

**ارزیابی و مقایسه مواد افزودنی
و بازدارنده های ترمودینامیکی
روی تشکیل هیدرات های گازی**

نویسندگان: حسین توسلی - محمد نوری

www.ketab.ir

سرشناسه	: توسلی، حسین، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: ارزیابی و مقایسه مواد افزودنی و بازدارنده‌های ترمودینامیکی روی تشکیل هیدرات‌های گازی/ نویسندگان حسین توسلی، محمد نوری.
مشخصات نشر	: تهران: شاپرک سرخ، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۳۹ ص.
شابک	: ۱۳۵۰۰۰ ر یا ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۳۵-۱۹-۸:
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: گاز طبیعی -- هیدرات‌ها
موضوع	: Natural gas -- Hydrates:
موضوع	: ترکیب‌های اندرون‌گیر
موضوع	: Clathrate compounds:
موضوع	: گاز طبیعی -- لوله‌ها
موضوع	: Natural gas pipelines:
موضوع	: گاز طبیعی -- افزوده‌ها
موضوع	: Natural gas -- Additives:
موضوع	: تعادل ترمودینامیکی
موضوع	: Thermodynamic equilibrium
شناسه افزوده	: نویسنده محمد، ۱۳۶۸ -
رده بندی کنگره	: QD۴۷۴/ت۹ف۲۱۳۶
رده بندی دیویی	: ۴۱ / ۴۳۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۰۱۱۵۵۰

عنوان: ارزیابی و مقایسه مواد افزودنی و بازدارنده‌های ترمودینامیکی روی تشکیل هیدرات‌های گازی

نویسندگان: حسین توسلی - محمد نوری

نوبت چاپ: اول بهار ۱۳۹۵

ناشر: شاپرک سرخ

چاپ و صحافی: شاپرک

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۳۵۰۰ تومان

شماره شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۳۵-۱۹-۸

انتشارات شاپرک سرخ: تهران، میدان انقلاب اسلامی، ابتدای خیابان آزادی، کوچه شهید

جنتی، پلاک ۲۴ واحد ۱

۰۹۱۲-۲۱۴۴۶۰۰

۰۲۱-۶۶۹۳۳۷۴۶

www.shaparac.com



تشکیل هیدرات عامل جدی و اساسی در انسداد تجهیزات فرآیندی و لوله‌های موجود در استخراج نفت و عملیات و تولیدی در صنعت پتروشیمی و پالایشگاه و همچنین در خطوط انتقال گاز در شرایط پایین و فشار بالا به شمار می‌آید. با توجه به حیاتی بودن خطوط انتقال گاز، جلوگیری از تشکیل هیدرات امری ضروری و مهم به نظر می‌رسد به خصوص در مناطق سردسیر که با کاهش شدید دما امکان تشکیل هیدرات در خطوط انتقال گاز و گرفتگی خطوط بالا می‌رود.

در این کتاب، انواع مواد افزودنی به جریان گازی جهت جلوگیری از تولید هیدرات گازی بررسی و تشکیل هیدرات در مخلوط گازی میدان سلمان در منطقه خلیج فارس در حضور انواع بازدارنده‌های ترمودینامیکی مقایسه شده است. برای این منظور از نرم‌افزار VTsim استفاده شده و بهترین بازدارنده ترمودینامیکی انتخاب گردیده است. همچنین تأثیر گاز ریز، میزان گاز هیدروژن و دی‌اکسید کربن در تشکیل هیدرات گازی مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه نتایج حاصل با نتایج نرم‌افزار CSMHYD نشان می‌دهد نرم‌افزار PVTsim دارای دقت بالایی می‌باشد.

فصل اول	۱۵
۱-۱- مقدمه:	۱۶
۱-۲- فرآیند تشکیل هیدرات گازی:	۱۷
۱-۳- کاربرد هیدرات	۱۸
۱-۳-۱- کریستال هیدرات در فرآیندهای جداسازی	۱۸
۱-۳-۲- غنی‌سازی اکسیژن با استفاده از تشکیل هیدرات گازی	۱۹
۱-۳-۳- تغلیب با کمک تشکیل هیدرات	۱۹
۱-۳-۴- هیدرات گازی و شیرین سازی آب دریا	۱۹
۱-۳-۵- کاربردهای دیگر	۲۰
۱-۴- کریستال هیدرات در محیط زیست	۲۰
۲-۲- ساختار هیدرات	۲۱
۲-۲-۱- ساختار I	۲۳
۲-۲-۲- ساختار II	۲۴
۲-۲-۳- ساختار H	۲۵
۲-۳- روش‌های مختلفی برای جلوگیری از تشکیل هیدرات گازی:	۲۸
فصل دوم	۳۱
۱-۲- تاریخچه کشف هیدرات	۳۲
۲-۳- پیشینه‌ای از هیدرات گازی در ایران	۳۴
۲-۳-۱- مقدمه:	۳۴
۲-۳-۲- مطالعات پایه	۳۵
۲-۳-۳-۱- تعادلات فازی	۳۵
۲-۳-۳-۲- سینتیک تشکیل و تجزیه هیدرات	۳۹

- ۴۱..... ۳-۲-۳-۲ مطالعه ساختارهای مولکولی
- ۴۲..... ۴-۲-۳-۲ خواص فیزیکی-حرارتی:
- ۴۳..... فصل سوم
- ۴۴..... ۱-۳-۱-۳ پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات
- ۴۴..... ۱-۱-۳-۱ روش ثابت‌های تعادلی جامد-بخار (روش $K_{v,s}$)
- ۴۵..... ۲-۱-۳-۲ روش اصلاح‌شده ضریب (فاکتور) K :
- ۴۶..... ۳-۱-۳-۲ روش ترکیب کامل
- ۴۷..... ۴-۱-۳-۲ روش Mcleod-Campbell:
- ۴۸..... ۵-۱-۳-۲ رابطه برگ:
- ۴۹..... ۶-۱-۳-۲ رابطه موتی:
- ۵۰..... ۷-۱-۳-۲ رابطه استرگارد و سچارانس
- ۵۱..... ۸-۱-۳-۲ رابطه هامرشمیت:
- ۵۱..... ۹-۱-۳-۲ روش کوبایشی:
- ۵۲..... ۱۰-۱-۳-۲ روش ماکوگان:
- ۵۲..... ۱۱-۱-۳-۲ روش تالور و مخاطب:
- ۵۳..... ۱۲-۱-۳-۲ رابطه جدید آقای قائم:
- ۵۳..... ۲-۳-۲ بررسی مدل‌های ترمودینامیک آماری هیدرات‌ها
- ۵۴..... ۱-۲-۳-۲ مدل واندروالس و پلاتیو:
- ۱-۱-۲-۳-۲ محاسبه اختلاف پتانسیل شیمیایی آب در شبکه هیدرات توخالی و شبکه هیدرات پرشده ($\Delta\mu_w^{\beta-11}$)
- ۵۶.....
- ۵۹..... ۲-۱-۲-۳ محاسبه فوگاسیته اجزای فاز گاز
- ۲-۳-۱-۳ محاسبه اختلاف پتانسیل شیمیایی آب در فاز مایع و شبکه هیدرات توخالی $\Delta\mu_w^{\beta} - \alpha$:
- ۶۲.....

- ۳-۲-۱-۴- الگوریتم محاسبات پیش‌بینی شرایط تشکیل هیدرات مخلوط گازی ۶۸
- ۳-۲-۲- مدل هولدر و پایادوپلاس ۷۱
- ۳-۳- اثر افزودنی‌ها بر تشکیل هیدرات ۷۳
- ۳-۳-۱- بازدارنده‌ها ۷۴
- ۳-۳-۱-۱- بازدارنده‌های ترمودینامیکی ۷۴
- ۳-۳-۱-۲- بازدارنده‌های سینتیکی ۷۵
- ۳-۳-۱-۳- بازدارنده‌های ضدتجمعی ۷۵
- ۳-۳-۲- مواد افزودنی که هیدرات‌ها را در یکی از ساختارهای I_h یا I_{II} پایدار می‌کند ۷۵
- ۳-۳-۳- افزودنی‌ها بر مبنای (پیش‌برنده‌های ترمودینامیکی) ۷۶
- ۳-۳-۴- افزودنی‌ها بر مبنای (پیش‌برنده‌های سینتیکی) ۸۱
- ۳-۴-۱- مواد فعال‌کننده سطح ۸۱
- ۳-۴-۲- هیدروتروپ ۸۷
- فصل چهارم ۹۱
- ۴-۱- مقدمه ۹۲
- ۴-۲- تأثیر نمک‌ها در عدم تشکیل هیدرات گازی ۹۵
- ۴-۳- منحنی هیدرات گازی با افزودن انواع مواد افزودنی با درصد وزنی‌های مختلف: ۹۷
- ۴-۳-۱- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی متانول با درصد وزنی‌های مختلف ۹۷
- ۴-۳-۲- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی اتانول با درصد وزنی‌های مختلف: ۹۸
- ۴-۳-۳- منحنی هیدرات گازی با افزودن پروپیلن گلیکول خالص با درصد وزنی‌های مختلف: ۹۸

- ۳-۴-۵- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی مونواتیلن گلايکول با درصد وزنی‌های مختلف: ۹۹
- ۳-۴-۶- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی دی اتیلن گلايکول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۰
- ۳-۴-۷- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی تری اتیلن گلايکول با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۰
- ۳-۴-۸- منحنی هیدرات گازی با افزودن دی پروپیلن گلايکول متیل اتر با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۱
- ۳-۴-۹- منحنی هیدرات گازی با افزودن دی پروپیلن گلايکول با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۱
- ۳-۴-۱۰- منحنی هیدرات گازی با افزودن گلیسرول (گلیسرین) با درصدهای وزنی متفاوت: ۱۰۲
- ۴-۴- مقایسه کلی انواع مواد افزودنی‌ها: ۱۰۲
- ۴-۵- بررسی انتخاب مواد افزودنی در سیستم‌های خنک‌کننده به مقدار آب موجود در ترکیب گاز: ۱۰۵
- ۴-۵-۱- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی متانول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۵
- ۴-۵-۲- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی اتانول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۶
- ۴-۵-۳- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی پروپیلن گلايکول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۶
- ۴-۵-۴- منحنی هیدرات گازی با افزودن پروپیلن گلايکول متیل اتر با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۷

- ۴-۵-۵-۵- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی مونواتیلن گلایکول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۷
- ۴-۵-۶-۶- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی دی اتیلن گلایکول با درصد وزنی‌های مختلف: ۱۰۸
- ۴-۵-۷-۷- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی تری اتیلن گلایکول با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۸
- ۴-۵-۸-۸- منحنی هیدرات گازی با افزودنی پروپیلن گلایکول متیل اتر با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۹
- ۴-۵-۹-۹- منحنی هیدرات گازی با افزودن مواد افزودنی دی پروپیلن گلایکول با درصد وزنی متفاوت: ۱۰۹
- ۴-۵-۱۰-۱۰- منحنی هیدرات گازی با افزودن گلیسرول (گلیسرین) با درصدهای وزنی متفاوت: ۱۱۰
- ۴-۶-۶- مقایسه کلیبازدارنده های ترمو پلاستیکی با مقدار آب ۵۰۰۰ PPM در ترکیب گازی: ۱۱۰
- ۴-۷-۷- قیمت انواع مواد افزودنی مورد استفاده در جلوگیری از تشکیل هیدرات گازی: ۱۱۱
- ۴-۸-۸- بررسی تأثیر گاز کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید در تشکیل هیدرات گازی: ۱۱۲
- ۴-۸-۱-۱- تأثیر گاز کربن دی‌اکسید در تشکیل هیدرات گازی: ۱۱۳
- ۴-۸-۲-۲- تأثیر گاز هیدروژن سولفید در تشکیل هیدرات گازی: ۱۱۵
- ۱۱۶ سخن پایانی ۱۱۶
- ۱۱۹ منابع ۱۱۹