پوهنتون پولی تخنیک کابل
مجله علم و تکنالوژی
جلد(۵۳) – شمؤه (۱)
جوزا – سال ۱۴۰۴ هـ ش
KPU-JST
P-ISSN: 2305 – 896X
تاریخ دریافت اثر: ۱۴۰۴/۱/۲۸
تاریخ قبولی اثر: ۱۴۰۴/۴/۱

ریفورمینگ گازطبیعی با بخار آب در ریاکتور غشایی پلادیم-نقره جهت تولید هایدروجن خالص

انجنیر نعمت الله سادات [۲۱]، پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد [۲]

[۲۱]. محصل برنامه ماستری نفت و گاز پوهنځی صنایع کیمیاوی پوهنتون پولی تخنیک کابل و کارشناس تخنیکی آمریت تحقیقات ستندرد ها، اداره ملی ستندرد، ناحیه ۱۲، کابل، افغانستان. Email: naimatullahsadat1440@gmail.com

[۲]. آمر و استاد دیپارتمنت نفت و گاز پوهنځی صنایع کیمیاوی پوهنتون پولی تخنیک کابل، ناحیه پنجم، کابل، افغانستان. Email: a.gulzad@kpu.edu.af

خلاصه

در دهه‌های اخیر، هایدروجن به عنوان یک سوخت پاک و منبع انرژی نوین توجه زیادی را در صنایع مختلف جلب کرده است. یکی از روش‌های مطرح، ریفورمینگ گازطبیعی با بخار آب است که می‌تواند منبع مناسبی برای تولید هایدروجن باشد. در این مقاله، استفاده از ریاکتور غشایی مبتنی بر آلیاژ پلادیم-نقره به‌عنوان یک روش نوین برای افزایش خلوص و بازده تولید هایدروجن بررسی شده است که در آن میتانبا بخار آب تعامل کرده و هایدروجن، کاربن مونو اکساید و کاربن دای اکساید تولید می شود سپس غشاءهای پلادیم-نقره به عنوان جدا سازی هایدروجن عمل کرده و این گازها را از دیگر گازها جدا می کنند. هدف اصلی این تحقیق، معرفی و تحلیل این تکنالوژی و بررسی قابلیت‌های آن در جداسازی مؤثر هایدروجن از مخلوط گازی حاصل از تعامل است.

مسأله اصلی، بهبود خلوص و بازیافت هایدروجن در مقایسه با ریاکتورهای سنتی است که معمولاً با محدودیت‌های ترمودینامیکی و جداسازی همراه هستند. روش تحقیق به‌صورت کتابخانه‌ای و تحلیلی انجام شده و مبتنی بر بررسی منابع معتبر علمی و نتایج گزارش‌شده در مطالعات پیشین می‌باشد. شرایط عملیاتی مختلف مانند حرارت، فشار، نسبت بخار به کاربن و خواص غشاء مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد که استفاده از غشای پلادیم-نقره، به‌دلیل نفوذپذیری انتخابی بالا نسبت به هایدروجن، می‌تواند موجب افزایش بهره وری و خلوص هایدروجن تولیدی تا بیش از ۹۹ فیصد گردد. این تکنالوژی می‌تواند در آینده نقش مهمی در تولید هایدروجن با خلوص بالا و در مسیر توسعه پایدار انرژی ایفا کند.

اصطلاحات کلیدی: پارامترهای مؤثر عملیه، گاز طبیعی، ریفورمینگ، ریاکتور غشایی پلادیم-نقره.

---

[۲۱] مولف مسوول

۱. مقدمه

تولید هایدروجن به عنوان یک منبع انرژی پاک و قابل تجدید، در سال‌های اخیر توجه زیادی را در صنایع مختلف و حوزه‌های تحقیقاتی جلب کرده است. هایدروجن به‌دلیل ویژگی‌هایی همچون عدم تولید آلوده کننده‌های محیط‌زیست در هنگام احتراق و توانایی بالا در ذخیره انرژی، به‌عنوان یک گزینه مناسب برای جایگزینی سوخت‌های فوسیلی در عملیه‌های صنعتی و حمل و نقل در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه بسیاری از کشورها به دنبال کاهش وابستگی به منابع انرژی فوسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند، هایدروجن به‌عنوان یک سوخت پاک و مؤثر در راستای اهداف توسعه پایدار و مقابله با تغییرات اقلیمی مطرح شده است. از این رو، تولید هایدروجن در مقیاس صنعتی و به‌ویژه با روش‌های اقتصادی و کارآمد، یکی از اولویت‌های تحقیقاتی و تکنالوژی‌های نوین در جهان به‌شمار می‌رود [1].

عملیه ریفورمینگ گازطبیعی با بخار (SMR) یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای تولید هایدروجن در مقیاس صنعتی است. در این عملیه، گازطبیعی (میتان) با بخار آب واکنش داده و هایدروجن، و کاربن دای اکساید تولید می‌کند. در حالی که این عملیه از نظر اقتصادی بسیار مناسب است، چالش اصلی در آن، جداسازی هایدروجن از سایر گازهای تولیدی و به‌ویژه کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای همچون کاربن دای اکساید است [2].

بنابراین، روش‌هایی برای جداسازی هایدروجن و افزایش خلوص آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. یکی از روش‌های نوین و مؤثر برای جداسازی هایدروجن از سایر گازها، استفاده از رپاکتورهای غشایی است. غشاهای پلادیم-نقره به‌عنوان یکی از انتخاب‌های برجسته در این زمینه شناخته شده‌اند. این غشاها به دلیل ویژگی‌های منحصر به‌فرد خود، مانند انتخاب‌پذیری بالا نسبت به هایدروجن و مقاومت در برابر حرارتهای بالا و شرایط سخت، قادرند هایدروجن را از سایر گازها به‌طور مؤثر و با خلوص بالا جداسازی کنند. غشاهای پلادیم-نقره به‌ویژه در عملیه‌های صنعتی که نیاز به تولید هایدروجن با کیفیت بالا دارند، نقش بسیار حیاتی ایفا می‌کنند. با توجه به ویژگی‌های خاص این غشاها، می‌توانند بهره‌وری عملیه‌های صنعتی را افزایش دهند و به‌طور چشمگیری هزینه‌های عملیاتی را کاهش دهند [3].

در این میان، عملیه ریفورمینگ گازطبیعی با بخار در رپاکتور غشایی پلادیم-نقره یک گزینه ایده‌آل برای تولید هایدروجن با خلوص بالا و کاهش گازهای آلوده کننده است. این ترکیب از دو تکنالوژی مختلف، به‌ویژه با توجه به ویژگی‌های قابل توجه غشاهای پلادیم-نقره، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار پایدار و اقتصادی برای تولید هایدروجن در مقیاس صنعتی و حتی در مقیاس‌های کوچک و میان‌مقیاس مورد استفاده قرار گیرد. از این رو، این تحقیق بر آن است تا با بررسی و بهترسازی شرایط مختلف عملیه ریفورمینگ گازطبیعی با بخار در رپاکتور غشایی پلادیم-نقره، عملکرد این تکنالوژی را در تولید هایدروجن خالص و کاهش گازهای آلوده کننده بهبود بخشد [4].

ضرورت تحقیق در این زمینه، نه‌تنها به دلیل چالش‌های جداسازی هایدروجن و تولید هایدروجن با خلوص بالا، بلکه به‌منظور کاهش آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از تولید و استفاده از سوخت‌های فوسیلی، بسیار حائز اهمیت است. با توجه به افزایش آگاهی جهانی از تغییرات اقلیمی و اثرات مخرب آن بر محیط‌زیست، استفاده از تکنالوژی‌های پاک برای تولید هایدروجن و دیگر سوخت‌های پایدار، ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین، با توجه به اینکه تولید هایدروجن به‌طور مستقیم

به منابع گازی وابسته است. استفاده از عملیه‌های بهینه و کارآمد در تولید هایدروجن از منابع گازی مانند گاز طبیعی، می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌های اقتصادی تولید هایدروجن ایفا کند [8].

در این راستا، بهترسازی عملیه‌های ریفورمینگ گازطبیعی با بخار و استفاده از غشاهای پلادیم-نقره برای جداسازی هایدروجن می‌تواند موجب بهبود عملکرد تولید هایدروجن در مقیاس‌های بزرگ صنعتی شود. در این تحقیق قصد داریم تا با شبیه‌سازی و آزمایش شرایط مختلف عملیه ریفورمینگ در ریاکتور غشایی، به راه‌حل‌هایی دست یابد که نه‌تنها تولید هایدروجن را افزایش دهد، بلکه آلوده کننده‌های گازی مانند کاربن دای اکساید را کاهش دهد.

۲. هدف تحقیق

هدف این تحقیق بررسی و بهترسازی عملیه ریفورمینگ گازطبیعی با بخارات آب در ریاکتور غشایی پلادیم-نقره جهت تولید هایدروجن خالص است. در این تحقیق، سعی بر آن است تا با تحلیل تأثیر پارامترهای مختلف از جمله حرارت، فشار و نسبت بخار به گاز طبیعی، شرایط بهتر برای تولید هایدروجن با خلوص بالا تعیین شود. همچنین، هدف دیگر تحقیق ارزیابی عملکرد غشاهای پلادیم-نقره در جداسازی هایدروجن از سایر گازهای تولیدی، خاصتا کاربن دای اکساید و کاربن مونو اکساید، می‌باشد. با این تحقیق، هدف نهایی بهبود کارایی عملیه تولید هایدروجن و کاهش گازهای آلوده کننده به ویژه کاربن دای اکساید و مونو اکساید کاربن در این عملیه است. به طوری‌که شرایط اقتصادی و محیط‌زیست بهتری فراهم شود.

۳. سوالات تحقیقی

۱. هدف از ریفورمینگ گازطبیعی چیست؟

۲. اهمیت هایدروجن خالص در صنعت، چه میباشد؟

۳. پارامترهای مؤثر بالای عملیه ریفورمینگ کدام‌ها اند؟

۴. پیشینه تحقیق

به طور کلی تعامل ریفورمینگ گاز میتان با بخار آب تعاملی است که نیازمند مصارف مصرف انرژی بالایی است. این تعاملات در ریاکتورهای معمولی در لوله‌های بستر ثابت انجام میشوند. در مقیاس صنعتی مطالعاتی بر روی بهترسازی کوره و ریاکتور لوله ای این عملیه با استفاده از لوگاریتم ژنتک انجام شده است [7].

بررسی‌های محققین نشان داده است در صورتی که عملیه در ریاکتور غشایی انجام شود شرایط عملیاتی نظیر حرارت و فشار لازم برای انجام تعامل تعدیل میشوند. مطالعات زیادی تأثیر تغییر شرایط فزیکی و ساختاری محیط تعامل از جمله میزان تراکم و ترکیب غشا رابر میزان تبدیل میتان، تولید و جداسازی هایدروجن بررسی کرده اند. تانگ و مانسومورا اثر

فعالیت کاتالست و شدت جریان تعامل کننده‌ها را بر روی فیصدی تبدیل میتان و میزان جدایش هایدروجن را در یک رپاکتور غشایی بررسی کرده اند. نتیجه‌های مطالعات آنها نشان داده است که عبور پذیری هایدروجن از غشا و فعالیت کاتالست بر روی میزان جدایش هایدروجن و سرعت تولید آن مؤثر بوده و افزایش این متغیرها باعث آفزایش میزان جداکردن هایدروجن و تولید آن میشود [8].

تانگ و همکاران مطالعه ی لابراتواری پروسه ریفورمینگ میتان با بخار آب را در رپاکتور غشایی پلادیم – فولاد ضد زنگ (ضخامت 6 مایکرو متر) انجام دادند. آنها شار نفوذ هایدروجن در حرارت 500 درجه سانتی‌گراد و فشار 100 کیلو پاسکان را (0.26 mol/m2.s) بدست اوردند [9].

در سال 2008 میلادی، عملیه ریفورمینگ میتان با بخار آب در رپاکتور غشایی سرامیک توسط)یو (و همکاران آن مودل و انجام شده است. در شبیه سازی آنها از گاز نایتروجن به عنوان گاز اولیه (جاروبی) استفاده شده است [10].

فایانو و همکاران آن در سال 2006 میلادی عملیه ریفورمینگ میتان با بخار آب را در رپاکتور غشایی پلادیم انجام نموده است. آنها نتیجه‌های مودل سازی خود را با بیشترین بازده رپاکتورهای معمولی مقایسه کرده اند. از مودل سازی آنها چنین نتیجه شده است که میزان تبدیل میتان در رپاکتور غشایی بیشتر از رپاکتورهای بستر ثابت بوده و به شرایط عملیاتی متعادل تری نیاز دارد [11].

یومیا و همکاران با استفاده رپاکتور غشایی پلادیم بر پایه لوله‌های سرامیکی متخلخل به میزان تولید بالاتر هایدروجن در حرارت مناسب تر نسبت به غشاهای ضخیم دست یافتند. آنها با استفاده از یک گاز جاروبی فشار سمت هایدروجن را کاهش و در نتیجه نرخ تولید آنرا افزایش دادند [16-17].

شو و همکاران با استفاده از لوله‌های فولادی ضد زنگ مجهز به غشاهای پلادیم و پلادیم – نقره به 63% فیصد تبدیل میتان در واکنش ریفورمینگ میتان با بخار آب در حرارت عملیاتی 500 درجه سانتی‌گراد دست یافته اند [19].

تام و همکاران با استفاده از غشایی پلادیم – روتنیم در حرارت 500 درجه سانتی‌گراد، میزان تبدیل میتان‌را تا 80% فیصد افزایش دادند. آنها با ارایه ی مودل اثرات متغیرهای مختلف از جمله حرارت تعامل، دبی گاز و ضخامت غشاء را محاسبه و با نتیجه‌های لابراتواری مقایسه کردند. نتیجه‌های مطالعات آنها نشان می دهد که تبدیل کامل میتان در حرارت 600 درجه سانتی‌گراد ممکن است [20].

گالوسی و همکاران در مطالعه ی لابراتواری خود از غشایی پلادیم – نقره با ضخامت 50 مایکرو متر استفاده کردند. در این تحقیق اثر حرارت و نسبت بخار اب به میتان ورودی بر میزان تبدیل میتان به صورت ازمایشگاهی بررسی شده است [22].

آنها همچنین در مطالعه ی دیگر، اثر جریان همسو و نا همسوی تعامل کننده‌ها و گاز پاک کننده را بر تبدیل میتان و تولید هایدروجن بررسی کرده اند. نتیجه بررسی آنها نشان داده است که رپاکتور با جریان نا همسو کارایی بهتر نسبت به ریکتور جریان همسو دارد [23].

گالوسی و همکاران مودل ساری ریاضی پروسه ریفورمینگ میتان با بخار آب در ریاکتور غشایی پلادیم را نیز انجام داده اند. در مطالعه ی آنها اثر متغیرهای گوناگونی از جمله حرارت، ضخامت غشاء و فشار پوسته بر میزان تبدیل میتان بررسی شده است [24].

در مطالعه ی گالوسی و همکاران اثر فشار محیط تعامل، ترکیب مواد ورودی و چگونگی جریان(همسو ـ ناهمسو) به میزان تبدیل میتان مورد توجه قرار نگرفته و هیچگونه بررسی در مورد نسبت هایدروجن به کاربن مونواکساید تولیدی انجام نشده است، در حالی که اثر این متغیرها در مطالعه ی حاضر به طور گسترده بررسی شده اند [24].

اساف و همکاران مودل ریاضی پروسه ریفورمینگ میتان با بخار آب در حالت هم حرارت در ریاکتور غشایی پلادیم با ضخامت 20-5 مایکرومتر را ارایه دادند. نتیجه‌های نظری آنها نشان می دهد که استفاده از ریاکتور غشایی، حدود 16 فیصد تبدیل میتان نسبت ریاکتور معمولی افزایش می دهد [25].

مطالعات گذشته نشان داده است که استفاده از غشای پلادیم - نقره که فقط نسبت به هایدروجن عبورپذیر است، بهترین گزینه برای تولید هایدروجن خالص خواهد بود. امروزه تولید گاز سنتز از گاز طبیعی، بعنوان یکی از مهمترین تکنالوژی‌های که در آن از گازطبیعی استفاده می‌شود، مطرح است. گاز سنتز کاربردهای فراوانی از قبیل استفاده به عنوان خوراک در کارخانه تولید آمونیا، تولید استیک اسید و فارمیک اسید، مواد خام پروسه‌های هایدروکراکینگ و هایدروتریتینگ در تصفیه خانه ها، تولید میتانول و بسیاری موارد دیگر دارد. اما تولید گاز سنتز با استفاده از روش‌های متعددی انجام می‌شود. این روش‌ها به دو بخش عمده، حرارتی و کتلستی تقسیم می شوند. یکی از مهمترین این روشها، عملیه ریفورمینگ با بخار آب کتلستی است که عمدتاً از فلز نیکل بعنوان کتلست در آن استفاده می‌شود. تبدیل گازطبیعی توسط بخار به هایدروجن یکی از روش های متداول تولید هایدروجن برای مصارف مختلف می باشد. میتان (عنصر اصلی گاز طبیعی) در حرارت بالا در تعامل تعادلی با بخار شرکت می کند و محصول تعامل بطور عمده هایدروجن و گاز کاربن مونو اکساید می باشد. این روش تولید هایدروجن به دلیل در دسترس بودن گازطبیعی در مناطق مختلف بسیار پر کاربرد می باشد [15-12].

۵. روش تحقیق

جهت تهیه این مقاله از روش تحقیقی کتابخانه ای کار گرفته شده است طوری که در ابتداء یک تعداد از مقالات، مطالب و ویدیوهای مرتبط با این موضوع از سایت‌های معتبر و مختلف دانلود و مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس آنها این نوشتار ترتیب شده است و در خاتمه‌ی، مستند سازی و تحلیل مسایل مربوط به آن از کتابهای معتبر و جدید استفاده شده است.

۶. مراحل انجام پروسه ای ریفورمینگ گازطبیعی به وسیله بخار آب

غشاهای پلادیم نقره بعنوان یکی از بهترین گزینه‌ها برای جداسازی هایدروجن، بویژه در عملیه ریفورمینگ، مطرح شده‌اند. این غشاها به دلیل انتخاب‌پذیری بالایی هایدروجن و مقاومت بالایی آنها در حرارت‌های بالا و شرایط سخت، می‌توانند تأثیر قابل توجهی در افزایش خلوص هایدروجن و کاهش گازهای آلوده کننده داشته باشند [18].

مراحل مختلف تولید گاز هایدروجن از گازطبیعی را می توان به صورت ذیل تشریح نمود که درذیل نشان داده شده است.

مرحله اول: ریفورمینگ میتان در حرارت حدود (500 تا 900 درجه سانتی‌گراد و در فشار حدود 30 اتموسفیر اتفاق می افتد. بطور تجاری نیکل به عنوان کتلیزاتور در این تعامل اندوترمیک استفاده می شود. مرحله اول را میتوان به معادله (1) نشاندادو:

$$CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\Delta H_{(298^0{}_{kj})} = 206 kj/mol$$

مرحله دوم: در این مرحله مونو اکساید کاربن با بخار آب تعامل می کند که هایدروجن و کاربن دای اکساید طی این پروسه که به تعامل" شیفت[1]" نیز مشهور است تولید می شوند. که معادله (2) به تعامل جابه جایی آب - گاز موسوم است.

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\Delta H_{(298^0{}_{kj})} = -41 \text{ kj/mol}$$

$$CH_4 + 2H_2O \leftrightarrow CO_2 + 4H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\Delta H_{(298^0{}_{kj})} = 165 \text{ kj/mol}$$

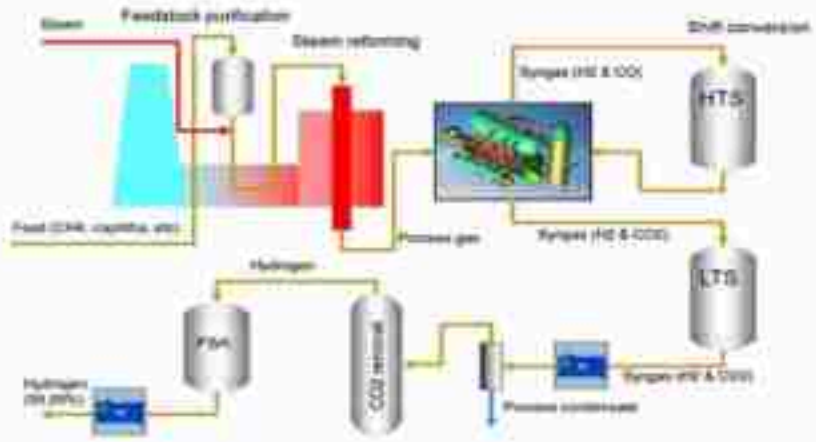
مرحله سوم: در پایان برای حذف کاربن دای اکساید، مخلوط گاز ستز را تحت فشار از درون آب سرد یا از درون محلول یک آمین عبور می دهند و با این روش گاز هایدروجن با خلوص بالا (در حدود 99.9%) به دست می آید.

مرحله ای آخر بیشتر برای عملیه‌های مانند پیل‌های سوختی پولیمیری که به هایدروجن تقریباً خالص نیاز دارند انجام میشوند.

تأمین حرارت بالا برای تعامل با توجه با گرماگیر بودن امری روشن است. 80% فیصد تبدیل میتان در حرارت‌های بیش از 850 درجه سانتی‌گراد و فشار حدود 1 الی 4 میگا پاسکال قابل دسترسی است. از سوی دیگر برای بالا بردن فیصدی تبدیل میتان و جلوگیری از بی اثر شدن کتلست باید نسبت بخار آب به میتان در گاز اولیه ورودی(خوراک) در حدود 3 الی 4 باشد [20].

---

[1] عامل "شیفت" (Shift Reaction) در واقع به تعامل گیسیوی گفته می‌شود که طی آن کاربن مونو اکساید (CO) با بخار آب (H_2O) تعامل می کند تا هایدروجن (H_2) و کاربن دای‌اکساید (CO_2) تولید کند.



شکل(۱): شیمای تکنالوژیکی ریفورمینگ گازطبیعی با بخار آب [30]

۷. مواد خام عملیه ریفورمینگ

گاز طبیعی غالباً همراه نفت است و نفت را از درون خاك به طرف چاههای استخراج می راند. هنگام بالا رفتن مخلوط نفت و گاز در چاه ها، گاز آزاد شده و مخلوط را به بالای چاه می برد. در نفت هایی که از گاز اشباع نشده اند و فقط تحت فشار آب قرار دارند، مقدار گاز حل شده کمتر و در نفت‌های فوق اشباع مقدار گاز بیشتر است. همچنین رگه هایی وجود دارد که فقط دارای گازطبیعی است و نفت همراه ندارد [21].

قسمت اعظم گازطبیعی از میتان تشکیل شده است و غیر از میتان، هایدروکاربن‌های گازی دیگر از ایتان(C2) تا بیوتان (C4)با مقادیر متفاوت و همچنین هایدروکاربن‌های بالاتر نیز در آن وجود دارد. گازطبیعی ممکن است خشك و یا مرطوب باشد [21].

۸. گازطبیعی در جهان

مصرف گازطبیعی در سطح جهان به نظر می آید که افزایش متوسط 2.8 فیصد سالیانه را از سال 2001 تا 2005 در مقایسه با میزان رشد 1.8 با فیصدی سالیانه که برای مصرف نفت و رشد 5.1 فیصد که برای زغال‌سنگ تصور می شود، خواهد داشت. در کشورهایی ایالات متحده آمریکا، کانادا، روسیه، آلمان، بریتانیا، جاپان، ایتالیا و کشورهای متعدد دیگری، به نظر می آید که مصرف گازطبیعی در سال 2005 به 176 تریلیون فوت مکعب می رسید که این مقدار تقریباً دو برابر 90 تریلیون فوت مکعبی که در سال 2001 مصرف شده است. سهم گازطبیعی از کل مصرف انرژی از 23% در سال 2001 به 28% در سال 2005 در کشورهای فوق ذکر شده افزایش یافته بود.

قبل از ریفورمینگ باید مواد خام تصفیه شود. در این واحد ابتدا مواد خام گازطبیعی که مخلوطی از ایتان، میتان، نایتروجن، کاربن دای اکساید، پروپان و نارمال بیوتان است، باید بدون سلفرشود. که این کار بوسیله استفاده از فیلتر کاربن فعال، تحت فشار و وابسته به ریفورمر طراحی شده انجام می شود [27].

جدول (۱): مشخصات مواد خام [2]

ترکیبات	فیصدی مولی اجزاء
نایتروجن	1172/0
کاربن دای اکساید	66/0
میتان	83/85
ایتان	7/1
پروپان	9/0
نارمل بیوتان	44/0

۹. شیمیزم عملیات کیمیاوی

تعاملات هایدروجنی که در ریاکتور مخزنی صورت می گیرد به قرار زیر است :

$$RSH + H_2 \leftrightarrow RH + H_2S \quad \text{.....(1.6)}$$

$$R_1SSR_2 + 3H_2 \leftrightarrow R_1H + R_2H + 2H_2S \quad \text{.....(2-6)}$$

$$R_1SR_2 + 2H_2 \leftrightarrow R_1H + R_2H + 2H_2S \quad \text{.....(3-6)}$$

$$RCl + H2 \rightarrow RH + HCl \quad \text{.....(4-6)}$$

R_1،R و R_2 رادیکالهای هایدروکاربن می باشند.

تعاملات سلفرزدایی حرارت زا می باشند ولی به علت اینکه مقدار سلفر در مواد خام بسیار کم است حرارت آزاده شده قابل ملاحظه نیست . علاوه بر هایدروجنیشن ترکیبات سلفردار، ترکیباتی کلورین دار مواد خام نیز در اثر هایدروجنیشن به هایدروجن کلوراید تبدیل می شود.

فورمول تعاملات به قرار زیر است :

$$CH_4 + H_2 \leftrightarrow C_2H_6 + Heat \quad \text{.....(5-6)}$$

$$C_3H_6 + H_2 \leftrightarrow C_3H_8 + Heat \quad \text{.....(6-6)}$$

این تعاملات همان طور که ملاحظه می گردد حرارت زا می باشند. کنلست اکساید جست با H2S بصورت زیرتعامل میکند.

$$H_2S + Zn\,O \leftrightarrow Zn\,S + H_2O \quad \text{.....(7-6)}$$

در عملیات نورمال و درجه حرارت بین 360 تا 400 درجه سانتی‌گراد مقدار سلفر در گاز اولیه ورودی کاهش یافته و به حدود 1.0 ppm می رسد [28].

10. ریفورمینگ (تبدیل) با بخار آب

مواد خام تصفیه شده به همراه مخلوط بخار، مستقیم یا غیر مستقیم با آب به داخل کوره ریفورمر تزریق می شود که طی دو شاخه تقسیم شده به کوره وارد می شوند و به جهت جلوگیری از صدمه دیدن تیوب‌های کوره مقدار هر دو جریان کنترول

می گردد. قبل از ورود مواد اولیه به کوره بخار، آب نیز به آن تزریق می گردد و نسبت[1] بر حسب نیاز عملیاتی بین 4.29 تا 3.31 (وزنی) حفظ می کنند. پس از آن مخلوط مواد خام و بخار وارد کویل ها[2] می شوند و راه بیرون رفت گاز تبادل حرارت می کنند. حرارت خروجی این مخلوط کویل ها توسط تزریق بخار سوپرهیت[3] به گاز ورودی کنترول می گردد [2]. جهت تنظیم مقدار به مخلوط مواد ورودی برای تنظیم حرارات آن در محدودهٔ 580-489 درجه سانتی‌گراد در قسمت خروجی، کویل بخار در نظر گرفته شده است. مخلوط گاز اولیه ورودی و بخار از کویل‌های پیشگرم کن وارد تیوب‌های محتوای کتلست نیکل می شود. کاتالیزگر معمولاً به شکل حلقه‌های استوانه ای تو خالی به قطر است. این کاتالیزگر از 25 تا 40 فیصد اکساید نیکل بر روی یک پایه مقاوم در مقابل حرارت، تشکیل شده است. برای جلوگیری از غیر فعال شدن کتلست نیکل جریان گاز ورودی میتان در میان بسترهای پر از اکساید ج یا زغال فعال شده که سلفر را خارج می کند حفظ می شود.

پس ازورود مخلوط به تیوبها، در آنجا مخلوط تبدیل به هایدروجن، کاربن مونو اکساید، اکساید دای کاربن و میتان می شود. تعامل بسیار حرارت گیر است و نیاز به حرارت می باشد، حرارت انجام تعامل بین 760 تا 810 درجه سانتی گراد (1400 تا (1500) فارنهایت می باشد. حرارت لازم توسط مشعل‌های در نظر گرفته شده در کوره که در دو طبقه می باشند تامین می شود. جریان خروجی از تیوب‌های کوره دارای 860 درجه سانتی‌گراد حرارت و حدود 4.5 فیصد میتان می باشد که وارد تعویض دهنده شده و تولید بخار اشباع می نماید. حرارت گازهای خروجی از تیوبها بعد از تبادل حرارت در تعویض دهنده به حدود 360 درجه سانتی‌گراد می رسد درجه حرارت ورودی به (ایچ تی اس سی)[4] را نیز می توان هنگام عبور از تعویض دهنده تنظیم کرد. در ریفورمینگ گازطبیعی بوسیله بخار آب، گازطبیعی با بخار آب و فشار حدود 3-25 بار تعامل می دهد که این کار می تواند در دو بخش انجام شود. بخش اول ریفورمینگ در فشار بالا با مجتمع سازی مبدل‌های حرارتی و کار در فشار بالاتر از 16 بار انجام می گیرد که حجم هندسی ظرف ریفورمر را کاهش می دهند و بخش دیگر کار کردن ریفورمر در فشار پائین و حدود سه 3 بار است که با افزایش دادن نسبت تبدیل و متراکم سازی مواد تبدیل شده قبل از خالص سازی انجام می گیرد [2].

تعامل کتلستی بین میتان و دیگر هایدروکاربن‌های موجود در گازطبیعی با بخار آب انجام می گیرد.

$$CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2 - Heat \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$CH_4 + 2H_2O \leftrightarrow CO_2 + 4H_2 - Heat \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

---

[1] کلمه‌ی (رتیو (Ratio) به معنی نسبت وزنی بخار آب به گاز اولیه ورودی گازی (معمولاً هایدروکاربنی) است.

[2] به لوله‌های مارپیچی یا پیچ‌خورده‌ای اشاره دارد که در سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی یا تبادل حرارت به کار می‌روند.

[3] بخار داغ‌تر از نقطه جوش آن در فشار موجود است.

[4] (HTSC) Heat Transfer Steam Converter Reactor نوع از ریاکتور است که در عملیه ریفورمینگ گاز طبیعی با بخار به عنوان مبدل حرارتی عمل میکند.

حرارت مورد نیاز در این تعاملات قابل ملاحظه می باشد و همانطور که در بخش‌های قبل گفته شد حرارت مورد نیاز برای این تعاملات از احتراق سوخت گازی و تصفیه تایل گاز[1] از سیستم(پی.اس.ای)[2] می آید .

درجه حرارت گاز سوخت در قسمت خروجی ، قسمت تشعشعی کوره حدود 920-925 درجه سانتی‌گراد می باشد. از حرارت سوخت گاز در قسمت‌های زیر استفاده می شود .

- پیش‌گرم‌کن مخلوط مواد خام
- در کوایل تولید بخار
- پیشگرم کن آب تغذیه بایلر
- پیشگرم کن مواد خام (گاز اولیه ورودی)

پس از استفاده از گاز سوخت در خدمات فوق الذکر گازها با درجه حرارتی حدود 222 درجه سانتی‌گراد به صورت مکش طبیعی وارد اتومسفیر می شوند [28].

11. رپاکتور غشایی

غشاهای پایه پلادیمی ، غشاهای هستند که نسبت به هایدروجن به طور کامل انتخاب پذیر بوده و نفوذ پذیری بالایی دارند. تحقیق‌های گذشته نشان داده که میزان تولید هایدروجن در رپاکتورهای غشایی بسیار بیشتر از رپاکتورهای معمولی است. این موضوع را می توان به خیز دهی غشاء نسبت به هایدروجن که منجر به تغییر شرایط تعادلی و جا به جایی تعاملات به طرف محصولات(طبق اصل لی شاتلیه)[3] در حرارت‌های پایین تر میشود مرتبط دانست. استفاده از یک گاز پاک کننده[4] مانند بخار آب یا نایتروجن سبب بهتر شدن عملکرد پروسه میشود. انتخاب غشایی مناسب برای به کار گیری در رپاکتور که قابلیت افزایش دادن میزان تولید هایدروجن و خلوص آن‌را داشته باشد، از اهمیت به سزایی در مطالعه‌های لابراتواری و مودل سازی محققین بر خوردار بوده است.

استفاده از رپاکتور غشایی در پروسه ریفورمینگ میتان با بخار آب، نیاز به ساخت واحدهای جداگانه برای تعامل جابه جایی آب – گاز و نیز خالص سازی هایدروجن را بر طرف کرده و همه آنها را در یک واحد مجزا متمرکز می کند. جمع شدن چندین واحد پروسه ی در یک واحد مستقل منجر به کاهش هزینه تولیدی شده و صرفه اقتصادی پروسه را بالا میبرد. هر چند که استفاده از غشاءها به نسبت قابلیت‌های فراوان آنها، هنوز در صنعت چندان گسترده نشده است. اما در سال‌های اخیر، غشاءها جای خود را در صنایع مهمی نظیر نفت و گاز باز کرده اند. در سال 1987 میلادی اویرتل و همکاران تولید

---

[1] به مجموعه‌ای از عملیات گفته می‌شود که برای پاک‌سازی و کاهش آلوده کننده‌ها و ترکیبات مضر باقی‌مانده در گاز خروجی (تایل گاز) از واحدهای صنعتی بویژه در صنایع پتروشیمی، تصفیه خانه‌ها و واحدهای سفرزدایی استفاده می‌شود.

[2] Pressure Swing Adsorption یک عملیه جداسازی گازها است که بر اساس تفاوت در میزان جذب گازها توسط یک جاذب (مانند زئولیت یا کاربن فعال) در فشارهای مختلف انجام می‌شود.

[3] این اصل بیان می‌کند که اگر در یک سیستم در حال تعادل، تغییری ایجاد شود (مانند تغییر حرارت، فشار یا غلظت)، سیستم به گونه‌ای تعامل نشان می‌دهد که آن تغییر را خنثی کند و تعادل جدیدی برقرار سازد

[4] گازی است که برای بهبود عملکرد سیستم با حذف ناخالصی‌ها از محیط تعامل یا غشاء به کار می‌رود

هایدروجن در ریاکتور غشایی پلادیم با ضخامت (100 مایکرو متر) را مطالعه کردند. کار حاضر یکی از نخستین کارهای صورت گرفته در زمینه ریفورمینگ گاز طبیعی با بخار اب است. ضخام با نسبت بالای غشای استفاده شده باعث کاهش نفوذ هایدروجن و انجام تعامل در حرارت بالا (700 تا 800 درجه سانتی‌گراد) شده است [29].

۱۲. پارامترهای مؤثر عملیه

۱.۱۲. اثر تغییر حرارت

در بررسی اثر شرایط عملیاتی، در ابتدا اثر حرارت بر میزان تبدیل میتان باید در نظر گرفته شود. از تحقیقات و آزمایشات اخذ گردیده که با افزایش حرارت، تبدیل میتان افزایش میابد. ریفورمینگ میتان با بخار آب یک تعامل اندوترمیک و تعادلی است که افزایش حرارت باعث جا به جایی تعاملات به سمت مصرف حرارت، که همان طرف محصولات و مصرف بیشتر میتان است، میشود (مطابق اصل لی شاتلیه) [2].

جدول(۲) اثر حرارت بالای عملیه [2]

حرارت	$X_{CH4,calc}$	$X_{CH4,exp}$	خطا
300	5	4.5	-0.1
350	11	10.6	-0.036
400	29	27.5	-0.052
450	42.7	44	0.029

می توان چنین نتیجه گرفت که حد اکثر فیصدی تبدیل میتان در بیشترین حرارت قابل تحمل ریاکتور قابل دسترسی است.

۲.۱۲. اثر چگونگی جریان نسبی تعامل کننده‌ها و گاز پاک کننده

چگونگی جریان تعامل کننده‌ها و گاز پاک کننده نسبت به هم، متغیر موثر دیگری است که اثر آن بر میزان تبدیل میتان قابل بررسی است [2].

۳.۱۲. اثر نسبت بخار آب به میتان در ریاکتور

پارامتر دیگر نسبت بخار آب و میتان ورودی به ریاکتور است، که اثر آن بر فیصدی تبدیل میتان و نسبت هایدروجن بر کاربن مونو اکساید تولیدی بررسی میشود. با افزایش نسبت، فیصدی تبدیل میتان افزایش میابد. نسبت بالاتر بخار آب به میتان در مواد خام(گاز اولیه ورودی)، منجر به فیصدی تبدیل بیشتر میتان و در نتیجه تولید بیشتر هایدروجن خواهد شد. تا این مرحله میتوان چنین نتیجه گرفت که در حرارت بالاتر و نسبت بخار آب به میتان بیشتر، فیصدی تبدیل بیشتری از میتان قابل دسترسی است. نسبت هایدروجن بر کاربن مونو اکساید عاملی مهم در عملیه‌های مانند تولید میتانول که از محصولات واحد واحد ریفورمینگ استفاده میکنند، میباشد. روشن است که مقدار بالاتر این نسبت دلخواه است [2].

۴.۱۲. اثر فشار محیط تعامل

تغییرهای فشار محیط تعامل می تواند بر جریان عملیه ریفورمینگ گازطبیعی تأثیر گذار باشد. از تحقیقات به دست آمده است که، افزایش فشار محیط تعامل، منجر به افزایش قیمتی تبدیل میتان شده است. این مسأله به توجه با افزایش نیروی محرکه ایجاد شده برای نفوذ هایدروجن در غشاء که باعث جابه جایی تعامل به سمت محصولات میشود قابل توجیه است.

تحقیق‌های انجام شده بر روی رپاکتورهای معمولی نشان داده است که افزایش فشا محیط تعامل منجر به کاهش قیمتی تبدیل میتان میشود. این مسأله به توجه با تعادلی بودن تعاملات و اصل لی شاتلیه قابل توجیه است. افزایش فشار در رپاکتورهای معمولی باعث میشود که تعاملات تعادلی ریفورمینگ به سمت تعداد مول کمتر (تعامل دهنده ها) جا به جا شوند که افزایش فشار اعمالی را متعادل کنند [2].

۵.۱۲. اثر ضخامت غشاء

ضخامت غشاء پارامتر مؤثر دیگر است. روشن است هر چه ضخامت غشاء بیشتر باشد مقاومت در مقابل نفوذ هایدروجن بیشتر شده و قیمتی تبدیل میتان کمتر میشود. بناء بر این غشایی به ضخامت کمتر از لحاظ قیمتی تبدیل میتان دلخواه تر است [16].

۱۳. نتیجه گیری

در مقاله ای حاضر تحقیق در مورد عملیه ریفورمینگ گازطبیعی با بخار آب برای تولید هایدروجن در رپاکتور غشایی پالادیم – نقره انجام گرفته است. میتان (عنصر اصلی گاز طبیعی) در حرارت بالا در تعامل تعادلی با بخار شرکت می کند و محصول تعامل بطور عمده هایدروجن و گاز کاربن مونو اکساید می باشد. این روش تولید هایدروجن به دلیل در دسترس بودن گازطبیعی در مناطق مختلف بسیار پر کاربرد می باشد.

نتیجه‌های عملیه ریفورمینگ میتان با بخار آب، نشان داده است که حرارت و فشار بالاتر محیط تعامل، نسبت بالاتر بخار آب به میتان در مواد ورودی و ضخامت کمتر لایهٔ غشایی به قیمتی تبدیل میتان بیشتر میتان و در نتیجه تولید بیشتر هایدروجن منجر میشود. بنا براین بیشترین حرارت و فشاری که برای عملیه قابل تحمل باشد و نسبت بخار آب به میتان در مواد ورودی و کمترین ضخامت لایهٔ غشایی، شرایط بهینه ی عملیه خواهد بود. همچنین، این تحقیق می‌تواند به‌عنوان مبنای علمی برای طراحی و توسعه عملیه‌های صنعتی کارآمدتر در تولید هایدروجن با استفاده از منابع گازی به‌ویژه در مناطق دارای منابع گازطبیعی غنی، مورد استفاده قرار گیرد.

در نهایت، بهبود عملیه‌های تولید هایدروجن و افزایش کارایی در این زمینه، می‌تواند به‌طور مستقیم به کاهش وابستگی به سوخت‌های فوسیلی و ایجاد راهکارهای انرژی پایدار و اقتصادی منجر شود. بنابراین، این تحقیق می‌تواند به توسعه یک تکنالوژی نوین و پاک در صنعت انرژی کمک کرده و در راستای اهداف زیست‌محیطی و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی گام‌های مؤثری بردارد.

۱۱. پیشنهادات

به اساس مطالعات و نتیجه‌ها پیشنهاد میشود که، عملیه ریفورمینگ یک عملیه خیلی مهم بوده و تولید هایدروجن خالص(99.9) فیصد در جهات مختلف صنعت پتروشیمی از جمله عملیات هایدروجنیشنی، پاک سازی مواد خام و محصولات و برای بدست آوردن کودهای زراعتی استفاده میشود. بنابر این باید در نظر گرفته شود که در آینده از این نوع تکنالوژی‌های نوین در کشور استفاده شود. این عملیه در نهایت باعث رشد اقتصادی کشور میشود و نیز از آلوده گی‌های محیط‌زیست ی جلوگیری می کند.

۱۲. منابع و مآخذ

[1] باقری، مهدی؛ فاضلی، شهره؛ تیرانداز، بهنام؛ غنی یاری بیتس، سعید؛ بهینه سازی کوره و راکتور لوله ای صنعتی فرایند ریفورمینگ گازطبیعی با بخار با استفاده از الگوریتم ژنتیک. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، دوره ۲۸، شماره ۱، سال (۱۳۸۸)

[2] وافری، بهزاد؛ کرمی، حمیدرضا؛ کریمی، غلام رضا؛ مدل سازی فرایند ریفورمینگ گازطبیعی با بخار آب در ریاکتور غشایی پلادیم-نقره برای تولید هایدروجن خالص. دانشکده مهندسی شیمی، نفت وگاز، دانشگاه شیراز، سال (1390).

[3] Zhu J., Zhang D., King K.D., Reforming of CH4 by Partial Oxidation: Thermodynamic and Kinetic Analyses, Fuel, 80, p. 899 (2001).

[4] Mariana, M.V.M. Souza, M. Schmal, Autothermal Reforming of Methane over Pt/ZrO2/Al2O3 Catalysts, Applied Catalysis A: General, 281, p. 19 (2005).

[5] Oklany J.S., Hou K., Hughes R., A Simulative Comparison of Dense and Microporous Membrane Reactors for the Steam Reforming of Methane, Applied Catalysis A: General, 170, p. 13 (1998).

[6] Prokopiev S.I., Aristov Y.I., Parmon V.N., Giordano N., Intensification of Hydrogen Production via Methane Reforming and the Optimization of H2:CO Ratio in a Catalytic Reactor with a Hydrogen-Permeable Membrane Wall, International journal of Hydrogen Energy, 17, p. 17, 275 (1992).

[7] Lin Y.M., Liu S.L., Chuang C.H., Chu Y.T., Effect of Incipient Removal of Hydrogen Through Palladium Membrane on the Conversion of Methane Steam Reforming Experimental and Modelling, Catalysis Today, 82, p. 127 (2003).

[8] Siriwardane R.V., PostonJr J.A., Fisher E.P., Lee T.H., Dorris S.E., Balachandran U., Characterization of Ceramic Hydrogen Separation Membranes with Varying Nickel Concentrations, Applied Surface Science, 167, p. 34 (2000).

[9] Tong J., Matsumuta Y., "Effect of Catalytic Activity on Methane Steam Reforming in Hydrogen-Permeable Membrane Reactor, Applied Catalysis A: General, 286, p. 226 (2005).

[10] Yu W., Ohmori T., Kataoka S., Yamamoto T., Endo A., Nakaiwa M., Itoh N., Reforming in a Porous Ceramic Membrane Reactor Using Nitrogen and Steam as Sweep Gases, International Journal of Hydrogen Energy, 33, p. 685 (2008).

[11] Fernandes A.N.F., Soares Jr A.B., Methane Steam Reforming Modeling in a Palladium Membrane Reactor, Fuel, 85, p. 569 (2006).

[12] Barbieri G., Violante V., Maio F.P.D., Criscuoli A., Drioli E., Methane Steam Reforming Analysis in a Palladium-Based Catalytic Membrane Reactor, Industrial and Engineering Chemistry Research, 36, p. 3369 (1997).

[13] Madia G.S., Barbieri G., Drioli E., Theoretical and experimental Analysis of Methane Steam Reforming in a Membrane Reactor, Canadian journal of Chemical Engineering, 77, p. 698 (1999).

[14] Kikuchi E., Uemiya S., Matsuda T., Hydrogen Production from Methane Steam Reforming Assisted by use of Membrane Reactor, Studies in Surface Science and Catalysis, 61, p. 509 (1991).

[15] Oertel M., Schmitz J., Weirich W., Jendryssek-Neumann D., Schulten R., Steam Reforming of Natural Gas with Integrated Hydrogen Separation for Hydrogen Production, Chemical Engineering and Technology. 10, p. 248 (1987).

[16] S. Uemiya, Y. Kude, K. Sugino, N. Sato, T. Matsuda, E. Kikuchi, A Palladium/Porous Glass Composite Membrane for Hydrogen Separation, Chemistry Letters, 17, p. 687 (1988).

[17] Uemiya S., Sato N., Ando H., Kude Y., Matsuda T., Kikuchi E., Separation of Hydrogen Through Palladium Thin Film Supported on a Porous Glass Tube, Journal of Membrane Science, 56, p. 303 (1991).

[18] J. Shu, B.P.A. Grandjean, S. Kaliaguine, Methane Steam Reforming in Asymmetric Pd- and Pd-Ag/Porous SS Membrane Reactors, Applied Catalysis A: General, 119, p. 305 (1994).

[19] Shu J., Grandjean B.P.A., Kaliaguine S., Aymmetric Pd-Ag/ Stainless Catalytic Membranes for Methane Steam Reforming, Catalysis Today, 25, p. 327 (1995).

[20] S.W. Nam, S.P. Yoon, H.Y. Ha, S.A. Hong, A.P., Maganyuk, Methane Steam Reforming in a Pd-Ru Membrane Reactor, Korean Journal of Chemical Engineering, 17, p. 288 (2000).

[21] Tong J., Matsumura Y., Suda H., Haraya K., Experimental Study of Steam Reforming of Methane in a Thin (6 μM) Pd-Based Membrane Reactor, Industrial and Engineering Chemistry Research, 44, p. 1454 (2005).

[22] Gallucci F., Paturzo L., Fam A., Basile A., Experimental Study of the Methane Steam Reforming Reaction in a Dense Pd/Ag Membrane Reactor, Industrial and Engineering Chemistry Research, 43, p. 928 (2004).

[23] Gallucci F., Comite A., Capannelli G., A Steam Reforming of Methane in a Membrane Reactor: An Industrial Case Study, Industrial and Engineering Chemistry Research, 45, p. 2994 (2006).

[24] Gallucci F., Paturzo, L., Basile A., A Simulation Study of the Steam Reforming of Methane in a Dense Tubular Membrane Reactor, International Journal of Hydrogen Energy, 29, p. 611 (2004).

[25] Assaf E.M., Jesus C.D.F., Assaf J.M., Mathematical Modelling of Methane Steam Reforming in a Membrane Reactor: an Isothermic Model, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 15, p. 160 (1998).

[26] Hoang D.L., Chan S.H., Ding O.L., Kinetic and Modelling Study of Methane Steam Reforming over Sulfide Nickel Catalyst on a Gamma Alumina Support, Chemical Engineering Journal, 112, p. 1 (2005).

[27] Hacarlioglu P., Gu Y., Oyama S.T., Studies of the Methane Steam Reforming Reaction at High Pressure in a Ceramic Membrane Reactor, Journal of Natural Gas Chemistry, 15, p. 73 (2006).

[28] Xu J., Froment G.F., Methane Steam Reforming Methanation and Water-Gas Shift: I. Intrinsic Kinetics, AIChE Journal, 35, p. 88 (1989).

[29] A. Stephan, Birdsell, R.S. Willms, Modeling and data Analysis of a Palladium Membrane Reactor for Tritiated Impurities Cleanup, Fusion Technology Journal, 28, p. 530 (1995).

[30] https://zagroscompressor.com

بیوگرافی مولفان:

انجنیر نعمت‌الله سادات متولد ۱۳۷۲ در ولایت ننگرهار است. وی در سال ۱۳۹۹ از پوهنځی انجنیری، دیپارتمنت تکنالوژی کیمیاوی پوهنتون فاریاب فارغ‌التحصیل گردید.
پس از فراغت، به‌حیث مدیر تعین محصول جنکشن در د افغانستان برشنا شرکت تا سال ۱۴۰۲ ایفای وظیفه نموده و سپس به‌عنوان کارشناس تخنیکی ستندردها در ادارهٔ ملی ستندرد مقرر گردید. در سال ۱۴۰۲، با موفقیت در آزمون ورودی، تحصیل در برنامهٔ ماستری انجنیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز پوهنتون پولی‌تخنیک کابل را آغاز کرد.

پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد در سال ۱۳۳۸ هجری شمسی در ولایت ننگرهار متولد شد. وی در سال ۱۳۵۶ از پوهنتون کابل مدرک لیسانس، در سال ۱۳۶۳ از آکادمی نفت، گاز وکیمیای آذربایجان سند ماستری و در سال ۱۳۸۸ مدرک دوکتورای خود را دریافت کرد.
ایشان از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ به عنوان آمر دیپارتمنت، و از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ به عنوان مسئول امور محصلان و سرپرست پوهنځی آمادگی فعالیت داشته است. دوکتور گلزاد هشت کتاب درسی تألیف کرده و ۶۹ مقاله علمی در مجلات ملی و بین‌المللی منتشر نموده است. حوزه‌های تحقیقاتی وی شامل نفت، گاز، صنایع شیمیایی و شیمی آلی است و هم‌اکنون نیز به عنوان آمر دیپارتمنت انجنیری نفت، گاز و صنایع کیمیاوی فعالیت می‌کند.