



مهندسی حفاری

در میادین نفتی (۱)

رفان:

دکتر کامیار امدی

مهندس کاوه ابراهیمزاده

(اعضای هیئت علمی دانشگاه)

با همکاری:

مهندس مصطفی محمدجان پور



سرشناسه	: احمدی، کامیار، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی حفاری در میادین نفتی (۱) / مؤلفان کامیار احمدی، کاوه ابراهیمزاده، علیرضا سرایی ؛ با همکاری مصطفی محمدجانپور.
مشخصات نشر	: تهران : ستایش، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۲۷۲ ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۷۰-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۷۱.
موضوع	: چاه‌های نفت -- حفاری
موضوع	: چاه‌های نفت -- حفاری -- ابزار و وسایل
شناسه رده	: ابراهیمزاده، کاوه، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده	: سرایی، علیرضا، ۱۳۴۳ -
شناسه افزوده	: محمدجانپور، مصطفی، ۱۳۴۶ -
رده بندی کنگره	: ۶۲۲ - ۳۱۲/۴۱ الف/۳۳ TN۸۷۱/۲
رده بندی دیویی	: ۶۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۲/۴۱

Setayesh
Publication
Institute



موسسه انتشارات ستایش

تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶۹۴۸۹۹۵ - ۰۹۱۲ ۶۹۴۸۹۹۵ - ۰۲۱ ۶۹۴۸۹۹۵

مهندسی حفاری در میادین نفتی (۱)

مؤلفان: کامیار احمدی، کاوه ابراهیمزاده و علیرضا سرایی

با همکاری: مصطفی محمدجانپور

ناشر: موسسه انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۲

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۷۰-۹

قیمت: ۱۴۸۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

سخن ناشر

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

حواشی خود را می‌توانید در موسسه‌ی انتشارات ستایش با اهداف علمی- فرهنگی و انگیزه‌ی ارائه‌ی خدمات جهت آگاه‌ی، سطح معلومات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و کتابخوانی اقدام به چاپ و انتشار در باب‌های گوناگون نموده؛ امید است بتوانیم رابطی مؤثر بین پدیدآورندگان و مخاطبان باشیم انشاءالله.

لذا از خوانندگان، محققان، اندیشمندان و صاحب‌نظران در زمینه‌های گوناگون علمی، کامپیوتری، فنی و مهندسی به‌ویژه در زمینه‌ی صنایع نفت دعوت می‌نماییم تا ما را در ارائه و گسترش اهداف موردنظر یاری نموده و

شایان ذکر است جهت آگاهی از آخرین اخبار و انتشارات می‌توانید به سایت www.setayeshpress.com مراجعه نموده و در صورت تمایل به همکاری یا هر نوع انتقاد و پیشنهادی به نشانی پست الکترونیکی setayeshpress@yahoo.com یا تهران صندوق پستی ۱۶۱۸-۱۳۴۴۵ مکاتبه نمایید. لطف شما را به افتخار ماست.

فهرست مطالب

۱۵	 مقدمه
۱۶	 پیشگفتار
۱۷	 فصل اول: معرفی تجهیزات و پرسنل سایت حفاری با تکیه بر مهندسی دکل
۱۷	 ۱-۱-۱ لیست
۱۸	 ۲-۱ حفار، کتاب (Cable drilling) یا ضربه‌ای (IMPACT or Percussion)
۲۰	 ۱-۲-۱ مزایای حفار، کتاب
۲۰	 ۲-۲-۱ معایب حفار، کتاب
۲۰	 ۳-۱ حفاری دورانی
۲۰	 ۴-۱ تجهیزات حفاری (Drilling Rig)
۲۵	 ۵-۱ افراد شاغل در دکل حفاری
۲۵	 ۱-۵-۱ Roustabout (wash coolie)
۲۶	 ۲-۵-۱ Roughneck
۲۶	 ۳-۵-۱ Drick man
۲۸	 ۴-۵-۱ حفار (Driller)
۲۸	 ۵-۵-۱ سر حفار (Tool Pusher)
۲۹	 ۶-۵-۱ ناظر عملیات (Company man)
۳۰	 ۶-۱ انواع دکل‌های حفاری
۳۱	 ۱-۶-۱ دکل ثابت یا استاندارد (Coventional)
۳۱	 ۲-۶-۱ دکل خودفراز یا چاقویی (Jack knife)
۳۱	 ۳-۶-۱ دکل قابل حمل (Portable mast)
۳۲	 ۷-۱ دکل‌های دریایی (Offshore drilling)
۳۲	 ۱-۷-۱ Self Contained
۳۳	 ۲-۷-۱ Tender
۳۳	 ۳-۷-۱ Platform
۳۳	 ۴-۷-۱ Jackup
۳۶	 ۵-۷-۱ Barge
۳۶	 ۶-۷-۱ دکل‌های نیمه شناور (Semi-Submersible)
۳۷	 ۷-۷-۱ کشتی حفاری (Drilling ship)

- ۸-۱ تفاوت‌های دستگاه دریایی نسبت به دستگاه خشکی ۳۹
- ۹-۱ انواع کامیون‌های عملیاتی ۴۰
- ۱۰-۱ جابجایی یک دستگاه حفاری ۴۱
- ۱۱-۱ اصول طراحی دکل ۴۱
- کتاب فصل دوم: سیستم‌های حفاری و سیستم تولید نیرو..... ۴۵**
- ۱-۱ کلیات ۴۵
- ۲-۱ سیستم تولید نیروی دکل (Power system) ۴۵
- ۲-۲ موتورهای مکانیکی ۴۵
- ۲-۲-۱ موتور دکل الکتریکی ۴۶
- ۲-۲-۲ ترتیب اتصال موتور برق در دستگاه‌های مختلف حفاری ۴۸
- ۲-۲-۳ مقدار کارانه شدن یک Round Trip (Trip in+Trip Out) ۴۸
- ۲-۵ توان خروجی سیستم اوقات شفت ۴۸
- ۲-۶ راندمان کلی ماشین‌های (موتور) ۴۹
- کتاب فصل سوم: سیستم بالابری (Hoisting system) ۵۱**
- ۱-۳ کلیات ۵۱
- ۲-۳ Crown Block یا قرقره تاجی (C.B) ۵۳
- ۳-۳ کابل‌ها ۵۴
- ۳-۳-۱ عملیات کابل کشی (String up) ۵۴
- ۳-۳-۲ کابل متحرک (F.L) ۵۶
- ۳-۳-۳ کابل ثابت (Dead line) و Dead Line Anchor ۵۶
- ۳-۴ جعبه قرقره متحرک (Traveling Block) ۵۷
- ۳-۵ قلاب (Hook) ۵۷
- ۳-۶ هرزگرد (Swivel) ۵۸
- ۳-۷ شاه موتور (Draw Work) ۵۸
- ۳-۸ بخش‌های مختلف شاه موتور ۶۰
- ۳-۸-۱ موتورهای الکتریکی (Electrical Motors) ۶۰
- ۳-۸-۲ Transmission یا گیربکس ۶۰
- ۳-۸-۳ کلاچ‌ها (Clutches) ۶۰
- ۳-۸-۴ گردونه (Drum) ۶۰
- ۳-۸-۵ ترمز مکانیکی (Mechanical Breack) ۶۱
- ۳-۸-۶ ترمزهای کمکی (Auxiliary Breack) ۶۱
- ۳-۸-۷ ترمز برقی (Electrical Breack) ۶۲

۶۲	۸-۳-۸ کت هد چپ و راست (Left & Right Catheads)
۶۳	۹-۸-۳ سیستم قطع کن اتوماتیک (Crown-o-matic)
۶۳	۱۰-۸-۳ روابطی برای شاه موتور و درام
۶۴	۱۱-۸-۳ عملیات اضافه کردن لوله در حین پیشرفت عملیات حفاری (Tripping in)
۶۹	۹-۳ عملیات جدا کردن لوله (Tripping out)
۷۱	۱۰-۳ روابطی برای سیستم بالابری
۷۷	فصل چهارم: سیستم گردش گل (Circulating System)
۷۷	کلیات
۸۱	۲-۲-۲-۱ تانک شیمیایی (Chemical tank)
۸۲	۳-۴-۳-۱ آب
۸۳	۴-۴-۳-۱ همزنهای گل (Mud Agitator)
۸۴	۵-۴-۳-۱ دستگاه‌های جداسازی مایع از گل (Decanting centrifuge)
۸۵	۶-۴-۳-۱ اجزای کلی یک پمپ در سیستم چرخش گل
۸۵	۱-۶-۴-۳-۱ پایانه قدرت
۸۵	۲-۶-۴-۳-۱ پایانه مایع
۸۶	۷-۴-۳-۱ مجموعه قدرت و انتقال قدرت در پمپ
۸۷	۸-۴-۳-۱ پمپ‌های سیستم گردش گل
۸۷	۱-۸-۴-۳-۱ پمپ‌های سانتریفیوژی
۸۷	۲-۸-۴-۳-۱ پمپ‌های رفت و برگشتی
۸۸	۳-۸-۴-۳-۱ پمپ‌های Dublex Double Acting
۸۹	۴-۸-۴-۳-۱ پمپ‌های Triplex-Single Acting
۹۰	۹-۴-۳-۱ روابط مربوط به پمپ
۱۰۳	فصل پنجم: رشته حفاری و لوله‌های حفاری (Drilling pipes & Drilling String)
۱۰۳	۱-۵ کلیات
۱۰۴	۲-۵ ساق حفاری (Drill Stem)
۱۰۴	۳-۵ وظایف لوله‌های حفاری (Drill Pipe)
۱۰۵	۴-۵ اسباب اتصال (Tool Joints)
۱۰۵	۱-۴-۵ (Internal-External Upset) IEU
۱۰۶	۲-۴-۵ (External Upset) EU
۱۰۶	۳-۴-۵ (Internal Upset) IU
۱۰۷	۴-۴-۵ عدد اتصال (Number Connection)
۱۰۷	۵-۵ نحوه تهیه لوله‌های حفاری بدون درز یا یکپارچه (seamless)

۱۰۸.....	۶-۵ مشخصات لوله‌های حفاری.....
۱۰۹.....	۷-۵ تعیین MOP یا حداکثر کشش مجاز (Margin Over Pull).....
۱۱۲.....	۸-۵ ساییدگی (Wear) لوله‌های حفاری.....
۱۱۳.....	کتاب فصل ششم: لوله‌های وزنه و لوله‌های حفاری سنگین.....
۱۱۳.....	۱-۶ کلیات لوله‌های وزنه.....
۱۱۴.....	۲-۶ دلایل استفاده از لوله‌های وزنه.....
۱۱۴.....	۳-۶ مزایای انتخاب لوله‌های وزنه با قطر بیشتر.....
۱۱۴.....	۴-۶ انواع لوله‌های وزنه.....
۱۱۴.....	۵-۶ لوله‌های وزنه سطح صاف (Slick Drill Collar).....
۱۱۵.....	۶-۴-۲ لوله به زیپ دو فرو رفتگی در بدنه (Double Recess zip).....
۱۱۵.....	۶-۴-۳ لوله غیر مغناطیسی یا NMDC (Non-Magnetic Drill Collar).....
۱۱۶.....	۶-۴-۴ لوله‌های وزنه مارپیچ (Spiral Groove DC).....
۱۱۷.....	۶-۴-۵ لوله وزنه مربعی (Square DC).....
۱۱۸.....	۶-۵ نکات مهم در طراحی لوله‌های وزنه.....
۱۱۸.....	۶-۶ رابطه تعیین قطر لوله‌های وزنه.....
۱۲۱.....	۷-۶ لوله‌های حفاری سنگین (Heavy Weight Drill Pipe).....
۱۲۳.....	کتاب فصل هفتم: متعلقات BHA (Bottom Hole Assembly) رشته حفاری.....
۱۲۳.....	۱-۷ کلیات.....
۱۲۳.....	۲-۷ تراش دهنده‌ها.....
۱۲۳.....	۷-۲-۱ دیوار تراش غلتکی (Roller Under Reamer).....
۱۲۴.....	۷-۲-۲ چال تراش (Hole Opener).....
۱۲۶.....	۷-۳ تثبیت کننده یا پایدار کننده‌ها (Stabilizer).....
۱۲۶.....	۷-۳-۱ اهداف استفاده از Stabilizers.....
۱۲۷.....	۷-۴ تقسیم بندی پایدار کننده‌ها.....
۱۲۷.....	۷-۴-۱ پایدار کننده با تیغه مستقیم چرخشی (Stabilizer with rotary straight blade).....
۱۲۷.....	۷-۴-۲ پایدار کننده با تیغه غیر چرخشی (Stabilizer with non-rotary blade).....
۱۲۷.....	۷-۴-۳ همراه با تراشنده (Reamer Stabilizer).....
۱۲۸.....	۷-۵ تقسیم بندی پایدار کننده‌ها براساس قابلیت تعویض پذیری تیغه‌ها.....
۱۲۸.....	۷-۶ موتورهای درون چاهی (Downhole Motors).....
۱۲۹.....	۷-۷ جگ‌های کوبشی درون چاهی (Jars).....
۱۲۹.....	۷-۸ ساب یا اتصال (Sub).....
۱۲۹.....	۷-۹ انواع Sub.....

۱۰-۷ ضربه گیر یا کمک فتر (Shock absorber) ۱۳۲

۱۳۳ فصل هشتم: لوله های جداری (Casing) و سیستم کنترل فوران (BOP) ۱۳۳

۱-۸ کلیات ۱۳۳

۲-۸ وظایف لوله های جداری ۱۳۳

۳-۸ نحوه ساخت (Manufacturing) ۱۳۳

۱-۲ (Electric Resistance Weld) ERW ۱۳۳

۳-۸ بدون درز (Seamless) ۱۳۴

۱ خواص فیزیکی لوله های جداری ۱۳۵

۵-۸ طراحی لوله جداری ۱۳۶

۱-۵-۸ ضریبی از لحاظ میزان کشش و ضریب ایمنی کشش (Safety Factor) ۱۳۷

۲-۵-۸ طراحی جداری از لحاظ ضریب طراحی کشش (Design Factor) ۱۳۸

۳-۵-۸ طراحی جداری از لحاظ و مت پیوند ۱۳۸

۴-۵-۸ طراحی جداری از لحاظ مقاومت در برابر مجاله شدگی (Collapse) ۱۳۸

۱-۴-۵-۸ تعیین فشار مجاله شدگی ۱۳۹

۲-۴-۵-۸ استحکام مجاله شدگی ۱۳۹

۵-۵-۸ طراحی جداری از لحاظ مقاومت در برابر پاره شدن لوله (Burst) ۱۴۰

۶-۵-۸ طراحی جداری از لحاظ قطر مجاز (Drift Diameter) ۱۴۱

۱-۶-۵-۸ روابط تعیین قطر مجاز ۱۴۲

۶-۸ مقدمات استقرار یک دستگاه حفاری تا نصب لوله جداری ۱۴۲

۱-۶-۸ GLE اولیه - GLE ثانویه و سیستم های ارتفاعی ۱۴۳

۲-۶-۸ ایجاد Cellar و نصب Stove Pipe ۱۴۴

۳-۶-۸ حفاری سازند آغاجاری تا ابتدای میشان و نصب conductor pipe ۱۴۵

۴-۶-۸ انواع لوله های جداری ۱۴۵

۵-۶-۸ جداری هادی ۱۴۶

۶-۶-۸ عملیات سیمان کاری conductor pipe و نصب Flange ۱۴۷

۷-۶-۸ عملیات نصب Hydril بر روی فلنج ۱۴۸

۸-۶-۸ سیستم کنترل فوران (Blowout Preventer) ۱۴۹

۹-۶-۸ فورانگیر حلقوی (Annular B.O.P) یا (bag type preventer) ۱۴۹

۱۰-۶-۸ حفاری سازند میشان تا ابتدای سازند گچساران و نصب Surface Casing ۱۵۱

۱۱-۶-۸ جداری سطحی ۱۵۱

۱۲-۶-۸ سیمانکاری جداره سطحی و نصب Drilling spool ۱۵۲

۱۳-۶-۸ فورانگیر کوبه ای (Ram Type B.O.P) ۱۵۳

۱۵۴.....	sealing rams یا blind rams ۱-۱۳-۶-۸
۱۵۵.....	Shear Rams ۲-۱۳-۶-۸
۱۵۵.....	Slip Rams ۳-۱۳-۶-۸
۱۵۶.....	Pipe Rams ۴-۱۳-۶-۸
Blind Shear combi rams =Shear seal rams یا Sealing shear combi ۵-۱۳-۶-۸	
۱۵۶.....	rams
۱۵۸.....	Slip seal combi rams ۶-۱۳-۶-۸
۱۵۸.....	۴-۶ واحد انبار (Accumulator unit)
۱۵۹.....	چندراهه کاهنده (Choke Manifold) ۱-۱۴-۶-۸
۱۶۱.....	۱-۱۵-۶-۸ کاهنده قابل تنظیم (Adjustable Chokes)
۱۶۱.....	۲-۱۵-۶-۸ کاهنده ثابت (Fixed Chokes)
۱۶۲.....	۳-۱۵-۶-۸ کاهنده
۱۶۴.....	۱۶-۶-۸ جدا کننده مایع و گاز (Mud-Gas Separator)
۱۶۶.....	۱۷-۶-۸ نکته مهم: آزمایش شست (Lealage Test)
۱۶۷.....	۱۸-۶-۸ حفاری سازند پر فشار: تست تداوی آسماری و نصب جداری میانی
۱۶۷.....	۱۹-۶-۸ لوله جداری میانی
۱۶۸.....	۲۰-۶-۸ سیمان کاری پشت جداری میانی
۱۶۸.....	۲۱-۶-۸ لوله جداری تولیدی (production casing) $(\frac{1}{4}n - \frac{5}{8})$
۱۶۹.....	۷-۸ لوازم رشته جداری
۱۶۹.....	۱-۷-۸ کفشک (Shoe) یا پاشنه لوله جداری (casing shoe)
۱۷۰.....	۱-۱-۷-۸ کفشک راهنما (Guide Shoe)
۱۷۲.....	۲-۱-۷-۸ کفشک شناور (float Shoe)
۱۷۳.....	۳-۱-۷-۸ کفشک خودکار (Automatic or self fill-up shoe)
۱۷۳.....	۴-۱-۷-۸ کفشک دیفرانسیلی (Differential Fill-up shoe)
۱۷۴.....	۲-۷-۸ هم‌مرکز کننده‌ها (Centralizers)
۱۷۴.....	۱-۲-۷-۸ Latch-On Type (چفت‌دار)
۱۷۵.....	۲-۲-۷-۸ Slip-On Type (لغزشی)
۱۷۵.....	۳-۷-۸ خراشنده‌ها
۱۷۵.....	۱-۳-۷-۸ خراشنده دورانی (Rotary Scratcher)
۱۷۶.....	۲-۳-۷-۸ خراشنده‌های بالا و پایینی

۱۷۹..... فصل نهم: متدهای حفاری

۱۷۹..... ۱-۹ انواع متدها براساس IADC

۱۷۹	Drag Bits ۱-۱-۹
۱۸۰	۲-۱-۹ مته‌های کاج دار (Roller Cone Bits)
۱۸۱	۱-۲-۱-۹ مته‌های دندانه‌ای
۱۸۱	۲-۲-۱-۹ مته‌های دکمه‌ای
۱۸۲	۳-۱-۹ مته‌های تیغه ثابت (Fixed Cutter Bits)
۱۸۲	۱-۳-۱-۹ مته‌های الماس طبیعی
۱۸۳	۳-۱ مته‌های PDC
۱۸۳	۳-۱-۹ مته‌های TSP
۱۸۴	۴- مته‌های مغزگیری (Corring Bit)
۱۸۵	۲-۹ ریاب‌ها
۱۸۵	۳-۹ سینر ارز یاب IADC
۱۸۶	۴-۹ درجه‌بندی قدیم مته‌ها
۱۸۶	۱-۴-۹ فرسایش دندانه‌ها
۱۸۶	۲-۴-۹ فرسایش یاتاقان‌ها
۱۸۶	۳-۴-۹ فرسایش قطر
۱۸۷	۵-۹ پارامترهای مؤثر در سرعت
۱۸۷	۱-۵-۹ خصوصیات سازند
۱۸۷	۲-۵-۹ خواص گل
۱۸۷	۳-۵-۹ نوع مته
۱۸۸	۴-۵-۹ هیدرولیک مته و روابط مربوطه
۱۹۰	۵-۵-۹ وزن روی مته (WOB)
۱۹۱	۶-۵-۹ سرعت دوران مته (RPM)
۱۹۲	۷-۵-۹ فرسایش دندانه‌های مته
۱۹۲	۶-۹ بررسی اقتصادی مته‌ها
۱۹۳	۷-۹ پدیده گلی شدن مته (Bit Balling)
۱۹۴	۱-۷-۹ Bit Balling نشانه‌های
۱۹۴	۲-۷-۹ راه‌های مقابله با Bit Balling
۱۹۴	۳-۷-۹ Bit Balling دلایل
۱۹۵	کشم فصل دهم: مشکلات حفاری
۱۹۵	۱-۱۰ کلیات
۱۹۵	۲-۱۰ ورود سیالات سازند به درون چاه (Kick)
۱۹۵	۱-۲-۱۰ Kick و Flow
۱۹۶	۲-۲-۱۰ دلایل و علائم فوران

۱۹۷	۳-۲-۱۰ علائم وقوع فوران
۱۹۷	۴-۲-۱۰ چگونگی تشخیص Flow و Loss
۱۹۸	۵-۲-۱۰ علت استفاده از پمپ برای Flow Rate
۱۹۹	۳-۱۰ هرزروی گل حفاری در چاه (lost circulation)
۱۹۹	۱-۳-۱۰ راه‌های جلوگیری از هرزروی
۲۰۰	۲-۳-۱۰ روش‌های مقابله با هرزروی
۲۰۰	۳-۳-۱۰ هرزروی آب گل حفاری (Filter loss)
۲۰۰	۵-۳-۱۰ کردن ابزار حفاری درون چاه
۲۰۱	۱-۳-۱۰ دلایل گیر کردن رشته حفاری
۲۰۴	۵-۳-۱۰ چند گیرش از چسبیدن لوله‌ها به دیواره چاه
۲۰۴	۶-۳-۱۰ ریزش پدها درون چاه
۲۰۵	۷-۳-۱۰ Ball up
۲۰۷	کلاس پیوست الف: نکات مهم در حفاری
۲۰۷	الف-۱ عوامل مؤثر در انتخاب حفار (Drilling Bits)
۲۰۷	الف-۲ موارد لازم برای دستیابی به بهترین نتیجه در فوت حفاری یک چاه
۲۰۸	الف-۳ عوامل مؤثر بر مکانیسم شکست سنگ
۲۰۸	الف-۴ عوامل فشاری مؤثر در سرعت حفاری
۲۰۸	الف-۵ انواع وضعیت چاه براساس فشار تفاضلی (ΔP)
۲۰۸	الف-۵-۱ وضعیت فروترازی (UBD)
۲۰۸	الف-۵-۲ وضعیت هم‌ترازی
۲۰۹	الف-۵-۳ وضعیت فراترازی (OBD)
۲۰۹	الف-۶ طبقه‌بندی کلی مته‌ها
۲۰۹	الف-۶-۱ Roller Cone Bits یا Roller Cutter Bits
۲۱۰	الف-۶-۲ Fixed Cutter Bits یا مته تیغه ثابت
۲۱۰	الف-۶-۳ مته تیغه‌ای یا جناهی
۲۱۰	الف-۶-۴ Tungsten Carbide Insert = Button Bits یا مته‌های دکمه‌ای
۲۱۰	الف-۶-۵ Fixed Cutter Bits
۲۱۱	الف-۶-۶ Drag Bits
۲۱۱	الف-۶-۷ Shear Bits یا Natural Diamond Bits
۲۱۱	الف-۶-۸ مته‌های مخروطی (Rollercone Bit)
۲۱۱	الف-۶-۸-۱ نام گذاری مته مخروطی براساس IADC (International Association Of Drilling)
۲۱۱	الف-۶-۸-۲ Contractors
۲۱۳	الف-۶-۸-۳ پارامترهای طراحی مته تیغه متحرک (Rolling Cutter)

۲۱۴	الف-۶-۸-۲-۱ زاویه محور (Journal Angle)
۲۱۵	الف-۶-۸-۲-۳ زاویه مقطع مخروط (Cone Profile Angle)
۲۱۵	الف-۶-۸-۲-۴ دندان فولادی
۲۱۶	الف-۶-۸-۲-۵ نیم دندانه‌ها (Indentations) یا دندانه‌های متداخل (Interruptions)
۲۱۶	الف-۶-۸-۲-۶ انواع دندانه کاربرد تنگستن
۲۱۷	الف-۶-۸-۲-۷ مشخصات دانه‌ها (Bottoms) در سازندهای مختلف
۲۱۷	الف-۶-۸-۳-۱ یاتاقان
۲۱۷	الف-۶-۸-۳-۲ Rolling bearing (درز بندی شده یا نشده)
۲۱۸	الف-۶-۸-۳-۳ Journal bearing
۲۱۸	الف-۶-۸-۳-۴ یاتاقانی Rolling-Ball-Friction
۲۱۸	الف-۶-۸-۳-۵ یاتاقانی Rolling-Ball-Roller
۲۱۸	الف-۶-۸-۳-۶ یاتاقانی Friction-Ball-Friction
۲۱۹	الف-۶-۸-۳-۷ مزایای استفاده از Rolling Bearing درز بندی شده نسبت به Friction Bearing
۲۱۹	الف-۶-۸-۴-۱ بخش‌های مختلف آستینه
۲۱۹	الف-۶-۸-۴-۲ سطح اصطکاکی (Friction pad)
۲۱۹	الف-۶-۸-۴-۳ آستینه مجزا (Segment Sleeve)
۲۱۹	الف-۶-۸-۴-۴ محور جامد (Solid Journal)
۲۱۹	الف-۶-۸-۴-۵ آستینه شکاف دار یک تکه (Spinodal One-Piece Split Sleeve)
۲۲۰	الف-۷-۱-۷ مته کاربرد خاص
۲۲۰	الف-۷-۱-۷ مته مغزه (Coring Bit)
۲۲۰	الف-۷-۲-۱ مته آسیاب یا آهن تراش (Mill Bit)
۲۲۰	الف-۷-۳-۱ طراحی مت‌های الماس طبیعی تیغه ثابت (Fired Cutter)
۲۲۰	الف-۷-۳-۲ نام گذاری مت‌های تیغه ثابت (Fixed Cutter Bits)
۲۲۱	الف-۷-۳-۳ جنس بدنه
۲۲۱	الف-۷-۳-۴ جنس تیغه (Cutters)
۲۲۱	الف-۷-۳-۵ آرایش تیغه‌ها
۲۲۳	الف-۷-۳-۶ مقطع (Profile)
۲۲۴	الف-۷-۳-۷ سیستم هیدرولیک
۲۲۵	الف-۷-۴-۱ طراحی مت‌های PDC تیغه ثابت (Fixed Cutter)
۲۲۵	الف-۷-۴-۲ جنس بدنه
۲۲۶	الف-۷-۴-۳ جنس تیغه‌ها
۲۲۶	الف-۷-۴-۴ مقطع یا پروفیل مت
۲۲۹	الف-۸-۱ تیغه‌های PDC

۲۲۹	الف-۸-۱ انواع تیغه
۲۲۹	الف-۸-۲ فرآیند تولید تیغه PDC
۲۳۱	الف-۹ هیدرولیک مته
۲۳۷	الف-۱۰ سیستم ارزیابی IADC
۲۳۹	الف-۱۱ ارزیابی سستی - مته‌های کاج‌دار (Rolling cutter)
۲۴۰	الف-۱۲ قیمت حفاری برحسب دلار به ازای هر فوت
۲۴۱	الف-۱۳ نحوه تعیین Average trip time
۲۴۱	الف-۱۴ نحوه انتخاب مته
۲۴۱	الف-۱۵ نحوه تعیین سرعت حفاری یا ROP
۲۴۳	الف-۱۶ تحلیل هزینه حفاری در هر فوت (\$) .
۲۴۴	الف-۱۷ سیستم درجی (Grading) مته‌های سه کاجه و PDC کارکرده (Dull) طبق استاندارد IADC/SPE
۲۵۹	کله پیوست ب: سیستم حفاری دورانی (Rotary Drilling)
۲۵۹	ب-۱ میز دوار (Rotary Table)
۲۶۰	ب-۱-۱ اجزاء تشکیل‌دهنده حفاری دورانی Rotary Table
۲۶۱	ب-۱-۲ معایب حفاری به روش میز گریس
۲۶۱	ب-۱-۲-۱ ایمنی
۲۶۱	ب-۱-۲-۲ مدت زمان حفاری
۲۶۱	ب-۱-۲-۳ طول عمر لوله حفاری
۲۶۲	ب-۱-۳ مزیت‌های حفاری به روش Rotary Table
۲۶۲	ب-۲ محرک فوقانی (TopDrive)
۲۶۲	ب-۲-۱ معرفی تاپ درایو
۲۶۳	ب-۲-۲ اجزای تاپ درایو
۲۶۳	ب-۲-۲-۱ قوای محرکه (Motor Drive)
۲۶۳	ب-۲-۲-۲ هرزگرد (Swivel)
۲۶۴	ب-۲-۲-۳ محور خنثی‌کننده گشتاور معکوس (Torque Tube)
۲۶۵	ب-۲-۲-۴ مکانیزم حمل‌کننده لوله (Pipe Handler)
۲۶۶	ب-۲-۲-۵ نحوه عملکرد حمل‌کننده لوله
۲۶۷	ب-۲-۳ عملکرد تاپ‌درایو
۲۶۸	ب-۲-۴ مزایای تاپ‌درایو
۲۶۹	ب-۲-۵ معایب تاپ درایو
۲۷۱	منابع

مقدمه

برنامه‌ریزی درست و متناسب با کاربرد اصول و روش‌های صحیح مهندسی حفاری در حفاری های نفت با گاز کلید موفقیت عملیات حفاری می‌باشد، تکنولوژی حفاری در سال‌های اخیر دستخوش تحولات و دگرگونی‌های بنیادین بوده به طوری که این تغییرات و تحولات به لحاظ ساختار، تجهیزات و وسایل و بهبود روش‌ها و ثبت رکوردهای جدید قابل تعمق و بررسی می‌باشند.

انتخاب و طراحی تجهیزات و نوع دستگاه‌های حفاری با توجه به هدف و مشخصات چاه و شرایط زمین‌شناسی انجام می‌گیرد. این راستا اجزاء اصلی دکل حفاری قدرت، توانایی ماشین‌های اصلی حفاری یعنی ترسوره حفاری (Draw Work) پمپ‌های گل و میز دوار یا گرداننده فوقانی (Top Drive) از مهم‌ترین عوامل می‌باشند.

از آنجایی که صنعت حفاری ایران در شرایط کنونی یکی از معدود کشورهایی است که با حداقل دخالت کارشناسان بیگانه و تنها با اتکال به متخصصان داخلی تلاش بی‌وقفه کارکنان داخلی اداره می‌شود، انتقال تکنولوژی پیشرفته و دستاوردهای علمی و فنی در صنعت حفاری جهت کارکنان، کارآموزان و دانشجویان این رشته لازم و ضروری به نظر می‌رسد. به همین جهت بر آن شدیم که مطالب علمی این کتاب با تجاربی که در صنعت نفت و دست‌آمدهای تلفیق گردد. امید است محتوی این کتاب در جهت ارتقاء سطح دانش کلیه علاقه‌مندان به تکنولوژی حفاری مؤثر واقع گردد.

پیشگفتار

سپاس فزون از قیاس و حمد برون از کم و کاست، خالق را که خلعت ممکنات را فرع معرفت ذات خویش نمود.

از مهندسی پیشگفتار و نگرار کتابی برای درس مهندسی حفاری متناسب با سرفصل‌های این درس بود. این کتاب از آموری مطالب و نکاتی که در طی دوران تحصیل و تجربه تدریس به عنوان عضو هیئت علمی در دانشگاه حاصل گردید؛ نتیجه آن شد که پیش روی شماست. اندیشه و تلاش بنده بر این است که تا مباحث به نحوی ساده به گونه‌ای طرح شود تا این کتاب علاوه بر پوشش موضوعات در کارشناسی و کارشناسی ارشد (در بعضی از مباحث) منبع مناسبی برای مطالعات آمادگی برای شرکت در کارشناسی ارشد باشد زیرا گستره وسیع دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مرتبط با مسائل اکتشاف معدن، نفت و ژئوفیزیک از جمله مخاطبین این کتاب هستند. هر چند مطالب این کتاب به مدیران ارشد بخش اکتشاف، اساتید گرامی دانشگاه‌ها، توصیه می‌شود. به منظور این که تا حد امکان مطالب به صورت تخصصی بیان شود؛ سرفصل‌های گل و سیمان حفاری، که به عنوان واحدهای مجزا در رشته مهندسی نفت تدریس می‌شود؛ به صورت کامل در این کتاب بیان نشده است. در نتیجه دانشجویان می‌توانند در رابطه با این موضوعات به منابع دیگری از کتاب‌های تخصصی این مؤلف رجوع کنند. البته بایستی توجه داشت مبحث سیستم چرخش به بعضی جزء موضوعات این کتاب به شمار می‌رود.

در بین منابع موجود این کتاب به دلیل روان بودن و در عین پوشش دادن تمام مطالب رعایت سادگی بیان و قابل فهم بودن مطالب و ارائه شکل‌ها و مثال‌های عملی فراوان و مناسب که کمک فراوانی به یادگیری مفاهیم و کاربرد عملی آنها می‌کند، از جمله دلایل برای انتخاب آن است.

استاد ارجمند جناب آقای کاوه ابراهیم‌زاده، عضو هیأت علمی دانشگاه با سوابق مدیریتی و اجرایی چندین ساله در حوزه‌های بالادستی نفت در نگارش این کتاب، نکات ارزشمندی را ارائه فرمودند و بنده با صلاح‌دید ایشان به ویرایش بعضی از بخش‌ها اقدام نمودم که از این بابت و همچنین راهنمایی‌های ارزشمندشان بی‌نهایت سپاسگزاری می‌نمایم. از سوی دیگر با درخواست بنده جناب آقای دکتر علیرضا سرایی عضو هیأت علمی دانشگاه و دانش آموخته بر دانشگاه صنعتی شریف که متخصص مکانیک می‌باشند؛ بسیاری روابط مهندسی مکانیکی مورد در رشته حفاری را مورد مطالعه قرار داده و طبق نظر ایشان بعضی از روابط بررسی مجدد و تغییراتی که لازم می‌دانم از همکاری و وقتی که ایشان در این زمینه اعمال داشتند؛ صمیمانه بر دانه تشکر نمایم.

همچنین از آقای دانش و کوششی که جناب آقای مهندس مصطفی محمدجانیپور در تصحیحات علمی و اصلاح این کتاب و زحمات زیادی که در به چاپ رسیدن کتاب داشته‌اند؛ صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. چاپ کتاب مذکور در انتشارات ستایش با مدیریت جناب آقای حائری که اکثر حوزه فعالیت ایشان در به چاپ رسیدن کتاب‌های تخصصی در حوزه نفت و گاز با نویسندگان برتر و متخصصان این زمینه می‌باشد؛ یسی موجب امتنان و افتخار اینجانب می‌باشد.

با تقدیم این کتاب به پدر و مادر عزیزم، استاد محترم جناب آقایان دکتر محمدعلی رباحی و دکتر حمید سیاه‌کوهی؛ برادران بزرگوار جناب آقای دکتر خشایار احمدی و امیرحسین ساغری و تمامی عزیزان و دوستان؛ ضمن آرزوی بهترین دعاها و خیرات امیدوارم پیشنهاد خود را با ناشر در میان گذاشته تا در چاپ‌های بعدی مورد بازبینی قرار گیرد.