

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هیدروآئرومکانیک کاربردی در حفاری نفت و گاز

یوگینی لئونوف / والری عیسایف

www.ketab.ir

مترجم:

علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه	: لنونوف، لنونید، ۱۸۹۹ - م.
عنوان و نام پدیدآور	: Leonov, Leonid
وضعیت ویراست	: هیدروآنرومکانیک کاربردی در حفاری نفت و گاز / یوگینی لنونوف، والری عیسایف؛ ترجمه علی اکبر رحمانی؛ ویراستار شهره کریمی.
مشخصات نشر	: [ویراست ۲].
مشخصات ظاهری	: قزوین: آلائی اندیشه، ۱۴۰۳.
شابک	: م، ۵۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	: ۳۶۵۰۰۰۰ ریال: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۱۸-۸۴۰-۱
یادداشت	: فیا
یادداشت	: چاپ اول: ۱۳۹۳ (فیا).
یادداشت	: چاپ دوم.
یادداشت	: واژنامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۴۷۹ - ۴۸۴.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: چاه‌های نفت -- حفاری Oil well drilling چاه‌های گاز -- حفاری Gas well drilling هیدرولیک Hydraulics
شناسه افزوده	: ایسایف
شناسه افزوده	: Isaev, V. I.
شناسه افزوده	: رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ -، مترجم
رده بندی کنگره	: TN 871/2
رده بندی دیویی	: ۶۲۲/۳۳۸۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۸۰۹۸۴۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیا

هیدروآنرومکانیک کاربردی در حفاری نفت و گاز

- مترجم: علی اکبر رحمانی
ناشر: آلائی اندیشه
ویراستار: شهره کریمی
طراح جلد: مهندس کمیل رحمانی
لیتوگرافی، چاپ و صفحه‌آرایی: افق بی‌پایان
تیراژ: ۵۰ نسخه
نوبت چاپ: دوم، ۱۴۰۳
قیمت: ۳۶۵۰۰۰ تومان
مرکز پخش ۱: قزوین، شهرک ملاصدرا، اندیشه ۴، پلاک ۲۰. تلفن: ۰۲۸-۳۳۶۶۶۱۱۵
همراه: ۰۹۱۲-۴۸۱۷۲۹۸
مرکز پخش ۲: تهران، نبش خیابان وحید نظری، پلاک ۱۴۲. تلفن: ۶۶۴۰۰۱۴۴

فهرست مطالب

- فصل ۱. نتایج و خطوط اصلی توسعه‌ی هیدرو – آثر مکانیک فرایندهای حقّاری ۱
- فصل ۲. مسایل اصلی هیدرو – آثر مکانیک در فرایندهای حقّاری ۴
- فصل ۳. محیط‌های چندفازی در فرایندهای حقّاری ۸

فصل ۴. معادلات هیدرو – آثر مکانیکی فرایندهای حقّاری

- ۴-۱- معادله‌ی پایستگی جرم ۱۶
- ۴-۲- معادله‌ی تکانه (حرکت) ۱۸
- ۴-۳- معادلات حالات ترمودینامیکی ۲۸
- ۴-۴- معادلات حالت سیال‌شناسی ۳۰
- مسأله‌ی ۴-۴-۱ ۳۶
- ۴-۵- معادله‌ی غلظت‌ها ۳۹
- ۴-۶- فرمول بندی مسایل هیدرو – آثر مکانیکی برای فرایندهای حقّاری ۴۰
- ۴-۶-۱- جریان‌های محوری در لوله‌ها و فضای حلقوی (annulus) (طوق) ۴۰
- ۴-۶-۲- جریان‌هایی که به وسیله‌ی دوران لوله‌ها و دیوارهای فضای حلقوی به وجود می‌آیند ۴۲
- ۴-۶-۳- جریان شعاعی در شکاف دایره‌ای ۴۳
- ۴-۶-۴- جریان‌ها در لوله‌ها و فضای حلقوی ۴۵
- ۴-۶-۵- جریان در شکاف دایره‌ای ۴۹

فصل ۵. هیدروستاتیک سیالات تک‌فازی و مخلوط‌های دوفازی در میدان ثقلی

- ۵-۱- هیدروستاتیک سیالات تک‌فازی ۵۳
- ۵-۲- هیدروستاتیک سیال تراکم‌پذیر ۵۴
- مسأله‌ی ۵-۲-۱ ۵۶
- ۵-۳- هیدروستاتیک سیال تراکم‌پذیر تک‌فازی (گاز) ۵۶
- مسأله‌ی ۵-۳-۱ ۵۷

- ۵-۹. افت فشار در مته‌های توربینی ۲۴۶
- ۶-۹. محاسبه‌ی فشار در لوله‌ها در جریان مغشوش عمودی رو به پایین مخلوط گاز - مایع ۲۴۸
- ۷-۹. روش محاسبه‌ی توزیع و فشار پمپ‌ها و کمپرسورها در حقاری ۲۵۱
- مسأله‌ی ۱-۷-۹ ۲۵۸
- ۸-۹. تأثیر انحلال‌پذیری گاز در سیال بر روی فشار مخلوط در چاه ۲۶۴
- مسأله‌ی ۲-۸-۹ ۲۶۵

فصل ۱۰. جریان‌های نائبات سیالات تک‌فاز در یک چاه

- ۱-۱۰. معادلات جریان‌های تک‌فاز نائبات ۲۷۱
- ۲-۱۰. جریان‌های نائبات سیال تراکم‌ناپذیر در عملیات رفت (به چاه) و برگشت (از چاه) ۲۷۵
- ۳-۱۰. فشار هیدرودینامیکی در عملیات رفت و برگشت در چاهی که با سیال وشکسان پر شده است ۲۷۸
- ۴-۱۰. فشار هیدرودینامیک که در پایین فرستادن ساقه‌ی مته در چاه پر از سیال وشکسان - موم‌سان تولید می‌شود ۲۹۰
- ۵-۱۰. مثال‌هایی از محاسبه‌ی فشار در عملیات حرکت رفت و برگشت ۲۹۴
- مسأله‌ی ۱-۵-۱۰ ۲۹۴
- مسأله‌ی ۲-۵-۱۰ ۲۹۹
- ۶-۱۰. جریان سیال نائبات در چاهی به صورت فرایند موج (wave process) ۳۰۱
- ۷-۱۰. محاسبه‌ی فشار در خراب شدن لوله‌ی فرعی ایمنی (safety bypass) ۳۰۶
- مسأله‌ی ۱-۷-۱۰ ۳۰۶
- ۸-۱۰. محاسبه‌ی فشار در بازیافت گردش سیال در چاه ۳۱۳
- مسأله‌ی ۱-۸-۱۰ ۳۱۳
- ۹-۱۰. محاسبه‌ی فشار در چاه در نصب حفاظ ساچمه بر روی نشیمنگاه (حلقه‌ی فشاری) در ساقه‌ی مته ۳۱۸
- مسأله‌ی ۱-۹-۱۰ ۳۱۹
- ۱۰-۱۰. محاسبه‌ی فشار در رفت و برگشت ساقه‌ی مته به صورت فرایند موج ۳۲۳

فصل ۱۱. جریان‌های سیالات و سنگ‌های جامد سازند

- ۱-۱۱. معادلات اساسی جریان‌های سیال و سنگ جامد سازند ۳۲۸

۳۲۹.....	۲-۱۱. جریان‌های آرام ثابت سیالات تراکم‌ناپذیر و تراکم‌پذیر و گازها.....
۳۳۳.....	۳-۱۱. جریان‌های آرام ناثابت سیالات تراکم‌ناپذیر و تراکم‌پذیر و گازها.....
۳۳۵.....	مسأله‌ی ۱-۳-۱۱.....
۳۴۳.....	مسأله‌ی ۲-۳-۱۱.....
۳۴۸.....	مسأله‌ی ۳-۳-۱۱.....
۳۴۹.....	۴-۱۱. جریان‌های سیالات سازند و جامدهای سنگی در رژیم‌هایی متفاوت از رژیم‌های آرام.....
۳۵۲.....	مسأله‌ی ۱-۴-۱۱.....
۳۵۵.....	مسأله‌ی ۲-۴-۱۱.....

فصل ۱۲. جریان‌های ناثابت مخلوط‌های گاز- مایع در سامانه‌ی سازند چاه

۳۵۷.....	۱-۱۲. تخمین کاهش فشار ته چاه در حذف سگّوی گاز (gas bench).....
۳۶۳.....	۲-۱۲. تشخیص انفجار ناگهانی گاز و انتخاب رژیم‌های مایع‌سازی آن.....
۳۷۲.....	مسأله‌ی ۱-۲-۱۲.....
۳۷۳.....	۳-۱۰. محاسبه‌ی مقدار، چگالی و توزیع سیال لازم برای کشتن فوران گاز آزاد.....
۳۷۹.....	مسأله‌ی ۱-۳-۱۲.....
۳۸۱.....	۴-۱۲. محاسبه‌ی فشار در دهانه‌ی چاه در کشتن فوران به وسیله‌ی پمپاژ.....

فصل ۱۳. جریان‌های ناثابت مخلوط‌های سیال در سامانه‌ی سازند چاه: محاسبه‌ی کشتن

فوران سیال - گاز

۳۹۰.....	مسأله‌ی ۱-۱۳.....
----------	-------------------

فصل ۱۴. توزیع غلظت و فشار در جابه‌جایی سیالات نیوتنی و وشکسان- موم‌سان از لوله

های دایره‌ای و کانال‌های حلقوی: محاسبه‌ی هیدرولیکی رژیم سیمان‌کاری

۳۹۳.....	۱-۱۴. علّت‌های اصلی جابه‌جایی ناکامل سیالات.....
۳۹۶.....	۲-۱۴. توزیع غلظت‌ها در جا به جا کردن یک سیال به وسیله‌ی سیال دیگر.....
۴۰۵.....	۳-۱۴. توضیح تکمیل جا به جایی لازم در محاسبه‌ی سیمان‌کاری.....
۴۰۴.....	۴-۱۴. روش محاسبه‌ی هیدرولیکی رژیم‌های سیمان‌کاری با توجه به غلظت معین در سطح مقطع
۴۰۷.....	کانال.....

مسأله‌ی ۱۴-۴-۱.....	۴۱۷
۵-۱۴. محاسبه‌ی سیمان کاری تک مرحله‌ای چاه: روش محاسبه‌ی سیمان کاری	۴۳۱
۱-۵-۱۴. محاسبه‌ی پارامترهای سیمان کاری.....	۴۳۲
مثال‌های محاسباتی.....	۴۳۷
۲-۵-۱۴. انتخاب و محاسبه‌ی ترکیب دوغاب سیمان.....	۴۴۹

فصل ۱۵. ته‌نشین شدن فاز سخت در سیال حفاری پس از توقف اختلاط

۱-۱۵. معادله‌ی یک‌بُعدی برای فشار هیدرولیکی در ته‌نشین شدن فاز سخت تعلیق.....	۴۵۴
۲-۱۵. پایین آوردن فشار هیدرولیکی در چاه پس از توقف گردش محلول.....	۴۵۸

فصل ۱۶. تعیین عملی ویژگی‌های جریان‌شناختی

۱-۱۶. تعیین ویژگی‌های جریان‌شناختی یا گرانشی سنج دورانی.....	۴۶۱
۲-۱۶. تعیین ویژگی‌های جریان‌شناختی یا گرانشی سنج موئین.....	۴۶۴
۳-۱۶. تعیین ویژگی‌های جریان‌شناختی سنگ‌های جامد.....	۴۶۹
۴-۱۶. مثال‌هایی از کاربردهای ویژگی‌های جریان‌شناختی.....	۴۷۱
مسأله‌ی ۱۶-۴-۱.....	۴۷۲
مسأله‌ی ۱۶-۴-۲.....	۴۷۵
مسأله‌ی ۱۶-۴-۳.....	۴۷۶
منابع.....	۴۷۹
واژگان انگلیسی به فارسی.....	۴۸۵
واژگان فارسی به انگلیسی.....	۴۸۷
نمایه‌ها.....	۴۸۹
نمادها.....	۴۹۳

دیباچه

فرایندهای هیدرو - آئرومکانیک (hydro - aeromechanics) پایه و اساس اکثر عملیات فنی حفاری نفت و گاز محسوب می‌شوند. در حال حاضر، حفاری بدون گردش سیالات حفاری (drilling fluids) و مسدودکننده (plugging fluids) عملاً غیر ممکن است. در حقیقت، خارج کردن خرده‌های حفاری (cuttings) از چاه، کاربرد مته‌های توربینی (turbo drills) و سرمته‌های فواره‌ای (jet bit)، پایین‌فرستادن رشته‌لوله‌های جداری (casing strigs) و سیمان‌کاری لوله‌های جداری، کنترل هرزروی سیال حفاری و ظاهرشدن سیال مخزن، تحقیق درباره‌ی هرزروی سیالات و زون‌های افق تولید، لیست کاملی از عملیاتی را ارایه می‌دهد که همگام با فرایندهای هیدرو - آئرومکانیک است.

هیدرو - آئرومکانیک در حفاری، شاخه‌ی ویژه‌ای از فناوری نفت است که در آن سیالات در گردش و مسدودکننده، اسکلت و سیال بستر هر حفاری چاه مورد توجه قرار گرفته و توضیح داده می‌شوند. طراحی، برنامه‌ریزی، بهینه‌سازی و تشخیص طرح‌های حفاری بدون داده‌هایی که توسط این شاخه فراهم می‌شود غیرممکن به نظر می‌رسند.

افزایش سریع تعداد و عمق چاه‌ها در چند سال گذشته، توجه ویژه‌ای را در خصوص مشکلات هیدرو - آئرومکانیک در حفاری به خود جلب کرده است. دانشمندی به کمک هم بعضی از مشکلات را به طور موفقیت‌آمیزی مرتفع کرده‌اند. بر مبنای این توسعه‌ها، نگره‌ی هیدرو - آئرومکانیک که عمده عملیات فنی حفاری چاه را در برمی‌گیرد، به طور روشمندی در این کتاب ارایه شده است. کتاب حاضر براساس تدریس متون مربوط به نفت و گاز در دانشگاه دولتی گوبکین مسکو (Moscow State Gubkin University) تنظیم شده است.

یوگینی جی. لئونوف

والری آی. عیسایف