

روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز

نویسندگان: امین احمدی، سجاد خدایاری، نعمت‌الله اسدی

www.ketab.ir

۸۱۷۱۵۳۱

سرشناسه	:	احمدی، امین، ۱۳۷۰ -
عنوان و نام پدیدآور	:	روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز/امین احمدی، سجاد خدایاری، نعمت‌الله اسدی.
مشخصات نشر	:	تهران: قاین، ۱۳۹۶.
صفحه آرا	:	محمدحسین عرب امیری
مشخصات ظاهری	:	۵۶۰ ص.
شابک	:	978-964-8981-80-3
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیب
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	زدیاد برداشت نفت
موضوع	:	Enhanced oil recovery
موضوع *	:	نفت - استخراج
موضوع	:	Petroleum refining
موضوع	:	نفت سنگ
موضوع	:	Heavy oil
شناسه افزوده	:	خدایاری، سجاد - ۱۳۹۶ -
شناسه افزوده	:	اسدی، نعمت‌الله، ۱۳۷۰ -
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۶ ۳۹/الف TN۸۷۱
رده بندی دیویی	:	۶۲۲/۳۳۸۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۶۴۸۳۷۹

www.ketab.ir

www.ketab.ir

عنوان کتاب	: روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفت فاز
نویسندگان	: امین احمدی، سجاد خدایاری، نعمت الله ا. س. و
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
صفحه آرا	: محمدحسین عرب امیری
نوبت	: اول
تاریخ چاپ	: ۱۳۹۶ ش
صفحه و قطع	: ۵۶۰ وزیری
ناشر	: قانون
لیتوگرافی	: لوح محفوظ
ناظر چاپ	: محمد بابارئسی
شابک	: 978-964-8981-80-3
قیمت	: ۱۰۰۰۰۰ ریال

تهران، میدان سپاه، خیابان خواجه نصیر، کوچه مفیدی، کوی شهریار پلاک ۴
تلفن: ۰۹۱۲۳۱۷۲۵۵۰-۷۷۵۰۴۴۵۵
مرکز پخش: شهرری، خیابان قم، پلاک ۱۵۹
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۹۲۲۰۰۹۹۲
کلیه حقوق این اثر متعلق به مؤلف می باشد

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول..... ۲۰

شناخت منابع نفت سنگین و عملیات ازدیاد برداشت

۱-۱ انواع عمده نفت

۱-۱-۱ پارافینها

۱-۱-۲ نفتنها

۱-۱-۳ اروماتیکها

۱-۱-۴ رزینها، آسفالینها

۲-۱ منشأ نفت

۱-۲-۱ منشأ غیر آلی نفت

۲-۲-۱ منشأ آلی نفت

۳-۱ مراحل تولید از پالایشگاه

۱-۳-۱ تولید طبیعی (Primary Recovery)

۲-۳-۱ تولید بهبود یافته (IOR or Improved Oil Recovery)

۴-۱ فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت

۵-۱ روشهای مناسب بازیافت نفت از مخازن اصلی

۶-۱ روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفتی

۶-۱-۱ تزریق گاز

۶-۱-۱-۱ تزریق غیر امتزاجی

۶-۱-۱-۱-۱ تزریق گاز در کلاهک گازی

۶-۱-۱-۱-۲ تزریق غیر امتزاجی گاز در لایه نفتی

۶-۱-۱-۲ تزریق امتزاجی

۷-۱ مفاهیم جا به جایی امتزاجی و غیر امتزاجی

۸-۱ فشار امتزاج پذیری

۹-۱ جا به جایی امتزاجی تک تماسی

۱۰-۱ روش های اصلی جا به جایی امتزاجی

۱۱-۱ روش های حرارتی

۱۲-۱ انواع روش های حرارتی ازدیاد برداشت

۱۲-۱-۱ احتراق درجا

۱۲-۱-۲ انواع ازدیاد برداشت نفت به روش احتراق درجا

۱۳-۱ مکانیزم های تولید نفت از مخازن در ازدیاد برداشت حرارتی

۱۳-۱-۱ تزریق سیال گرم به مخزن

- ۱-۱۳-۲ تزریق آب داغ
- ۱-۱۳-۳ تزریق بخار آب
- ۱-۱۳-۳-۱ شرایط لازم برای تزریق بخار آب
- ۱-۱۳-۳-۲ مشکلات استفاده از بخار آب
- ۱-۱۴-۱ مقایسه روش های مختلف ازدیاد برداشت از مخازن
- ۱-۱۵-۱ نمونه های موفق از کاربرد روش های حرارتی
- ۱-۱۵-۱-۱ مخزن کویت
- ۱-۱۵-۲ میدان نفتی در فرانسه
- ۱-۱۶-۱ نتیجه گیری از روش حرارتی
- ۱-۱۷-۱ روش های شیمیایی
- ۱-۱۷-۱-۱ تزریق پلیمر
- ۱-۱۷-۱-۱-۱ انواع روش های تزریق پلیمر
- ۱-۱۷-۱-۲ شرایط لازم برای تزریق پلیمر
- ۱-۱۷-۱-۳ انواع پلیمر ها
- ۱-۱۷-۱-۴ نمونه هایی از تزریق موفق پلیمر
- ۱-۱۷-۱-۴-۱ میدان نفتی چاتورنارد (فرانسه)
- ۱-۱۷-۱-۴-۲ میدان نفتی داجینگ (چین)
- ۱-۱۷-۱-۵ چرا این روش برای مخازن ایران مناسب نیست
- ۱-۱۷-۲-۱ تزریق آلكالین
- ۱-۱۷-۲-۲ مکانیزم آلكالین
- ۱-۱۷-۲-۳ شرایط تزریق آلكالین
- ۱-۱۷-۲-۴ نکات در مورد آلكالین ها
- ۱-۱۷-۳-۱ تزریق سورفاکتانت
- ۱-۱۷-۳-۲ تعریف سورفاکتانت ه
- ۱-۱۷-۳-۳ ویژگیهای بنیادی سورفاکتانت ها
- ۱-۱۷-۳-۴ طبقه بندی سورفاکتانت ها
- ۱-۱۷-۳-۴-۱ سورفاکتانت های آنیونی
- ۱-۱۷-۳-۴-۲ سورفاکتانت های غیر یونی
- ۱-۱۷-۳-۴-۳ سورفاکتانت های آمفوتری
- ۱-۱۷-۳-۴-۴ سورفاکتانت های کاتیونی
- ۱-۱۸-۱ بیوسورفاکتانت ها و کاربرد آن ها در صنایع نفت
- ۱-۱۹-۱ افزایش بازیافت میکروبی نفت
- ۱-۲۰-۱ انتقال نفت سنگین
- ۱-۲۱-۱ اهمیت اقتصادی سورفاکتانت ها و بیوسورفاکتانت ها

- ۲۲-۱ مزیت بیوسورفاکتانت‌ها نسبت به سورفاکتانت‌های شیمیایی
- ۲۳-۱ کاربردهای مختلف صنعتی بیوسورفاکتانت‌ها
- ۱-۲۳-۱ کاربرد در صنایع نفت
- ۱-۲۳-۱-۱ مثالی از افزایش برداشت و استخراج نفت
- ۲-۲۳-۱ پاکسازی آلودگی‌های نفتی و هیدروکربنی
- ۲-۲۳-۱ پاکسازی محیط زیست از فلزات سنگین
- ۳-۲۳-۱ کاربرد در صنایع غذایی
- ۴-۲۳-۱ کاربرد در صنایع بهداشتی و آرایشی
- ۵-۲۳-۱ سایر کاربردها
- ۲۴-۱ بررسی عوامل موثر بر عملکرد مواد فعال سطحی (سورفاکتانت) در ازدیاد برداشت نفت از مخزن آغاجار
- ۲۵-۱ مزایای بیوسورفاکتانت‌ها در استخراج نفت ثالثیه
- ۲۶-۱ سولفورزدایی از نفت خام
- ۲۷-۱ روش میکروبی (MEOR)
- ۲۸-۱ ویژگی مخازن قابل احیای میکروبی
- ۱-۲۸-۱ جنس مخازن
- ۲-۲۸-۱ عمق مخازن
- ۴-۲۸-۱ نمک حل شده
- ۵-۲۸-۱ تخلخل و تراوایی
- ۶-۲۸-۱ PH
- ۷-۲۸-۱ دما و فشار
- ۲۹-۱ نوع هیدروکربن‌های مخزنی و ناخالصی‌های غیرآلی
- ۳۰-۱ مکانیزم‌های حاکم بر فرآیند MEOR
- ۳۱-۱ شیوه‌های متداول استفاده از میکروب‌ها در ازدیاد برداشت
- ۳۲-۱ فرآیندهای انجام شده توسط باکتری‌ها برای تولید انرژی
- ۳۳-۱ انواع باکتری‌های مورد استفاده در MEOR
- ۳۴-۱ باکتری مناسب برای MEOR باید دارای شرایط زیر باشد:
- ۳۵-۱ دلایل اندک بودن فعالیت میکروب‌ها با وجود حضور آن‌ها در مخزن
- ۳۶-۱ تغییرات در مخزن پس از MEOR
- ۱-۳۶-۱ تغییرات در نفت خام
- ۲-۳۶-۱ تغییرات در سنگ مخزن
- ۳-۳۶-۱ اثرات ترکیبی
- ۳۷-۱ مزیت MEOR نسبت به سایر روش‌های ازدیاد برداشت نفت
- ۳۸-۱ مزایای اقتصادی MEOR
- ۳۹-۱ چالش‌ها در روش میکروبی

۱-۴۰-۱ پیشنهادات در مورد روش میکروبی

۲-۱- نفت سنگین

۲-۲- مهم ترین کاربردنفت سنگین در قرن جدید

۲-۳- مهم ترین ذخایر نفت سنگین

۲-۴- ذخایر نفت سنگین ایران و جهان

۲-۵- روش های مختلف تولید نفت سنگین

فصل دوم..... ۱۲۹

بررسی خواص مهم و تأثیرگذار مخازن نفت و گاز در مطالعات و محاسبات مهندسی مخازن

۱-۱- ترشوندگی

۱-۲- تاریخچه ترشوندگی

۱-۳- انواع ترشوندگی

۱-۴- روشهای مختلف برای اندازه گیری ترشوندگی

۱-۵- استفاده از روشهای کمی برای اندازه گیری ترشوندگی

۱-۶- استفاده از روشهای کیفی برای اندازه گیری ترشوندگی

۳-۱- ترشوندگی و پدیده های سطحی

۳-۲- پدیده های سطحی در مخزن

۳-۳- مکانیسم های مختلف تغییر ترشوندگی سنگ مخزن

۳-۴- عوامل تأثیرگذار بر تعیین ترشوندگی مخزن

۴-۱- ترشوندگی سنگ های کربناته در مجاورت نفت های سنگین

۴-۲- تأثیر ترشوندگی بر رفتار مخزن

۴-۳- عوامل تقیردهنده ترشوندگی اولیه سنگ مخزن

۵-۱- روش های نوین اندازه گیری ترشوندگی در مخازن نفت سنگین کربناته ایران

۵-۲- زمین شناسی مخازن کربناته ایران

۵-۳- فاکتورهای مهم تأثیرگذار بر ترشوندگی در مخازن کربناته

۵-۴- روش های نوین اندازه گیری ترشوندگی

۱-۱ ترشوندگی

۱-۲- کشش سطحی و بین سطحی

۱-۲-۱- کشش سطحی بین آب و گاز

۱-۲-۱- کشش بین سطحی آب و نفت

۱-۳- انواع ترشوندگی

۱-۳-۱- آب تر یا آب دوست

۱-۳-۲- نفت تر یا نفت دوست

۱-۳-۳- ترشوندگی میانی یا خنثی

- ۴-۳-۱ ترشوندگی جزئی
- ۵-۳-۱ ترشوندگی ترکیبی یا مخلوط
- ۴-۱ قانون یانگ
- ۵-۱ وضعیت کنونی مخازن نفتی
- ۶-۱ عوامل موثر در تغییر ترشوندگی از آب دوست به نفت دوست
- ۱-۶-۱ جذب ترکیبات قطبی و مواد آلی موجود در نفت خام توسط سنگ
- ۱-۶-۱-۱ انواع مواد فعال سطحی
- ۱-۶-۲-۱ مشخصات مواد فعال سطحی مناسب
- ۲-۶-۱ جذب، آد آسالتین روی سطح سنگ
- ۷-۱ فشار موئینگی
- ۱-۷-۱ سیسم گاز - آب
- ۲-۷-۱ سیستم آب - سنگ
- ۸-۱ فشار موئینگی سنگ - سیسم
- ۹-۱ منابع

فصل سوم..... ۲۴۵

- جا به جایی میکروسکوپی و ماکروسکوپی سیالات در مخزن
- ۱-۲ مقدمه
- ۲-۲ جا به جایی میکروسکوپی سیالات مخزن
- ۱-۲-۲ نیرو های موئینگی
- ۱-۲-۲-۱ کشش سطحی و چسبندگی سطحی
- ۲-۲-۲ ترشوندگی جامدات
- ۳-۲-۲ فشار موئینگی
- ۲-۲-۲ نیرو های گرانشی
- ۳-۲-۲ به دام افتادن فازی
- ۳-۲-۲-۱ به دام افتادن در یک لوله موئین (اثر جمین)
- ۳-۲-۲-۲ به دام افتادن در یک لوله منفرد با کنار گذشت سیال
- ۳-۲-۲-۲ مدل حفره دوتایی
- ۴-۲-۲-۲ داده های آزمایشگاهی در سنگ های مخزن و روابط عدد موئینگی
- ۵-۲-۲-۲ نمودار اشباع زدایی موئینگی
- ۶-۲-۲-۲ اثر ترشوندگی سنگ بر به دام افتادن
- ۴-۲-۲ پویایی فاز های به دام افتاده و تغییر نسبت نیرو های گرانشی به موئینگی
- ۱-۴-۲-۲ به دام افتادن
- ۲-۴-۲-۲ پویا کردن با تغییر نسبت نیرو های گرانشی به موئینگی
- ۳-۴-۲-۲ پویایی نفت باقی مانده و تشکیل یک توده نفتی

- ۳-۲ جا به جایی ماکروسکوپیک سیالات در مخزن
- ۱-۳-۲ جا به جایی حجمی و موازنه جرم
- ۲-۳-۲ راندمان جا به جایی حجمی به صورت حاصلضرب راندمان جا به جایی سطحی و عمودی
- ۳-۳-۲ نسبت پویایی
- ۴-۳-۲ راندمان جا به جایی سطحی
- ۱-۴-۳-۲ پارامترهای موثر بر راندمان جا به جایی سطحی
- ۲-۴-۳-۲ روابط راندمان جا به جایی سطحی بر پایه مطالعات مدل سازی
- ۳-۴-۳-۲ پیش بینی رفتار جا به جایی سطحی بر پایه مطالعات مدل سازی
- ۴-۴-۳-۲ راندمان جا به جایی سطحی در مدلی با تراوایی جهت دار
- ۵-۴-۳-۲ راندمان جا به جایی سطحی با مدل سازی ریاضی
- ۵-۳-۲ راندمان جا به جایی عمودی
- ۱-۵-۳-۲ عوامل موثر بر راندمان جا به جایی عمودی
- ۲-۵-۳-۲ اثر جدایش ثقلی و نسبت میانی بر راندمان جا به جایی عمودی
- ۳-۵-۳-۲ اثر ناهمگونی عمودی و نسبت میانی بر راندمان جا به جایی عمودی
- ۶-۳-۲ راندمان جا به جایی حجمی
- ۱-۶-۳-۲ محاسبات حجمی بر پایه مطالعات مدل سازی نئیزیک و الگوی پنج چاهی
- ۲-۶-۳-۲ محاسبات روبش حجمی با شبیه سازی
- ۳-۶-۳-۲ محاسبات روبش حجمی بر پایه مدل سازی پند لایه

فصل چهارم..... ۳۵۶

توزیق گاز به صورت امتزاجی و غیر امتزاجی

مقدمه

خصوصیات فیزیکی

توصیف کلی جابجایی امتزاج پذیر

مبانی رفتار فازی وابسته به امتزاج پذیر

نمودارهای فشار بر حسب دما

نمودارهای سه گانه (مثلثی)

فرایندهای جابجایی امتزاجی

فرایندهای جابجایی امتزاجی

فرایند FCM (First Contact Miscible)

فرایند های MCM

Vaporizing gas displacement process

:Condensing and condensing /vaporizing –gas Displacement process

CO2 displacing

بررسی تجربی نقش رفتار فازی در نوع جابجایی

اندازه گیری ویبیش بینی Slim tube mmp
دستگاه حباب بالا رونده (Rising Bubble Apparatus)

روش (VIT) Vanishing Interfacial Tension

رابطه Firoozabadi et al.

رابطه Hudgins et al.

عوامل موثر در mmp

تأثیر دما و ترکیب نفت

فاصله مورد نیاز برای دستیابی به امتزاج پذیری

استراتژی عملی

سیلاب زنی غر امتزاجی

تزریق چرخه ای (Cyclic Gas Injection) فاز

بررسی پروژه های گذشته

شرایط لازم مخزن برای تزریق سیترهشن و CO₂

Chconpec Turbidiate , Mexico

San Andre

Little Creek Field , Mississippi

Twofreds Field

فصل پنجم ۳۸۵

ازدیاد برداشت میکروبی (MEOR)

فصل ششم ۴۴۵

سیلاب زنی با آب (Water flooding)

فصل هفتم ۵۰۵

مطالعه آزمایشگاهی ازدیاد برداشت مخزن ایلام میدان الوند با استفاده از روش شگفت حرارتی

مقدمه

۱-۱ آماده سازی نمونه ها

۱-۲ آزمایشات فیزیکی

۱-۲-۱ اندازه گیری چگالی

۱-۲-۲ اندازه گیری سرعت موج

۱-۲-۳ اندازه گیری تراوانی

۴-۲-۱ محاسبه ضرایب الاستیک

۳-۱ مطالعه مقاطع میکروسکوپی

آزمایشات حرارتی

۱-۲ طراحی آزمایش

۱-۱-۲ مقدمه

۲-۱-۲ شبیه سازی با نرم افزار Flac

۳-۱-۲ آزمایش های راهنما

۴-۱-۲ نتایج آزمایشات راهنما

۵-۱-۲ طراحی آزمایشات اصلی حرارتی

۱-۵-۱-۲ روش کار

۲-۵-۱-۲ دستگاه آزمایش

آنالیز عملکرد تولید چاه

۱-۳ مقدمه

۲-۳ تفسیر نتایج طیف CT-Scan

۱-۲-۳ تفسیر مقاطع نمونه B۲

۲-۲-۳ تفسیر مقاطع نمونه F۱

۳-۳ برش های محوری

۱-۴ مقدمه

۲-۴ تاثیر شکافت بر عملکرد تولید چاه

۳-۴ جریان در اطراف چاههای شکافت

۴-۴ آنالیز حساسیت اثر پوسته بر روی تولید چاه

فصل پنجم: نتیجه گیری

۵-۱ نتیجه گیری

۵-۲ پیشنهادات

منابع:

نفت در زبان انگلیسی، پترولیوم^۱ نامیده می‌شود، که از دو کلمه پترا^۲ (لغت یونانی کلمه سنگ روغن) و کلمه اولئوم^۳ (یک نوع روغن) تشکیل شده است. نفت ممکن است به سه شکل مایع، جامد و یا گاز موجود باشد. شکل مایع آن همان نفت خام است که از نظر تجاری اهمیت دارد. نفت خام حالت روغنی داشته، در آب حل نمی‌شود، ولی در دی‌سولفیدکربن، اتر و بنزن حل می‌شود. شکل گازی آن، همان گاز طبیعی است که عمدتاً از متان تشکیل شده است. و بالاخره شکل جامد آن اسفالت یا تار نامیده می‌شود. حتی گاهی کلمه روغن معدنی نیز بجای نفت بکار برده می‌شود.

نفت خام گرچه به ظاهر ماده ساده‌ای به نظر می‌رسد، یکی از پیچیده‌ترین ترکیباتی است که در طبیعت یافت می‌شود. پس آن عموماً از ترکیبات هیدروکربنی است که از دو عنصر اصلی کربن و هیدروژن با نسبت متوسط $1/85$ (H/C) تشکیل شده است. بعضاً ازت، گوگرد و اکسیژن نیز در نفت وجود دارند که عموماً کمتر از ۳٪ آن ترکیبات نفت را تشکیل می‌دهند. اثراتی هم از فسفر و فلزات سنگین نظیر نیکل و وانادیوم در نفتها دیده می‌شود.

هیدروکربنهای تشکیل دهنده نفت، عمدتاً از نوع اشباع می‌باشند و از سبکترین آنها که یک اتم کربن دارد شروع شده و تا هیدروکربنهای سنگین و پیچیده کربنی و حتی بیشتر نیز ملاحظه شده است. تنوع هیدروکربنهای موجود در نفت، خواص فیزیکی و شیمیایی و ترمودینامیکی منحصر به فردی در مقایسه با ترکیبات ساده به آن داده است که تحت تأثیر فشارها و درجه حرارت‌های مختلف، پیچیدگی این خواص، تشدید می‌گردد. امروزه به خاطر پیشرفت و توسعه روز افزون جوامع بشری و نیاز به انرژی در زندگی و از سوی دیگر محدود بودن منابع آن موجب اهمیت ازدیاد برداشت نفت شده است. با توجه به ارتباط و پیوستگی مراحل مختلف تولید از مخازن هیدروکربنی، نمی‌توان برداشت نفت را جدا از مراحل اولیه دانست؛ بلکه در سایه عنوان کلی بهبود برداشت باید طراحی مناسب برنامه تولید را از آغاز برداشت اولیه تا پایان روش‌های برداشت در نظر گرفت. به عبارت دیگر اگر بخوانیم روش‌های ازدیاد برداشت موثر و مفید باشند باید از ابتدا با دقت تمام روش‌های تولید را سنجش و بررسی کنیم تا ضمن طراحی درست برنامه بلند مدت برای هر مخزن بهترین زمان برای اعمال روش‌های ثالث به هدف تولید بیشینه هیدروکربن انتخاب شود.

در واقع آگاهی از روش‌های اندازه‌گیری و بررسی عوامل مخزنی و تکنیک‌های آزمایشگاهی موجود، با وجود نقاط قوت و ضعفی که دارند، جهت ارزیابی نتایج اطلاعات آزمایشگاهی و به کارگیری آن‌ها در شبیه‌سازهای مخزنی برای مهندسين مخزن حائز اهمیت است. در این پروژه سعی شده است این عوامل

¹ petroleum

² petra

³ oleum

مهم مخزنی (ترشوندگی و فشار موئینگی) شناسایی و تأثیرات شان را در تولید از مخزن بررسی شوند که نتیجه آن در مقیاس خلل و فرج مرتبط می شود که همان تأثیرات جا به جایی میکروسکوپی مخزن نام دارد و این یعنی مقیاسی از میزان تأثیر سیال در جا به جایی نفت در قسمت هایی است که سیال جا به جا کننده با نفت در تماس است. در پی آن جا به جایی ماکروسکوپی مطرح می شود که میزان تماس سیال جا به جا شونده با مخزن در یک دید حجمی مرتبط است، بررسی می کند

www.ketab.ir