

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هیدرات‌های گاز طبیعی

راهنمای مهندسان

ویرایش دوم

تألیف

جان کارول

ترجمه

دکتر علی وطنی مهندس عاطفه جهان‌نیده‌کودهی

توجه

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، یا سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۳۲۲

شماره مسلسل ۷۳۶۱

Carroll, John J کارول، جان ج. ۱۳۵۸ - / تألیف جان کارول : ترجمه علی وطنی، عاطفه جهاننیده کودهی - تهران: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۱. ۳۴۳ ص.: جدول، نمودار. (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۳۳۲۲). ISBN 978-964-03-6370-6 فهرستبندی براساس اطلاعات فیزیکی عنوان اصلی: Natural Gas Hydrates : a Guide for Engineers, 2nd ed, c2009. کتابنامه. گاز طبیعی - - هیدرات‌ها. هیدرات‌ها - - تجزیه و آزمایش. وطنی، علی، ۱۳۳۱ - مترجم. جهاننیده کودهی، عاطفه، ۱۳۶۷. مترجم. دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات. ۱۳۹۱ ۲۸۸۱۰۵۳ ۱۶۵/۷ الف ۹ - ک ۲ / ک ۸۸۴ TN شماره کتابشناسی ملی
--

عنوان: هیدرات‌های گاز طبیعی

تألیف: جان کارول

ترجمه: دکتر علی وطنی - مهندس عاطفه جهاننیده کودهی

ویراستار: فاطمه جهانگیری

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

ISBN: 978-964-03-6370-6



9 789640 363706

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - سایت: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷

فهرست

ز	پیشگفتار مترجمان
س	سیاسگزاری مترجمان
ش	مقدمه ویرایش دوم
ص	مقدمه ویرایش اول
ض	سیاسگزاری مؤلف
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ گاز طبیعی
۲	۱-۱-۱ گاز فروش
۳	۲-۱-۱ هیدرات‌ها
۴	۲-۱ مولکول آب
۴	۱-۲-۱ نقطه جوش نرمال آب
۴	۱-۲-۱-۱ نقطه جوش نرمال ترکیبات هیدروژنی
۶	۲-۲-۱ آنتالپی تبخیر
۷	۳-۲-۱ انبساط حاصل از انجماد
۸	۱-۳-۲-۱ شکل مولکول آب و پیوند هیدروژنی
۱۰	۳-۱ هیدرات‌ها
۱۳	۴-۱ آب و گاز طبیعی
۱۳	۱-۴-۱ آب آزاد
۱۴	۵-۱ آب سنگین
۱۵	۶-۱ مطالب اضافی
۱۵	۷-۱ واحدها

۱۷	فهرست کتاب‌ها.....
۱۷	مراجع.....
۱۸	ضمیمه A: جدول تناوبی عناصر.....
۱۹	فصل دوم: انواع هیدرات و انواع تشکیل‌دهنده‌ها.....
۱۹	۱-۲ هیدرات نوع I.....
۲۰	۱-۱-۲ تشکیل‌دهنده‌های هیدرات نوع I.....
۲۱	۲-۲ هیدرات‌های نوع II.....
۲۲	۱-۲-۲ تشکیل‌دهنده‌های هیدرات نوع II.....
۲۲	۳-۲ هیدرات‌های نوع H.....
۲۲	۱-۳-۲ تشکیل‌دهنده‌های نوع H.....
۲۳	۴-۲ اندازه مولکول مهمان.....
۲۵	۵-۲ نرمال بوتان.....
۲۵	۶-۲ سایر هیدروکربن‌ها.....
۲۵	۷-۲ سیکلوپروپان.....
۲۶	۸-۲ بوتن.....
۲۶	۹-۲ هیدروژن و هلیوم.....
۲۶	۱-۹-۲ یافته‌های جدید.....
۲۷	۱۰-۲ خواص شیمیایی مهماتان بالقوه.....
۲۷	۱۱-۲ تشکیل‌دهنده‌های هیدرات مایع.....
۲۸	۱۲-۲ شرایط تشکیل هیدرات.....
۲۸	۱-۱۲-۲ فشار و دما.....
۲۹	۲-۱۲-۲ ترکیب.....
۳۰	۳-۱۲-۲ توجه.....
۳۱	۴-۱۲-۲ نیتروژن.....
۳۱	۵-۱۲-۲ اتیلن.....
۳۲	۶-۱۲-۲ پروپیلن.....
۳۳	۱۳-۲ روابط همبستگی $V+L_A+H$
۳۴	۱-۱۳-۲ استیلن.....
۳۸	۱۴-۲ روابط همبستگی L_A+L_H+H
۳۹	۱۵-۲ نقاط چهارگانه.....

۴۰	۱-۱۵-۲ سیکلوپروپان
۴۰	۱۶-۲ سایر تشکیل دهنده های هیدرات
۴۱	۱-۱۶-۲ فرئون ها
۴۱	۲-۱۶-۲ هالوژن ها
۴۱	۳-۱۶-۲ گازهای نجیب
۴۱	۴-۱۶-۲ هوا
۴۲	۵-۱۶-۲ سایر تشکیل دهنده های هیدرات
۴۲	۱۷-۲ تشکیل هیدرات در دمای صفر درجه سلسیوس
۴۳	۱۸-۲ مخلوط ها
۴۳	۱-۱۸-۲ مخلوط های متسوع
۴۴	۲-۱۸-۲ نوع ۱ به علاوه نوع ۱۱
۴۵	۳-۱۸-۲ آزنوتروپی
۴۶	۴-۱۸-۲ مخلوط هایی که تشکیل دهنده های هیدرات ندارند
۴۶	مثال ها
۴۹	ضمیمه ۲A: مقدار آب سیال در تعادل با هیدرات برای مواد خالص
۵۴	مراجع
۵۵	فصل سوم: روش های محاسباتی دستی
۵۵	۱-۳ روش وزن مخصوص گاز
۵۸	۱-۱-۳-۱-۳ سنجش صحت رویکرد
۵۹	۱-۱-۱-۳ جرم مولی
۶۰	۲-۱-۱-۳ نقطه جوش
۶۰	۳-۱-۱-۳ چگالی
۶۱	۴-۱-۱-۳ بحث و بررسی
۶۲	۲-۳ روش ثابت تعادلی K
۶۳	۱-۲-۳ الگوریتم محاسباتی
۶۳	۱-۱-۲-۳ تبخیر آبی
۶۴	۲-۱-۲-۳ تشکیل جامد اولیه
۶۴	۲-۲-۳ هیدروکربن های مایع
۶۶	۳-۲-۳ محاسبات رایانه ای
۶۶	۴-۲-۳ نکاتی درباره دقت روش ثابت تعادلی K

۶۹	۱-۴-۲-۳ اتیلن
۶۹	۵-۲-۲ من و همکاران
۶۹	۳-۲ روش بیللی-ویچرت
۷۲	۴-۲ دیگر روابط همبستگی
۷۶	۱-۴-۳ ماکاگون
۷۶	۲-۴-۳ کوبایاشی و همکاران
۷۷	۳-۴-۳ ملطبی (۱۹۹۱) [11]
۷۷	۴-۴-۳ کست‌گارد و همکاران
۷۸	۵-۴-۲ هولر و مخاطب
۷۸	۵-۳ نکاتی درباره روش‌های مختلف
۷۹	۱-۵-۲ آب
۷۹	۲-۵-۲ موادی که هیدرات تشکیل نمی‌دهند
۸۰	۳-۵-۲ ایزوبوتان و نرمال بوتان
۸۱	۴-۵-۲ مقایسه سریع
۸۱	۱-۴-۵-۳ می و همکاران (۱۹۹۸)
۸۲	۲-۴-۵-۳ فن و گو (۱۹۹۹)
۸۳	۳-۴-۵-۳ انجی و رابینسون (۱۹۷۶)
۸۳	۵-۵-۳ گاز طبیعی ترش
۸۴	مثال‌ها
۸۹	ضمیمه ۳A: نمودارهای ثابت تعادلی K مربوط به کت
۹۸	فهرست کتاب‌ها
۹۸	مراجع
۹۹	فصل چهارم: روش‌های رایانه‌ای
۹۹	۱-۴ تعادل فاز
۱۰۰	۲-۴ واندروالس و پلاتیو
۱۰۱	۳-۴ پاریش و پراسنیتز
۱۰۲	۴-۴ انجی و رابینسون [4]
۱۰۲	۵-۴ محاسبات
۱۰۳	۱-۵-۴ ترکیب
۱۰۴	۶-۴ بسته‌های نرم‌افزاری تجاری

۷-۴	دقت این برنامه‌ها	۱۰۵
۱-۷-۴	مواد خالص	۱۰۵
۱-۱-۷-۴	متان	۱۰۶
۲-۱-۷-۴	اتان	۱۰۷
۳-۱-۷-۴	دی‌اکسیدکربن	۱۰۸
۴-۱-۷-۴	سولفید هیدروژن	۱۰۹
۲-۷-۴	مخلوط‌ها	۱۱۰
۱-۲-۷-۴	می و همکاران [8]	۱۱۱
۲-۴-۷-۴	فن و گو [9]	۱۱۲
۳-۲-۷-۴	انجی و رایسون (۱۹۷۶)	۱۱۳
۴-۷-۴	گاز ترش	۱۱۴
۸-۴	نمزدایی	۱۱۵
۹-۴	حاشیه خطا	۱۱۶
	مثال‌ها	۱۱۷
	مراجع	۱۱۸
۱۱۹	فصل پنجم: جلوگیری از تشکیل هیدرات با استفاده از مواد شیمیایی	
۱-۵	کاهش نقطه انجماد	۱۲۱
۲-۵	معادله همراشمیت	۱۲۳
۳-۵	معادله نیلسن-باکلین	۱۲۵
۴-۵	یک روش جدید	۱۲۵
۱-۴-۵	نمودار	۱۲۷
۲-۴-۵	دقت روش جدید	۱۲۸
۵-۵	محلول‌های آب شور	۱۳۰
۱-۵-۵	روش مکین	۱۳۲
۶-۵	کسترگارد و همکاران	۱۳۲
۷-۵	نکاتی درباره روش‌های ساده	۱۳۵
۸-۵	روش‌های محاسباتی پیشرفته	۱۳۶
۹-۵	توجه	۱۳۶
۱۰-۵	آمونیاک	۱۳۷
۱۱-۵	استون	۱۳۷

۱۳۹	۱۲-۵ تبخیر بازدارنده‌ها
۱۴۲	۱-۱۲-۵ یکی دیگر از رویکردهای تئوری
۱۴۳	۱۲-۵ اتلاف ممانعت‌کننده به درون مایع هیدروکربنی
۱۴۳	۱-۲-۱۲-۵ متانول
۱۴۶	۲-۲-۱۲-۵ گلایکول
۱۴۶	۱۳-۵ نکاتی درباره نرخ تزریق
۱۴۶	۱۴-۵ ملاحظات ایمنی
۱۴۷	۱۵-۵ قیمت مواد شیمیایی ممانعت‌کننده
۱۴۷	۱۶-۵ ممانعت‌کننده‌های هیدرات با دز پایین
۱۴۸	۱-۱۶-۵ ممانعت‌کننده‌های سینتیک
۱۴۹	۲-۱۶-۵ مواد ضدانعقادی
۱۵۰	مثال‌ها
۱۵۷	فهرست کتاب‌ها
۱۵۷	مراجع
۱۵۹	فصل ششم: نمزدایی از گاز طبیعی
۱۵۹	۱-۶ سقف آب مجاز
۱۶۰	۲-۶ نمزدایی از طریق گلایکول
۱۶۰	۱-۲-۶ جاذب‌های مایع
۱۶۰	۱-۱-۲-۶ گلایکول‌ها
۱۶۱	۲-۲-۶ توصیف فرایند
۱۶۲	۱-۲-۲-۶ جداساز ورودی
۱۶۳	۲-۲-۲-۶ برج جذب
۱۶۴	۳-۲-۲-۶ مخزن تبخیر آبی
۱۶۴	۴-۲-۲-۶ مبدل حرارتی رقیق-غنی
۱۶۴	۵-۲-۲-۶ احیاکننده
۱۶۵	۶-۲-۲-۶ پمپ گلایکول
۱۶۵	۳-۲-۶ روش طراحی میانبر
۱۶۸	BTEX ۱-۳-۲-۶
۱۶۸	۲-۳-۲-۶ نرم‌افزار
۱۶۸	۴-۲-۶ هزینه تقریبی سرمایه

۱۶۹	۳-۶ غربال‌های مولکولی
۱۷۰	۱-۳-۶ توصیف فرایند
۱۷۰	۲-۳-۶ مدل ساده شده
۱۷۴	۴-۶ تبرید
۱۷۵	۱-۴-۶ توصیف فرایند
۱۷۶	۲-۴-۶ تزریق گلیکول
۱۷۷	مثال‌ها
۱۸۰	مراجع
۱۸۱	فصل هفتم: مبارزه با هیدرات با استفاده از گرما و فشار
۱۸۱	۱-۷ قالب‌ها
۱۸۱	۲-۷ استفاده از گرما
۱۸۲	۱-۲-۷ اتلاف گرما از یک خط لوله مدفن
۱۸۲	۱-۱-۲-۷ سهم سیال
۱۸۴	۲-۱-۲-۷ سهم لوله
۱۸۴	۳-۱-۲-۷ سهم زمین
۱۸۵	۴-۱-۲-۷ ضریب کلی انتقال حرارت
۱۸۵	۵-۱-۲-۷ حرارت منتقل شده
۱۸۶	۶-۱-۲-۷ نکات اضافی
۱۸۶	۲-۲-۷ طراحی گرم‌کن خطی
۱۸۸	۱-۲-۲-۷ حمام
۱۸۹	۲-۲-۲-۷ دسته لوله‌ها
۱۸۹	۳-۲-۲-۷ لوله آتش
۱۸۹	۴-۲-۲-۷ ملاحظات دیگر
۱۹۰	۵-۲-۲-۷ انتقال حرارت
۱۹۰	۳-۲-۷ انتقال حرارت دوفازی
۱۹۰	۳-۷ کاهش فشار
۱۹۳	۴-۷ ذوب قالب با استفاده از گرما
۱۹۴	۵-۷ تاسیسات
۱۹۵	۶-۷ هزینه‌های سرمایه‌ای
۱۹۵	مثال‌ها

۱۹۹	ضمیمه ۷۸: خروجی برنامه اتلاف گرما برای مثال‌های فصل هفتم
۲۱۲	مراجع:
۲۱۳	فصل هشتم: خواص فیزیکی هیدرات‌ها
۲۱۳	۸-۱ جرم مولکولی
۲۱۴	۸-۲ چگالی
۲۱۵	۸-۳ انتالپی فیوژن
۲۱۶	۸-۴ ظرفیت گرمایی
۲۱۶	۸-۵ هدایت گرمایی
۲۱۷	۸-۶ خواص مکانیکی
۲۱۷	۸-۷ حجم گاز موجود در هیدرات
۲۱۸	۸-۸ یخ در برابر هیدرات
۲۱۸	مثال‌ها
۲۲۲	مراجع
۲۲۳	فصل نهم: نمودارهای فازي
۲۲۳	۹-۱ قانون فازي
۲۲۳	۹-۲ نکاتی درباره فازها
۲۲۴	۹-۳ سامانه‌های تک‌جزئی
۲۲۶	۹-۳-۱ آب
۲۲۶	۹-۴ سامانه‌های دو جزئی
۲۲۹	۹-۴-۱ رسم نمودارهای $T-x$ و $P-x$
۲۲۹	۹-۴-۲ متان + آب
۲۳۳	۹-۴-۳ آب آزاد
۲۳۳	۹-۴-۴ دی‌اکسید کربن + آب
۲۳۵	۹-۴-۵ سولفید هیدروژن + آب
۲۳۵	۹-۴-۶ پروپان + آب
۲۳۵	۹-۵ رفتار فازي در دمای کمتر از صفر درجه سلسیوس
۲۳۶	۹-۵-۱ متان + آب
۲۳۷	۹-۶ سامانه‌های چند جزئی
۲۳۸	۹-۶-۱ یک مخلوط گاز اسیدی

۲۳۹	 نمونه‌ای از گاز طبیعی
۲۴۰	 مثال‌ها
۲۴۴	 مراجع
۲۴۵	 فصل دهم: محتوای آب گاز طبیعی
۲۴۵	 ۱-۱۰ تعادل با آب مایع
۲۴۶	 ۱-۱-۱۰ مدل ایده‌آل
۲۴۶	 ۲-۱-۱۰ چارت مگ‌کنا-وهه
۲۴۷	 ۳-۱-۱۰ روش شارما-کمپیل
۲۵۰	 ۴-۱-۱۰ بوکاکک
۲۵۱	 ۵-۱-۱۰ نینگ و همکاران
۲۵۳	 ۶-۱-۱۰ تصحیح مالدوکس
۲۵۷	 ۷-۱-۱۰ چارت‌های رایبسون و همکاران
۲۵۷	 ۸-۱-۱۰ تصحیح ویچرت
۲۵۸	 ۹-۱-۱۰ اکوالیبریوم
۲۵۹	 ۲-۱۰ تعادل با مواد جامد
۲۵۹	 ۱-۲-۱۰ یخ
۲۶۰	 ۲-۲-۱۰ هیدرات
۲۶۱	 ۳-۲-۱۰ متان
۲۶۲	 ۴-۲-۱۰ وزن مخصوص گاز
۲۶۵	 ۵-۲-۱۰ اتان
۲۶۶	 ۶-۲-۱۰ پروپان
۲۶۹	 مثال‌ها
۲۷۲	 مراجع
۲۷۳	 فصل یازدهم: مطالب اضافی
۲۷۳	 ۱-۱۱ انبساط ژول-تامسون
۲۷۴	 ۱-۱-۱۱ دیدگاه نظری
۲۷۴	 ۲-۱-۱۱ گاز ایده‌آل
۲۷۵	 ۳-۱-۱۱ سیالات واقعی
۲۷۵	 ۱-۳-۱-۱۱ ضریب تراکم‌پذیری

۲۷۶	۱۱-۳-۲ معادله میلر
۲۷۷	۱۱-۳ تشکیل هیدرات در درون مخزن طی تولید
۲۷۸	۱۱-۳ جریان درون چاه
۲۸۰	۱۱-۴ انتقال
۲۸۱	۱۱-۵ تشکیل هیدرات به صورت طبیعی
۲۸۱	۱۱-۵-۱ بستر دریا
۲۸۲	۱۱-۵-۲ سازندهای گاز طبیعی
۲۸۲	۱۱-۵-۳ مسویاها
۲۸۲	۱۱-۵-۴ ملیک
۲۸۳	۱۱-۵-۳ فضای خارج
۲۸۴	مثال‌ها
۲۸۶	مراجع
۲۸۷	ضمیمه: برنامه‌های موجود در وبسایت

پیشگفتار مترجمان

در صنعت نفت و گاز همواره مشکلات عملیاتی موجب کاهش بازده خطوط لوله انتقال می‌شوند. یکی از عوامل مؤثر در کاهش بازده و ایجاد مشکلات عملیاتی، تشکیل هیدرات‌های گاز طبیعی هنگام راه‌اندازی چاه‌های گاز و همچنین انتقال گاز از طریق خطوط لوله در شرایط خاص است. شناسایی عوامل مؤثر در تشکیل هیدرات و تشخیص روش‌های جلوگیری از تشکیل آن در خطوط لوله انتقال از یک سو و ارائه راهکارهای عملیاتی برای رفع موانع و مشکلات ناشی از تشکیل هیدرات درون خط لوله از سوی دیگر، همواره از موضوعات بسیار مهم در صنعت نفت و گاز است.

تشکیل هیدرات در خطوط لوله انتقال گاز، چالشی اساسی محسوب می‌شود، اما براساس تحقیقات انجام گرفته طی سال‌های اخیر، مشاهده شده است که در کنار معایب تشکیل هیدرات در خطوط لوله، می‌توان از مزایای آن نیز بهره‌مند شد. یکی از مزیت‌های تشکیل هیدرات، ذخیره‌سازی گاز طبیعی برای تضمین تامین گاز است. ذخیره‌سازی گاز طبیعی با تشکیل هیدرات در اثر کاهش حجم گاز در مقایسه با انتقال آن از طریق خط لوله، علاوه بر رفع موانع و مشکلات عملیاتی، امکان تامین و انتقال گاز در فصول مختلف سال و برای نقاط دوردست را فراهم می‌کند.

بی‌شک، کتاب حاضر یکی از جامع‌ترین کتاب‌هایی است که در زمینه هیدرات‌های گازی تا کنون نوشته شده است. در ترجمه این کتاب تلاش زیادی به عمل آمده است تا از واژه‌های معادل فارسی مطابق با یافته‌ها و توصیه‌های فرهنگستان زبان و ادب فارسی استفاده شود.

در عین حال اعتقاد راسخ دارد که خوانندگان محترم نظرهای ارزشمندی دارند که می‌توانند با ارائه آنها ما را در تکمیل و بهبود این اثر علمی یاری کنند.

از این رو، از استادان محترم دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، مؤسسات علمی و پژوهشی و دانشجویان عزیز و همچنین مهندسان و متخصصان ارجمند صنعت نفت و گاز و خوانندگان بررگوار همیمانه درخواست می‌شود، با ارائه پیشنهادهای مفید و سازنده خود ما را یاری کنند تا در چاپ‌های بعد مورد استفاده قرار گیرد.

دکتر علی وطنی

مهندس عاطفه جهانپنده کودهی

۱۳۹۱/۶/۱۵

سپاسگزاری مترجمان

از خداوند سبحان سپاسگزاریم که به ما توفیق تدوین و تنظیم این اثر علمی را عنایت فرمود. مراتب تقدیر و تشکر خود را از حمایت‌های معنوی خانواده خود که همواره مشوق ما در نگارش این کتاب بوده‌اند، اعلام می‌داریم.

از کلیه کسانی که در آماده شدن این اثر ما را یاری دادند تا به بهترین شکل ممکن ارائه شود صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنیم. مراتب تقدیر و تشکر خود را از هیأت مدیره محترم انجمن مهندسی گاز ایران به خاطر حمایت‌های بی‌دریغ در تدوین و انتشار این کتاب ابراز می‌داریم.

همچنین بر خود لازم می‌دانیم از آقایان دکتر وحید تقی‌خانی، دکتر بابک امین‌شهیدی و دکتر علی‌اصغر حمیدی که قبول زحمات داوری علمی این کتاب را به عهده داشته‌اند صمیمانه تقدیر و تشکر نماییم.

همچنین بر خود واجب می‌دانیم از مدیرکل محترم خدمات پژوهشی و انتشارات دانشگاه تهران و کلیه عزیزانی که در چاپ و نشر این اثر علمی نقای نقش کرده‌اند، تقدیر و تشکر نماییم.

دکتر علی وطنی

عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی شیمی و

انستیتو مهندسی نفت

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

عضو انجمن مهندسی گاز ایران

عضو انجمن مهندسی نفت ایران

عضو انجمن مهندسی شیمی ایران

عضو انجمن زمین‌شناسی نفت ایران

مهندس عاطفه جهان‌دیده کودهی

کارشناسی ارشد مهندسی نفت

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

عضو انجمن مهندسی گاز ایران

مقدمه ویرایش دوم

از نظر من هیدرات موضوع جالبی برای پژوهش است. در میان تحقیقاتم درباره هیدرات به دو مسئله پی بردم. این دو مسئله مرا در انتخاب مسیر درست برای ویرایش جدید رهنمون کرده است.

اولین مسئله مربوط به پژوهش است. درک بنیادی ما از هیدرات به طور مداوم در حال تغییر است. یافته‌های جدیدی که همواره در حال تغییر است، هیدرات را به موضوع جالب توجهی تبدیل کرده است. یکی از یافته‌های جالب، هیدرات هیدروژن و ماهیت آن است. یافته‌های دیگر مربوط به فراوری گاز است که در این ویرایش ارائه شده است.

دومین مسئله این است که توجه هندسان به این حیطة در حال گسترش است. هنگامی که برای اولین بار حدود بیست سال پیش کار با هیدرات را آغاز کردم، دانستن شرایط تشکیل هیدرات و اقدامات مورد نیاز برای مقابله با آن، کافی بود. اکنون همه به دانستن مقدار تشکیل هیدرات، تاثیر غلظت آب و جزئیات دیگر علاقه مندند. علاوه بر این، خوشحالم که تولیدکنندگان مواد شیمیایی به بحث هیدرات اتیلن و پروپیلن وارد شده‌اند.

ساختار ویرایش دوم مشابه ویرایش اول است، یعنی مانند آن دربرگیرنده فصل‌های به نسبت مستقل است. با این حال، همه فصول در این ویرایش منعکس کننده ایده های نو درباره هیدرات و علاقه دانشجویان و برخی مشتریان من است. فصل جدیدی با اطلاعات جدید درباره موضوع هیدرات، اضافه شده است.

مقدمه ویرایش اول

هیدرات‌های گازی مورد توجه بسیاری از کسانی است که در صنعت گاز طبیعی مشغول به کارند. به این ترتیب مخاطبان اصلی این کتاب، مهندسان و محققان فعال در این زمینه هستند. در این کتاب ابزارهایی برای پیش‌بینی تشکیل هیدرات و جزئیاتی دربارهٔ چگونگی مقابله با آنها ارائه شده است.

اساس و بنیان این کتاب، دورهٔ یک روزه‌ای بود که برای مهندسان شاغل در صنعت گاز طبیعی ارائه می‌شد. به‌ویژه برای شرکت‌هایی که در زمینهٔ تولید، فراوری و انتقال گاز فعالیت می‌کردند. این کتاب در واقع برگرفته از مجموعه‌ای از یادداشت‌های کلاسی است. بخش عمده‌ای از محتوای جدید آن نیز از تجربیات شرکت‌کنندگان در کلاس گرفته شده است.

بسیاری از افرادی که در خارج از حوزهٔ گاز طبیعی فعالیت داشتند و در این دوره شرکت کردند نیز مطالب زیادی را برای حوزهٔ کاری خود ثمربخش یافتند. از جملهٔ این افراد، اقیانوس‌شناسانی بودند که رسوبات هیدراتی بستر دریا در برابر جهان را بررسی می‌کردند. مطالب این بخش برای اخترشناسانی که امکان وجود هیدرات در سیارات دیگر منظومهٔ شمسی و اجرام آسمانی را بررسی می‌کنند و همچنین کسانی که در مورد این ترکیبات طالب‌توجه، کنجکاو هستند، مفید است.

ساختار این کتاب کمی غیرعادی است. در ظاهر فصل‌ها مستقل از یکدیگرند، اما رویه‌ای را که طی می‌کنند، به این‌صورت است که از مباحث مقدماتی آغاز می‌شود و به کاربردهای پیشرفته‌تر می‌رسد. گاهی لازم است مفهومی در فصل‌های بعدی درک شود تا مطلب فصل جاری فهمیده شود. این موضوع شاید خوشایند نباشد، اما لازم و ضروری است.

هدف کتاب توضیح دقیق چستی هیدرات‌های گازی است. در چه شرایطی تشکیل می‌شوند و برای مقابله با آنها چه باید کرد. یکی دیگر از اهداف کتاب بررسی اشکال و نحوه ارتباط با هیدرات است. این مطالب به گونه‌ای سازماندهی و ارائه شده‌اند که یک مهندس هادی نیز می‌تواند از آن در کار روزانهٔ خود استفاده کند.

در برخی از بخش‌های کتاب، به‌ویژه بخش‌های مرتبط با نهمزدایی، محاسبات اتلاف حرارت در خطوط لوله و طراحی گرم‌کن خطی، اگر خواننده بتواند خواص فیزیکی گازهای طبیعی را محاسبه کند، برای او مفیدتر خواهد بود. در این کتاب به خواص فیزیکی گازها پرداخته نشده است.

سپاسگزاری مؤلف

از افراد زیادی باید تشکر کنم. کسانی که بدون کمک و حمایت آنها، نوشتن کتاب امکان نداشت.

در ابتدا می‌خواهم از کارفرمای خودم شرکت Gas Liquids Engineering در آلبرتا، کانادا به‌ویژه مدیران شرکت، دوگلاس مکنزی^۱ و جیمز مداکس^۲ تشکر کنم. این فرصت را آنها در اختیار من قرار دادند تا به تحقیق درباره هیدرات پیردازم و دوره آن را ارائه کنم. آنها این زمان را در اختیار من قرار دادند تا دوره‌ای درباره هیدرات تدوین کنم که کتاب حاضر براساس این دوره، نوشته شده است. همچنین باید از همکار و دوست عزیزم پیتیر گریفین^۳ تشکر کنم که با کمک او توانستم موضوعات کتاب را در سراسر جهان ارائه کنم.

در قالب کلمات نمی‌توانم از الن ای مدر^۴ در دانشگاه آلبرتا، ادمنتون، کانادا تشکر کنم. وی استاد راهنمای صبور من طی دوره تحصیلات تکمیلی بود و همچنان استاد و دوست من است. هسته دانش من درباره ترمودینامیک و به‌ویژه ارتباط آن با تعادل فازی، نتیجه تدریس وی بود. طی سالیانتمادی ما در بسیاری از پروژه‌ها با یکدیگر همکاری کردیم. علاوه بر این، او نسخه‌های اولیه این کتاب را ویرایش کرد و برای من فوق‌العاده ارزشمند بود.

از همه افرادی که در دوره یک روزه من شرکت و سؤالات و تجربیات شخصی خود را با من کردند، سپاسگزارم و اشتیاق آنها به دانستن، مرا بر آن داشت که نسخه دوم این کتاب را تعمیم دهم.

از همسر عزیزم، ینگ و^۵ برای حمایت، تشویق و عشق بی‌پایانش تشکر ویژه دارم.

در نهایت مراتب قدردانی خود را از انجمن فراوری گاز (GPA) و همچنین انجمن Gas Processors Suppliers Association (GPSA) که هر دو در تالسمای اوکلاهما قرار دارند، ابراز می‌دارم، زیرا به من اجازه دادند که از برخی تصاویر کتاب مهندسی داده‌ها GPSA (ویرایش یازدهم) در این کتاب استفاده کنم. طی سال‌ها این انجمن‌ها از بسیاری از پژوهش‌های هیدرات‌های گازی حمایت کرده‌اند. این پژوهش‌ها هم برای نویسنده کتاب و هم افراد شاغل در صنعت مفید بوده است.

1- Douglas MacKenzie
2- James Maddocks
3- Peter Griffin
4- Alan E. Mather
5- Ying Wu