

سیمان حفاری

و عملیات سیمان کاری

مؤلفان:

دکتر عباس عباسزاده شهری

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

مهندس عبدالواحد قادری

مهندس امید خیری زاده



به همراه CD

سرشناسه	عباس زاده شهری، عباس، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	سیمان حفاری و عملیات سیمان کاری / مؤلفان: عباس عباس زاده شهری، عبدالواحد قادری، امید خیری زاده.
وضعیت ویراست	ویراست ۲.
مشخصات نشر	تهران: کتاب آوا، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۲۷۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۵۸-۷۸-۳
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	نویستندگان ویراست قبلی عباس عباس زاده شهری، عبدالواحد قادری، امین پژوهنده است.
یادداشت	چاپ دوم.
یادداشت	چاپ قبلی: انتشارات روانشناسی و هنر، ۱۳۹۱، (۷) [۱۱۱ ص].
موضوع	چاه های نفت - حفاری.
موضوع	چاه های نفت - سیمان کاری.
موضوع	حفاری - سیمان - سیمان کاری.
شناسه افزوده	قادری، عبدالواحد، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده	خیری زاده، امید، ۱۳۶۷ -
رده بندی کنگره	الف ۱۲۹۱ س ۹ / ۲۳ / ۸۷۱ / ۲ TN
رده بندی دیویی	۶۲۲ / ۳۳۸۲
شماره کتابشناسی ملی	۳۰۸۵۸۰۴

سیمان حفاری و عملیات سیمان کاری



انتشارات کتاب آوا

مؤلفان:	عباس عباس زاده شهری، عبدالواحد قادری - امید خیری زاده
ناشر:	کتاب آوا
طراح جلد و صفحه آراء:	مهدی حسینی شفیق
چاپ و صحافی:	کهنمونی زاده
نوبت چاپ:	اول ناشر ۱۳۹۲
شمارگان:	جلد ۱۰۰۰
قیمت:	ریال ۱۱۰۰۰۰
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۵۸-۷۸-۳

نشانی مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، بن بست حقیقت، پلاک ۴، واحد ۴
www.avabook.com Email: avabook_kazemi@yahoo.com
 شماره های تماس: ۶۶۹۷۴۱۳۰ - ۶۶۴۰۷۹۹۳ - ۶۶۹۷۴۶۴۵ - ۶۶۴۶۱۱۵۸ - دورنگار: ۶۶۴۶۱۱۵۸

نشانی فروشگاه: اسلامشهر، خیابان صیاد شیرازی، رویروی دانشگاه آزاد، جنب دادگستری
 شماره تماس: ۵۶۳۵۴۶۵۱

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات کتاب آوا محفوظ است.
 هرگونه کپی برداری و تهیه جزوه از متن کتاب، استفاده از طرح روی جلد و عنوان کتاب جرم است و طبق قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

پیشگفتار

به منظور استخراج نفت خام و گاز، پس از مطالعات مختلف زمین‌شناسی و انجام آزمایشات متفاوت بر روی نمونه سنگ‌های رسوبی و انجام اعمالی نظیر لرزه‌نگاری، زمین‌شناسان به وجود نفت و یا گاز در یک محل پی می‌برند و مهندسين حفاری با توجه به موقعیت محل حفاری از نظر زمین‌شناسی با استفاده از ابزار آلات ویژه‌ای و با در نظر گرفتن تمام جوانب اقدام به حفر چاه می‌کنند. بعد از حفر چاه لازم است عملیات لوله‌گذاری که قسمت مهمی از عملیات حفاری است با دقت انجام شود. هدف اصلی لوله‌گذاری چاه‌های نفت محافظت از چاه و انتقال نفت و گاز به سطح زمین است. بعد از قرار دادن لوله‌ها در چاه می‌بایست با استفاده از عملیات سیمانکاری، لوله‌ها را در جای خود محکم کرد. به عملیاتی که طی آن دوغاب سیمان چاه نفت به داخل فضای حلقوی چاه یعنی فضای بین جداره لوله و دیوار چاه پمپ می‌شود عملیات سیمانکاری چاه‌های نفت گویند. دوغاب سیمان استفاده شده بایستی دارای خواص رئولوژیکی ویژه‌ای باشد که از مهمترین آنها می‌توان به سیالیت، قابلیت پمپ شدن مناسب و رسیدن به مقاومت اولیه مطلوب اشاره کرد. چاه‌هایی که قبل از تثبیت وجود نفت یا گاز حفر می‌گردند چاه‌های اکتشافی نام دارند، لذا حفاری این‌گونه چاه‌ها با دقت بیشتری نسبت به حفر یک چاه در یک محل شناخته شده صورت می‌گیرد که از مهمترین دلایل آن ناشناس بودن وضع لایه‌های زیرزمینی در حوزه جدید می‌باشد. پس از کسب اطلاعات و به نتیجه رسیدن حفاری اولیه در جهت مشخص کردن محدوده مخزن نفتی و بررسی بیشتر بر روی لایه‌های زیرزمینی حوزه جدید، چاه‌های توصیفی در محل‌های معینی حفر می‌گردند و سپس با توجه به وسعت میدان نفتی و پیش‌بینی حجم مورد بهره‌برداری، طی محاسبات دقیق وسایل لازم برای تولید از منطقه فراهم و برنامه‌ریزی حساب شده‌ای در مورد حفر چاه‌های توسعه‌ای انجام می‌گیرد. لازم به ذکر است که تمام چاه‌هایی که حفر می‌گردند جهت استخراج نفت و یا گاز نمی‌باشند بلکه با اهداف متفاوت دیگری از جمله چاه‌های دفعی، تزریق آب، گاز و غیره نیز حفر می‌گردد.



مجموعه پیش رو در مورد عملیات سیمانکاری و چگونگی انجام آن به رشته تحریر درآمده و تلاش گردیده که بیشتر مسائل فنی و عملیاتی مورد بحث و تبادل نظر قرار گیرد و این بدان معنا است که خالی از ایراد نخواهد بود. مزید امتنان خواهد بود که نظرات کارشناسی و فنی خود را به نگارندگان منتقل نمایید تا در اصلاحات و چاپ‌های بعدی لحاظ گردد. یادآور می‌شویم مطالب ارائه شده صرفاً جنبه آشنا شدن با عملیات سیمانکاری و بعضی از پارامترهای مؤثر بر نمودار بندش سیمان (CBL/VDL) را داشته است و امیدواریم در آینده نه چندان دور با استعانت از پروردگار یاری‌تعالی و همچنین استفاده از نظرات و پیشنهادات تکمیلی (با حفظ امانت) بتوانیم مجموعه‌ای را شامل شرح و تفصیل موضوعات مطرح شده جهت استحضار تقدیم نماییم.

در پایان:

زندگی صحنه یکتای هرمندی ماست،
هرکسی نغمه خود خواند و از صحنه رود،
صحنه پیوسته بجاست.
خرم آن نغمه که مردم بسپارند به یاد.

خیالتان لبریز
آینده‌تان دورادور
بیروزی‌تان نزدیک و
لبخندتان جاودان باد.

عباس عباس‌زاده شهری
عبدالواحد قادری
امید خیری‌زاده

فهرست مطالب

فصل اول: کلیاتی در مورد سیمان	۱۵
۱-۱. مقدمه	۱۵
۱-۲. مراحل تولید سیمان	۱۶
۱-۲-۱. روش تر	۲۰
۱-۲-۲. روش نیمه تر	۲۰
۱-۲-۳. روش نیمه خشک	۲۱
۱-۲-۴. روش خشک	۲۱
۱-۳. شیمی سیمان	۲۲
۱-۳-۱. تری کلسیم سیلیکات	۲۴
۱-۳-۲. دی کلسیم سیلیکات	۲۴
۱-۳-۳. تتراکلسیم آلومینوفریت	۲۴
۱-۳-۴. تری کلسیم آلومینات	۲۵
فصل دوم: انواع سیمان و معرفی سیمان حفاری	۲۷
۲-۱. مقدمه	۲۷
۲-۲. سیمانکاری چاه نفت	۲۸
۲-۳. انواع سیمان ها از دیدگاه کلی	۳۱
۲-۳-۱. سیمان پرتلند نوع I	۳۱
۲-۳-۲. سیمان پرتلند نوع II	۳۱
۲-۳-۳. سیمان پرتلند نوع III	۳۱
۲-۳-۴. سیمان پرتلند نوع IV	۳۲
۲-۳-۵. سیمان پرتلند نوع V	۳۲
۲-۳-۶. پرتلند نوع ممتاز	۳۳
۲-۳-۷. سیمان زودگیر	۳۳
۲-۳-۸. سیمان ضد سولفات	۳۳
۲-۳-۹. سیمان هوازا	۳۳
۲-۳-۱۰. سیمان یوزولانی (سیمان خاکستر آتشفشانی)	۳۴
۲-۳-۱۱. سیمان انبساطی	۳۴
۲-۳-۱۲. سیمان برقی (سیمان آلومینیومی)	۳۴
۲-۳-۱۳. سیمان رنگی	۳۴



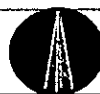
۳۵	۲-۳-۱۴. سیمان سرباره (متالورژیکی).....
۳۵	۲-۳-۱۵. سیمان سفید.....
۳۵	۲-۳-۱۶. سیمان پرتلند-آهکی.....
۳۶	۲-۳-۱۷. سیمان نسوز.....
۳۶	۲-۳-۱۸. سیمان پرتلند ضد آب.....
۳۶	۲-۳-۱۹. سیمان بنایی.....
۳۶	۲-۳-۲۰. سیمان‌های با پخش تنظیم شده.....
۳۶	۲-۳-۲۱. سیمان‌های جاه نفت.....
۴۰	۲-۳-۲۲. سیمان آمیخته (ترکیبی).....
۴۰	۲-۴. خصوصیات و ویژگی‌های سیمان.....
۴۰	۲-۴-۱. نرمی ذرات.....
۴۰	۲-۴-۲. زمان گیرش.....
۴۰	۲-۴-۳. گیرش و سخت شدن خمیر سیمان.....
۴۱	۲-۴-۴. حرارت هیدراتاسیون.....
۴۱	۲-۴-۵. مقاومت مکانیکی.....
۴۲	۲-۴-۶. سلامت سیمان.....
۴۳	فصل سوم: سیمان حفاری و استانداردهای آن.....
۴۳	۳-۱. مقدمه.....
۴۴	۳-۲. انواع کلاس‌های سیمان طراحی شده توسط استاندارد API.....
۴۴	۳-۲-۱. سیمان کلاس A (Cement Class A).....
۴۵	۳-۲-۲. سیمان کلاس B (Cement Class B).....
۴۵	۳-۲-۳. سیمان کلاس C (Cement Class C).....
۴۷	۳-۲-۴. سیمان کلاس D (Cement Class D).....
۴۸	۳-۲-۵. سیمان کلاس E (Cement Class E).....
۴۸	۳-۲-۶. سیمان کلاس F (Cement Class F).....
۴۸	۳-۲-۷. سیمان‌های کلاس G-H (Cement Class G-H).....
۴۹	۳-۲-۸. سیمان کلاس J (Cement Class J).....
۵۱	۳-۳. فاکتورهای تاثیر گذار بر روی خواص سیمان.....
۵۲	۳-۴. خواص فیزیکی سیمان حفاری.....
۵۲	۳-۴-۱. استحکام تراکمی سنگ سیمان (Compressive Strength).....



۵۳	 ۳-۴-۲. زمان نیم بند شدن سیمان (Thickening Time)
۵۴	 ۳-۴-۳. افزودنی‌های سیمان (Cement Additives)
۵۵	 ۳-۵. عوامل موثر در عملیات سیمانکاری
۵۶	 ۳-۶. انواع دوغاب‌های سیمان
۵۶	 ۳-۶-۱. دوغاب‌های سبک وزن سیمان (Low Density Cement Slurries)
۵۹	 ۳-۶-۲. دوغاب‌های سنگین وزن سیمان (High Density Cement Slurries)
۶۰	 ۳-۶-۳. دوغاب‌های تثلیظ شده سیمان
۶۲	 ۷-۳. اثرات آلودگی گل روی چسبندگی سیمان
۶۲	 ۷-۳-۱. اثر استحکام ژل‌های گل
۶۲	 ۷-۳-۲. اثر نقطه تسلیم گل
۶۳	 ۷-۳-۳. اثر ویسکوزیته (گرانروی) گل
۶۴	 ۷-۳-۴. اثر باریت
۶۵	 ۷-۳-۵. اثرات دما
۶۵	 ۷-۳-۶. اثر فشار
۶۶	 ۷-۳-۷. اثر نسبت آب به سیمان
۶۸	 ۷-۳-۸. اثر زمان بندش سیمان
۷۱	 فصل چهارم: افزودنی‌های سیمان
۷۱	 ۴-۱. مقدمه
۷۲	 ۴-۲. دلایل استفاده از افزودنی‌ها
۷۲	 ۴-۳. انواع افزودنی‌های سیمان
۷۲	 ۴-۳-۱. افزودنی‌های کنترل دانسیته (کنترل وزن)
۷۹	 ۴-۳-۲. افزودنی‌های کنترل زمان سفت شدن
۹۳	 ۴-۳-۳. افزودنی‌های کنترل هرزروی
۹۵	 ۴-۳-۴. افزودنی‌های کنترل فیلتراسیون
۹۵	 ۴-۳-۵. افزودنی‌های کنترل گرانروی
۹۶	 ۴-۳-۶. افزودنی‌های دیگر
۹۹	 فصل پنجم: آزمایش‌های دوغاب سیمان (Slurry Testing)
۹۹	 ۵-۱. مقدمه
۱۰۰	 ۵-۲. ابزار مورد نیاز جهت تهیه دوغاب سیمان



- ۵-۳. تعیین مقدار آب دوغاب سیمان ۱۰۱
- ۵-۴. آزمایش تعیین زمان بندش (Thickening Time) ۱۰۲
- ۵-۵. آزمایش استحکام تراکمی ۱۰۳
- ۵-۵-۱. دستگاه اولتراسونیک سمیت آنالایزر (U.C.A) ۱۰۴
- ۵-۵-۲. دستگاه پرس در آزمایش استحکام تراکمی ۱۰۴
- ۵-۶. آزمایش اندازه گیری میزان هرزروی عصاره دوغاب سیمان ۱۰۴
- ۵-۷. آزمایش اندازه گیری خواص رئولوژیکی ۱۰۵
- ۵-۸. آزمایش آب آزاد ۱۰۵
- ۵-۹. اندازه گیری چگالی دوغاب ۱۰۵
- ۵-۱۰. سازگاری گل، جداکننده و دوغاب سیمان ۱۰۶
- ۵-۱۱. آزمایش کنترل کیفی سیمان و افزونه ۱۰۶
- ۵-۱۲. اندازه گیری قدرت ژله شدن دوغاب سیمان ۱۰۶
- ۵-۱۳. اندازه گیری خواص رئولوژیکی در دما و فشار بالا ۱۰۶
- ۵-۱۴. اندازه گیری میزان مهاجرت گاز در دوغاب سیمان ۱۰۶
- ۵-۱۴-۱. آب ۱۰۷
- ۵-۱۴-۲. اسیداستیک (۱۰٪) ۱۰۷
- ۵-۱۴-۳. اسید کلریدریک (۵ تا ۱۰ درصد) ۱۰۷
- فصل ششم: لوازم رشته جداری (Casing Equipment) و ابزارهای سیمان کاری ۱۰۹**
- ۶-۱. لوازم رشته جداری ۱۰۹
- ۶-۲. کفشک (Shoe) ۱۰۹
- ۶-۲-۱. کفشک راهنما (Guide Shoe) ۱۱۰
- ۶-۲-۲. کفشک شناور (Float Shoe) ۱۱۲
- ۶-۲-۲-۱. شیر شناور توپی (Ball – Type Float Valve) ۱۱۲
- ۶-۲-۳. کفشک خودکار (Automatic or self Fill-up shoe) ۱۱۲
- ۶-۲-۴. کفشک دیفرانسیلی (Differential Fill – up shoe) ۱۱۳
- ۶-۳. طوقه سیمانی (Collar) ۱۱۴
- ۶-۴. هم‌مرکز (متمركز) کننده‌ها (Centralizers) ۱۱۶
- ۶-۵. خراشنده (Scratchers) ۱۱۹
- ۶-۶. مسدود کننده (Wiper Plugs) ۱۲۰
- ۶-۷. سبد سیمانکاری (Cementing Basket) ۱۲۲



۱۲۲	۶-۸. کلاهک سیمان‌زنی (Cementing Head).....
۱۲۷	فصل هفتم: روش‌های سیمان‌کاری.....
۱۲۷	۷-۱. مقدمه.....
۱۲۷	۷-۲. سیمان‌کاری اولیه (Primary Cementing).....
۱۲۹	۷-۲-۱. قالب سیمان‌کاری نخستین.....
۱۳۲	۷-۳. سیمان‌کاری ثانویه (Secondary Cementing).....
۱۳۲	۷-۳-۱. عملیات کور کردن (Plug Back Cementing).....
۱۳۳	۷-۳-۲. سیمان‌کاری تزریقی (Squeeze Cementing).....
۱۳۳	۷-۳-۳. سیمان‌کاری مجدد (Re - Cementing).....
۱۳۳	۷-۴. سیمان‌کاری یک مرحله‌ای (Single Stage Cementing).....
۱۳۷	۷-۵. سیمان‌کاری دو مرحله‌ای (Two Stage Cementing).....
۱۴۰	۷-۶. سیمان‌کاری چاه‌های افقی و روش‌های حل آن.....
۱۴۰	۷-۶-۱. مشکلات سیمان‌کاری چاه‌های افقی.....
۱۴۱	۷-۶-۲. روش‌های پیشنهادی حذف و یا کاهش مشکلات سیمان‌کاری چاه‌های افقی.....
۱۴۳	۷-۷. نفوذ گاز در دوغاب سیمان.....
۱۴۴	۷-۸. مراحل سیمان‌کاری.....
۱۴۵	۷-۹. ترک‌های میکروسکوپی.....
۱۴۵	۷-۱۰. راه‌های مقابله با تشکیل ترک‌های میکروسکوپی.....
۱۴۶	۷-۱۱. حجم مورد نیاز سیمان.....
۱۴۷	۷-۱۲. مشکلات پس از سیمان‌کاری.....
۱۴۸	۷-۱۳. محاسبه حجم ماده افزودنی به یک کیسه سیمان.....
۱۴۸	۷-۱۴. حجم آب مصرفی در دوغاب.....
۱۵۰	۷-۱۵. طراحی دوغاب سیمان.....
۱۵۱	فصل هشتم: ابزار و نمودار سیمان‌بندی و تغییرات وزن مخصوص (VDL / CBL).....
۱۵۱	۸-۱. مقدمه.....
۱۵۶	۸-۲. نمودار CBL (Cement Bond Log).....
۱۶۱	۸-۳. نمودار زمان گذر T.T (Transit Time).....
۱۶۴	۸-۳-۱. سطح کنترل (Detection Level).....
۱۶۶	۸-۳-۲. اندازه‌گیری دامنه امواج.....



- ۸-۴ حالات مختلف نمودارهای سیمانبندی و تغییرات وزن مخصوص ۱۷۱
- ۸-۴-۱ لوله جداری بدون پوشش سیمان ۱۷۱
- ۸-۴-۲ پوشش سیمانی چسبیده به لوله جداری و غلاف سیمانی ۱۷۲
- ۸-۴-۳ پوشش سیمانی فقط چسبیده به لوله جداری / آستری ۱۷۳
- ۸-۵ عدم مرکزیت (Eccentering) و اثر آن روی نمودار CBL/VDL ۱۷۳
- ۸-۶ پدیده میکرو آنالوس (Microannulus) ۱۷۹
- ۸-۷ نفوذ گاز در دوغاب سیمان ۱۸۰
- ۸-۸ نمودار تغییرات وزن مخصوص VDL (Variable Density Log) ۱۹۳
- ۸-۹ سازندهای متراکم (Fast Formations) ۲۰۰
- ۸-۱۰ زمان بندش سیمان ۲۰۳
- ۸-۱۱ شاخص باند (Bond Index) ۲۰۳
- ۸-۱۲ ترمیم سیمان پشت لوله آستری توسط سوراخ کردن آستری (Punch) ۲۰۸
- ضمائم ۲۱۱
- سؤالات چهارگزینه‌ای ۲۵۵
- منابع و مراجع ۲۶۳