



پیش بینی ناحیه‌ی میعانی در یکی از مخازن گاز میعانی جنوب غربی ایران

سان بابایی^{۱*}، محسن منتظری^۲، شوکت نفت و گاز سیانیر

عباس هالایی زاده^۳، دانشگاه صنعت نفت اهواز

چکیده

سیالات هیدرو کربنی به پنج دسته‌ی نفت سیاه (معمولی)، نفت فرار، گاز میعانی (معکوس)، گاز تر و گاز خشک تقسیم می‌شوند. مشخصه‌ی عمده‌ی مخازن گاز میعانی این است که دمای مخزن بین دمای نقطه‌ی بحرانی و نقطه‌ی حداکثر دما واقع شده و به همین دلیل اگر فشار این مخازن تا فشار نقطه‌ی شبنم بالایی^۱ کاهش یابد مقداری مایع در مخزن تشکیل می‌شود. بنابراین مقدار قابل توجهی از هیدرو کربن‌های میانی که از نظر اقتصادی بسیار ارزشمند هستند در مخزن باقی مانده و تولید نمی‌شوند. در این مقاله با استفاده از روش‌های مختلف شامل روابط تجربی، معادلات حالت و داده‌های آزمایشگاهی به پیش‌بینی ناحیه‌ی میعانی^۱ یکی از مخازن گاز میعانی معکوس جنوب غربی کشور پرداخته شده است. محاسبات مربوط به فشار نقطه‌ی شبنم و نقطه‌ی حداکثر میعانات معکوس^۲ توسط روابط تجربی و معادلات حالت انجام شده است. نتایج حاصل با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه گردیده و نتایجی قابل قبول و نزدیک به داده‌های آزمایشگاهی حاصل شد. با بررسی و مطالعه‌ی این روش‌ها می‌توان ناحیه‌ی پدیده‌ی میعان معکوس را که سبب کاهش تراوایی نسبی گاز (K_{rg}) و شاخص بهره‌برداری (PI) می‌شود پیش‌بینی کرد.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی، نقطه‌ی شبنم، مخازن گازی، ناحیه‌ی میعان معکوس، معادلات حالت، روابط تجربی

مقدمه

بیشتر مخازن گاز میعانی در لایه‌های با فشار ۳۰۰۰ تا ۸۰۰۰ پام و دمای ۲۰۰ تا ۴۰۰ درجه‌ی فارنهایت هستند. این گسترده‌ی فشار و دما به همراه ترکیب‌های مختلفی که یک سیال گاز میعانی می‌تواند داشته باشد شرایط مختلفی را برای رفتار فازی این سیالات فراهم کرده و پیش‌بینی این رفتار را با مشکل مواجه می‌سازد. مخازن گاز میعانی حد فاصل مخازن نفت فرار و مخازن گاز تر هستند. دمای این نوع مخزن بین دمای بحرانی و نقطه‌ی حداکثر دما قرار دارد. با توجه به شکل ۱- در شرایط اولیه‌ی این گونه مخازن (نقطه‌ی ۱-) با کاهش فشار در دمای ثابت و پس از رسیدن به نقطه‌ی شبنم بالایی (نقطه‌ی ۲-) اولین قطره‌ی مایع در مخزن تشکیل می‌شود [۱]. با کاهش بیشتر فشار مخزن، میزان مایع تشکیل شده به حداکثر مقدار خود می‌رسد که به آن نقطه‌ی حداکثر میعان معکوس می‌گویند (نقطه‌ی ۳-). در اثر کاهش فشار بیشتر در مخزن انتظار می‌رود که مایع بیشتری در مخزن تشکیل شود. سیالی که رفتار ترمودینامیکی آن تغییر کرده شروع به تبخیر مجدد^۴ می‌کند و مایع تشکیل شده به گاز تبدیل می‌شود (نقطه‌ی ۴-). این پدیده به آهستگی انجام می‌گردد (شکل ۲-). این مایعات در دهانه‌ی چاه که بیشترین افت فشار را دارد تشکیل می‌شوند و تراوایی نسبی گاز و شاخص بهره‌دهی را کاهش می‌دهند. برای جلوگیری از تشکیل مایع در مخزن ابتدا از طریق روابط تجربی، فشار نقطه‌ی شبنم بالایی و فشار نقطه‌ی حداکثر را محاسبه می‌کنند. همچنین این محاسبات را توسط معادلات حالت^۵ و از طریق نرم‌افزار PVTi محاسبه کرده و نتایج آن را با داده‌های آزمایشگاهی که شامل آزمایش انبساط با ترکیب ثابت (CCE)^۶ و آزمایش تخلیه

در حجم ثابت (CVD)^۷ می‌باشد مقایسه و بررسی گردیده است.

۱- توصیف میدان

میدان مورد مطالعه در جنوب غربی کشور و در فروافتادگی دزفول واقع شده که روی ساختمان این میدان گسل‌های نرمال و معکوس زیادی وجود دارد. عمده‌ترین آن گسلی است که از سازند آسماری تا سازند خامی ادامه داشته و به صورت معکوس در یال جنوبی واقع شده است. جنس سنگ مخزن از نوع سنگ‌های کربناته آهکی دولومیتی است که به شدت شکسته شده‌اند. شدت شکست‌ها در نواحی اطراف گسل‌ها به خصوص در یال جنوبی غربی مخزن بسیار زیاد است. طول این میدان در سطح آسماری حدوداً ۶۰ کیلومتر و عرض آن بین ۴ تا ۶ کیلومتر متغیر است. مخزن کاملاً آهکی آسماری این میدان یک مخزن گاز میعانی محسوب می‌شد تا اینکه حفاری‌های بعدی وجود ستون نفت نسبتاً باریکی را در این مخزن به اثبات رساند که حاوی نفت با درجه سبکی ۳۶ و گاز هیدروژن سولفوردهی ۰/۸ درصد می‌باشد. مخزن خامی این میدان حاوی گاز و شامل سازندهای داریان، ممبر خلیج گدوان و سازند فهلیان است. ضخامت ستون گازی مخزن آسماری این میدان به ۶۰۰ متر می‌رسد. گاز کلاهیک مخزن از نوع گاز میعانی با خاصیت معکوس است که با افت فشار شروع به مایع‌گذاری یا میعانی شدن می‌کند. مقدار میعانات اولیه همراه گاز کلاهیک حدود ۵۳ بشکه به ازای هر میلیون فوت مکعب گاز استاندارد در شرایط جداسازی معمولی است که تقریباً مطابق C_5^+ همراه آن می‌باشد. ضخامت ستون گازی در مخزن آسماری

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (sasan_babaei@yahoo.com)

حدود ۱/۷ برابر ستون نفتی است.

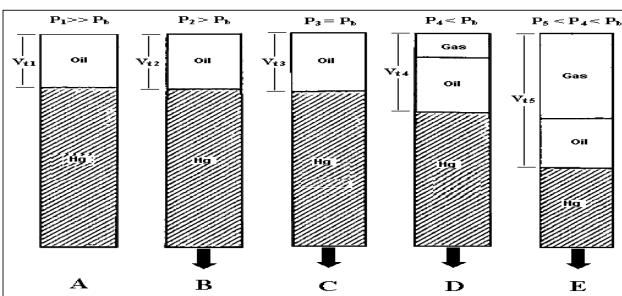
۲-۲- آزمایش تخلیه در حجم ثابت (CVD)

این آزمایش با به کارگیری سیال واقعی مخزن در دمای ثابت مخزن و در داخل یک سلول آزمایشگاهی با حجم ثابت انجام می شود. در این آزمایش مقداری از سیال مخزن به داخل سلول PVT مخصوص که در مقابل فشار و دمای زیاد مقاوم است منتقل شده و فشار آن به فشار نقطه‌ی شبنم رسانده می شود (a). با تولید گاز به تدریج فشار داخل سلول کاهش می یابد. در این هنگام می توان ذرات ریز مایع (شبنم) را روی دیواره‌ی پنجره‌ی سلول مشاهده کرد. در پایین تر از فشار نقطه‌ی شبنم با کشیدن جیوه از زیر سلول، حجم سلول جیوه زیاد شده و فشار سلول آزمایش کاهش می یابد (b). پس از اینکه گاز و میعانات گازی داخل سلول به حالت تعادل رسیدند با تولید گاز از بالا، حجم سیال داخل سلول در فشار ثابت به حجم اولیه رسانده می شود (c). این کاهش فشار و خارج کردن گاز در فشار ثابت پس از به تعادل رسیدن تا فشارهای کم ادامه دارد (شکل ۴-۱) [۱]. هدف اصلی از انجام این آزمایش تعیین نقطه‌ی تشکیل حداکثر میعانات معکوس در مخزن است که مقادیر حاصل از آزمایشگاه در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

۳- بررسی روابط تجربی

در ادامه به بررسی روابط تجربی که توانایی شبیه سازی نقطه‌ی شبنم بالایی و نقطه‌ی حداکثر تشکیل میعانات را دارند می پردازیم.

Composition	Mole Fraction
N ₂	0.0008
H ₂ S	Nil
CO ₂	0.0244
C ₁	0.8210
C ₂	0.0578
C ₃	0.0287
IC ₄	0.0056
NC ₄	0.0123
IC ₅	0.0052
NC ₅	0.0060
C ₆	0.0072
C ₇₊	0.0310
MWC ₇₊	132
spgr	0.774



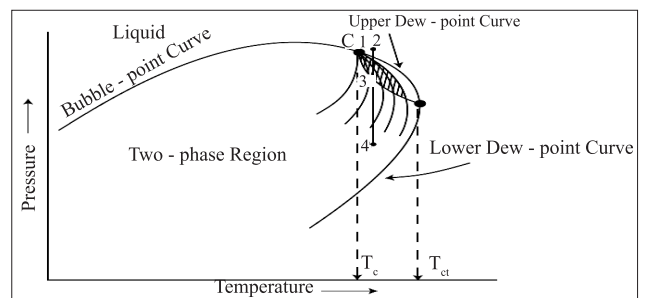
شکل ۳ | آزمایش انبساط با ترکیب ثابت

۲- آنالیز آزمایشگاهی سیالات گاز میعانی

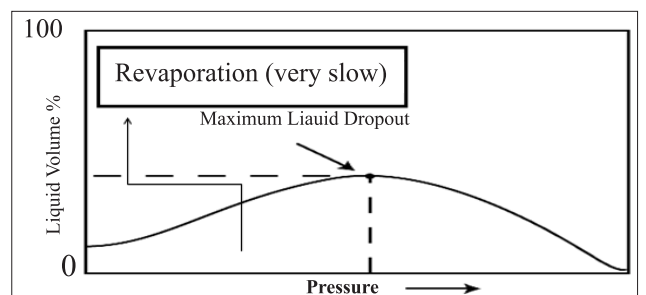
اندازه گیری های PVT سیستم های گاز میعانی شامل آزمایش انبساط با ترکیب ثابت (CCE) و آزمایش تخلیه در حجم ثابت (CVD) است که در ادامه به تشریح آنها می پردازیم.

۲-۱- آزمایش انبساط با ترکیب ثابت (CCE)

این آزمایش برای شناخت رفتار فازی سیال مخزن انجام می شود. در این آزمایش مقداری از سیال مخزن در داخل سلول قرار می گیرد و فشار و دمای آن به فشار و دمای اولیه‌ی مخزن رسانده می شود. با توجه به شکل ۳- جهت اطمینان از تک فاز بودن سیال، فشار سیال داخل سلول بیشتر از فشار اولیه‌ی مخزن (A) و دما برابر دمای اولیه‌ی مخزن است. در این آزمایش حجم سیال با کشیدن جیوه از زیر سلول افزایش یافته و فشار کاهش می یابد (B). این عمل ادامه پیدا می کند تا وقتی که به دلیل خارج نشدن گازی از سلول، فشار نقطه‌ی شبنم (C) و در نتیجه ترکیب سیال ثابت می ماند. کاهش فشار و انبساط سیال تا فشارهای کم ادامه می یابد (D) و در این آزمایش چون سلول پنجره‌های شفاف دارد فشار نقطه‌ی شبنم در دمای مخزن نیز اندازه گیری می شود. همچنین در اثر کاهش فشار، حجم میعانات گازی در پایین سلول قابل مشاهده و اندازه گیری است [۲]. هدف اصلی از انجام این آزمایش مشخص کردن نقطه‌ی شبنم بالایی است. مقادیر به دست آمده از آزمایشگاه در شکل ۵- با نقاط قرمز رنگ بیان شده است. این مقدار از طریق آزمایشگاه، ۴۰۷۱ پام به دست آمده است.



شکل ۱ | نمودار فازی مخازن گاز میعانی



شکل ۲ | تشکیل حداکثر میعانات معکوس



۱-۳- رابطه‌ی تجربی نمث-کندی^۱

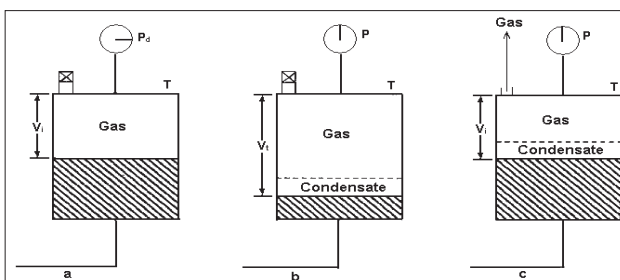
این رابطه که در ۱۹۶۷ توسط نمث و کندی ارائه شد [۳] تابع دمای مخزن (۱۸۰ درجه‌ی فارنهایت) و ترکیب سیال مخزن (جدول-۱) است. در این رابطه تلاش شده ارتباط بین نقطه‌ی شبنم یک سیال مخزن هیدروکربنی و ترکیب آن، دما و ویژگی‌های کسر C_7^+ برقرار شود. این رابطه از مطالعه‌ی ۴۸۰ سیستم گاز میعانی مختلف به‌دست آمده و معادله‌ی نهایی یازده ضریب دارد که برای ۴۸۰ نمونه، انحراف مطلق ۷/۴ درصدی را نشان می‌دهد. هدف اصلی از ارائه‌ی این رابطه محاسبه‌ی نقطه‌ی شبنم است که با قرار دادن دما و ترکیبات سیال در این رابطه مقدار فشار نقطه‌ی شبنم بالایی (فشاری که اولین قطره مایع تشکیل می‌شود) محاسبه شده است (جدول-۳).

$$Pd = f(T, X_1, X_2, \dots, X_n, MW_{7^+}, \gamma_{7^+}) \quad (1)$$

$$\ln Pd = A_1 [x_{C_2} + x_{CO_2} + x_{H_2S} + x_{C_6} + 2(x_{C_3} + x_{C_4}) + x_{C_5} + 0.4x_{C_1} + 0.2x_{N_2}] + A_2 \gamma_{C_7^+} + A_3 [x_{C_1} / (x_{C_7^+} + 0.002)] + A_4 Tf + A_5 (x_{C_7^+} \cdot Mc_{7^+}) + A_6 (x_{C_7^+} \cdot MWC_{7^+})^2 + A_7 (x_{C_7^+} \cdot MWC_{7^+})^3 + A_8 MWC_{7^+} / \gamma_{C_7^+} + 0.0001] + A_9 [MWC_{7^+} / (\gamma_{C_7^+} + 0.0001)]^2 + A_{10} [MWC_{7^+} / (\gamma_{C_7^+} + 0.0001)]^3 + A_{11} \quad (2)$$

که در آن A_1 تا A_{11} ضرایب ثابت هستند

$$\begin{aligned} A_1 &= -2.0623054 & A_2 &= 6.6259728 \\ A_3 &= -4.4670559 \times 10^{-3} & A_4 &= 1.0448346 \times 10^{-4} \\ A_5 &= 3.2673714 \times 10^{-2} & A_6 &= -3.6453277 \times 10^{-3} \\ A_7 &= 7.4299951 \times 10^{-5} & A_8 &= -1.1381195 \times 10^{-1} \\ A_9 &= 6.2476497 \times 10^{-4} & A_{10} &= -1.0716866 \times 10^{-6} \\ A_{11} &= 1.0746622 \times 10 \end{aligned}$$



شکل ۴ آزمایش انبساط در حجم ثابت

۲-۳- رابطه‌ی تجربی الشر کاوی^۲

این رابطه در سال ۲۰۰۱ توسط عادل الشر کاوی ارائه شد. این رابطه که تابع دما و ترکیب سیال مخزن است از مطالعه‌ی ۳۴۰ سیستم گاز میعانی مختلف به‌دست آمده و معادله‌ی نهایی دارای ۱۸ ضریب است که انحراف مطلق ۷/۶۸ درصدی را برای ۳۴۰ نمونه نشان می‌دهد [۴]. هدف اصلی از ارائه‌ی این رابطه محاسبه‌ی نقطه‌ی شبنم بالایی است که مقدار آن با قرار دادن دما و ترکیبات سیال در فشار نقطه‌ی شبنم بالایی ۴۱۵۶ پام محاسبه شده است. مقادیر حاصل از فشار نقطه‌ی شبنم با روش‌های مختلف در (جدول-۳) ارائه شده است.

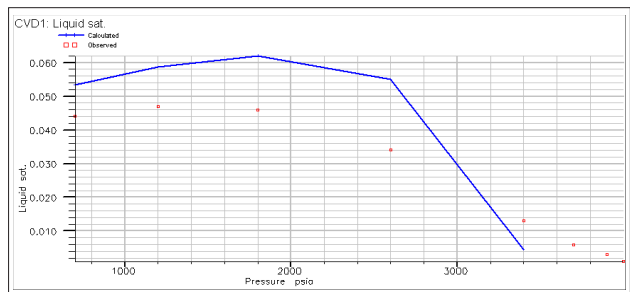
$$Pd = f(T, X_1, X_2, \dots, X_n, MWC_{7^+}, \gamma_{C_7^+}) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} Pd &= A_0 + A_1 Tf + A_2 x_{H_2S} + A_3 x_{CO_2} + A_4 x_{N_2} + A_5 x_{C_1} + \\ &A_6 x_{C_2} + A_7 x_{C_3} + A_8 x_{C_4} + A_9 x_{C_5} + A_{10} x_{C_6} + \\ &A_{11} x_{C_7^+} + A_{12} \cdot MWC_{7^+} + A_{13} \gamma_{7^+} + A_{14} (x_{C_7^+} \cdot MWC_{7^+}) + \\ &A_{15} (MWC_{7^+} / \gamma_{7^+}) + A_{16} (x_{C_7^+} \cdot MWC_{7^+} / \gamma_{7^+}) + \\ &A_{17} \{x_{C_7^+} / (x_{C_1} + x_{C_2})\} + \\ &A_{18} \{x_{C_7^+} / (x_{C_2} + x_{C_3} + x_{C_4} + x_{C_5} + x_{C_6})\} \end{aligned} \quad (4)$$

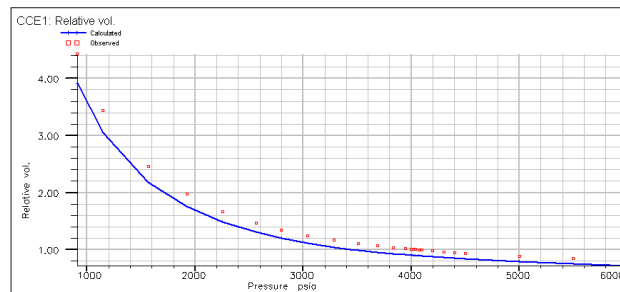
که در آن A_0 تا A_{18} ضرایب ثابت هستند

$A_0 = 4268.85$	$A_1 = 0.094056$	$A_2 = -7157.87$
$A_3 = -4540.58$	$A_4 = -4663.55$	$A_5 = -1357.56$
$A_6 = -7776.10$	$A_7 = -9967.99$	$A_8 = -4257.10$
$A_9 = -1417.10$	$A_{10} = 691.5298$	$A_{11} = 40660.36$
$A_{12} = 205.26$	$A_{13} = -7260.32$	$A_{14} = -352.413$
$A_{15} = -114.519$	$A_{16} = 8.13300$	$A_{17} = 94.916$
$A_{18} = 238.252$		

Pressure (psi)	Retrograde liquid volume per cent of hydrocarbon pore space (%HCPV)		Deviation
	calculated	experiment	
dewpoint 4071 pressure	0.0	0.0	0.0
4000	0.27	0.1	0.17
3900	0.65	0.3	0.35
3700	0.94	0.6	0.34
3400	2.514	1.3	1.214
2600	4.18	3.4	0.78
1800	5.22	4.6	0.62
1200	5.019	4.7	0.319
700	4.58	4.4	0.18



شکل ۵ نمودار آزمایش تخلیه در حجم ثابت

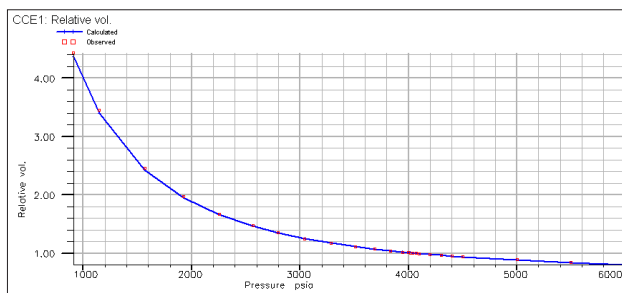


شکل ۶ نمودار آزمایش انبساط با ترکیب ثابت

را شبیه‌سازی می‌کنیم. در این تحقیق با توجه به محاسبات سنگین و طولانی مربوط به معادلات حالت از نرم‌افزار PVTi استفاده شده است. در این تحقیق هدف از به کارگیری معادلات حالت محاسبه‌ی فشار نقطه‌ی شبنم، محاسبات مربوط به آزمایش‌های انبساط با ترکیب ثابت و آزمایش تخلیه در حجم ثابت است. ابتدا با استفاده از نرم‌افزار، سیال مخزن را شبیه‌سازی کرده و سپس با استفاده از معادله‌ی حالت سه متغیری SRK، فشار نقطه‌ی شبنم در دمای مخزن محاسبه می‌شود؛ این در حالی است که هنوز از امکانات نرم‌افزار PVTi از قبیل Splitting اجزاء سنگین و Regression استفاده نشده است (جدول-۳). پس از مشخص شدن فشار نقطه‌ی شبنم، با استفاده از مقادیر آزمایشگاهی، آزمایش انبساط با ترکیب ثابت را تعریف می‌کند. سپس شبیه‌ساز با استفاده از معادله‌ی حالت مقادیر این آزمایش را محاسبه می‌کند (جدول-۴). در شکل-۵ این مقادیر با نمودار آبی رنگ در مقابل مقادیر آزمایشگاهی رسم شده‌اند. برای اینکه بتوان مقدار میعان معکوسی که در مخزن رخ می‌دهد را شبیه‌سازی کرد از آزمایش تخلیه در حجم ثابت استفاده می‌شود؛ به طوری که مقادیر آزمایشگاهی آن توسط نرم‌افزار تعریف شده و سپس آزمایش به کمک معادله‌ی حالت انجام می‌پذیرد (جدول-۵) و نمودار آبی رنگ این آزمایش که از معادله‌ی حالت به دست آمده در مقابل مقادیر آزمایشگاهی رسم شده است (شکل-۶).

در این بخش برای تنظیم معادله‌ی حالت و تیون کردن فشار نقطه‌ی شبنم و آزمایش تخلیه در حجم ثابت (CVD) و آزمایش انبساط با ترکیب ثابت (CCE)، ابتدا جهت افزایش انعطاف‌پذیری معادله‌ی حالت و با استفاده از امکانات شبیه‌ساز و روش whitson، جزء سنگین سیال مخزن (C₇₊) را به سه جزء مجازی "تفکیک ۱" کرده‌ایم. برای انجام این محاسبات معادله‌ی حالت SRK انتخاب شده است. نتایج

۳ مقادیر فشار نقطه‌ی شبنم بالایی	
Correlations	Dewpoint pressure (psi)
Constant Composition Expansion (CCE)	4071
Elsharkawy	4156
Nemeth-Kennedy	3954
Equation of state (SRK)	3498.492
Equation of state (PR)	3435.3349



۸ | نمودار فازی سیال مخزن بعد از تفکیک

Xi: کسر مولی ترکیب
Tf: دمای مخزن (درجه‌ی فارنهایت)
Pd: فشار نقطه‌ی شبنم (پام)
MWC₇₊: وزن مولکولی ترکیبات سنگین تر از هپتان
γC₇₊: وزن مخصوص ترکیبات سنگین تر از هپتان

۳-۳- رابطه‌ی تجربی سیوان-استارلینگ^{۱۰}

این رابطه که در ۱۹۸۵ توسط سیوان و استارلینگ ارائه شد تابع دما و جزء سنگین سیال مخزن (C₇₊) است. بازه‌ی استفاده از این رابطه دمای مخزن ۱۸۰ تا ۳۱۴ درجه‌ی فارنهایت و کسر مولی جزء سنگین ۰/۰۳۱ تا ۰/۱ است [۵]. هدف اصلی از ارائه‌ی این رابطه پیش‌بینی مقدار تشکیل میعانات معکوس است (جدول-۲).

$$\% \text{HCPV} = A + B \times Y + C \times \ln(T) \quad (5)$$

که در آن A و B و C ضرایب تجربی هستند.

$$C = -19.73, B = 4.799, A = 93.404$$

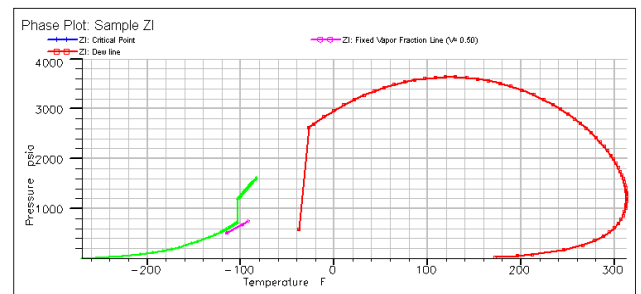
%HCPV: حداکثر درصد میعاناتی که در خلل و فرج مخزن رسوب می‌کند

Y: درصد مولی ترکیبات سنگین تر از هپتان در سیال مخزن

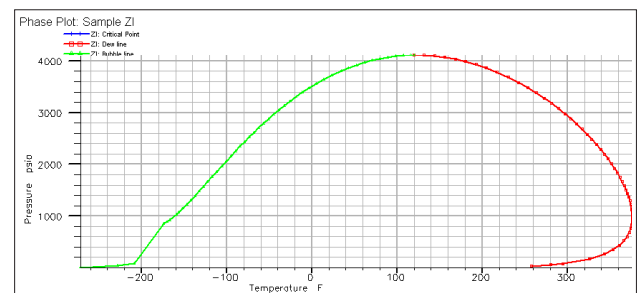
T: دمای مخزن (درجه‌ی فارنهایت)

۴- معادلات حالت

یک معادله‌ی حالت عبارتی تحلیلی است که فشار (P) را به دما (T) و حجم (V) ارتباط می‌دهد. به کمک معادلات حالت رفتارهای حجمی و فازی سیالات



۷ | نمودار فازی سیال مخزن قبل از تفکیک



۹ | نمودار فازی سیال مخزن بعد از تفکیک



شبیه‌سازی در شکل‌های ۷- تا ۱۰ مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

با بررسی مقادیر حاصل از محاسبات سیال مخزن مشخص شد که روابط تجربی نسبت به معادلات حالت SRK و PR که متغیرهای آن تنظیم نشده‌اند دقت بیشتری دارند و از این رو برای به دست آوردن فشار نقطه‌ی شبنم و حداکثر میعان معکوس می‌توان از آنها استفاده کرد.

زمانی که اطلاعات مربوط به داده‌های آزمایشگاهی در اختیار نباشد جهت پیش‌بینی فشار نقطه‌ی شبنم و حداکثر میعان معکوس با یک خطای کم می‌توان از روابط تجربی استفاده کرد.

مهم‌ترین مشخصه‌ی روابط تجربی این است که با داشتن کم‌ترین اطلاعات (دما و ترکیب سیال مخزن) رفتار فازی سیال مخزن را شبیه‌سازی می‌کنند.

به دلیل هزینه نسبتاً زیاد انجام آزمایش‌های انبساط با ترکیب ثابت (CCE) و تخلیه در حجم ثابت (CVD)، معادلات حالت ابزار بسیار مناسبی برای دست‌یابی به داده‌های مورد نیاز هستند.

در صورتی که متغیرهای معادله‌ی حالت SRK و PR به‌نحو مناسبی تنظیم شوند کاملاً توانایی شبیه‌سازی خواص PVT سیالات مخزن را دارند و می‌توانند سبب صرفه‌جویی در وقت و هزینه باشند.

در پایان پیشنهادها زیر ارائه می‌شود:

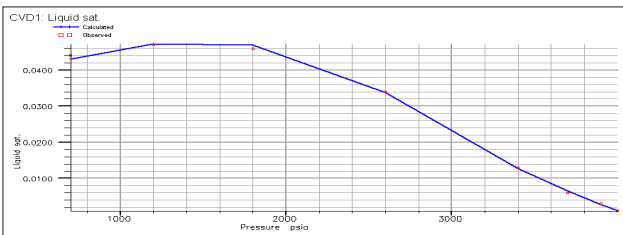
مطالعه‌ی رفتار فازی سیال مخازن گاز معیانی توسط معادلات حالت نیازمند آنالیز و تفکیک اجزای سنگین سیال (C_7^+) است؛ به طوری که هر قدر اجزای آنالیز سنگین تر باشد معادلات حالت دقت بیشتری دارند.

با استفاده از روش‌های ذکر شده و پیش‌بینی نقطه‌ی شبنم و نقطه‌ی حداکثر تشکیل میعان معکوس و همچنین تولید صیانتی از مخازن گاز معیانی می‌توان از تشکیل میعانات در مخزن و ایجاد پوسته‌ی میعانی جلوگیری کرد.

با افزایش نرخ تولید، افت فشار در اطراف چاه افزایش یافته و توده‌ی میعانات گازی در این ناحیه تشکیل می‌شود. بنابراین هنگام تولید از مخازن گاز معیانی جهت اطمینان از برداشت بهینه از مخزن باید نرخ تولیدی مناسب انتخاب گردد.

جدول ۴ | آزمایش انبساط با ترکیب ثابت

Pressure (psi)	Relative Volume
۶۰۰۰	۰/۷۲۶۸
۵۵۰۰	۰/۷۵۸۸
۵۰۰۰	۰/۷۹۸۱
۴۵۰۰	۰/۸۴۷۵
۴۴۰۰	۰/۸۵۹۰
۴۳۰۰	۰/۸۷۱۱
۴۲۰۰	۰/۸۸۴۰
۴۱۰۰	۰/۸۹۷۶
۴۰۷۱	۰/۹۰۱۷
۴۰۳۷	۰/۹۰۶۶
۴۰۱۷	۰/۹۰۹۵
۳۹۹۹	۰/۹۱۲۲
۳۹۴۵	۰/۹۲۰۳
۳۸۳۳	۰/۹۳۸۱
۳۶۸۸	۰/۹۶۳۲
۳۵۱۳	۰/۹۹۷۰
۳۴۹۸/۴۹۲ dewpoint	۱/۰۰۰۰
۳۲۸۷	۱/۰۵۶۹
۳۰۴۳	۱/۱۳۴۲
۲۷۹۸	۱/۲۲۷۹
۲۵۶۳	۱/۳۳۷۳
۲۲۵۳	۱/۵۲۲۰
۱۹۲۲	۱/۷۹۳۵
۱۵۶۷	۲/۲۲۵۱
۱۱۴۸	۳/۱۰۳۲
۹۰۸	۳/۹۸۷۲



شکل ۱ | میعانات گازی تشکیل شده (Liquid Drop-out) در آزمایش تخلیه در حجم ثابت

پانویس‌ها

- 1 Upper Dew Point
- 2 Retrograde Region
- 3 Maximum Retrograde Condensat^c
- 4 Revaporation
- 5 Equations Of State
- 6 Constant Composition Expansion
- 7 Constant Volume Depletion
- 8 Nemeth-Kennedy
- 9 Elsharkawy
- 10 civan-strling
- 11 Pseudo Component
- 12 Splitting

منابع

- [1] Ahmed, T., Hydrocarbon Phase Behavior, Gulf Publishing Co., Houston TX, 1989, Pages 2830- And 378380-.
- [2] Danesh, A.: "PVT And Phase Behavior Of Petroleum Reservoir Fluid", Elsevier Science B.V. 1998, 4255-.
- [3] Nemeth, L.K. And Kennedy, H.T.: "A Correlation Of Dew Point Pressure With Fluid Composition And Temperature," Paper SPE 1477 Presented At SPE 41st Annual Fall Meeting Held In Dallas, Texas, 1966.
- [4] Elsharkawy, A.M., "Characterization Of The Plus Fraction And Prediction Of The Dew Point Pressure For Gas Condensate Reservoirs" Paper SPE 68776, Presented At The 2001 SPE Western Regional Meeting Held In Bakersfield, California, USA, 2630-, March 2001.
- [5] S.J. Cho, F. Civan, And K.E. Starling, "A Correlation To Predict Maximum Condensation For Retrograde Condensation Fluid And Its Use In Pressure-Depletion Calculations. Paper SPE 14268. This Paper Was Prepared For Presentation At The 60th Annual Technical Conference And Exhibition Of The Society Of Petroleum Engineers Hold In Las Vegas, NV September 22 1985, 25-.