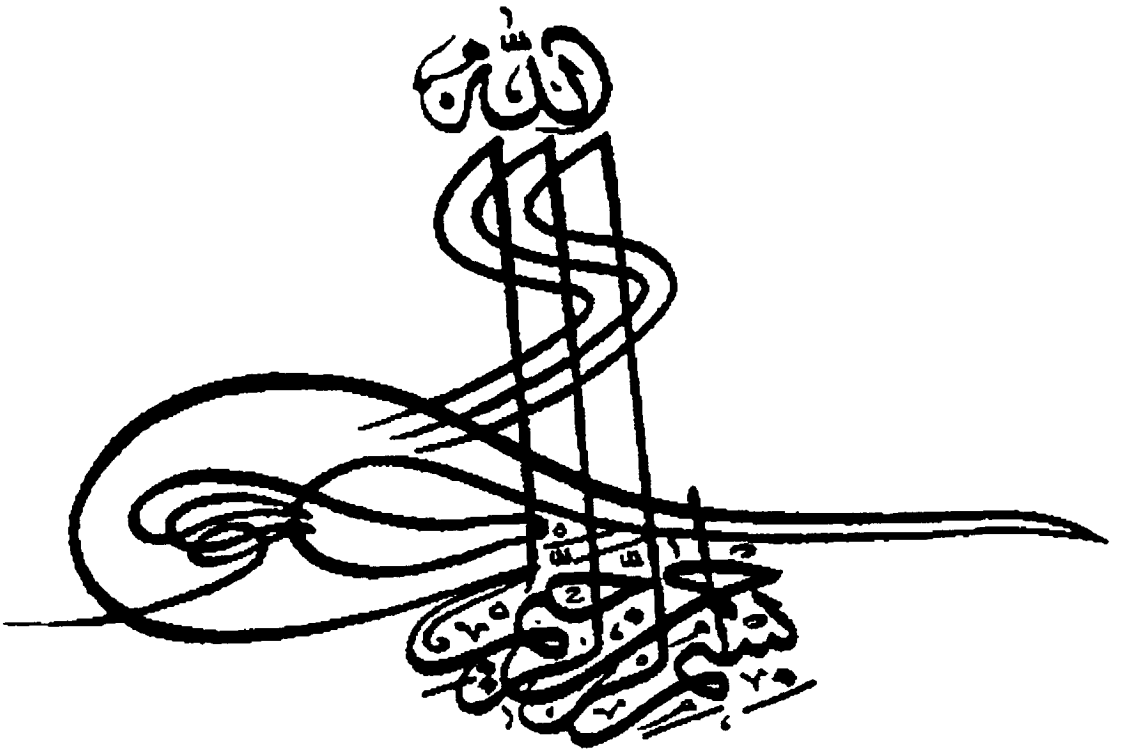


٤٨ ٩٧

پایان نامه کارشناسی ارشد

گروه مهندسی معدن

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

۱۳۸۲ /۵/ ۳۰

عنوان

مطالعه و بررسی تحریک پذیری مخازن نفتی کربناته میدان نفتی مارون

نگارش

محمد ابوالمعالی

استاد راهنما

آقای دکتر عبدالمجید موحدی نیا

زمستان ۸۱

کتابخانه فنی دانشگاه تهران
تحصیلات تکمیلی

۴۸۰۶۷

اکنون که به یاری خداوند متعال تدوین این پایان نامه میسر گشته است بر خود لازم میدانم که از تمام استادان و بزرگوارانی که بنده را در تهیه آن یاری نموده اند تشکر نمایم .

از زحمات استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر موحدی نیا که هدایت پایان نامه را بر عهده داشته اندکمال تشکر و قدر دانی را نموده و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند خواستارم.

از تمام بزرگواران در اداره کل پژوهش شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب که درتهیه این مجموعه بنده را یاری دادندکمال تشکر را دارم..

از تمام استادان بزرگوارم در اداره کل بهره بر داری شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب آقایان مهندس ویلیانی،مهندس بهمنیاران،مهندس علی آبادی،مهندس صفیان که بدون همکاری ایشان انجام این پایان نامه مقدور نبود بی نهایت سپاسگزارم.

امید است این مرکز در جهت تحقق یکی از اهداف والایش که ایجاد پیوندی منطقی بین دانشگاه و صنعت می باشد موفق بوده و همچنان مرجع خوبی برای کلیه دانشجویان و پژوهشگران باشد.

مقدمه ۱

فصل اول طبقه بندی اسید کاری و سید های مورد استفاده ۳

۱-۱- طبقه بندی اسید کاری ٤

۱-۱-۱- اسید کاری ماتریکس ٤

۱-۱-۲- اسید شکافی ٦

۱-۲ - اسید های مورد استفاده در عملیات اسید کاری ۷

فصل دوم آسیب سازند ۱۰

۲-۱- Skin damage ۱۳

۲-۲- عوامل ایجاد آسیب سازند ۱۵

۲-۲-۱- زمین شناسی و کانی شناسی مخزن ۱٦

۲-۲-۲- سیالات مخزن ۱۷

۲-۲-۲-تولید چاههای مجاور ۱۸

۲-۲-٤- تاریخچهٔ تولید چاه ۱۸

۲-۲- مکانیسم آسیبهای اسید کاری ۲٦

۲-۳-۱- تزریق غیر عمدی جامدات ۲۷

۲-۳-۲- اسید کاری ناسازگار مخلوطهای نامناسب ۲۷

۲-۳-۳- رسوب کردن تولیدات واکنش سید با سازند ۲۷

۲-۲-٤- کم شدن مقاومت فشاری سازند در نزدیک چاه ۲۹

۲-۳-۵- تشکیل امولسیون و اسلاج ۲۹

۲-۳-٦- Water blocking و دگرگونی درتر شوندگی ۳۰

۲-۳-۷- گیرکردن ژلهای شکسته نشده ۳۰

۲-۳-۸- هجوم ذرات ۳۱

۲-۳-۹- مکانیسم آسیب سازند درعملیات شکست هیدرولیکی ۳۱

فصل سه روشهای اسید کاری در مخازن کربناته ۳۳

۳-۱- اسید کاری در مخازن کربناته ۳٤

۳-۱-۱- هدف از اسید کاری در مخازن کربناته ۳٤

۳-۱-۲-۲- اسید کاری ماتریکس در سنگهای کربناته ۳۵

۳-۱-۳- اسید شکافی در سنگهای کربناته ۳۵

۳-۱-٤ - اسیدهای مورد استفاده در اسید کاری کربناتها ۳۹

۳-۱-۵- واکنش اسید با سنگ آهک و دولومیت ٤۱

٦ -١-٣- فیزیک عملیات ٤٥
٢ -٣-سیستمهای‌اسیدکاری‌ماتریکس در کربناتها ٥١

١ -٢-٣- اسیدکاری ماتریکس معمولی ٥١
٢ -٢-٣- سیستمهای اسید تأخیری ٥٤
٣ -٣- سیستمهای اسید شکافی در کربناتها ٥٧
١-٣-٣- انتخاب اسید شکافی یا شکست هیدرولیکی ٥٧
٢ -٣-٣- روش اسید شکافی با اسید غلیظ ٥٩

فصل چهارم ارزیابی وکنترل کیفیت عملیات ٦٤

١ -٤- ارزیابی عملیات ٦٥

٢ -٤- کنترل کیفیت اسید کاری ٦٦
١ -٢-٤- کنترل کیفیت در هنگام Rig up تجهیزات ٦٦
٢ -٢-٤- کنترل کیفیت قبل از پمپ نمودن [٣] ٦٨
٣-٢-٤- کنترل کیفیت در طول عملیات پمپ نمودن ٧٠
٤ -٢-٤- کنترل کیفیت بعد از پمپ نمودن ٧١

فصل پنجم طراحی عملیات اسید کاری ومطالعات آزمایشگاهی ٧٥

١ -٥- طراحی عملیات اسید کاری ٧٦
١ -١-٥- اطلاعات مربوط به حفاری و تکمیل ٧٦
٢-١-٥- اطلاعات مربوط به تولید ٧٩
٣-١-٥-ملاحظات مربوط به خصوصیات سنگ و سیال طبقه ٧٩
٤-١-٥- ملاحظات مربوط به کانی شناسی طبقه ٨١
٥-١-٥- فاکتورهای طراحی مربوط به نفوذپذیری و تراوایی سنگ ٨٢
٦-١-٥- فاکتورهای مربوط به تخلخل ٨٣
٧-١-٥- نکات مربوط به قابلیت حل شدن سنگ مخزن ٨٦
٨-١-٥- موارد مهم برای انتخاب سیال عملیاتی ٨٧
٩-١-٥-سیستمهای اسید تأخیری ٩٣
١٠-١-٥-ملاحضات مربوط به طراحی فشار ٩٧
Shut – in – time -٥-١-١١ ١٠٠
٢-٥- مطالعات آزمایشگاهی ١٠٢

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه و مدارک

۱-۲-۵- مطالعات روی مغزهٔ سنگ ۱۰۲
۲-۲-۵- Solubility test ۱۰۲
۳-۲-۵- مطالعات سنگ شناسی ۱۰۳
٤-۲-۵- Core flow test ۱۰۷
۵-۲-۵- Water Sensitivity test ۱۰۸
٦-۲-۵-آنالیز سیالات مخزن ۱۰۹

فصل ششم Coiled tubing ۱۱۰

۱-٦- ساختمان واحد CT ۱۱۱
۲-٦-طراحی عملیات CT ۱۱۸
فصل هفتم راهکارهایی جهت طراحی یک برنامه اسید کاری مناسب ۱۲۱
۱-۷- شناسایی آسیب سازند ۱۲۲
۲-۷- انتخاب سیال عملیاتی مناسب ۱۲۲
۳-۷- پیش شویی وبیش شویی ۱۲٤
٤-۷- انتخاب افزایه ها ۱۲٤
۵-۷- حجم عملیات ۱۲۵
فصل هشتم طراحی برنامهٔ اسید کاری چاه شمارهٔ ۲٦۷ مارون ۱۲۷
۱-۸-معرفی چاه شماره ۲٦۷ مارون ۱۲۸
۲-۸- شناسایی آسیب سازند ۱۳۱
۳-۸- انتخاب سیال ۱۳٦
فصل نهم خلاصه و جمع بندی ۱٤۰
نتایج ۱٤٦
منابع و مآخذ ۱٤۸

چکیده

صنایع نفت و گاز به علت هزینهٔ سرمایه گذاری بالا همیشه به دنبال روشهایی هستند که نرخ بازگشت سرمایه سریعی را در پی داشته باشند. یکی از روشهای که به افزایش تولید و متعاقباً بازگشت سریع سرمایه کمک می‌نماید انگیزش چاههای نفت و گاز می‌باشد.

دراین میان اسید کاری به عنوان یکی از روشهای قدیمی،موفق و دارای پشتوانهٔ علمی و تجربی از گزینه های مورد توجه و مطلوب صنایع نفت می‌باشد.

وجود منابع عظیم نفت وگاز در ایران واحساس نیاز فراوان به استحصال هر چه بیشتر نفت و گاز از این منابع(با توجه به وجود برخی منابع مشترک با کشورهای همسایه،) کمک به کم نمودن هزینه های تولید عاملهایی اند که توجه بیشتر به انگیزش چاه و بهره وری بیشتر از چاههای نفت و گاز را باعث شده اند.وجود منابع نفتی فراوان با تراوایی کم یکی دیگر از عواملی است دراین میان توجهی خاص را می‌طلبد.

مخزن نفتی بنگستان مارون یکی از مخازن نفتی با تراوایی کم(md ۱۰>)و ذخیرهٔ قطعی ۵۷/٦ میلیون بشکه و تولید روزانه ۱۳ هزار بشکه نفت یکی از مخازن دردسر ساز در زمینهٔ تولید نفت می‌باشد.مطالعات انجام گرفته نشان میدهد که غلظت بالای نفت موجود و نیز تمایل شدید آن به تولید رسوبات آسفالتین و پارافینی و تراوایی فوق العاده کم سنگ مخزن کربناته در آن باعث شده است که با وجود حفر چاههای متعدد ظرفیت تولید این مخزن پایین بماند.هیچ گونه شکستگی طبیعی وسیعی در مطالعات انجام گرفته شناسایی نشده است. چاه جدید ۲٦۷ مارون جهت بررسی و طراحی برنامهٔ اسید کاری در لایهٔ پنج سازند سروک انتخاب شده است.

اطلاعات جمع آوری شده و مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته دراین تحقیق حاکی از نفوذ پذیری بسیار کم این سنگ مخزن کربناته (حدود هفت میلی دارسی) و نیز تمایل شدید نفت موجود به ایجاد رسوبات آسفالتیتی است.

آسیب سازند ناشی از تغییر در خاصیت تر شوندگی و آسیب سازند در اثر رسوب ذرات آسفالتینی و ایجاد امولسیونها در خلل و فرج ، آسیب سازند چندگانه شناسایی شده در این چاه می باشد .

قابل ذکر است که مطالعات انجام گرفته با نرم افزار Stimcad نیز وجود چنین آسیب سازندی را تأیید می‌نماید.

بنابر تجربیات و مدارک موجود جهت رفع این آسیب, استفاده از یک حلال دو گانه Xylene پیشنهاد می‌گردد به دنبال آن جهت افزایش نسبی تراوایی در منطقهٔ اطراف چاه استفاده از HCl با غلظت ۱۵٪ پیشنهاد شده است.

جهت روش اجرای برنامهٔ اسید کاری سیستم Coiled tubing که دارای فواید فراوانی از قبیل جایگذاری و تزریق دقیق اسید و کم نمودن آسیب های ناشی از تزریق اسید به تجهیزات چاه می‌باشد,استفاده شده است[۳].

در پایان باید گفت که جهت مخازن با تراوایی کم استفده از روشهای اسید شکافی یا شکست هیدرولیکی باید مورد مطالعه قرار گیرد[۳].

مقدمه

تاریخ صد سال اخیر، شاهد کشفیات و موفقیتهای فوق العاده و همین طور شکستهای نا امید کننده ای در زمینه اسید کاری است.اسید کاری را به هیچ وجه نمی‌توان تحت یک سری قانون مشخص و ثابت شناسایی نموده و مورد مطالعه قرار داد. [۲]

تاریخچهٔ اسید کاری نشان می‌دهد که مواردی از این علم، کاملاً غیر قابل پیش بینی است. می توان گفت که اسید کاری همانند یک هنر است که کاملاً نمی توان بر آن مسلط شد. در اسید کاری همیشه فرصت برای کسب تجربیات بیشتر،کشف قانونهای جدید و پیشنهادهای نو وجود دارد.اگر چه چیره دستی وتبحر کامل در اسید کاری تقریباً غیر ممکن است.

ولی این بدین معنی نیست که موفقیت در اسید کاری تنها بصورت اتفاقی حاصل می‌گردد و طراح عملیات اسید کاری هیچ گونه نقشی در وقوع آن نخواهد داشت.

هر ساله مقالات حاوی اطلاعات ارزشمند فراوانی هر ساله توسط نشریات علمی نظیر SPE منتشر می‌شوند و نیز اطلاعات قابل دسترسی توسط شرکتهای خدمات دهنده و شرکتهای نفتی می‌توانند راهنماهای خوبی برای طراحی یک عملیات اسید کاری باشند [۱].

اما باید گفت درهیچ کتاب یا مرجعی نمی توان اسید کاری را بصورت مراحل مشخص و ثابت ارائه داد. در اسید کاری استثنائها فراوانی وجود دارد که بصورت قانون درآمده اند و در حقیقت موفقیت در اسید کاری دقیقاً ارتباط به فهم دقیقتر و بهتر این استثنائها دارد[۳]. پارامترهای مؤثر در نتیجهٔ عملیات اسید کاری فوق العاده پیچیده در ارتباط نزدیک با هم هستند یکی از بزرگترین مشکلات در طراحی عملیات اسید کاری تعیین میزان این پارامترهاست که عموماً با خطاهای فاحشی نسبت به مقدار واقعی آنها انجام می‌گیرد.

در این تحقیق سعی شده است تا این پارامترها بخوبی معرفی شده وارتباط آنها با یکدیگر بیان می‌شود.

تغییر بسیاری از این پارامترها در طول اجراء عملیات اسید کاری که باعث تصحیح مداوم طراحی اسید کاری در طول اجرا می‌شود، یکی دیگر از مشکلات اجرای این عملیات است که نیازمند تخصص و تجربهٔ فراوانی است.

کوچکترین اشتباه در طول فرآیند طراحی اجرا و ارزیابی اسید کاری می تواند براحتی نتیجهٔ معکوس از عملیات بدست دهد[۳].

فصل اول

طبقه بندی اسید کاری واسید های مورد استفاده

۱-۱- طبقه بندی اسید کاری

بطور کلی دو نوع اسید کاری درصنعت نفت انجام می‌گیرد.

الف -اسید کاری ماتریکس[۱]: که سیال تزریقی تحت فشاری پایین تر از فشار شکست سازند به طبقه تزریق می‌گردد.

ب-اسید شکافی[۲]: که سیال تزریقی در آن تحت فشاری بالاتر از فشار شکست سازند به طبقه تزریق می گردد.

۱-۱-۱- اسید کاری ماتریکس

از این عملیات هم در انگیزش طبقات کربناته و هم طبقات ماسه سنگی استفاده می‌شود[۱].

در سازندهای ماسه سنگی عملیات اسید کاری ماتریکس باید برای رفع آسیب سازند و یا اشکالات موجود در مشبک کاری[۳] و یا خلل و فرج نزدیک چاه طراحی گردد[۳].

از لحاظ تئوری جریان اسید ازداخل سیستم خلل و فرج سنگ عبور کرده و جامدات و موادی را که در جهت حرکت سیال دراین خلل و فرج مانع ایجاد می کنند را در خود حل نموده و جریان سیال را به چاه افزایش می‌دهد.

بنابراین در سازندهای ماسه سنگی،عملیات اسید کاری ماتریکس تنها عملی در جهت رفع آسیب سازند به حساب می‌آید[۳]. براین حساب یک عملیات اسید کاری ماتریکس در سازند ماسه سنگی تنها هنگامی دارای شانس موفقیت است که آسیب سازند موجود در طبقهٔ ماسه سنگی به وسیلهٔ اسید قابل حل و خروج باشد[۳].

---

[۱]-Matrix Acidizing

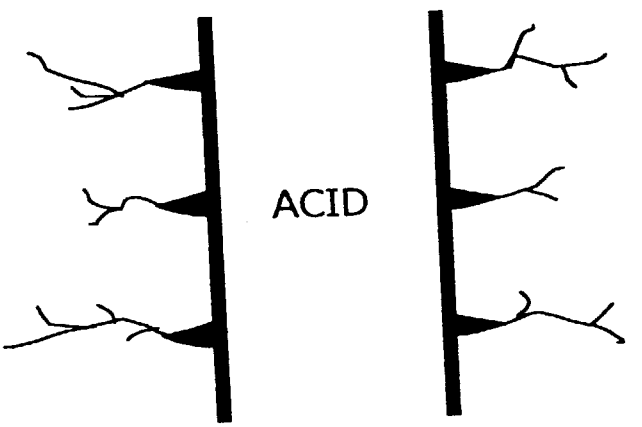
[۲]-fracture Acidizing

[۳]-Perforation

اسید کاری ماتریکس در ماسه سنگهایی که آسیب ندیده اند،نمی تواند به طرزمحسوسی باعث افزایش تولید شود [۳]. اما دراین جا یک استثناء مهم وجود دارد و آنهم طبقات دارای شکاف و درزه های طبیعی است. دراین نوع طبقات ماسه سنگی اسید کاری ماتریکس می‌تواند نتیجهٔ مطلوبی بدهد[۳].

در مخازن کربناته اسید کاری ماتریکس به وسیلهٔ ایجاد کانالهایی موسوم به worm hole عمل می‌نماید.

این نفوذ ها در منطقهٔ نزدیک چاه انجام می‌گیرد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- تولید worm hole بوسیلهٔاسید[۳]

ایجاد worm hole ها در سنگ مخزن کربناته بسیار شبیه به حرکت و ایجاد سوراخ توسط کرم خاکی در زیرزمین می‌باشد. این امکان وجود دارد که از یک worm hole اصلی چند worm hole دیگر منشعب گردد اماغالباً اسیدهای قوی نظیر HCl تعداد زیادی worm hole تنها بدون

ایجاد انشعاب ایجاد می‌کنند [۳].اسیدهای ضعیفتر نظیر اسید استیک و اسیدهای تأخیری[٤] تمایل به ایجاد انشعابات بیشتری از یک wormhole دارند ,زیرا به علت سرعت پایین واکنش،میزان هرزروی اسید زنده در طبقه زیاد می باشد.این مسئله به خودی خود اگر در یک محدودهٔ معین و مطمئن انجام گیرد. به بهتر شدن نتیجهٔ اسید کاری کمک می‌نماید[۳].

ساختار worm hole های ایجاد شده بستگی به نرخ تزریق دما و خصوصیات واکنشی مخزن دارد[۳].

در طبقات کربناته، اسید کاری ماتریکس اکثراً عملیاتی برای میان برزدن منطقهٔ آسیب دیده می‌باشد[۳].

۲-۱-۱- اسید شکافی

عملیات اسید شکافی معمولاً منحصر به طبقات آهکی است[۳]. از این روش می‌توان در مخازن کربناته به عنوان میان بر منطقهٔ آسیب دیده استفاده نموده و نیز برای انگیزش طبقات بدون آسیب و کربناته می‌تواند نتیجهٔ مطلوبی بدست بدهد. [۳].

اسید شکافی نوع دیگری از شکست هیدرولیکی است. در هر دوی مورد تلاش می‌شود که کانال رسانای جریانی بدست آوریم, که از چاه شروع شده و هرچه بیشتر در طبقه نفوذ داشته باشد [٤].

هندسهٔ اصلی شکاف ایجاد شده نیز تقریباً درهر دو یکسان است. تفاوت بین این دو روش اینست که رسانایی شکاف ایجاد شده چگونه ایجاد شده و چگونه باقی می‌ماند.

در روش شکست هیدرولیکی۱ از یک سری مواد نگهدارنده نظیر ماسه به عنوان پروپانت استفاده می‌شود تا بعد از ایجاد شکاف رسانایی آن باقی بماند[٤].

---

[٤]-Retarded acids.

ب-اسید استیک CH_3COOH

ج-اسید فرمیک $HCOOH$

به علت ضعیف بودن خاصیت اسیدهای آلی، کاربرد آنها در طیفهای با دمای بالامفید است[۲].

اسید استیک از اسید فرمیک بسیار ضعیفتر است, اما اسید فرمیک از اسید کلریدریک ضعیفتر است[۲]. هنگامی که لازم شود تا HCl بطور کامل با اسید جایگزین شود, معمولاً از اسید استیک استفاده می‌شود.

ترکیب این اسیدها بسیار متداول است. بطور مثال ترکیبات اسید کلریدریک و اسید استیک و یا مخلوط اسید استیک و اسید فرمیک که مخصوص کاربردهای اسید کاری در دمای بالا است از این دسته اند[۲].

شاید در موارد بسیار نادری از سایر اسیدها استفاده گردد. مثلااسید سولفامیک یا اسید کلریداستیک از این دسته اند. این اسیدها جامدند. استفاده از این اسیدها محدود به کاربردهای اسید کاری در مناطق دور افتاده است, که انتقال اسید مایع به آنجا غیر ممکن یا به طرز غیر قابل قبولی گران باشد. این دو اسید از اسیدهای آلی موجود و معمول قویترند, ولی از HCl ضعیفتر ند. در اسید کاری ماسه سنگها معمولاً از اسیدهای زیر استفاده می‌شود[۲]:

الف-اسید کلریدریک HCl

ب-اسید استیک CH_3COOH

ج-اسید فورمیک $HCOOH$

د-اسید فلوریدریک Hf