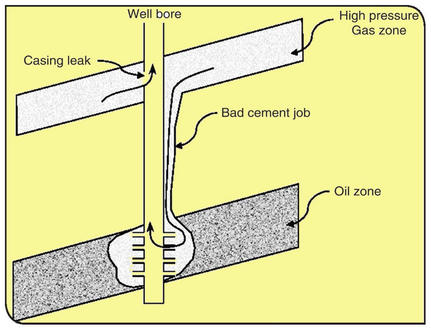
مدیریت تولید گاز ناخواسته از مخـــــــــزن (قسمت سوم: راه‌های کنترل و مقابله با تولید گاز ناخواسته)

در شماره های قبلی به‌ترتیب بررسی راه‌های عمومی بروز مشکل تولید گاز ناخواسته در چاه‌های تولیدی و راه‌های شناسایی آن تشریح گردید. در این نوبت راه‌های متداول امروزی جهت مدیریت وکنترل این مشکل ارائه شده است. از آنجا که این اقدام گامی در جهت مدیریت و صیانت از مخزن است برای حل این معضل یا مشکلاتی از این قبیل نیاز به یک تیم مهندسی تخصصی در زمینه حفاری، مخزن، بهره‌برداری، فرآورش، تعمیر و تکمیل، خوردگی و بازرسی فنی و سایر رشته‌ها مرتبط احساس می‌شود. پس از شناخت مشکل باید با استفاده از راه‌های مؤثر، بـه حـل آن پرداخت. در این میان، باید در هر مرحله بررسی‌های اقتصادی انجام شود. راه‌های متعددی جهت مدیریت و کنترل تولید گاز ناخواسته وجود دارد که انتخاب هر روش بستگی به مشکل ایجاد شده در چاه دارد.

اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

راه‌های عمومی کنترل مشکل تولید گاز ناخواسته در چاه‌های تولیدی نفت



۱ـ کاهش نرخ تولید

بـرای برطرف کردن این اشکال ابتدا با تعویض کاهنده جریانی به‌اندازه کوچک‌تر، نرخ تولید چاه را کاهش می‌دهند. اگر بـا انجـام ایـن عمـل در وضع چـاه بهبودی حاصل نشد سایر راه‌های مقابله با گاز (کـه در ادامـه آورده می‌شوند) مدنظـر قرار می‌گیـرند.

۲ـ ترمیم لوله‌های آستری / جداری

در صورت بروز مشکل در لوله‌هـای آستری/جداری، تعویض یـا اتصال جـدید لوله‌هـای مـوجـود می‌تواند به رفع مشکل نشتی لوله‌ها کمک نماید. ایـن اتصالات در طول‌هـای مختلف وجود داشته که می‌توان آنها را به‌صورت دائمی در لوله‌ها نصب کرد و به‌عنوان بخشی از رشته یـا لـولـه بـه‌کـار برد. بسیـاری از آستری‌هـا یا اتصالاتی که به‌صورت دائم در چـاه نصب می‌شوند محـدود بـه قطـر داخـلی لوله‌هـای جـداری در فـاصله مورد نیاز هستند. این اتصالات همچنین می‌تـوانند در طـول رشته مغـزی بـه‌کـار روند تا بخشی کـه دچـار آسیب شده را ترمیم کنند. در این حالت باید ضخـامت کنترل شود تا باعث افت فشار در هنگام عبور سیال نگردد.

۳ـ فن‌آوری تزریق سیمان

۳-۱- تزریق کم‌فشار سیمان

این روش زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که فشار تزریق کمتر از فشار ایجاد شکاف در سازند است. هـدف اصلی در ایـن نـوع سیمان‌کاری، پر شدن حفـره‌هـای مرتبط نزدیک دهـانهٔ چاه است. در ایـن حـالت حـجـم سیمان تزریقی نسبتاً کـم است و بنابراین سیمانی در سازند تزریق نمی‌شود.
تزریق سیمـان در یـک حـفـره از سـازند و نگهداشتن حجم کل سیمان در جلوی مشبک‌ها و بـالا نبردن فشار تزریق تنهـا راه‌حل جلوگیری از ایجاد شکاف در مخزن است. بنابراین در این روش حجمی از سیمان را در مقابل محل تولید گـاز ناخواسته نگه داشته و به آرامی اجازه نفوذ سیمان را می‌دهند.

۳-۲- تزریق پرفشار سیمان

اغلب در برخورد با گاز تزریق کم فشار سیمان مؤثـر نیست. ایـن در حـالتـی رخ می‌هد کـه کانال‌های پشت لوله‌های جـداری ممکن است به‌صورت مستقیم به فواصل مشبک شده چاه اتصال نداشته باشند. در این حالت شکاف‌های کوچک و میکروسکوپی اجازه ورود گاز را می‌دهند ولی از ورود سیمان جلوگیری می‌کنند. سیمان‌کاری با فشار زیاد، سیمان را بـا شکافتن شکاف‌هـا و سـازند، پشت لوله‌هـای جـداری می‌رساند. به‌منظور نفوذ ایده‌آل سیمان، بعد از عملیات سیمان‌کـاری بـاید درون شکـافـهـا به‌وسیله سیالی دیگر جابجا شود. در این روش از سیمان‌کاری باید دو نکته زیر مدنظر قـرار گیرد:
۱ـ از آنجا که جهت گسترش و محل شکـاف ایجاد شده قابل کنترل نیست باید در انجام عملیات دقت کافی صورت گیرد.
۲ـ تزریق انجـام شده بـاید به‌صورتی انجـام شود که سیمان تا حد امکان نزدیک به شبکـه شکافدار تزریق گردد.

۳-۳- سیمان‌کاری با مسدودسازی نه‌چاه

هنگامی‌که تولید گـاز ناخواسته از لایـه‌ای باشد که در اثر افت فشار ناشی از برداشت از لایه، منجر به تشکیل کلاهـک گـازی ثانویه در آن لایه شده باشد (در مخـازن لایه‌ای که از بالا و پایین بـا رگه‌های‌های متراکم سنگ مخـزن یـا رگـه شیلی ضخیم محصور شده باشند)، می‌توان نسبت به مسدودکردن تـه چاه توسط سیمان یـا نصب مسدودکننده در بالای لایه تولید گاز اقدام کرد.

۳-۴- ترکیب سیمان-پلیمر

در بعضی موارد ژل‌هـای پلیمری را می‌توان بـه‌جـای سیمان یا بـه عنوان ترکیبی همراه، جهـت مسدود کردن محل ورود سیال ناخواسته از لـولـه‌هـای جـداری/آستری به‌کـار برد. نوع پلیمر و فرآیندی کـه طی آن پلیمر تزریـق می‌شود بستگی به‌محـل و توزیع محل‌هـای نشت دارد. از مزایـای استفاده از پلیمرهـا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
۱- ترکیبات پلیمری به‌دلیل این‌که نسبت به مخـلوط سیمان فشار هیدروستاتیکی کمتری دارند احتمال شکـستن سازند یا باز کردن شکاف‌ها و در نتیجه هرزوی زیاد در آنها کمتر است.
۲- درنشتی‌هایی که کنترلشان مشکل‌تر است (مانند نشتی در یک لایه نمکی؛ یعنی جایی که معمولاً چند مرحله عملیات سیمان‌کاری برای بستن کامل محل‌هـای نفوذ مورد نیاز است) تزریق مقدار کمی پلیمر بعد از سیمان می‌تواند به‌عنوان سپری برای جلوگیری از هرزروی یا خارج شدن سیمان از محل مورد نظر باشد.
امـروزه انـواع مختلفی از ژل‌هـای پلیمری در عملیات تزریق در هنگـام بـروز نشتی لوله‌های جداری/آستری استفاده می‌شود کـه نوع این محصولات بسته به شرکتهـای سرویس‌دهنده متفاوت است. در زیر به چند مورد از ژل‌هـای مورد استفاده و نوع کاربرد آنها اشاره می‌شود.
۱- تزریق ترکیبات سیمان و پلیمر در نشتی‌های برشی ایجادشده در لوله‌های جداری/آستری که نیازمند پیوند بین‌دانه‌ای هستند استفاده می‌شود. در بعضی از موارد حدود ۵۰-۲۵ بشکه از پلیمرهای سنگین بعد از سیمان تزریق می‌شود. پلیمر به‌عنوان یک پُرکننده و سپر عمل می‌کند که حفره‌هـای بزرگ را پر نموده و باعث جلوگیری از هرزروی آب از ترکیبات سیمان می‌شود این پلیمرها همچنین به عنوان لایه‌ای عمل می‌کنند که منجر به نگهداشتن سیمان در دهانهٔ چاه می‌شوند. این عمل جلوی گاز ناخواسته ورودی به دهانهٔ چاه را می‌گیرد. بازدهی این عملیات در زمانی که سیمان یا پلیمر به تنهایی تزریق می‌شود بیشتر است

٤ـ انجام عملیات بهبود چاه‌ها

۴-۱- پس‌آویز کردن آستری تا اعماق بیشتر

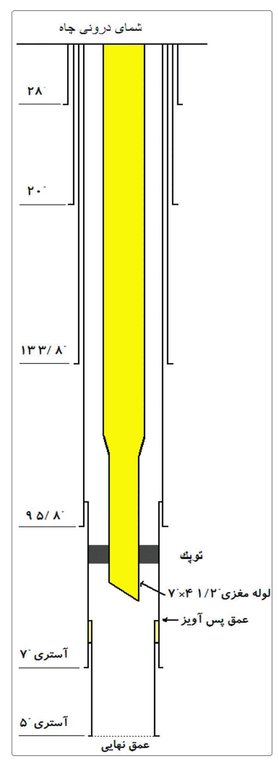
در صورت وجود نشتی از لبه آستری یـا بالاتر از آن، می‌توان بـا پس‌آویز کردن لوله آستری تـا جایی‌که لبه آستری یـا نـاحیه بـالاتر از آنرا بپوشاند مشـکل نشتی گاز را رفع نمود.
شکل-۵ پس‌آویز کردن آستری ۵ اینچ را تا اعماق بالاتر از لبه نشان می‌دهد که جهت پوشاندن ناحیه ورود در حد فاصل لبـه آستری ۵ اینچ و بالاتر بـه‌کار رفته است.

۴-۲- حفاری حفره جدید به روش حفاری انحرافی

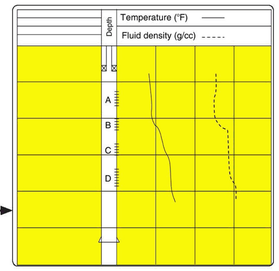
هنگامی‌کـه عمق ورود به مخـزن نفتی به‌گونه‌ای باشد که لایه‌هـای تولید نفت در ناحیه گازی قرار گیرند (این مشکل در اثر برداشت از مخزن و پایین آمدن سطـح گاز و نفت بـه‌وجـود می‌آید) می‌توان برنامه حفاری را به‌گونه‌ای طراحی کرد که با زاویه انحراف مناسب عمق ورود به مخزن بسیار پـایین‌تر از حـد فعـلی آن درنظر گرفته یا به‌عبارت دیگر فـاصله ایمنی از سطح تماس گاز و نفت گرفت. شکل-۵، حفاری حفـره جدید را با روش حفاری انحـرافی نشان می‌دهـد که با زاویه انحراف مطلوب، عمق ورود بـه مخزن پایین‌تر درنظر گرفته‌شده تا با سطح تماس گاز و نفت فاصله‌ای داشته باشد.

۴-۳- انجام حفاری افقی

هنگامی‌که در اثـر تولیـد از مخـزن و رونـد تخـلیـه آن، ضخامت ستون نفتی کاهش یابد، هجوم گاز به‌درون دهانه چاه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. بـرای رفع این معضل بـاید از روش حفـاری چاههـای افقی بهره برد. برای این منظور باید زاویه انحـراف چـاه به‌گونه‌ای طراحی شود که ناحیه تولید نفت دقیـقاً در ستون نفتی قرار گیرد.
شکل-۶ حفاری افقی در لایه کم‌ضخامت نفتی مجـاور به GOC و WOC را جهت اجتناب از هجوم گـاز و آب نـاخـواسته نشان می‌دهد.

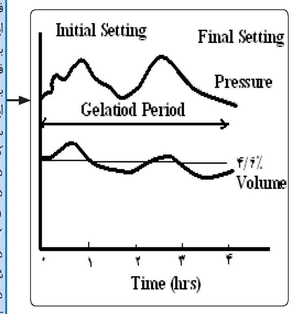


شکل-۵: پس‌آویز کردن آستری ۵ اینچ تا اعماق بالاتر از لبه آستری جهت پوشاندن ناحیه ورود گاز و GOC جهت اجتناب از هجوم گاز و آب ناخواسته بین فضای حلقوی جداری‌ها و سازند از طریق سوراخ‌هایی (Punch) که در لوله جداری/آستری در نواحی با سیمان‌بندی ضعیف ایجاد می‌شود.



شکل -۳: نمودار دما و چگالی سیال جهت تعیین محل گاز ورودی بستری جهت پوشاندن ناحیه ورود گاز و GOC جهت اجتناب از هجوم گاز و آب ناخواسته بین فضای حلقوی جداری‌ها و سازند از طریق سوراخ‌هایی (Punch) که در لوله جداری/آستری در نواحی با سیمان‌بندی ضعیف ایجاد می‌شود.

در شکل-۳ چـاهـی با ۴ردیف شبکه در یک میدان نفتی نشان داده شده کـه دارای کـلاهک گازی بوده و دچار مشکل تولید گـاز اضافی شده؛ به‌طوری‌که میزان نفت تولیدی آن بـه‌شدت کاهش یافته است. بـه‌منظور تشخیص محل ورود گاز و اینکه مهـاجـرت گـاز تولیدی از کلاهک گازی مخـزن یـا یک ناحیه هـرزرو (Thief Zone) است، نمـودارهـای درجـه حـرارت و چگـالی (Gradiomanometer) در چـاه رانده شد. هـر دو نمودار قادر به تعیین محـل ورود گـاز هستند. بـه‌علاوه نمودار دمـا بـه مفسر کمک می‌کند تا تشخیص دهد که گاز تولیدی از ناحیه هرزرو است یـا نـاشی از پـدیـدهٔ ایجـاد کـانـال نـوسط گـاز (Gas Channeling).
با توجه به نمودارهای درجه حرارت و چگالی به‌خوبی مشخص است کـه گـاز تولیدی از ناحیه‌ای با نفوذپذیری زیاد است. از روند سـرد شدن غیرعادی سیال روی نمودار دما و کاهش چگالی سیال، شبکه ردیف B به‌عنوان ناحیه هرزرو (تولیدکننده گـاز زیاد) تشخیص داده می‌شود. از آنجـا که ناحیه بالای B (یعنی A) در تولید نفت مشارکت دارد (افـزایش تدریجـی چـگـالی سیـال در اطـراف ایـن ناحیه، حـاکی از این مشارکت است)، تولید گـاز از ناحیه B نمی‌تواند ناشی از پدیدهٔ ایجاد کانال توسط گـاز یا مخـروطی شدن گاز (Gas Coning) بهسمت پایین تا این سطح باشد. نمـودار دمـا نیز مشخصه‌ای از وجـود کـانـال را نشان نمی‌دهد.



شکل -۴: مراحل مختلف بندش سیمان

دوغاب سیمان زمانی که شروع به هیدراته شدن می‌کند، از حالت یک سیال واقعی (کـه تمـام فشار هیدروستاتیکی خود را منتقـل می‌کند) بـه یـک مـاده ژل مانند نیپیوند تبدیل می‌شود. در این حـالت، ذرات سیمان، ساختار چسبنده‌ای کـه دیگـر فشار هیدروستاتیکی را منتقـل نمـی‌کند بـخـود می‌گیـرند و در عوض، فشار هیدروستاتیکی اولیـه دوغـاب سیمان در داخـل خـلـل و فـرج ماتریکس سیمان محصور می‌شود. در نتیجه اقدامات لازم برای جلـوگیری از ورود گاز به سیمان در ایـن مرحـلـه متفاوتند و مهمترین عـامـل، فشـار داخل سیمان است. تا زمانی که این فشار از فشار سازند کازدار بیشتـر است گاز قادر به نفوذ درون ستون سیمان نبوده، فشار درون سیمان تابع حجـم آب موجـود در ماتریکس سیمـان بوده و هـر نوع کـاهش ایـن حـجـم مـوجـب کـاهش متقابل فشار داخل سیمان می‌شود و بنابراین به گـاز اجازه ورود به سیمان را می‌دهد.
در طول فرآیند انتقال دوغاب سیمان از حالت یک سیال واقعی به یک ماده ژل نیپیوند، دو پدیده زیر در کاهش حجم آن دخالت دارند:
۱) هیدراتاسیون سیمان
۲) هرزروی آب موجود در دوغاب سیمان به داخل سازند نفوذپذیر
دوغاب سیمان در طول دوره ژلهای شـدن دو چـرخـه تشکیل سـاخـتاری را طی می‌کند. شکل -۴ مراحل مختلف بندش سیمان (دوام چرخه اول و دوم دوره ژلهای شدن) را نشان می‌دهد. در چرخه اول، دوغاب سیمان در یک ساختمان سه بعدی، خود را مستحکم می‌کند که همان رفتار تیکسوتروپیک (Thixotropic) است.

علل نفوذ گاز در دوغاب سیمان

اصولاً گاز قادر است به سه شکل به‌داخل سیمان نفوذ کند که هر سه مورد به‌وسیله طراحی دقیق ترکیب سیمان قابل کنترل هستند. این سه عامل تابعی از دما و فشار هستند. از آنجا که در یک چـاه، تغییرات فشار و دمـا نسبت بـه عمـق رخ می‌دهـد، طراحی سیمان باید بـه‌دقت انجام گیرد تـا بتوان در هنگام عملیات سیمان‌کاری از نفـوذ گـاز درون سیمـان جلوگیری به‌عمل آورد.

۱- وقتی بین سیمان و لوله جداری فضای خالی وجود داشته باشد

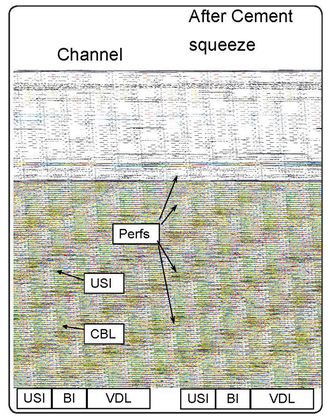
در نوع اول که بین سیمان و لـولـه جداری فضای خالی وجـود دارد مولکول‌هـای گـاز درون فضای خالی نفوذ می‌کنند. بـا افـزودن مقـدار کـافی از مـاده مگنتیت بـه سیمان، می‌توان فضای خـالی را پر کرد و در نتیجـه از نفوذ گاز جلوگیری به‌عمل آورد.

۲- وقتی بین لوله جداری و دیواره چاه در محل تشکیل کیک گل، فضای خالی وجود داشته باشد

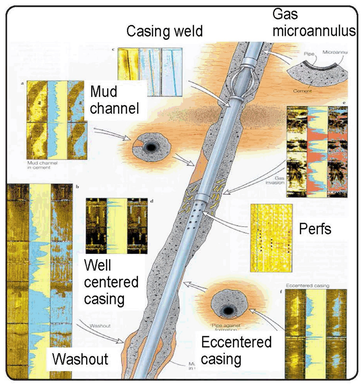
در نوع دوم فضای خالی موجود بین لوله جداری و دیواره چـاه در محـل تشکیل کیک گـل، بـاعث تضعیف فرآیند بندش سیمان می‌شود. با استفاده از نوعی ماده مخصوص بنام Anchorage Clay، این بندش تـا حـدی که از نفوذ گاز بین لوله جـداری و دیـواره چـاه جلوگیری شود بهبودمی‌یابد.

۳- وقتی طی مرحله بندش سیمان، تغییرات فشار وجود داشته باشد

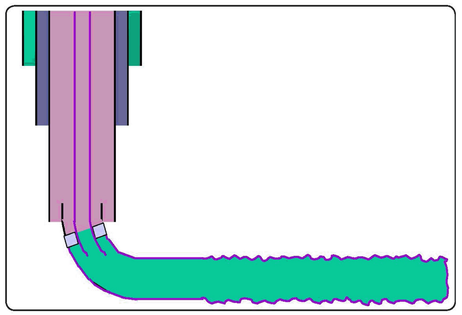
سومیـن و پیچـیده‌ترین فـرآیند، تغییر فشار، طی مرحله بندش است. همچنین برای کسب بهترین نتیجـه، مقدار صحیحی درصد آب و مواد تأخیردهنده طـی فـرآیندهای هیدراتاسیون مـورد نیـاز است. بـا افـزودن مقـدار صحیـح الاستومر (مـوادی کـه در مقـابل فشار می‌تـوانند عکـس العمـل مخالف نشان دهند) می‌توان این تغییرات فشار را طی زمان بندش سیمان بر طرف کرد.
این پـدیـده سبب حذف تغییرات فشار و در نتیـجـه حـذف تـرکـهـای میکروسکوپی می‌شود.



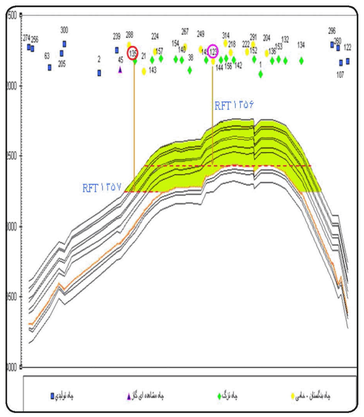
شکل-۲: تزریق فشرده سیمان (Cement Squeezing) بین فضای حلقوی جداری‌ها و سازند از طریق سوراخ‌هایی (Punch) که در لوله جداری/آستری در نواحی با سیمان‌بندی ضعیف ایجاد می‌شود.



شکل-۱: سیمان‌کاری یک چاه انحرافی و مشکلات ایجاد شده



شکل-۶: حفاری افقی در لایه کم‌ضخامت نفتی مجاور WOC و GOC جهت اجتناب از هجوم گاز و آب ناخواسته



شکل -۷: پایین آمدن سطح گاز و نفت در اثر تولید از چاه‌های منطقه

تهیه و تنظیم: محمد رضا عادل‌زاده، شرکت نفت و گاز پارس

آدرس: تهران- تقاطع خیابان طالقانی و حافظ- خیابان رودسر- مرکزی سوم طبقه اول- اتاق ۱۱۴ - دبیرخانه ماهنامه اکتشاف و تولید
تلفن و نمـابـر: ۸۸۹۴۳۶۷۹ پست الکترونیکی: ekteshaftolid@nioc.ir ekteshaftolid@yahoo.com