
مبانی چاه آزمایی مخازن

تألیف

محمد بازوند، محسن شبیبی، علی خاکی

سرشناسه : بازوند، محمد، ۱۳۷۲-

عنوان و نام پدیدآور : مبانی چاه آزمایی مخازن / تألیف محمد بازوند، محسن شبیبی، علی خاکی.

مشخصات نشر : تهران: نشر اساتید دانشگاه، ۱۴۰۱.

مشخصات ظاهری : ۱۷۸ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک : 978-622-5880-42-9

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۵۲-۱۷۸.

موضوع : چاه‌های نفت -- آزمایش‌ها Oil wells – Testing

چاه‌های گاز -- آزمایش‌ها Gas wells – Testing

شناسه افزوده : شبیبی، محسن، ۱۳۶۹-

شناسه افزوده : خاکی، علی، ۱۳۴۳ -

رده بندی کنگره : TN۸۷۱

رده بندی دیویی : ۶۲۲/۲۳۸۲

شماره کتابشناسی ملی : ۸۱۴۰۳۹۲

اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

انتشارات اساتید دانشگاه

عنوان : مبانی چاه آزمایی مخازن

تألیف : محمد بازوند، محسن شبیبی، علی خاکی

ناشر: اساتید دانشگاه

شابک : 978-622-5880-42-9

نوبت چاپ : چاپ اول / بهار ۱۴۰۱

تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه ■ حروفچینی: زیتون / ۶۶۴۳۳۸۰۸

لیتوگرافی: باختر / ۶۶۹۵۴۱۴۳ ■ چاپ: فرشویه / ۵۵۴۲۸۱۷۳ ■ صحافی: جوان / ۳۳۴۵۲۹۶۷

قیمت: ۹۵۰۰۰۰ ریال

به محض حفر یک چاه در درون مخزن و آغاز استخراج سیال درون آن، تغییراتی در پارامترهای مخزنی مانند فشار، حجم سیال درون مخزن، گرانیوی سیال و ... ایجاد می‌شود. تغییر پارامترهای مخزن باعث تغییر رفتار مخزن مانند چگونگی فاز سیال‌های گاز و مایع درون مخزن، در نتیجه چگونگی فازهای سیال استخراج‌شده، میزان دبی و... می‌شود. بنابراین با گذشت زمان و ادامه برداشت از مخزن، رفتار مخزن تغییر می‌کند.

بنابراین با گذشت زمان و ادامه برداشت از مخزن، رفتار مخزن تغییر کند. در واقع پارامترهای مخزن به نوعی تابع زمان هستند. عملیات چاه آزمایی (Well Testing) تجزیه و تحلیل رفتار مخزن و چاه بر اساس زمان است؛ نتایج حاصل از آن می‌تواند تأثیر زیادی در تشخیص مقدار واقعی پارامترهای مخزنی داشته باشد. از این رو چاه آزمایی یکی از مهم‌ترین ابزارهای مهندسان نفت برای شناخت مخزن نفتی محسوب می‌شود. به دست آوردن مقدار واقعی این تغییرات نقش عمده‌ای در ایجاد یک مدل دقیق و به‌روز از مخزن دارد.

در سال ۱۹۵۰ چاه آزمایی به عنوان ابزاری برای شناخت رفتار واقعی مخزن در قبال تغییرات ایجاد شده در درون چاه وارد مهندسی نفت شد. مخزن نفت محیطی ناشناخته و بسیار ناهمگن است که تشخیص دقیق آن عملاً امکان‌پذیر نیست. با توجه به ویژگی‌های کلی مخزن، مدل‌های ریاضی اولیه‌ای برای تفسیر رفتار مخزن و چگونگی حرکت سیال در درون محیط‌های متخلخل مختلف از جمله محیط متخلخل مخازن شکافدار، وجود دارد. این مدل‌ها که اصطلاحاً مدل‌های ایده آل گفته می‌شوند، تاندازهای توانایی پیش‌بینی رفتار واقعی مخزن را دارند. پارامترهای مدل را باید پس از تطبیق با رفتار مخزن اصلاح کنند تا رفتار مدل، رفتار واقعی مخزن را نشان دهد. پس از انجام هر آزمایش، روی مخزن واقعی، اطلاعات فشار و زمان را روی نمودارهایی (مختصات لگاریتمی، شبه لگاریتمی یا دکارتی) پیاده کرده و آن را بر اساس نمودارهای مدل‌های اولیه تفسیر می‌کنند و اطلاعاتی مانند نوع رژیم جریان (خطی، شعاعی، کره‌ای)، مساحت مخزن و ... غیره را به دست آورند.

در حدود سال‌های ۱۹۷۰ به بعد، محققین با ارائه کردن نمودارهای مدل‌های (type curves) فشار در برابر زمان، به تشخیص حالت‌های کلی شکل مخزن پرداختند که در تفسیر نمودارهای چاه آزمایی نقش بسیار زیاد و مهمی دارند.

نمودارهای مدل نسبت به روش قبلی، جزئی‌تر و دقیق‌تر بوده و حالت‌های بیشتری را نشان می‌دهند، از این رو برای متخصصان حوزه نفت و گاز این امکان ایجاد می‌شود که با اخذ اطلاعات مخزن و پیاده کردن داده‌های مربوط به آزمایش روی نمودار، نمودار به دست آمده از مخزن واقعی را با نمودارهای مدل (type curves) منطبق کرده و بر اساس آن پارامترهای دیگر مهندسی مخزن (نفوذپذیری، ضریب پوسته و...) را به دست آورد و یا در حالت عدم انطباق کامل با نمودارهای مدل، برخی از پارامترهای نمودار مدل را تغییر داده تا بهترین نمودار بیان‌کننده‌ی حالت واقعی مخزن را شناسایی کند.

پس از این برای افزایش دقت، روش استفاده از نمودارهای مشتق (نمودار مشتق فشار در برابر زمان) ارائه شد. در واقع نمودارهای مشتق نیز یک نوع نمودار مدل هستند که محاسبات مهندسی بر اساس آن‌ها بیشتر، در تأیید و تکمیل نتایج به دست آمده از نمودارهای مدل (type curves) معمولی بکار می‌رود. امروزه روش‌های مدرن‌تری در حال گسترش می‌باشند که Deconvolution نامیده می‌شوند.

فهرست

۱۶	فصل اول مفاهیم و مبانی چاه آزمایشی
۱۶	۱. مقدمه
۱۶	۲. نفوذپذیری یا تراوایی (Permeability)
۱۶	۳. قانون دارسی
۱۶	۴. تراکم‌پذیری
۱۷	۱.۴. سیالات تراکم ناپذیر و کم تراکم پذیر
۱۸	۲.۴. سیالات تراکم پذیر
۱۹	۵. هندسه مخزن
۱۹	۱.۵. جریان شعاعی
۲۰	۲.۵. جریان خطی
۲۰	۳.۵. جریان کروی یا نیمه کروی
۲۱	۶. حرکت سیال درون محیط متخلخل
۲۲	۷. مرزهای مخزن
۲۲	۱.۷. مرز داخلی
۲۳	۲.۷. مرز بیرونی
۲۳	۸. انواع آزمایشهای رایج در چاه آزمایشی مخازن نفتی و گازی
۲۵	فصل دوم عوامل مؤثر بر چاه آزمایشی
۲۶	۱. معادله انتشار
۲۷	۲. اعداد بی بعد
۲۸	۳. انواع حالت‌های جریان
۲۸	۱.۳. حالت جریان پایدار (steady state flow)
۲۹	۲.۳. حالت جریان شبه پایدار (Pseudo-steady state flow)
۳۰	۳.۳. حالت جریان ناپایدار (گذرا) (un-steady state flow)
۳۱	۴. انبارش دهانه چاه (wellbore storage)
۳۵	۵. پوسته Skin
۳۸	۱.۵. اثر ذخیره چاه و اثر پوسته

۸	۲.۵. اثر پوسته با توجه به حالت چاه
۹	۳.۵. اثر پوسته به معادلات جریان
۰	۶. شعاع ظاهری یا شعاع مؤثر
۱	۷. شعاع بررسی
۲	۸. شاخص تولید (ضریب بهره‌دهی)
۲	۱.۸. ضریب بهره‌دهی در طول دوره عملکرد به صورت نامحدود
۳	۲.۸. ضریب بهره‌دهی در طول دوره جریانی شبه پایدار
۴	۱.۹. اصل برهم‌نهی (superposition)
۵	۱.۹. تأثیر وجود چند چاه
۵	۲.۹. تأثیر مرز مخزن
۷	۳.۹. تأثیر تغییرات دبی
۹	فصل سوم آزمایش‌های مرسوم چاه آزمایشی
۰	۱. تفسیر آزمایش افت فشار (Draw down)
۴	۱.۱. نمودار کاهش فشار در ناحیه LTR
۵	۲.۱. ناحیه جریان شبه پایدار
۹	۲. تفسیر آزمایش ساخت فشار (Build up)
۰	۱.۲. روش‌های آنالیز آزمایش ساخت فشار
۰	۱.۱.۲. روش هورنر
۶	۲.۱.۲. تفسیر نمودار با استفاده از روش MDH
۹	۲.۲. بررسی ناحیه‌های ETR، MTR و LTR
۷	۱.۲.۲. ناحیه اول مربوط به ETR (Early Time Region)
۷	۲.۲.۲. ناحیه دوم مربوط به MTR (Middle Time Region)
۷	۳.۲.۲. ناحیه سوم مربوط به LTR (Late Time Region)
۳	۳.۲. انواع مرزهای مخزن
۳	۱.۳.۲. گسل نفوذناپذیر
۵	۲.۳.۲. مرز بسته (مرز بدون جریان)
۵	۳.۳.۲. مرز فشار ثابت

۷۷	فصل چهارم محاسبه فشار متوسط مخزن
۷۸	۱. مقدمه
۷۸	۲. روش MBH
۸۱	۳. روش MDH
۸۳	۴. روش اصلاح شده muskat
۸۴	۵. روش ramy-cobb
۸۵	۶. روش dietz
۸۷	فصل پنجم روش‌های چاه آزمایشی
۸۸	۱. چاه آزمایشی مخازن گازی
۹۲	۱.۱. آزمایش کاهش فشار برای مخازن گازی
۹۳	۲.۱. آزمایش ساخت فشار برای مخازن گازی
۹۳	۳.۱. Flow after Flow آزمایش
۹۵	۴.۱. Isochronal آزمایش
۹۷	۵.۱. modified Isochronal آزمایش
۹۸	۲. چاه آزمایشی مخازن نفتی
۹۸	۱.۲. Pressure build-up آزمایش
۹۹	آزمایش Pressure draw-down
۹۹	۳.۲. Multiple Flow Test
۱۰۰	۴.۲. Reservoir Limit Test
۱۰۲	۵.۲. Injection test
۱۰۳	۱.۵.۲. Injectivity test
۱۰۴	۲.۵.۲. Injection build up or full off test
۱۰۵	۶.۲. Multi Well Interference
۱۰۶	۱.۶.۲. Interference test
۱۰۶	۲.۶.۲. Pulse test
۱۱۰	۷.۲. Drill Stem Test
۱۱۷	فصل ششم چاه آزمایشی مخازن شکاف دار

۱۱۸	.....	۱. مخازن شکافدار طبیعی
۱۲۰	.....	۲. مدل تخلخل دوگانه
۱۲۲	.....	۳. نمودار ساخت فشار و کاهش فشار برای مخازن شکافدار
۱۲۶	.....	۴. روش بوردت و گرین کارتن
۱۲۷	.....	۵. مدل تراوایی دوگانه
۱۲۷	.....	۶. شکاف های هیدرولیکی
۱۲۸	.....	۱.۶. شکاف خطی
۱۲۹	.....	۲.۶. Bilinear جریان
۱۳۰	.....	۳.۶. جریان خطی سازند
۱۳۱	.....	۴.۶. Elliptical جریان
۱۳۲	.....	۵.۶. جریان شبه شعاعی
۱۳۳	.....	فصل هفتم تفسیر داده های چاه آزمایشی به کمک نمودار
۱۳۴	.....	۱. نمودار های type curve
۱۳۴	.....	۱.۱. Ramey's type curves
۱۳۵	.....	۲.۱. Earlougher kirsch's type curves
۱۳۶	.....	۳.۱. MC Kinley's type curves
۱۳۷	.....	۴.۱. Gringarten's type curves
۱۳۸	.....	۵.۱. Fetkovich's type curves
۱۳۸	.....	۲. تفسیر نمودار مشتق فشار
۱۴۰	.....	۱.۲. نحوه تغییرات منحنی مشتق فشار با توجه به انباشتگی چاه (C) و پوسته (S)
۱۴۲	.....	۲.۲. نحوه تغییرات منحنی مشتق فشار با توجه به نوع جریان در مخزن
۱۴۲	.....	۱.۲.۲. جریان شعاعی
۱۴۳	.....	۲.۲.۲. جریان خطی
۱۴۴	.....	۳.۲.۲. جریان دوسویه
۱۴۴	.....	۴.۲.۲. جریان کروی
۱۴۵	.....	۵.۲.۲. تفسیر نمودار مشتق فشار برای چاه شکافدار با ضریب هدایت نامحدود
۱۴۶	.....	۶.۲.۲. تفسیر نمودار مشتق فشار برای چاه شکافدار با ضریب هدایت نامحدود