

شکست هیدرولیک، در سازه‌های هیدروکربنی متعارف
از دیدگاه مهندسی ژئومکانیک نفت

□ تالیف: - دکتر کامران گشتاسبی (دانشیار دانشگاه تربیت مدرس)

- روح اله بصیرت (دانشجوی دکتری مکانیک نفت، دانشگاه تربیت مدرس)





چاپ این کتاب، پس از داوران، در هشتادمین جلسه شورای نشر پژوهشگاه صنعت نفت، مورخ ۱۳۹۷/۴/۱۱، تصویب و رسیده.

تهران: بلوار غربی مجموعه ورزشی آزادی، پژوهشگاه صنعت نفت
 صندوق پستی: ۱۳۷-۱۴۶۶۵
 تلفن: ۰۲۱-۴۸۲۵۲۰۱ دورنگار: ۴۴۷۳۹۵۴
 E-mail: nashr@ripa.ir www.ripa.ir
 وب سایت پژوهشگاه:

نام کتاب: شکست هیدرولیکی در مخازن هیدروکربنی متعارف از دیدگاه مهندسی نفت
تألیف: دکتر کامران گشتاسبی و روح اله بصیرت

ناشر: پژوهشگاه صنعت نفت
چاپ اول: تابستان ۱۳۹۸
قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۳۱-۱۴-۲

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	پیش‌گفتار ناشر
	پیش‌گفتار مترجمین
۱۵	فصل ۱: ژئومکانیک در مهندسی مخازن هیدروکربنی
۱۷	۱-۱ مقدمه
۱۸	۲-۱ روش‌های ازدیاد برداشت
۱۹	۱-۲-۱ تزریق گاز
۲۰	۲-۲-۱ تزریق آب
۲۱	۳-۲-۱ روش حرارتی
۲۱	۴-۲-۱ روش تزریق مواد شیمیایی و یا فوم
۲۲	۵-۲-۱ روش میکروبی (بیولوژی)
۲۲	۶-۲-۱ استفاده از فناوری نانو
۲۲	۷-۲-۱ افزایش برداشت با دی اکسید کربن
۲۳	۸-۲-۱ تحریک مخازن توسط شکست هیدرولیکی
۲۴	۳-۱ موارد ویژه
۲۵	۱-۳-۱ بررسی پایداری چاه
۲۸	۲-۳-۱ تعیین حداقل و حداکثر فشار گل حفاری
۲۸	۳-۳-۱ تولید ماسه
۳۰	۴-۳-۱ ذخیره سازی زیرزمینی
۳۱	۵-۳-۱ یکپارچگی پوش سنگ
۳۳	فصل ۲: مقدمه‌ای بر فرایند شکست هیدرولیکی
۳۵	۱-۲ مقدمه
۳۶	۲-۲ روش و تجهیزات شکست هیدرولیکی

صفحه	عنوان
۳۸	۳-۲ مروری بر تاریخچه شکست هیدرولیکی
۳۹	۴-۲ مفاهیم اولیه در ارتباط با فرآیند شکست هیدرولیکی
۳۹	۱-۴-۲ تعریف شکست
۴۱	۲-۴-۲ هدف از ایجاد شکست
۴۱	۱-۲-۴-۲ عبور از نواحی آسیب دیده
۴۱	۲-۲-۴-۲ افزایش تولید مخزن
۴۱	۳-۲-۴-۲ تغییر روند جریان سیال داخل سازند
۴۲	۵-۲ گسترش شکست
۴۲	۶-۲ دل‌های فشار شکست
۴۲	۶-۲ مدل هوبرت-ویلبریس
۴۳	۲-۶-۲ مدل سون-کلی
۴۴	۳-۶-۲ مدل ایتون
۴۵	۷-۲ منحنی واکنش چاه
۴۶	۸-۲ مکانیزم اندرکنش بین شکست هیدرولیکی و شکستگی‌های طبیعی
۴۸	۹-۲ عوامل تاثیر گذار بر فرآیند شکست هیدرولیکی و اثرگذاری آن‌ها
۴۸	۱-۹-۲ تنش زمین
۴۹	۲-۹-۲ مقاومت کششی سنگ
۴۹	۳-۹-۲ نسبت تخلخل
۵۰	۴-۹-۲ مدول یانگ
۵۱	۵-۹-۲ فشار منفذی
۵۱	۶-۹-۲ همسانگردی سنگ
۵۲	۷-۹-۲ ویسکوزیته و نرخ تزریق سیال
۵۳	۸-۹-۲ دلایل تغییر مقدار عوامل تاثیر گذار
۵۵	فصل ۳: تخمین پارامترهای ژئومکانیکی مخزن
۵۷	۱-۳ مقدمه
۵۹	۲-۳ تخمین پارامترهای الاستیک سنگ
۶۰	۳-۳ خصوصیات مکانیکی ماتریکس سنگ
۶۳	۴-۳ تبدیل پارامترهای دینامیکی به استاتیکی
۶۴	۵-۳ پارامترهای مقاومتی سنگ
۶۶	۶-۳ فشار منفذی
۶۶	۱-۶-۳ استفاده از نگار مقاومت الکتریکی

صفحه	عنوان
۶۶	۳-۶-۲ استفاده از داده‌های لرزه‌نگاری
۶۸	۳-۷ تنش‌های برجا
۷۱	فصل ۴: فرآیند طراحی شکست هیدرولیکی در مخازن هیدروکربنی
۷۳	۴-۱ مقدمه
۷۳	۴-۲ پارامترهای موثر در انتخاب چاه مناسب برای اجرای شکست هیدرولیکی
۷۸	۴-۳ مراحل طراحی میدانی فرآیند شکست هیدرولیکی
۷۹	۴-۳-۱ انتخاب سیال تزریق
۷۹	۴-۳-۲ انتخاب پروپانت
۸۰	۴-۳-۳ مخازن‌داری پروپانت
۸۱	۴-۳-۴ شکل پروپانت
۸۱	۴-۳-۳-۳ سیستم‌های پروپانت
۸۲	۴-۳-۳-۴ مقاومت پروپانت
۸۳	۴-۳-۳-۳ هدایت‌پذیری شکاف پروپانت
۸۵	۴-۳-۳-۴ غلظت پروپانت و نوع پروپانت
۸۵	۴-۳-۳-۴ انتقال پروپانت
۸۶	۴-۳-۳-۴ انتخاب پروپانت
۸۷	۴-۳-۳-۴ کنترل جریان برگشتی پروپانت
۸۸	۴-۳-۴ حداکثر فشار عملیات
۸۸	۴-۳-۴ انتخاب اندازه عملیات
۸۹	۴-۳-۶ پیش‌بینی تولید و آنالیز NPV
۸۹	۴-۴ عوامل تثبیت‌کننده شکستگی
۸۹	۴-۴-۱ ملاحظات تئوریک عوامل تاثیرگذار بر نفوذپذیری شکستگی
۹۰	۴-۴-۲ معیارهای لازم برای تعیین مکان مناسب برای شکستگی هیدرولیکی
۹۰	۴-۵ ترکیب سیالات شکست هیدرولیکی
۹۱	۴-۶ حفاری چاه افقی به همراه شکست هیدرولیکی چند مرحله‌ای
۹۳	۴-۷ روش‌های تحلیل شکاف پس از عملیات لایه شکافی
۹۳	۴-۷-۱ روش‌های مستقیم
۹۳	۴-۷-۱-۱ روش‌های مستقیم برون‌چاهی
۹۴	۴-۷-۱-۲ روش‌های مستقیم درون‌چاهی
۹۸	۴-۷-۳ روش‌های غیرمستقیم
۹۹	فصل ۵: شبیه‌سازی‌های آزمایشگاهی شکست هیدرولیکی

صفحه	عنوان
۱۰۱	۱-۵ مقدمه
۱۰۱	۲-۵ شکل‌های مختلف شکست هیدرولیکی
۱۰۱	۱-۲-۵ آزمایش شکستگی بسیار کوچک
۱۰۲	۲-۲-۵ آزمایش شکستگی کوچک
۱۰۲	۳-۲-۵ آزمایش شروع شکست (نشت) و آزمایش انتشار شکستگی
۱۰۳	۳-۵ فرآیند آزمایشگاهی با سلول سه محوری واقعی
۱۰۴	۴-۵ اثر ناپیوستگی‌ها بر فرآیند شکست هیدرولیکی
۱۱۵	فصل ۶: روش‌های تحلیلی در شکست هیدرولیکی
۱۱۷	۱-۶ مقدمه
۱۱۷	۲-۶ تنش‌ها
۱۲۰	۳-۶ فشار شمع شکست
۱۲۲	۴-۶ فشار بسترش شکست
۱۲۲	۵-۶ نفوذپذیری
۱۲۳	۶-۶ اندازه شکستگی
۱۲۳	۱-۶-۶ مدل شکست شعاعی
۱۲۴	۲-۶-۶ مدل‌های دو بعدی شکست
۱۲۵	۱-۲-۶-۶ مدل شکست کارتر
۱۲۶	۲-۲-۶-۶ مدل شکست PKN
۱۲۸	۳-۲-۶-۶ مدل شکست KGD
۱۳۰	۷-۶ مدل‌های شبه سه بعدی
۱۳۱	۱-۷-۶ مدل‌های سه بعدی شکست
۱۳۴	۸-۶ توصیف فیزیکی مسئله گسترش شکستگی
۱۳۶	۹-۶ معیارهای گسترش شکستگی برای شکست هیدرولیکی
۱۳۷	۱-۹-۶ راه حل معیار تنش مماسی بیشینه
۱۳۷	۲-۹-۶ راه حل نرخ آزاد شدن انرژی بیشینه
۱۳۸	۳-۹-۶ راه حل معیار چگالی انرژی کرنشی بیشینه
۱۳۹	۱۰-۶ بررسی فرآیند رشد ترک از دیدگاه مکانیک شکست
۱۴۳	۱۱-۶ انتشار شکستگی در سازندهای دارای ناپیوستگی طبیعی
۱۴۴	۱-۱۱-۶ معیار بلانتون
۱۴۶	۲-۱۱-۶ معیار وارپینسکی و توفل
۱۴۷	۳-۱۱-۶ معیار رنشاو و پولارد

صفحه	عنوان
۱۴۸	۴-۱۱-۶ معیار اصلاح شده رنشاو و پولارد
۱۵۰	۵-۱۱-۶ تعدیل مجدد معیار رنشاو و پولارد
۱۵۱	۱۲-۶ انتخاب مدل مناسب گسترش شکستگی
۱۵۳	فصل ۷: کاربرد روش های عددی در فرآیند شکست هیدرولیکی
۱۵۵	۱-۷ مقدمه
۱۵۶	۲-۷ معادلات حاکم بر شکست هیدرولیکی در مدلسازی عددی
۱۵۷	۳-۷ شبیه سازهای فرآیند شکست هیدرولیکی
۱۵۸	۴-۷ روش های پیوسته
۱۵۸	۱-۴-۷ روش تفاضل محدود یا حجم محدود
۱۶۲	۲-۴-۷ روش اجزای محدود
۱۶۲	۳-۴-۷ روش آرای محدود توسعه یافته
۱۶۴	۴-۴-۷ مدل شکست هیپو-ریکی بر پایه ناحیه چسبناک (معیار آسیب)
۱۶۶	۵-۴-۷ روش بدون مس
۱۷۴	۶-۴-۷ روش اجزای مرزی
۱۷۶	۷-۴-۷ روش ناپیوستگی - جابجایی
۱۷۹	۵-۷ روش های ناپیوسته
۱۷۹	۱-۵-۷ روش اجزای مجزا
۱۸۴	۲-۵-۷ روش ذرات متصل
۱۸۶	۳-۵-۷ تحلیل تغییر شکل ناپیوسته
۱۸۸	۶-۷ روش های ترکیبی
۱۹۴	۷-۷ انتخاب روش مدلسازی
۱۹۸	مراجع
۲۱۵	واژه نامه
۲۱۷	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۲۲۳	واژه نامه انگلیسی به فارسی

پیش‌گفتار ناشر

از زمان فوران اولین چاه نفت ایران و خاورمیانه در مسجد سلیمان و تولد صنعت نفت ایران بیش از صد سال می‌گذرد. از آن زمان که مردم تنها برای روشنایی از نفت خام استفاده می‌کردند تاکنون، که تقریباً در هر صنعتی ردپایی از نفت خام و فرآورده‌هایش دیده می‌شود، پژوهش‌گران مختلف در تمام زمینه‌ها، کاربردهای مربوط به نفت خام تحقیقات فراوانی انجام داده‌اند که پیشرفت‌های فناوری وسیع در زمینه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در پی داشته است. چگونگی ظهور و بروز فناوری و نحوه به‌کارگیری آن، مقدار تولید صنعت نفت را در آینده تعیین خواهد کرد.

تحقیق و پژوهش، در چند سالگی صنعت نفت ایران، بسیار جوان‌تر از این صنعت است و ما هنوز در گام‌های اولیه فعالیت‌ها، علمی در این صنعت هستیم. واضح است که پژوهش در صنعت نفت با بازدهی متناسب با تجربه و دانش تاریخی آن حرکت نکرده است و صد افسوس که مشکلات و ویژگی‌های آن به خوبی شناخته شده‌اند. خلصت‌هایی همچون زمان‌بر بودن، هزینه‌بر بودن، ریسک‌پذیری، کیفیت نه چندان مطلوب، مشکلات عدم تأمین مالی به موقع و عدم وجود ضمانت‌های لازم از مولفه‌های ذاتی نهفته در پژوهش‌اند.

به رغم وجود این چالش‌های سنگین، تعامل مستقیم پژوهش و فناوری می‌تواند اقتدار و توسعه واقعی فناوری و مدیریت دانش را در صنعت نفت به همراه داشته باشد به این خاطر مرکز نشر پژوهشگاه صنعت نفت، با بهره‌گیری از خرد جمعی نخبگان ملی و حتی کشور در بخش پژوهش و فناوری و نیز توسعه ارتباط با مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی معتبر داخلی و خارجی و مشارکت با آنان برای توسعه رشته‌ها و علوم و فنون وابسته به صنعت نفت و در راستای انجام پروژه‌ها و طرح‌های توسعه‌ای و انتشار کتب علمی - آموزشی و پژوهشی، گامی بلند در رسیدن به این هدف برمی‌دارد.

کتاب پیش رو با عنوان «شکست هیدرولیکی در مخازن هیدروکربنی متعارف» از دیدگاه مهندسی ژئومکانیک نفت، تألیف آقایان دکتر کامران گشتاسبی و روح‌اله بصیرت، یکی دیگر از مجموعه انتشارات جدید پژوهشگاه است که با هدف توسعه دانش در صنعت نفت منتشر می‌شود و امید است مورد استفاده پژوهش‌گران و دانشجویان محترم قرار گیرد.