



اسید کاری

در جاهای میادین نفتی و گازی

مؤلفان:

اشکان اکدی، رازجانی

بابک مرادی - مهدی قربانی، شیخ‌نشین

۱۳۸۹۰۱۴



انتشارات ستایش

سخن ناشر

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

به حول و قوه‌ی الهی انتشارات ستایش با اهداف علمی - فرهنگی و انگیزه‌ی ارانه‌ی خدمت، جهت آگاهی، سطح معلومات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و کتاب‌خوانی اقدام به چاپ و انتشار کتاب‌های 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 هندسی نفت دعوت می‌نماییم تا ما را در ارائه و گسترش اهداف موردنظر یاری نمایند.

شایان ذکر است جهت آگاهی و خدایانه از آثار این انتشارات می‌توانید به سایت www.setayeshpress.com مراجعه نموده و در صورت تمایل به همکاری یا هر نوع انتقاد و پیشنهادی به نشانی یس‌الکترونیکی setayeshpress@yahoo.com یا تهران صندوق پستی ۹۹۵-۱۳۱۴۵ مکانبه نمایند.

لطف شما مایه‌ی افتخار ما باشد.

فهرست مطالب

۱۱	 مقدمه
۱۳	 فصل این: تاریخچه اسیدکاری
۱۳	 ۱-۱ مقدمه
۱۴	 ۲-۱ تاریخچه
۱۶	 منابع و مراجع فصل اول
۱۷	 فصل دوم: انواع اسیدها، خواص و واکنش‌های آن‌ها
۱۷	 ۱-۲ مقدمه
۱۸	 ۲-۲ انواع اسیدها
۱۸	 ۱-۲-۲ اسیدهای معدنی
۱۸	 ۱-۱-۲-۲ اسیدکلریدریک
۲۰	 ۲-۱-۲-۲ اسیدفلوریدریک - اسیدکلریدریک
۲۱	 ۱-۲-۱-۲-۲ مخلوط اسیدفلوریدریک - اسیدکلریدریک - اسیدکلریدریک مرحله‌ای
۲۱	 ۲-۲-۱-۲-۲ مخلوط اسیدفلوریدریک - اسیدکلریدریک - اسیدکلریدریک الکلی
۲۲	 ۳-۲-۱-۲-۲ مخلوط اسیدفلوریدریک - اسیدکلریدریک و کلرید آلومینیوم
۲۲	 ۴-۲-۱-۲-۲ سیستم اسید فلوریدریک خود تولید شده
۲۳	 ۵-۲-۱-۲-۲ سیستم اسید فلوریدریک بافری
۲۳	 ۳-۱-۲-۲ اسیدفلوریدریک
۲۵	 ۲-۲-۲ اسیدهای آلی
۲۵	 ۱-۲-۲-۲ استیک اسید (CH_3COOH)
۲۶	 ۲-۲-۲-۲ اسید فرمیک (HCOOH)
۲۷	 ۳-۲-۲ اسیدهای پودری
۲۷	 ۱-۳-۲-۲ اسیدسولفامیک (H_3NSO_3) - اسیدکلرستیک ($\text{ClCH}_2\text{CO}_2\text{H}$)
۲۷	 ۴-۲-۲ اسیدهای مخلوط
۲۷	 ۱-۴-۲-۲ اسیداستیک - اسیدکلریدریک (H_3COOH) و اسیدفورمیک - اسیدکلریدریک
۲۷	 (-CHCOOH)
۲۸	 ۲-۴-۲-۲ اسید فرمیک (HCOOH) - اسیدفلوریدریک
۲۸	 ۵-۲-۲ اسیدهای تأخیری

۲۸	۱-۵-۲-۲ اسیدهای ژله‌ای
۲۹	۲-۵-۲-۲ اسید تأخیری شده به روش شیمیایی
۲۹	۳-۵-۲-۲ اسیدهای تأخیری آمولسیون
۲۹	۳-۲ واکنش‌های اسیدها
۲۹	۱-۳-۲ واکنش‌های اسیدها با سازندهای کربناته
۲۹	۱-۱-۳-۲ استوکیومتری واکنش کربناته + اسید
۳۰	۲-۱-۳-۲ ترکیب شیمیایی سازندهای کربناته
۳۱	۳-۱-۳-۲ واکنش اسید با کربناته‌ها
۳۴	۴-۱-۳-۲ تعادل در واکنش اسیدها با سازندهای کربناته
۳۵	۵-۱-۳-۲ تعادل تفکیک اسید
۳۶	۶-۱-۳-۲ تعادل واکنش
۳۸	۲-۲-۲ واکنش‌های اسیدها با سازندهای ماسه‌سنگی
۳۸	۱-۲-۲ استوکیومتری واکنش‌های اسید با سازندهای ماسه‌سنگی
۴۰	۳-۲-۲ واکنش‌های شیمیایی سیلیکا در اسیدکاری ماسه‌سنگ
۴۰	۱-۲-۳-۲ واکنش‌های کامل سازندهای ماسه‌سنگی با کانی‌های آلومینوسیلیکات
۴۴	۲-۲-۳-۲ تعادل در واکنش‌های اسید با سازندهای ماسه‌سنگی
۴۶	۱-۲-۳-۳-۲ تعادل $\text{HSiF}_5\text{-AlF}_3(1-x)\text{-HCl}$
۴۷	۲-۲-۳-۳-۲ تعادل در واکنش‌های سیلیکات‌های سدیم و پتاسیم
۵۳	۴-۲ سنتتیک واکنش
۵۴	۱-۴-۲ سنتتیک واکنش سطحی
۵۴	۱-۱-۴-۲ مدل کلی واکنش
۵۷	۲-۱-۴-۲ مدل سنتتیک گدانسکی برای واکنش آلومینوسیلیکات‌ها با اسیدفلوریدیک
	۱-۲-۱-۴-۲ قانون نرخ واکنش برای واکنش Al_2O_3 واکنش نائیه اسیدفلوریدیک با آلومینوسیلیکات‌ها
۵۷	
	۲-۲-۱-۴-۲ قانون نرخ واکنش برای واکنش HSiF_5 (واکنش ثانویه) اسیدفلوریدیک با آلومینوسیلیکات‌ها
۵۹	
	۳-۲-۱-۴-۲ قانون نرخ واکنش گدانسکی برای واکنش اولیه اسیدهیدروفلوریک با ماسه‌سنگ‌ها
۶۱	
۶۲	۳-۱-۴-۲ تعادل در واکنش‌های سطحی
۶۲	۴-۱-۴-۲ تأثیر دما روی سنتتیک سطحی
۶۳	۵-۱-۴-۲ تأثیر فشار روی سنتتیک سطحی
۶۳	۶-۱-۴-۲ رابطه بین ضرایب فعالیت و غلظت
۶۳	۲-۴-۲ انتقال جرم در محلول‌های اسید
۶۳	۱-۲-۴-۲ مدل کلی انتقال جرم
۶۵	منابع و مراجع فصل دوم

۶۷	فصل سوم: افزایش‌های مورد استفاده در عملیات اسیدکاری
۶۷	۱-۳ مقدمه
۶۸	۲-۳ بازدارنده‌های خوردگی [۱]
۶۸	۱-۲-۳ بازدارنده‌های خوردگی غیر آلی
۶۹	۲-۲-۳ بازدارنده‌های خوردگی آلی
۷۰	۳-۲-۳ کمک بازدارنده‌ها
۷۰	۴-۲-۳ سازگاری بازدارنده‌های خوردگی با دیگر افزایش‌ها
۷۰	۳-۳ افزایش‌های فعال سطحی (سورفکتانت‌ها) [۲]
۷۱	۱-۳-۳ افزایش افزایش فعال سطحی آنیونیک
۷۱	۲-۳-۳ افزایش‌های فعال سطحی کاتیونی
۷۲	۱-۳-۳ افزایش‌های فعال سطحی بدون یون
۷۲	۳-۳-۳ افزایش‌های فعال سطحی آمفوتریک
۷۲	۵-۱-۳ افزایش‌های فعال سطحی فلئوئوروکربن
۷۳	۶-۳-۳ کار ردها و انواع افزایش‌های فعال سطحی
۷۳	امولسیون شکن‌ها
۷۳	پیشگیری کننده‌های آبرسیور ها
۷۳	امولسیون کننده‌ها
۷۴	ذرات معلق کننده سیلت
۷۴	ضد لجن‌ها
۷۴	کاهش دهنده کشش سطحی
۷۵	بازدارنده‌های خوردگی
۷۵	باکتری کش‌ها
۷۵	برطرف کننده‌های مشکل رس
۷۶	افزایش‌های کفی
۷۶	۴-۳ افزایش‌های پایدار کننده رس
۷۶	۵-۳ حلال‌های دوگانه
۷۷	۶-۳ افزایش‌های کنترل آهن (۱)
۷۷	۱-۶-۳ روش‌های کنترل آهن
۷۸	۱-۱-۶-۳ کنترل PH
۷۸	۲-۱-۶-۳ افزایش‌های جداکننده
۷۸	۳-۱-۶-۳ افزایش‌های کاهش دهنده
۸۰	۷-۳ الکل‌ها
۸۰	۸-۳ اسید استیک
۸۱	۹-۳ پراکندگی مواد آلی
۸۱	۱۰-۳ حلال‌های آلی
۸۱	۱۱-۳ افزایش‌های منحرف کننده اسید
۸۲	۱-۱۱-۳ مواد انحراف دهنده‌ی اسید
۸۳	منابع و مراجع فصل سوم

کتاب فصل چهارم: روش‌های اسیدکاری و عوامل مؤثر در آن ۸۵

۸۵ ۱-۴ انواع روش‌های اسیدکاری ۸۵

۸۵ ۱-۱-۴ اسیدکاری ماتریکس ۸۵

۸۶ ۲-۱-۴ ایجاد شکاف و ترک در سنگ مخزن به وسیله اسید ۸۶

۸۷ ۳-۱-۴ شستشو و تمیز کردن چاه به وسیله اسید ۸۷

۸۷ ۲-۴ فاکتورهای مؤثر در اسیدکاری ۸۷

۸۷ ۱-۲-۴ فشار ۸۷

۸۸ ۲-۲-۴ غلظت اسید ۸۸

۸۹ ۳-۲-۴ دما ۸۹

۹۰ ۴-۲-۴ نوع اسید ۹۰

۹۱ ۵-۱-۴ تعادل شیمیایی ۹۱

۹۲ ۶-۲-۴ نسبت سطح تماس سنگ مخزن به حجم اسید مصرفی ۹۲

۹۳ ۷-۲-۴ شناسایی مشخصات سنگ مخزن ۹۳

۹۴ منابع و مراجع فصل پنجم ۹۴

کتاب فصل پنجم: اثر پوسته در دانه اطراف چاه ۹۵

۹۵ ۱-۵ مقدمه ۹۵

۹۵ ۲-۵ محاسبه اثر پوسته ۹۵

۹۷ ۱-۲-۵ محاسبه اثر پوسته در تکمیل چاه بدون جداره ۹۷

۱۰۰ ۲-۲-۵ محاسبه اثر پوسته در چاه‌های مشبک‌کاری شده (۳، ۱) ۱۰۰

۱۰۰ ۱-۲-۲-۵ محاسبه اثر پوسته توسط کارایی تارک در چاه‌های مشبک‌کاری شده ۱۰۰

عمودی ۱۰۰

۱۰۴ ۲-۲-۲-۵ محاسبه اثر پوسته در چاه‌های مشبک‌کاری شده افقی (۴) ۱۰۴

۱۰۵ محاسبه ضریب پوسته S2D ۱۰۵

۱۰۶ محاسبه ضریب پوسته Swb ۱۰۶

۱۰۷ محاسبه ضریب پوسته S3D ۱۰۷

۱۰۸ ۳-۲-۵ محاسبه ضریب پوسته برای چاه‌های تکمیل شده به روش آستره شنی (۵) ۱۰۸

۱۰۹ ۱-۳-۲-۵ محاسبه ضریب پوسته برای چاه‌های تکمیل شده بدون جداره و آستره شنی ۱۰۹

۲-۳-۲-۵ محاسبه ضریب پوسته برای چاه‌های تکمیل شده به روش مشبک‌کاری و آستره ۱۱۰

شنی ۱۱۰

۱۱۲ منابع و مراجع فصل پنجم ۱۱۲

کتاب فصل ششم: اسیدکاری ماتریس؛ برهم‌کنش اسید و سنگ ۱۱۳

۱۱۳ ۱-۶ مقدمه ۱۱۳

۱۱۶ ۲-۶ استوکیومتری واکنش اسید-عنصر ۱۱۶

۱۲۱ ۳-۶ سینتیک واکنش اسید-عنصر ۱۲۱

۱۲۲ ۱-۳-۶ اندازه‌گیری آزمایشگاهی سینتیک‌های واکنش ۱۲۲

۱۲۲	۲-۳-۶ واکنش HCl و اسیدهای ضعیف با کربنات‌ها
۱۲۳	۳-۳-۶ واکنش HF با عناصر ماسه‌سنگ
۱۲۷	۴-۳-۶ واکنش اسیدفلوئوریدریک با عناصر ماسه‌سنگ
۱۲۷	۴-۶ انتقال اسید به سطح عنصر
۱۲۸	۵-۶ رسوب محصولات حاصل از واکنش اسید
۱۳۱	تمرین
۱۳۲	منابع و مراجع فصل ششم
۱۳۵	کتاب فصل هفتم: طراحی اسیدکاری ماسه‌سنگ
۱۳۵	۱-۷ مقدمه
۱۳۶	۲-۷ انتخاب اسید
۱۳۸	۳-۷ حجم اسید و دبی تزریق
۱۳۸	۱-۱-۷ عوامل، قیپ موثر در طراحی عملیات اسیدکاری
۱۳۸	۲-۳-۷ مدل‌های اسیدکاری ماسه‌سنگ
۱۴۶	مدل دو اسید رسوب‌ناهی
۱۴۶	مدل‌های رسوب
۱۴۸	مدل‌های تراوایی
۱۵۰	۳-۳-۷ کنترل فرایند اسیدکاری بر پایه زمانی دبی بهینه
۱۶۰	۴-۷ قرارگیری و انحراف سیال
۱۶۰	۱-۴-۷ قرارگیری مکانیکی اسید
۱۶۱	۲-۴-۷ مسدودکننده‌های تویی
۱۶۱	۳-۴-۷ عوامل پخش‌کننده ذره‌ای
۱۷۳	۴-۴-۷ ژل‌ها و فوم‌ها
۱۷۳	۵-۷ طراحی پیش‌شو و پس‌شو
۱۷۳	۱-۵-۷ پیش‌شوی HCl
۱۷۵	۲-۵-۷ پس‌شو
۱۷۶	۶-۷ عملیات اسیدکاری
۱۷۷	۷-۷ اسیدکاری در چاه‌های افقی
۱۷۸	تمرین
۱۸۰	منابع و مراجع فصل هفتم
۱۸۳	کتاب فصل هشتم: طراحی اسیدکاری ماسه‌سنگ
۱۸۳	۱-۸ معرفی
۱۸۴	۲-۸ تشکیل و رشد سوراخ کرم‌ها
۱۹۴	۳-۸ طراحی اسیدکاری ماتریس در کربنات‌ها
۱۹۴	۱-۳-۸ نوع اسید و غلظت آن
۱۹۵	۲-۳-۸ حجم اسید و دبی تزریق

۱۹۷	۳-۳-۸ کنترل فرایند اسیدکاری
۱۹۹	۴-۳-۸ پخش سیال
۲۰۰	۴-۸ ایجاد شکاف با اسید
۲۰۱	۱-۴-۸ نفوذ اسید در شکاف ها
۲۰۴	۲-۴-۸ رسانایی شکاف ایجاد شده با اسید
۲۰۸	۳-۴-۸ بهره‌دهی چاهی که با اسید ایجاد شکاف شده است
۲۱۱	۴-۴-۸ مقایسه راندمان شکاف اسیدی و شکاف پروید
۲۱۱	تمرین
۲۱۳	منابع و مراجع فصل هشتم

فصل نهم: شکافت اسیدی - شکافت هیدرولیکی

۲۱۵	۱-۹ شکافت اسیدی
۲۱۵	۱-۱-۹ پایه شکافت اسیدی در برابر شکافتن با عوامل نگه‌دارنده شکاف و سیالات غیرفعال
۲۱۶	۲-۱-۹ سبب و ریز شکافت اسیدی
۲۱۷	۳-۱-۹ عواملی که مؤثر بودن عملیات شکافت اسیدی را کنترل می‌کنند
۲۱۷	۴-۱-۹ هرزروی سیال
۲۱۸	۵-۱-۹ اسید مصرفی در طول تزریق سیال
۲۲۰	۶-۱-۹ طراحی عملیات
۲۲۰	۱-۶-۱-۹ مواد و تکنیک‌ها برای هرزروی اسید
۲۲۳	۲-۶-۱-۹ مواد و تکنیک‌هایی برای کنترل نرخ واکنش اسید
۲۲۵	۳-۶-۱-۹ مواد تکنیک‌هایی برای بهینه‌سازی قابلهای ردهی شکاف
۲۲۶	۷-۱-۹ مدل‌های عملیات شکافت اسیدی و مثالی از بردی طراحی عملیات شکافت اسیدی
۲۲۸	۸-۱-۹ ملاحظات برای بهینه‌سازی طراحی عملیات شکافت اسیدی
۲۲۸	۹-۱-۹ عملکرد نمودارهای نمونه
۲۳۱	۱۰-۱-۹ مطالعه مورد نمونه خارجی
۲۳۱	مقدمه
۲۳۲	۱-۱۰-۱-۹ شبیه‌سازی و طراحی ایجاد شکاف
۲۳۲	۲-۱۰-۱-۹ سازگاری سیال و انتخاب پروپانت
۲۳۳	۳-۱۰-۱-۹ تست‌های اولیه شکافت هیدرولیکی
۲۳۳	۴-۱۰-۱-۹ رفتار تولیدی چاه‌هایی که به صورت هیدرولیکی شکاف‌دار شده‌اند
۲۳۳	۵-۱۰-۱-۹ مقایسه رفتار تولید
۲۳۶	۱۱-۱-۹ مقایسه شکافت اسیدی و شکافت هیدرولیکی
۲۳۷	۱۲-۱-۹ مثال مقایسه عملکرد شکافت اسیدی و شکافت هیدرولیکی
۲۳۸	منابع و مراجع فصل نهم

مقدمه

سیاس و ستایش خداوند را که به انسان عقل و خرد آموخت، علاقه وافر دانشجویان به ادامه تحصیل و نیاز به منابع مفید و یکپارچه تحصیلی و علمی ما را بر آن داشت تا این اثر را به عنوان مرجعی مناسب و مفید گردآوری و تالیف نماییم. در این کتاب سعی شده، اغلب مباحث دروس مرتبط دوره‌های کارشناسی و کارشناسی‌ارشد مهندسی نفت پوشش داده شود و تا حد امکان از همه منابع رجوع و دسترس استفاده شود.

دروس مرتبط با رشته‌های حفاری و بهره‌برداری دوره کارشناسی‌ارشد نفت از قبیل: ۱- مهندسی بهره‌برداری پیشرفته ۲- مبانی حفاری و بهره‌برداری ۳- تکمیل چاه و بهره‌افزایی و دروس مرتبط با دوره کارشناسی مهندسی نفت رشته‌های مخازن، بهره‌برداری و حفاری از قبیل: ۱- عملیات بهره‌برداری ۲- اسیدنی در عملیات حفاری ۳- تکمیل و انگیزش چاه، می‌باشد. امیدواریم این اثر که حاصل تجربه و مطالعات اینجانبان می‌باشد؛ به عنوان مرجعی مناسب برای دانشجویان رشته مهندسی نفت در مقاطع مختلف تحصیلی و متخصصان در صنعت نفت کشور مورد استفاده قرار گیرد.

از سرکار خاتم‌الهام اعتصامی که در آماده‌سازی این اثر ما را یاری داده‌اند و همچنین تمامی عزیزانی که ما را در تالیف این کتاب یاری نموده‌اند تشکر می‌نماییم و در همین راستا مراتب قدردانی خود را از انتشارات ستایش، ناشر تخصصی کتاب‌های مهندسی نفت که با انتشار بیش از یکصدوده عنوان کتاب در زمینه مهندسی نفت یکه‌تاز انتشار کتاب در این عرصه می‌باشند، کمال تشکر و قدردانی می‌نماییم.

با توجه به اینکه هیچ اثری خالی از اشکال نیست از صاحب‌نظران ارجمند، اساتید محترم و دانشجویان عزیز خواهشمندیم نظرات و پیشنهادات خود را از طریق ناشر یادآور شده تا در چاپ‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.