

هیدرات گازی

Gas Hydrate

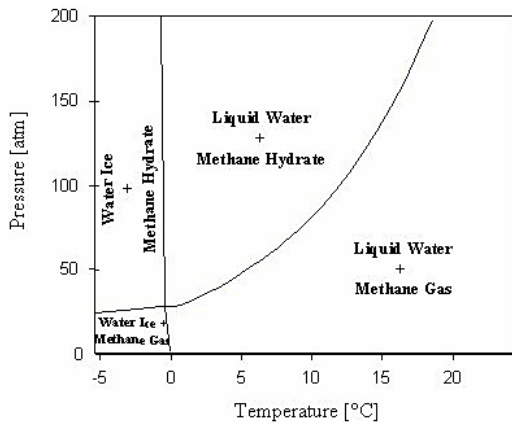
بلوره‌های طبیعی شبیه یخ است که از مولکول‌های کوچک گازی در ساختاری قفس مانند متشکل از مولکول‌های آب ایجاد شده است.

هیدرات گاز طبیعی، ترکیب بلوری جامدی است که در فشار و دمایی بالاتر از نقطه انجماد آب تشکیل می‌شوند. ظاهری شبیه یخ یا برف آبدار دارد و خواص آن، تابع ترکیب گاز و دما و فشار آن است. در هیدرات حجم چشمگیری گاز ذخیره شده است؛ برای مثال یک متر مکعب هیدرات، قابلیت ذخیره‌سازی ۲۰۷ متر مکعب متان را دارد [۱].

تشکیل هیدرات

در هیدرات مولکول‌های آب با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل می‌شوند و ساختارهای قفس مانند ایجاد می‌کنند. درون هر یک از این قفس‌ها، یک مولکول گاز مانند متان قرار می‌گیرد و از فشرده شدن قفس جلوگیری می‌کند. واضح است برای تشکیل هیدرات، باید اندازه مولکول گاز، کوچک‌تر از حفره ایجاد شده باشد. در شکل ۱ نمایی از این پیوند دیده می‌شود [۲].

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، برای تشکیل هیدرات دما و فشار خاصی نیاز است. در شکل ۲ ناحیه‌هایی از دما و فشار که هیدرات تشکیل می‌شود، نشان داده شده است. در فشار ثابت، کاهش دما موجب ایجاد هیدرات می‌شود؛ برای مثال در صنعت نفت، زمانی که گاز از مخازن دریایی وارد خط لوله می‌شود در ابتدا دمایی بالاتر از ناحیه هیدرات دارد،



شکل ۲. نمودار دما فشار برای تشکیل هیدرات [۵].

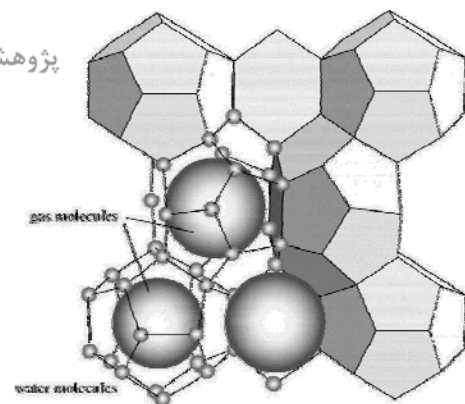
اما با قرار گرفتن لوله درون آب دریا و انتقال حرارت به آن، دمای گاز که احتمالاً مقادیری آب نیز به همراه دارد کاهش می‌یابد، و این کاهش دما، در فاصله‌ای از مبدأ به حد تشکیل هیدرات می‌رسد در نتیجه هیدرات ایجاد شده و موجب بسته شدن لوله و در شرایطی شکستگی و انفجار آن می‌شود. برای جلوگیری از این عمل، می‌توان خط لوله را عایق بندی کرد تا جلوی انتقال حرارت گرفته شود یا اینکه از مواد بازدارنده استفاده کرد [۴].

پیشگیری از ایجاد هیدرات

برای حذف هیدرات یا باید از تشکیل آن جلوگیری کرد یا در صورتی که تشکیل شده است، به نحوی آن را از بین برد [۶]. برای پیش‌گیری از تشکیل هیدرات روش‌های زیر وجود دارد:

• عایق بندی سیستم

کاهش دمای یکی از علل اصلی ایجاد هیدرات است. در این روش، با عایق بندی از انتقال حرارت و کاهش دمای ترکیب جلوگیری می‌شود یا در مواردی با استفاده از گرم‌کن‌ها دمای گاز را افزایش می‌دهند. گرم‌کن‌ها می‌توانند به دو صورت خط یا حرارت متمرکز عمل کنند. در روش خط، در چند نقطه گرم‌کن قرار داده می‌شود و حرارت در حدی است که سیال تا رسیدن به گرم‌کن بعدی، شرایط تشکیل هیدرات را نداشته باشد. در روش حرارت متمرکز به صورت پیوسته، مثلاً با همراه کردن یک مایع داغ کل لوله حرارت می‌بیند.



شکل ۱. هیدرات [۳].

• حذف آب

با استفاده از مواد جاذب رطوبت، می‌توان آب را از گاز حذف کرد. با این عمل یکی از عناصر اصلی ایجاد هیدرات از بین می‌رود. ضمن آنکه آب به‌عنوان خورنده، حذف می‌شود. برای حذف آب می‌توان با سرد کردن بخار آب را مایع و جداسازی کرده یا با یک مایع یا جامد (جذب سطحی) آب را جذب و خارج نمود.

• استفاده از بازدارنده‌های شیمیایی

موادی از قبیل متانول، گلیکول‌ها، نمک‌ها، بازدارنده‌های سینتتیکی و بازدارنده‌های ضد انعقادی، می‌توانند از تشکیل هیدرات جلوگیری کنند [۷].

حذف هیدرات

اگر هیدرات تشکیل شده باشد، با استفاده از روش‌های زیر می‌توان آن را از بین برد [۶].

• کاهش فشار

با کاهش فشار، هیدرات ناپایدار می‌شود. در این زمان، فشار جریان گاز آن را از محل خود جدا می‌کند و با باز کردن اتصالات، به بیرون رانده می‌شود؛

• ذوب توده به کمک حرارت

در این روش، با حرارت دادن محلی از لوله که هیدرات تشکیل شده است، می‌توان هیدرات را حذف کرد، اما این روش باید با احتیاط انجام شود؛ زیرا امکان دارد با آزاد شدن حجم زیاد گاز هیدرات، انفجار رخ دهد.

• توپکرانی

در این روش یک ابزار (توپک) به درون لوله رانده می‌شود و همراه خود رسوبات و احتمالاً هیدرات‌های ایجاد شده را جدا و از لوله خارج می‌کند که با توجه به مقدار هیدرات، می‌توان از انواع مختلف توپک استفاده کرد.

کاربردهای مفید هیدرات

از آنجا که قبلاً به هیدرات به‌عنوان مشکلی بزرگ نگریده

می‌شد، همواره موجب جلب توجه محققین بوده است. تحقیقات بیشتر کاربردهای مفیدی برای آن را آشکار کرد که در ادامه به‌صورت مختصر بررسی می‌شوند.

• جداسازی

از آنجا که اندازه مولکولی از گاز که در تشکیل هیدرات شرکت دارد، باید کوچک‌تر از قطر حفره هیدرات باشد با تشکیل هیدرات، می‌توان هیدروکربن‌های سبک را از هیدروکربن‌های سنگین جداسازی کرد. این روش در مخازن نفت سنگین که ویسکوزیته بالایی دارند و بازیافت آنها مشکل است، کاربرد دارد [۸].

• شیرین کردن آب

با استفاده از هیدرات می‌توان آب دریا را تصفیه و شیرین کرد.

• منبع انرژی

هر حجم هیدرات می‌تواند به اندازه ۱۸۴ حجم گاز در خود ذخیره کند. با توجه به مقدار ذخیره طبیعی هیدرات در زمین، می‌توان به آن به‌مثابه منبع جدید انرژی نگرید. این حجم بسیار بالاتر از کل منابع فسیلی موجود است [۹].

• ذخیره و انتقال گاز طبیعی

اگر هیدرات در فشار بالا و دمایی پایین‌تر از دمای انجماد تشکیل شود، چنانچه به فشار اتمسفری بازگردد، تجزیه از سطح آغاز می‌شود و لایه‌ای از آب روی سطح را می‌پوشاند؛ سپس یک لایه یخ روی سطح ایجاد می‌شود و از تجزیه بیشتر هیدرات جلوگیری می‌کند؛ بنابراین هیدرات پایدار می‌شود و می‌توان با توجه به ذخیره گاز بالای آن، برای ذخیره‌سازی و انتقال گاز از آن استفاده کرد. تبدیل گاز به هیدرات روش مؤثری در کاهش حجم گاز در فشار بالا و در نتیجه کاهش هزینه انتقال است؛ زیرا فشار لازم برای جلوگیری از تجزیه هیدرات بسیار کمتر از فشار لازم برای فشردن همان میزان گاز است [۱۰].

• درزگیر

از آنجا که هیدرات در دما و فشار مناسب بسیار سخت و

پایدار است، می‌توان از آن برای درزگیری نشتی‌ها در خطوط لوله زیر دریا استفاده کرد.

مداخل مرتبط

گاز طبیعی و فرآورده‌ها؛ گاز طبیعی، انتقال؛ گاز طبیعی، ذخیره‌سازی؛ گاز، ایمنی و حوادث؛ متان.

کتاب‌شناسی

- [1] Smil, Vaclav. "Natural Gas: Fuel for the 21st Century". John Wiley & Sons., 2015.
- [2] Khamsehchi, E.; Shamohammadi, E.; Yousefi, S. "Predicting the hydrate formation temperature by a new correlation and neural network". *Gas Process*. 2013a.
- [3] Maslin, M.; Owen, M.; Betts, R.; Day, S.; Dunkley Jones, T.; Ridgwell, A. "Gas hydrates: past and future geohazard?". *Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci.* 368, 2010.
- [4] خامه‌چی، احسان؛ ابراهیمی، احمد؛ شاه محمدی، ابراهیم؛ علیزاده، علی. *هیدرات‌های گاز طبیعی*. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲.
- [5] GasHyDyn Center. Gas Hydrate: Equilibrium. GasHyDyn Cent, 2015.
- [6] Zarinabadi, S.; Samimi, A. "Problems of hydrate formation in oil and gas pipes deals". *J. Am. Sci.*, 2012.
- [7] Samimi, A. "Preventing hydrate formation in gas transporting pipe lines with synthetic inhibitors". *Int. J. Sci. Investig.*, 2012.
- [8] Eslamimanesh, A.; Mohammadi, A. "Application of gas hydrate formation in separation processes: a review of experimental studies". *J. Chem*, 2012.
- [9] Kvenvolden, K.A. Gas hydrates as a potential energy resource: a review of their methane content". United States Geological Survey Professional. Paper, 1993.
- [10] Khamsehchi, E.; Yousefi, S.; Sanaei, A. "Selection of the best efficient method for natural gas storage at high capacities using TOPSIS method". *Gas Process*, 2013b.

احسان خامه‌چی

پژوهشگاه مواد و انرژی

