

گزارش عملکرد ۸ ماهه کاتالیست‌های ریفرمینگ احیاء مستقیم

تولیدی شرکت گسترش فناوری خوارزمی

در ریفرمر مدول یک شرکت فولادخوزستان

از: مهندس حسن نوائی | مدیرعامل شرکت دانش‌بنیان گسترش فناوری خوارزمی



یکی از راه‌های تولید گازهای سنتز (مخلوط هیدروژن و مونوکسیدکربن) فرآیند ریفرمینگ ترکیبات هیدروکربنی از قبیل گاز طبیعی، متان، پروپان و ... با اکسندگه‌هایی مانند H_2O یا CO_2 است. این واکنش گرماگیر بوده و نیاز به کاتالیست برای تسریع واکنش و انجام میزان درصد تبدیل مطلوب خوراک دارد.



بارگذاری آنها درون ریفرمر تا کنون پرداخته شود.

یکی از مهمترین پارامترهای موثر بر روی ترکیب درصد گاز تولیدی یا همان گاز ریفرم، ترکیب درصد اجزاء گاز خوراک (فیدگس) و خصوصاً اکسیدکننده‌های H_2O و CO_2 است. وجود مقادیر اکسید کننده‌های پایین سبب تشکیل کک و

ماهنامه پردازش: در واحدهای احیاء مستقیم سنگ آهن و تولید آهن اسفنجی، از این فرآیند استفاده شده و گاز ریفرم شده غنی از گازهای سنتز یا گازهای احیاء کننده که ریفرمر را ترک می‌کند، برای احیاء اکسید آهن به آهن فلزی تولید می‌شود. از این رو کاتالیست‌ها را می‌توان قلب تپنده واحدهای احیاء در نظر گرفت که عملکرد صحیح آنها در ریفرمر می‌تواند کیفیت و مقدار لازم جهت تولید مقدار مورد نیاز آهن فلزی را فراهم کند.

کاتالیست‌های ریفرمینگ احیاء مستقیم تولیدی این شرکت در اواسط اسفند سال ۱۳۹۵ در ریفرمر مدول ۱ شرکت فولادخوزستان شارژ گردید و از آن تاریخ با عملکرد بسیار مناسب در حال سرویس می‌باشد.

در این گزارش سعی شده است که به بررسی عملکرد این کاتالیست‌ها در دوره ۸ ماهه از

در واحد) صورت می‌گیرد. بر خلاف واحدهای پتروشیمی، برای تولید گاز احیاء کننده با کیفیت بالا در واحدهای احیاء مستقیم سنگ آهن، نسبت اکسیدکننده به کربن پایین مورد نیاز است. شکل (۲) نسبت اکسیدان به کربن، H_2O/C و CO_2/C را در سه ماهه اخیر فیدگس مدول یک را نشان می‌دهد. در ادامه به بررسی کیفیت عملکرد هشت ماهه کاتالیست‌های تولیدی شرکت گسترش

غیرفعال شدن کاتالیست‌ها شده و از طرفی وجود اکسیدکننده‌های اضافی در گازهای ریفرم شده به واکنش‌های احیاء سنگ آهن آسیب می‌رساند. به همین دلیل به منظور بهره‌برداری از ریفرمر میدرکس نیاز است که دقت لازم در نسبت‌های اکسیدکننده به مقدار گاز طبیعی صورت پذیرد. تنظیم این مقادیر از طریق میزان دبی حجمی گاز طبیعی و دمای گاز پروسس (گاز چرخشی

فناوری خوارزمی در این واحد پرداخته خواهد شد.

مقدار متان در گاز ریفرم شده

برای رسیدن به آنالیز مطلوب گاز احیایی عوامل بسیاری تاثیر گذار می باشد. بازه ۰/۵ تا ۱ درصد مطلوبترین دامنه برای میزان متان در گاز ریفرم است که به آن گاهاً Methane Slip نیز گفته می شود. شکل (۳) تغییرات متان و دمای گاز ریفرم را در هشت ماهه اخیر نشان می دهد. در چندین بازه زمانی محتوی متان در گاز خروجی بالاتر از ۱ درصد می باشد. با توجه

شکل ۱

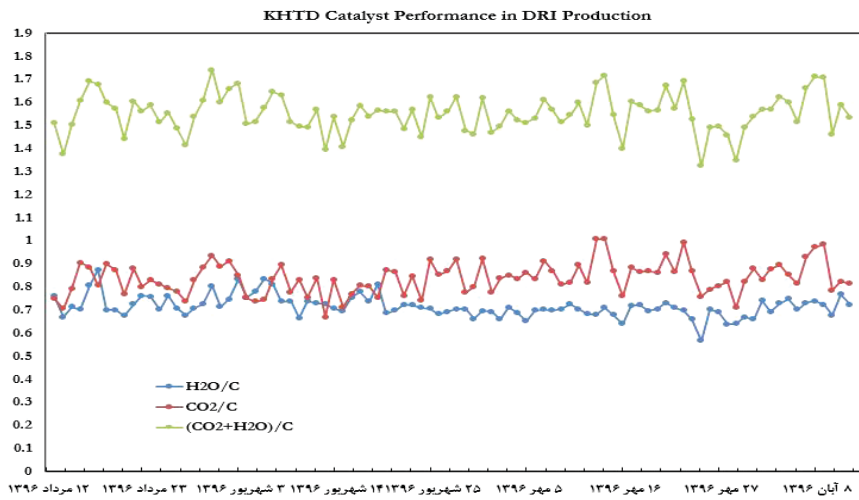


تصویر کاتالیست خشی (سمت راست)، نیمه فعال (وسط) و فعال (سمت چپ) مورد استفاده در ریفرم مدول ۱ شرکت فولاد خوزستان

چندین درجه کاهش پیدا کرده است. این در حالیست که کاهش بسیار کم دما باعث افزایش متان در خروجی خواهد شد. بعد از مدتی مشاهده می شود که مقدار متان در خروجی ریفرم به مقدار مطلوب خود رسیده است که دلیل آن رسیدن دما به حد مطلوب می باشد.

بالارفتن میزان ترکیبات سنگین خصوصاً بوتان در گاز طبیعی و به تبع آن در فیدگس، ریسک تشکیل کربن بر روی سطح کاتالیست را به شدت افزایش می دهد که برای این منظور نیاز است تا اکسنده بیشتری نسبت به کربن CO_2/C وجود داشته باشد.

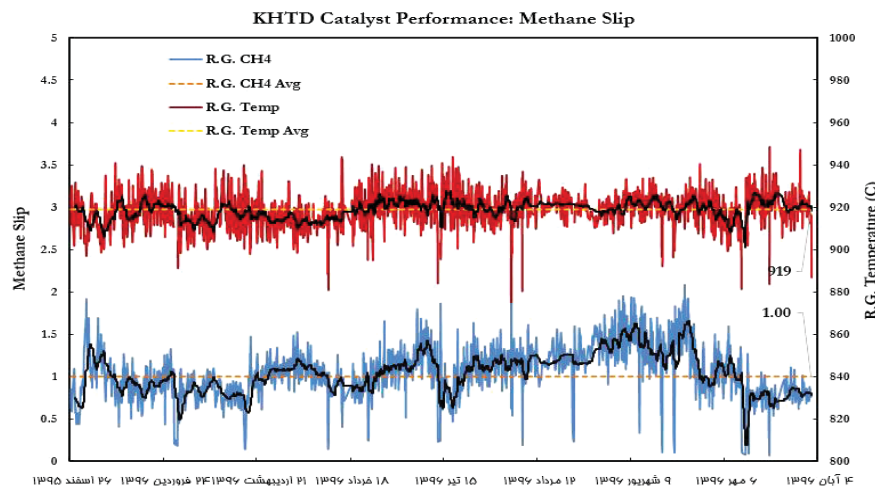
شکل ۲



تغییرات نسبت اکسیدان ها به کربن در Feed gas در هشت ماه اول راه اندازی



شکل ۳



تغییرات ترکیب درصد متان باقیمانده و دمای گاز ریفرم در هشت ماه پس از راه اندازی

جدول ۱

تاریخ نمونه گیری	ورودی به دو مخزن	خروجی مخزن سمت راست	خروجی مخزن سمت چپ
۱۳۹۶/۰۶/۲۵	۱۸	۲	۱
۱۳۹۶/۰۶/۳۱	۲۱	۱	۲
۱۳۹۶/۰۷/۰۴	۲۲	۲	۱
۱۳۹۶/۰۷/۱۰	۱۸	۳	۲
۱۳۹۶/۰۷/۱۵	۲۰	۲	۲
۱۳۹۶/۰۷/۱۹	۱۸	۲	۱

آنالیز سولفور گاز احیا در مدول ۱ بعد از راه اندازی مخازن سولفورزدا جدید

طبیعی به میزان ۸۰ درصد حجمی رسیده بود. در ابتدای خرداد شدت جریان گاز طبیعی نسبت به گاز پروسی کاهش پیدا کرده است تا بتوان نسبت

در ابتدای خرداد، محتوای ترکیبات سنگین (C₂+₃) موجود در جریان گاز طبیعی تا ۲۰ درصد افزایش پیدا کرده است و غلظت متان در گاز

به شکل (۳)، در بازه زمانی ۲۰ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد، دما نسبت به حالت ایده آل به علل محدودیت های بهره برداری از سوی بهره بردار

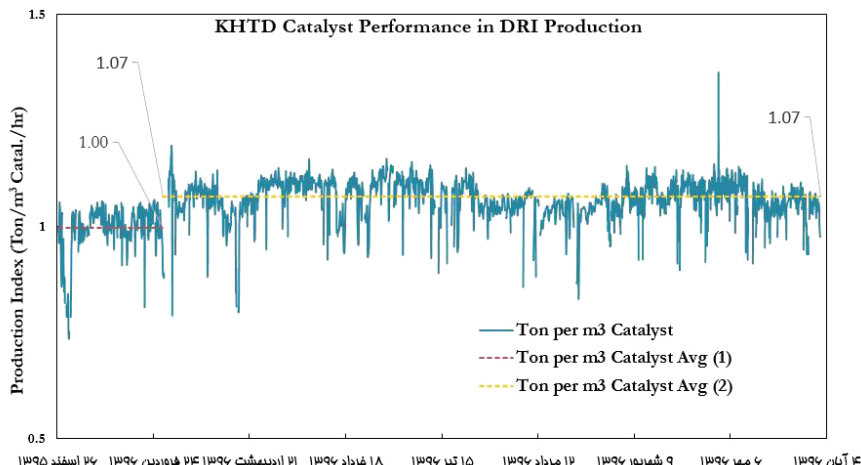
فوق را کنترل نمود و اثر منفی افزایش C_2+ جبران شود. در بازه زمانی ۲۴ خرداد تا ۱۰ تیر و همچنین از اوایل مرداد تا اواخر شهریور، مشاهده شد که میزان متان در گاز ریفرم شده بیشتر از یک می باشد. دلیل این امر وجود مشکل در مخازن سولفورزدا جهت کنترل سولفور (H_2S) در خوراک ورودی می باشد. میزان بالاترین مقدار سولفور به عنوان یک عامل مسموم کننده کاتالیست در فیدگس به مقدار حتی بالاتر از مقدار طراحی مخازن سولفورزدا یعنی ۳۰ ppm سبب کاهش فعالیت کاتالیست ها می شود در حالیکه این میزان توصیه شده است که زیر ۵ ppm تنظیم شود.

البته لازم به ذکر است عملکرد کاتالیست در حالتیکه میزان سولفور تا ۱۰ ppm تا ۱۵ کنترل شود مشکل چندانی ایجاد نخواهد نمود. به طور متوسط، طول عمر مخازن سولفورزدا در این واحد چهارماه می باشد که ورود گاز سولفوردار با غلظت بسیار بالاتر از حد معمول (به سبب وجود سولفور بسیار بالاتر از حد نرمال در سنگ آهن) از سمت گاز Process در این مدت، طول عمر آن را به میزان زیادی کاهش داده است که این می تواند دلیلی بر تغییرات متان باشد. جدول (۱)، آنالیز گاز احیا بعد از راه اندازی مخازن سولفورزدا جدید را نشان می دهد. همانطور که در شکل (۳) مشاهده می شود، با توجه به توضیحات فوق، پس از وارد مدار شدن مخازن سولفورزدا، میزان متان خوبی قابل تنظیم و کنترل بوده و مقدار آن پس از سولفورزدا کمی کمتر از ۱ درصد که مقدار ایده آل متان خروجی است نگه داشته شده است.

میزان تولید بر حسب تن بر متر مکعب کاتالیست

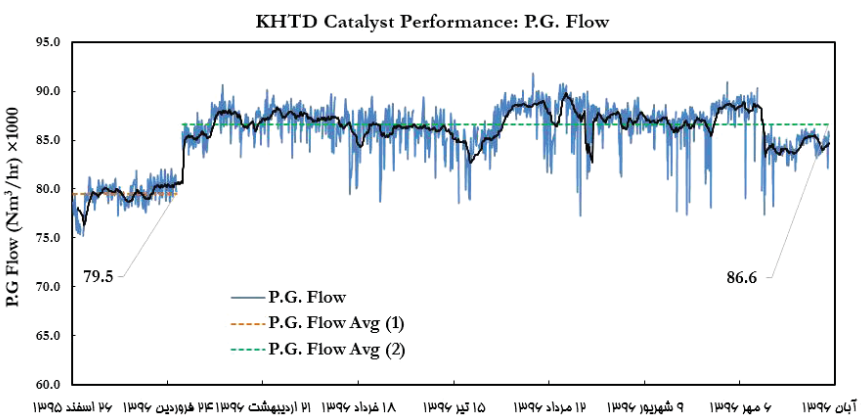
بررسی بیشتر عملکرد کاتالیست ها نیازمند مطالعه پارامترهای تولید در کل واحد می باشد. بر اساس تجربه واحدهای میدرکس، یک واحد تولیدی به ازای هر متر مکعب کاتالیست با تزریق اکسیژن به لاین باستل می تواند ۱/۰۸ تن آهن اسفنجی تولید کند، اما در صورت عدم تزریق اکسیژن تولید به ازای همان مقدار کاتالیست ۱ تن بر متر مکعب خواهد بود. بنابراین با توجه به حجم کاتالیست های موجود در تیوب ها که در این مدول عددی معادل ۸۱/۷ متر مکعب است می توان شاخص تولید واحد را محاسبه نمود. با توجه به شکل (۴) که نمودار این شاخص در هشت ماهه اخیر را نشان می دهد، متوسط این شاخص در یک ماه آغازین کمتر از حالت مورد نظر بوده است که علت این امر ناکافی بودن فلوی گاز پروسس در آن مدت به سبب مشکل فنی کمپرسور بوده است. پس از توقف کوتاه مدت و راه اندازی مجدد این شاخص در میزان مورد نظر حاصل گردیده است. توجه دقیق تر منحنی بدست آمده در شکل (۵) را می توان در روند افزایش فلوی گاز پروسس مشاهده نمود. به دلیل مشکلات فنی

شکل ۴



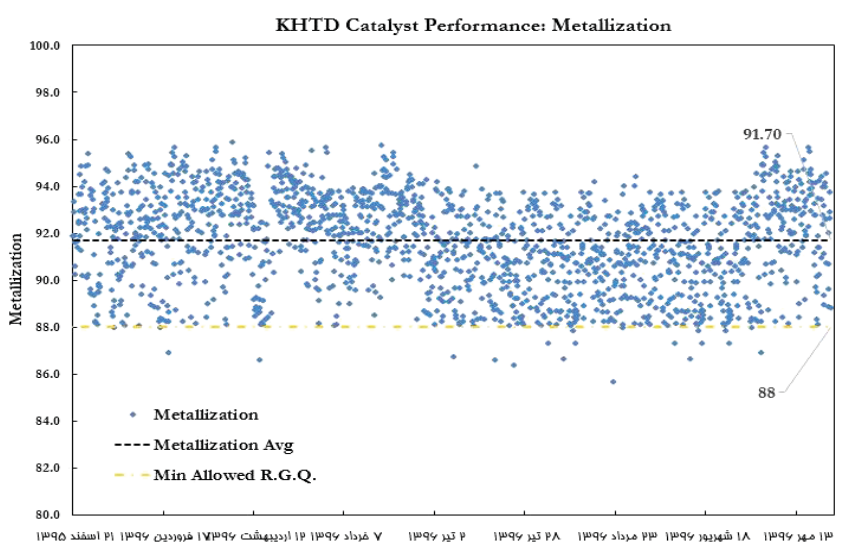
تغییرات شاخص تناژ تولید در هشت ماهه اول راه اندازی

شکل ۵



تغییرات فلوی گاز پروسس در هشت ماه اول راه اندازی

شکل ۶



متالیزیشن آهن اسفنجی در هشت ماه نخست راه اندازی

حضور شرکت گسترش فناوری خوارزمی در نمایشگاه ADIPEC ۲۰۱۷

پتروشیمی، فولاد و صنایع شیمیایی و همچنین یک مجموعه فعال در حوزه بازیابی کاتالیست‌های مستعمل صنایع مذکور و علاوه بر آن خدمات مهندسی مرتبط با این واحدها جایگاه مناسبی در بازار کاتالیست داخلی داشته و هم‌اکنون به توسعه فعالیت‌های خود خارج از ایران می‌اندیشد. لذا، این شرکت ضمن شرکت در این نمایشگاه و کنفرانس مهم، از این فرصت بسیار مغتنم جهت برقراری ارتباط با افراد و شرکت‌های مرتبط با حوزه کاتالیست‌های هتروژن و بازیابی کاتالیست‌های مستعمل



خصوصاً مهندسان واحد تحقیق و توسعه، مهندسان فرآیند و بهره‌برداری صنایع پالایشی و پتروشیمی، شرکت‌های ارائه دهنده لیسانس و خدمات در حوزه کاتالیست‌ها و همچنین شرکت‌ها و نفرات فعال در حوزه تامین مواد اولیه مورد نیاز واحدهای تولید کننده کاتالیست استفاده کرد و مذاکرات سودمندی داشت. امید است بتوان با توجه به فراهم آمدن فرصت‌های این چنینی و ایجاد ارتباط با مصرف‌کنندگان کاتالیست در خارج از کشور، بتوان بازار فروش کاتالیست‌ها و همچنین خدمات مهندسی و بازیابی کاتالیست‌های مستعمل را توسعه داده و ضمن کسب تجارب بسیار ارزشمند در حوزه بازرگانی بین‌الملل، از منافع به وجود آمده به آبادانی و رفاه بیشتر کشور کمک نمود.

ماهنامه پردازش: نمایشگاه و کنفرانس بین‌المللی نفت و گاز ابوظبی یا به طور اختصار ADIPEC یکی از رویدادهای بسیار مهم بین‌المللی حوزه نفت و گاز در دنیا بوده که از سال ۱۹۸۴ در شهر ابوظبی کشور امارات تاکنون برگزار شده و سالانه تعداد زیادی از شرکت‌های بزرگ و صاحب نام دنیا از کشورهای مختلف در آن حضور پیدا می‌کنند. این نمایشگاه فرصت بسیار مغتنمی را در اختیار بازرگانان، مهندسان و صاحب‌نظران حوزه نفت و گاز قرار می‌دهد تا بتوانند ضمن شرکت در کنفرانس‌های تخصصی

از نزدیک با محصولات، خدمات، دستاوردها و پیشرفت‌های حوزه کاری خود یا سایر حوزه‌های مرتبط با صنایع بالادستی یا پائین دستی آشنا شوند و بتوانند مذاکرات موثر و مفیدی را با مدیران و کارشناسان شرکت‌های مورد نظر انجام دهند. امسال نیز این نمایشگاه با حضور شرکت‌های بزرگ دنیا نیز برگزار شده و شرکت دانش بنیان گسترش فناوری خوارزمی برای اولین بار به عنوان یکی از شش نماینده منتخب ایران در پائین ملی جمهوری اسلامی ایران در مدت زمان چهار روزه نمایشگاه از تاریخ ۲۲ آبان لغایت ۲۵ آبان حضور موثری داشت. این شرکت به عنوان یک شرکت دانش بنیان ایرانی تولید کننده کاتالیست‌های صنایع پالایشگاهی،

کمپرسور مرحله دوم، رسیدن به فلوی نرمال گاز پروسس در این واحد با محدودیت مواجه بود. فلوی پروسس در بازه زمانی ذکر شده به تدریج افزایش یافته و در روزهای پایانی به حداکثر مقدار خود یعنی ۸۰۰۰ متر مکعب بر ساعت رسانده شده است. بنابراین با توجه به اینکه برای تولید یک تن آهن اسفنجی ۱۰۰۰ متر مکعب گاز پروسس مورد نیازست، در ابتدای تولید ظرفیت واحد متأثر از کمبود فلوی گاز پروسس بوده و با افزایش آن ظرفیت مورد نظر واحد بدست آمده است.

متالیزیشن آهن اسفنجی

طبق اهداف و برنامه‌ریزی‌های شرکت فولاد، میزان متالیزیشن یا خلوص آهن فلزی ۹۲ درصدی برای آهن اسفنجی نیاز مورد نظر فولادسازی را برآورده می‌کند و خلوص ۸۸ درصد به پایین مردود یا Reject محسوب خواهد شد. در شکل (۶) که داده‌های خلوص آهن اسفنجی هفت ماه اول راه‌اندازی را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که خلوص آهن اسفنجی علی‌رغم مشکلات عنوان شده به نحو مطلوبی بالای ۹۲ درصد بدست آمده است.

فراوانی داده‌های خلوص آهن بالای ۹۲ درصد در این بازه نشان می‌دهد، واحد علی‌رغم سرعت تولید مطلوب خود، آهن اسفنجی با میزان خلوص بالا را نیز تولید می‌کند که حاکی از بازدهی بالا و مطلوب واحد نیز دارد.

بنابراین با توجه به اطلاعات و مطالعه صورت گرفته روی بازه‌های مشخص از عملکرد کاتالیست‌ها می‌توان گفت که کاتالیست‌های تولیدی شرکت گسترش فناوری خوارزمی به نحو بسیار مطلوبی جوابگوی نیاز واحد بوده و با توجه به داده‌های به دست آمده از واحدهای احیاء خصوصاً تجربه فولادخوزستان از کاتالیست‌های خارج، کاتالیست‌های تولیدی این شرکت می‌تواند در شرایط برابر عملکردی کاملاً قابل رقابت و حتی بهتر از خود نشان دهد.

گسترش فناوری خوارزمی توانمندی‌های خود را در اولین کنفرانس گاز سنتز و نیتروژن ایران به رخ کشید

پردازند. از جمله شرکت‌های بزرگ خارجی حاضر در این کنفرانس و نمایشگاه می‌توان به شرکت‌های Clariant، JohnsonMatthey، Haldor Topsoe، Casale، Alvigo، KBR Technology و Tubacex اشاره کرد. در این دو روز همچنین سخنرانی‌های متعددی در حوزه بازار و بررسی حال و آینده بازار تولید و مصرف گاز سنتز و نیتروژن، موارد و چالش‌های پیرامون فرآیند‌های موجود در واحدهای تولید گاز سنتز و نیتروژن و همچنین کاتالیست‌های مورد استفاده در مجتمع‌های پتروشیمی تولید کننده آمونیاک، اوره و متانول ارائه می‌شود که برای علاقه‌مندان فرصت مناسبی جهت کسب دانش و آشنایی با آخرین تحولات و پیشرفت‌های به وجود آمده در حوزه بازار و فناوری‌های مربوط به گاز سنتز و نیتروژن است.

گسترش فناوری خوارزمی به عنوان یک شرکت دانش بنیان فعال در زمینه تحقیق، توسعه و تولید انواع کاتالیست‌های صنایع پالایشگاهی، پتروشیمی و فولاد و همچنین بازیابی فلزات پایه از کاتالیست‌های مستعمل در اولین کنفرانس گاز سنتز و نیتروژن ایران که در روزهای شنبه و یکشنبه، ۴ و ۵ آذر ماه ۱۳۹۶ در محل هتل اسپیناس تهران برگزار می‌شود شرکت کرده است. این شرکت در نمایشگاه برگزار شده در حاشیه این کنفرانس نیز حضور دارد. شرکت‌های بنام و مطرح بین‌المللی تولید کننده کاتالیست، صاحبان لیسانس واحدهای تولید گاز سنتز و نیتروژن و سایر شرکت‌های فعال در این حوزه نیز در این نمایشگاه حضور داشته و به ارائه خدمات، توانمندی‌ها و محصولات خود در این نمایشگاه می‌