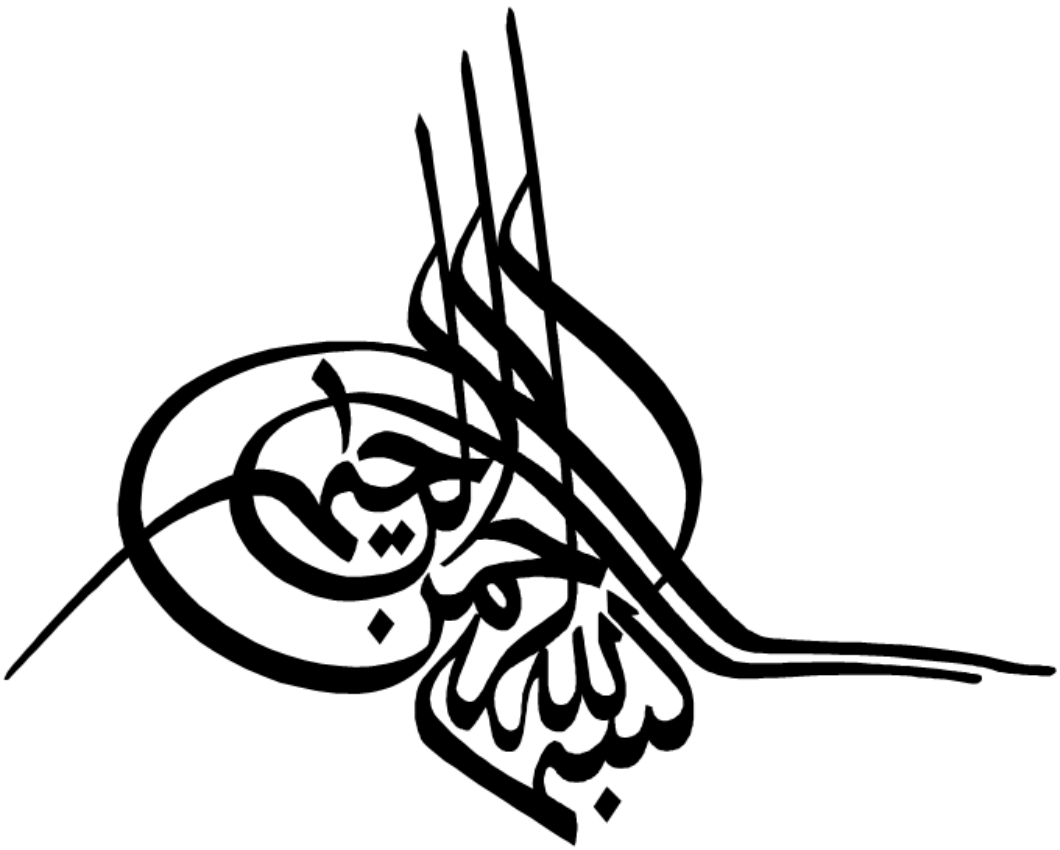

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامي

واحد شاهرود

دانشکده علوم پایه، گروه شیمی

پایان نامه براي دریافت درجه کارشناسی ارشد".M.Sc"

گرایش:مهندسی شیمی

عنوان :

محاسبه حداقل فشار امتزاج پذیری گاز دی اکسید کربن در سیالات نفتی با استفاده از تئوری ونگ

استاد راهنما:

دکتر محمد حسین غضنفری

استاد مشاور:

دکتر علی اصغر روحانی

نگارش:

سعید احمدی

زمستان ۱۳۹۰

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Science and Research Branch
Faculty of Science- Department of Chemical Engineering
((M.Sc.)) Thesis
On Chemical Engineering

Subject:

Minimum miscibility pressure calculated of CO_2 gas the fluid oiler by Wang theory

Thesis Advisor:
Mohammad hossein Ghazanfari Ph.D.

Consulting Advisor:
Ali asghar Rohani Ph.D.

By:
Saeed Ahmadi

Winter 2012
Volume One

سپاسگذاری

با سپاس فراوان از خداوند متعال و تقدیر و تشکر از اساتید محترم جناب آقای دکتر محمد حسین غضنفری و جناب آقای دکتر علی اصغر روحانی که در پیشبرد این پایان نامه اینجانب را یاری فرمودند.

تقدیم

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی مرا یاری نمودند

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول: انواع ازدياد برداشت و پارامترهاي موثر بر آن ها	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- تزريق گاز	۳
۱-۲-۱- تزريق گاز امتزاجی	۴
۱-۲-۲- تزريق گاز غير امتزاجی	۸
۱-۳- تزريق آب	۱۰
۱-۴- تزريق متناوب آب و گاز	۱۲
۱-۵- تزريق پليمر	۱۳
۱-۶- ازدياد برداشت ميكروبی	۱۴
۱-۷- تزريق مواد قليايی	۱۵
۱-۸- روش گرمايی	۱۵
فصل دوم: روش هاي تعيين حداقل فشار امتزاجی	۱۷
۲-۱- تعيين حداقل فشار امتزاجی از روش هاي آزما يشگاهی و تجربی	۱۸
۲-۱-۱-آزمايش لوله قلمی	۱۸
۲-۱-۲-آزمايش حباب صعود كننده	۲۰
۲-۱-۳-روش به صفر رساندن كشش سطحی	۲۳
۲-۲- استفاده از روابط تجربی	۲۸
۲-۲-۱-مكانيسم رانش تبخيري	۲۸
۲-۲-۲- مكانيسم رانش تبخيري/ميعانی گاز	۳۲
۲-۳- روش هاي محاسباتی	۳۵
۲-۳-۱-نظريه ونگ	۳۶

۲-۳-۲-نظريه گراديان	۳۶
فصل سوم: مرور كارهاي قبلی	۳۷
۳-۱- مرور كارهاي انجام شده با نظريه ونگ	۳۸
۳-۲ مرور كارهاي انجام شده با نظريه گراديان	۴۵
فصل چهارم: نتيجه گيری و پيشنهادات	۴۹
۴-۱-روش محاسبات	۵۰
۴-۲- الگوريتم محاسبات فلاش منفي	۵۴
۴-۳- محاسبات انجام شده با نظريه ونگ	۵۸
۴-۳-۱ – سيستم نفت مخزن ۴ جزئي وگاز تزريقي	۵۸
۴-۳-۲ سيستم نفت مخزن ۵ جزئي وگاز تزريقي	۶۲
۴-۳-۳ سيستم نفت مخزن ۹ جزئي وگاز تزريقي	۶۶
۴-۳-۳ سيستم نفت مخزن ۱۱ جزئي وگاز تزريقي	۷۰
نتايج وپيشنهادات	۷۴

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱. زمان بندي مراحل توليد نفت	۳
شکل۱-۲ . در صد بازیابی نفت باقی مانده در مخزن بر حسب عدد موئین	٤
شکل ۱-۳ . تزريق امتزاجی دي اکسيد کربن به مخزن نفتی	۶
شکل ۱-۴. بيان شماتيک مکانيزم رانش تبخيري گاز	۷
شکل ۱-۵ .بيان شماتيک مکانيزم رانش ميعانی گاز	۷
شکل ۱-۶. تزريق گاز در کلاهک گازي	۹
شکل ۱-۷ . تزريق آب به مخزن نفت	۱۱
شکل ۱- ۸ . تزريق متناوب آب وگاز به مخزن نفت	۱۲
شکل ۱-۹ . کاهش فرآيند کانالیزه شدن در تزريق پليمر	۱۳
شکل ۱-۱۰. تزريق بخار آب به مخزن نفت	۱٦
شکل۲-۱. دستگاه آزمايش لوله قلمی	۱۹
شکل ۲-۲. تعيين حداقل فشار امتزاجی به وسيله آزمايش لوله قلمی	۲۰
شکل ۲-۳. دستگاه مربوط به آزمايش حباب صعود کننده	۲۱
شکل ۲-٤. تصوير حباب در فشار کمتر از حداقل فشار امتزاج پذيري	۲۱
شکل ۲-۵. تصوير مربوط به فشار بيشتر از حداقل فشار امتزاج پذيري	۲۲
شکل ۲-٦. سلول فشار بالاي مورد استفاده در آزمايش به صفر رساندن کشش سطحی	۲٤
شکل۲-۷. تصاوير قطره نفت خام ترانوادر فشارها وترکيبات گوناگون	۲٦
شکل ۲-۸.اثر فشار بر کشش سطحی نفت ترانوا براي سه حلال و دماي ۹٦ درجه سانتيگراد	۲۷
شکل ۲-۹. تصاوير قطره نفت خام ترانوا در فشار ۳۰ مگاپاسکال وترکيبات گوناگون حلال	۲۷
شکل ۲-۱۰. اثر ترکيب گاز تزريقی بر کشش سطحی نفت ترانوا در دماي96 درجه سانتيگراد	۲۸
شکل ۲-۱۱. همبستگي بين API نفت و وزن مولکولي c_5^+	۲۹

شکل ۲-۱۲. رابطه بين حداقل فشار امتزاجی و دماي مخزن ۲۹
شکل ۳-۱.طول تاي لاين ها برحسب فشار ۴۱
شکل۳-۲.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي جابجايي نفت ۱۵ جزئي با گاز رقيق شده ۴۳
شکل۳-۳.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي جابجايي نفت ۸جزئي با گاز رقيق شده ۴۴
شکل ۳-۴.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي جابجايي نفت ۱۵ جزئي با گاز غني شده ۴۴
شکل ۳-۵.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي جابجايي نفت ۸ جزئي با گاز غني شده ۴۵
شکل ۳-۶ . کشش سطحي الکانها بر حسب دما(◆نشان دهنده مقدار تجربی) ۴۶
شکل ۳-۷. کشش سطحي بر حسب دما برای R134a+R227ea وکسر وزنی ۰/۲۷۹۱ برای R134a با دو معادله حالت PR وVTPR (■نشان دهنده مقدار تجربی) ۴۶
شکل ۳-۸. کشش سطحي بر حسب دما برای R32+R134a وکسر وزنی ۰/۲۳۷۹ برای R32 با دو معادله حالت PR وVTPR (■نشان دهنده مقدار تجربی) ۴۷
شکل ۳-۹. کشش سطحي بر حسب کسر وزنی برای $nC_{10}(1)+CO_2(2)$ در سه دمای متفاوت با معادله حالتVTPR (■نشان دهنده مقدار تجربی) ۴۷
شکل ۳-۱۰. کشش سطحي بر حسب فشار دردماي ۳۱۳/۱۵ کلوين ۴۸
شکل۴-۱.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۴ جزئی و حلال تزريقی۱ ۵۹
شکل۴-۲.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۴ جزئی و حلال تزريقی۲ ۶۰
شکل۴-۳.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۴ جزئی و حلال تزريقی۳ ۶۱
شکل۴-۴.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۵ جزئی و حلال تزريقی۱ ۶۳
شکل۴-۵.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۵ جزئی و حلال تزريقی۲ ۶۴
شکل۴-۶.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۵ جزئی و حلال تزريقی۳ ۶۵
شکل۴-۷.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۹ جزئی و حلال تزريقی۱ ۶۷
شکل۴-۸.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۹ جزئی و حلال تزريقی۲ ۶۸
شکل۴-۹.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۹ جزئی و حلال تزريقی۳ ۶۹
شکل۴-۱۰.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۱۱ جزئی و حلال تزريقی۱ ۷۱

شکل۴-۱۱.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۱۱ جزئی و حلال تزريقی۲ ۷۲
شکل۴-۱۲.طول تاي لاين ها برحسب فشار براي سيستم ۱۱ جزئی و حلال تزريقی۳ ۷۳

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱. درصد مولی اجزاء در نفت مخزن و حلال هاي مورد استفاده در آزمایش حباب صعود کننده	۲۲
جدول ۲-۲. درصد مولی اجزاء در نفت مخزن و حلال هاي مورد استفاده در آزمایش به صفر رساندن کشش سطحی	۲۳
جدول ۳-۱. ترکیب نفت هاي مخزن وگازهاي تزریقي	۲۵
جدول ۳-۲.محاسبه حداقل فشار امتزاج پذیري با معادلات حالت مختلف ومقایسه نتایج باداده هاي تجربي	۳۹
جدول ۳-۳.تزریق گاز هاي مختلف به مخازن نفتي ترانواو رین بوکگ	۳۹
جدول ۳-۴.محاسبه حداقل فشار امتزاجي با معادلات حالت مختلف ومقایسه نتایج با داده هاي تجربي براي مخازن نفتي ترنوا و رین بوکگ	۴۰
جدول ۳-۵.ترکیب سیستم نفت ۱۳جزئی و گاز ۱ جزئي	۴۰
جدول ۳-۶. سیستم نفت و گاز ۱۵جزئي	۴۱
جدول ۳-۷. سیستم نفت و گاز ۸ جزئي با استفاده از اجزای مجازی	۴۲
جدول ۳-۸.خواص بحرانی و ضریب بی مرکزی برای اجزای مجازی	۴۲
جدول ۴-۱.ترکیب سیستم نفت ۴ جزئی و حلال تزریقی ۱و۲و۳	۴۸
جدول ۴-۲.ترکیب سیستم نفت ۵ جزئی و حلال تزریقی ۱و۲و۳	۵۸
جدول ۴-۳.ترکیب سیستم نفت ۹جزئی و حلال تزریقی ۱و۲و۳	۶۲
جدول ۴-۴.ترکیب سیستم نفت ۱۱جزئی و حلال تزریقی ۱و۲و۳	۶۶
	۷۰

چکیده

یکی از روش هاي بازیابی نفت تزریق امتزاجی گاز است .حداقل فشار امتزاجی امکان تزریق امتزاجی گاز براي یک مخزن را مشخص می کند .در این پروژه این کمیت با استفاده از نظریه ونگ و معادله حالت Peng- Robinson محاسبه شده است .با استفاده از نظریه ونگ و با استفاده از معادله حالت Peng - Robinson حداقل فشار امتزاجی براي یک سیستم نفت و گاز چهار جزئی و پنج جزئی، یک سیستم نفت و گاز نه جزئی و یک سیستم نفت و گاز یازده جزئی محاسبه شده است. براي سیستم نفت و گاز چهار جزئی، مقدار تجربی حداقل فشار امتزاج پذ یري برابر ۱۳/۲۲ مگا پاسکال و حداقل فشار امتزاجی محاسبه شده ۱۱/۷۷۸۹ مگا پاسکال (انحراف نسبی ۱۰/۹٦%) می باشد .براي سیستم نفت و گاز یازده جزئی، مقدار تجربی حداقل فشار امتزاج پذیري برابر ٤۳/٤۲ مگا پاسکال است .نظریه ونگ حداقل فشار امتزاج پذیري ٤۰/٤۷مگا پاسکال (انحراف نسبی ٦/۷۹%) برآورد می کند .نتایج به دست آمده نشان می دهند که این روش حداقل فشار امتزاجی را به خوبی براي سیستم هاي نفت و گاز چهار جزئی و یازده جزئی پیش بینی می کند. از جمله دشواري هاي نظریه ونگ پیدا کردن حدس اولیه مناسب براي-k valueهاي مربوط به تاي لاین هاي متقاطع و پس از آن حدس هاي اولیه مناسب براي حل دستگاه معادلات است .نظریه ونگ حداقل فشار امتزاجی رابه خوبی و دقیق محاسبه می کند.

واژه هاي کلیدي : تزریق گاز امتزاجی، حداقل فشار امتزاجی، نظریه ونگ

فصل اول

انواع ازدیاد برداشت و پارامترموثر بر آن ها

۱-۱ ـمقدمه

برداشت نفت خام از مخزن شامل سه مرحله است:

برداشت اوليه نفت[۱] که در آن فشار طبیعی مخزن به عنوان نیرو محرکه براي راندن نفت به سطح می باشد .مهم ترین نیروهایی که نفت به کمک آن ها می تواند در مخزن به طور طبیعی جریان پیدا کند عبارتند از:

۱)نيروي حاصل از فشا ر گاز حل شده در مخزن

۲) نيروي حاصل از فشا ر گاز جمع شده در کلاهک گازي [۲]

۳)فشار هیدرواستاتیک سفره آبی که زیر ستون نفت قرار دارد

٤)نيروي ريزش ثقلی

بر اساس اطلاعات و آمارهاي موجود پس از مرحله اول تولید نفت به روش طبیعی مقدار زیادي از نفت اولیه در مخزن باقی می ماند .این مقدار نفت از نظر اقتصادي بسیار با ارزش است .یک مخزن(خصوصا مخزن حاوي نفت سنگین) پس از مدتی دچار افت تولید می شود. براي تثبیت یا افزایش فشار مخزن سیالات مختلفی مانند آب یا گاز غیر محلول به صورت غیر امتزاجی به مخزن تزریق می شوند .این کار بازیابی ثانویه [۳] نام دارد .در این مرحله یک سري عملیات بر روي سیا ل مخزن بدون تغییر در خواص فیزیکی آن صورت می گیرد .با ادامه تزریق سیال تولید نفت افزایش پیدا می کند و نهایتا سیال تزریقی از مخزن خارج می شود .این گونه برداشت صرفا انرژي رانش را تامین می کند .سیال تزریقی نمی تواند همه نفت مخزن را جابجا کند زیرا مقدار قابل ملاحضه اي از نفت در منافذ سنگ هاي موجود در مخزن به دام می افتد.در صورتی که بازیابی نفت توسط بازیابی ثانویه توجیه اقتصادي نداشته باشد از روش بازیابی ثالثیه [٤] استفاده می شود .این روش شامل تزریق نیتروژن، دي اکسید کربن، استفاده ازمیکرواورگانیسم ها وروش احتراق زیر زمینی است.

روش هاي مرحله دوم وسوم ازدیاد برداشت نفت [٥] نام دارند.متوسط بازیافت از مرحله اول حدود ۱۹ % و در مرحله دوم حدود ۳۲% مرحله اول است ومرحله سوم حدود ۱۳% مرحله اول و دوم است[۱].

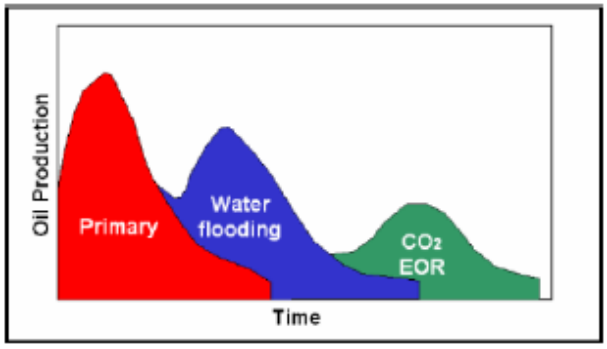
---

۱ - Primary Recovry ۲ - Gas Cap ۳ - Secondary Recovry

۴ - Tertiary Recovry ٥ - Enhanced Oil Recovery(EOR)

بازیابی نهایی = 19 %+ (100% - 19 %)*32%+(100%-45%)*13%=52%

بنابراین به طور متوسط می توان ۵۲% از نفت اولیه مخزن را استحصال کرد.



شکل ۱-۱. زمان بندي مراحل توليد نفت[۲]

برخی ازروش هاي ازدياد برداشت عبارتند از:

۱) تزریق گاز

الف) تزریق گاز امتزاجی

ب) تزریق گاز غیر امتزاجی

۲) تزریق آب

۳) تزریق متناوب آب وگاز

٤) تزریق پلیمر

٥) ازدیاد برداشت میکروبی

٦) تزریق مواد قلیایی

۷) روش گرمایی

۱-۲- تزریق گاز

هدف از تزریق گازدر مخازن نفتی تثبیت یا افزایش فشار مخزن، کاهش کشش سطحی [۱] نفت مخزن، افزایش ضریب انبساط حجمی نفت و کاهش گرانروي نفت مخزن است.

[۱] -surface tensio

۱-۲-۱- تزریق گاز امتزاجی

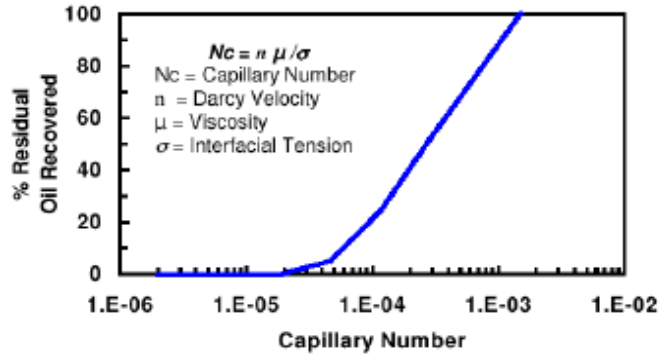
تزریق امتزاجی گاز عبارتست از اختلاط یکدست دو سیال(در شرایط کاملا مشخص دما و فشار)به طوري که هیچ سطح جدایش میان دو سیال مشاهده نشود. گرانروي گاز تزریقی از نفت مخزن کمتر است .این امر باعث می شود تا تحرك گاز تزریقی از نفت مخزن بیشتر باشد بنابراین گاز در چند مرحله با نفت تماس پیدا می کند .این خاصیت یکی از دلایل امتزاج پذیري گاز تزریقی با نفت مخزن است .براي درك بهتر پدیده امتزاج عدد بی بعدي به نام عدد موئین تعریف می شود[۳]

عدد موئین $\frac{u\mu}{\sigma}$

u : سرعت تزریق گاز

μ : ویسکوزیته(گرانروي) نفت مخزن

σ : کشش سطحی نفت مخزن



شکل۱-۲ . در صد بازیابی نفت باقی مانده در مخزن بر حسب عدد موئین[۳]

زمانی که این عدد به بینهایت میل کند امتزاج اتفاق می افتد .این اتفاق به دو صورت می تواند رخ دهد:

۱)کشش سطحی نفت مخزن به کمترین مقدار ممکن برسد یا به سمت صفر میل کند.

۲) سرعت تزریق گاز یا ویسکوزیته نفت مخزن به بینهایت میل کند. در صورتی که کشش سطحی نفت مخزن به کمترین مقدار ممکن و یا به سمت صفر میل کند سطح جدا کننده میان دو فاز از میان می رود و جابجایی به صورت تک فازي و امتزاجی رخ می دهد . این پدیده اصلی ترین موضوع جابجایی امتزاجی است .

سرعت تزریق گاز و ویسکوزیته نفت مخزن را نمی توان به مقدار زیاد افزایش داد زیرا ممکن است به تجهیزات مکانیکی آسیب جدي برسد اما کشش سطحی می تواند سه یا چهار مرتبه کاهش پیدا کند و به سمت صفر میل کند بنابراین زمانی پدیده امتزاج اتفاق می افتد که کشش سطحی نفت مخزن به صفر میل کند. کشش سطحی نفت مخزن خود تحت تاثیر متغیرهاي ترمودینامیکی زیر قرار دارد [۲] :

۱- دماي مخزن

۲- فشار تزریق

۳- ترکیب نفت مخزن

٤- ترکیب گاز تزریقی

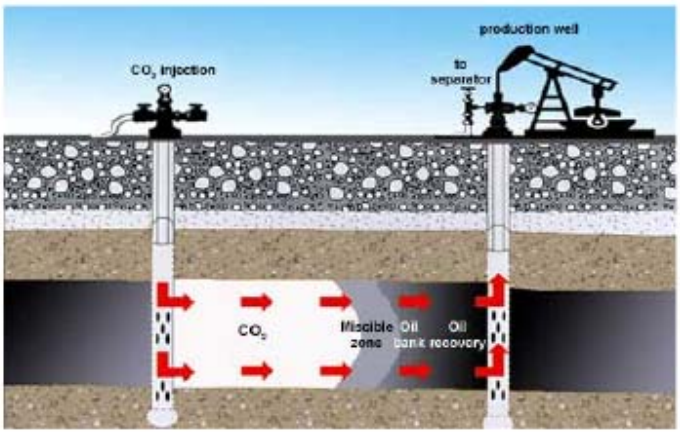
این چها پارامتر کنترل کننده امتزاج پذیري و رفتار فازي[۱] کل سیستم است .مسئله مهم شناخت ارتباط میان فرآیند امتزاج با متغیرهاي مذکور است .دما و ترکیب سیال مخزن به راحتی قابل کنترل نیستند در نتیجه پارامترهاي کنترل کننده فشار وترکیب گاز تزریقی هستند و با توجه به شرایط مخزن و منبع گاز تزریقی باید فشاریا ترکیب گاز تزریقی یا هر دو براي دستیابی به امتزاج کنترل شوند. جبهه پیش رونده در تزریق امتزاجی به دوعلت تشکیل می شود[٤].

۱- بالا بردن فشار مخزن که باعث حل شدن گاز تزریقی در نفت مخزن می شود.

۲- غنی بودن گاز تزریقی که باعث حل شدن در این ناحیه می شود.

---

۱ - Phase Behaviou



شکل ۱-۳ . تزریق امتزاجی دي اکسید کربن به مخزن نفتی[۵]

برخی از سیالات در اولین تماس با یکدیگر امتزاج پیدا می کنند و مخلوط آن ها به صورت تک فازي باقی می ماند .این نوع امتزاج پذیري امتزاج تک تماسی [۱] نام دارد .برخی از سیالات دیگر در تماس با سیال مخزن دو فاز را تشکیل می دهند و انتقال جرم میان اجزاي نفت مخزن و سیال تزریقی در یک منطقه میانی از نفت مخزن تا سیال تزریقی است و تمامی این ترکیبات در این منطقه با یکدیگر امتزاج پذیر هستند .این نوع امتزاج با تماس هاي مکرر نفت مخزن و سیال تزریقی حاصل می شود و امتزاج چند تماسی [۲] نام دارد[۲] بسته به انتقال اجزا میان نفت مخزن و سیال تزریقی دو مکانیزم براي فرآیند امتزاج قابل تصور است[۲]

۱- رانش تبخیري گاز(رانش گاز سبک)

۲- رانش میعانی گاز(گاز غنی شده)

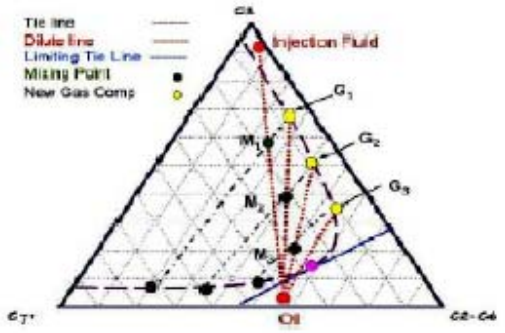
رانش تبخیري زمانی اتفاق می افتد که گاز تزریقی بیشتر شامل متان یا سایر هیدرو کربن ها با جرم ملکولی پایین باشد و به یک نفت خام که داراي درصد بالایی از هیدرو کربن هاي مایع است تزریق شود .در این فرآیند فرض ما بر این است که ترکیب نفت اولیه ثابت می ماند و گاز تزریقی در اثر تماسهاي مکرر با نفت

اولیه از تر کیبات هیدروکربنی میانی غنی می شود و ترکیب خود را به سمت نقطه بحرانی پیش می برد .در این حالت گاز از طریق تبخیر ترکیبات میانی نفت خام غنی می شود و با نفت مخزن امتزاج می پذیرد.

---

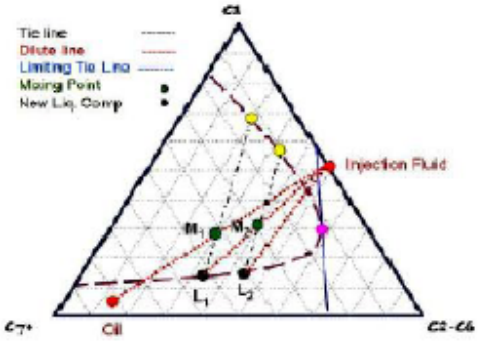
۱ - First Contact Miscible(FCM)

۲ - Multi Contact Miscible(MCM)



شكل ١-٤. بيان شماتيک مکانيزم رانش تبخيري گاز[٢]

در فرآيند ميعانی با گاز غنی شده ترکيب سيال تزريقی شامل مقادير بيشتري از هيدروکربن هاي با وزن ملکولی متوسط است .در اين مکانيسم فرض ما بر اين است که ترکيب سيال تزريق شده ثابت می ماند وترکيب نفت مخزن در اثر تماس هاي مکرر با گاز تزريقی و مايع شدن ترکيبات هيدرو کربنی گاز تزريقی از ترکيبات ميانی غنی می شود و به سمت نقطه بحرانی پيش می رود. اين فرآيند در فشاري پايين تر از فرآيند قبلی انجام می شود .



شكل ١-٥ . بيان شماتيک مکانيزم رانش ميعانی گاز [٢]

دومشخصه عمده براي تشخيص امکان پذير بودن تزريق گاز امتزاجی وجود دارد [۶]

١- حداقل فشار امتزاج پذيري [١]

٢ - تزريق پذيري

حداقل فشاري که در آن فازهاي نفت و گاز حاصل از يک فرآيند تماس منفرد يا چندگانه امتزاج پذير باشند حداقل فشار امتزاجی نام دارد .در مکانيسم رانش تبخيري حداقل فشار امتزاجی کمترين فشاري است که در آن تاي لاين بحرانی از ترکيب نفت مخزن عبور کند .براي مکانيسم رانش ميعانی گاز، حداقل فشا ر امتزاج حداقل فشاري است که در آن تاي لاين بحرانی از ترکيب گاز تزريقی می گذرد. تزريق پذيري نرخ تزريق گاز را کنترل می کند و تعيين می کند گاز با چه

[١] - Minimum Miscibility Pressure(MMP)

نرخی به مخزن تزریق شود .از میان این دو مشخصه حداقل فشار امتزاجی پرکاربردتر و مهم تر است .شرط امکان پذیري تزریق امتزاجی گاز به مخزن براي ازدیاد برداشت این است که[٦] :

فشار اولیه مخزن< حداقل فشار امتزاج پذیري

معمولا حداقل فشار امتزاجی از روش هاي عددي یا آزمایشگاهی تعیین می شود .آزمایش لوله قلمی[٢] یکی از روش هایی است که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و ابزاري استاندارد براي این منظور بوده اما وقت گیر و پر هزینه می باشد .تعداي از روابط تجربی و روش هاي تحلیلی براي محاسبه حداقل فشار امتزاج پذیري وجود دارند.

براي این که تزریق امتزاجی در مخزن به طور موثر و قابل رقابت باشد شرایطی وجود دارد:

١- حجم کافی گاز با مقدار و هزینه اي که از لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه باشد در دسترس قرار گیرد.

٢ - فشار مخزن براي امتزاج گاز و نفت مورد نظر کافی باشد.

٣- بازیابی نفت به قدري باشد که ازنظر اقتصادي آ ن مقرون به صرفه باشد.

١-٢-٢-تزریق گاز غیر امتزاجی

اگر فشار تزریق در یک مخزن به اندازه اي پایین باشد که گاز نتواند ضمن رانش نفت به سمت چاه تولید با آن امتزاج پیدا کند، این فرآیند را تزریق غیر امتزاجی می نامند .علاوه بر فشار گاز، ترکیب گاز نیز عامل موثري در این فرآیند می باشد[٦]. به عبارت دیگر تولید نفت در یک فرآیند تزریق گاز غیر امتزاجی است مگر آن که گاز در فشار بالا تزریق شود و یا این که از هیدروکربن هاي میانی غنی باشد .در این نوع تزریق یک جریان دو فازي مایع (نفت)و گاز با سطح تماس مشخص در حفرات قابل مشاهده است .از جمله مشکلات این روش بالا بودن کشش سطحی و موئینگی است که باعث می شود قطره هاي نفت در حفره هاي بسیار کوچک به تله بیافتند، ومقدار بالاي موئینگی مانع حرکت آن ها می شود .این مقدار نفت به تله افتاده در مخزن قابل توجه است .هر چند می توان با افزایش فشار تزریق تا حدودي بر این مشکل غلبه کرد اما در این حالت تزریق گازامتزاجی توصیه می شود .موفقیت تزریق غیر امتزاجی گازبه راندمان جابجایی نفت توسط گاز تزریقی و در نتیجه تولید نفت بستگی دارد. تزریق غیر امتزاجی به دو روش انجام می شود: