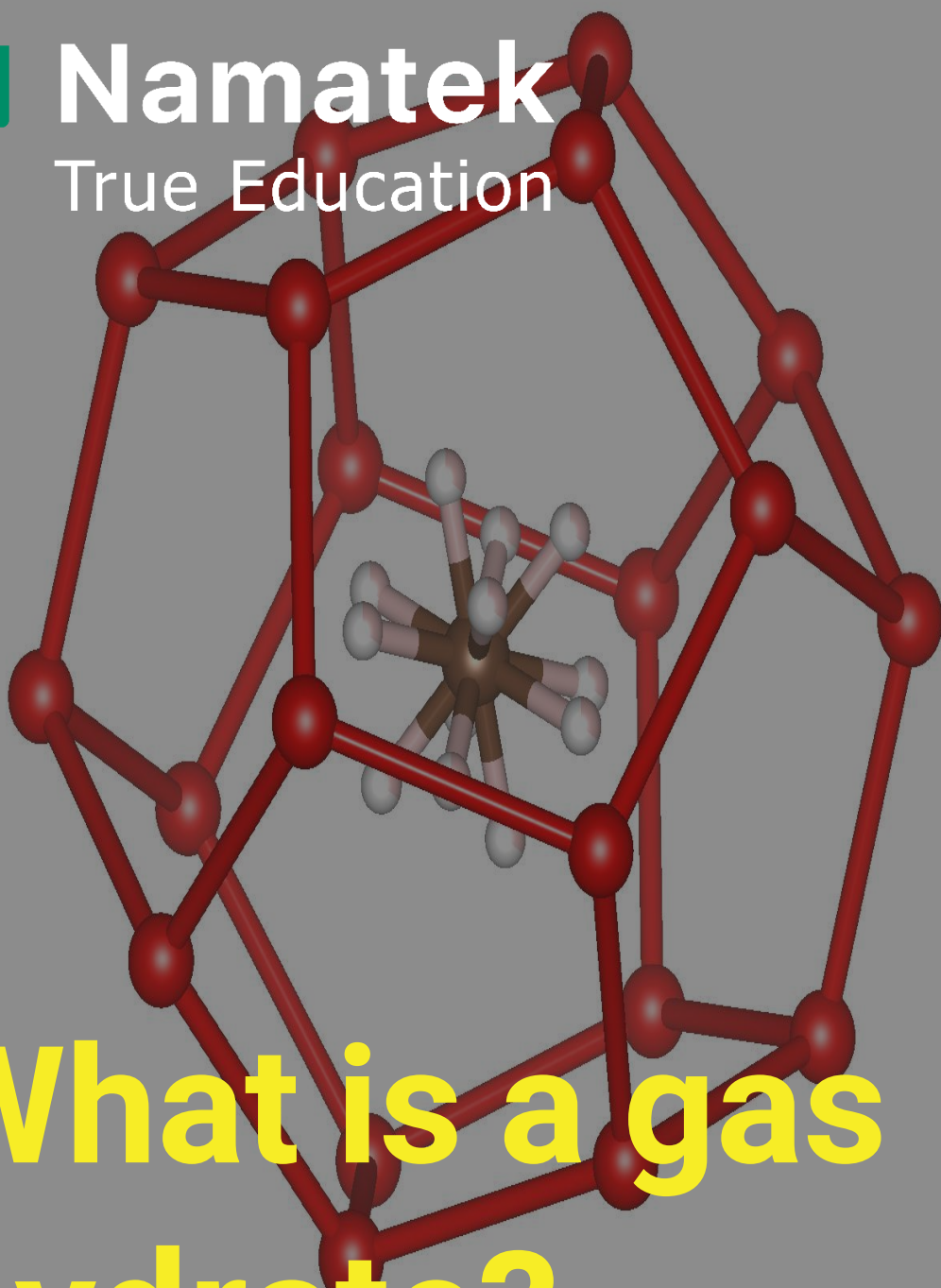
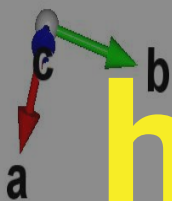




Namatek
True Education



**What is a gas
hydrate?**



www.namatek.com

هیدرات گازی چیست؟

فهرست مطالب

1. هیدرات گازی چیست؟
2. انواع هیدرات های گازی
3. تاثیرات هیدرات گازی بر طراحی
4. شرایط تشکیل هیدرات
5. روش های جلوگیری از تشکیل هیدرات
6. کاربرد های هیدرات

GPSA Engineering Data Book (SI) (2011) یکی از مشکلات مهم در طراحی خطوط لوله گاز، تشکیل هیدرات (Gas Hydrate) در آن است. جلوگیری از این مشکل تا حد امکان و لحاظ کردن اثرات آن بر طراحی یکی از نکات قابل توجه برای طراحی خطوط انتقال است.

در این مقاله شما را به صورت کامل انواع هیدرات ها، نحوه تشکیل و روش های جلوگیری از تشکیل آن ها آشنا خواهیم کرد.

پس با ما همراه باشید...

آنچه در ادامه خواهید خواند:

- هیدرات چیست؟
- انواع هیدرات ها
- شرایط تشکیل هیدرات
- چگونه از تشکیل هیدرات جلوگیری کنیم؟

#1 هیدرات گازی چیست؟

گاز خروجی از چاه های گاز همواره با مقداری رطوبت همراه هستند که این رطوبت ها هنگام عبور از شیرهای کنترل و در شبکه های توزیع گاز و در فصل سرما مشکلات زیادی ایجاد می کنند، که ابتدایی ترین آن ها، میعان آب در لوله ها و خطوط انتقال است که باعث افزایش افت فشار،

ساییدگی و خوردگی لوله ها خواهد شد، اما حالت وخیم تری نیز وجود دارد که آن هم تشکیل هیدرات گازی می باشد.

در مخازن زیر زمینی، گاز طبیعی و نفت خام با آب در تماس هستند، در اعماق دریا نیز فشار بسیار بالا و دمای بسیار پایین می باشد. در این شرایط آب به دلیل داشتن پیوند های هیدروژنی قوی، ساختارهایی حفره دار (در واقع یک ساختمان شبکه ای) تشکیل می دهند که با نام شبکه هیدرات شناخته می شوند.

جدول زیر محتویات اجزای موجود در یک نمونه گاز خروجی از پالایشگاه گاز را نشان میدهد:

اجزاء	بازه حجمی (درصد)
متان	۷۰-۹۰
اتان	۰-۲۰
پروپان	
بوتان	
کربن دی اکسید	۰-۸
هیدروژن سولفاید	۰-۵
نیتروژن	۰-۵
اکسیژن	۰-۰,۲

همانطور که مشاهده می شود، رطوبت در این اجزا جایی ندارد و در صورت وجود مقدار آن ناچیز است. این ساختمان ها بسیار ناپایدار هستند؛ اما در حضور ترکیبات هیدروکربنی، CO_2 و H_2S که قطر مولکولی کمتر از اندازه شبکه ها دارند، تبدیل به یک ساختار پایدار می شوند و یک کریستال شبیه یخ را تشکیل می دهند که به آن هیدرات گاز گفته می شود.

#2 انواع هیدرات های گازی

هیدرات ها عمدتاً با فرمول عمومی MnH_2O نمایش داده می شوند که M در این رابطه بیانگر مولکول تشکیل دهنده هیدرات می باشد.

بر اساس نوع ماده تشکیل دهنده هیدرات، سه ساختار متفاوت می توان داشت که عبارتند از:

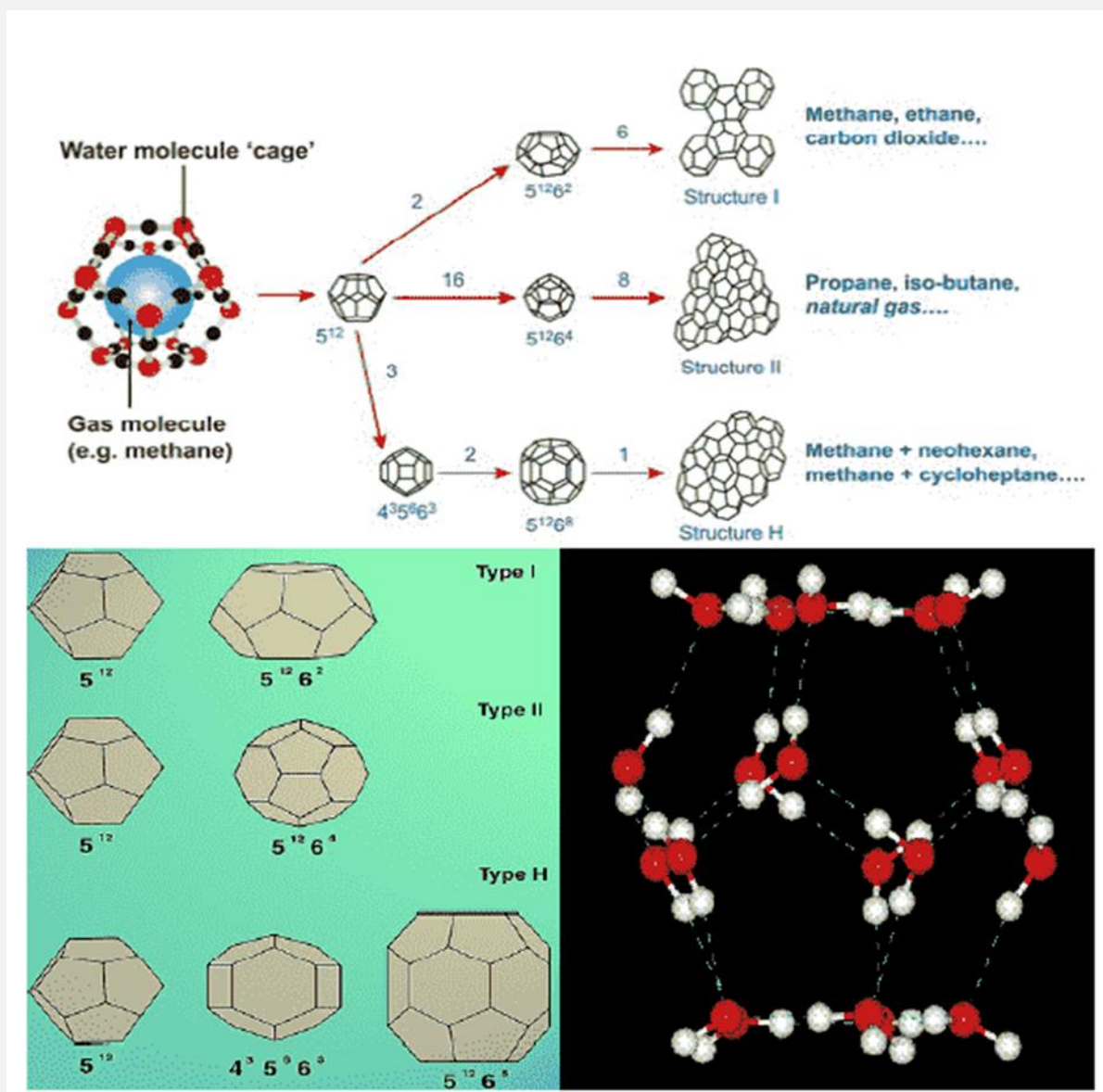
1. نوع اول: در این ساختار شبکه هیدرات از مولکول های کوچک تر مثل CH_4 ، C_2H_6 ، CO_2 ، H_2S پر می شود.

2. نوع دوم: در این ساختار ترکیباتی مثل C_3H_8 ، $i-C_4H_{10}$ ، $n-C_4H_{10}$ یک شبکه شبیه الماس را تشکیل می دهند.

3. نوع سوم: در این ساختار ها مولکول های پارافین جامد بزرگ تر از $n-C_4H_{10}$ با هم تشکیل یک شبکه بزرگ را می دهند که به آن ساختار H هم گفته می شود.

بنابراین نکته مهم در تعیین نوع ساختار هیدرات این است که در بررسی نوع ساختار هیدرات ها این ترکیب گاز ها است که نوع ساختار را تعیین می کند.

شکل زیر طراحواره ای از 3 نوع اصلی هیدرات تشکیل شده در صنایع گاز را نشان می دهد.



هم چنین این موضوع یکی از پارامترهای تعیین کننده در پایداری هیدرات نیز هست که در این زمینه یک قانون وجود دارد که طبق آن هرچه جرم مولکولی ماده تشکیل دهنده هیدرات بیشتر باشد، پایداری آن هم بیشتر است.

#3 تاثیرات هیدرات گازی بر طراحی

هیدرات های گاز طبیعی در صورت تشکیل در فرآیندهای موجود در صنایع پالایش گاز می توانند مشکلات زیادی ایجاد کنند. از جمله می تواند باعث گرفتگی خطوط لوله و دستگاه ها و یا انفجار در پشت شیرهای کنترل شود.

در واقع تشکیل هیدرات در خطوط انتقال حالت حادی از میعان در درون لوله هاست و لذا اثرات آن نیز بدتر خواهند بود.

#4 شرایط تشکیل هیدرات

همانطور که پیشتر گفته شد وجود سه عامل به صورت همزمان در تشکیل هیدرات گازی موثر است که عبارتند از:

- دمای بسیار پایین
- فشار بسیار بالا
- وجود رطوبت

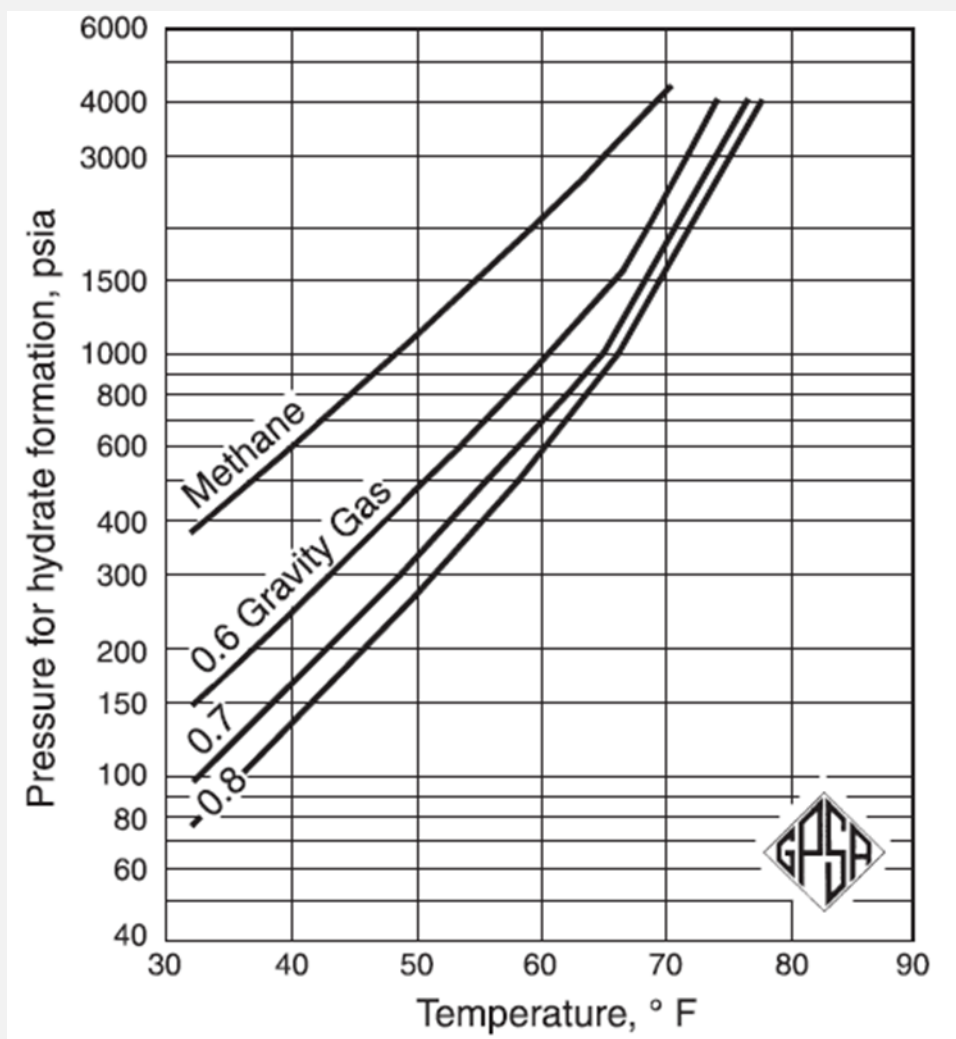
در فرآیند های پالایش گاز دو عامل اول تقریباً همواره وجود دارد؛ زیرا برای ذخیره سازی راحت تر گاز، سعی می شود که فشار آن را بالا ببرند تا حجم آن کاهش یابد. هم چنین به دلیل ملاحظات ایمنی اغلب اوقات دما در فرآیند بسیار پایین است، در چینی شرایطی اگر بخواهیم که هیدرات

گازی نداشته باشیم بایستی عامل سوم را حذف یا کم رنگ کنیم که آیتم کار در پالایشگاه های گاز در فرآیند نم زدایی اتفاق می افتد که مقدار حذف رطوبت نیز باید به گونه ای باشد تا رطوبت باقی مانده در گاز آنقدر کم باشد که پتانسیل تشکیل هیدرات در گاز وجود نداشته باشد.

شکل زیر مقادیر تخمینی استاندارد گاز خروجی از یک پالایشگاه گاز را نشان می دهد:

ناخالصی	حداکثر (درصد)
کربن دی اکسید	۲-۸ %
هیدروژن سولفاید (ppmv)	< ۴
رطوبت (ppmv)	۵
جیوه ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< ۰/۰۱

از طرفی پایداری هیدرات هم نقش مهمی در شرایط تشکیل هیدرات دارد، یعنی هیدرات های پایدار تر در دما های بالاتر هم قابلیت تشکیل دارند که این موضوع به ترکیبات موجود در گاز آن منطقه وابسته است. اما به طور کلی نمودار زیر شرایط تشکیل هیدرات را در دما و فشار مختلف و برای ترکیبات مختلف نشان می دهد.



به طور کلی نقطه شبنم مخلوط گازی در پیدا کردن نقطه تشکیل هیدرات بسیار مهم است، از این رو حتی در بسیاری از روش های جلوگیری از تشکیل هیدرات تلاش بر این است که نقطه شبنم گاز را تا حد ممکن کم کنند.

اگر با نقطه شبنم خیلی آشنایی ندارید در مقاله زیر می توانید مفهوم آن را فرا بگیرید:

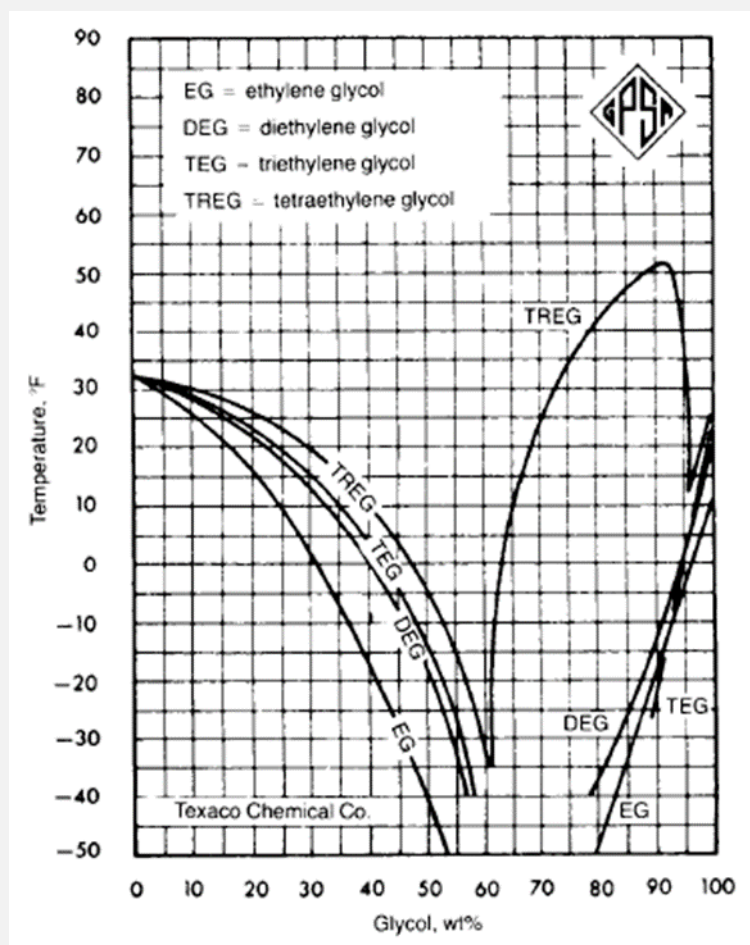
#5 روش های جلوگیری از تشکیل هیدرات

بطور کلی این روش ها بر اساس نوع مکانیزم عملکرد به سه دسته تقسیم بندی می شوند که عبارتند از:

- Low Dosage Hydrate Inhibitors
- Kinetic Hydrate Inhibitors
- Antiagglomerants

روش اول که به آن ها بازدارنده های ترمودینامیکی هم گفته می شود، با کاهش دمای هیدراته شدن به عدم تشکیل هیدرات کمک می کند. این کار با تزریق برخی مواد به مخلوط گازی صورت می گیرد، این مواد معمولاً متانول و گلیکول ها هستند.

شکل زیر تغییرات نقطه انجماد یک محلول آب و گلیکول را در درصد وزنی های مختلف نشان میدهد:



همانطور که مشاهده می شود، با افزایش میزان غلظت گلیکول، نقطه انجماد آب از 30 درجه فارنهایت به -50 فارنهایت هم خواهد رسید.

روش های دوم معمولا با ایجاد تغییرات در پارامترهای سینتیکی باعث کاهش تشکیل سرعت هیدرات می شوند. از روش سوم نیز برای محدود کردن اندازه هیدرات های ایجاد شده به ابعاد میلی متری استفاده می شود.

#6 کاربرد های هیدرات

تا به اینجا هر آنچه گفته شد از مضرات هیدرات گازی بود اما بر خلاف تصور این ترکیبات می توانند، فایده هایی نیز داشته باشند.

یکی از مهم ترین چالش های انتقال گاز این است که گاز ها به طور کلی دارای حجم بسیار زیادی هستند و علی رغم فشرده سازی آن ها، باز هم مشکلاتی در انتقال آن ها وجود دارد.

با مایع کردن گازهای قابل میعان تا حدودی این مشکل حل می شود؛ اما تصور کنید بجای مایع کردن گاز، آن ها به جامد تبدیل کنیم، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

حجم آن گاز بسیار کم خواهد شد که این موضوع در بحث انتقال و ذخیره سازی بسیار اهمیت دارد، یعنی با وجود حجم کمتر شما می توانید گاز بیشتری را انتقال دهید و یا ذخیره کنید.

این موضوع البته در حال حاضر توسعه نیافته و در حال بررسی است و در صورت وجود یک فرآیند مناسب و قابل اجرا برای تبدیل گاز به هیدرات، انقلابی در زمینه انتقال و ذخیره فرآیند های گازی شکل خواهد گرفت.

در اخر برای آشنایی بیشتر با این مقوله پیشنهاد می کنم، کتاب GPSA که یکی از منابع ارزشمند در زمینه طراحی در مهندسی فرآیند هست را مطالعه بفرمایید.

