

۱۳۸۷۲۷۲
۹۸/۱۲/۴

جان لی

مبانی چاه آزمایی

علیرضا بستامی

مرضیه مورت



این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه

لی، دبلیو. جان

Lee, John (W. John)

مبانی چاه‌آزمایی/چان لی : [ترجمه‌ی] علیرضا بستامی، مرضیه مودت.

تهران: آبیژ، ۱۳۹۴.

چهارده، ۲۷۸ص:، مصور، جدول، نمودار.

978-964-970-556-9

وضعیت فهرست نویسی : فیا

عنوان اصلی : Well testing, 1982.

کتاب حاضر قیلا تحت عنوان «چاه‌آزمایی» یا ترجمه‌ی قاسم زرگر ... [و دیگران] توسط انتشارات ستایش در سال ۱۳۹۰

فیا دریافت کرده است.

کتابخانه.

نمایه.

چاه‌آزمایی.

چاه‌های نفت -- آزمایش‌ها

چاه‌های گاز -- آزمایش‌ها

بستامی، علیرضا، ۱۳۶۴ - مترجم

مودت، مرضیه، ۱۳۶۵ - مترجم

۴ ۱۲ ج ۱۲۸۷۱/۲/۱۹۴

۶۲۲/۳۳۸-۲۸۷

۴۱۱۵۹۹۶

عنوان و نام‌پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

مقدمه مؤلف

این کتاب نحوه استفاده از فشار و نرخ حجمی چاه‌ها را به منظور تخمین و بررسی سازند اطراف چاه مورد آزمایش نشان می‌دهد. پایه و اساس این مبحث، درکی از تئوری جریان سیال در محیط متخلخل و روابط فشار-حجم-دما (PVT) برای سیال مورد نظر است. در این کتاب به طور خلاصه به این مفاهیم بنیادی پرداخته شده است.

یکی از اهداف اصلی چاه‌آزمایی، تعیین قابلیت یک سازند برای تولید سیالات مخزن است. علاوه بر این، مشخص کردن علت اصلی میزان بهره‌دهی چاه نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است. معمولاً یک چاه‌آزمایی به درستی طراحی، اجرا و تحلیل شده باشد می‌تواند اطلاعاتی در مورد نفوذپذیری سازند، وضعیت آب‌دیدگی یا تحریک چاه، فشار مخزن، و (شاید) مرزها و ناهمگنی‌های مخزن در اختیار ما قرار دهد.

اساس روش آزمایش، ایجاد یک تست فشار در چاه است؛ این افت فشار باعث ورود سیالات سازند به داخل چاه می‌شود. در صورتی که نرخ حجمی و فشار را در طول تولید یا در زمان بسته بودن چاه بعد از دوره تولید اندازه‌گیری کرده باشیم، معمولاً اطلاعات کافی برای مشخص کردن ویژگی‌های چاه مورد آزمایش را خواهیم داشت.

این کتاب با بحثی در مورد معادلات پایه‌ای توصیف‌کننده جریان ناپایدار سیالات در محیط متخلخل شروع می‌شود. سپس وارد بحث چاه‌آزمایی‌های افزایش فشار؛ چاه‌آزمایی‌های کاهش فشار؛ تحلیل منحنی‌های نمونه؛ چاه‌آزمایی‌های گازی؛ چاه‌آزمایی‌های تداخلی و ضربه‌ای؛ و چاه‌آزمایی‌های ساقه مته و wireline formation می‌شویم. در اینجا تنها اصول بنیادی در مباحث مورد تأکید قرار می‌گیرند و تلاش کمی برای آشنایی مخاطبان اصلی (دانشجویان کارشناسی مهندسی نفت) با موضوعات روز صورت گرفته است. این کار به شکل کامل‌تر در سایر کتاب‌ها مانند مونوگراف‌های انجمن مهندسين نفت [۱ و ۲]، و راهنمای چاه‌آزمایی گازی کانادا مربوط به گروه منابع و محافظت از انرژی آلبرتا، انجام شده است [۳].

در معادلات اساسی و مثال‌ها از واحدهای مهندسی استفاده شده است. البته برای سهولت در تغییراتی که انتظار می‌رود در صنعت نفت به سمت سیستم بین‌المللی واحدها (SI) بوجود آید، در «ضمیمه و» در مورد این سیستم واحدها بحث شده و معادلات اصلی در واحد SI ارائه شده‌اند. همچنین در «ضمیمه و» پاسخ به برخی مثال‌هایی که در متن ارائه شده است برحسب واحدهای SI ارائه شده است.

مقدمه مترجم

آنچه پیش رو دارید ترجمه‌ای است از کتاب «Welltesting» که یکی از مهمترین مراجع در زمینه چاه آزمایی برای دانشجویان و مهندسين صنعت نفت به‌شمار می‌رود که می‌خواهند ضمن آشنایی با مبانی محاسباتی چاه آزمایی، با مفاهیم بنیادی آن نیز آشنا شوند. از آنجایی که در این کتاب بسیاری از مباحث چاه آزمایی، با زبانی ساده و گیرا به خواننده ارائه شده است، تصمیم گرفته‌ایم ترجمه‌ای از این کتاب را در اختیار دانشجویان و مهندسان بزرگوار صنعت نفت قرار دهیم تا از این طریق بتوانیم گامی هرچند کوچک در جهت بالا بردن سطح علمی دانشجویان برداشته باشیم.

با توجه به اینکه بیش از صد سال از اکتشاف نفت در کشور عزیزمان، ایران، می‌گذرد، واژه‌های بسیاری از زبان انگلیسی در متن کتاب‌ها و دستاوردهای علمی و دانشگاهیان رواج یافته که این امر کار ترجمه کتاب‌های مهندسی نفت را نسبت به سایر رشته‌ها پیچیده‌تر و دشوارتر می‌سازد. در این اثر، سعی شده بیشترین مشورت با صاحب‌نظران صورت گیرد تا واژه‌های معادل انتخاب شده بتواند به‌خوبی مفاهیم را به خواننده انتقال دهد. ضمن آنکه کوشش شده است تا ترجمه نهایی در عین سادگی و گیرایی، پایبندی به متن اصلی را حفظ کند. اما به‌طور کلی این اثر ارائه شده خالی از اشکال نیست و امیدواریم خواننده‌ها و اساتید بزرگوارمان با ارائه نقطه نظرات و انتقادات خود ما را در جهت رفع اشکالات این اثر یاری رسانند.

در پایان، بر خود لازم می‌دانیم از استاد گرامی، دکتر بهزاد رسمی، عضو هیئت علمی انستیتو مهندسی نفت دانشگاه تهران که افتخار شاگردی‌شان را داشته‌ایم تشکر کنیم. ایشان در تمام مراحل ترجمه این اثر در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی همراه و حامی ما بودند. نقطه نظراتشان را در جهت بهبود ترجمه ارائه شده بی‌دریغ در اختیارمان گذاشتند.

علیرضا بستامی

مرضیه مودت

فهرست

فصل ۱	جریان سیال در محیط متخلخل	۱
۱-۱	مقدمه	۱
۱-۲	مدل مخزن ایده‌آل	۱
۱-۳	روش‌های حل معادله انتشار	۳
۳	مخزن استوانه‌ای محدود	۳
۴	مخزن استوانه‌ای بی‌بایت یک چاه	۴
۱۰	روش حل شبه پایدار	۱۰
۱۳	معادلات جریان برای حالت پایدار مخزن	۱۳
۲۲	جریان شعاعی در یک مخزن بی‌نهایت با اثر ذخیره چاه	۲۲
۲۷	وجود خطی با شیب واحد	۲۷
۲۸	پایان انحراف ناشی از اثر ذخیره چاه	۲۸
۲۸	جریان خطی	۲۸
۲۹	۱-۴ شعاع بررسی	۲۹
۳۳	۱-۵ اصل جمع آثار	۳۳
۳۹	۱-۶ تقریب هورنر	۳۹
فصل ۲	چاه‌آزمایی افزایش فشار	۴۵
۲-۱	مقدمه	۴۵
۲-۲	چاه‌آزمایی افزایش فشار ایده‌آل	۴۶
۲-۳	چاه‌آزمایی‌های افزایش فشار واقعی	۵۱
۵۱	ناحیه زمانی زود هنگام	۵۱
۵۳	ناحیه زمانی میانی	۵۳
۵۴	ناحیه زمانی دیر هنگام	۵۴
۲-۴	انحرافات از فرضیات تئوری چاه‌آزمایی ایده‌آل	۵۴

۵۴	فرض مخزن بی نهایت
۵۶	فرض مایع تک فاز
۵۶	فرض مخزن همگن
۵۷	۲-۵ رفتار کیفی چاه آزمایی های میدانی
۶۱	۲-۶ مدت و اثرات پس جریان
۶۸	۲-۷ تعیین نفوذپذیری
۷۱	۲-۸ آسیب دیدگی و تحریک چاه
۷۳	تخمین شعاع مؤثر چاه
۷۴	معمایه افت فشار اضافی اطراف چاه
۷۴	معمایه کاری جریان
۷۷	بر بازه مشخص کاری شده ناقص
۷۹	تحلیل چاه ها با شکاف های هیدرولیکی
۸۲	۲-۹ مقدار نساز نساز در برگیرنده
۸۲	فشار اولیه مخزن
۸۲	فشار استاتیک در ناسیه تخمه
۸۹	ضرایب شکل برای مخازن
۹۱	روش اصلاح شده Muskat
۹۴	۲-۱۰ چاه آزمایی محدوده مخزن
۱۰۲	۲-۱۱ تصحیحات مربوط به گازها
۱۰۵	۲-۱۲ تصحیحات مربوط به جریان چند فازی
۱۱۷	فصل ۳ چاه آزمایی جریان
۱۱۷	۳-۱ مقدمه
۱۱۷	۳-۲ چاه آزمایی های کاهش فشار
۱۲۸	۳-۳ چاه آزمایی های چند نرخی
۱۳۰	چاه آزمایی کاهش فشار
۱۳۱	چاه آزمایی افزایش فشار که بعد از تولید در نرخ ثابت انجام شده
۱۳۱	چاه آزمایی افزایش فشار که بعد از تولید در دو نرخ جریان مختلف انجام شده
۱۳۴	چاه آزمایی افزایش فشار که بعد از تولید با $(n-1)$ نرخ جریان متفاوت انجام می شود

۱۴۰	چاه‌آزمایی جریان‌ی دو نرخ
۱۴۰	چاه‌آزمایی جریان‌ی با n نرخ

فصل ۴ تحلیل داده‌های چاه‌آزمایی با استفاده از منحنی‌های نمونه

۱۴۷	۴-۱ مقدمه
۱۴۷	۴-۲ اصول منحنی‌های نمونه
۱۵۱	۴-۳ منحنی‌های نمونه Ramey
۱۵۹	استفاده از منحنی نمونه Ramey
۱۶۳	۴-۴ منحنی‌های نمونه McKinley
۱۶۶	استفاده از منحنی‌های McKinley
۱۷۱	۴-۵ منحنی‌های نمونه Gringarten همکارانش [۷] برای چاه‌های شکافدار

فصل ۵ چاه‌آزمایی مخازن گازی

۱۷۹	۵-۱ مقدمه
۱۷۹	۵-۲ تئوری پایه برای جریان گاز در مخازن
۱۸۴	۵-۳ چاه‌آزمایی‌های flow after flow
۱۸۴	روش تجربی
۱۸۶	روش تئوری
۱۹۰	۵-۴ چاه‌آزمایی‌های isochronal
۱۹۳	تحلیل داده‌های چاه‌آزمایی: تداوم یک نرخ تا تثبیت
۱۹۸	تحلیل داده‌های چاه‌آزمایی: عدم تثبیت هیچ یک از نرخ‌ها
۲۰۰	۵-۵ چاه‌آزمایی‌های isochronal اصلاح شده
۲۰۳	۵-۶ استفاده از شبه فشار در تحلیل چاه‌آزمایی‌های گازی
۲۰۴	محاسبه شبه فشار
۲۰۶	تحلیل چاه‌آزمایی کاهش فشار با استفاده از شبه فشار

فصل ۶ سایر روش‌های چاه‌آزمایی

۲۱۳	۶-۱ مقدمه
۲۱۳	۶-۲ چاه‌آزمایی تداخلی

۲۱۸	۶-۳ چاه‌آزمایی ضربه‌ای
۲۲۲	۶-۴ چاه‌آزمایی‌های ساقه مته
۲۲۹	۶-۵ چاه‌آزمایی‌های wireline formation

ضمیمه الف بسط معادلات دیفرانسیلی جریان در محیط متخلخل

۲۳۳	مقدمه
۲۳۳	معادله پیوستگی برای جریان سه بعدی
۲۳۴	معادله پیوستگی برای جریان شعاعی
۲۳۵	قوانین جریان
۲۳۵	جریان یک فاز سیالات کم تراکم‌پذیر
۲۳۷	جریان تک فاز گاز
۲۳۸	جریان هر دو فاز نفت، آب و گاز

ضمیمه ب متغیرها و روابط

۲۴۱	مقدمه
۲۴۱	جریان شعاعی یک سیال کم تراکم‌پذیر
۲۴۵	جریان شعاعی با فشار ته چاهی ثابت

ضمیمه ج راه حل‌های Van Everdingen Hurst برای معادلات انتشار

۲۴۹	مقدمه
۲۴۹	نرخ ثابت در مرز درونی، عدم عبور جریان در مرز بیرونی
۲۵۴	نرخ ثابت در مرز درونی، فشار ثابت در مرز بیرونی
۲۵۸	فشار ثابت در مرز درونی، عدم عبور جریان در مرز بیرونی

ضمیمه د روابط تجربی خواص سنگ و سیال

۲۷۳	مقدمه
۲۷۳	دما و فشار شبه بحرانی هیدروکربن‌های مایع
۲۷۳	فشار نقطه حباب نفت خام
۲۷۶	نسبت گاز به نفت حل شده

۲۷۶	ضریب حجمی نفت
۲۸۰	تراکم‌پذیری نفت تحت اشباع
۲۸۳	گرانروی نفت
۲۸۶	حلالیت گاز در آب
۲۸۸	ضریب حجمی آب
۲۸۹	تراکم‌پذیری آب در یک مخزن در شرایط اشباع
۲۹۳	گرانروی آب
۲۹۳	خواص شبه برآی گاز
۲۹۴	ضریب انحراف و قانون گاز کامل (ضریب Z) و ضریب حجمی تشکیل گاز
۲۹۷	تراکم‌پذیری گاز
۲۹۹	گرانروی گاز
۲۹۹	تراکم‌پذیری سازند
۳۰۷	ضمیمه ه یک نظریه کلی برای چاه‌آزمایی
۳۱۵	ضمیمه و استفاده از واحدهای SI در روابط چاه‌آزمایی
۳۳۷	ضمیمه ز پاسخ به برخی از تمرین‌های منتخب
۲۴۳	فهرست علائم اختصاری
۲۵۹	فرهنگ لغات تخصصی انگلیسی به فارسی
۲۶۳	فرهنگ لغات تخصصی فارسی به انگلیسی
۲۶۷	کتابنامه
۲۷۳	نمایه موضوعی