



خواص سنگ مخازن هیدروکربوری

رشته‌های مهندسی نفت:

اکتشاف، بهره‌برداری، حفاری و مخازن هیدروکربوری

مؤلف:

مهندسی سید محمد حاجی سیدی

(رتبه یک کارشناسی ارشد مهندسی نفت)

مهندسی مهدی سیدی

(کارشناس ارشد مهندسی نفت دانشگاه صنعت نفت)

با همکاری:

دکتر شهاب گرامی

(هیئت علمی پژوهشکده ازدیاد برداشت مخازن نفت و گاز)



مؤسسه انتشارات سناپش

سرشناسه	: حاجی سیدی، سیدحامد، ۳۳۶۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: خواص سنگ مخازن هیدروکربوری رشته‌های مهندسی نفت، اکتشاف، بهره‌برداری، حفاری و مخازن هیدروکربوری/ مؤلفان سیدحامد حاجی سیدی، مهدی امیری با همکاری شهاب گره‌امی.
مشخصات نشر	: تهران: ستایش، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۹ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰ ریال: 978-600-5184-69-3
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: مخزن‌های هیدروکربنی
موضوع	: نفت -- مهندسی مخازن زیرزمینی
موضوع	: سنگ‌ها -- نفوذپذیری
موضوع	: مخزن‌های کربناته
شناسه افزوده	: ای، مهدی، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده	: رامی، شهاب، ۱۳۴۷ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ خ ۲ ح ۵۷/۱۵۷۰/۸۷ TN
رده بندی دیویی	: ۲۱۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۰۹۷۶

Services
Publication
Institute



مؤسسه انتشارات ستایش

تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۰۹۱۲ ۶۹۴۸۹۹۵ (۰۲۱) ۶۶۸۸۹

خواص سنگ مخازن هیدروکربوری

مؤلفان: سیدحامد حاجی سیدی، مهدی امیری

با همکاری: شهاب گره‌امی

ناشر: مؤسسه انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۲

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۶۹-۳

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

تقدیم به:

درو مادرم

که سایه مهربانی آنها سایه ساز زندگی ام
و به جودشان مایه افتخار و آرامش است.

www.ketab.ir

سخن ناشر

سپاس خدایند جان و جهان که بخشید لطف و کرم بی‌کران

به حول و قوه‌ی الهی مؤسسه‌ی انتشارات ستایش با اهداف علمی- فرهنگی و انگیزه‌ی علمی خدمات، برای ارتقاء آگاهی، سطح معلومات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و کتاب‌خوانی اقدام به چاپ و انتشار کتاب‌های گوناگون نموده؛ امید است بتوانیم رابطه‌ی مؤثر بین بیداورندگان و مخاطبان باشیم... انشاءالله.

لذا از خوانندگان محققان، دانشمندان و صاحب‌نظران در زمینه‌های گوناگون علمی، کامپیوتری، فنی و مهندسی به‌ویژه مهندسی صنایع نفت دعوت می‌نماییم تا ما را در ارائه و گسترش اهداف موردنظر یاری نمایند.

شایان ذکر است جهت آگاهی و دریافت اطلاعات این انتشارات می‌توانید به سایت www.setayeshpress.com مراجعه و در صورت تمایل به همکاری یا هر نوع انتقاد و پیشنهادی به نشانی پست‌الکترونیکی setayeshpress@yahoo.com یا تهران صندوق پستی ۱۶۱۸-۱۳۴۴۵ مکاتبه نمایید. لطف شما مایه‌ی افتخار ماست.

فهرست مطالب

۱۳	کتاب فصل اول: مقدمه
۱۳	۱-۱ فرایند تشکیل نفت
۱۳	عوامل مؤثر در تشکیل نفت
۱۴	۳-۱ انرژی نفتی
۱۴	۱-۱ شرایط تشکیل و تجمع نفت
۱۶	۵-۱ مخزن و چتر نفت
۱۶	۶-۱ مخزنهای نفت زیرزمینی
۱۷	۷-۱ انواع مخزن و چتر
۱۸	۸-۱ همبستگی
۱۹	کتاب فصل دوم: مغزه‌گیری
۱۹	۱-۲ مقدمه
۲۰	۲-۲ متدهای مغزه‌گیری
۲۰	۳-۲ روش‌های مغزه‌گیری
۲۰	۳-۲-۱ روش دورانی مغزه‌گیری
۲۰	۳-۲-۲ روش دیواری مغزه‌گیری
۲۱	۳-۲-۳ مغزه‌گیری تحت فشار زیاد
۲۱	۴-۲ مغزه‌گیری اسفنجی
۲۲	۴-۲ انواع مغزه
۲۲	۴-۲-۱ مغزه‌ی کامل
۲۲	۴-۲-۲ پلاگ مغزه
۲۲	۵-۲ استفاده از داده‌های مغزه برای اندازه‌گیری خواص سنگ مخزن
۲۲	۶-۲ نگهداری نمونه‌های مغزه‌ی سنگ مخزن
۲۲	۷-۲ انواع روش‌های آنالیز مغزه
۲۴	۷-۲-۱ تحلیل متداول مغزه
۲۴	۷-۲-۲ تحلیل ویژه‌ی مغزه
۲۵	کتاب فصل سوم: تخلخل
۲۵	۱-۳ تخلخل
۲۶	۲-۳ میانگین‌گیری از مقادیر تخلخل
۲۸	۳-۳ انواع تخلخل

۲۸	۱-۳-۳ تخلخل مطلق
۲۹	۲-۳-۳ تخلخل مؤثر
۲۹	۳-۳-۳ تخلخل غیرمؤثر
۲۹	۴-۳ دسته‌بندی تخلخل از لحاظ زمین‌شناسی
۳۰	۱-۴-۳ تخلخل اولیه
۳۰	۱- تخلخل بین‌دانه‌ای
۳۱	۲- تخلخل درون دانه‌ای
۳۱	۳- تخلخل درون شبکه‌ای حاصل از رشد موجودات
۳۱	- تخلخل پناهگاهی
۳۱	۲-۴ تخلخل ثانویه
۳۱	۱- تخلخل حفره‌ای
۳۱	۲- تخلخل درونی
۳۲	تخلخل شکافی
۳۲	۵-۳ عوامل تأثیرگذار بر تخلخل
۳۵	۶-۳ آب هیدراته
۳۵	۷-۳ اندازه میانگین حفره‌ها
۳۵	۸-۳ توزیع اندازه حفره‌ها
۳۶	۹-۳ اندازه‌گیری آزمایشگاهی تخلخل
۳۶	۱-۹-۳ تعیین تخلخل با استفاده از سیال مرجع
۴۵	کتاب فصل چهارم: اشباع سیال
۴۵	۱-۴ مقدمه
۴۵	۲-۴ تعریف اشباع سیال
۴۷	۳-۴ انواع اشباع‌های خاص سیال
۴۷	۱-۳-۴ اشباع باقیمانده نفت (S_{or})
۴۸	۲-۳-۴ اشباع بحرانی گاز (S_{gc})
۴۸	۳-۳-۴ اشباع آب کاهش‌نیافتنی (S_{wj})
۴۸	۴-۳-۴ اشباع بحرانی نفت (S_{oc})
۴۸	۵-۳-۴ اشباع نفت متحرک (S_{om})
۴۸	۴-۴ اشباع متوسط
۴۹	۵-۴ نمونه‌های سنگ مخزن مورد استفاده در تعیین اشباع سیال
۵۰	۶-۴ روش‌های اندازه‌گیری اشباع سیال
۵۰	۱-۶-۴ روش ریتورت
۵۲	۲-۶-۴ دستگاه استخراج Dean-Stark
۵۴	۳-۶-۴ روش سانتیفریوژ
۵۴	۴-۶-۴ روش تخلیه (Soxhlet)
۵۶	۵-۶-۴ روش تزریق گاز

۶۶	۶ مقایسه روش‌های اندازه‌گیری اشباع سیالات.....
۷-۴	تأثیر عوامل مختلف بر تعیین اشباع سیال.....

۶۱	کتاب فصل پنجم: تراکم‌پذیری سنگ مخزن.....
۱-۵	مقدمه.....
۲-۵	تراکم‌پذیری سنگ مخزن.....
۱-۲-۵	تراکم‌پذیری ماتریس سنگ.....
۲-۲-۵	تراکم‌پذیری کلی سنگ.....
۳-۲-۵	تراکم‌پذیری فضای خالی.....
۲-۲-۵	تراکم‌پذیری بین تراکم‌پذیری سنگ مخزن و تخلخل.....
۴-۵	پدیده سیمانده در مورد تراکم‌پذیری.....
۵-۵	روش‌های اندازه‌گیری تراکم‌پذیری.....
۶-۵	روابط تجربی تراکم‌پذیری سازند.....
۷-۵	روش‌های اندازه‌گیری تراکم‌پذیری.....

۷۱	کتاب فصل ششم: تراکم الکتریکی سنگ مخزن.....
۱-۶	مقدمه.....
۲-۶	مقاومت الکتریکی.....
۳-۶	مقاومت ویژه آب.....
۴-۶	ضریب سازند.....
۵-۶	پیچش.....
۶-۶	ضریب سیمان‌شدگی.....
۷-۶	شاخص مقاومت ویژه.....
۸-۶	اثر خاک رس بر خواص الکتریکی.....

۸۵	کتاب فصل هفتم: تراوایی.....
۱-۷	تعریف تراوایی و انواع آن.....
۲-۷	قانون دارسی.....
۱-۲-۷	قانون دارسی در سیستم شعاعی.....
۳-۷	سرعت سیال در محیط متخلخل.....
۴-۷	عوامل مؤثر بر تراوایی.....
۱-۴-۷	اندازه‌ی دانه‌ها.....
۲-۴-۷	شکل و نحوه‌ی قرار گرفتن دانه‌ها.....
۳-۴-۷	پیچش مسیر.....
۴-۴-۷	تخلخل.....
۵-۴-۷	فشار لایه‌های بالایی.....
۵-۷	پتانسیل جریان.....
۶-۷	انواع جریان در حالت قائم.....

۶-۱-۱ جریان عمودی ریزش آزاد	۹۴
۶-۱-۲ جریان عمودی ریزش همراه با سرباره	۹۵
۶-۱-۳ جریان عمودی به سمت بالا همراه با سرباره	۹۶
۷-۱ میانگین گیری از تراوایی	۹۶
۷-۱-۱ محاسبه تراوایی میانگین به روش وزنی	۹۷
۷-۱-۲ محاسبه تراوایی میانگین به روش هارمونیک	۹۸
۷-۱-۳ محاسبه تراوایی میانگین به روش هندسی	۱۰۲
۷-۱-۴ مقایسه روش های محاسبه تراوایی میانگین	۱۰۳
۹-۱ قانون دارسی در لوله های مویینه	۱۰۳
۹-۱-۱ قانون دارسی در شکاف	۱۰۴
فصل هشتم: روش های اندازه گیری تراوایی	۱۰۹
۸-۱-۱ روش های آزمایشگاهی	۱۰۹
۸-۱-۲ اندازه گیری تراوایی با استفاده از مایع	۱۰۹
۸-۱-۳ اندازه گیری تراوایی با استفاده از گاز	۱۱۲
۸-۲ رابطه کارمن - کویتز	۱۱۷
۸-۳ روابط تجربی	۱۲۰
فصل نهم: ترشوندگی	۱۲۳
۹-۱ مقدمه	۱۲۳
۹-۲ کشش سطحی و بین سطحی	۱۲۳
۹-۳ مفهوم ترشوندگی	۱۲۵
۹-۴ تعادل نیروها	۱۲۶
۹-۵ عوامل مؤثر بر ترشوندگی	۱۲۷
۹-۶ انواع حالت های ترشوندگی	۱۲۷
۹-۷ تغییر ترشوندگی	۱۲۹
۹-۸ انواع حالت های توزیع فاز تر	۱۳۰
۹-۹ ترشوندگی و توزیع اندازه ی حفره ها	۱۳۱
۹-۱۰ توزیع سیال هنگام تزریق آب به مخازن	۱۳۱
۹-۱۱ آشام	۱۳۱
۹-۱۲ تخلیه	۱۳۱
۹-۱۳ اثر ترشوندگی بر خواص الکتریکی	۱۳۴
۹-۱۴ روش های آزمایشگاهی اندازه گیری ترشوندگی	۱۳۴
۹-۱۴-۱ محاسبه زاویه ی تماس	۱۳۵
۹-۱۴-۲ روش Amott	۱۳۶
۹-۱۴-۳ روش نسبت قطره ثابت	۱۳۷
۹-۱۵ روش های آزمایشگاهی اندازه گیری کشش سطحی و بین سطحی	۱۳۷

بخش اول فصل دهم: فشار مویینگی ۱۳۹

- ۱-۱۰ مقدمه ۱۳۹
- ۲-۱۰ مفاهیم و روابط فشار مویینگی ۱۴۰
- ۳-۱۰ فشار مویینگی در سنگ‌های مخزن ۱۴۵
- ۴-۱۰ پدیده‌ی دوگانه‌گی فشار مویینگی ۱۴۸
- ۵-۱۰ توزیع اولیه‌ی اشباع در یک مخزن ۱۵۰
- ۶-۱۰ عوامل مؤثر بر فشار مویینگی ۱۵۴
- ۱-۶-۱۰ اختلاف حتمی دو سیال ۱۵۴
- ۲-۶-۱۰ کشش سطحی بین دو سیال ۱۵۵
- ۳-۶-۱۰ ترشوندگی سنگ ۱۵۵
- ۴-۶-۱۰ خواص پرفریک سنگ ۱۵۶
- ۵-۶-۱۰ رطوبت ابدی حفره‌ها ۱۵۸
- ۷-۶-۱۰ رابطه‌ی بین فشار مویینگی و اشباع ۱۵۸
- ۸-۶-۱۰ کاربرد فشار مویینگی ۱۶۲
- ۱-۸-۱۰ آزمایش‌های فشار مویینگی ۱۶۲
- ۲-۸-۱۰ مقیاس فشار مویینگی ۱۶۵
- ۹-۱۰ روش‌های آزمایشگاه اندازه‌گیری فشار مویینگی ۱۶۷
- ۱-۹-۱۰ روش فشار مویینگی با روش سد ۱۶۷
- ۲-۹-۱۰ روش تریفیل جیوه ۱۶۸
- ۳-۹-۱۰ روش سانتیفوز ۱۶۹
- ۴-۹-۱۰ روش دینامیک ۱۷۰
- ۵-۹-۱۰ مقایسه‌ی روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری فشار مویینگی ۱۷۱
- ۱۰-۱۰ میانگین‌گیری از نمودارهای فشار مویینگی ۱۷۱
- ۱۱-۱۰ تبدیل داده‌های آزمایشگاهی فشار مویینگی به شرایط مخزن ۱۷۳

بخش دوم فصل یازدهم: تراوایی نسبی ۱۷۹

- ۱-۱۱ مقدمه ۱۷۹
- ۲-۱۱ تراوایی نسبی برای جریان‌های دوفازی ۱۸۱
- ۳-۱۱ تأثیر ترشوندگی بر تراوایی نسبی ۱۸۱
- ۴-۱۱ روابط تراوایی‌های نسبی جریان‌های دوفازی ۱۸۱
- ۱-۴-۱۱ نسبت تراوایی‌های نسبی ۱۹۲
- ۲-۴-۱۱ شبه تراوایی‌های نسبی دینامیکی ۱۹۳
- ۳-۴-۱۱ روش‌های نموداری تعیین اشباع‌های بحرانی آب و نفت ۱۹۴
- ۵-۱۱ تراوایی نسبی برای جریان سه‌فازی ۱۹۵
- ۶-۱۱ روابط تراوایی‌های نسبی جریان‌های سه‌فازی ۱۹۵
- ۷-۱۱ روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری تراوایی نسبی ۱۹۶
- ۱-۷-۱۱ Steady - State روش ۱۹۷

- ۱۹۷.....Unsteady – State روش ۲-۷-۱۱
- ۱۹۸.....روش فشار مویینگی ۳-۷-۱۱
- ۱۹۸.....روش سانتریفوژ ۴-۷-۱۱
- ۱۹۹.....۸-۱۱ محاسبه‌ی تراوایی نسبی از روی داده‌های میدانی

- ۲۰۳.....که فصل دوازدهم: ناهمگنی در مخزن
- ۲۰۳.....۱-۱۲ مقدمه
- ۲۰۴.....۲-۱۲ ناهمگنی عمودی
- ۲-۴.....Dykstra – Parsons روش ۱-۲-۱۲
- ۲۰۵.....Lorenz روش ۲-۲-۱۲
- ۲۰۷.....۱۲- ناهمگنی سطحی
- ۳۰۸.....۱-۳-۱۲ روش چرخ ضلعی
- ۳۰۸.....۱-۳ روش کوس فاصله
- ۲۰۸.....۱۲-۳ روش مجزا معکوس فاصله
- ۲۱۲.....که منابع

مقدمه

با چشم‌اندازی که از افزایش ۵۰ درصدی کاربرد جهانی انرژی در بیست سال آینده وجود دارد، انتظار می‌رود افزایش تقاضای جهانی برای نفت و گاز در دهه‌های آتی ادامه یابد. هرچند که استفاده از سایر منابع و انرژی‌های تجدیدپذیر رو به افزایش است، با این وجود میزان این افزایش چیزی بوده و دست کم در طول دو دهه آتی، این منابع تنها مکملی برای سوخت‌های هیدروکربنی محسوب می‌شوند و نمی‌توانند جایگزینی برای آنها باشند. در واقع می‌توان یکی از مهم‌ترین منابع در دنیای امروز، صنعت نفت می‌باشد، به طوری که آینده بسیاری از کشورها به این ساده ارزشمند وابسته است. و ایران نیز از جمله کشورهایی است که دارای حداقل یکصد سال سابقه در صنعت نفت است. این رو به رشد صنعت و فرد گسترده در این صنعت بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

گرمبود منبع فارسی مرتبط با موضوع خواص سنگ، معضلی برای بسیاری از افراد مرتبط با صنعت نفت می‌باشد، بنابراین به این نتیجه رسیدیم کتابی مناسب با موضوع خواص سنگ به‌ویژه برای دانشجویان رشته‌های مهندسی نفت آماده نماییم. در این کتاب از جدیدترین و معتبرترین کتب و مقالات خواص سنگ موجود در جهان استفاده نموده‌ایم تا منبعی کامل در اختیار مخاطبین ارجمند مهندسی نفت قرار گیرد.

شایسته است مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به اساتید عزیزمان در دانشگاه صنعت نفت و دانشگاه صنعتی شریف که در محضر ایشان به کسب علم و دانش پرداخته‌ایم، تقدیم داریم. همچنین بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات آقایان ریاحی، ناشرخانی، محسن میرسالاری، احمد چنانی و خانم نسترن سادات حاجی سیدی که در بازبینی این اثر همکاری نموده‌اند، قدردانی کنیم. همچنین از زحمات بی‌دریغ جناب آقای علی‌اکبر مانی‌مدر مسئول محترم انتشارات ستایش نیز نهایت تشکر را داریم.

از آن‌جا که هیچ اثری خالی از اشکال نیست، از مخاطبان محترم، اساتید ارجمند و دانشجویان عزیز خواهشمند است هرگونه پیشنهاد، انتقاد یا اشتباهات چاپی و علمی این اثر را از طریق ناشر متذکر شده تا انشاءالله در چاپ‌های بعدی، این مجموعه کامل‌تر در اختیار دانش‌پژوهان قرار گیرد.