



شرکت دانش بنیان نفت و گاز سرو پیشگام طراحی و تولید محصولات با دانش فنی پیشرفته

کاتالیست تکنولوژی PERED نسل جدیدی از کاتالیست های احیا مستقیم آهن گامی بلند در راستای تأمین نیاز صنایع فولادی



واکنش می‌شود. همچنین مقادیر بالاتر گزینش‌گری سبب کاهش هزینه‌های مربوط به جداسازی و خالص‌سازی محصول شده و عمر بالاتر کاتالیست سبب کاهش هزینه‌های تولید کاتالیست و کاهش هزینه‌های مربوط به زمان‌های ازدست‌رفته، به جهت تعویض کاتالیست می‌شود.

سطح ویژه و همچنین کاهش در مقاومت مکانیکی کاتالیست می‌انجامد. بنابراین برای طراحی کاتالیست مناسب، باید بهینه‌سازی بین خصوصیات ذکر شده انجام پذیرد. مدیر تولید کاتالیست شرکت نفت و گاز سرو در خصوص تأثیر میزان تخلخل کاتالیست بر فعالیت و مقاومت مکانیکی بیان نمود که افزایش در میزان تخلخل تا حدود ۰/۵، سبب افزایش در میزان فعالیت کاتالیست می‌شود و افزایش بیشتر آن، تأثیر منفی بر روی فعالیت دارد، که به دلیل غالب شدن تأثیر منفی، کاهش در میزان سطح ویژه کاتالیست با افزایش در میزان تخلخل آن است.

علاوه بر این، افزایش در میزان تخلخل، سبب کاهش در مقاومت مکانیکی کاتالیست می‌شود و افزایش تخلخل، به بیشتر از ۰/۵، استحکام غیر قابل قبول قطعه را به همراه دارد. وی افزود: می‌توان نتیجه گرفت که طراحی شکل و قالب کاتالیست یکی از مهمترین فاکتورهای تولیدی این محصول High Tech

شایان ذکر است که بازیابی راحت‌تر کاتالیست‌های مستعمل، سبب افزایش عمر و کاهش مشکلات مربوط به مصرف آن‌ها می‌شود، که میزان سمی بودن پایین کاتالیست نیز سبب سهولت در حمل و نقل و امحاء کاتالیست‌های مستعمل می‌شود.

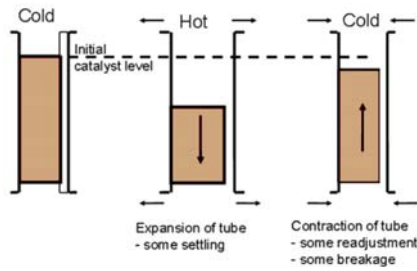
از اینرو مشاهده می‌گردد که تولید کاتالیست از فاکتورها و پارامترهای فراوانی برخوردار است که این محصول را در زمره محصولات با تکنولوژی پیشرفته و در دسته نانو موادهای قرار می‌دهد.

وی افزود از نگاهی دیگر طراحی کاتالیست بر مبنای ترکیب بهینه‌ای از خواص مستقل مکانیکی، شیمیایی فیزیکی و کاتالیستی آن است. مثلاً، فعالیت کاتالیست با افزایش تخلخل (بهبود دسترسی به واکنش دهنده‌ها) و مساحت سطح BET (افزایش سطح در دسترس برای واکنش)، افزایش می‌یابد. حال آنکه افزایش در میزان تخلخل‌های کاتالیست (حفره‌های بزرگ‌تر از ۵۰ نانومتر)، به کاهش مساحت

مهندس حبیب فیض‌اله‌زاده، مدیر تولید شرکت نفت و گاز سرو در گفت‌وگو با ماهنامه تخصصی پردازش با تشریح مهمترین فاکتورهای تولیدی و اشاره به این که به دلیل تکنولوژی به کار رفته در تجهیزات ساخت کاتالیست، ما ملزم به طراحی و ساخت تجهیزات تولیدی نیز می‌باشیم، گفت: تکنولوژی ساخت کاتالیست تنها در اختیار چند کشور در سطح جهان است به طوری که محدودیت های شدیدی در نشر اطلاعات دانش فنی ساخت کاتالیست ها وجود داشته است، به همین دلیل این شرکت دانش بنیان برای رفع نیاز تجهیزات خاص خود علاوه بر آنکه مجبور به دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست بوده است، طراحی و ساخت تجهیزات مورد نیاز خود را نیز انجام داده است.

مهندس فیض‌اله‌زاده که تحصیلات عالی خود را در رشته مهندسی مواد و متالوژی سپری کرده است و دارای ۱۱ سال تجربه تولید کاتالیست در شرکت نفت و گاز سرو است، بیان نمود: اگر بخواهیم خواص و مشخصات تعیین کننده یک کاتالیست صنعتی را بیان کنیم میتوان به فاکتورهایی چون فعالیت کاتالیست (میزان محصول تولید شده به ازای هر مول کاتالیست در واحد زمان)، گزینش پذیری کاتالیست (میزان مول محصول تولید شده به میزان مول واکنشگرهای تبدیل شده در جریان واکنش سنتز)، عمر کاتالیست، بازیابی آسان کاتالیست‌های مستعمل، سمی بودن کاتالیست و قیمت کاتالیست اشاره نمود؛ که فعالیت بالاتر کاتالیست سبب افزایش مقدار تولید محصولات، کاهش حجم راکتور و شرایط معتدل تر و ملایم تر

خرد شدن و نشست کاتالیست در اثر گرم و سرد شدن ریفرمر



برتر و کسب دانش فنی روش شکل دهی پرسی، تولید کاتالیست های این شرکت از اکسترودری به پرسی شیفت پیدا کرد و نسل جدیدی از کاتالیست ها به صنعت معرفی گردید.

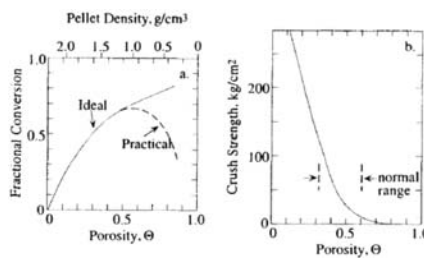
وی افزود: کسب دانش فنی ساخت کاتالیست های احیا مستقیم آهن توسط شرکت نفت و گاز سرو که به عنوان اقدامی مشترک با شرکت فولاد خوزستان در دهه ۸۰ انجام پذیرفت منجر به آن شد که در سال ۱۳۹۰ محصول کاتالیست احیا مستقیم آهن از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت به عنوان برترین محصول تولیدی کشور شناخته شود و طی مراسمی از سوی وزیر صنایع وقت، لوح تقدیر تولید برترین محصول سال کشور به شرکت نفت و گاز سرو اهدا گردید.

اما متخصصین این شرکت طبق اهداف تعالی که برای خود تعیین نموده بودند به این دستاورد اکتفا نکرده و مسیر پژوهش و تحقیق را با هدف بهینه سازی محصولات تولیدی ادامه دادند تا جایی که اکنون شکل دهی کاتالیست به روش "پرسی" را جایگزین روش "اکسترودی" نموده اند. (در گزارش قبلی نشریه پردازش به تشریح گزارش فنی ۱۰۰۰ روز عملکرد نخستین ریفرمر فولادی کشور در مجتمع فولاد مبارکه که با کاتالیست های ایرانی تولیدی شرکت نفت و گاز سرو در حال فعالیت است، پرداخته شده است).

مهندس فیض اله زاده با اعلام این که همه این فعالیت ها نتیجه R&D و تلاش نیروهای متخصص این شرکت است، گفت: تلاش های ارزشمندی در نفت و گاز سرو برای کاتالیست های واحدهای احیا مستقیم آهن صورت پذیرفته است که پس از دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست های فرآیندهای میدرکس (Midrex) با ساخت کاتالیست های مورد نیاز واحدهای احیا به روش پرد (PERED)، توانستیم بخش دیگری از نیاز بازار را مرتفع سازیم.

وی در خصوص آخرین محصول رونمایی شده یعنی کاتالیست تکنولوژی پرد در ماه گذشته بیان نمود: این محصول که به روش پرسی تولید می گردد دارای ویژگی های منحصر به فردی بوده است از آن جمله می توان به تولید کاتالیستی با همان حجم ثابت و سطح فیزیکی به اندازه ۴۰ درصد بیشتر از نسل قبلی کاتالیست های احیا مستقیم آهن اشاره نمود که این موضوع باعث میشود با شارژ مقدار یکسان کاتالیست

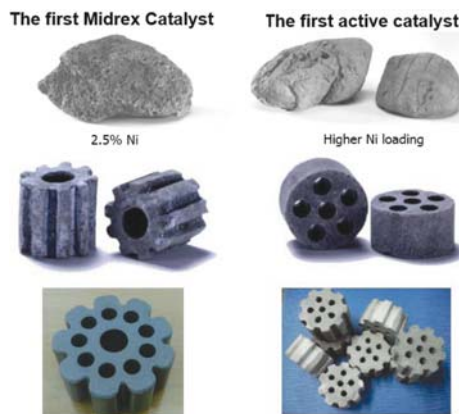
تأثیر تخلخل بر فعالیت و مقاومت مکانیکی کاتالیست



هنگام سرد کردن ریفرمر، ابعاد تیوب دوباره کاهش می یابد و در نتیجه باعث فشار به کاتالیست و خرد شدن آن می شود.

وی در خصوص عوامل مهم در هنگام طراحی کاتالیست بیان نمود: یکی از مهمترین عوامل موثر هنگام طراحی کاتالیست، اثر مشخصات کاتالیست بر میزان افت فشار نسبی درون تیوب های ریفرمر است. کاتالیستی که مشخصات شکست مناسبی ندارد، ذرات خرد شده بیشتری تولید می کند و در نتیجه اختلاف فشار نسبی بیشتر افزایش می یابد. وی افزود: مشخصات شکست قطعات کاتالیست های مورد استفاده در احیای مستقیم آهن، نقش مهمی در چگونگی کارکرد ریفرمر در مدت زمان طولانی دارد. یک کاتالیست احیای مستقیم آهن با مشخصات شکست خوب، در صورت شکسته شدن، به قطعاتی تبدیل می شود که سبب افزایش افت فشار در داخل تیوب نمی شود. حال آنکه یک کاتالیست با مشخصات شکست نامناسب می تواند در صورت شکستگی، سبب افزایش افت فشار در داخل ریفرمر شود. مدیر تولید شرکت نفت و گاز سرو با تشریح موارد علمی بالا، اعلام نمود که تولید کاتالیست از جمله صناعی است که مراحل شکل دهی و پخت در فرآیند تولید آن بسیار مهم است و قبلاً در این شرکت نیز، کاتالیست های ختی، نیمه فعال و فعال به روش اکسترودر تولید می شد، ولی با دستیابی به تکنولوژی

کاتالیست های مورد استفاده در فرایند میدرکس و پرد (از ابتدا تا کنون)



مفاهیم سه گانه برای طراحی کاتالیست



میباشد، به طوری که فاکتورهای متعددی از قبیل نسبت سطح به حجم، افت فشار، مقاومت مکانیکی و هزینه تولید در آن مورد توجه قرار می گیرد.

شایان ذکر است که در خصوص کاتالیست های احیای مستقیم آهن، هرچه فعالیت کاتالیست بالاتر باشد، دیواره تیوب های ریفرمر خنک تر خواهد شد. همانطور که در صنایع فولادسازی مشاهده می کنیم شکل کاتالیست ها از حالت رینگ ساده که در گذشته از آنها استفاده می شد به سمت شکل های پیچیده تر که فعالیت بالاتری دارند، تغییر پیدا کرده است. علت اصلی این تغییر شکل ها، افزایش سطح به حجم کاتالیست است. این تغییر شکل، به کاهش دمای تیوب های ریفرمر تحت شرایط کاری یکسان خواهد انجامید.

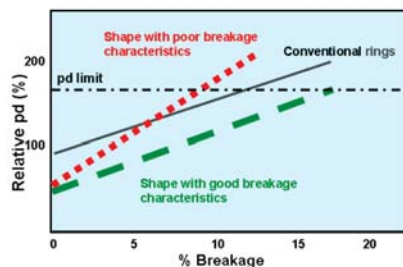
فیض اله زاده ادامه داد: اندازه و شکل کاتالیست ها روی مشخصه های انتقال حرارت و افت فشار آن تأثیر می گذارد. در ریفرمینگ استوکیومتری (واکنش شیمیایی در واحدهای ریفرمر فولادی)، کاتالیست با اندازه های همگن با قطر متوسط ۰/۵ تا ۰/۱ قطر لوله بهترین وضعیت برای کاتالیست فعال را دارد.

افت فشار با افزایش ابعاد کاتالیست، همگن بودن اندازه ها و شکل کاتالیست در ارتباط است. کاتالیست های اولیه فرایند احیای مستقیم آهن بدون شکل مشخص و مانند کلوخه متخلخل بوده است. مشکلات کاتالیست های اولیه، مواردی از قبیل درصد نیکل پایین، تشکیل کربن و تفاوت دمای تیوب ها با یکدیگر به دلیل شکل غیر یکنواخت کاتالیست بود.

وی افزود: در توسعه کاتالیست های احیای مستقیم آهن، بیشترین تغییرات روی شکل کاتالیست مربوط به کاتالیست فعال بوده و تغییرات اساسی روی شکل کاتالیست نیمه فعال انجام نشده است، زیرا نیازی به افزایش فعالیت کاتالیست نیمه فعال وجود ندارد. در صورت افزایش فعالیت کاتالیست نیمه فعال، بستر کاتالیست سرد می شود و امکان تشکیل کربن افزایش می یابد.

مهندس فیض اله زاده در خصوص مشکلات در زمان عملکرد بیان نمود: یکی از مشکلات کاتالیست ها، خرد شدن آن ها در حین سرد و گرم شدن ریفرمر است که پس از راه اندازی ریفرمر، به دلیل گرما، حجم تیوب ها افزایش می یابد و در نتیجه کاتالیست درون تیوب نشست می کند. در

اثر مشخصات شکست کاتالیست بر میزان خردایش و اختلاف فشار نسبی تیوب



نسبت به گذشته، عملیات سنتز گاز متان بهتر و فاز فعال کاتالیست بیشتری در دسترس واکنش قرار گیرد. تولید کاتالیست به روش پرس باعث شده است که کاتالیست از ثبات مشخصات فیزیکی بیشتری در طول عمر فعالیت خود برخوردار شود و باعث یکنواختی میزان افت فشار ریفرمر فولادی گردد همچنین با توجه به بهینه سازی شکل ظاهری و تعبیه حفرات بیشتر میزان حجم عبوری خوراک از بستر ریفرمر و یا GHSV نیز افزایش یافته است که این امر باعث افزایش حجم گاز در دسترس سنتز برای تبدیل گندله به آهن اسفنجی و ایجاد بستر مناسبتر برای افزایش نرخ تولید آهن اسفنجی می گردد.

او افزود: در روش تولید اکسترودری باید مقداری رطوبت تولید کرد که این رطوبت به هنگام خروج، میکروترک‌هایی ایجاد می کند که باعث شکسته شدن جسم و خرد شدن کاتالیست می شود، لذا این اولین مزیت تولید کاتالیست به روش پرس است.

همچنین در روش اکسترودری به هنگام شکل دهی باید موادی به عنوان چسب به آن اضافه شود. این چسب‌ها حاوی ناخالصی‌هایی نظیر سدیم است که در فرایند، بسیار مضر است و در دماهای بالا قادر است آسیب‌هایی به کاتالیست وارد کند، اما در روش پرس از چنین افزودنی‌هایی استفاده نمی شود و مواد اولیه کاتالیست تحت شرایط عملیاتی پرس

می گردد. بنابراین ناخالصی اجباری در سیستم وجود ندارد. وی با اشاره به مزیت های فراوانی که در تولید نسل جدید کاتالیست های احیا مستقیم آهن توسط متخصصین این شرکت دانش بنیان به دست آمده است، افزود: برخورداری از شیارهای منظم در کاتالیست های جدید پرد، منجر به عدم مواجهه با پلیسه‌های برش مانند روش اکسترودری می گردد. که به عنوان مزیتی مهم در تولید کاتالیست به روش پرس می باشد. همچنین سطح فیزیکی بالا، طولانی شدن زمان مصرف و عمر کاتالیست، افزایش تماس گاز با کاتالیست، جلوگیری از ترک خوردگی در کاتالیست‌ها به هنگام مواجهه با رطوبت، عدم استفاده از مواد افزودنی به عنوان چسب در تولید کاتالیست، عدم اضافه شدن ناخالصی اجباری به سیستم و... از جمله دیگر مزیت‌های محصولات جدید و تولید به روش پرس می باشد.

مدیر تولید نفت و گاز سرو گفت: اصولاً هر چهار سال یکبار به دلیل خوردگی و مسدود شدن مسیر خروجی گاز، کاتالیست‌ها را تعویض می کنند، اما در روش پرس به دلیل عدم خرد شدن کاتالیست نیاز کمتری به تعویض وجود دارد و لذا طول عمر کاتالیست افزایش می یابد اما در روش اکسترودری با کمترین تغییرات دما، کاتالیست خرد می شود و افت فشار را تغییر می دهد.

همچنین در زمانی که تعمیرات و اورهال های اساسی رخ می دهد کاتالیست‌ها به دلایلی چون زینترینگ، حالت گل به خود می گیرند و کلوخه شده و به تیوب ریفرمر می چسبند و از آنجایی که تیوب‌ها بسیار گران قیمت هستند، این روش (پرسی) مانع از آسیب تیوب ریفرمرها می شود.

در حال حاضر شرکت نفت و گاز سرو تنها شرکتی است که کاتالیست های فرآیندهای احیا مستقیم آهن (برای هر دو فرآیند میدرکس و پرد) را به روش پرس تولید می نماید.

تولید به کمک این روش به پشتوانه بیش از ۳ سال تحقیق و مطالعه صورت پذیرفته است. وی با بیان این مطلب افزود: علی رغم آنکه هزینه های R&D و تولید به روش پرس برای شرکت "سرو" افزایش یافته است اما باعث شده است که منافع بسیاری برای شرکت های فولادی ایجاد شود به طوری که با تولید کاتالیست ها به روش پرس به جای روش سنتی به عنوان مهمترین پارامتر، حفظ افت فشار در واحدهای احیا نتیجه می شود که باعث افزایش طول عمر کاتالیست و کاهش نیاز به تعمیرات می گردد و این به معنای کاهش هزینه های تولیدی و نگهداری تعمیرات برای شرکت های فولادی اعم از اورهال های سالانه و یا دوره ای می باشد که باعث می شود در صورت بروز شرایط اضطراری عملیاتی در واحدهای ریفرمر هیچ گونه تغییر و یا تخریبی نداشته باشند. شایان ذکر است با توجه به آنکه تولید کاتالیست هایی به روش پرس هدف این شرکت بوده است اما در

مشخصات شکست کاتالیست‌های احیای مستقیم آهن



کشور هیچ سازنده ای توانایی ساخت دستگاه های پرس مورد نیاز این شرکت طبق پارامترهای مدنظر را نداشت، بنابراین...متخصصین این شرکت دستگاه های پرس را نیز در داخل مجموعه طراحی کرده اند.

مدیر تولید نفت و گاز سرو از چگونگی تأمین مواد اولیه نیز سخن گفت و خاطر نشان کرد که ۸۰ درصد مواد اولیه تا پنج سال پیش از خارج وارد می شد، ولی امروز بیش از ۹۰ درصد مواد اولیه مورد نیاز، داخلی سازی صورت گرفته است. وی افزود: چون شرایط پخت کاتالیست از فاکتورهای کنترلی و محدودیت های خاص و متفاوتی برخوردار است، لذا برای تولید کاتالیست به کوره‌هایی با ویژگی های خاص نیاز بوده است که به همین دلیل کوره هایی با ظرفیت دمای و توان تولید بالا نیز در طول دو دهه فعالیت این شرکت ساخته شده است، که می توان به عنوان نمونه به کوره تونلی با ظرفیت دمای کاری ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد به طول ۵۰ متر به عنوان آخرین نسل این کوره ها که توسط متخصصین این شرکت ساخته شده است، اشاره نمود. (در شماره بعدی در خصوص

مزیت های کوره های تونلی سخن خواهیم گفت). وی هم چنین با اشاره به راه اندازی این کوره جدید که سال گذشته توسط معاون علمی و فناوری ریاست جمهوری آقای دکتر ستاری از آن رونمایی شد، از آمادگی این شرکت در تأمین نیاز بازار خبر داد و گفت: نفت و گاز سرو محدودیتی در تولید انواع کاتالیست های مورد صنایع مصرف کننده کاتالیست به لحاظ تناژ، طراحی شکل ظاهری و فرمولاسیون کاتالیست ندارد. مهندس فیض اله زاده افزود: اگر بخواهیم مروری بر فعالیت های این شرکت داشته باشیم می بینم که علاوه بر دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست که توسط این شرکت بومی سازی گردید، تجهیزات مورد نیاز نیز توسط متخصصان شرکت طراحی و ساخته می شود، و همچنین اگر تمام مرزهای این کشور را هم ببینند این شرکت با توجه به سرمایه گذاری هایی که در زمینه داخلی سازی تامین مواد اولیه خود نموده است، نیازی به واردات مواد اولیه نخواهد داشت و به عبارتی روشن تر می توان فعالیت های شرکت دانش بنیان نفت و گاز سرو را مصداق دقیقی از اقدام به اقتصاد مقاومتی بدانیم. ❌

