

از سری کتاب‌های انرژی و فن‌آوری‌های سبز:

هیدرات گازی متان

نویسنده:

آیهان دمیرباس

ترجمه:

دکتر هادی فراهانی (عضو هیات علمی پژوهشگاه صنعت نفت)

دکتر بهروز میرزا، دکتر محسن زیب

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)

سرشناسه	Demirbas, Ayhan - آیهان :
عنوان و نام پدیدار	: هیدرات گازی متان / نویسنده آیهان دمیرباس ؛ ترجمه هادی فراهانی، بهروز میرزا، محسن زیب
مشخصات نشر	: مشخصات نشر تهران؛ دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات؛ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	: ۲۸۲ ص؛ مصور، جدول
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۱۰۴-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی؛ Methane gas hydrate
موضوع	: گاز طبیعی -- هیدرات
موضوع	: Natural - Hydrates
موضوع	: متان -- جنبه های زیست محیطی
موضوع	: Methane - Environmental aspects
شناسه افزوده	: فراهانی، هادی، ۱۳۵۷ -، مترجم
شناسه افزوده	: میرزا، بهروز، ۱۳۴۳ -، مترجم
شناسه افزوده	: زیب، محسن، ۱۳۶۰ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات
شناسه افزوده	: Islamic Azad University Publications
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
رده بندی کنگره	: TN / ۴ / ۰۰۰۹ ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	: ۶۶۵/۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۶۸۸۳۴

نام کتاب : هیدرات گازی متان

ترجمه : دکتر هادی فراهانی، دکتر بهروز میرزا، دکتر محسن زیب

صفحه آرای: شرکت نوژن طراحان

طراح جلد : رهی غفاریان

تیراژ : ۲۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ : اول ۱۳۹۵

ناشر : سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی (با همکاری کرج)

لیتوگرافی و چاپ : سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

ناظر چاپ : رهی غفاریان

ISBN: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۱۰۴-۷

شابک :

قیمت جلد : ۱۵۰/۰۰۰ ریال

پیشگفتار

در حال حاضر، گاز طبیعی به سرعت بعنوان منبع اولیه انرژی در جهان مورد توجه بوده است. این ماده بطور گسترده‌ای در دسترس بوده و تمیزترین سوخت محسوب می‌شود. همچنین می‌توان آن را از هیدرات‌های گاز طبیعی و یا هیدرات متان تولید کرد. وجود هیدرات‌های گازی در رسوبات اقیانوسی برای اولین بار بر اساس مشاهدات لرزه‌نگاری محرز شده بود. هیدرات‌های گازی نشان دهنده یکی از مخازن بزرگ دست نخورده انرژی جهان و بر اساس برخی برآوردها، پتانسیل لازم برای رفع نیازهای انرژی جهانی در هر سال آینده را دارد. همچنین این هیدرات‌های گازی بدلیل نقش قابل ملاحظه‌ای که در تغییرات آب و هوایی جهان دارند مورد توجه می‌باشند. از نقطه نظر منابع انرژی، مقادیر متان در هیدرات‌های گازی در زیر اقیانوس و لایه منجمد قطب شمال بیانگر حدود بیش از ۵۰ درصد تمام سوخت کربنی ذخیره شده بر روی کره زمین است. بطور عمده اهمیت هیدرات متان در پتانسیل فوق‌العاده این منبع نهفته است. بدین ترتیب حتی در صورت استفاده درصد کمی از منابع جهانی این ماده، انرژی مورد نیاز دنیا برای قرن‌ها تأمین می‌شود.

تغییرات صنعتی و اجتماعی که انسان در طول قرن بیستم با آن مشغول شد، منجر به افزایش سریع تقاضا برای سوخت‌های هیدروکربنی گردید. این افزایش تقاضا با افزایش سرعت اکتشاف و بهره‌برداری از منابع گسترده نفت و گاز توأم شده است. اکنون باید در نظر داشت که این منابع، نه تجدید پذیر است و نه پایان ناپذیر و ما با انتظار کاهش شدید آن را در آینده‌ای نه چندان دور داشته باشیم. در یک سناریو، به نظر می‌رسد هیدرات‌های گاز طبیعی بتوانند بعنوان جایگزین فراوان و حتی تبدیل به یک منبع اصلی شایسته سوخت برای جهان تشنه به انرژی شوند.

هیدرات‌های گازی ترکیبات جامد بلوری شکل‌اند که از مولکولهای گازی توسط یک قفس از مولکول‌های آب احاطه شده‌اند. آنها تحت فشارهای بالا و در دماهای پایین و

به نوعی شرایط رسوبات آبهای عمیق اقیانوس‌های جهان پایدار می‌باشند. هیدرات گازی و یا هیدرات متان از مولکول‌های گاز طبیعی به دام افتاده در داخل یخ تشکیل شده‌اند. از لحاظ جرمی هیدرات‌های گازی متشکل از دو برابر مقدار کربن سوخت‌های فسیلی (ذغال سنگ، گاز طبیعی و نفت) می‌باشند. مقدار متان به دام افتاده در رسوبات دریایی به عنوان هیدرات نشان‌دهنده وجود مخزن کربن بسیار بزرگی است که باید آن را یک عامل مهم در برآورد منابع انرژی گاز غیر متعارف در نظر گرفت. به‌علاوه با در نظر گرفتن برخی ملاحظات ایمنی و زیست‌محیطی ناشی از حضور هیدرات‌های گازی طبیعی که از احتمال تأثیر آیدنی عظیم انرژی متداول تا آثار انتشار طبیعی متناوب به جو در حجم‌های زیاد هیدرات بعنوان وسیع متان و یا مشتقات دی‌اکسیدکربن با اهمیت خواهد بود.

سه فرآیند ارائه شده برای میکک هیدرات متان عبارتند از: تحریک حرارتی، برداشتن فشار گاز درون هیدرات و تزریق ماده شیمیایی مهارکننده. روش‌های تولید مستلزم برداشتن فشار، حرارت دادن و ترکیب آنها می‌باشد. روش برداشتن فشار ایجاب می‌کند تا فشار دیواره داخلی کاهش و هیدرات متان به تدریج به تفکیک گردد. روش بازدارنده شیمیایی می‌تواند در حین تزریق ماده بازدارنده نزدیک هیدرات، قبل از اینکه شرایط تعادل ترمودینامیکی هیدرات گاز طبیعی فراهم شود، شرایط منطقه پایداری ترمودینامیکی را فراهم کند. از میان سه فرآیند مذکور، روش ترکیبی برداشتن فشار گاز درون هیدرات و تحریک حرارتی می‌تواند کاربردی‌ترین روش برای مناطقی که گاز در زیر هیدرات‌های گازی به دام افتاده باشد در نظر گرفته شود.

کتاب هیدرات گاز متان برای مهندسين مشغول به کار در صنعت گاز نوشته شده است. این کتاب توضیح می‌دهد که چگونه، چه زمانی و کجا هیدرات‌ها شکل می‌گیرند. همچنین دانش لازم برای اعمال راه حل‌ها در کاربردهای عملی را بهبود می‌بخشد.

این کتاب تلاشی در جهت دستیابی به نیازهای محققین انرژی، مهندسين شیمی، دانشجویان مهندسی شیمی، مهندسين زمین‌شناسی، دانشجویان مهندسی زمین‌شناسی،

ژئوفیزیک، مهندسين گاز، متخصصين منابع انرژی و ساير علاقمندان بوده که به مانند ابزاری عملی برای پیگیری علایق خود در ارتباط با انرژی محسوب می شود. هر یک از فصلها با توضیحات مقدماتی و اساسی مناسب برای خوانندگان عمومی شروع و با پرداختن به جزئیات علمی عمیق برای خوانندگان متخصص به پایان می رسد. خوانندگان متخصص عبارتند از شیمیست ها، مهندسين شیمی، مهندسين سوخت، مهندسين زمین شناسی، مهندسين ژئوفیزیک، ژئوفیزیکدان ها، مهندسين گاز، زیست شناسان، تحلیل گران سوخت، سیاست گذاران، متخصصين محیط زیست، مهندسين محیط زیست، مهندسين خودرو و...

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱- مقدمه

- ۱-۱- منابع انرژی جهانی ۱
- ۲-۱- منابع سوخت فسیلی ۴
- ۲-۱-۱- تاریخچه نفت ۶
- ۲-۱-۲- پالایش نفت خام ۱۰
- ۲-۱-۳- محلولات سوخت‌های نفتی ۱۴
- ۲-۱-۴- ذغال سنگ ۱۹
- ۲-۱-۵- مواد شیمیایی سوخت‌های بدست آمده از ذغال سنگ ۲۴
- ۲-۱-۶- گاز طبیعی ۲۶
- ۲-۱-۷- هیدرات‌های گازی ۲۶
- ۲-۱-۸- سنگ نفت‌زا ۲۷
- ۲-۱-۹- سنگهای قیرزا ۲۹
- ۲-۱-۱۰- بیتومن و نفت سنگین استخراج شده ۳۰
- ۳-۱- منابع انرژی تجدید پذیر ۳۳
- ۳-۱-۱- توده بیولوژیکی ۳۴
- ۳-۱-۲- نیروی آبی ۶۹
- ۳-۱-۳- انرژی حرارتی زمین ۷۵
- ۳-۱-۴- انرژی بادی ۷۷
- ۳-۱-۵- انرژی خورشیدی ۷۸
- ۳-۱-۶- دیگر منابع انرژی تجدید پذیر ۸۰

- ۷-۳-۱- مواد زاید شهری و دفن گازی ۸۱
- ۴-۱- منابع سوخت هسته‌ای ۸۴
- ۵-۱- خلاصه ۸۷

۲- گاز طبیعی

- ۱-۲- مقدمه ۹۳
- ۲-۱- تعریف و تاریخچه ۹۶
- ۳-۲- منشأ گاز طبیعی ۹۸
- ۴-۲- منابع گاز طبیعی ۹۹
- ۵-۲- تولید - اصرار و توزیع گاز طبیعی ۱۰۱
- ۶-۲- گاز طبیعی فشرده شده ۱۰۵
- ۷-۲- گاز طبیعی مایع شده ۱۰۷
- ۸-۲- سهم گاز طبیعی از گرم شدن کره زمین ۱۰۹
- ۹-۲- کاربرد گاز طبیعی ۱۱۱
- ۱-۹-۲- کاربردهای صنعتی ۱۱۲
- ۲-۹-۲- استفاده در مناطق مسکونی ۱۱۴
- ۳-۹-۲- تولید الکتریسیته با گاز طبیعی ۱۱۵
- ۴-۹-۲- استفاده تجاری ۱۱۶
- ۵-۹-۲- گاز طبیعی در بخش حمل و نقل ۱۱۷
- ۱۰-۲- اهمیت گاز طبیعی ۱۱۸
- ۱۱-۲- تأثیرات زیست محیطی ۱۱۹
- ۱۲-۲- خلاصه ۱۲۱

۳- هیدرات‌های گازی

۱۲۵	۱-۳- مقدمه
۱۲۹	۱-۱-۳- تعریف
۱۳۱	۲-۱-۳- تاریخچه
۱۳۲	۳-۱-۳- منشاء هیدرات گازی و نحوه تشکیل آن
۱۳۹	۴-۱-۳- کلاتریت‌ها و جامدات کریستالی کلاتریت
۱۴۱	۱-۳- ذخیره‌سازی گاز هیدروژن در کلاتریت‌ها
۱۴۲	۲-۳- ساختمانهای شیمیائی
۱۴۲	۱-۲-۳- ساختمان شیمیائی ملکول آب
۱۴۵	۲-۲-۳- ساختمان بی‌سائز ملکول متان
۱۴۶	۳-۲-۳- ساختمان کریستال یخ
۱۴۹	۳-۳- انواع کریستالی هیدرات‌های گازی
۱۵۱	۱-۳-۳- ساختمان کلاتریت نوع اول
۱۵۳	۲-۳-۳- ساختمان کلاتریت نوع دوم
۱۵۴	۳-۳-۳- ساختمان کلاتریت نوع سوم
۱۵۷	۴-۳- سوخت گاز متان
۱۶۰	۱-۴-۳- احتراق متان
۱۶۶	۵-۳- خلاصه

۴- هیدرات گازی متان بعنوان منبع گاز طبیعی

۱۷۵	۱-۴- مقدمه
۱۷۷	۲-۴- اهمیت هیدرات‌های متان
۱۷۹	۳-۴- تغییرات آب و هوای جهانی

- ۱۸۰..... ۴-۳-۱- آلودگی هوا
- ۱۸۶..... ۴-۳-۲- اثر گازهای گلخانه‌ای
- ۱۸۹..... ۴-۳-۳- گرم شدن کره زمین
- ۱۹۴..... ۴-۳-۴- چالش‌ها و بحث‌هایی در باره گرم شده کره زمین
- ۱۹۴..... ۴-۳-۵- پیمان کیوتو
- ۱۹۶..... ۴-۳-۶- کارت‌های اعتباری کربن
- ۱۹۶..... ۴-۳-۷- محبوس کردن گاز دی‌اکسیدکربن
- ۱۹۸..... ۴-۳-۸- تأثیرات هیدرات‌های متان بر تغییرات آب و هوا
- ۲۰۵..... ۴-۳-۵- منابع جهانی هیدرات‌های متان
- ۲۱۰..... ۴-۵-۱- هیدرات‌های گازی در قطب شمال و آلاسکا
- ۲۱۱..... ۴-۵-۲- هیدرات‌های گازی در خلیج مکزیک
- ۲۱۲..... ۴-۵-۳- هیدرات‌های گازی در حوضه سبیری غرب روسیه
- ۲۱۳..... ۴-۵-۴- هیدرات‌های گازی در کانادا
- ۲۱۴..... ۴-۵-۵- پروژه‌هایی در ارتباط با هیدرات‌های متان در ژاپن - هند - چین - مالزی و کره
- ۲۱۵..... ۴-۵-۶- مطالعه موردی: هیدرات‌های متان در دریای سیبری
- ۲۱۸..... ۴-۶- خواص هیدرات‌های متان
- ۲۲۱..... ۴-۷- پایداری هیدرات متان
- ۲۲۶..... ۴-۸- تأسیسات بازیافت گاز متان از هیدرات متان
- ۲۲۸..... ۴-۸-۱- دفع ناخالصی‌های متان
- ۲۲۹..... ۴-۸-۲- تحقیق و توسعه در مورد هیدرات گازی
- ۲۳۱..... ۴-۹- خواص آب دریا
- ۲۳۷..... ۴-۱۰- خلاصه

۵- فرآیندهای تولید متان از هیدرات گازی

۲۵۱	۱-۵- مقدمه
۲۵۳	۲-۵- فرآیند برداشتن فشار
۲۵۶	۳-۵- فرآیند مشابه سازی حرارتی
۲۵۸	۴-۵- موانع شیمیایی در فرآیند تزریق
۲۶۲	۵-۵- مخازن هیدرات های گازی
۲۶۲	۵-۵- هیدرات ها در قطب شمال
۲۶۴	۵-۵- هیدرات های دریایی
۲۶۶	۶-۵- حفر کف دریا برای اکتشاف منطقه هیدرات و تولید متان
۲۷۰	۷-۵- روش های احتمالی "نقل" هیدرات گازی
۲۷۳	۸-۵- مسائل اقتصادی و سیاسی
۲۷۵	۹-۵- خلاصه
۲۷۷	منابع