واحد بین الملل دانشگاه شیراز

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی شیمی(گرایش مهندسی شیمی)

استفاده از مواد فعال در سطح برای جلوگیری از پدیده انسداد میعانی

به کوشش

غزاله حقیقت جو (۸۷۵۰۶۸)

استاد راهنما:

دکتر محمد رضا رحیم پور

بهمن ماه ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

بنام خدا

اظهارنامه

اینجانب غزاله حقیقت جو (۸۷۵۰۶۸) دانشجوی رشته مهندسی شیمی گرایش مهندسی شیمی واحد بین الملل دانشگاه شیراز اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آنرا منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

بنام خدا

استفاده از مواد فعال در سطح برای جلوگیری از پدیده انسداد میعانی

به کوشش

غزاله حقیقت جو

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه ی کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی شیمی

از واحد بین الملل دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی:

دکتر محمد رضا رحیم پور، استاد دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز (رئیس کمیته) .....

دکتر شادی حسن آجیلی، استادیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز .....

دکتر پیمان کشاورز، استادیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز .....

بهمن ماه ۱۳۹۰

تقدیم به آنان که وجودم جز هدیه وجودشان نیست

پدر و مادر عزیزم،

تقدیم به همسر مهربانم

که در تمامی لحظات رفیق راه بود و در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

سپاسگزاری

اینک که لطف و بخشایش پروردگار متعال تهیه و تنظیم این مجموعه را نصیبم نموده قبل از هر چیز بر خود لازم می دانم که از زحمات استاد فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد رضا رحیم پور که در تمام مدت انجام این پژوهش از راهنمایی های ارزنده ایشان بهره مند بودم، تشکر و قدر دانی نمایم. از همسر عزیزم، که با تحمل همه سختی ها، مشوق اصلی من در پیمودن این راه بوده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از جناب آقای مهندس حمیدرضا نصریانی که مشاوره های کلیدی ایشان در انجام این پایان نامه بسیار راه گشا بود، خالصانه تشکر می نمایم و از خداوند متعال برای این بزرگواران توفیق روز افزون طلب می نمایم.

چکیده

استفاده از مواد فعال در سطح برای جلوگیری از پدیده انسداد میعانی

به کوشش

غزاله حقیقت جو

در حین تولید از مخازن گاز میعانی بعلت افت فشار به زیر فشار نقطه شبنمِ سیال هیدروکربنی و تشکیل میعانات و ایجاد ممانعت در جریان گاز، در نزدیکی دهانه چاه تولید، کاهش قابل توجهی در تولید اتفاق می افتد.

در این پژوهش با استفاده از نرم افزار صنعتی CMG (Computer Modeling Group) قسمت GEM مدل مناسبی از یک میدان واقعی در ایران (مخزن شماره ۱۴ میدان سرخون) ساخته شده و پدیده انسداد میعانی شبیه سازی می گردد و سپس عملیات شیمیایی با تزریق مواد فعال کننده سطحی[1] انجام می شود تا انسداد برطرف شده و تولید افزایش یابد. این شبیه سازی نشان می دهد که عملیات شیمیایی با مقدار اندکی مواد فعال کننده سطحی می تواند تولید را به مقدار زیادی افزایش دهد.

مدل سازی PVT با استفاده از نرم افزار PVTi در ECLIPSE انجام شده که با توجه به نتایج، معادله حالت پنگ-رابینسون[2] بهترین صحت را در پیش بینی PVT مخزن سرخون چاه شماره ۱۴ دارد. داده های تجربی برای میزان کردن معادله حالت پنگ-رابینسون استفاده شده و مقایسه ای بین اطلاعات محاسبه شده و اطلاعات تجربی برای سازگاری هر چه بیشتر این اطلاعات در تستهای افت فشار با جرم ثابت و تخلیه با حجم ثابت و همچنین فشار نقطه شبنم انجام شده و همگرایی قابل قبولی بین آنها بدست آمده است.

1- Surfactant
2- Peng-Robinson

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول ۱

مقدمه ۲

۱-۱-پیشگفتار ۲

۱-۲- مروری بر فصلهای پژوهش ۴

۱-۳- تعاریف ۵

۱-۳-۱- مخازن گاز میعانی ۵

۱-۳-۲- پدیده انسداد میعانی ۶

۱-۳-۳- بررسی تراوایی نسبی ۱۱

۱-۴- مبانی نظری تحقیق ۱۳

۱-۴-۱- اهداف این پژوهش ۱۳

۱-۴-۲- روش انجام پژوهش ۱۳

فصل دوم ۱۵

مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۵

۲-۱- مقدمه ۱۶

۲-۲ مقالات مربوط به مطالعات تجربی ۲۰
۲-۲-۱- بنگ و همکارانش Bang V. et al. 2010 ..... ۲۰
۲-۲-۲- محبت احمدی و همکارانش Ahmadi M. et al. 2010 ..... ۳۸

۲-۳- نتایج حاصل از مقالات مربوط به مطالعات تجربی ۴۴

فصل سوم ۴۵

آزمایشات انجام شده و نتایج ۴۵

۳-۱- مقدمه ۴۶

۳-۲- ماده فعال کننده سطحی ۴۷

۳-۳- آزمایش ۴۸
۳-۳-۱- دستگاهXRP (X-ray Relative Permeability) ۴۸
۳-۳-۲- اسکنر ۴۸
۳-۳-۳- تزریق در حالت پایا ۵۰
۳-۳-۴- روش کلی آزمایشهای تزریق ۵۰
۳-۳-۵- اشباع کردن مغزه ۵۱
۳-۳-۶- روش آزمایش در حالت پایا ۵۱
۳-۳-۷- تزریق توسط پمپهای دوگانه ۵۲

۳-۴- روش آزمایش برای اندازه گیری نفوذ پذیری نسبی ۵۲
۳-۴-۱- آماده سازی دستگاه ۵۲
۳-۴-۲- سناریوی آزمایش ۵۴
۳-۴-۳- نتایج حاصل از آزمایش ۵۵

فصل چهارم ۵۶

مدل سازی رفتار فازی در مخزن ۵۶

۴-۱- مقدمه ۵۷

۴-۲- رفتار فازی ۶۰

۴-۳- مراحل مدل سازی رفتار فازی ۶۰

۴-۳-۱- معادله حالت..... ۶۱

۴-۳-۲- واحد متناسب با مخزن ۶۴

۴-۳-۳- ترکیبات موجود در مخزن و کسرهای مولی ۶۴

۴-۳-۴- رگراسیون..... ۶۶

۴-۳-۵- روش رگراسیون..... ۶۷

۴-۳-۶- تست افت فشار با جرم ثابت..... ۷۰

Constant Composition Expansion (CCE) ۷۰

۴-۳-۷- تست تخلیه با حجم ثابت ۷۳

Constant Volume Depletion (CVD) ۷۳

فصل پنجم ۸۰

مدل سازی مخزن گاز میعانی ۸۰

۵-۱- مقدمه ۸۱

۵-۲- شبیه ساز GEM..... ۸۲

۵-۳- مقدمه ای برای مدل شبیه سازی ۸۳

۵-۴- معادله حالت و خصوصیات سیال ۸۴

۵-۵- گریدبندی مدل (مدل مخزن)..... ۸۸

۵-۵-۱ مخزن (Reservoir)..... ۸۸

۵-۵-۲- اجزاء (Component)..... ۹۱

۵-۵-۳- خصوصیات بین سنگ و سیال (Rock-Fluid) ۹۲
۵-۵-۴- شرایط اولیه (Initial conditions) ۹۲
۵-۵-۵- چاه (wells & recurrent) ۹۶

فصل ششم ۱۱۴

مدل سازی چاه بعد از عملیات شیمیایی (POST TREATMENT MODELING) ۱۱۵

۶-۱- مقدمه ۱۱۵

۶-۲- چاه تزریقی ۱۱۶

۶-۳- نفوذپذیری نسبی بعد از عملیات شیمیایی ۱۱۶

۶-۴- نتایج مدل سازی بعد از عملیات شیمیایی ۱۱۸

فصل هفتم ۱۲۱

نتایج و پیشنهادات ۱۲۱

۷-۱- خلاصه ۱۲۲

۷-۲- نتایج ۱۲۳

۷-۳- پیشنهادات ۱۲۴

فهرست منابع ۱۲۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- ترکیبات مخلوط گازی ۲۲

جدول ۲-۲- خواص مخلوط گازهای ساختگی در شرایط آزمایشگاهی ۲۳

جدول ۲-۳- پیشرفت در نفوذپذیری نسبی در ماسه سنگ BEREA..... ۲۹

جدول ۲-۴- پیشرفت در نفوذپذیری نسبی روی مغزه های مخازن ماسه سنگ.....۳۱

جدول ۲-۵- اطلاعات داده شده برای شبیه سازی تک چاهی ۳۷

جدول ۲-۶- اطلاعات داده شده برای شبیه سازی تک چاهی ۳۷

جدول ۲-۷- ترکیبات مخلوط گاز مصنوعی استفاده شده در آزمایشات..... ۳۹

جدول۲-۸- نتایج آزمایشات انجام شده روی سنگ کربناتی ۴۰

جدول ۳-۱- خواص مربوط به TRIETHOXY-1H,1H,2H,2H-PERFLUORODECYLSILANE ۴۷

جدول ۳-۲- نفوذپذیری های نسبی گاز و نفت بعد از تزریق متانول و ماده فعال کننده سطحی ۵۵

جدول ۴-۱- تجزیه سیال چاه ۶۵

جدول ۴-۲- مشخصات مخزن ۶۶

جدول ۴-۳- رگراسیون انجام شده در مدل ۶۹

جدول۴-۴- افت فشار با جرم ثابت در $^{\circ}F$ ۲۰۵ ..... ۷۱

جدول ۴-۵- تخلیه با حجم ثابت در $^{\circ}F$ ۲۰۵..... ۷۸

جدول ۵-۱- ترکیبات سیال مشخصی از چاه شماره ۱۴ مخزن سرخون ۸۵

جدول ۵-۲- پارامترهای معادله حالت برای سیال مشخص از چاه شماره ۱۴ مخزن سرخون ۸۶

جدول ۵-۳- پارامترهای برهمکنش دوتایی بین اجزاء را نشان می دهد. ۸۷

جدول ۵-۴- لایه های با ضخامتهای مختلف در شبیه سازی مخزن ۸۸

جدول ۵-۵- خصوصیات مخزن سرخون در شبیه سازی مدل ۸۹

جدول ۵-۶- خصوصیات سنگ مخزن نوع شماره ۱۴ برای آب-نفت ۹۳

جدول ۵-۷- خصوصیات سنگ مخزن نوع شماره ۱۴ برای گاز-نفت ۹۴

جدول ۵-۸- خصوصیات نوع سنگ مخزن شماره ۲۰ برای آب-نفت..... ۱۰۸

جدول ۵-۹- خصوصیات نوع سنگ مخزن شماره ۲۰ برای گاز-نفت ۱۰۹

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱- تجمع میعانات در نزدیکی چاه ۷

شکل۱-۲- منحنی P-T نمونه ای از گاز میعانی ۹

شکل۱-۳- منحنی اشباع میعانات گازی بر حسب فاصله از چاه برداشت ۹

شکل۲-۱- شماتیکی از دستگاه عبور جریان از مغزه..... ۲۱

شکل ۲-۲- رفتار فازی مخلوطهای گازی ۲۴

شکل ۲-۳- نمودار میعانات تولیدی مخلوطهای سیال ساختگی ۲۴

شکل ۲-۴- افت فشار قبل و بعد از عملیات شیمیایی در ۱۷۵ °F برای ماسه سنگ BEREA ۲۸

شکل ۲-۵- تاثیر دما روی پیشرفت نفوذپذیری نسبی گاز بواسطه عملیات شیمیایی..... ۳۰

شکل ۲-۶- تاثیر غلظت ماده فعال کننده سطحی روی پیشرفت نفوذ پذیری نسبی گاز ۳۲

شکل ۲-۷- نمودارغلظت ماده فعال کننده سطحی در جریان خروجی هنگام عملیات شیمیایی سنگ BEREA در ۱۷۵°F..... ۳۳

شکل ۲-۸- تاثیر غلظت ماده فعال کننده سطحی بر جذب آن روی سنگ..... ۳۴

شکل ۲-۹- تاثیر دما روی جذب ماده فعال کننده سطحی ۳۵

شکل ۲-۱۰- تاثیر جذب ماده فعال کننده سطحی روی ضریب پیشرفت..... ۳۵

۲-۱۱- مقایسه نفوذپذیری نسبی گاز و نفت قبل و بعد از عملیات شیمیایی ۳۸

شکل ۲-۱۲- مقایسه غلظت سطحی فلوئورین با آمین و بدون آمین ۴۱

شکل ۲-۱۳- DROP IMBIBITION TEST برای نمونه های ماسه سنگ و سنگ آهکی بعد از انجام عملیات آمین اولیه ۴۲

شکل ۲-۱۴- اثر نرخهای مختلف تزریق بر روی ضریب پیشرفت..... ۴۳

شکل ۲-۱۵- افت فشار قبل و بعد از عملیات شیمیایی ۴۴

شکل ۳-۱- ساختار شیمیاییTRIETHOXY-1H,1H,2H,2H-PERFLUORODECYLSILANE ۴۷

شکل ۳-۲- تصویری از محل قرارگیری مغزه نگهدار و اسکنر ۴۹

شکل ۴-۱- درصد حجم مایعات متشکله در تست افت فشار با جرم ثابت(CCE) در F° ۲۰۵..... ۷۲

شکل ۴-۲- حجم نسبی در تست افت فشار با جرم ثابت(CCE) در F° ۲۰۵..... ۷۲

شکل ۴-۳ شکلی از تست تخلیه با حجم ۷۳

شکل ۴-۴- درصد حجم مایعات متشکله در تست تست تخلیه با حجم ثابت (CVD) در F° ۲۰۵..... ۷۸

شکل ۴-۵- نمودار رفتار فازی ۷۹

شکل ۵-۱- طرحی سه بعدی از مدل شبیه سازی برای ۶ لایه ۹۰

شکل ۵-۲- گریدهای اطراف چاه با تقسیم بندی لگاریتمی در جهت شعاع ۹۱

شکل ۵-۳- نمودار نفوذپذیری نسبی آب و نفوذپذیری نسبی نفت در اشباع آب موجود بر حسب اشباع آب ۹۵

شکل ۵-۴- نمودار نفوذپذیری نسبی گاز و نفوذپذیری نسبی نفت در اشباع گاز موجود بر حسب اشباع گاز ۹۵

شکل ۵-۵- نمودار های نرخ جریان گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه مربوط به شعاع تخلیه FT ۱۵۰۰ ۹۷

شکل ۵-۶- نمودار فشار در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۱۵۰۰..... ۹۸

شکل ۵-۷- نمودار های نرخ جریان گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه مربوط به شعاع تخلیه FT ۵۰۰۰ ..... ۹۹

شکل ۵-۸- نمودار فشار در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۵۰۰۰..... ۱۰۰

شکل ۵-۹- نمودار های نرخ جریان گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه مربوط به شعاع تخلیه FT ۷۵۰۰ ..... ۱۰۱

شکل ۵-۱۰- نمودار فشار در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۷۵۰۰..... ۱۰۲

شکل ۵-۱۱- نمودار های نرخ جریان گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه مربوط به شعاع تخلیه FT ۱۰۰۰۰ ..... ۱۰۳

شکل ۵-۱۲- نمودار فشار در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۱۰۰۰۰ ..... ۱۰۴

شکل ۵-۱۳- نمودار های نرخ جریان گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه مربوط به شعاع تخلیه FT ۵۰۰۰ بمدت ۱۰ سال ۱۰۵

شکل ۵-۱۴- نمودار فشار در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۵۰۰۰ بمدت ۱۰ سال ۱۰۶

شکل ۵-۱۵- نمودار مربوط به فشارها و اشباعات مایع در دو گرید متفاوت مربوط به شعاع تخلیه FT ۵۰۰۰ بمدت ۱۰ سال ۱۰۷

شکل ۵-۱۶- نمودار نفوذپذیری نسبی آب و نفوذپذیری نسبی نفت در اشباع آب موجود بر حسب اشباع آب در نوع سنگ مخزن شماره ۲۰ ..... ۱۱۰

شکل ۵-۱۷- نمودار نفوذپذیری نسبی گاز و نفوذپذیری نسبی نفت در اشباع گاز موجود بر حسب اشباع گاز در نوع سنگ مخزن شماره ۲۰ ..... ۱۱۱

شکل ۵-۱۸- نمودار نرخ تولید برای مدل سازی با نوع سنگ مخزن شماره ۲۰ ..... ۱۱۲

شکل ۵-۱۹- نمودار فشار برای مدل سازی با نوع سنگ مخزن شماره ۲۰..... ۱۱۳

شکل ۶-۱- منحنی های نفوذپذیری نسبی گاز و همچنین نفوذپذیری نسبی نفت در اشباع گاز موجود ۱۱۷

شکل ۶-۲- مقایسه نفوذپذیری های نسبی نفت و گاز قبل و بعد از عملیات شیمیایی ۱۱۸

شکل ۶-۳- نمودار نرخ تولید گاز و اشباع میعانات در دهانه چاه بعد از عملیات شیمیایی..... ۱۱۹

شکل۶-۴- نمودار فشار در دو گرید متفاوت بعد از عملیات شیمیایی ۱۲۰

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱-پیشگفتار

یکی از مشکلات اساسی که جهان با آن روبرو است مسئله تامین انرژی می باشد. ازجمله منابع ارزان و موثر انرژی، که امروزه اهمیت زیادی را به خود اختصاص داده است گاز طبیعی است. این سوخت پاکترین سوخت فسیلی محسوب می شود، لذا نرخ تقاضا در جهان برای این محصول دائما در حال افزایش است. گاز به عنوان سوخت در کشور ما جایگاه بسیار مهمی دارد، لذا تلاش برای افزایش برداشت این ماده ی ارزشمند از مخازن گازی و گاز میعانی[1] مورد توجه زیادی است. تنها اتکای به توان طبیعی مخزن برای این کار عملی نیست ، بنابراین راه های مصنوعی تحریک چاه تولید را باید مورد توجه قرار داد.

بسیاری از منابع گاز طبیعی موجود در شرایط مخازن گاز میعانی قرار دارند که شاید از لحاظ بهره برداری پیچیده ترین هستند چرا که یک مخزن گاز میعانی می تواند توسط ارزشمندترین اجزای

1- Gas-Condensate