۸۷/۱/۱۰۶۹۱۶
۹۸/۱/۱۷

به نام خداوند جان و خرد

۱۱۰۹۱۷

۸۷/۱۰۴۹۱۹
۸۸-۱۲

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی مهندسی
بخش مهندسی شیمی

پایان نامهٔ تحصیلی جهت دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد مهندسی شیمی
گرایش مخازن هیدروکربوری

پیش بینی فشار نقطه شبنم مخازن گاز میعانی با استفاده از هوش مصنوعی (منطق فازی و شبکه های عصبی)

استادان راهنما:
دکتر محمد رنجبر
دکترحسن هاشمی پور

مؤلف:
سعید نوروزی

۱۳۸۷ /۱۲/ ۲۷

شهریور ۱۳۸۷

۱۱۰۹۱۷

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه : مهندسی شیمی

دانشکده : فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: سعید نوروزی

استاد راهنمای پروژه: دکتر محمد رنجبر

استاد راهنمای پروژه: دکتر حسن هاشمی پور

داور۱ :دکترمهین شفیعی

داور۲: دکتر علی محبی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر امیر صرافی

حق چاپ محفوظ ومخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به همسر مهربانم،

که همواره موجب دلگرمی من بوده است.

و تقدیم به پدر و مادر فداکارم،

که وجودشان سرشار از محبت است و امید. خالصانه بر دستان پر مهرشان بوسه می زنم.

سپاس گزاری

از استادان بزرگوارم، جناب آقای دکتر محمد رنجبر و جناب آقای دکتر حسن هاشمی پور بپاس راهنمایی های دلسوزانه شان تشکر و قدردانی می کنم.

از سرکار خانم دکتر مهین شفیعی و جناب آقای دکتر علی محبی که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، سپاس گزارم.

از تمامی دوستانم، به خصوص آقایان اکبری از شرکت نفت و گاز پارس، خاتمی از دانشگاه شهید باهنر کرمان و حاجی زاده از دانشگاه هریوت وات اسکاتلند که مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند، تشکر می کنم.

چکیده

فشار نقطه شبنم، یکی از مهمترین پارامترهای توصیف مخازن گاز میعانی به شمار می رود. بنابراین تعیین دقیق این پارامتر، مهمترین دغدغه در توسعه و مدیریت مخازن می باشد. اگرچه تعیین آزمایشگاهی فشار نقطه شبنم درسلول PVT، دقیق تر از روش های دیگر است اما اغلب مواقع به خصوص برای گازهای میعانی با میزان میعانات کم با مشکلاتی همراه است. تعدادی از محققین روابط تجربی و معادلات حالت متعددی را جهت محاسبه خواص سیال مخزن پیشنهاد کرده اند. اکثر روابط تجربی، توانایی نشان دادن وابستگی دما به فشار را برای سیالات با ترکیب ثابت ندارند. واگرایی و نیاز به تنظیم پارامترها، از مشکلات کاربرد معادلات حالت است.

در کنار روشهای آماری، گرافیکی، روابط تجربی و معادلت حالت، استفاده از منطق فازی در تخمین پارامترهای مخزن می تواند سودمند باشد. منطق فازی با بهره گیری از قواعد اگر- آنگاه، نگاشت مناسب را بین فضای ورودی و خروجی می یابد. با تکیه بر این قابلیت منطق فازی، در قسمت اول این پایان نامه، مدل فازی معمولی از نوع ممدانی پیشنهاد شده است. مدل مذکور دارای چند ورودی و یک خروجی است. داده های آزمایشگاهی تخلیه در حجم ثابت، مربوط به تعدادی از میادین ایران و همچنین داده های جمع آوری شده از مقالات جهت توسعه مدل بکار گرفته شد.

تعیین بهینه تعداد و نوع توابع عضویت و تعداد قوانین فازی، از مهمترین مشکلات بکارگیری سیستم های فازی معمولی است. سیستم های فازی شبکه ای، با ترکیب قدرت بیان گزاره های فازی و توانایی یادگیری الگوریتم های بهینه سازی این مشکل را مرتفع می کنند. بنابراین در قسمت دوم این پایان نامه، با بکارگیری تابع ANFIS از جعبه ابزار منطق فازی و استفاده از الگوریتم های یادگیری پس انتشار و ترکیب پس انتشار و تخمین حداقل مربعات، مدل فازی شبکه ای، جهت تخمین فشار نقطه شبنم طراحی شد.

عملکرد مدل پیشنهاد شده با عملکرد دقیق ترین روابط تجربی موجود در این زمینه مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. میانگین مربعات خطای مراحل آموزش، اعتباریابی و تست مدل به ترتیب عبارتند از: ٪۰٫۰۵۸ ، ٪۰٫۰۷۴ و ٪۰٫۰۴۴ . نتایج حاصله، نشان دهنده دقت و قابلیت اطمینان روش پیشنهادی است. ترکیب این روش با نرم افزارهای شبیه سازی مخازن می تواند به افزایش دقت شبیه سازی کمک کند.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
۱- پیشگفتار	۱
۱-۱ مقدمه	۱
۱-۲ مروری بر مخازن گاز میعانی	۱
۱-۳ آزمایشات فشار، حجم، دما	۵
۱-۳-۱ آزمایش تخلیه در حجم ثابت	۶
۱-۳-۲ آزمایش انبساط با ترکیب ثابت	۶
۲- مروری بر تحقیقات گذشته	۹
۲-۱ روابط تجربی	۹
۲-۱-۱ رابطه تجربی نمت- کندی	۹
۲-۱-۲ رابطه تجربی ییشنگ	۱۰
۲-۱-۳ رابطه تجربی الشارکوی	۱۱
۳- سیستم های فازی	۱۶
۳-۱ مقدمه	۱۶
۳-۲ مبانی سیستم های فازی	۱۷
۳-۲-۱ تعاریف اساسی	۱۹
۳-۲-۲ عملیات روی مجموعه های فازی	۲۰
۳-۳ متغیرهای زبانی	۲۳
۳-۳-۱ قواعد اگر- آنگاه فازی	۲۳
۳-۳-۲ گزاره های فازی	۲۳
۳-۴ تفسیر قواعد اگر- آنگاه فازی	۲۳
۳-۵ منطق کلاسیک و منطق فازی	۲۵
۳-۶ پایگاه قواعد	۲۷
۳-۷ استنتاج فازی	۲۸
۳-۷-۱ استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد	۲۸
۳-۷-۲ استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه	۲۹
۳-۸ موتورهای استنتاج	۲۹
۳-۹ فازی سازها و غیرفازی سازها	۳۰
۳-۹-۱ فازی سازها	۳۰
۳-۹-۲ غیرفازی سازها	۳۲
۳-۱۰ سیستم های فازی تقریب گر	۳۴
۳-۱۱ ساخت مدلهای فازی	۳۴
۳-۱۱-۱ طراحی سیستم های فازی از روی داده های ورودی - خروجی	۳۵
۳-۱۱-۲ طراحی مدلهای مبتنی بردانش	۳۶
۳-۱۲ مدل تاکاگی- سوگنو	۳۶

۳-۱۳ مروری بر سیستم های عصبی- فازی ۳۸
۳-۱۳-۱ فواید منطق فازی ۳۸
۳-۱۳-۲ معایب منطق فازی ۳۹
۳-۱۳-۳ فواید شبکه های عصبی ۳۹
۳-۱۳-۴ معایب شبکه های عصبی ۳۹
۳-۱۳-۵ تواناییهای سیستم های عصبی - فازی ۴۰
۳-۱۳-۶ مدل سازی عصبی - فازی ۴۰
۳-۱۴ الگوریتم یادگیری گرادیان نزولی ۴۱
۳-۱۴-۱ طراحی پارامترها بوسیله روش گرادیان نزولی ۴۳
۳-۱۴-۲ طراحی سیستم های فازی با استفاده ازروش آموزش گرادیان نزولی ۴۵
۳-۱۵ الگوریتم کمترین مربعهای بازگشتی ۴۶
۳-۱۵-۱ طراحی سیستم فازی با استفاده از روش کمترین مربعهای بازگشتی ۴۶
۳-۱۶ طراحی سیستم فازی با استفاده از خوشه سازی ۴۸
۳-۱۶-۱ یک سیستم فازی بهینه ۴۹
۳-۱۶-۲ طراحی سیستم های فازی با استفاده از خوشه سازی ۴۹
۳-۱۷ کنترل فازی سلسله مراتبی ۵۰
۳-۱۷-۱ معضل افزایش بعد ۵۰
۳-۱۷-۲ ساخت سیستم فازی سلسله مراتبی ۵۱
۴- روش تحقیق ۵۳
۴-۱ جمع آوری داده ها ۵۳
۴-۲ تحلیل داده ها بوسیله روابط تجربی ۵۴
۴-۲-۱ رابطه نمت- کندی ۵۴
۴-۲-۲ رابطه پیشنگ ۵۵
۴-۲-۳ رابطه الشارکوی ۵۵
۴-۳ مدلسازی فازی ۵۵
۴-۳-۱ فازی سازی متغیرها ۵۵
۴-۳-۲ اعمال عملگرهای فازی ۵۵
۴-۳-۳ اعمال روش استنتاج ۵۶
۴-۳-۴ ترکیب خروجی ها ۵۶
۴-۳-۵ غیرفازی کردن متغیرهای خروجی ۵۷
۴-۴ تخمین فشار نقطه شبنم با استفاده از منطق فازی ۵۷
۴-۵ تنظیم پارامترهای مدل فازی ۶۰
۴-۶ تخمین فشار نقطه شبنم با استفاده از سیستم فازی شبکه ای ۶۱
۴-۶-۱ ساختار سیستم فازی ۶۲
۴-۶-۲ نرمال کردن داده ها ۶۲
۴-۶-۳ انتخاب داده های فرایند آموزش ۶۳
۴-۶-۴ پدیده فراانطباق و روش تصحیح آن ۶۳

۴-۶-۵ طراحی ساختارشبکه ای سیستم فازی ۶۵
۵- نتایج و بحث ۶۷
۶- نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۰
۶-۱ نتیجه گیری ۸۰
۶-۲ پیشنهادات ۸۱
منابع ۸۲

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱: نمودار فشار- دما مربوط به یک سیستم معکوس ۲
شکل ۱-۲: پس ماند مایع در مخزن ۴
شکل ۱-۳: فرایند تخلیه در حجم ثابت ۶
شکل ۱-۴: نمودار حجم- فشار مخازن گاز میعانی ۷
شکل ۳-۱: ساختار اصلی سیستم های فازی خالص ۱۷
شکل ۳-۲: ساختار اصلی سیستم تاکاگی- سوگنو و کانگ ۱۸
شکل ۳-۳: ساختار اصلی سیستم های با فازی ساز و غیرفازی ساز ۱۸
شکل ۳-۴: مدل فازی تاکاگی- سوگنو به عنوان تقریب گر خطی توابع غیرخطی ۳۷
شکل ۳-۵: مثالی از مدل منفرد با دو قانون ۴۱
شکل ۳-۶: نمایش شبکه ای سیستم فازی ۴۳
شکل ۳-۷: خوشه سازی ۵۰
شکل ۳-۸: سیستم فازی سلسله مراتبی ۵۲
شکل ۴-۱: عملگرهای منطقی در منطق دو ارزشی و منطق فازی ۵۶
شکل ۴-۲: فرایند استنتاج فازی و ترکیب خروجیها ۵۷
شکل ۴-۳: توابع عضویت مجموعه های فازی متغیر ورودی دما ۵۹
شکل ۴-۴: توابع عضویت مجموعه های فازی متغیرخروجی فشار نقطه شبنم ۵۹
شکل ۴-۵: توزیع نرمال داده های فشار نقطه شبنم ۶۳
شکل ۴-۶: پدیده فراانطباق ۶۴
شکل ۴-۷: ساختار شبکه ای سیستم فازی طراحی شده ۶۶
شکل ۵-۱: نمودار کراس رابطه نمت - کندی ۶۷
شکل ۵-۲: خطای رابطه نمت- کندی ۶۷
شکل ۵-۳: نمودار کراس رابطه ییشنگ ۶۸
شکل ۵-۴: خطای رابطه ییشنگ ۶۹
شکل ۵-۵: نمودار کراس رابطه الشارکوی ۷۰
شکل ۵-۶: خطای رابطه الشارکوی ۷۰
شکل ۵-۷: مقایسه روابط تجربی ۷۱
شکل ۵-۸: وابستگی فشار نقطه شبنم به دما و وزن مخصوص هپتان پلاس ۷۲
شکل ۵-۹: وابستگی فشار نقطه شبنم به دما و مجموع وزن مولکولی اتان- هگزان ۷۲
شکل ۵-۱۰: نمودار کراس مدل فازی معمولی ۷۳
شکل ۵-۱۱: خطای مدل فازی معمولی ۷۳
شکل ۵-۱۲: خطای آموزش و اعتباریابی سیستم فازی شبکه ای ۷۴
شکل ۵-۱۳: نتایج آموزش سیستم فازی شبکه ای ۷۵
شکل ۵-۱۴: نتایج اعتباریابی سیستم فازی شبکه ای ۷۵
شکل ۵-۱۵: نتایج تست سیستم فازی شبکه ای ۷۶
شکل ۵-۱۶: نمودار کراس سیستم فازی شبکه ای ۷۷

شکل ۵-۱۷: خطای سیستم فازی شبکه ای ۷۷
شکل ۵-۱۸: میانگین خطای مطلق ۷۹

فهرست جدول ها

جدول ۲-۱: بازه تغییرات پارامترهای ورودی رابطه نمت- کندی ۹
جدول ۲-۲: مقادیر ثابت رابطه نمت- کندی ۱۰
جدول ۲-۳: مقادیر ثابت رابطه الشارکوی ۱۱
جدول ۲-۴: بازه تغییرات ورودیهای رابطه الشارکوی ۱۲
جدول ۳-۱: جدول درستی برای پنج عملگرمهم بر روی گزاره ها ۲۵
جدول ۳-۲: مقایسه غیر فازی سازها ۳۳
جدول ۴-۱: بازه تغییرات پارامترهای مدل ۵۳
جدول ۴-۲: توزیع تعداد داده های فشار نقطه شبنم ۵۴
جدول ۴-۳: میزان تاثیرگذاری متغیرها بر روی خروجی ۵۸
جدول ۴-۴: عبارات فازی تخصیص یافته به متغیرهای ورودی و خروجی ۵۹
جدول ۴-۵: مشخصات مدل فازی جهت پیش بینی فشار نقطه شبنم ۶۰
جدول ۴-۶: عبارات فازی تخصیص یافته به متغیرهای ورودی و خروجی مدل بهینه ۶۱
جدول ۴-۷: مشخصات مدل فازی بهینه جهت پیش بینی فشار نقطه شبنم ۶۱
جدول ۴-۸: مشخصات مدل فازی تاکاگی- سوگنو ۶۵
جدول ۴-۹: پارامترهای بهینه دسته ها ۶۵
جدول ۵-۱: میزان خطای رابطه نمت- کندی ۶۸
جدول ۵-۲: میزان خطای رابطه پیشنگ ۶۹
جدول ۵-۳: میزان خطای رابطه الشارکوی ۷۱
جدول ۵-۴: میزان خطای مدل فازی معمولی ۷۴
جدول ۵-۵: میانگین مربعات خطا ۷۶
جدول ۵-۶: میزان خطای سیستم فازی شبکه ای ۷۸
جدول ۵-۷: میانگین خطای مطلق ۷۸

فصل اول

پیشگفتار

۱- پیشگفتار

۱ – ۱ مقدمه

اتخاذ استراتژی مناسب برای توسعه صنعت نفت، با توجه به الزامات جهانی، بازار نفت، شرایط داخلی و سهم نفت در اقتصاد کشور، طی سال‌های اخیر در سرلوحه برنامه‌های وزارت نفت قرار داشته است. بدین منظور مطالعه و توسعه روشهایی به منظور بدست آوردن پارامتر های ضروری و موثر مخزن در تخمین عملکرد آن از اهم موارد می‌باشد.

یکی از مهمترین پارامتر های موثر در تولید مخازن گازی، گاز میعانی[1] و میزان میعانات گازی تولید شده از این گونه مخازن، فشار نقطه شبنم[2] می باشد. بهینه سازی تولید میعانات، یکی از مسایل ضروری در توسعه میادین گاز میعانی به شمار می رود. کاهش فشار مخزن به زیر فشار نقطه شبنم، باعث ایجاد میعانات در داخل مخزن و کاهش نفوذپذیری نسبی گاز و نهایتا کاهش تولید گاز می شود. بنابراین فشار نقطه شبنم به عنوان حساس ترین پارامتر در توسعه و مدیریت مخازن گاز میعانی به شمار می رود.

۱-۲ مروری بر مخازن گاز میعانی

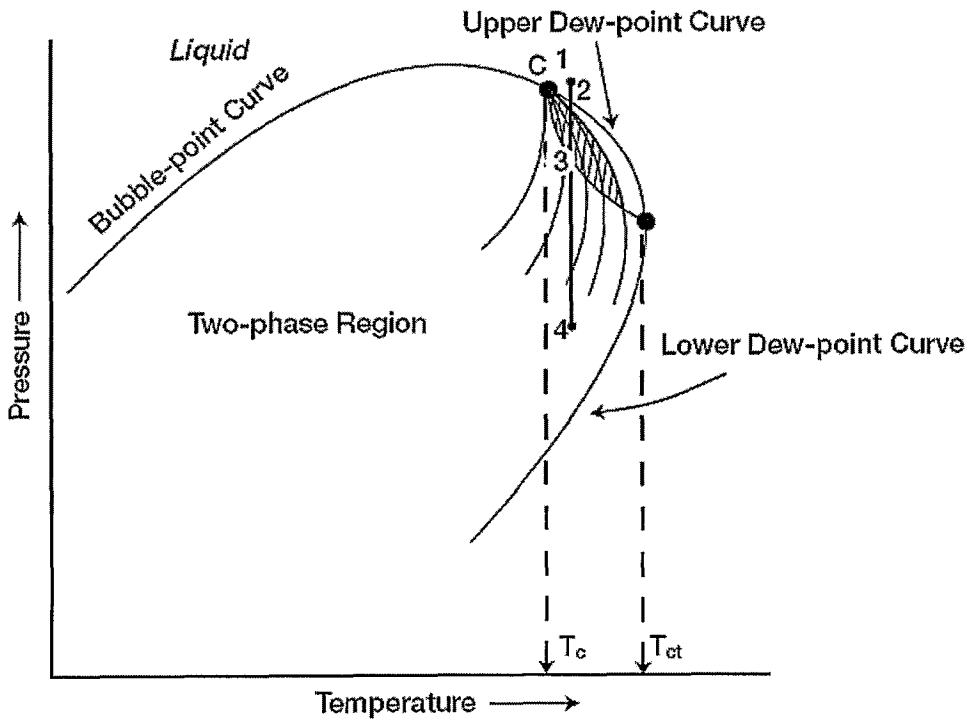
مخازن گاز میعانی، مخازن گازی هستند که به دلیل شرایط خاصی که مخزن قبل از تولید دارد، به هنگام تولید و افت فشار مخزن، احتمال تولید میعانات گازی وجود دارد. شرایط بهینه اینست که این میعانات در سر چاه و در تفکیک کننده ها تولید شود. زیرا اگر این میعانات در داخل مخزن بوجود آیند، تولید آنها بسیار مشکل می شود و از آنجائیکه قیمت میعانات گازی نسبت به گاز و نفت خام بیشتر می باشد، تمام تلاش مهندسین مخازن و بهره برداری این است که این میعانات را در سر چاه تولید کنند.

همانگونه که در شکل (۱-۱) مشاهده می شود، شرایط اولیه یک مخزن گاز میعانی به گونه ای است که دمای آنها بین دمای بحرانی و دمای ماکزیموم مخلوط هیدروکربوری[3] قرار دارد. میزان میعانات موجود در اکثر مخازن گاز میعانی به ندرت از ۱۹-۱۵ درصد فضای حفرات تجاوز می کند که این میزان برای حرکت میعانات به سمت دهانه چاه کفایت نمی کند[۱]. کاهش فشار به زیر فشار نقطه شبنم در اطراف دهانه چاه در مخازن گاز میعانی، ایجاد میعان و پس ماند مایع[4] و متعاقبا کاهش نفوذپذیری نسبی گاز و کاهش تولید را به دنبال خواهد داشت. مخازن گاز میعانی دو نقطه شبنم

[1] Gas condensate reservoir
[2] Dew point pressure
[3] Cricondentherm
[4] Liquid dropout

دارند: نقطه شبنم پایینی(نقطه۳) که معمولا پایین تر از فشار ترک[1] مخزن است و نقطه شبنم بالایی(نقطه۲) که از اهمیت بیشتری برخوردار است چراکه کاهش تولید زمانی اتفاق می افتد که فشار دهانه چاه به زیر فشار نقطه شبنم بالایی کاهش یابد.

برای جلوگیری از رسیدن شرایط مخزن به ناحیه دو فازی، باید تدبیری اندیشید که فشار مخزن به زیر خط شبنم نرسد (معمولا در حین تولید، دما ثابت می ماند). به همین منظور، دانستن فشار شبنم سیال مخزن بسیار مهم و اساسی می باشد. با حفظ شرایط مطلوب مخزن و تنظیم شرایط تفکیک کننده، قادر خواهیم بود که حداکثر تولید میعانات گازی را در سطح داشته باشیم و از تولید آنها در مخزن جلوگیری کنیم.[۱، ۲ و ۳]



شکل ۱ – ۱ : نمودار فشار - دما مربوط به یک سیستم معکوس [۱]

بر اساس نمودار فازی و شرایط موجود، مخازن گازی به چهار گروه تقسیم می شوند.[۱]

۱. مخازن گاز میعانی معکوس[2]

[1] Abandonment pressure
[2] Retrograde gas condensate reservoirs

۲. گاز میعانی نزدیک به نقطه بحرانی
۳. گاز تر
۴. گاز خشک

قرار گرفتن سیال موجود در این طبقه بندی بستگی به ترکیب سیال و شرایط فشار و دمای مخزن دارد. برای یک ترکیب معین در شرایط دما و فشار مختلف، ممکن است در طبقه بندی متفاوتی قرار گیرد.
لازم به ذکر است که بدون در نظر گرفتن نمودار رفتار فازی و با توجه به خصوصیات فیزیکی گاز و مایع تولید شده نیز قادر به شناخت نوع مخزن گازی هستیم. به همین منظور ، خصوصیات فیزیکی سیال این مخازن به شرح زیر است:

- مخازن گاز میعانی معکوس:

۱. نسبت گاز به نفت تولیدی این مخازن بین ۸۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ (SCF/STBO) می باشد که با افزایش بهره برداری این مقدار نیز افزایش می یابد، زیرا مقداری از اجزا سنگین در مخزن می ماند.
۲. درجه API مایع تولیدی بیشتر از ۵۰ است.
۳. مایع تولیدی در شرایط استاندارد بی رنگ است یا رنگ بسیار کمی دارد.
۴. میزان C_7^+ کمتر از ۱۲,۵ درصد مولی می باشد. رفتار معکوس در شرایط مخزن برای گازهایی که کمتر از یک درصد C_7^+ دارند نیز رخ می دهد. با این تفاوت که برای این گازها میزان مایع حاصل بسیار کم است.

- مخازن گاز میعانی نزدیک به نقطه بحرانی:

دمای مخزن نزدیک به نقطه بحرانی است و از آنجایی که تمامی خطوط کیفیت در نقطه بحرانی همگرا می شوند، پس ماند سریع مایع بلافاصله با کاهش فشار به زیر فشار نقطه شبنم رخ خواهد داد.

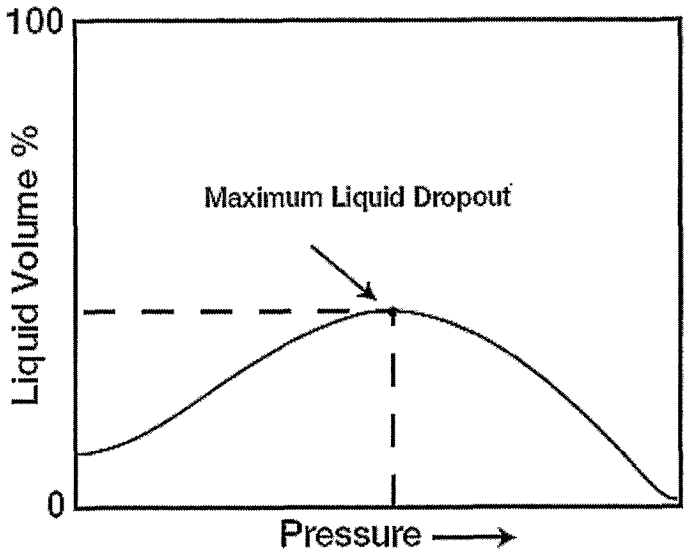
- مخازن گاز تر:

در این گونه مخازن، دمای مخزن بالاتر از دمای ماکزیمم مخلوط هیدروکربونی است و به همین دلیل سیال مخزن همواره در ناحیه فاز بخار باقی می ماند چراکه مخزن به صورت هم دما تخلیه می شود.
گاز تولیدی که به سطح جریان می یابد، دما و فشارش کاهش می یابد. اگر گاز وارد ناحیه دو فازی شود، فاز مایع از فاز گاز ، میعان می یابد و از تفکیک کننده سطحی تولید می شود. این به خاطر کاهش کافی در انرژی جنبشی مولکولهای سنگین با افت دما و تغییر بعد از آن به مایع به دلیل نیروی جاذبه بین مولکولی است.
مخازن گاز تر با خصوصیات زیر مشخص می شوند:

۱ . نسبت گاز به نفت بین ۶۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ (SCF/STBO).
۲ . درجه API مایع تولیدی بیشتر از ۶۰ .
۳ . رنگ سفید – آبی مانند مایع تولیدی.
۴ . شرایط تفکیک کننده (فشار و دمای آن) در ناحیه دو فازی قرار می گیرد.

- مخازن گازخشک:

دراین نوع از مخازن، مخلوط هیدروکربنی در داخل مخزن و در شرایط سطح بصورت گازی باقی می ماند. میزان گاز به نفت معمولا بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ (SCF/STBO) می باشد.
در اثر افت فشار، میعانات گازی تولید شده و تولید آنها تا حدی افزایش دارد و بعد از آن با کاهش فشار ، میعانات شروع به تبخیر کرده و حجم تولیدی آنها کاهش میابد. برای داشتن حداکثر تولید میعانات و تنظیم شرایط تفکیک کننده، لازم است که به این نکته نیز توجه شود(شکل ۱-۲).



شکل۱-۲ : پس ماند مایع در مخزن[۱]

بر اساس آنچه که گفته شد، دقت تخمین فشار نقطه شبنم مخازن گازی و گاز میعانی، به عنوان یکی از فاکتور های بحرانی و مهم در مهندسی مخازن برای پیش بینی عملکرد مخزن و طراحی سیستم های تولید، بسیار مهم است.

در حال حاضر، این پارامتر به وسیله آزمایشاتی مانند تخلیه در حجم ثابت[1] و افزایش حجم با ترکیب ثابت[2] و یا به وسیله معادلات حالت مختلف مانند پنگ-رابینسون[3]، سوو-ردلیخ-کوانگ[4] و یا روابط تجربی موجود بدست می آید.

استفاده از روابط تجربی، یکی از راحت ترین و ارزان ترین روشهای محاسبه خواص مورد نظر می باشد، ولی این روابط برای داده های خاصی تعمیم داده شده اند و معمولا برای داده های مخازن دیگر جواب قابل قبولی ارائه نمی دهند.

کاربرد معادلات حالت، نیاز به توصیف مناسب کسر C_7^+ دارد که با وجود آنالیز جزیی سیال مخزن هیچ تضمینی نسبت به دقت معادله حالت وجود ندارد[۴] . معادلات حالت را به دلیل نیاز به پروسه کامپیوتری زیاد، در نرم افزار های شبیه ساز بکار می برند که در این نرم افزار ها نیز باید اطلاعات آزمایشگاهی کافی موجود باشد تا بوسیله این آزمایشات و رگراسیونی که به وسیله نرم افزار انجام می شود، عملکرد مخزن پیش بینی شود.

تخمین مقادیر نسبتهای تعادل با استفاده از روابط تجربی نیز از دیگر روش های پیش بینی است که برای دما و فشارهای بالا انحراف زیادی را نشان می دهد.

۱-۳ آزمایشات فشار، حجم، دما[5]

انجام آزمایشات PVT ، دقیقترین روش برای بدست آوردن فشار نقطه شبنم می باشد، ولی مشکلاتی وجوددارد مانند:

- انجام آزمایشات PVT بسیار گران ، وقت گیر و طاقت فرسا است.
- همیشه نمونه واقعی با شرایط مخزن موجود نمی باشد.
- در صورت وجود هم به میزان کافی در دسترس نیست.

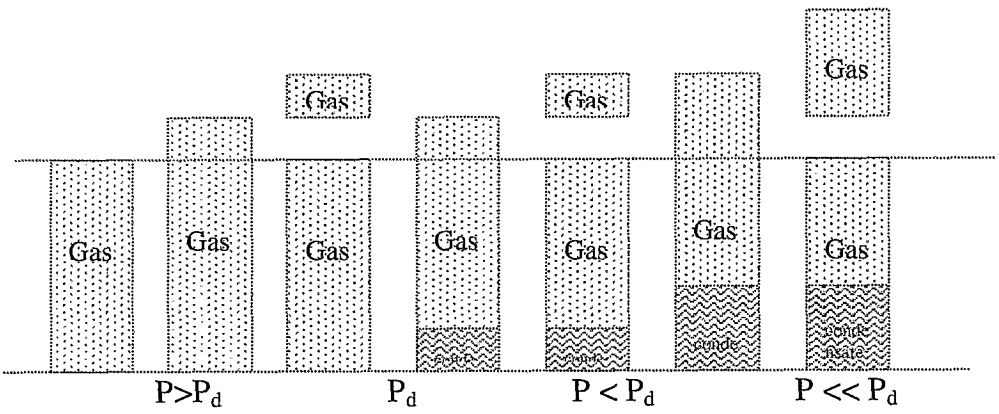
در هر تست PVT، بعد از نمونه گیری از چاه و انتقال نمونه مورد نظر به آزمایشگاه، لازم است که نمونه درسلول PVT قرار گرفته شود و با اعمال فشار، فشار سلول به فشار مخزن رسانده شود. این عمل باید بسیار کنترل شده صورت گیرد تا تغییری در دیگر خواص نمونه اتفاق نیفتد. همچنین باید دمای سلول را به دمای مخزن برسانند. به این منظور، سلول در یک حمام آب گرم قرار داده می شود تا طی چند مرحله افزایش دمای حمام و رساندن آن به دمای مخزن، دمای نمونه به دمای مخزن

[1] Constant Volume Depletion (CVD)
[2] Constant Composition Expansion (CCE)
[3] Peng- Robinson
[4] Soave- Redlich-Kwong
[5] Pressure _ Volume _ Temperature (PVT)

برسد. فرایند هم دما کردن سلول با مخزن به تنهایی حدود سه الی چهار روز به طول می انجامد. بعد از انجام مراحل ذکر شده، تست های مورد نظر را انجام می دهند که در زیر به توضیح آنها می پردازیم :

۱-۳-۱ آزمایش تخلیه درحجم ثابت

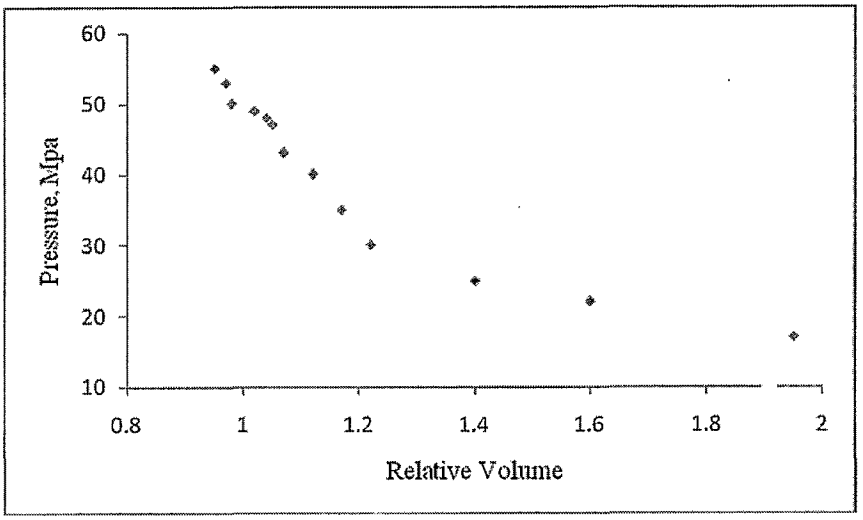
در این تست، در هر مرحله، در فشار ثابت حجم سلول را افزایش می دهند و گاز اضافی را خارج می کنند تا حجم سلول برابر حالت اولیه شود. آن فرایند را در چند مرحله تکرار می کنند و مقدار گاز خروجی و میعانات تولید شده (برای $P<P_d$) را در هر مرحله محاسبه می شود. فشاری که اولین قطره مایع ایجاد می شود، فشار شبنم سیال است.



شکل ۱ – ۳ : فرایند تخلیه در حجم ثابت[۳]

۱-۳-۲ آزمایش انبساط باترکیب ثابت

در تست بالا، درصد ترکیب سیال درون سلول، در هر مرحله تغییر می کند. در تست انبساط با ترکیب ثابت، با ثابت نگه داشتن ترکیب سیال، فشار سلول را با افزایش حجم آن کاهش می دهیم. سپس با ترسیم نمودار فشار بر حسب حجم نسبی، فشار نقطه شبنم را تعیین می کنیم.



شکل ۱-۴: نمودار حجم- فشار مخازن گاز میعانی[۳]

شکل ۱-۴ ، تغییرات حجم نسبی بر حسب فشار، را نشان می دهد. از آنجا که تغییر واضحی در دیاگرام فشار بر حسب حجم نسبی مشاهده نمی شود، بنابراین امکان تعیین دقیق فشار نقطه شبنم جز برای مخازن گاز میعانی نزدیک به نقطه بحرانی وجود ندارد [۳].

استفاده از روابط تجربی به عنوان جایگزینی برای پرهیز از انجام آزمایشات وقت گیر و هزینه بر اگرچه می تواند مفید باشد، اما باید به این نکته توجه کرد که تمامی روابط تجربی را باید با توجه به شرایط حاکم بر آنها مورد استفاده قرارداد. نکته دیگری که باید به آن توجه کرد این است که، همواره نوعی عدم قطعیت و ابهام در مورد بسیاری از پارامترهای مخزن وجود دارد که روابط تجربی قادر به تحلیل آنها نیست. بدین منظور، استفاده از سیستم های فازی در سالیان اخیر گسترش یافته است. تئوری فازی در منطق فازی اولین بار توسط پرفسور لطفی زاده[۱]، استاد ایرانی دانشگاه برکلی، در سال ۱۹۶۲ در مقاله ای تحت عنوان" مجموعه های فازی" معرفی گردید. اگر چه در آغاز تئوری فازی جایگاه واقعی خود را پیدا نکرد و رشد کندی داشت با این حال در اواخر دهه ۱۹۶۰ روشهای جدید فازی نظیر الگوریتم های فازی، تصمیم گیری های فازی و ... مطرح گردید[۵]. رخداد بزرگ در دهه ۱۹۷۰، تولد کنترل کننده های فازی برای سیستم های واقعی بود. در سال ۱۹۷۵ پرفسور ابراهیم ممدانی[۲] و آسیلیان[۳] اولین سیستم فازی که کنترل یک موتور بخار بود را ساختند و به تدریج جایگاه تئوری فازی در صنعت روز به روز پررنگ تر شد.

کاربرد سیستم های فازی در صنعت نفت، اگرچه دیر شروع شد اما از رشد قابل توجهی برخوردار بوده است. سیستم های فازی با استفاده از قوانین اگر – آنگاه فازی، مسائل به شدت غیر خطی و متغیر با

[1] Lotfizadeh
[2] Mamdani
[3] Assilian