

مروری بر روش‌های ازدیاد و برداشت در مخازن گاز میعانی

آزینا قادری^۱، رضا آذین، گروه مهندسی نفت دانشگاه خلیج فارس ■ شهریار عصفوری، گروه مهندسی شیمی دانشگاه خلیج فارس

چکیده

مخازن گاز میعانی یکی از مهم‌ترین، با ارزش‌ترین و پیچیده‌ترین نوع مخازن هیدروکربوری هستند. پیچیدگی آنها از این نظر است که رفتاری خلاف رفتار ترمودینامیکی سیالات هیدروکربوری دارند و آن هم به علت وجود ترکیبات میانی^۱ است که در این گونه مخازن وجود دارد و باعث ارزشمند شدن این مخازن شده است. با رسیدن فشار مخزن به نقطه‌ی شبنم، ترکیبات میانی به صورت میعان در مخزن شکل گرفته که علاوه بر کاهش بهره‌دهی این مخازن، موجب از دست رفتن این بخش از سیال هیدروکربوری می‌شود. از چالش‌های مهم این گونه مخازن، نگره‌داشتن فشار در بالای فشار نقطه‌ی شبنم جهت جلوگیری از میعان شدن ترکیبات میانی است که از دیرباز، مهم‌ترین دغدغه‌ی مهندسیین مخازن است. همچنین به کار بردن روش‌های مختلف و به‌روز به منظور حذف میعانات به دام افتاده در مخزن به‌خصوص نواحی اطراف چاه تولیدی و نیز تولید آنها در سطح، از دیگر چالش‌های مطرح در این گونه مخازن است. در این مطالعه، ابتدا به توصیف مخازن گاز میعانی پرداخته شده است و سپس مروری بر روش‌های جلوگیری از تشکیل میعانات در داخل مخزن و نواحی اطراف چاه تولیدی در مخازن گاز میعانی انجام شده است.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۹/۰۱/۲۵

تاریخ ارسال به داور: ۹۹/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش داور: ۹۹/۰۳/۱۹

واژگان کلیدی:

مخازن گاز میعانی، ازدیاد و برداشت، انسداد میعانی، تزریق گاز، تغییر ترشوندگی.

مقدمه

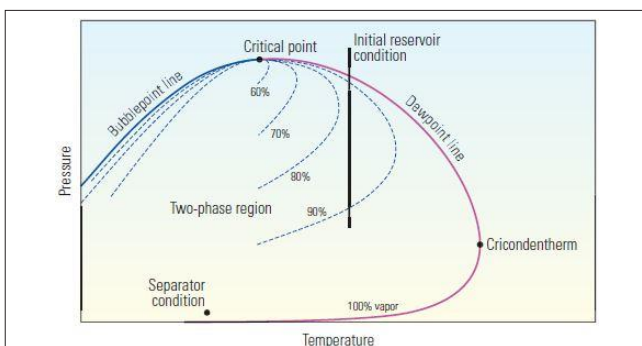
۱- توصیف مخازن گاز میعانی

مخازن گاز میعانی گونه‌ای خاص از مخازن هیدروکربوری متعارف و حد واسطی از مخازن نفتی و گازی است. در این مخازن رفتار فازی و ترمودینامیکی خاصی مشاهده می‌شود. [۱] نمونه‌ای از نمودار فازی^۲ (فشار بر حسب دما) برای گازهای میعانی در شکل ۱ نشان داده شده است. دما در این گونه مخازن، بین دمای بحرانی^۳ و نقطه‌ی حداکثر دما^۴ است. در ابتدا، مخزن به‌طور کامل گازی است. [۲] با کاهش فشار زیر نقطه‌ی شبنم، به جای انبساط گاز یا تبخیر مایع، عکس این حالت اتفاق افتاده و مایع، ایجاد می‌شود. این فاز مایع به‌عنوان میعانات شناخته می‌شود و طی زمان تولید با افت فشار، میعانات بیشتری ایجاد شده، ولی از آنجایی که به اشباع بحرانی نمی‌رسند، این میعانات حرکت نکرده، در مخزن باقی‌مانده و تولید نمی‌شوند.

همچنین این میعانات گازی موجب کم شدن تراوایی نسبی گاز و در نتیجه کاهش بهره‌دهی چاه می‌شوند. [۳]

۱-۱- ناحیه‌های مختلف مخازن گاز میعانی

با تولید از مخزن و کاهش فشار در مخازن گاز میعانی و رسیدن فشار مخزن به پایین‌تر از فشار نقطه‌ی شبنم، میعانات گازی در مخزن و اطراف دیواره‌ی چاه تشکیل خواهند شد. سه ناحیه‌ی جریان در اطراف چاه تولیدی با اشباع متفاوت میعانات ایجاد می‌شود. [۵] بسته به شرایط تولید از مخزن ممکن است، یک، دو و یا هر سه ناحیه‌ی جریان به وجود آید.



شکل ۱ | نمودار فازی سیال گاز میعانی [۴]

این نواحی در شکل ۲ نشان داده شده است.

ناحیه اول: این ناحیه نزدیک‌ترین ناحیه به دیوار چاه بوده و فشار مخزن پایین‌تر از فشار شبنم است. اشباع میعانات در این ناحیه بیشتر از اشباع بحرانی^۵ آنها است، بنابراین میعانات تشکیل شده همراه گاز در حال جریان هستند. با تشکیل میعانات در این ناحیه میزان نفوذپذیری نسبی گاز به شدت کاهش می‌یابد. به همین دلیل ناحیه‌ی اول مهم‌ترین عامل کاهش بهره‌دهی چاه است.

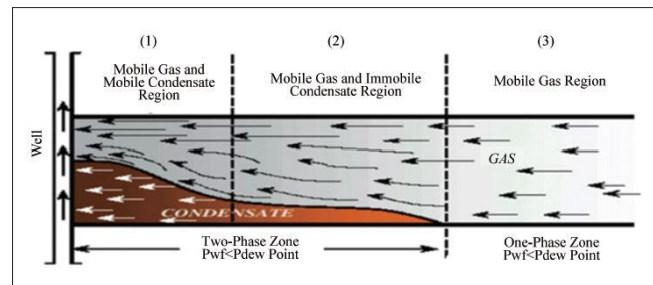
ناحیه دوم: در این ناحیه که به ناحیه‌ی میانی نیز معروف است، فشار مانند ناحیه‌ی اول کمتر از فشار شبنم بوده، اما اشباع میعانات، کمتر از اشباع بحرانی خواهد بود و به همین دلیل میعانات قابلیت تحرک ندارند و فقط فاز گاز در حال حرکت است. اندازه‌ی ناحیه‌ی دوم در زمان‌های

* نویسنده‌ی عهد دار مکاتبات (a.a_ghaderi@yahoo.com)

میعانات در اطراف چاه تولید و حفظ و تولید میعانات ارزشمند گازی مورد بررسی قرار گرفته است. این روش‌ها را می‌توان به دو گروه کلی طبقه‌بندی کرد. گروه اول در جهت نگهداری فشار مخزن و جلوگیری از افت فشار مخزن به زیر نقطه‌ی شبنم انجام می‌شود. گروه دوم مربوط به روش‌هایی است که با تغییر خصوصیات مخزن در اثر تزریق مواد شیمیایی و مواد قابل امتزاج با سیال درون مخزن باعث افزایش تحرک فاز میعانات در نزدیکی دهانه‌ی چاه می‌شوند. [۸] هر فرآیندی که باعث تغییر تعامل میان سنگ و سیال به منظور افزایش بازیابی در مخزن شود، ازدیاد برداشت نام دارد که متداول‌ترین روش‌های ازدیاد برداشت گاز مربوط به هر دسته از مخازن گاز-میعانی در شکل ۳ نشان داده شده است.

۳-۱- تزریق گاز

تزریق گاز از مهم‌ترین روش‌های بازیابی نفت در مخازن است. عملیات تزریق گاز از سال ۱۹۳۰، به‌عنوان یک روش مناسب برای افزایش تولید و تثبیت فشار مخزن مورد توجه قرار گرفته است. گازهای مختلف به دو منظور نگهداشت کامل فشار^{۱۲} و نگهداشت فشار به‌صورت جزئی^{۱۳} به مخزن تزریق می‌شوند. در فرآیند نگهداشت کامل فشار، گاز به‌صورت پیوسته و همزمان با شروع تولید از مخزن، با هدف جلوگیری از افت فشار به زیر فشار نقطه‌ی شبنم، به آن تزریق می‌شود. در حالی که در فرآیند تزریق گاز با نگهداشت جزئی فشار، گاز بعد از تخلیه‌ی اولیه‌ی مخزن و افت فشار آن به زیر فشار نقطه‌ی شبنم، جهت کاهش سرعت افت فشار مخزن و تبخیر مجدد میعانات تشکیل شده به درون مخزن تزریق می‌شود. [۹] تزریق مجدد بخشی یا تمام گاز طبیعی تولید شده در یک مخزن، ترفندی است که بیش از ۹۰ سال قدمت دارد. این روش، یک محرک برای نگه داشتن فشار مخزن در بالای نقطه‌ی شبنم است تا میعانات ارزشمند نفتی، در مخزن تشکیل نشده و به سطح آورده شوند. [۱۰] شکل ۴ شماتیک از فرآیند بازگردانی گاز^{۱۴} به یک مخزن گاز میعانی را نشان می‌دهد.



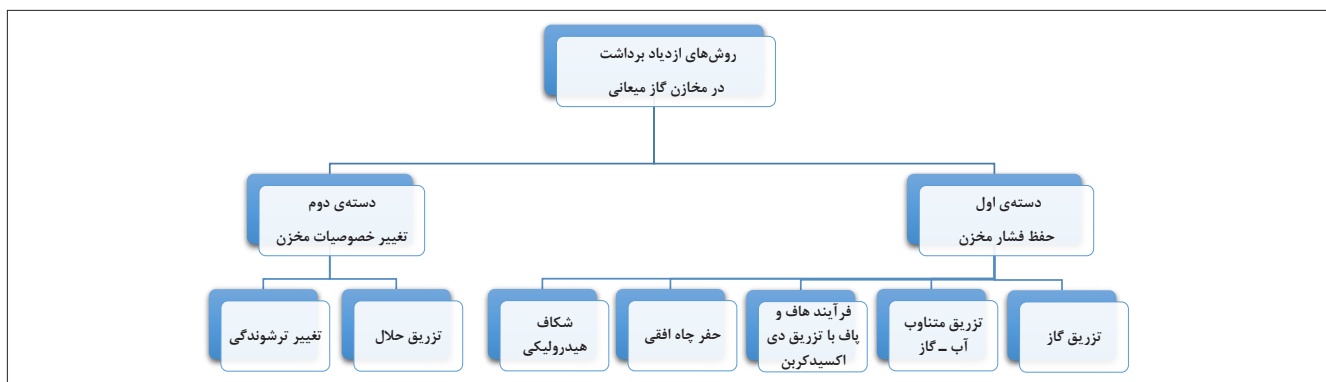
شکل ۲ | نواحی موجود در اطراف چاه تولید در مخازن گاز-میعانی [۶]

اولیه‌ی تولید، بزرگ‌تر است. با گذشت زمان و تولید بیشتر از مخزن، این ناحیه کوچک‌تر شده و جای خود را به ناحیه‌ی اول می‌دهد. ناحیه‌ی سوم: این ناحیه نیز دورترین ناحیه از دیوار چاه بوده و فشار مخزن بالاتر از فشار شبنم است. به دلیل بالاتر بودن فشار از فشار شبنم، فقط فاز گاز در مخزن وجود دارد. ترکیب سیال این ناحیه با ترکیب اولیه‌ی مخزن یکسان است. [۵]

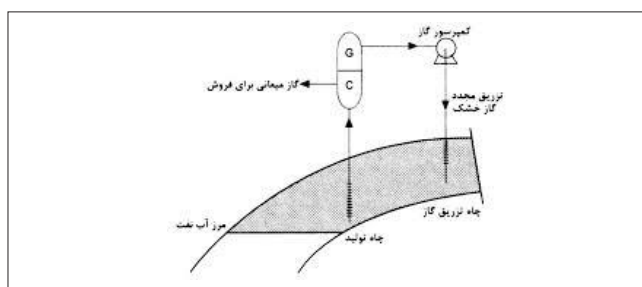
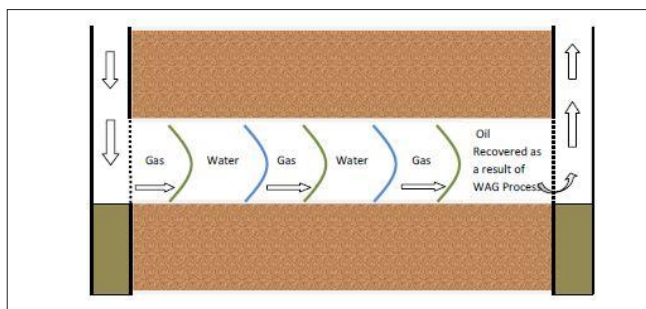
نواحی اول و دوم محل تجمع میعانات است و به‌عنوان پدیده‌ی انسداد میعانی شناخته می‌شود. این میعانات با قرار گرفتن بر روی سطح و تنگ‌تر کردن گلوگاه‌ها و مسیر جریان گاز، تراوایی نسبی گاز و بهره‌دهی چاه تولید را کاهش می‌دهند. تاکنون روش‌های گوناگونی از جمله تزریق گاز، تزریق متناوب آب-گاز، شکاف هیدرولیکی^{۱۵}، حفاری چاه‌های افقی^{۱۶}، فرآیند هاف و پاف^{۱۷}، تزریق حلال‌ها و مواد شیمیایی که باعث تغییر ترشوندگی^{۱۱} می‌شوند، برای رفع پدیده‌ی انسداد میعانی در این نوع مخازن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. [۷] هر کدام از این روش‌ها به‌منظوری خاص باعث کاهش اثر پدیده‌ی انسداد میعانی و یا حذف آن می‌شوند. در ادامه به معرفی این روش‌ها پرداخته می‌شود.

۳-۲- روش‌های رفع پدیده انسداد میعانی در مخازن گاز-میعانی

تاکنون روش‌های گوناگونی به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از تجمع



شکل ۳ | دسته‌بندی روش‌های ازدیاد برداشت گاز در مخازن گاز-میعانی



شما تیکی از فرآیند بازگردانی گاز | ۴

شما تیکی از فرآیند تزریق متناوب آب-گاز [۱۹]

آب و گاز به صورت پی‌درپی به درون مخزن هیدروکربوری تزریق می‌شوند. به این صورت که یک توده از آب بعد از یک توده از گاز تزریق می‌شود و بالعکس. این فرآیند در شکل ۵ نشان داده شده است. اخیراً تزریق متناوب آب-گاز کاربرد گسترده‌ای دارد، زیرا با مقایسه‌ی تزریق جداگانه‌ی آب و گاز، به این نتیجه رسیده‌اند که تزریق متناوب آب-گاز مقرون‌به‌صرفه‌تر است. این روش در مخازن عمیق، مخازن شکافدار گاز-میعانی در دریا و خشکی مورد استفاده قرار گرفته است. [۱۵]

در صورتی که عوامل موثر بر تزریق متناوب آب-گاز به درستی طراحی و انتخاب شوند، میزان بازیابی از مخزن در این روش به مراتب بیشتر از تزریق جداگانه‌ی آب و گاز است. [۱۶]

اقدام و قرشی^{۱۹} در مطالعات شبیه‌سازی خود به بررسی عواملی از جمله نسبت آب به گاز تزریقی^{۲۰}، نرخ تزریق آب و گاز، نوع و ترکیب گاز تزریقی، مدت زمان تزریق و سایر پارامترهای موثر بر فرآیند تزریق متناوب آب-گاز پرداختند. از مزایای این نوع فرآیند می‌توان به کاهش و کنترل نسبت تحرک^{۲۱}، جلوگیری از پیشروی زود هنگام گاز و ایجاد یک جبهه‌ی پایدار^{۲۲} به منظور افزایش میزان بازیابی میعانات اشاره کرد. [۱۷]

تزریق همزمان آب و گاز نیازمند یک سرمایه‌گذاری بزرگ اقتصادی است که بتواند زیرساخت‌های همزمان تزریق آب و گاز را فراهم کند. از طرفی تزریق آب به برخی از مخازن مانند ماسه‌سنگ و مخازنی که دارای درصد بالایی از ذرات قابل حرکت هستند، باعث بی‌ثبات شدن برخی از کانی‌های موجود در سنگ، مهاجرت دانه‌ها، انسداد گلوگاه‌های منافذ و در نتیجه آسیب به مخزن می‌شود. [۱۸]

۵-۱- فرآیند هاف و پاف با تزریق دی‌اکسید کربن^{۲۳}

فرآیند این روش، مشابه استفاده از تزریق گاز دی‌اکسید کربن در ازدیاد برداشت گاز به منظور جابه‌جایی گاز طبیعی و میعانات و در نتیجه افزایش میزان بازیابی از مخزن است. در فرآیند هاف و پاف با استفاده از گاز دی‌اکسید کربن، این گاز به صورت مستقیم به چاه تولید، تزریق می‌شود. برای اینکه گاز دی‌اکسید کربن بر سیال مخزن و میعانات اثر بگذارد، چاه برای مدت زمانی مشخص بسته می‌شود و سپس گاز از همان چاه تولید می‌شود. [۶] مطالعات صورت گرفته توسط شنگ^{۲۴} نشان می‌دهد که در

در جداکننده‌های سطحی، گاز خشک از ترکیبات سنگین‌تر جدا شده و سپس متراکم می‌شود و دوباره برای نگه داشتن فشار در بالای نقطه‌ی شبنم، به داخل مخزن تزریق می‌شود.

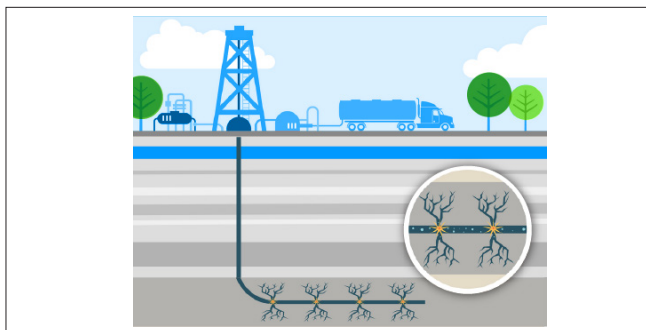
امینی و همکاران با انجام مطالعات شبیه‌سازی نشان دادند که تزریق گاز دی‌اکسید کربن با کاهش پدیده‌ی انسداد میعانی، موجب افزایش بازیابی میعانات می‌شود. همچنین نتایج بررسی‌های آنها نشان می‌دهد، تزریق گاز دی‌اکسید کربن تا مدت زمانی خاص بعد از توقف تزریق، از تجمع میعانات جلوگیری می‌کند. [۱۱] لازم به ذکر است که در دسترس بودن گاز، ارزان بودن آن و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با صنعت نفت (تزریق گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن به مخازن هیدروکربوری) توجه بیشتری را به فرآیندهای تزریق گاز جلب کرده است.

نصریانی و همکاران، میزان بازیابی میعانات نمونه‌ی اصلی از سیال مخزن گاز میعانی را با سه گاز دی‌اکسید کربن، نیتروژن و گاز مخزن خروجی از جداساز^{۱۵} با حجم‌های تزریق مختلف به منظور مشخص کردن مناسب‌ترین گاز برای تزریق که میزان بازیابی میعانات و گاز را بهبود می‌بخشد، با مطالعات شبیه‌سازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد تزریق دی‌اکسید کربن نسبت به دو گاز دیگر به میزان قابل توجهی بازیابی میعانات را افزایش می‌دهد. [۱۲]

سو^{۱۶} و همکاران در مطالعات خود به بررسی آزمایشگاهی و شبیه‌سازی فرآیند تزریق گاز تحت شرایط مخزن، در مخازن گاز میعانی پرداختند. آنها بیان کردند، دی‌اکسید کربن تزریق شده با سیال باقی‌مانده در مخزن ترکیب می‌شود و یک فاز تشکیل می‌دهند. این عامل موجب تبخیر شدن هیدروکربن‌های باقی‌مانده در مخزن گاز میعانی می‌شود که بر افزایش میزان بهره‌وری موثر است. [۱۳]

۴-۱- تزریق متناوب آب-گاز^{۱۷}

یکی از فرآیندهای ازدیاد برداشت، تزریق متناوب آب-گاز است. اولین فرآیند تزریق متناوب آب-گاز در سال ۱۹۵۷ در کانادا و بعد از آن در دریای شمال و روسیه گزارش شده است. این نوع سناریوی تزریق، منجر به بهبود بازده جاروب^{۱۸} و قابلیت تحرک می‌شود که مورد توجه و بررسی محققان قرار گرفته است. [۱۴] در این فرآیند، توده‌های



شکاف هیدرولیکی از فرآیند شکاف هیدرولیکی

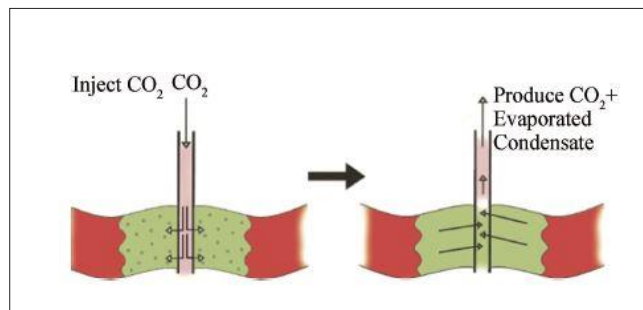
به عبارت دیگر این روش تنها برای مدت زمانی کم و به صورت موقت باعث کاهش اثر انسداد میعانی می شود. علاوه بر این، هزینه حفارهای افقی در مقایسه با چاه های عمودی بسیار بیشتر است. [۱۸]

۷-۱- شکاف هیدرولیکی^{۲۷}

ایجاد شکاف هیدرولیکی به عنوان یکی از موثرترین روش های بهبود بهره دهی در مخازن گاز میعانی شناخته شده است. برای ایجاد این نوع شکاف، سیال ایجاد کننده شکاف^{۲۸} با فشار بالا به داخل چاه تزریق می شود تا با شکست سازند، شکافی داخل آن ایجاد کند. با ادامه ی تزریق، طول و ضخامت شکاف ایجاد شده گسترش می یابد. بعد از این که شکاف ایجاد شده به اندازه ی کافی گسترش پیدا کرد، ذرات پُرکننده که پروپانت^{۲۹} نامیده می شوند، به سیال تزریقی اضافه شده و مخلوط به دست آمده با استفاده از پمپ های هیدرولیک به داخل شکاف های ایجاد شده تزریق می شود. این ذرات وارد شکاف ها شده و از بسته شدن آنها بعد از اتمام عملیات تزریق، جلوگیری می کنند. [۲۳] طرحی از شکاف هیدرولیکی در شکل ۷ نشان داده شده است. در شکاف هیدرولیکی، مسیر هادی بلندتری بین مخزن و چاه ایجاد می شود تا سیال بتواند از این طریق به سمت چاه تولیدی جریان یابد. مسیر ایجاد شده، باعث کاهش افت فشار تولید و در نتیجه تاخیر در تشکیل میعانات و کاهش اثرات آن می شود. [۸] زمانی که فشار داخل شکاف، پایین تر از فشار نقطه ی شبنم باشد، مقدار چشمگیری از میعانات در داخل شکاف ایجاد شده و ارتباط شکاف ها را کاهش می دهد و به طور کامل از پدیده ی انسداد میعانی جلوگیری نمی کند. [۲۴]

۸-۱- تزریق حلال

این فرآیند شامل تزریق حلال ها از جمله الکل است. تزریق حلال، باعث افزایش میزان تراوایی نسبی گاز می شود که در نتیجه، میعانات تجمع یافته در اطراف دهانه ی چاه کاهش می یابد. تزریق حلال از دو سازوکار اصلی برای کاهش میعانات تجمع یافته پیروی می کند که یکی کاهش کشش سطحی^{۳۰} بین میعانات و گاز بوده و دیگری در برخی از حلال ها مانند متانول موجب



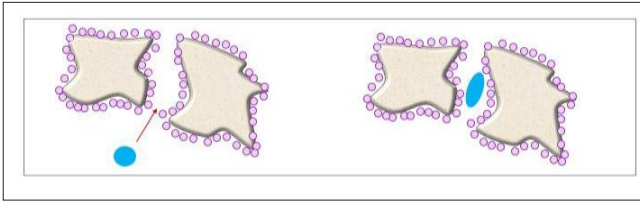
۶ | شماتیکی از فرآیند هاف و پاف با تزریق دی اکسید کربن [۶]

عملیات هاف و پاف با تزریق دی اکسید کربن، فشار تزریق این گاز باید از فشار نقطه ی شبنم بیشتر باشد تا میعانات مجدداً تبخیر و همراه با گاز دی اکسید کربن تولید شوند. [۷] این فرآیند در شکل ۶ نشان داده شده است. همچنین منگ^{۳۵} و همکاران اثر روش هاف و پاف با استفاده از گاز دی اکسید کربن در افزایش بازیابی میعانات در یک مخزن گاز میعانی را مورد بررسی آزمایشگاهی و شبیه سازی قرار دادند. نتایج آنها نشان می دهد که میزان بازیابی میعانات با استفاده از مطالعات آزمایشگاهی ۳۰/۳۶ درصد و با استفاده از شبیه سازی ۲۴/۷ درصد است. [۲۰]

۶-۱- حفارهای افقی

تکنولوژی حفاری افقی به عنوان یک ابزار مفید و موثر در صنعت نفت شناخته می شود. از مهم ترین اهداف حفارهای افقی، دستیابی به سطح تماس بیشتر چاه با مخزن است. افت فشار برای یک چاه افقی به مراتب کمتر از چاه عمودی است، بنابراین، مدت زمان بیشتری برای رسیدن فشار ته چاه به فشار نقطه ی شبنم در مقایسه با چاه عمودی مورد نیاز است که سبب می شود، تشکیل و تجمع میعانات گازی را به تاخیر بیندازد و اشباع میعانات در اطراف چاه افقی کمتر از چاه عمودی باشد. تولید انباشتی از چاه افقی بسیار بیشتر از تولید انباشتی از چاه عمودی است. این روش از تشکیل میعانات در نزدیکی چاه به طور کامل جلوگیری نمی کند. همچنین ایجاد چاه افقی نسبت به چاه عمودی بسیار پرهزینه تر است. [۲۱]

آبراهام^{۲۶} و همکاران با انجام مطالعات شبیه سازی یک مخزن گاز میعانی نشان دادند عملکرد چاه های افقی به صورت پایدار با افزایش نسبت نفوذپذیری عمودی به افقی افزایش می یابد. زمانی که این نسبت مقدار ۰/۵۵ باشد، مقدار تولید نفت تجمعی بیشتری نسبت به زمانی که نسبت نفوذپذیری عمودی به افقی برابر با ۰/۴، ۰/۲، ۰/۱ باشد، مشاهده شد. به علاوه، طول چاه افقی به طور قابل توجهی تولید نفت تجمعی از مخزن مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار می دهد. [۲۲] حفاری چاه های افقی، تنها ایجاد میعانات در اطراف چاه را به تعویق می اندازد و به طور کامل از پدیده ی انسداد میعانی جلوگیری نمی کند.



شکل ۹ | حرکت قطره‌ی مایع در منافذ سنگ مخزن بعد از تغییر ترشوندگی [۲۶]

احمدی و همکاران با انجام آزمایش‌های زاویه‌ی تماس و بستر ماسه‌ای^{۳۴}، با استفاده از دو نانو ذره‌ی کربنات کلسیم استخراج شده از منابع طبیعی $(CaCO_3 (Bio-Ca))$ و سیلیکا، ترشوندگی را به سمت مایع‌گریزی تغییر دادند. آنها همچنین از تصاویر میکروسکوپ الکترونی^{۳۵} و آنالیز عنصری^{۳۶} برای مشخص کردن جذب نانو ذرات و زبری بافت‌های نانو ایجاد شده روی سطح استفاده کردند. [۲۹]

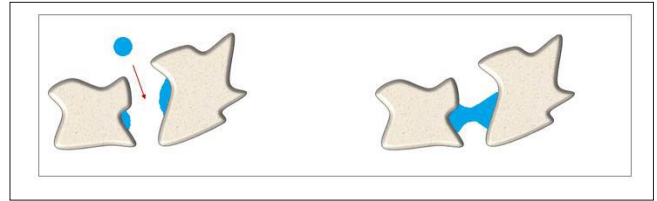
نتیجه‌گیری

۱- میزان بهره‌دهی مخازن گاز میعانی بعد از گذشت مدتی از تولید چاه، به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد، به همین دلیل برای دستیابی به میزان بالایی از تولید، استفاده از روش‌های ازدیاد برداشت ضروری است. البته یادآور می‌شود که برخی خواص موجود در هر مخزن نظیر خواص سنگ و سیال، ساختار زمین‌شناسی، پارامترهای پتروفیزیکی و ژئوشیمیایی، سبب انحصار فرآیند ازدیاد برداشت در آن مخزن می‌شود.

۲- روش تزریق گاز به مخازن گاز میعانی در جلوگیری از تشکیل میعانات و بازیابی میعانات ایجاد شده درون مخزن، کاربرد دارد و هدف دیگر تزریق گاز علاوه بر جلوگیری از افت فشار به زیر نقطه‌ی شبنم، سازگاری آن با محیط‌زیست است.

۳- حفاری چاه‌های افقی و شکاف هیدرولیکی باعث افزایش سطح تماس، کاهش افت فشار، به تاخیر انداختن تشکیل میعانات و افزایش میزان بهره‌دهی از مخازن گاز میعانی می‌شود. استفاده از شکاف هیدرولیکی نباید به عنوان یک راه‌حل دائمی در نظر گرفته شود، زیرا با اعمال افت فشار، میعانات به جای دور دهانه‌ی چاه در مجاورت شکاف‌های ایجاد شده تجمع می‌کنند.

۴- تغییر ترشوندگی مخازن با استفاده از تزریق حلال‌های شیمیایی به منظور فرآیند ازدیاد برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهترین نوع تغییر ترشوندگی، گاز تر است که گاز در حفره‌های کوچک‌تر و مایع در حفره‌های بزرگ‌تر قرار می‌گیرد. جابه‌جایی گازهای تولیدی به سمت دهانه‌ی چاه باعث به جریان افتادن میعانات و افزایش تولید گاز و میعانات می‌شود. ■



شکل ۸ | حرکت قطره‌ی مایع در منافذ سنگ مخزن قبل از تغییر ترشوندگی [۲۶]

حل شدن میعانات در جریان اصلی گاز می‌شود. [۸] استفاده از حلال‌هایی مانند متانول و ایزوپروپیل الکل^{۳۳} یا ترکیبی از هر دو یک روش کارآمد برای حذف میعانات و آب تجمع یافته در مخازن گاز میعانی است.

این روش در مخازن ماسه‌سنگ، کربناته و مخازنی با نفوذپذیری بالا و پایین نیز کاربرد دارد. اشکال اصلی استفاده از حلال در ازدیاد برداشت در مخازن گاز میعانی، این است که فقط برای مدت زمان کم و به صورت موقت باعث کاهش اثر انسداد میعانی می‌شود و بعد از گذشت مدت زمانی کوتاه پس از تزریق حلال، مجدداً میعانات در مخزن تجمع می‌یابد. [۸] تزریق متانول در میدان هتر پوند^{۳۳} تولید گاز را تا دو برابر سپس ۵۰ درصد افزایش داد اما افزایش نرخ جریان فقط برای یک دوره‌ی چهار ماهه پایدار بود و بعد از آن دوباره کاهش یافت. [۲۵]

۹-۱- تغییر ترشوندگی

در محیط متخلخل تغییر ترشوندگی از حالت مایع تر قوی به گاز تر متوسط، یک استراتژی کلیدی در جلوگیری از انسداد میعانی، افزایش نفوذپذیری نسبی گاز و تحرک میعانات در اطراف چاه و در نتیجه بهبود چشمگیر بهره‌دهی چاه و تولید گاز و میعانات است. [۸] بسته به این که سطح سنگ تمایل بیشتری به آب، نفت و گاز داشته باشد به انواع ترشوندگی از جمله ترشوندگی به وسیله‌ی آب، نفت و گاز، ترشوندگی میانگین، ترشوندگی کسری و ترشوندگی مخلوط دسته‌بندی می‌شود. نمونه‌ای از تغییر ترشوندگی سطح با استفاده از مواد شیمیایی و تاثیر آن بر تحرک قطره‌ی مایع در منافذ سنگ در اشکال ۸ و ۹ نشان داده شده است.

استفاده از نانو ذرات با بهبود تغییر ترشوندگی در مخازن گاز میعانی که یکی از عوامل موثر بر روی توزیع سیالات و اشباع باقی مانده‌ی سیال در محیط متخلخل است. همچنین باعث افزایش نفوذپذیری نسبی گاز، کاهش و یا حذف میعانات تجمع یافته در دهانه‌ی چاه و افزایش تولید گاز و میعانات می‌شود. [۲۷]

حسین پور و همکاران با استفاده از فلوئور کربن^{۳۳} به تغییر ترشوندگی ماسه‌سنگ از مایع دوستی به سمت گاز تری پرداختند. آنها از آزمایش‌های آشام خودبه‌خودی، اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس، سیلاب‌زنی مغزه برای ارزیابی اثر فلوئور کربن بر تغییر ترشوندگی استفاده کردند. علاوه بر این، بیان کردند که تغییر ترشوندگی باعث افزایش تحرک پذیری گاز و در نتیجه افزایش میزان بازیابی می‌شود. [۲۸]

پانویس‌ها

- | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--|
| 1. Intermediate Component | 13. Partial Pressure Maintenance | 25. Meng |
| 2. Phase Diagram | 14. Gas Recycling | 26. Abraham |
| 3. Critical Temperature | 15. Separator Gas | 27. Hydraulic Fracturing |
| 4. Cricondentherm | 16. Su | 28. Fracturing Fluid |
| 5. Critical Saturation | 17. WAG | 29. Proppant |
| 6. Gas Injection | 18. Sweep Efficiency | 30. Interfacial Tension |
| 7. WAG | 19. Aghdam and ghorashi | 31. IPA |
| 8. Hydraulic fracturing | 20. WAG Ratio | 32. Hatter 's Pond |
| 9. Drilling Horizontal Wells | 21. Mobility Ratio | 33. Fluorocarbon |
| 10. CO2 Huff-n-Puff | 22. Stable Front | 34. Sand Pack |
| 11. Wettability Alteration | 23. CO2 Huff-n-Puff | 35. Scanning Electron Microscope (SEM) |
| 12. Full pressure maintenance | 24. Sheng | 36. Energy Dispersive X-ray (EDX) |

منابع

- [۱]. عصفوری، ش.، ر. آذین و ش. گرامی، رفتار فازی سیالات گاز میعانی، ۲۰۱۷.
- [2]. Al Ismail, M.I., Field Observations of Gas-condensate Well Testing. 2010, Stanford university.
- [3]. Moradi, B., et al. Effect of gas recycling on the enhancement of condensate recovery in an Iranian fractured gas/condensate reservoir. in Trinidad and Tobago Energy Resources Conference. 2010. Society of Petroleum Engineers.
- [4]. Ahmadi, M., et al., Chemical treatment to mitigate condensate and water blocking in gas wells in carbonate reservoirs. SPE Production & Operations, 2011. 26(01): p. 67-74.
- [5]. Fevang, Ø. and C. Whitson, Modeling gas-condensate well deliverability. SPE Reservoir Engineering, 1996. 11(04): p. 221-230.
- [6]. Amani, M. and N.T. Nguyen, An overview of methods to mitigate condensate banking in retrograde gas reservoirs. Advances in Petroleum Exploration and Development, 2015. 9(2): p. 1-6.
- [7]. Sheng, J.J., et al., Potential to increase condensate oil production by huff-n-puff gas injection in a shale condensate reservoir. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2016. 28: p. 46-51.
- [8]. Sayed, M.A. and G.A. Al-Muntasheri, Mitigation of the effects of condensate banking: a critical review. SPE Production & Operations, 2016. 31(02): p. 85-102.
- [9]. Al-Anazi, H.A., M.M. Sharma, and G.A. Pope. Revaporization of condensate with methane flood. in SPE Annual Technical Conference and Exhibition. 2004. Society of Petroleum Engineers.
- [10]. Chibueze, S., et al. Performance Analysis of Gas Cycling Operation in Retrograde Gas Condensate Reservoir-A Niger Delta Case Study. in SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. 2017. Society of Petroleum Engineers.
- [11]. Amini, S., B. Aminshahidy, and M. Afshar, Simulation study of enhanced condensate recovery in a gas-condensate reservoir. Iranian Journal of Chemical Engineering, 2011. 8(1): p. 3-14.
- [12]. Nasriani, H.R., et al., An Investigation into the Enhancement of Condensate Recovery from Retrograde Gas Condensate Reservoirs. 2019.
- [13]. Su, Z., et al., Experimental and modeling study of CO2-Improved gas recovery in gas condensate reservoir. Petroleum, 2017. 3(1): p. 87-95.
- [14]. Figuera, L.A., et al. Performance review and field measurements of an EOR-WAG project in tight oil carbonate reservoir-abu Dhabi onshore field experience. in Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. 2014. Society of Petroleum Engineers.
- [15]. Elsharafi, M.O., Literature Review of Water Alternation Gas Injection. Journal of Earth Energy Engineering, 2018. 7(2): p. 33-45.
- [16]. Kulkarni, M. and D. Rao. Experimental investigation of various methods of tertiary gas injection. in SPE annual technical conference and exhibition. 2004. Society of Petroleum Engineers.
- [17]. Aghdam, K.A. and S.S. Ghorashi, Critical Parameters Affecting Water Alternating Gas (WAG) Injection in an Iranian Fractured Reservoir. Journal of Petroleum Science and Technology, 2017. 7(3): p. 03-14.
- [18]. Hassan, A., et al., Gas condensate treatment: A critical review of materials, methods, field applications, and new solutions. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2019.
- [19]. Zahoor, M., M. Derahman, and M. Yunan, WAG process design—an updated review. Brazilian Journal of Petroleum and Gas, 2011. 5(2).
- [20]. Al-Hulail, I., et al. High Resolution Analysis of Sand-Based Composition for Hydraulic Fracturing Application. in SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition. 2018. Society of Petroleum Engineers.
- [21]. Fan, L., et al., Understanding gas-condensate reservoirs. Oilfield review, 2005. 17(4): p. 14-27.
- [22]. Dehane, A., D. Tiab, and S. Osisanya. Comparison of the performance of vertical and horizontal wells in gas-condensate reservoirs. in SPE Annual Technical Conference and Exhibition. 2000. Society of Petroleum Engineers.
- [23]. Abraham, A.B., A.B. Evans, and B.E. Thompson, Analysis of Spatial Distribution Pattern of Reservoir Petrophysical Properties for Horizontal Well Performance Evaluation-A Case Study of Reservoir X. The Open Petroleum Engineering Journal, 2019. 12(1).
- [24]. Meng, X., et al., Performance Evaluation of CO2 Huff-n-Puff Gas Injection in Shale Gas Condensate Reservoirs. Energies, 2019. 12(1): p. 42.
- [25]. Al-Anazi, H.A., et al. A successful methanol treatment in a gas-condensate reservoir: Field application. in SPE production and operations symposium. 2003. Society of Petroleum Engineers.
- [26]. Mousavi, M., S. Hassanajili, and M. Rahimpour, Synthesis of fluorinated nano-silica and its application in wettability alteration near-wellbore region in gas condensate reservoirs. Applied Surface Science, 2013. 273: p. 205-214.
- [27]. Saboori, R., et al., Wettability alteration of carbonate rocks from strongly liquid-wetting to strongly gas-wetting by fluorine-doped silica coated by fluoro-silane. Journal of Dispersion Science and Technology, 2018. 39(6): p. 767-776.
- [28]. Hoseinpour, S.-A., et al., Condensate blockage alleviation around gas-condensate producing wells using wettability alteration. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2019. 62: p. 214-223.
- [29]. Ahmadi, R., et al., Condensate blockage remediation in a gas reservoir through wettability alteration using natural CaCO3 nanoparticles. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2019. 579: p. 123702.