

چهار دلیل

برای غلط بودن احتمالی مدل

سیال گاز میعانی

کورش رحیم زاده*

تهیه مدل سیال، بیانگر سیال مخزن برای شبیه‌سازی واقع‌گرایانه مخازن گاز میعانی، حیاتی و بحرانی است. سه مرحله در توسعه یک مدل، بیانگر سیال مخزن، وجود دارد:

(۱) بدست آوردن نمونه سیال

(۲) اندازه‌گیری خواص سیال

(۳) ساختن مدل سیال

در هر مرحله یک روش موشکافانه و سازگار باید به کار گرفته شود تا از بدست آمدن بهترین شانس برای تهیه «مدل سیال بیانگر مخزن» اطمینان حاصل شود. خطاهای معمول و غیرمعمول در ارتباط با مخازن گاز میعانی در زیر مورد بحث واقع شده است:

نمونه‌گیری از سیال

دلیل ۱: شرایط نامناسب چاه

فراهم کردن شرایط مناسب در چاه قبل از نمونه‌گیری سیال برای PVT بسیار اهمیت دارد. مدت پاک‌سازی (Clean Up) چاه باید به دقت برنامه‌ریزی گردد تا از حذف همه آلودگی‌ها اطمینان حاصل شود و خروج هیدروکربن‌های مایع قبل از نمونه‌گیری کمترین باشد. تولید چاه باید قبل و حین نمونه‌گیری، پایدار شده باشد. فشار سر چاه و دما باید مانیتور گردند. دیگر نشانگرهای ترکیب سیال مانند: مقدار CO_2 ، ترکیب آب و غیره را نیز می‌توان مانیتور نمود. آماده‌سازی مناسب چاه حتی در مخازن با تراوایی بالا ممکن است روزها به طول بیانجامد.

* کارشناس ارشد مخزن - شرکت نفت و گاز پارس

باید تلاش نمود تا نمونه‌گیری در فشار بالای نقطه شبینم صورت پذیرد که معمولاً مقدار این فشار هم مشخص نیست. حتی الامکان باید دبی چاه در مرحله افت فشار (Draw Down) در حداقل ممکن نگهداری شود، درحالی‌که جریان چاه هنوز پایدار باشد.

برای نمونه‌گیری ایده‌آل سرچاهی یا ته چاهی PVT، بهترین حالت نمونه‌گیری از طول کمی از مشبک کاری است. زیرا مشخص شده است که در ستون‌های هیدروکربوری در مخازن، تغییرات ترکیب سیال با عمق وجود دارد. طول کم مشبک کاری در هنگام نمونه‌گیری باعث می‌شود تا این تغییرات در نظر گرفته شوند. اگر مشبک کاری در طول زیادی از مخزن انجام شده باشد، نمونه سیال بدست آمده نمایانگر پرتحرک‌ترین بخش سیال مخزن می‌باشد. اگر لوله مغزی خیلی بزرگ باشد، افت فشار بزرگتری لازم است تا جریان پایدار بماند و افت فشار بزرگتر به معنای احتمال بیشتر نمونه‌گیری در فشار زیر فشار شبینم است. اگر افت فشار کاهش داده شود، ممکن است جریان ناپایدار گردد. متأسفانه، اغلب بین نیازمندی‌های نمونه‌گیری PVT و نیازمندی‌های تست بهره‌دهی چاه در طول تست چاه تعارض‌هایی وجود دارد. تست بهره‌دهی چاه به لوله مغزی بزرگ، افت فشار زیاد و طول مشبک کاری، نیاز زیادی دارد. نمونه‌گیری PVT درست عکس این موارد را نیاز دارد.

مدل‌سازی چاه برای طراحی تست، بسیار مهم است تا اهداف تست بهره‌دهی و نمونه‌گیری هر دو برآورده شوند.

دلیل ۲: آلودگی نمونه

برای اطمینان از اینکه سیال نمونه گرفته شده در فشار بالای نقطه شبینم است، اغلب از تجهیزات نمونه‌گیری ته چاهی استفاده می‌شود. مشکل اصلی این تجهیزات، احتمال بالای آلودگی نمونه است. حتی مقدار کمی آلودگی به‌خصوص در محدوده C7+ می‌تواند باعث خطاهای بزرگی در ارزیابی خواص PVT در آزمایشگاه شود. به‌خصوص آلودگی‌های ناشی از گل‌های پایه نفتی را به سختی می‌توان آشکار ساخت.

وقتی جسم نمونه‌گیری کم است، ابزارهای RFT بجر برای آنالیز اولیه، توصیه نمی‌شود، در این خصوص ابزار MDT مناسب‌ترند و با پمپ سیال و داشتن سنسورهای نوری و خازنی امکان تعیین نوع سیال ورودی به ابزار را فراهم می‌کند. این داده‌ها باید در سر چاه به طور همزمان مانیتور شوند تا از پایدار

بودن ترکیب سیال اطمینان حاصل شود. این روش از RFT بسیار مناسب‌تر است، اما باید نتایج را با احتیاط استفاده کرد و با نمونه‌های سر چاهی تطبیق داده و مقایسه نمود.

نمونه‌گیرهای ته چاهی برای چاه‌های دارای لوله جداری نیز در دسترس است که امکان مانیتور کردن فشار، دما و دانسیته سیال در سر چاه را فراهم می‌کند این روش‌ها تنها امکان نمونه‌گیری در حجم‌های کوچک را تأمین نموده و بنابراین احتمال آلوده شدن نمونه زیاد است.

رایج‌ترین روش برای نمونه‌گیری، نمونه‌گیری سر چاهی است. نمونه‌های گاز و مایع از تفکیک‌گر جمع‌آوری شده و در شرایط مخزن با نسبت گاز به نفت (GOR) سر چاهی دوباره با هم ترکیب می‌شوند. این روش ارزان‌ترین روش است و می‌توان حجم زیادی از نمونه‌ها را براحتی فراهم کرد. اگرچه نمونه‌ها را می‌توان در حجم‌های بزرگ تهیه کرد، اما امکان آلودگی نمونه‌ها هنوز وجود دارد، زیرا تجهیزات بیشتری در مسیر جریان قرار دارند و درگیر هستند. از منابع رایج آلودگی می‌توان به خط لوله نمونه‌گیری مخازن آلوده و کثیف اشاره کرد. از دیگر منابع رایج خطا می‌توان به خطا در اندازه‌گیری‌ها اشاره کرد که به‌راحتی قابل اجتناب است.

دو مشکل کاملاً رایج در نمونه‌گیری از تفکیک‌گر و ترکیب مجدد نمونه‌ها:

۱) حمل مایع توسط جریان گاز (Liquid Carry Over)

۲) حمل گاز توسط جریان مایع (Gas Carry Under) می‌باشد. برای مثال، هنگامی که دبی جریان گاز افزایش می‌یابد، امکان دارد که راندمان تفکیک‌گر کاهش یابد و باعث حمل مایع توسط جریان گاز شود. برای تعیین مقدار خطا و اصلاح این مشکل می‌توان از نمونه‌گیری ایزوکنتیک استفاده کرد.

نمونه‌گیری جریان تقسیم شده (Split Flow Sampling)، انتخاب دیگری است که می‌تواند مشکل عدم تطابق در تفکیک‌گرهای رایج را حذف کند. در این روش مقدار کمی از جریان از طریق یک چندراه نمونه‌گیری خاص با یک دستگاه مخلوط‌کننده نمونه‌گیری می‌شود. از آنجا که حجم‌های نمونه‌گیری شده کوچک هستند، تفکیک نزدیک به تعادل را می‌توان با راندمان بهتری در مقایسه با شرایط تفکیک‌گرهای استاندارد انجام داد.

از «مدل‌سازی معادله حالت» اغلب برای تایید کیفیت نمونه‌ها می‌توان استفاده نمود.

اندازه‌گیری خواص سیال

دلیل ۳: آنالیز ناقص یا ضعیف PVT

اگر چه ترکیب هیدروکربورها در حال حاضر تا C_{10} (قبلا تا C_7 اندازه‌گیری می‌شد) اندازه‌گیری می‌شوند، اما این میزان کفایت نمی‌کند. رفتار میعانات حتی نسبت به مقدار کمی از هیدروکربورهای سنگین حل شده در فاز گاز نیز خیلی حساس است. آنالیز ترکیبات تا حداقل C_7 ترجیح داده می‌شود. عدم توانایی در انتساب خواص به بخش سنگین هیدروکربورها باعث به وجود آمدن درجات آزادی زیاد و غیر ضروری در تطبیق خواص بخش آروماتیک سیال می‌شود.

ترکیب شدن حجم‌های کوچکی از میعانات با حجم‌های بزرگی از گاز منجر به مشکلاتی در به دست آوردن اندازه‌گیری‌های PVT صحیح در سیالات گاز میعانی می‌شود. به خصوص اندازه‌گیری‌های حجم‌های کوچک مایع و فشار نقطه شبنم عدم قطعیت بالایی دارند. نوسانات بزرگ بین نتایج نمونه‌های مختلف، آزمایشگاه‌های مختلف یا حتی تکنسین‌های مختلف ممکن است دیده شود. این موضوع مخصوصاً برای نمونه‌های گاز میعانی با کندانس زیاد (Rich) که ممکن است سیال به نقطه بحرانی خیلی نزدیک باشد، کاملاً صدق می‌کند.

تست‌های آزمایشگاهی با طراحی ویژه می‌توانند به مقدار زیادی صحت اندازه‌گیری‌های PVT را افزایش دهند. می‌توان محاسبات موازنه مواد را روی آزمایش‌های CVD و CCE انجام داد تا مشکلات محتمل را بررسی و ارزیابی کرد.

ساخت مدل سیال

دلیل ۴: مدل نامناسب سیال

معادلات حالت زیادی در دسترس وجود دارد. انتخاب مدل به نوع سیال و شرایط آن بستگی دارد. مثلاً معادله SRK اصلاح شده ممکن است برای نفت سنگین، نفت با فراریت پایین یا متوسط و گازهای میعانی با درصد میعان کم (Lean) دور از نقطه بحرانی، مناسب تر باشد. معادله Peng-Robinson برای نفت‌های با فراریت بالا یا گازهای میعانی با درصد میعان بالا

(Rich) و نزدیک به نقطه بحرانی ترجیح داده شوند. ممکن است لازم باشد بیش از یک مدل مورد استفاده قرار گیرند. مثلاً معادله حالت SRK اصلاح شده معمولاً پیش‌بینی ضعیفی برای دانسیته سیال دارد. گاهی معادله Benedict-Webb-Rubin-Starling برای محاسبه دانسیته‌ها به کار می‌رود.

اغلب، مدل‌های سیال با تطبیق داده‌ها (Match) ساخته می‌شود. تنها چند درجه آزادی در مدل‌سازی معادله حالت وجود دارد. بنابراین داده‌های ضعیف نیز به سادگی داده‌های خوب و مناسب می‌توانند تطبیق داده شوند. پس بهتر است داده‌ها ابتدا ارزیابی گردند و فقط داده‌های معتبر تطابق داده گردند.

گاهی فقط قسمتی از داده‌ها را می‌توان تطبیق داد. داده‌هایی که تطبیق داده می‌شوند باید بر حسب کیفیت و اهمیت داده‌ها لیست شوند.

این موضوع اغلب برای شبیه‌سازی ترکیبی (Compositional) در مطالعه مدل جامع و مانعی محسوب می‌شود. مدل‌های نفت سیاه (Black Oil) اصلاح شده را می‌توان با یک درجه اطمینان قابل قبول برای مدل‌سازی میدان‌های گاز میعانی در حال تخلیه طبیعی یا در حال بازگردانی گاز (Recycling) بالای نقطه شبنم بکاربرد.

برای مدل‌سازی میدان‌گازی در حالت بازگردانی زیر نقطه شبنم، شبیه‌سازی کاملاً ترکیبی (Fully Compositional) با حداقل شش عدد ترکیب هیدروکربوری لازم است. مدل‌سازی کاملاً ترکیبی دو بعدی را می‌توان برای ارزیابی خطاهای ناشی از مدل‌های نفت سیاه اصلاح شده استفاده کرد.

شبیه‌سازی مخازن گاز میعانی بسیار پیچیده است. به طور یقین یک عنصر کلیدی در مدل‌سازی، توسعه مدل‌های بیانگر سیال مخزن است. تعداد زیادی از منابع محتمل برای خطا در مراحل لازم برای توسعه این مدل‌ها وجود دارد و شبیه‌سازی مخزن به آگاهی از این منابع خطا نیازمند است تا بتواند با روش مناسب این خطاها را به کمترین حد برساند.

Reference :

<http://www.Fekete.com.au/sampling.html>