

گاز طبیعی مایع (LNG)

گاز طبیعی چنانچه در فشار اتمسفر تا دمای 160°C - سرد شود، به حالت مایع تبدیل می شود. LNG شامل بیش از ۹۵ درصد متان و درصد کمی اتان و پروپان و سایر هیدروکربورهای سنگین تر است. سایر ترکیبات و ناخالصی های گاز طبیعی مانند اکسیژن، آب، گاز کربنیک و ترکیبات گوگردی طی فرآیند سرد کردن از گاز طبیعی جدا شده و گاز طبیعی در حالت مایع بدست می آید. البته LNG تا حد ۱۰۰ درصد متان خالص نیز قابل دستیابی است. حجم LNG 600/1 حجم گاز طبیعی و دانسیته آن ۰/۴۲ دانسیته آب است. این ماده، مایعی بی بو، بی رنگ و غیر سمی است و نسبت به فلزات یا سایر مواد حالت خوردگی ندارد. LNG وقتی تبخیر یا با هوا ترکیب شود در دامنه غلظت ۵ تا ۱۵ درصد می سوزد. LNG یا بخار آن در محیط و فضای باز حالت انفجاری ندارد. کلیه آزمایشات انجام شده و خواص LNG، ایمن بودن این سوخت را کاملاً تأیید می کند زیرا نشت مایع LNG یا ابر بخارات آن به محض تماس با زمین یا در اثر حرارت محیط به سرعت در هوا تبدیل به گاز شده و چون در این حالت از هوا سبک تر است در محیط پراکنده و منتشر می شود. LNG در وهله اول برای خودروهای سنگین دیزلی (HEAVY DUTY VEHICLE) کاربرد دارد. به لحاظ ارزش حرارتی و دانسیته انرژی، مشابه سوخت دیزل (گازوئیل) هست. LNG در دمای 160°C - و فشار اتمسفریک در حالت مایع اشباع (در دمای جوش مایع) است. بنابراین مانند هر مایع در حال جوش چنانچه در فشار ثابت نگهداری شود (حتی با افزایش حرارت) در دمای ثابت خواهد ماند. مادامی که بخار LNG از مخازن خارج می شود (boil off)، دمای مخزن ثابت می ماند.

تاریخچه LNG

اولین تجربه مایع سازی گاز به قرن ۱۹ میلادی برمی گردد که دانشمند انگلیسی مایکل فارادی انواع مختلف گاز و گاز طبیعی را به صورت مایع درآورد.

اولین واحد LNG در سال ۱۹۱۲ در ویرجینیای غربی ساخته شد و اولین واحد تجاری در ۱۹۴۱ در کیولند واقع در ایالت اوهایو به بهره برداری رسید.

اولین محموله LNG به حجم ۵۰۰۰ متر مکعب در سال ۱۹۵۹ از لویزیانا به جزیره Canvey در انگلیس حمل گردید.

در سال ۱۹۶۴ اولین تأسیسات صدور LNG در الجزایر به بهره برداری رسید و اولین پایانه دریافت LNG در انگلیس آغاز بکار کرد.

در سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۰ تجارت LNG توسعه یافته و تولید این فرآورده در بروئی ، اندونزی ، ابوظبی ، مالزی ، استرالیا آغاز شد . همچنین کشورهای کره ، تایوان و آمریکا به جمع واردکنندگان این فرآورده پیوستند .

ظرفیت تولید گاز طبیعی

تولید تجاری گاز طبیعی در جهان از آغاز دهه ۱۹۷۰ تاکنون دارای روند صعودی بوده است . مراکز عمده تولید این حامل انرژی ، امریکای شمالی ، مرکزی و جنوبی ، اروپا ، شوروی سابق ، خاورمیانه ، افریقا ، آسیا و اقیانوسیه هستند . سیستم های مختلف عرضه (خطوط لوله و تانکر) با توجه به پراکندگی جغرافیایی ذخایر گاز طبیعی ، این ذخایر عمدتاً در مناطقی قرار دارند که از بازارهای اصلی مصرف به دور هستند . انتقال گاز از مراکز تولید به مصرف شامل انتقال گاز در داخل کشور به صورت شبکه توزیع گاز و هم به صورت انتقال گاز با خطوط یا به طریق LNG برای صادرات به دیگر کشورها است .

انتقال گاز برای فواصل طولانی همواره با مشکلات خاصی روبرو می باشد . امروزه تکنولوژی LNG به عنوان راهکاری کاملاً اقتصادی و قابل اطمینان در این زمینه مطرح است . اما پیشرفت های اخیر در زمینه استفاده از سایر تکنولوژی ها نیز باعث گردیده است که روش هایی نظیر CNG و هیدرات هم به عنوان راهحلی برای انتقال گاز به فواصل طولانی مطرح گردند . این مطلب سعی نموده تا تحلیلی از وضعیت این تکنولوژی ها ارائه دهد . بدون شک گاز طبیعی منبع مهم تامین انرژی در قرن جدید است . امروزه تکنولوژی های بسیاری برای استحصال ، انتقال و به کارگیری از منابع گازی رشد یافته اند . توسعه سریع صنعت گاز نیز تاثیر پذیر از تکنولوژی های مهمی بوده است که از اواسط قرن بیستم مطرح شده اند . انتقال گاز طبیعی به واسطه ماهیت گازی آن عموماً با دشواری مواجه است و حتی استفاده از ساده ترین روش انتقال یعنی خطوط لوله در فواصل طولانی با مشکلات زیادی روبرو می شود . با توجه به توانایی های موجود تکنولوژی برای انتقال گاز به فواصل دوردست ، روش LNG گاز طبیعی مایع شده به عنوان یک روش اقتصادی توانسته دشواری حمل گاز را مقدار زیادی مرتفع سازد . برخی از کارشناسان تبدیل گاز به فرآورده های مایع (GTL) را نیز راهکاری مناسب جهت انتقال گاز به بازارهای دور دست بیان می نمایند ؛ زیرا معتقدند با وجود این که هنوز تکنولوژی GTL به طور گسترده مورد استفاده کشورهای دارنده گاز قرار نگرفته است ، حمل فرآورده های مایع به بازارهای مصرف بسیار ساده تر و کم هزینه تر از روش تبدیل به LNG می باشد . علاوه بر آن فرآورده های

مایع گاز را به سهولت می توان در بازار مصرف به فروش رساند ولی به دلیل نوع خاص تقاضای LNG که به تاسیسات دریافت خاصی نیازمند است ، فروش LNG همواره دشواری بیشتری در بردارد . به واسطه هزینه های بالا برای انتقال گاز طبیعی در هر یک از تکنولوژی های فوق الذکر ، تحقیق و پژوهش برای یافتن راهکارهای دیگر همواره ادامه دارد . در این راستا علاوه بر تکنولوژی LNG و GTL ، تکنولوژی های CNG و هیدرات نیز ممکن است بتوانند به عنوان راهکاری مناسب و ارزان برای انتقال گاز مطرح شوند . تکنولوژی CNG یا گاز طبیعی فشرده شده ، برای انتقال گاز طبیعی در مسافت های طولانی ، قابلیت مهمی به شمار می رود .

اجزاء سیستم خودروهای با سوخت LNG

از لحاظ انتقال سوخت به موتور ، مشابه موتورهای با سوخت CNG است و سوخت به صورت بخار وارد موتور می شود . فرق اساسی بین موتورهای CNG و LNG در نحوه نگهداری و تحویل سوخت است . مخازن ذخیره LNG دو جداره می باشند و برای فشار کاری حداکثر تا 230 psi یا 16 bar طراحی شده است . این مخازن دارای لوله و اتصالات لازم برای خارج کردن گاز در صورت افزایش فشار (با توجه به انتقال حرارت از محیط به مخزن) و یا انتقال سوخت در زمان مصرف هستند . این مخازن مجهز به سیستم اعلام پایان سوخت گیری (پر شدن مخزن) نیز هستند . موتور خودروها گاز را در فشار ۴ الی ۹ بار (۶۰-۱۲۰ psi) مصرف می کند .

معایب استفاده از LNG

بسیاری از مردم به استفاده از مواد در دماهای پایین عادت نداشته لذا نیاز به آموزش خاصی در زمینه استفاده از سوخت در دمای خیلی پایین هستند . در ایستگاههای سوخت گیری خطوط انتقال گاز از مخزن به خودرو (شامل لوله ها ، شیرآلات و وسایل اندازه گیری) جهت انتقال LNG در حالت مایع باید پیش از شروع ، سوخت تا دمای 160°C - سرد شود در غیر اینصورت منجر به تبخیر بخشی از سوخت می شود . حداکثر پر شدن مخزن دوجداره Cryogenic تا حد ماکزیمم ظرفیت ، امکان پذیر نیست زیرا به اندازه لازم فضای خالی در بالای سطح مایع جهت تبخیر یا جوشیدن مایع باید در مخزن در نظر گرفته شود .

مزایای استفاده از LNG

دانشیته انرژی بالاتری نسبت به سوخته‌های گازی دارد ، زیرا به شکل مایع ذخیره می شود . مسافت پیمایش بیشتر و وزن کمتر مخازن ذخیره ، استفاده از آن را در خودروهای کوچکتر امکان پذیر می سازد . سرعت سوختگیری بالا به نحوی که در خودروهای بزرگ زمان سوختگیری ۴ الی ۶ دقیقه می باشد (۱۰ الی ۴۰ گالن در دقیقه) . ارزیابی و کنترل ترکیب سوخت با دقت بالایی امکان پذیر است و با توجه به اینکه LNG تولید شده برای خودروها تا ۹۹ درصد متان دارد ، لذا کنترل و تعیین مناسب ترکیب سوخت بازدهی موتور و سوخت را نیز افزایش می دهد .

فرآیند تولید در حلقه LNG

برای تهیه ، حمل و نقل و مصرف LNG باید در زمینه ها و مراحل مختلفی سرمایه گذاری و فعالیت کرد . این مراحل که زنجیره LNG نامیده می شوند (صرف نظر از خطوط لوله ی ارتباطی) عبارتند از :

۱- اکتشاف و تولید

۲- کارخانه های تولید و میعان گاز طبیعی و پایانه صادراتی

۳- حمل و نقل دریایی

۴- پایانه های دریافت و تبخیر مجدد LNG

تکنولوژی هیدرات

هیدرات جامدی است بلوری که از مولکول های آب تشکیل شده است و در حقیقت مولکول های گاز در درون آن به دام افتاده اند . گازهای زیادی هستند که قابلیت تشکیل هیدرات را دارند ؛ از آن جمله می توان به هیدروکربن هایی با تعداد اتم های پایین نظیر متان اشاره کرد . شرایط تشکیل هیدرات عبارتند از : ۱- فشار و دمای مناسب ۲- وجود مولکول آب ۳- وجود مولکول گاز

از دهه ۱۹۶۰ که هیدرات گازی به عنوان عاملی مزاحم در خطوط لوله گاز به وجود آمد ، ایده انتقال گاز طبیعی به وسیله هیدرات در ذهن بسیاری از دانشمندان شکل گرفت . به دلیل آنکه دمای حمل هیدرات بالاتر از دمای حمل LNG می باشد ، هیدرات گازی را به سهولت می توان انتقال داد . از این رو تکنولوژی ساخت کشتی های حمل هیدرات پیچیدگی بسیار کمتری نسبت به کشتی های حمل LNG خواهد داشت و تاسیسات تولید هیدرات بسیار ساده تر از تاسیسات LNG می توانند طراحی گردند . اما مشکل اساسی ، حجم کمتر گاز منتقل شده می باشد .

براساس مطالعات انجام شده در این زمینه ، هر یک متر مکعب هیدرات ، ۱۷۵ متر مکعب گاز را در خود جای می‌دهد . در صورتیکه در تکنولوژی LNG کاهش حجم به یک ششصدم می‌رسد و این موضوع در اقتصادی بودن طرح های انتقال گاز به خصوص فواصل دور دست بسیار پراهمیت است ، با این وجود هنوز امیدهای زیادی وجود دارد تا هیدرات به عنوان یک راه‌حل کاملاً اقتصادی جهت انتقال گاز به کار رود . تکنولوژی CNG در صورت کاهش دادن خطر انفجار در هنگام انتقال آن ، می‌تواند رقیبی برای تکنولوژی LNG در فواصل کوتاه‌تر (۲۵۰۰ مایل) باشد . برای کشورهایی نظیر کشور ما که دارای ذخایر عظیم گازی است ، تحقیق و توسعه در زمینه طرح‌های هیدرات و CNG به عنوان راهکارهای جدید انتقال گاز ، حرکت مهمی در تحقیق و پژوهش صنعت گاز می‌تواند به شمار رود . در حال حاضر در میان سوخت های فسیلی ، نفت به دلیل ویژگی های خاصی که دارد بیشترین سهم را از بازار انرژی به خود اختصاص داده است . اما گاز نیز به سبب این که سوختی پاک تر و ارزان تر است ، طی سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است .

صنعت LNG (گاز طبیعی مایع شده) از جمله صنایعی است که بسیاری آن را جایگزینی مناسب برای نفت می‌دانند. در فاصله بین سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی ، تولید LNG جهان حدود ۴۰۰ درصد رشد داشته است . در حال حاضر ، «مجمع کشورهای صادرکننده گاز (GECF) » بیش از ۷۰ درصد از کل منابع گازی جهان را در اختیار دارد. این مجمع که روسیه ، ایران ، قطر و الجزایر بزرگ ترین اعضای آن به شمار می‌روند ، طی سال های اخیر سرمایه گذاری های کلانی در بخش تولید LNG انجام داده است .

بازار گاز مایع شده ، بازاری است که از رشدی سریع برخوردار است . اما ویژگی های خاص گاز موجب شده که نتواند مانند نفت به شکلی گسترده مورد معامله قرار گیرد . نفت را به راحتی می‌توان انبار کرد و انتقال آن به سهولت صورت می‌گیرد . مهم تر از همه این که در هر کجای جهان می‌توان آن را عرضه کرد. اما گاز هیچ یک از این ویژگی ها را ندارد . ذخیره سازی و انتقال گاز نیازمند تاسیسات ویژه و بسیار گران قیمتی است. از سویی ، شکل قیمت گذاری و نحوه فروش گاز نیز متفاوت از نفت است . ویژگی های نفت این امکان را می‌دهد که آن را به صورت روزانه و نقدی به فروش رساند. اما گاز را به صورت قراردادهای بلند مدت به فروش می‌رسانند.

پایانه های مایع و گاز سازی مجدد

دو نوع پایانه گاز طبیعی مایع شده وجود دارد: (۱) پایانه هایی که گاز طبیعی را به گاز طبیعی مایع شده مبدل می گردانند و (۲) پایانه هایی که گاز طبیعی مایع شده را به گاز طبیعی تبدیل می نمایند. این پایانه ها، به ترتیب پایانه های مایع سازی و پایانه های گازسازی مجدد (regasification) نامیده می شوند. پایانه های مایع سازی در سمت صادرات مبادلات و پایانه های گاز سازی مجدد در سمت واردات قرار دارند. پایانه های مایع سازی معمولاً گاز طبیعی را بوسیله خط لوله از یک میدان گازی دریافت می دارند. پیش از مایع شدن، گاز باید از آب، دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن و دیگر ناخالصی هایی که ممکن است یخ زده، خورنده شده یا با فرآیند مایع سازی تداخل یابند، پالوده گردد. به محض مایع شدن، گاز طبیعی مایع شده بوسیله خط لوله به درون کشتی حمل کننده گاز طبیعی مایع شده یا به درون انباشتگاه (جهت انتظار برای انتقال) فرستاده می شود. پایانه های گاز سازی مجدد، معمولاً گاز طبیعی را از مناطقی دیگر (معمولاً با کشتی) دریافت می نمایند. در یک پایانه گاز سازی مجدد گاز طبیعی مایع شده ممکن است بطور موقتی ذخیره شده و یا مستقیماً به یک کارخانه گاز سازی مجدد فرستاده شود. به محض اینکه دوباره به حالت گاز درآمد بوسیله خط لوله جهت توزیع فرستاده شده و یا در انباشتگاهی موقت ذخیره می گردد تا در هنگام ضرورت از آن استفاده گردد.

ذخیره سازی گاز طبیعی مایع شده

گاز طبیعی مایع شده در مخازن ذخیره سازی به شدت عایق گردیده ای ذخیره سازی می شود که به صورت ویژه ای جهت نگه داری یک مایع سرد طراحی شده اند. اغلب این مخازن دوجداره از یک لایه بیرونی ضخیم بتنی و یک لایه درونی از فولاد با کیفیت بالا ساخته می شوند. ما بین این دو جداره لایه ضخیمی از عایق های با کارایی بالا قرار دارند. تاسیسات (کارخانه های) بسیاری از منابع ذخیره سازی زیرزمینی جهت افزایش عایق کاری استفاده می نمایند. مهم نیست که مخزن تا چه اندازه عالی عایق کاری گردیده است، گاز طبیعی مایع شده به صورت گاز طبیعی درآمد، بخار می گردد. این گاز عموماً از مخزن جدا می گردد که یا به عنوان سوخت در همان محل بکار رفته یا با خنک شدن به حالت مایع در آمده و به مخزن بازگردانده می شود.

اثرات زیست محیطی گاز طبیعی مایع شده

گاز طبیعی هنگامیکه سوزانده می شود به نسبت سوخت های فسیلی تاثیر زیست محیطی بسیار کمتری دارد . این سوخت دی اکسید کربن ، ذرات ریز و خاکستر کمتری ساطع می نماید . اگر چه گاز طبیعی مایع شده به شکل گاز طبیعی سوزانده می شود اما این گاز مجدد گاز شده ، تاثیر زیست محیطی بیشتری به نسبت گاز طبیعی ای دارد که مایع نشده است . این امر به دلیل مصرف انرژی جهت مایع سازی، جابجایی و گازسازی مجدد گاز طبیعی مایع شده می باشد . اگر کسی با در نظر گرفتن تاثیرات زیست محیطی بالاتر گاز طبیعی مایع شده نسبت به گاز طبیعی تصور نماید که سوزاندن این گاز در محل چاه گاز بهتر خواهد بود باید بداند که با تمامی این تفاسیر گاز طبیعی مایع شده تاثیرات منفی کمتری به نسبت زغالسنگ و یا نفت دارد.

تاریخ : ۱۳۹۴/۰۳/۰۵	تهیه و تنظیم : پریسا جمشیدی
--------------------	-----------------------------