



چاه آزمایی کاربردی

تجزیه و تحلیل عملیاتی

مؤلفان:

دکتر حاجت نوری

مهندس محسن رضایی

مهندس کامران مهدی زاده



موسسه انتشارات ستایش

سرشناسه	: نوروزی، حجت، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: چاه‌آزمایی کاربردی : تجزیه و تحلیل - کاربرد عملیاتی / مولفان حجت نوروزی، کامبیز مهدی‌زاده
مشخصات نشر	: فرساد، رضا رضایی ثانی، تهران : ستایش، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۷۵ ص: مصور.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰ ریال : ۴-۵۹-۵۱۸۴-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: چاه‌های نفت -- آزمایش
موضوع	: چاه‌های گاز -- آزمایش
شناخت افزود	: مهدی‌زاده فرساد، کامبیز، ۱۳۶۴ -
شماره اف	: رضایی ثانی، رضا، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ چ ۲ ن ۱ / TN۸۷
رده بندی دیسی	: ۶۲۲/۳۳۸۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۹۹۰۶۹۵

staysfi
Publication
Institute



مؤسسه انتشارات ستایش

تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶۹۴۸۹۹۵ - ۰۹۱۲ - ۶۰۰-۹۷۸ (۰۲۱)

چاه‌آزمایی کاربردی

مؤلفان: دکتر حجت نوروزی،

مهندس کامبیز مهدی‌زاده فرساد و مهندس رضا رضایی ثانی

ناشر: مؤسسه انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۱

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

شابک: ۴-۵۹-۵۱۸۴-۶۰۰-۹۷۸

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

سخن ناشر

ستایش خداوند جان و جهان که بخشید لطف و کرم بی کران

به حول و امداد الهی مؤسسه‌ی انتشارات ستایش با اهداف علمی - فرهنگی با انگیزه‌ی ارائه‌ی خدمات، برای ارتقاء آگاهی، ترویج اطلاعات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و کتابخوانی اقدام به چاپ و انتشار کتاب‌های علمی نمود. امید است بتوانیم رابطی مؤثر بین پدیدآورندگان و مخاطبان باشیم... انشاءالله.

لذا از خوانندگان، محققان، اندیشمندان و احب نظران در زمینه‌های گوناگون علمی، کامپیوتری، فنی و مهندسی به‌ویژه مهندسی صنایع، افتخار می‌نمایم؛ تا ما را در ارائه و گسترش اهداف موردنظر یاری نمایند.

شایان ذکر است در صورت تمایل به همکاری، هر نوع انتقاد و پیشنهادی می‌توانید با ما به نشانی پست‌الکترونیکی Sayeshpress@yahoo.com یا پیران صندوق پستی ۱۶۱۸-۱۳۴۴۵ مکاتبه نمایید. لطف شما مایه‌ی افتخار ماست.

فهرست مطالب

مقدمه	۱۰
فصل اول: اهداف چاه آزمایی	۱۱
مقدمه	۱۱
۱-۲-۲-۱ مخزن	۱۲
۱-۲-۲-۲ مدیریت مخزن	۱۳
۱-۴-۱-۲ سیف سر	۱۳
۱-۵-۱ تحلیل مودار و تولید	۱۳
۱-۶-۱ انواع تست	۱۴
۱-۶-۱-۱ تست افشار	۱۴
۱-۶-۱-۲ تست ساخت	۱۵
۱-۶-۱-۳ تست تزریق	۱۵
۱-۶-۱-۴ تست Falloff	۱۶
۱-۶-۱-۵ تست Interference	۱۶
۱-۶-۱-۶ تست ساق مته	۱۶
فصل دوم: رژیم های جریان مختلف	۱۹
۱-۲-۱ رژیم های مختلف جریانی	۱۹
۲-۲-۱ شرایط اولیه (IC)	۱۹
۳-۲-۱ شرایط مرزی (BC)	۱۹
۴-۲ حل به روش عملکرد نامتناهی مخزن	۲۰
۵-۲ حل مساله به صورت شبه پایدار و پایدار	۲۰
۶-۲ حل مساله به صورت شبه پایدار	۲۰
۷-۲ حل مساله به صورت پایدار	۲۰
۸-۲ خلاصه	۲۰
فصل سوم: مبانی جریان سیال در محیط های متخلخل	۲۳
۱-۳-۱ مقدمه	۲۳
۲-۳-۱ مدل مخزن ایده آل	۲۳
۱-۲-۳-۱ معادله نفوذ برای سیالات با تراکم پذیری کم	۲۴
۲-۲-۳-۲ معادله نفوذ برای سیالات تراکم پذیر	۲۹
۳-۲-۳-۱ معادله نفوذ به صورت متغیرهای شبه فشار و شبه زمان	۳۰
۳-۲-۳-۲ حل معادله نفوذ	۳۱

۳۱	۱-۳-۳ مخزن سیلندری شکل محدود
۳۲	۲-۳-۳ مخزن سیلندری شکل با چاهی که در آن $r_w = 0$ فرض می‌شود
۳۷	۳-۳-۳ مخزن سیلندری شکل و محدود با جریان شبه پایدار
۴۰	۴-۳-۳ معادلات حرکت سیال برای مخازن با شکل هندسی کلی
۴۳	۵-۳-۳ جریان دایره‌ای در مخزن نامتناهی همراه با ذخیره دهانه چاه
۴۸	۶-۳-۳ معادله نفوذ دایره‌ای شکل با ذخیره دهانه چاهی
۴۹	۴-۳ شعاع بررسی
۵۴	۵-۳ قانون جمع آسان
۵۸	۶-۳ تقریب Horner
۶۰	۷-۳ حل Van Everdingen - Hurst برای معادله نفوذ
۶۰	۱-۳ تولید با دبی ثابت - در مرز خارجی جریانی وجود ندارد
۶۳	۱-۱-۷-۳ فشار ثابت در مرز خارجی مخزن
۶۴	۷-۳ تولید با فشار چاهی ثابت
۶۷	۸-۳ خلاصه
۶۹	کتاب فصل چهارم: تست‌های جریانی
۶۹	۱-۴ مقدمه
۶۹	۲-۴ تست‌های افت فشار
۷۸	۳-۴ تست‌های چند جریانی
۸۰	۱-۲-۴ تست ساخت فشار با دبی ثابت
۸۱	۲-۲-۴ تست ساخت فشار با دو دبی مختلف
۸۲	۳-۲-۴ تست ساخت فشار با $(n-1)$ جریان دبی مختلف
۸۳	۴-۲-۴ تست جریانی با دو دبی مختلف
۸۸	۵-۲-۴ تست n جریانی
۹۳	کتاب فصل پنجم: مبانی تست‌های چند جریانی
۹۳	۱-۵ تست دو جریانی
۱۰۰	۲-۵ تست چند جریانی
۱۰۹	کتاب فصل ششم: موارد عملی از تشخیص مرز یا دیوار به وسیله آزمایش ساخت فشار
۱۱۰	۱-۶ نتیجه‌گیری
۱۱۰	کتاب فصل هفتم: تست‌های ساخت فشار
۱۱۵	۱-۷ تست‌های ساخت فشار
۱۲۰	۲-۷ بررسی ساخت فشار مانند افت فشار
۱۲۰	۱-۲-۷ فشار متوسط مخزن
۱۲۲	۲-۲-۷ سطح یا حدود فشار در اطراف لایه
۱۲۲	۳-۲-۷ فشار اولیه مخزن
۱۲۳	۴-۲-۷ فشار مساحت تخلیه شده مخزن
۱۲۷	۳-۷ ضریب شکلی برای مخازن

کتاب فصل هشتم: بررسی رفتار غیرمتعارف تست ساخت فشار.....	۱۳۹
کتاب فصل نهم: تأثیر شرایط دهانه چاه بر روی داده‌های تست ساخت فشار.....	۱۳۳
۱-۹ مقدمه.....	۱۳۳
۲-۹ تغییر ذخیره دهانه چاهی.....	۱۳۳
کتاب فصل دهم: تحلیل به کمک مشتق‌گیری بدون استفاده از گراف‌های نمونه.....	۱۴۳
۱-۱۰ چکیده.....	۱۴۳
۲-۱۰ مقدمه.....	۱۴۴
۳-۱۰ تطبیق به کمک نمودارهای نمونه (روش قدیمی).....	۱۴۴
۴-۱۰ تحلیل به کمک مشتق‌گیری (روش جدید).....	۱۴۵
۱-۱۱ ذخیره حجمی دهانه چاه.....	۱۴۶
۲-۴-۱۱ جریان خطی داخل شکاف.....	۱۴۶
۳-۴-۱۱ جریان دایره‌ای.....	۱۴۶
۴-۴-۱۱ جریان شعاعی-کنال.....	۱۴۷
۵-۴-۱۰ رژیم جریان به پیرامون.....	۱۴۷
۶-۴-۱۰ ضریب پوست.....	۱۴۷
۷-۴-۱۰ ساخت فشار.....	۱۴۷
۵-۱۰ مشتق‌گیری اولیه فناری PD.....	۱۴۸
۶-۱۰ نتیجه‌گیری.....	۱۴۹
کتاب فصل یازدهم: چاه‌های شکافدار.....	۱۵۱
۱-۱۱ چاه‌های شکافدار.....	۱۵۱
۲-۱۱ شکاف با هدایت محدود.....	۱۵۲
۳-۱۱ شکاف با هدایت نامحدود.....	۱۵۴
۴-۱۱ شکاف با دبی یکنواخت.....	۱۵۴
کتاب فصل دوازدهم: مخازن شکافدار طبیعی.....	۱۵۷
۱-۱۲ اصل و ریشه شکافها.....	۱۵۸
۲-۱۲ مروری بر مفاهیم مدل‌های ارائه شده.....	۱۶۱
۱-۲-۱۲ مدل Warren & Root.....	۱۶۱
۲-۲-۱۲ رفتار تخلخل دوگانه.....	۱۶۱
۳-۲-۱۲ تخمین پارامترهای تخلخل دوگانه از روی نمودار مشتق.....	۱۶۱
۴-۲-۱۲ نمودار مشتق.....	۱۷۱
کتاب فصل سیزدهم: تست مخازن چند لایه و ترکیبی.....	۱۷۳
۱-۱۳ مخازن چند لایه (Commingle).....	۱۷۵
۲-۱۳ مخازن با جریان بین لایه‌ای.....	۱۷۸
۳-۱۳ مخازن ترکیبی.....	۱۷۹

کتاب فصل چهاردهم: پیشرفت‌هایی در زمینه تحلیل کامپیوتری چاه‌آزمایی ۱۸۱

۱-۱۴ مقدمه ۱۸۱

۲-۱۴ خلاصه ۱۸۲

۳-۱۴ روش‌ها ۱۸۳

۴-۱۴ دی کانولوشن (Deconvolution) ۱۸۴

۵-۱۴ مشتق فشاری ۱۸۷

۱-۵-۱۴ نمودار مشتق برای تست‌های ساخت فشار ۱۸۸

۶-۱۴ تعداد و فراوانی داده‌ها ۱۹۱

۷-۱۴ تغییر سطح مینا ۱۹۲

۸-۱۴ تشخیص مدل ۱۹۳

۹-۱۴ رگرسیون غیرخطی ۱۹۵

۱۰-۱۴ فواصل ناز ۱۹۸

۱۱-۱۴ بررسی‌ها در کیفیت و عمل ۲۰۲

کتاب فصل پانزدهم: چاه‌آزمایی مخازن گازی ۲۰۳

۱-۱۵ مقدمه ۲۰۳

۲-۱۵ شبه فشار و شبه مخازن گازی ۲۰۳

۱-۲-۱۵ محاسبات شبه فشار ۲۰۵

۳-۱۵ استفاده از شبه فشار نرمالایز شده جهت تحلیل ۲۰۷

۱-۳-۱۵ استفاده از شبه فشار جهت تهیه تحلیل‌های اضافی ۲۰۸

۴-۱۵ ضریب پوسته وابسته به دبی ۲۰۹

کتاب فصل شانزدهم: چاه‌آزمایی چاه‌های افقی ۲۱۳

۱-۱۶ مقدمه ۲۱۳

۲-۱۶ رژیم‌های جریان چاه‌های افقی ۲۱۴

۱-۲-۱۶ اولین رژیم دایره‌ای ۲۱۵

۲-۲-۱۶ دومین جریان دایره‌ای ۲۱۷

۳-۲-۱۶ رژیم جریانی خطی در زمان میانی ۲۱۷

۴-۲-۱۶ سومین رژیم جریانی دایره‌ای ۲۱۸

۳-۱۶ مرز با فشار ثابت ۲۱۹

۱-۳-۱۶ تحلیل نتایج ۲۲۱

۴-۱۶ مخازن شکافدار ۲۲۱

۵-۱۶ مخازن چند لایه‌ای ۲۲۱

۶-۱۶ نتیجه‌گیری ۲۲۳

کتاب فصل هفدهم: روش عملی و سیستماتیک تحلیل چاه‌آزمایی چاه افقی ۲۲۵

۱-۱۷ مقدمه ۲۲۵

۲-۱۷ تحلیل به صورت مجزا ۲۲۵

۱-۲-۱۷ معایب و مزایای تحلیل به صورت مجزا ۲۲۶

۲۲۷	۳-۱۷ مدل جامع
۲۲۸	۱-۳-۱۷ مزیت‌ها و محدودیت‌ها
۲۲۹	۴-۱۷ ایده پیشنهادی
۲۲۹	۵-۱۷ هنر تحلیل چاه‌آزمایی
۲۳۴	۶-۱۷ نتیجه‌گیری
۲۳۵	فصل هجدهم: تأثیرات دهانه چاه
۲۳۵	۱-۱۸ مقدمه
۲۳۵	۲-۱۸ دینامیک دهانه چاهی
۲۳۶	۳-۱۸ ورود و خروج مایع
۲۴۲	۴-۱۸ توزیع مجدد فازها
۲۴۴	۵-۱۸ پاک‌سازی دهانه چاه و اطراف دهانه چاه
۲۴۵	۶-۱۸ متلاطم‌سازی، بیرون‌کشش و ساخت فشار
۲۴۷	۷-۱۸ مسدود شدن چاه (Plugging)
۲۴۸	۸-۱۸ تأثیرات کنتورهای
۲۴۹	۹-۱۸ تأثیرات ناشی از
۲۵۰	۱۰-۱۸ نتیجه‌گیری
۲۵۳	فصل نوزدهم: مشتق رویه فرسایشی، زار جدید تحلیل چاه‌آزمایی
۲۵۳	۱-۱۹ مقدمه
۲۵۳	۲-۱۹ فرضیات
۲۵۵	۳-۱۹ تنوری
۲۵۷	۴-۱۹ مدل‌ها
۲۵۷	۵-۱۹ نتیجه‌گیری
۲۶۶	۶-۱۹ بحث و بررسی نتایج
۲۶۷	۷-۱۹ افزایش در PPD
۲۶۸	۱-۷-۱۹ PPD به عنوان یک وسیله تشخیص
۲۶۹	۸-۱۹ نتیجه‌گیری
۲۷۱	ضمیمه
۲۷۴	منابع

مقدمه

داوند بزرگ را شاکریم که لطف و کرم لایزال او همیشه و در همه وقت شامل حال ما بود. چنانچه هدایت او در تمامی لحظات زندگی رهنمای ماست.

این اثر حاصل سال‌ها تلاش نگارندگان آن است که بیش از یک دهه تجربه کاری در صنعت داشته و سال‌ها مشاغل در دانشگاه‌ها تدریس نموده‌اند.

این کتاب برای نیازهای جامعه علمی مهندسان نفت و شیمی و کمبود جدی این نوع منابع تهیه شده است. تلاش نگارندگان بر این بوده که علاوه بر استفاده از منابع علمی معتبر در بحث چاه‌آزمایی از تجربیات گوناگون چند ساله خود نیز استفاده نمایند و جنبه کاربردی مبحث چاه‌آزمایی را مورد بحث و بررسی قرار دهند.

امیدواریم این اقدام ناچیز نیاز روزافزون جامعه علمی کشور را به این موضوع برآورده نماید.

در ضمن از کسانی که این مجموعه را مطالعه می‌کنند خواهشمندیم نظر و پیشنهادات اصلاحی خود را اعلام نمایند تا در چاپ‌های بعدی مدنظر قرار گیرد.

با تشکر