مروری بر فناوری های ذخیره سازی انرژی (گاز طبیعی)

محمد معماری فر – کارشناس ارشد اندازه گیری و صحه گذاری (M&V) طرح های انرژی

امروزه با توجه به آنکه مصرف فرآورده های نفتی با چالش هایی از جمله تخلیه مخازن و آلودگی هوا روبروست، تمرکز متخصصان به سمت استخراج، استفاده و ذخیره سازی گاز طبیعی قرار گرفته است. در کشور های در حال توسعه و به خصوص کشورهای دارای ذخایر گازی، ذخیره سازی برای پاسخگویی به نوسانات عرضه گاز انجام می گیرد ولی در کشورهای پیشرفته که قیمت گذاری گاز به صورت رقابتی است، این کار برای کسب منافع ناشی از ایجاد نوسانات قیمتی می باشد. در مجموع انجام ذخیره سازی گاز طبیعی، موجب به ثبات رسیدن روند مصارف و همچنین ثبات در قیمت ها می باشد که در عرصه اقتصادی امر مهمی به حساب می آید.

مهم ترین روش های ذخیره سازی گاز طبیعی که تاکنون در جهان مورد استفاده قرار گرفته در ادامه معرفی می شود:

الف. روش مایع سازی LNG

در این روش گاز طبیعی توسط یک فرآیند سرمایشی، به صورت مایع جوشیده در دمای نزدیک به 160- درجه سانتیگراد در مخازن مخصوصی در فشار نزدیک به 0.1 مگاپاسکال ذخیره می گردد. چگالی انرژی گاز مایع، حدود 65٪ بنزین می باشد. مهم ترین مراحل فرآیند مایع سازی و ذخیره سازی گاز مایع عبارتند از:

تصفیه سازی: ابتدا برای انجام تصفیه و جداسازی، گاز از ایستگاه ها به مخازن LNG وارد می شود. این کار به این دلیل است که از ایجاد کف در زمان عبور اسیدهای گازی از فیلترها جلوگیری به عمل آید. گاز های اسیدی توسط محلول آمین در ستون های جذب، جدا می شوند. جداسازی و حذف CO_2 باعث می شود که از میزان قابل توجهی یخ زدن در حین عملیات مایع سازی جلوگیری شود. سپس توسط سیستم تبرید آمونیاک، آب اشباع شده برای جدا سازی خنک می شود. در ادامه مسیر، جریان به واحد جداسازی جیوه می رسد. لازم است که پیش از ورود به واحد مایع سازی، تمامی جیوه موجود از ترکیبات حذف گردد و در نهایت هیدروکربن هایی مانند بنزن و پنتان حذف می شوند.

تبرید آمونیاک : آمونیاک یک مبرد طبیعی است که در مقایسه با اتانول و پروپان، کاربردهای بیشتری دارد. تجهیزات تبرید دارای دو توربین بخار هستند که به صورت موازی واقع شده و از گازهای بازیافتی در سیستم برای عملکرد خود استفاده می نمایند. این سیستم تاثیر مثبتی را ایجاد کرده و به صورت مستقیم باعث می شود دما ثابت نگاه داشته شده و مانع تخریب دستگاه ها و تجهیزات این فرآیند می شود.

مایع سازی: در این قسمت گازی که وارد می شود، از دمای 8- درجه به 160- رسیده و به مایع تبدیل می گردد. در این بخش مایع سازی بخار فشرده سازی شده و با کمک مبردهایی که دارای هسته های منحنی بوده و مبدل های آلومینیومی خنک و مایع می شوند. پس از آن جریان به یک جدا کننده وارد می شود تا حالت های دوفازی به کلی از جریان خارج گردد. نهایتا در این مرحله گاز طبیعی مایع شده وارد مخازن ذخیره سازی می گردد.

انجام مایع سازی گاز طبیعی هزینه زیادی داشته و نسبت به تبدیل گاز به گاز طبیعی فشرده (CNG) مصرف انرژی و هزینه بیشتری دارد و مخازن موردنیاز برای نگهداشت گاز مایع نیازمند عایقکاری های دقیق و پر هزینه می باشد.

ب. روش فشرده سازی CNG

با توجه به خواص طبیعی گاز متان، گاز طبیعی را می توان به صورت یک سیال فوق بحرانی در دمای محیط و فشار حداکثر تا 25 مگاپاسکال ذخیره نمود. البته نکته مهم مخازن ذخیره سازی است که باید شرایط ویژه ای داشته باشند و به علت تحمل فشار بالا ساختار مهندسی خاصی داشته و وزن بالایی هم دارند. چگالی انرژی CNG نزدیک به 25٪ بنزین می باشد. جهت انجام فرآیند فشرده سازی نیازمند کمپرسورهای قوی چند مرحله ای و گران قیمت و مصرف انرژی الکتریکی زیادی است. تولید مخازن CNG به روش های متفاوتی در جهان صورت می پذیرد. مخازن تولیدی به چهار دسته تقسیم بندی می شود.

نوع اول: تمام فلزی

نوع دوم: با آستر فلزی و ۴۵٪ کامپوزیت

نوع سوم: با آستر فلزی و ۸۰٪ کامپوزیت

نوع چهارم: ۱۰۰٪ کامپوزیت

ج. گاز طبیعی جذب شده ANG

در این روش از مواد جاذب در مخازن ذخیره برای ذخیره نمودن گاز طبیعی در فشار حدود 3.5 اتمسفر و دمای محیط استفاده می شود. جاذب ها هم گاز را در مخزن نگه می دارند و هم آن را در فضای متخلخل خود نگهداری می کنند. در میان جاذب های متنوعی که تاکنون شناخته شده، عموماً جاذب های کربن فعال به دلیل دارا بودن چگالی انرژی و ظرفیت بالا بهترین جاذب شناخته می شوند. یک مخزن انباشته از جاذب کربن فعال در فشار 4 اتمسفر ظرفیت جذبی در حدود 5 برابر حالتی که مخزن خالی باشد را دارد.

عمده ترین چالش هایی که در برابر توسعه این فناوری در دنیا وجود دارد می توان به مواردی از جمله وجود ناخالصی ها و هیدروکربن های سنگین موجود در گاز طبیعی و اثرات گرمایی در طول فرآیندهای شارژ و دشارژ اشاره نمود.

د. ذخیره سازی گاز طبیعی در سیالات هیدروکربنی

این روش به خاطر چالش ها و مشکلات موجود بر سر راه توسعه ذخیره سازی به وسیله روش های قبلی شناسایی شدند. هر یک از روش های قبل دارای مشکلات و چالش هایی است که سبب شد دانشمندان به سراغ روش های با محوریت تغییرات شیمیایی و استفاده از مواد واسط رو آورند. در این روش گاز طبیعی را در محلول های هیدروکربن دار شامل الکل ها، پلیمرها، پرفلوئوروکربن ها، سیلیکون ها و ... حل می کنند. بر اساس پژوهش های داخلی مناسب ترین حلال ها برای متان، پروپان و نرمال بوتان هستند که در فشار ذخیره سازی نزدیک به 15 مگاپاسکال گاز را در خود حل نموده و ذخیره می کنند. به ازای هر یک گرم حلال، حدود 0.6 گرم گاز طبیعی در آن حل و ذخیره می شود.

د. ذخیره سازی به روش هیدرات گاز طبیعی

به طور کلی تمام گازهای طبیعی اعم از گازهای طبیعی تفکیک شده از استخراج های نفت خام، مقداری بخار آب به همراه دارند. آب همراه گاز، باعث خوردگی، پایین آوردن ارزش حرارتی گاز طبیعی و در نهایت با داشتن شرایط مناسب باعث تشکیل پدیده ای نامطلوب به نام هیدرات می شود. هیدرات ماده ای است که جامد بوده و از اختلاط آب با برخی هیدروکربن های موجود در گاز طبیعی به وجود می آید.

به علت ظرفیت بالایی که هیدرات در ذخیره سازی گاز دارد به عنوان روشی برای ذخیره سازی گاز مورد مطالعه است. دو روش برای تولید هیدرات وجود دارد که عبارتند از:

* وارد کردن حباب های گاز در فاز پیوسته آب

* وارد کردن قطرات آب در فاز پیوسته گاز

در حالت استفاده از فاز پیوسته آب به دلیل ظرفیت گرمایی بالا، هیدرات دوغابی تولید می شود که در فشار جو پایدار نیست. هیدرات دوغابی را می توان تحت فشار 10 بار و دمای 3 درجه سانتی گراد منتقل نمود. در حالتی که از روش دوم استفاده شود، می توان هیدرات را با سرعت بیشتری تولید نمود و مشکل جداسازی آب نیز مرتفع می

گردد. در هر دو حالت پس از تشکیل هیدرات در فشار بالا، آن را تا دمای زیر صفر سرد کرده و فشار را به فشار اتمسفر کاهش می دهند. این کار سبب تجزیه بخشی از هیدرات می شود. هیدرات های تولیدی را به صورت بلوک هایی در می آروند و مقداری آب بر روی بلوک های اسپری می نمایند. پس از این اعمال، هیدرات گازی قابل جابجایی و انتقال است. پس از انتقال هیدرات گازی به محل موردنظر جهت مصرف، باید گاز به دام افتاده را به حالت اولیه خود بازگردانی نمود و هیدرات گازی را تجزیه کرد. برای این موضوع چند روش وجود دارد. روش های مختلف عبارتند از: افزایش دما، کاهش دما و استفاده از محلول های تجزیه کننده هیدرات.