



شرکت ملی نفت ایران
مدیریت توسعه منابع انسانی

مهندسی فرآیند نفت و گاز

تدوین : صادق قاسمی

۱۳۸۸

سرشناسه	: قاسمی ، صادق ، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی فرایند نفت و گاز / تدوین صادق قاسمی .
مشخصات نشر	: تهران : شرکت ملی نفت ایران، روابط عمومی ، ۱۳۸۸
مشخصات ظاهری	: ۲۲۸ ص. : مصور ، جدول ، نمودار
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۰۴-۳۳۰۸-۹
وضعیت فهرست نویسی	: ایبا
یادداشت	: ص.ع.به انگلیسی : Sadegh Ghasemi . Oil and Gas processing
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: نفت - مهندسی
موضوع	: گاز - مهندسی
شناسه افزوده	: شرکت ملی نفت ایران، روابط عمومی
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۸ م ۹ ق ۲ / TN ۸۷۰
رده بندی دیویی	: ۶۶۵/۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۷۱۳۲۰۱



شرکت ملی نفت ایران

مدیریت توسعه منابع انسانی

عنوان کتاب: مهندسی فرایند نفت و گاز

تدوین: صادق قاسمی

ویرایش ادبی: منیرقنبریان

ناشر: روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران - مطالعات ، انتشارات و اطلاع رسانی

ناظر: مدیریت توسعه منابع انسانی - آموزش مرکزی

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۷۰۰۰۰ ریال

چاپ اول: ۱۳۸۸

محرر طرح: کانون تبلیغاتی باتیس

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۴-۳۳۰۸-۹

"کلیه حقوق چاپ و نشر محفوظ و متعلق به ناشر است"

آدرس: تهران، خیابان طالقانی، ساختمان مرکزی شرکت ملی نفت ایران

سندوق پستی ۱۵۸۷۵-۱۸۶۳

فهرست مطالب

پیشگفتار

۱	مقدمه	۱
۹	نفت و گاز از تشکیل تا تولید	۱
۹	مقدمه	۱-۱
۱۰	تشکیل و تجمع نفت و گاز	۲-۱
۱۰	شکل‌گیری نفت و گاز	۱-۲-۱
۱۱	تجمع نفت و گاز	۲-۲-۱
۱۲	انواع مخازن هیدروکربنی	۳-۱
۱۲	طبقه‌بندی زمین‌شناسی مخازن هیدروکربنی	۱-۳-۱
۱۶	مکانیسم‌های رانش مخزن	۲-۳-۱
۱۸	اکتشاف نفت و گاز	۴-۱
۱۸	برداشت زمین‌شناسی	۱-۴-۱
۱۹	برداشت‌های ژئوفیزیکی	۲-۴-۱
۲۰	حفاری اکتشافی	۳-۴-۱
۲۲	توسعه میادین نفت و گاز	۵-۱
۲۳	مهندسی و عملیات حفاری	۶-۱
۲۴	حفاری چاه	۱-۶-۱
۲۷	لوله‌گذاری جداری در چاه	۲-۶-۱
۲۹	سیمان‌کاری لوله جداری	۳-۶-۱
۲۹	نقش و اقدامات مهندسی مخزن	۷-۱
۳۰	ارزیابی ذخیره	۱-۷-۱
۳۱	موقعیت و فاصله چاه‌ها و دبی‌های تولیدی	۲-۷-۱

۳۳	شیبه سازی مخزن.....	۳-۷-۱
۳۴	مدیریت مخزن.....	۴-۷-۱
۳۵	روش های مدرن برداشت (IOR و EOR).....	۵-۷-۱
۴۰	نقش و وظایف مهندسی بهره برداری.....	۸-۱
۴۰	طراحی تکمیل چاه.....	۱-۸-۱
۴۵	طراحی لوله مغزی.....	۲-۸-۱
۵۰	عملیات تکمیل و تعمیر چاه.....	۳-۸-۱
۵۸	به تولید رساندن چاه.....	۴-۸-۱
۶۳	مسائل.....	
۶۵	مراجع.....	
۶۷	ترکیب و خصوصیات نفت خام.....	۲
۶۷	مقدمه.....	۱-۲
۶۷	ترکیب نفت خام.....	۲-۲
۶۸	روش شیمیایی.....	۱-۲-۲
۷۳	روش های فیزیکی.....	۲-۲-۲
۷۸	ترکیبات و عیار سنجی نفت خام.....	۳-۲
۷۹	دسته بندی نفت خام و خصوصیات آنها.....	۴-۲
۷۹	طبقه بندی.....	۱-۴-۲
۸۱	ضرایب توصیفی.....	۲-۴-۲
۸۳	مراجع.....	
۸۵	تفکیک دو فاز نفت - گاز ..	۳
۸۵	مقدمه.....	۱-۳
۸۶	تفکیک.....	۲-۳
۹۰	تئوری تفکیک گاز - نفت.....	۳-۳

روش‌های تفکیک	۴-۳	۹۳
تجهیزات تفکیک گاز - نفت	۵-۳	۹۵
اجزای عملیاتی یک دستگاه تفکیک گاز - نفت	۱-۵-۳	۹۶
انواع تجاری دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت	۲-۵-۳	۹۷
اجزای داخلی و کنترل کننده‌ها در دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت ...	۳-۵-۳	۱۰۴
اصول طراحی و تعیین اندازه دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت	۶-۳	۱۰۸
فرضیات	۱-۶-۳	۱۰۸
اصول	۲-۶-۳	۱۰۸
ته نشینی قطرات نفت	۳-۶-۳	۱۰۹
ظرفیت گاز دستگاه‌های تفکیک	۴-۶-۳	۱۱۱
ظرفیت مایع دستگاه‌های تفکیک	۵-۶-۳	۱۱۲
تعیین اندازه دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت عمودی	۶-۶-۳	۱۱۲
اندازه‌بندی دستگاه‌های تفکیک افقی گاز - نفت	۷-۶-۳	۱۱۵
فشار بهینه برای دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت	۷-۳	۱۲۸
مقدمه	۱-۷-۳	۱۲۸
پروفیل فشار یک GOSP سه فازی	۲-۷-۳	۱۳۰
تعیین فشار عملیاتی بهینه مرحله دوم تفکیک	۳-۷-۳	۱۳۲
انتخاب‌ها و عملکرد دستگاه‌های تفکیک گاز - نفت	۸-۳	۱۳۷
محاسبات فلش	۹-۳	۱۴۰
مقدمه	۱-۹-۳	۱۴۰
شرایط لازم برای فلش	۲-۹-۳	۱۴۱
معادله فلش	۳-۹-۳	۱۴۲
بعضی از کاربردهای مهم معادله فلش	۴-۹-۳	۱۴۴
مسائل		۱۴۶
مراجع		۱۵۰

تفکیک سه فازي نفت، گاز و آب.....	۱۵۱	۴
مقدمه	۱۵۱	۱-۴
تفکیک کننده‌های سه فازي افقی.....	۱۵۲	۲-۴
تفکیک کننده‌های سه فازي عمودی	۱۵۶	۳-۴
تئوري جداسازی (تفکیک).....	۱۶۰	۴-۴
قوانين و معادلات طراحی اندازه دستگاه‌های تفکیک	۱۶۴	۵-۴
معادلات طراحی دستگاه‌های تفکیک افقی.....	۱۶۵	۱-۵-۴
معادله تعیین اندازه دستگاه‌های تفکیک عمودی.....	۱۷۴	۲-۵-۴
مسائل	۱۸۰	
مراجع	۱۸۳	
فرآوری امولسیون و آبدایی نفت خام.....	۱۸۵	۵
مقدمه	۱۸۵	۱-۵
امولسیون‌های نفت.....	۱۸۶	۲-۵
انرژی تلاطم	۱۸۷	۱-۲-۵
عامل‌های امولسیون ساز	۱۹۰	۲-۲-۵
فرآیندهای آبدایی/تصفیه	۱۹۲	۳-۵
جداکردن آب آزاد	۱۹۴	۱-۳-۵
جداکردن نفت امولسیونی	۱۹۴	۲-۳-۵
فرآوری امولسیون	۱۹۶	۳-۳-۵
حرارت دادن	۱۹۷	۴-۵
امتیازات و اشکالات استفاده از حرارت	۱۹۷	۱-۴-۵
روش‌های گرم کردن امولسیون‌های نفت.....	۱۹۹	۲-۴-۵
مقدار حرارت لازم	۱۹۹	۳-۴-۵
انواع دستگاه‌های فرآوری حرارتی امولسیون	۲۰۲	۵-۵

فرآوری شیمیایی	۶-۵	۲۰۵
انتخاب و تزریق مواد شیمیایی (تعلیق شکن)	۵-۶-۱	۲۰۶
استفاده از نیروی الکتریکی برای فرآوری امولسیون	۵-۷	۲۰۸
دستگاه‌های آبدایی شیمی الکتریکی	۵-۸	۲۱۱
طراحی دستگاه فرآوری امولسیون	۵-۹	۲۱۳
تعیین اندازه دستگاه‌های افقی فرآوری امولسیون	۵-۹-۱	۲۱۴
تعیین اندازه ابعاد دستگاه عمودی فرآوری امولسیون	۵-۹-۲	۲۲۰
مسائل		۲۲۴
مراجع		۲۲۸
نمک زدایی از نفت خام	۶	۲۲۹
مقدمه	۶-۱	۲۲۹
رابطه حجم آب باقیمانده، درجه شوری و مقدار نمک آن	۶-۲	۲۳۱
توصیف فرآیند نمک زدایی	۶-۳	۲۳۴
نمک‌زدایی الکتریکی	۶-۴	۲۳۷
تعیین خواص آب رقیق	۶-۵	۲۴۰
اثر پارامترهای عملیاتی	۶-۶	۲۴۱
ملاحظات طراحی	۶-۷	۲۴۲
رفع گیر کردن	۶-۸	۲۴۳
مسائل		۲۴۴
مراجع		۲۴۶
پایدارسازی و شیرین سازی نفت خام	۷	۲۴۷
مقدمه	۷-۱	۲۴۷
عملیات پایدار سازی	۷-۲	۲۴۹

پایدار سازی با فلش (دستگاه تفکیک نفت - گاز اضافی) ۲۵۱	۱-۲-۷
پایداری با عریان کردن ۲۵۱	۲-۲-۷
پایدار کننده‌هایی که از انرژی به عنوان عامل عریان ساز استفاده می کنند ... ۲۵۲	۳-۷
پایدار سازهای غیر ریفلاکسی ۲۵۲	۴-۷
مقدمه ۲۵۲	۱-۴-۷
تجهیزات و عملیات ۲۵۳	۲-۴-۷
جنبه های اصلی و کاربردهای پایدار سازها ۲۵۶	۳-۴-۷
شیرین سازی نفت خام ۲۵۶	۵-۷
مسائل ۲۶۰	
مراجع ۲۶۱	
۸ تانک های ذخیره و دیگر تأسیسات میدانی ۲۶۳	
تانک های ذخیره ۲۶۳	۱-۸
مقدمه ۲۶۳	۱-۱-۸
انواع تانک های ذخیره ۲۶۴	۲-۱-۸
طراحی اندازه تانک های ذخیره ۲۶۶	۳-۱-۸
واحدهای بازیافت بخار ۲۶۸	۲-۸
مقدمه ۲۶۸	۱-۲-۸
انواع هدررفت سیال در هنگام ذخیره کردن ۲۶۸	۲-۲-۸
روش های بازیافت بخار ۲۷۰	۳-۲-۸
خطوط لوله و میدین نفت ۲۷۴	۳-۸
مقدمه ۲۷۴	۱-۳-۸
طرحهای خطوط لوله جمع آوری نفت میدین ۲۷۵	۲-۳-۸
مسائل ۲۷۸	
مراجع ۲۷۹	

۲۸۱.....	فرآوری (تصفیه) آب تولیدی	۹
۲۸۱.....	مقدمه	۱-۹
۲۸۲.....	کیفیت آب تولیدی و فرآوری شده	۲-۹
۲۸۳.....	سیستم تصفیه آب تولیدی	۳-۹
۲۸۴.....	تجهیزات تصفیه (فرآوری) آب	۴-۹
۲۸۵.....	فیلترها	۱-۴-۹
۲۸۵.....	ته نشین کننده ها	۲-۴-۹
۲۸۶.....	تانک ها و ظرف های تحت فشار سر باره گیری	۳-۴-۹
۲۸۸.....	صفحات پیوسته ساز	۴-۴-۹
۲۹۱.....	پک های لوله ماریج	۵-۴-۹
۲۹۱.....	واحدهای فلوتاسیون	۶-۴-۹
۲۹۵.....	تجهیزات دفع آب در تأسیسات فلات قاره	۵-۹
۲۹۷.....	طراحی تجهیزات فرآوری و دفع آب	۶-۹
۲۹۹.....	تعیین اندازه ابعاد دستگاه های سر باره گیر استوانه ای	۱-۶-۹
۳۰۱.....	تعیین اندازه دستگاه سر باره گیر با سطح مقطع مستطیلی (دستگاه API)	۲-۶-۹
۳۰۲.....	تعیین اندازه دستگاه سر باره گیر عمودی استوانه ای	۳-۶-۹
۳۰۶.....	تعیین اندازه دستگاه های سر باره گیر PPI	۴-۶-۹
۳۰۸.....	تعیین اندازه دستگاه های سر باره گیر دارای CPI	۵-۶-۹
۳۰۸.....	تعیین اندازه دستگاه های سر باره گیر کراس فلو	۶-۶-۹
۳۰۹.....	تعیین تعداد پک SP لازم	۷-۶-۹
۳۱۰.....	تعیین اندازه واحدهای فلوتاسیون	۸-۶-۹
۳۱۲.....	تعیین اندازه تجهیزات دفع آب در سکوها ی دریایی	۹-۶-۹
۳۱۷.....	مسائل	
۳۱۹.....	مراجع	

۳۲۱.....	مروری بر فرآوری میدانی گاز	۱۰
۳۲۱.....	برنامه‌ریزی سیستم	۱-۱۰
۳۲۴.....	پیش زمینه	۲-۱۰
۳۲۴.....	گاز طبیعی چیست؟	۱-۲-۱۰
۳۲۴.....	دلیل فرآوری گاز تولیدی	۲-۲-۱۰
۳۲۴.....	انواع مخزن گازی	۳-۲-۱۰
۳۲۶.....	خصوصیات و شرایط استاندارد گاز	۴-۲-۱۰
۳۲۶.....	تأثیر ناخالصی‌های گاز طبیعی	۳-۱۰
۳۲۸.....	مراجع	
۳۲۹.....	فرآوری گاز ترش	۱۱
۳۲۹.....	مقدمه	۱-۱۱
۳۳۰.....	فرایندهای شیرین کردن گاز	۲-۱۱
۳۳۱.....	انتخاب فرآیند شیرین کردن	۳-۱۱
۳۳۴.....	فرایندهای ناپوسته	۴-۱۱
۳۳۴.....	اسفنج آهنی	۱-۴-۱۱
۳۳۸.....	اکسید روی	۲-۴-۱۱
۳۳۸.....	غریال‌های مولکولی	۳-۴-۱۱
۳۴۱.....	فرایندهای فاز مایع	۵-۱۱
۳۴۲.....	فرایندهای آمین	۱-۵-۱۱
۳۵۰.....	فرآیند کربنات پتاسیم داغ	۲-۵-۱۱
۳۵۲.....	فرایندهای حلال فیزیکی	۳-۵-۱۱
۳۵۸.....	فرآیند تبدیل مستقیم	۶-۱۱
۳۵۸.....	فرآیند استرت فورد	۱-۶-۱۱
۳۶۰.....	فرآیند LOCAT	۲-۶-۱۱

فرآیند سولفرکس.....	۳-۶-۱۱	۳۶۱
فرآیندهای غشایی.....	۴-۶-۱۱	۳۶۲
ملاحظات زیست محیطی.....	۵-۶-۱۱	۳۶۶
مسائل.....		۳۶۸
مراجع.....		۳۷۰
آب‌زدایی گاز.....	۱۲	۳۷۱
مقدمه.....	۱-۱۲	۳۷۱
پیش‌بینی تشکیل هیدرات.....	۲-۱۲	۳۷۲
روش‌های تقریبی.....	۱-۲-۱۲	۳۷۳
روش‌های تحلیلی.....	۲-۲-۱۲	۳۷۵
روش‌های جلوگیری از تشکیل هیدرات در جریان گاز طبیعی.....	۳-۱۲	۳۷۶
کنترل دما/فشار.....	۱-۳-۱۲	۳۷۷
تزریق مواد شیمیایی.....	۲-۳-۱۲	۳۷۸
روش‌های آب‌زدایی.....	۳-۳-۱۲	۳۸۲
جذب درآشامی (فرآیند آب‌زدایی گلیکول).....	۴-۱۲	۳۸۳
اصول پایه.....	۱-۴-۱۲	۳۸۳
سیستم جذب سطحی.....	۲-۴-۱۲	۳۸۴
ملاحظات فشار و دما.....	۳-۴-۱۲	۳۸۵
طراحی فرایند.....	۴-۴-۱۲	۳۸۶
جذب سطحی: آب‌زدایی بستر جامد.....	۵-۱۲	۳۹۱
عملیات آب‌زدایی بستر جامد.....	۱-۵-۱۲	۳۹۱
طراحی برج جذب برای آب‌زدایی گاز.....	۲-۵-۱۲	۳۹۳
حرارت لازم برای فرآیند بازیافت.....	۳-۵-۱۲	۳۹۹

مسائل	۴۰۶
مراجع	۴۰۸
۱۳ باز یافت، تفکیک و جدا کردن مایعات گاز طبیعی	۴۰۹
۱-۱۳ مقدمه	۴۰۹
۲-۱۳ باز یافت و جدا کردن NGL	۴۱۰
۱-۲-۱۳ گزینه‌های تغییر فاز	۴۱۰
۲-۲-۱۳ عامل‌های کنترل کننده جدا کردن NGL	۴۱۱
۳-۲-۱۳ فرایندهای جدا شدن انتخابی	۴۱۲
۳-۱۳ تفکیک NGL	۴۱۸
۱-۳-۱۳ اهداف و وظایف	۴۱۸
۲-۳-۱۳ اصول تقطیر	۴۱۸
۳-۳-۱۳ فرایندهای تقطیر و انواع تفکیک کننده‌ها	۴۱۹
۴-۱۳ ستر توالی‌های جدا شدن (تقطیر)	۴۲۱
۱-۴-۱۳ هزینه جدا کردن (تفکیک)	۴۲۱
۲-۴-۱۳ قوانین (استنباطات ذهنی) و مثال‌ها	۴۲۲
۵-۱۳ محصولات NGL و پایدار کردن آنها	۴۲۵
مسائل	۴۲۷
مراجع	۴۲۸

پیش گفتار

سیالات هیدروکربنی در مخازن نفت و گاز در فشار و دمای بالایی قرار دارند. زمانی که این مواد تولید و به سطح منتقل شوند، شرایط دما و فشار روی آنها تغییر می کنند. در پی این تغییر، گاز محلول و نفت خام از همدیگر جدا می شوند. با توجه به افت فشار و دمای قابل توجه در سیستم تولیدی، اگر جدا شدن گاز از نفت کنترل نشود، خسارت اقتصادی قابل توجهی به سیستم وارد خواهد شد. همچنین وجود مواد ناخواسته و دردرسازای مانند آب شور و گازهای اسیدی همراه هیدروکربن باعث بروز مسائل و مشکلاتی عدیده در سیستم بهره برداری و کیفیت محصولات نهایی می شود که باید به نحوی حل شوند. طراحی محیط و ابزار مناسب و همچنین بهینه سازی فرایند های فیزیکی و شیمیایی فرایند تفکیک یکی از وظایف اصلی و مهم مهندسان نفت است.

این کتاب اولین و کامل ترین کتاب نگاشته شده به زبان فارسی در زمینه علم فرآوری هیدروکربن های تولیدی از چاه های نفت و گاز است. در این کتاب سعی شده که هر دو جنبه آکادمیک و کاربردی این علم پوشش داده شود تا کسانی که قصد استفاده از این کتاب را دارند بتوانند هم در زمینه مفاهیم اساسی و طراحی و هم در بعد اجرایی و عملیاتی مهندسی فرایند بینشی جامع پیدا کنند. در متن کتاب گاه از واژه هایی استفاده شده که شاید در نگاه اول، خصوصاً برای پیشکسوتان، نامانوس باشند که گردآورنده علت آن را علم محدود خود می داند و از این بابت پوزش می طلبد. تعصب خاصی بر اصطلاحات متن نیست و از واژه های پیشنهادی مناسب تر مطمئناً استقبال خواهد شد.

در خاتمه از مدیریت توسعه منابع انسانی شرکت ملی نفت ایران و اعضای محترم کمیته انتشارات که امکان نشر این اثر را فراهم آوردند سپاس گزاری نموده و برای همه دست اندرکاران انتشارات مطالب علمی آرزوی توفیق می کنم.

صادق قاسمی

پاییز ۱۳۸۷