas@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۹

چکیده

در این مقاله، روش‌های راه‌اندازی واحد بازیافت گوگرد بررسی شده‌اند. به‌طور کلی، دو روش راه‌اندازی برای این واحدها وجود دارد: ۱- روش سنتی: پیشگرم کردن بسترهای کاتالیست، همزمان با بقیه تجهیزات واحد ۲- روش جدید (راه‌اندازی با بستر سرد): سرد نگهداشتن بسترها در حین پیشگرم کردن بقیه واحد در حال حاضر در بیشتر واحدهای بازیافت گوگرد از روش سنتی پیشگرم کردن بسترها استفاده می‌شود که معایب خود را دارد. اولین بار در سال ۱۹۷۰ روش راه‌اندازی با بستر سرد توسط شرکت اورتلاف^۱ ابداع شد که از دو دستگاه شیر کنترل استفاده می‌کرد، یکی در انتهای آخرین بستر قرار می‌گرفت و دیگری در خط لوله کنارگذر. به این ترتیب می‌توان محصولات احتراق جهت پیشگرم کردن واحد را از خط کنارگذر عبور داد. در این مقاله به پیشنهاد نگارنده ترتیب کنارگذر نمودن بسترها متفاوت است، به‌طوری که به جای شیرهای کنترل پرهزینه از دو بلائند چکشی در ورودی و خط کنارگذر هر بستر استفاده می‌شود. با این تدبیر، کنارگذر شدن بسترهای کاتالیستی با چرخاندن مکانیکی توسط بخش تعمیر و نگهداری واحد انجام می‌گیرد و این مزیت را دارد که کندانسورهای واحد در جریان گرمایش بهتری قرار می‌گیرند. راه‌اندازی به روش بستر سرد نه تنها باعث افزایش عمر کاتالیست شده، بلکه به علت عدم نیاز به تعویض ناپهنگام کاتالیست، تداوم در تولید وجود خواهد داشت و به تبع آن میزان آلاینده‌های محیط زیست نیز کاهش می‌یابد.

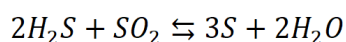
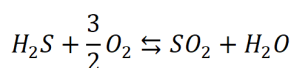
1. ORTLOFF

کلمات کلیدی: واحد بازیافت گوگرد، فرایند کلاوس، تئوری راه‌اندازی سرد، پیشگرم کردن بستر، بلائند چکشی

۱- مقدمه

واکنش‌های اصلی تعادلی در فرایند تولید گوگرد به صورت زیر

می‌باشند:



در فرایند کلاوس تا سال ۱۹۷۰، دمای کل سیستم کوره، مبدل‌ها و بسترهای کاتالیست به‌طور همزمان و با به کارگیری مشعل سوخت کوره و واکنش به دماهای موردنیاز رسانده می‌شد و سپس گاز اسیدی به کوره و واکنش تغذیه می‌گردید. واحدهای بازیافت گوگردی در ایران نیز با این فرض طراحی شده‌اند که قبل از تغذیه گازهای اسیدی به آنها همه تجهیزات واحد از جمله بسترهای کاتالیستی تا دمای معینی در محدوده دمای نقطه شبنم ($120^{\circ}C$) گرم شوند تا وقتی گوگرد تولید شد به

گاز جدا شده از نفت خام که خوراک مجتمع‌های گاز و یا پتروشیمی می‌شود، حاوی گازهای اسیدی هیدروژن سولفور و اکسید کربن است که این گازهای اسیدی در فرایند شیرین‌سازی گاز جدا شده و خوراک واحدهای بازیافت گوگرد در پالایشگاه‌های نفت، گاز و پتروشیمی می‌شوند. در ایران شاید اکنون بیش از سی واحد بازیافت گوگرد از گازهای اسیدی وجود دارد.

در واحدهای بازیافت گوگرد با استفاده از مقدار کنترل شده‌ای از هوا، $1/3$ گاز اسیدی در کوره و واکنش سوزانده شده و به دیاکسید سولفور تبدیل می‌شود؛ سپس مابقی گاز در بسترهای کاتالیستی با دیاکسید سولفور تولیدی تبدیل به گوگرد می‌شود. تولید گوگرد به روش فوق موسوم به فرایند کلاوس می‌باشد.



شکل مذاب به دست آید.

در روش بستر سرد که ابداعی شرکت اورتلاف است، نیاز به گرمکردن بسترهای کاتالیست نبوده و کافی است که بقیه تجهیزات واحد به دمای نرمال کاری (بالتر از نقطه شبنم گوگرد) برسد و سپس گاز اسیدی به واحد داده شود.

شرکت آمریکایی اورتلاف در سال ۱۹۷۰ برای نخستین بار پس از انجام محاسباتی، اقدام به راهاندازی واحد با بسترهای سرد نمود. بدین صورت که ابتدا بسترها را کنار زده^۱ و سپس اقدام به گرم کردن^۲ بقیه تجهیزات واحد نمود که منجر به تجربه موفقیت آمیزی شد. با این روش می توان خطراتی را که حین راهاندازی، کاتالیست را تهدید می کند از بین برد. برای اجرایی کردن این ایده (تئوری راهاندازی بسترهای سرد)^۳ می توان با نصب دو عدد شیر با عایق بخار در زمان پیشگرم کردن واحد، بسترها را کنار زده و اجازه نداد کاتالیست در معرض گازهای حاصل از سوخت مشعل کوره واکنش قرار گیرد. در این روش از شیرهای ویژه برای کنارزدن بستر استفاده شده است. اکنون این سؤال مطرح است که با وجود مزایای فراوانی که راهاندازی با بسترهای سرد دارد، چرا این روش در سایر نقاط دنیا هنوز گسترش نیافته است؟

۲- شرح تئوری

در حال حاضر از پیشگرم کردن در غالب واحدهای بازیافت گوگردی دنیا استفاده می شود و گرم نمودن بسترهای کاتالیستی جزء دستورالعمل های راهاندازی می باشد. افرادی که در این واحدها کار می کنند به خوبی واقف هستند که پیشگرم کردن بسترهای کاتالیست قبل از تغذیه گاز اسیدی خوراک، تا چه حد حساس و خطرناک بوده و تا به حال با این روشها آسیب های جدی به بسترهای کاتالیستی رسیده است. علت این موضوع آن است که کار کردن مشعل کوره در وضعیت استوکیومتری، در عمل کار سختی است و حتی با سنجش مرتب درصد اکسیژن، خطا و عدم کنترل پیش می آید و گازهای ناشی از احتراق در خروج از کوره حاوی اکسیژن مازاد شده و یا آلوده به دوده می شود که تأثیر مستقیم آنها، تخریب و یا انسداد بسترهاست.

خطرات ناشی از راهاندازی به روش پیشگرم کردن عبارتند از: اگر کاتالیست از زمان توقف قبلی واحد به گوگرد آلوده باشد، اکسیژن مازاد در محصل سوخت مشعل کوره که معمولاً به علت عدم کنترل نسبت هوا به سوخت وجود دارد باعث اکسید شدن کاتالیست گوگرد شده و موجب افزایش دمای موضعی

می گردد و در نهایت، در دمای 400°F گوگرد مشتعل شده و کاتالیست در معرض آسیب دیدگی قرار می گیرد. اکسیژن آزاد در بستر کاتالیست آلومینا باعث سولفات شدن آلومینا شده و راندمان کاری را کاهش می دهد.

اگر در محصل سوخت دوده باشد، این دوده در سطح کاتالیست بستر اول انسداد ایجاد کرده و باعث افزایش فشار کاری کوره و کاهش راندمان بستر می شود.

به هنگام کار کردن در شرایط زیر استوکیومتری^۴ مشعل گاز شیرین کوره بایستی همراه با استفاده مناسب از گاز ازت و یا بخار ملایم کننده باشد که در صورت عدم اجرای صحیح، مواد نسوز اطراف مشعل و کوره آسیب می بیند.

شرکت اورتلاف تجربه بسیار خوبی نیز در سال ۱۹۹۱ داشت که در واحدی در تیوگا^۵ در زمستان در دمای محیط (18°C -) و بسترهای کاتالیستی اقدام به راهاندازی واحد نمود که مشکلی به وجود نیامد. روش کار بدین صورت است که برای کنارزدن بسترهای کاتالیستی در طراحی های خود از دو شیر جاکت دار استفاده می نماید که یکی در انتهای واحد بعد از آخرین کندانسور قرار گرفته و دیگری در ابتدای خط کنارگذر، در ورودی اولین بستر کاتالیستی.

علت عدم انجماد گوگرد بعد از اینکه بسترها در مسیر گاز اسیدی قرار می گیرند، گرمابودن فوق العاده واکنش کلاوس است. واکنش در لایه فوقانی بستر اتفاق می افتد و گرمای حاصله در لایه بالا خیلی سریع به دمایی بالاتر از نقطه انجماد گوگرد ارتقا می یابد و سپس به تدریج با افزایش گرما و گرمای نهان تبخیر گوگرد، کل بستر داغ شده و به گرمای نرمال کاری می رسد.

۳- مقایسه روش راهاندازی سرد و گرم

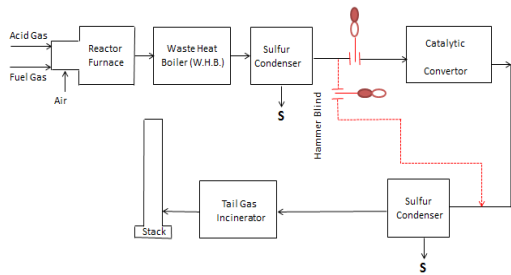
در راهاندازی با بسترهای سرد^۶ کافی است که کوره و مبدل های حرارتی واحد به دمای کاری نرمال رسانده شوند، که این کار به سهولت و در اندک زمان با هوای اضافی کار کردن شعله مشعل کوره مقدور می شود. وقتی آخرین مبدل هنگام گرم کردن به دمای کاری برسد و گاز اسیدی آماده باشد، کاتالیست ها در مسیر قرار گرفته و گاز اسیدی تغذیه می شود و البته چون زمانی صرف این می شود که بسترها به دمای نرمال کاری برسند از ساعتی بعد تولید گوگرد ظاهر شده و به سمت پیت گوگرد هدایت می شود. از مزایای این گونه راهاندازی عبارتند از:

4. Sub-Stoichiometric
5. Tioga
6. Cold Start-up

1. By-Pass
2. warm up
3. Cold Reactor Bed Start up Theory



گرم کردن بایپاس می‌شوند. همچنین کندانسورها در مسیر بایپاس قرار گرفته و سریع‌تر داغ می‌شوند و طبیعی است که هرگاه واحد به حد نرمال کاری داغ شود قبل از تغذیه گاز اسیدی، بلایندها توسط نفرات تعمیرات به راحتی و به سرعت چرخانده می‌شوند. در شکل ۲ طرح پیشنهادی با بلایند چکشی نشان داده شده است.



شکل ۲- شماتیک واحد بازیافت گوگردی با بلایند چکشی کنارزدن بستر کاتالیستی

۴- نتیجه‌گیری

- راه‌اندازی واحد بازیافت گوگرد با تئوری بسترهای سرد کاتالیستی مزایای فراوانی به شرح زیر دارد:

- اکسیژن آزاد به بسترهای کاتالیستی نمی‌رسد و لذا سولفات‌ها شدن کاتالیست و خطر اشتعال گوگرد در بستر از بین رفته و از رسیدن آسیب به راکتور جلوگیری می‌شود. همچنین خطر دوده‌زدگی بستر نیز از بین می‌رود.

- به دلیل کارکردن مشعل سوخت کوره با هوای اضافی، اجرای منحنی دمایی کوره راحت و قابل کنترل شده و زمان پیش‌گرم کردن کوره کاهش می‌یابد.

- زمانی که خوراک گاز اسیدی به طور موقت قطع شود، به راحتی می‌توان واحد بازیافت گوگرد را در وضعیت پیش‌گرم برده (کنارزدن بسترها) و در آن وضعیت نگاه داشت و مانع از سرد شدن واحد شد.

- مر کاری کاتالیست افزایش یافته و از تعویض‌های زود هنگام که منجر به توقف تولید می‌شود نیز جلوگیری می‌گردد.

در زمان تعمیرات اساسی که واحد گوگردی سرد شده است، فرصت مناسبی برای پیاده کردن الزامات مربوط به کنارزدن بسترها و استفاده از روش راه‌اندازی بستر سرد پیش می‌آید. همچنین راه‌اندازی با روش بستر سرد با استفاده از روش پیشنهادی شرکت اورتلاف و روش اشاره شده در این مقاله بستگی به تصمیم مدیریت واحد مربوطه دارد.

- مدت زمان گرم کردن کاهش داده شده و واحد زودتر به تولید می‌رسد.

- چون شعله مشعل کوره با هوای اضافی زیاد می‌تواند کار کند، بالا رفتن دمای کوره به سهولت تحت کنترل قرار گرفته و با رعایت منحنی حرارتی کوره از رسیدن شوک‌های حرارتی به کوره مشعل و مواد نسوز پیشگیری می‌شود.

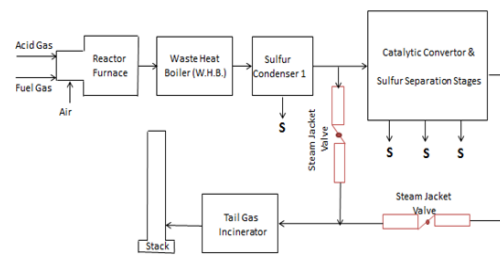
- خطر اشتعال گوگرد که آسیب‌زننده است، به جهت کنار زده شدن بسترها اتفاق نمی‌افتد و به همین علت دوده‌زدگی بستر رخ نمی‌دهد.

- اکسیژن آزاد به کاتالیست نمی‌رسد تا آن را سولفات‌ها کند و از فعالیت مناسب باز دارد.

- هنگامی که به هر دلیلی خوراک گاز اسیدی برای چند روز قطع شود، با کنار زدن بسترها و راه‌اندازی مشعل کوره می‌توان واحد را در وضعیت گرم و آماده نگاه داشت و از آسیب‌های ناشی از خوردگی که با سرد شدن واحد رخ می‌دهد جلوگیری کرد.

راه‌اندازی به این روش باعث کاهش شوک حرارتی و خوردگی‌های ناشی از بالا و پایین بودن دما شده و ع

مر کاری کاتالیست ارتقا می‌یابد. در دو واحدی که در آمریکا با روش اورتلاف راه‌اندازی شده است، کاتالیست‌ها بعد از نه سال از شارژ اولیه تعویض شدند. طرح اورتلاف برای کنارزدن بسترهای کاتالیست در هنگام گرم کردن واحد در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- شماتیک واحد بازیافت گوگردی با ولوهای مربوط به کنارزدن بستر کاتالیستی (پیشنهاد اورتلاف)

افرادی که تجربه تعویض کاتالیست کنورتورها را دارند به خوبی می‌دانند که حجم کار بسیار بالاست و زمان‌های توقف طولانی می‌باشند و با اجتناب از توقف واحد (جهت تعویض کاتالیست) به عمر کاری و بازدهی واحد افزوده می‌شود.

در طرح پیشنهادی نگارنده به جای استفاده از دو عدد شیرهای هزین‌بر و بسیار ویژه جاکت‌دار که در مسیر ورودی به بسترها و انتهای خط کناری قرار می‌گیرند، از بلایند چکشی استفاده می‌شود. به این ترتیب، هریک از بسترهای کاتالیستی در زمان

۵- منابع

- [1] "Alternative Design in Concepts to Improve Sulfur Facility Reliability Presented by Orloff at the 2000 Laurence Reid Gas Conditioning Conference", The University of Oklahoma, Norman, February 28, 2000.
- [2] "Technology Overview of the Technologies Available through Linde Process Plants, Inc. (LPP) by Linde Process Plants, Inc", 6100 South Yale Avenue, Suite 1200, Oklahoma.
- [3] "Sulfur Recovery Unit (SRU) Flawless Startup with Improved Reliability" by Chemical Industry Digest, Mumbai-53, Maharashtra, India, May 21, 2014.



Investigation on Startup Methods at SRU (Cold and Hot) and Innovation in Cold Bed Method

Onig Thomas

Technical Consultant at Kharg Petrochemical Company

Email: onigthomas@yahoo.com

Abstract

In this paper, the startup methods at SRU are investigated. Actually, there are two methods:

1-The conventional method in which the warm up of the unit include the reactor catalytic beds.

2-The new approach of warm up of the unit excluding the reactor catalytic beds

Generally, the conventional method is still practiced in most of the designs. The new design features developed by the Orthloff Company (US 1970); which uses two special block valve assemblies for by passing the catalytic steps during warm up. It is pointed out that the Orthloff proprietary sulfur vapor block valves can be replaced by the hammer blind (slip blind) for the intended cold start up theory.

A better warm up of the sulfur condenser's can be achieved. Cold startup of SRU's not only can extend the service life of the catalyst but can improve the environmental pollution by unwanted stoppage of units for catalyst change outs. Experience has proved that SRU can be started up in this new manner and the risk of damages to the furnace and catalyst can be minimized.

Key words:

cold start up theory, sulfur condenser, cold bed, block valve

