



روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن گاز میعانی

◀ سجاد افشاری^۱ و حمید بهنمش^۲

چکیده

تاکنون، از روش‌های متعددی برای ازدیاد برداشت میعانات از مخازن گاز میعانی استفاده شده است. از جمله این روش‌ها: به وجود آوردن شکاف‌های هیدرولیکی (Hydraulic fracturing)، تزریق گاز متان، تزریق گاز N_2 ، CO_2 و هوا، فرآیند (WAG) و همچنین تزریق آب به ناحیه آب مخزن (Aquifer) می‌باشند. به غیر از به وجود آوردن شکاف‌های هیدرولیکی از سایر روش‌ها برای جلوگیری از کاهش فشار استفاده می‌شود. از روش تزریق چرخشی گاز برای نگهداشتن فشار مخزن بالاتر از فشار نقطه شبنم استفاده می‌گردد.

به طور کلی روش‌های تزریق گاز به دو منظور به کار می‌روند:

(۱) نگهداشتن کامل فشار و جلوگیری از کاهش آن و (۲) جلوگیری از کاهش شدید افت فشار. دقت شود که در روش اول فشار مخزن نمی‌افتد ولی در روش دوم مخزن کاهش فشار کمتری نسبت به حالتی که گاز تزریق نمی‌شود، دارد.

واژه‌های کلیدی: مخزن گاز میعانی، تزریق گاز متان، تزریق آب، تبخیر مجدد، تزریق گاز دی اکسید کربن، شکاف دهی هیدرولیکی، سیلاب زنی، روش‌های ازدیاد برداشت.

مقدمه

مایع شدن شروع به چگالش از فاز بخار نموده و به صورت غشایی جداره‌های سنگ مخزن را می‌پوشانند.

با کاهش فشار مخزن به زیر نقطه شبنم، گاز «مخازن گاز میعانی» شروع به مایع شدن می‌کند و به صورت قطرات مایع روی سنگ مخزن پدیدار می‌گردد. این مایعات به وجود آمده با کاهش فشار بیشتر افزایش می‌یابند، به طوری که پس از مدتی درصد اشباع آنها از مقدار بحرانی بیشتر شده و شروع به حرکت می‌کنند و در دهانه چاه تولید می‌شوند. به وجود آمدن میعانات گازی در درون مخزن باعث به وجود آمدن مشکلاتی می‌شود که مهمترین و جدی‌ترین آنها جمع شدن مایعات در درون مخزن و

برحسب تعریف مخزن گاز میعانی عبارت از مخازنی می‌باشد که در تقسیم‌بندی انواع مخازن در حد فاصل بین مخازن نفت فرار و مخازن گاز تر قرار داشته باشد و یا به عبارت دیگر دمای مخزن بین دمای بحرانی و حداکثر دمای دو فازی (حداکثر دمای چگالش) قرار می‌گیرد.

در این قبیل از مخازن سیالات موجود در مخزن تحت تأثیر کاهش فشار مخزن، از خود پدیده‌ای به نام «میعان قهقرائی» یا «معکوس» نشان می‌دهند که طی آن به محض رسیدن فشار مخزن به فشار نقطه اشباع، مقادیری از هیدروکربورهای قابل

تولید نشدن آنها می باشد که از دو جنبه قابل توجه است:

از یک طرف: تشکیل این میعانات در درون مخزن، به معنی از دست دادن آنها می باشد، چرا که دیگر امکان تولید این میعانات ممکن نمی باشد و از طرف دیگر بالا رفتن درصد اشباع این مایعات کاهش دبی جریان گاز را به همراه دارد.

به طور کلی روش های گوناگونی برای ازدیاد برداشت از مخازن گاز میعانی وجود دارد که مهمترین آنها روش تزریق مجدد گاز می باشد. روش های تزریق گاز به دو منظور ۱- نگهداشتن کامل فشار و جلوگیری از کاهش آن و ۲- جلوگیری از کاهش شدید افت فشار می باشد. دقت شود که در روش اول، فشار مخزن نمی افتد ولی در روش دوم، مخزن کاهش فشاری کمتری نسبت به حالتی که گاز تزریق نمی شود، خواهد داشت.

در روش نگهداشتن کامل فشار، گاز تولید شده به درون مخزن تزریق می گردد و تنها میعانات گازی از مخزن تولید می شود و این گاز تولیدی به صورت یک چرخه به درون مخزن تزریق شده و از آن تولید می گردد.

در هر دوی این روش ها برای تزریق گاز نیاز به امکانات و تجهیزات سرچاهی می باشد که به نحوی موجب افزایش هزینه های تولید می گردد، البته لازم به ذکر است که روش نگهداشتن کامل فشار، موجب افزایش بهره وری گاز میعانی نسبت به روش نگهداشتن جزئی فشار می گردد. ولی مسلماً این روش هزینه های بیشتری نیز می طلبد چرا که برخی از این مخازن دارای فشار اشباع (نقطه شبنم) بالایی می باشند.

در روش تزریق گاز خشک (N_2, CO_2, CH_4) به مخازن گاز میعانی، تماس بین گاز خشک تزریق شده و گاز میعانی منجر به غنی شدن گاز خشک بر اثر انتقال جرم می گردد.

تزریق گاز خشک از لحاظ تجربی موجب تبخیر هیدروکربورهای سنگین و متوسط می گردد.

همان طور که گفته شد، به کارگیری روش نگهداشتن کامل فشار هزینه های زیادی را در بردارد. یک روش جایگزین مناسب این است که ابتدا مخزن را تا فشار مشخص زیر فشار اشباع تخلیه کرده و پس از آن، شروع به تزریق نماییم. تزریق موجب تبخیر میعانات گازی مخزن می گردد.

این روش نه تنها میزان سرمایه گذاری، تجهیزات و هزینه عملیات را پایین می آورد بلکه موجب بهبود برداشت میعانات نیز می گردد.

فشار بالای نقطه شبنم و همچنین نفوذپذیری پائین موجب شده که فشار ته چاهی پائین تر از فشار نقطه شبنم باشد. با این حال تولید گاز میعانی با فشار ته چاهی پائین تر از فشار نقطه شبنم از لحاظ جرمی اثری بر روی برداشت نهایی میعانات ندارد، به شرط اینکه فشار مخزن نگه داشته شود و همچنین مشخصات مطلوب نفوذ پذیری حفظ گردد.

روش چرخش گاز متان

محتوای میعانات مخازن گاز میعانی، قسمت ارزشمندی به شمار می رود. اما به خاطر میعان معکوس، قسمت بزرگی از این میعانات ممکن است در مخزن باقی بماند؛ لذا روش چرخش گاز متان در بسیاری از مخازن به کار می رود. در روش چرخش گاز، میعانات گازی از گاز تر تولید شده جدا

می شوند و مابقی مجدداً به مخزن تزریق می شود. گاز برگشتی موجب نگهداشتن فشار مخزن می گردد و همچنین گاز تر را به سوی چاه های تولید می راند. به دلیل اینکه مایعات خارج شده از مخزن به عنوان بخشی از حجم گاز تر محسوب می شود، عدم تزریق گاز خشک اضافی موجب می شود تا فشار مخزن به آرامی کاهش یابد و در نهایت برای تولید گاز خشک از فشار مخزن کاسته می شود تا گاز خشک و مقداری از میعانات باقی مانده که جارو نشده اند تولید شوند.

با این وجود اگرچه این روش راه حل ایده آلی به نظر می رسد، ولی در عمل دارای مشکلاتی نیز می باشد:

• درآمد حاصل از گاز به تأخیر می افتد (ممکن است بین ۱۰ تا ۲۰ سال گاز تولید نشود).

• چرخش گاز، هزینه های اضافی را تحمیل می کند (چاه های بیشتر جهت تزریق، امکانات فشرده سازی گاز و...).

باید دانست حتی هنگامی که فشار بالاتر از نقطه شبنم نگه داشته شود، میزان برداشت میعانات به طور قابل ملاحظه ای کمتر از ۱۰٪ است. [۳]

گاز خشک، قابل امتزاج با تمام سیستم های گاز میعانی بوده و به صورت نرمال متان سازنده شاخص گاز خشک می باشد، چرخش گاز خشک یک نمونه خاص از جایجایی امتزاجی هیدروکربورها، برای بهبود برداشت می باشد. جایجایی یک سیال با سیال قابل امتزاج دیگر از دیدگاه میکروسکوپی بسیار مؤثر است و به صورت ایده آل ۱۰٪ در نظر گرفته می شود. ضریب بازیافت چرخش گاز ممکن است به چند فاکتور بازیافت تقسیم شود.

$$E = E_p * E_v$$

E : بازدهی کلی

E_p : بازدهی میکروسکوپی

E_v : بازدهی ماکروسکوپی (حجمی)

E_p عبارت است از: مقیاس اندازه گیری بازدهی سیال جایجا کننده در به حرکت درآوردن نفت در جاهایی که سیال جایجا کننده با نفت برخورد می کند و مقیاس اندازه گیری چگونگی رابطه برقرار کردن سیال جایجا کننده در جهت عمودی و افقی با سیال مخزن می باشد. [۲]

تزریق گاز دی اکسید کربن

تزریق گاز دی اکسید کربن به ناحیه اطراف چاه، یکی دیگر از روش های نگهداشتن فشار و بهبود، مخصوصاً برای کم کردن اثر سد میعانی می باشد. در این روش دی اکسید کربن، میعانات در اطراف چاه را خارج کرده و متعاقباً موجب افزایش بهره وری به سبب برگشتن چاه به تولید می گردد.

اثر تزریق گاز به مخزن گاز میعانی منجر به افزایش فشار نقطه شبنم می شود. استفاده از گاز دی اکسید کربن به خاطر کمبود منابع آن، قیمت و همچنین رفتار خورنده آن محدود می باشد.

در آزمایشات مدل ترکیبی که برای ارزیابی عملکرد مخازن گاز میعانی به کار رفته بود، تأثیر تزریق گازهای غیر هیدروکربنی همانند دی اکسید کربن، نیتروژن و هوا برای بهبود برداشت از

مخازن گاز میعانی مورد بررسی قرار گرفت.

مدل نشان داد که گازهای غیر هیدروکربوری قادر به تبخیر مؤثر میعانات هستند و همچنین از بین آنها، دی اکسید کربن مؤثرترین گاز برای تبخیر اجزای سنگین می باشد. [۴]

تزریق گاز نیتروژن

مزیت تزریق گاز نیتروژن فراوانی آن، ارزانی نسبی و همچنین خصوصیات مطلوب تزریق از جمله ایمنی و غیره خورنده بودن آن می باشد.

البته تزریق گاز نیتروژن نیز مشکلات مربوط به خود را دارد: فشار نقطه شبنم مخلوط گاز نیتروژن و گاز میعانی بالاتر از فشار نقطه شبنم گاز اولیه مخزن است لذا باعث می شود که بسیاری از میعانات از گاز خارج شوند.

با این حال مطالعات نشان می دهد که، تنها در محدوده منحصراً به چند فوت بر اثر پدیده های پراکندگی و پخش شدگی، مخلوطی بین نیتروژن و گاز میعانی رخ می دهد. نقطه شبنم ممکن است در این ناحیه بالا برود ولی این ناحیه حجم کمی از مخزن را تشکیل می دهد و در نتیجه تنها مقدار کمی از میعانات گازی جدا می شود.

محاسبات جابجایی نشان می دهد که تزریق گاز نیتروژن نتیجه ضعیفتری در بازدهی جابجایی نسبت به گاز خشک دارد. بالاتر بودن میزان میعانات خارج شده از گاز و همچنین کاهش قدرت تبخیر، موجب کاهش بازدهی در تزریق نیتروژن به مخازن گازی می گردند.

هنگامی که گاز برای تزریق در دسترس نبوده و یا برای مصارف دیگر مورد نیاز باشد، تزریق نیتروژن می تواند یک روش جایگزین مناسب برای تزریق گاز محسوب گردد. [۵]

سیلاب زنی

سیلاب زنی می تواند یک روش برای نگه داشتن فشار مخزن باشد به شرط اینکه یک سفره آب زیر زمینی فعال زیر ناحیه گازی وجود داشته باشد. سیلاب زنی بالای فشار نقطه شبنم برای مخازن غنی گاز میعانی گزینه مناسبی برای بالا بردن برداشت میعانات گازی است.

تزریق هوا

در قسمت قبل امکان استفاده از نیتروژن برای تبخیر میعانات هیدروکربوری گفته شد. تقریباً نصف هزینه تزریق نیتروژن مربوط به جدا سازی نیتروژن از هوا می باشد. از آنجا که هوا شامل ۷۹٪ نیتروژن می باشد، تزریق هوا یک روش اقتصادی به نظر می رسد.

هوا شامل ۲۰٪ اکسیژن که یک گاز واکنش دهنده فعال است می باشد؛ وجود مقدار زیاد گاز اکسیژن موجب انجام واکنش اکسیداسیون می شود، با این حال به دلیل کمبود سوخت و همچنین پائین بودن دما احتمال وقوع اکسیداسیون در جا کم می باشد. وجود اکسیژن در جریان تولیدی چاه، موجب افزایش خوردگی تجهیزات و امکانات می گردد. [۶]

شکاف دهی هیدرولیکی

شکاف دهی هیدرولیکی به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود بهره دهی در مخازن گاز میعانی شناخته شده است. ولی این روش همیشه قابلیت انجام یا صرفه اقتصادی ندارد.

این روش موجب افزایش فشار ته چاه و در نتیجه حفظ بهره وری چاه می شود و در مورد چاههایی که در اثر افت فشار به زیر نقطه شبنم در آنها تولید میعانات اتفاق می افتد، استفاده می شود.

فرآیند Water Alternated Gas Injection (WAG)

این فرآیند یکی از روش های بهبود بازدهی جاروب در مخازن شکافدار گاز میعانی است که در مطالعات شبیه سازی مورد آزمایش قرار گرفته است.

در مطالعات WAG نشان داده شده که بازدهی جاروب و برداشت نهایی با تزریق یک حجم از فضای متخلخل نسبت به روش تزریق گاز خشک، بهبود یافته است (در مخازنی که شامل ناحیه با نفوذپذیری بالا- شکافدار- باشند) افزایش بازدهی جاروب در ابتدا به خاطر این است که آب با لزجت بالا، تمایل دارد که به بلاک ناحیه با نفوذپذیری بالا- شکافدار- برود بنابراین گاز را مجبور به حرکت درون ماتریکس می کند.

با به کارگیری روش WAG در «مخازن شکافدار گاز میعانی» نسبت به روش های معمولی به طور قابل ملاحظه ای مقدار میعانات گازی به دست آمده افزایش می یابد.

منابع:

1. Luo, K., Li, S., Zheng, X., Chen, G., Dai, Z., and Liu, N.: "Experimental Investigation into Re-vaporization of Retrograde condensate by Lean gas Injection", paper SPE 68683 presented at the (2001) SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition April 17-19
2. Ikoku, Chi U.: "Natural gas reservoir Engineering", John Willy & Sons, Inc. (1984)
3. Adel, h., Tiab, D. and Zhu, T.: "Effect of Gas Recycling on the Enhancement of Condensate Recovery, paper SPE 104040"
4. Jamaluddin, A. K. M., Thomas, S. Y. J., D'Cruz, D., and Nighswander, paper SPE 71526
5. Moses, P.L. and Wilson, K.: "phase Equilibrium Considerations in Using Nitrogen for Improved Recovery from Retrograde Condensate Reservoirs" JPT February (1981)
6. Striefel, M. A., Ahmed, T. A. and Candy, G. V.: "Cycling with Air and Other Non-hydrocarbon Gases", paper SPE 13229.