

گلیکول و سیستم‌های گلیکولی

خسرو کریمی

آذر ماه نود و چهار

گلیکول و سیستم های گلیکولی

Contents

5	1.0 مقدمه
6	2.0 تنوری های چگونگی بازداري شرطی ها توسط گلايکول ها
6	2.1 کاهش دادن فعاليت آب
6	2.2 مسدود کردن منفذ توسط قطرات نامحلول پلی گلايکول
6	2.3 جذب گلايکول بر روی سطوح کلي
6	2.4 گر انروی صافاب
8	2.5 بازداري اصلاح شده پلی گلايکول ها
9	2.6 نتیجه گيی
10	3.0 شرمی گلايکول
11	3.1 شرمی و موارد استفاده پلی گلايکول ها
12	3.2 الکل های ساده پلی ه يریک
12	3.3 پلی گلايکول ها و پلی گلیسرول ها
12	3.4 گلايکول های پلی انظری
13	3.5 گلايکول های پلی پروپیلنی
13	3.6 کویلر های انظن اکسری و پروپیلن اکسری
14	3.7 پلی گلیسرول ها
16	4.0 کاربرد ها
17	5.0 مکانیسم های بازدارندگی
17	5.1 انتقال فشار منفذ
19	5.2 اثرات موینگی/لوله های مویین
19	5.3 رفتار نقطه ابری
19	5.3.1: تعریف
20	5.3.2: مهندسی کردن نقطه ابری
20	5.3.3: بازداري فعاليت شرطی و عملکرد حفاری
21	5.3.4: مکانیسم پلی گلايکول ها در استحکام بخشی شرطی ها
22	5.3.5: تفسری
22	5.3.6: دربالای نقطه ابری شدن
23	5.3.7: پایین تر از نقطه ابری
23	5.3.8: آسری رساندن به سازند
24	5.3.9: کک صافاب
24	5.3.10: تمی کردن چاه

گلیکول و سیستمهای گلیکولی

24	5.3.11: تاشی غلظت
24	5.3.12: تاشی بر محیط زیست
25	5.3.13: ملاحظات محیطی برای حفاری دری
26	5.3.14: روش نقطه ابری
26	5.3.15: روش های حرکت (بهباش) لوله ها در چاه
27	5.3.16: کنترل جامدات
27	5.3.17: مقادیر MBT
27	5.3.18: انتخاب وزن سربال حفاری
27	5.3.19: کنترل PH
27	5.3.20: طراحی معطر ها برای سربالات حفاری پلی گلیکولی
29	6.0 شرح مواد سیستم گلیکول
31	7.0 تخلیه شیمیایی
31	8.0 لجستیک برای عملیات دری
32	9.0 خلاصه
36	10.0 مکانیسم های بازدارندگی شرط توسط سیستمهای گلیکولی
37	10.1 فعالیّت آب
38	10.2 تبادل یونی
39	10.3 کپسول گذاری
40	10.4 مکانیسم های باز داری پلی یول هل
41	10.4.1 مهندسی کردن نقطه ابری
42	10.4.2 باز داری شرطی و نمایش حفاری
42	10.4.2.1 بالای نقطه ابری
42	10.4.2.2 پایین تر از نقطه ابری

1.0 مقدمه

مواد پلی گلیکولی در سیالات حفاری پایه آبی برای حفاری صخره‌های سرشار از کلی که اصطلاحاً شیل نامیده می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از این مواد، تاثیر بسزایی در کنترل هزینه‌ها داشته و همچنین، دوستدار محیط زیست می‌باشند. این ترکیبات بطور نمونه با مقادیری حدود 3 تا 10 درصد وزنی به سیالات حفاری پایه آبی اضافه میشوند، و بیشتر و بخصوص، همراه با سیالات پایه آبی پلیمری که حاوی پتاسیم کلراید نیز می‌باشند، استفاده می‌گردند. علاوه بر آن، این مواد همچنین به سیالات پایه آبی شیرین و سیالاتی که حاوی نمک‌های سدیم و کلسیم میباشند نیز افزوده می‌گردند.

سیستم‌های گلیکولی در مقایسه با سایر سیالات پایه آبی باعث بهبودی وضعیت حفره چاه و تولید کنده‌های حفاری محکمتر که در سیال حفاری پراکنده نمیشوند، میشود. این ویژگی کم و بیش، باعث افزایش سرعت حفاری، کاهش مشکلات حفاری و کاهش حجمی سیالات حفاری میشود که در حقیقت باعث کاهش هزینه‌های سیال حفاری و حفاری چاه میگردد.

این سیستم‌ها، علاوه بر اینکه بر اصلاح هزینه‌ها تاثیر دارند، ترکیباتی هستند که بیشتر آنها بسادگی در محیط زیست تجزیه میگرددند. استفاده از گلیکولها باعث کاهش حجم سیالات حفاری، سازگاری با محیط زیست شده و باعث بازدارنگی شیلها نیز می‌شود.

افزایش تقاضای کاربردها تا اندازه ای ثابت خواهد کرد که این مواد میتواند بعنوان یک جانشین مناسب برای سیالات حفاری پایه روغنی، مورد استفاده قرار گیرد. هزینه‌های نسبتاً بالای ساخت ابتدایی این سیستم میتواند با محدود بودن احتیاجات رقیق ساختن های بعدی آن کاهش یابد. روی هم رفته، با حفاری یک چاه با دوامتر و نریختن مواد شیمیایی به دریا، استفاده از این سیستم موفقتر آمیز تر میباشد.

منافع بیشتر مانند اصلاح روان سازی و کاهش آسیب رساندن به سازند، امتیازاتی است که در این زمینه وجود دارد.

2.0 تئوری های چگونگی بازداري شيل ها توسط گلايکول ها

2.1 کاهش دادن فعالیت آب

پلی گلايکولها فعالیت شیمیایی صافاب سیالات حفاری را کاهش میدهند و بنابراین میتوانند با مکانیسم تراوشی (osmotic mechanism) بازدارنده خوبی باشند. بهرحال تغییر در فعالیت آب که ناشی از حضور 3% تا 5% پلی گلايکول (3-5% polyglycol) می باشد برای دفاع از این تئوری و در این گونه سیالات که در اینجا مورد بحث ما می باشند، کافی نخواهد بود. اخیرا با گسترش سیستم سیال حفای که شامل 30 تا 60 درصد متیل گلوکوسید (methyl glucoside) می باشد، میتوان مقدار شیل را توسط یک مکانیسم تراوشی ناقص تا حدودی کنترل کرد.

2.2 مسدود کردن منفذ توسط قطرات نامحلول پلی گلايکول

خاصیت ابری شدن (غلیظ شدن) بعضی از گلايکولها بعنوان یک خاصیت کلیدی از مکانیسم آنها پیشنهاد گردیده است، که در آن قطره های نامحلول گلايکول (آن هنگامیست که درجه حرارت سیال حفاری یا صافایی که در شیل نفوذ کرده است به بالای حد ابری شدن افزایش مییابد) میتواند منافذ موجود در شیل را مسدود کرده و از این رو باعث کاهش نفوذ صافاب سیال حفاری گردد.

این تئوری گاهی ممکن است که در بعضی از وضعیت ها معتبر باشد. ولی آن خواص بازداري گلی کول هائی را که دارای نقطه ابری نیستند، و یا آنهایی را که دارای نقطه ابری هستند و یا همچنین در کمتر از دمای بحرانی موثرند و یا عمل مشترک نیرومندی را که بیشتر گلی کول ها با کاتیون های مشخص غیر ارگانیک (معدنی) محلول بازی میکنند، را توضیح نمی دهد.

2.3 جذب گلايکول بر روی سطوح کلی

بخوبی مشخص میباشد که پلی گلايکولها از حلال آبی بر روی کلیها جذب می شوند. این خاصیت برای توصیف طبیعی عمل بازداري سیالات حفاری حاوی گلايکول بکار میرود.

پیشنهاد اینست که مولکولهای پلی گلايکولها با مولکولهای آب برای مکانهای جذب سطحی که بر روی کانیهای رس موجود در ملاط شیلها هستند رقابت میکنند. این عمل از تشکیل شدن ساختارهای سازمان یافته که باعث متورم شدن و پخش شدن میشود، جلوگیری میکند.

2.4 گرانیروی صافاب

صافاب غلیظ شده سیال حفاری پایه آبی حاوی گلايکول، همچنین بعنوان یک فاکتور سهیم در خواص بازداري آنها پیشنهاد شده است. به این معنا که سیالات غلیظ خیلی آرامتر در صخرهها نفوذ کرده و به این علت باعث تاخیر در ناپایداری آنها میشود.

نکته: بر فرض اینکه جذب گلیکول بر روی کانیهای شیل نقش مهمی در بازدارندگی دارد، برای نقطه شروع مطالعه ما مورد استفاده قرار میگیرد.

این دلیل نمیشود که ما بقیه مکانیسمهای یاد شده را رد کنیم، ولی هیچکدام از آنها به تنهایی نمیتواند رفتار پلی گلیکولهای مختلف و یا همکاری مشترک مشاهده شده آنها را با بعضی از نمکهای خاص معدنی توصیف کند. ما انتظار داریم که در شرایط مختلف حفاری، با سیالات حفاری با پایههای متفاوت و در نمونههای گوناگون شیل، ممکن است همکاریهای مشترک حاصل از بیشتر از یک مکانیسم متفاوت باشند.

یادداشت: دادههای حاصل از دو نمونه پلی گلیکول نشان میدهد که زمانیکه پتاسیم کلرید وجود دارد، در آنجا وابستگی خوبی بین جذب سطحی گلیکول، سازندگی که در کمپلکس 14\AA منظم گردیده است و بازدارندگی شیل وجود دارد.

جذب سطحی قوی هنوز هم در آب عاری از یون، محلول سدیم کلرید یا کلسیم کلرید رخ میدهد. اما، گرچه کمپلکسهای پلی گلیکول تشکیل میشوند، آنها دارای تقسیم بندیهای بنیادی میباشند و خیلی کمتر در آب پایدار هستند، در نتیجه سطح بازدارندگی کاهش می یابد.

جالب است که یاد آوری گردد که رفتار نقطه ابری PAG ((اتیلن اکسید/پروپیلن اکسید(ethylene oxide/propylene oxide)) در سدیم کلرید و پتاسیم کلرید مشابه می باشد، از این رو، اگر ابری شدن گلیکول خاصیت ابتدائی شیل و سیالات حفاری KCl/PAG و NaCl/PAG باشد.

ما بر این باوریم که پتاسیم به علت پایین بودن انرژی آبدار شدن در مقایسه با سدیم و کلسیم بسیار مفید تر می باشد.

سنجش های تجربی نشان داده است که همانگونه که پلی گلیکول جذب کلی می شود آب از آن جابجا میشود. ما حدس میزنیم که انرژی میان کنش ی (interaction energy) بین یون پتاسیم و پلی گلیکول برای جابجایی مولکولهای آبی که این یون های مثبت را حل کرده کافیتز است از حالتی که برای سدیم و کلسیم می باشد.

این فرضیه که توسط مطالعات مدل سازی مولکولی بر روی سیستمهای کلی/آب/کاتیون/پلی گلیکول پشتیبانی شده است، و آن میتواند یاد آوری کند که پلی گلیکولها در حضور یونهای به شدت آبدار لیتیوم کند کننده نیستند ولی در حضور یونهای کم آبدیده ی پتاسیم و یا سزیم بازدارنده های قوی میباشند.

زمانیکه اکثریتی از بازدارندگی (inhibition) توسط پتاسیم کلراید همراه با هر یک از پلی گلیکولها فراهم میشود، دادههای تجربی ما نشان میدهد که در تمامی سیالات حفاری پایه آبی، PAG (ethylene oxide/propylene oxide) کمی از PEG (polyethylene glycol) بازدارنده تر می باشد.

بعد از آزمایشات اخیر (جائیکه ما یک جایابی در موضعی از باندهای مادون قرمز بعضی از پلی گلیکول مشاهده میکنیم) پیشنهاد این است که این به علت برهم کنش های آگریز ضعیف بین مولکولی (weak intermolecular hydrophobic interactions) بین گروههای ضمیمه متیل بر روی این پلی گلیکولها همچنانکه مولکولها متمرکز میگرددند و در لایه بین دو لایه کلی (clay) جهت پیدا میکنند، میباشد.

این فرضیه کاملا توسط مطالعات قالبسازی مولکولی پشتیبانی شده است. ما نمی بینیم که این باند با PEG (polyethylene glycol) جایجا میشود. بنابراین، پیشنهاد میشود که زمانیکه بازداري با PAG (ethylene oxide/propylene oxide) و اصولا با برهمکنشی بین پلی گلیکول و یونهای پتاسیم حاصل میشود، یک مشارکت اضافی از برهم کنشهای بین مولکولهای پلی گلیکول ایجاد می گردد. گرچه مکانیسمهای آخری خیلی کم اهمیتتر میباشند، آن همچنین توضیح میدهد که چرا PAG (ethylene oxide/propylene oxide) قادر است که سطحی از بازداري را در آب عاری از یون فراهم کند.

2.5 بازداري اصلاح شده پلی گلیکول ها

توضیحات مربوط به عملکرد کمی بهتر آزمایشگاهی PAG (منسوب به PEG)، ما را به کنکاش در امکان افزایش دادن کارائی باز داري آنها را با طراحی مولکولهای حاوی گروههای بیشتر آگریز هدایت میکند (در حالیکه خواص دیگر مانند حلالیت، پتانسیل پایین تولید کف، قابل قبول بودن برای محیط زیست و تاثیر در هزینه ها برقرار هستند).

ما دو هدف اولیه داریم:

توسعه سیالات بیشتر بازدارنده با پتاسیم کلرید و یا گسترش سیستمهایی که پتاسیم کلرید لازم ندارند، یا فراهم نمودن شوری بیشتر با هر گونه نمکی. گروه آخری اجازه استفاده از سیالات را در مکانهایی که استفاده از پتاسیم کلرید ممنوع شده است را میدهد، یا در مکانی که دفن هر نمکی گران باشد (مانند بیشتر عملیتهای خشکی).

یکی از ویژگیهای جذاب شیمی گلیکول توانایی ترکیب کردن طیف وسیعی از پلیمرها، کولپلیمرها، پلیمرهای سه تایی و مشتقاتی با ترکیبات، ساختمان و وزن مولکولی کنترل شده جهت رسیدن به یک دسته از خواص مورد نظر می باشد. این بدان معنی است که ما توانایی اصلاح تعادل آگریزی و آبدوستی مولکولهای داوطلب در راه های مختلف و با درجات مختلف را داریم.

این همچنین بدان معناست که ما بالقوه هزاران مولکول داریم که برای محدود کردن شماری از مولکولها بی که لازمند با هم ترکیب شوند، و شماری که باید آزمایش شوند، را میتوانیم امتحان کنیم. ما در روشی محاوره ای، که ترکیبی از یک برنامه آزمایشی و شبیه سازی های مولکولی از کنشهای متقابل کلی و پلی گلیکول است، انتخاب میکنیم.

در این راه ما سریعا نتایج تجربی و ارائه جهت به فعالیت ساخت پلیمر را منطقا تفسیر میکنیم. این استفاده تکراری از تولید، تجربه آزمایشگاهی و مدل سازی بعضی از نمونه های بازدارگر جالب را تولید کرده است.

تمرکز اولیه ما بر روی تولید مولکول‌هایی که قویا بر روی کانیه‌های شیل جذب می‌شوند بوده و افزایش دادن آبگریزی جالب مشاهده شده توسط PAG به نقطه ای که ما در آنجا نیاز به نمک‌های پتاسیم را دفع کنیم. بدین وسیله در مناطقی که قوانین محیط زیستی استفاده از سیالات پایه پتاسیمی و یا دیگر نمک‌ها را ممنوع میکند، اجازه استفاده موثری از سیالات حفاری جلوگیری کننده پلی گلیکولی را میدهند.

2.6 نتیجه گیری

پلی گلیکول‌ها شدیداً از محلول آبی بر روی سطوحی از کانیه‌ها ی کلی متورم شونده جذب میشوند. با جذب پلی گلیکول آب از کلی جابجا میشود و کمپلکس‌های لایه‌های تکی یا دولایه ای ها بصورت مرتب تشکیل میشوند. طبیعت این کمپلکس‌ها به مقدار پلی گلیکول در محلول تماس گیرنده و بطور بحرانی ، در حضور یا غیاب کاتیون‌های آبدیده ضعیف همانند پتاسیم مربوط میشود.

هنگامیکه یون‌های پتاسیم حضور دارند (خواه مانند یک نمک حلال در محلول آزمایش یا مانند یون‌های جابجا شده اولیه روی کلی) ، هر کدام از پلی گلیکول‌های شرح داده شده در این مقاله کمپلکسی با یک فاصله‌گذاری پایه ای 14\AA که با اشعه ایکس ری اندازه‌گیری شده است ، تشکیل می‌دهد. این فاصله گذاری با حضور یک لایه منفرد از مولکول‌های پلی گلیکول سازگار شده است که به صورت یکنواخت بین ورقه های رس مرتب شده است.

در عدم حضور یون‌های پتاسیم پلی گلیکول بیشتری جذب شده کمپلکس‌ها با رعایت فاصله گذاری پایه ای حدود 18\AA شکل پیدا میکنند. باید توجه کرد که این کمپلکس‌ها شامل لایه های پلی گلیکول دو صفحه‌ای صاف میباشند. در حضور پتاسیم، همبستگی خوبی در آنجا بین جذب پلی گلیکول، سازندی از یک کمپلکس کلی سازمان داده شده و درجه ای از بازداری شیل وجود دارد. (یعنی زمانیکه مقدار کافی پلی گلیکول جهت تولید یک کمپلکس منظم 14\AA جذب شده باشد، بازداری به حداکثر میرسد).

بهرحال همچنانکه از محلول‌های آب یون زدوده (de-ionized water) حاوی گلیکول‌ها، مشاهده گردیده است، جذب سطحی از پلی گلیکول ، بخودی خود برای تضمین کردن بازداری کافی ، نیست. باور بر این است که تمام بازداری حاصل شده توسط PEG از برهمکنش بین پلی گلیکول و یون های پتاسیم حاصل میشود.

بهرحال باید در نظر گرفت که گرچه همان مکانیسم برای PAG بکار می رود، یک همکاری ثانویه کوچکی از برهم کنش بین مولکول‌های PAG بر سطح کلی رخ میدهد. این عمل آخری، امکان دارد درجه بالاتری از بازداری را که توسط PAG در آب یون زدوده در مقایسه با PEG تهیه شده است را توضیح دهد.

مولکول‌های جدیدی به منظور کاوش پتانسیل برای ایجاد بازداری با افزایش دادن توسعه هم-کنش‌های آب گریز بین مولکول‌های پلی گلیکول، تولید شده است. از مدل سازی مولکولی برای افزودن جهت به فعالیت سنتز و برنامه آزمایش تجربی استفاده شده است. نتایج دانسته‌های ماشین نگری (mechanistic) قبلی ما را پشتیبانی کرده است و ما را به سمت توسعه اصلاح پلی گلیکول های بازدارگر شیل راهنمایی کرده است که به خوبی در طیف وسیعی از سیالات پایه آبی عمل می‌کنند.

3.0. شیمی گلیکول

پولی یول شامل، (glycols glycerols, polyalkylene glycols' and alcohol ethoxylates) بازدارنده های شیل ی محرز شده برای سیالات حفاری پایه آبی می باشند. این ترکیبات بهطورنمونه باغلظتهای بین 3% و 10% حجمی به سیالات حفاری پایه آبی اضافه میشوند.

آنها معمولا بیشتر همراه با سیالات حفاری پایه ای پتاسیم و پالیمیر استفاده می شوند و اما همچنین به سیستمهای متعددی از آب تازه تا سیالات سیر شده با نمک افزوده میشوند. گلیکولها ترکیباتی شامل دو گروه هیدروکسیلی متصل به اتمهای مجزای کربن در یک زنجیره آلیفاتیک (aliphatic chain) می باشند. اگرچه در اینجا استثنائاتی وجود دارد، اما تقریباً همه گلیکولها منحصرآمرکب از کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند. گلیکولهای ساده آنهایی هستند که در آنها دو گروه هیدروکسیل به یک زنجیره هیدروکربنی یا به طور دیگر جا نشین نشده (an otherwise un-substituted hydrocarbon chain)، چسبیده اند، بطوریکه توسط یک فرمول کلی $C_nH_{2n}(OH)_2$ نمایندگی می شوند.

یادداشت: گلیکولهای پیچیده تر، که به پلی گلیکولها نامگذاری شده اند و با حائل شدن اتصالات اتر در زنجیره هیدروکربن که با فرمول کلی $C_nH_{2n}O_x(OH)_2$ نمایندگی می شوند، تمیز داده میشوند.

روش معمول ساخت اینگونه گلیکولهای ساده توسط هیدرولیز کردن اپوکسیدها (by hydrolysis of the epoxides) صورت میگیرد. این اپوکسیدها در حضور ترکیبات دیگر و آغازگرها (گلیکولها، آمین ها، اسیدها یا آب (glycols, amines, acids, or water)) که حاوی هیدروژن فعال میباشند، با هم ترکیب و جمع میشوند (پالیمیر میشوند). نتیجه نهایی زنجیره ای وسیع از تولیدات با وزنهای مولکولی و مشخصات ویژه ای متفاوت میباشد.

گلیکولها تصادفاً به طریقی که در هر کدام، قطعات ساده ساختمانی آنها مرتب شده است، مشخص میشوند.

تولیدات خاص گلیکول طیف وسیعی از خواصی که وابسته به وزن مولکولی و ترکیب پلیمری میباشد، را نشان میدهد.

در کل، افزایش وزنهای مولکولی منجر به نتایج زیر میشود:

- پایین تر بودن حلالیت در آب
- گرانی (viscosity) بالاتر
- نقطه اشتعال/الوگیری (flash point) بالاتر
- نقطه ابری (cloud point) پایین تر

3.1 شیمی پلیگلیکول‌ها و موارد استفاده ی آنها

گرچه ما نمونه‌های فراوانی از پلی گلیکول‌ها را مطالعه کرده ایم، در این مقاله مافقط نتایج حاصل از دو نمونه تجاری موجود را مورد بحث قرار می‌دهیم. هر دو پلی دیسپرس (polydisperse) و حلال در آب در دمای محیط، "یک پلی اتیلن گلیکول (PEG) (polyethylene glycol) با وزن متوسط مولکولی حدود 600 و کوپلیمری تصادفی از اتیلن اکسید/پروپیلن اکسید (PAG) (ethylene oxide/propylene oxide) با ترکیب درصد 1:1 از EO:PO و وزن مولکولی متوسط 620" میباشند.

نمونه PAG نقطه ابری تقریباً 35°C را در محلول 5% و در پتاسیم کلرید 7% در فشار جو نشان می‌دهد، مادامی که PEG حداقل تا دمای جوش یک محلول 7% پتاسیم کلرید نقطه ابری ندارد. پلی گلیکول‌هایی که در صنعت حفاری استفاده میشوند، الیگومرهایی از پروپیلن گلیکول (polypropylene) یا الکل‌های زنجیره کوتاه پلی اتوکسیلیتی (polyethoxylated) و پروپوکسیلیتی (propoxylated) مانند بوتانول، میباشند.

پلی گلیکول‌های بوقلمونی/چند رنگی یا TAME (Thermally Activated Mud Emulsion) پلی گلیکول‌هایی هستند که بصورت گسترده استفاده میشوند. آنها با حلالیت معکوسی که با حرارت در آب دارند، مشخص میشوند. این پلی گلیکول‌ها بطور نمونه با آب در دماهای پایین‌تر امتزاج پذیر میباشند اما زمانی که گرم میشوند به دو فاز مایع مجزا تقسیم میشوند، بطوریکه پلی گلیکول تا اندازه ای در آب نامحلول میشود. دمایی را که در آن این اتفاق میافتد را نقطه ابری شونده یا دمای ابری شونده (CPT) (Cloud Point Temperature) می‌گویند که علت آن پراکنده شدن نور است که توسط قطراتی از فاز غنی پلی گلیکول که جدا می‌شوند، می‌باشد.

این پدیده قابل برگشت می‌باشد. بدین معنی که فاز جدا شده زمانی که دما پایینتر از نقطه ابری شونده CPT باشد، دوباره قابل حل می‌باشد. نقطه دقیق دمای ابری شونده، CPT، یک محلول پلی گلیکول، تابعی از نوع پلی گلیکول استفاده شده، غلظت آن و حضور سایر مواد حل شونده و خصوصاً الکترولیتها می‌باشد.

مشخصه نقطه دمای ابری شونده قدری بحث برانگیز می‌باشد، همانگونه که مکانسیم دقیقی که توسط آن پلی گلیکول‌ها باعث استحکام کلی‌ها و شیل‌ها میشوند، مناقشه انگیز است. پلی گلیکول‌ها با کلی‌ها تشکیل کمپلکس‌هایی میدهند. این موضوع باعث واماندن در برشمردن بازدهی گوناگون و گسترده ای که در پلی گلیکول‌ها ی مختلف دیده شده، می‌شود.

بیشتر مطالعات آزمایشگاهی بهره‌وری و موثر بودن پلی گلیکول‌ها را در استحکام شیل، همچنین موفقیت در کاربرد های میدانی، که محلول‌های پلی گلیکولی را در و یا در نزدیکی دمای ابری شونده گی آنها (CPT) استفاده کرده اند، را نشان میدهد. این به خوبی پیشنهاد میدهد که دمای ابری شونده مهم است اما مکانسیم دقیق آن مبهم می‌باشد.

مطالعات آزمایشگاهی سرانجام بینشی در اهمیت نقطه ابری (CPT) ارائه داده است، و مکانسیم را عرضه می‌کند که با آن بوقلمونی/چند رنگی و یا TAME (Thermally Activated Mud Emulsion) پلی گلیکول‌ها استحکام بالای شیل را فراهم می‌کند.

گلیکول و سیستم‌های گلیکولی

3.2 الکل‌های ساده پلی‌هیدریک

گلیکول‌های الکل‌های دو عاملی (dihydric alcohols) هستند که شامل دو گروه هیدروکسیل (hydroxyl) می‌باشند و اعضای از طبقه اصلی شیمیایی از الکل‌های چند عاملی (polyhydric alcohols) می‌باشند. دو نمونه مهم گلیکول‌های تجاری اتیلن گلیکول (ethylene glycol) (معمولا در ضدیخ‌های موتوری استفاده می‌شوند) و پوپیلن گلیکول (propylene glycol) (یک افزودنی خوراکی) می‌باشند.

یک الکل وابسته سه عاملی (trihydric alcohol)، یک گلیسرول (glycerol) می‌باشد (که در تمام روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی مانند استرهای گلیسرید (glyceride esters) وجود دارد). سایر الکل‌های چند عاملی (polyhydric alcohols) شامل الکل‌های شکر، سوربیتول و مانیتول (ماده قندی شیر خشک) (sugar alcohols, sorbitol, and mannitol) می‌باشند.

3.3 پلی‌گلیکول‌ها و پلی‌گلیسرول‌ها

پلی‌گلیکول‌ها و پلی‌گلیسرول‌ها نمونه‌های الیگومریک یا پلیمریکی (oligomeric or polymeric) از گلیکول‌ها و گلیسرول‌های (glycols and glycerols) ساده می‌باشند. اندازه و وزن مولکولی پلی‌گلیکول‌ها و پلی‌گلیسرول‌ها با افزایش درجه پلیمریزاسیون یا شمار تکرار شده واحدها در الیگومرها یا پلیمرها، افزایش می‌یابد.

خواص پلی‌گلیکول‌ها و پلی‌گلیسرول‌ها اصولاً به وزن مولکولی، شیمی واحدهای تکرار شونده و شیمی ماده آغازگر مربوط می‌شود.

گرانروی، نقطه اشتعال، نقطه ریزش / نقطه یخ زدن همه به طور نمونه با افزایش وزن مولکولی افزایش می‌یابند، هنگامیکه قابلیت زیست تجزیه پذیری (biodegradability) و سمیت به طور نمونه کاهش می‌یابد.

3.4 گلیکول‌های پلی‌اتیلنی

گلیکول‌های پلی‌اتیلنی (Polyethylene glycols)، گلیکول‌های ساخته شده از افزودنی اتیلن اکسید (ethylene oxide) به آب (یا الکل‌هایی با وزن مولکولی کم) می‌باشند.

گلیکول‌های تجاری با وزن مولکولی پایین مایعات غلیظی می‌باشند در حالی که مواد با وزن مولکولی بالاتر جامدات خشن می‌باشند. همگی در آب تازه و دمای اتاق و تا حدود نقطه یخ نزدیک به جوش آمدن آب محلول می‌باشند. سمیت این مواد پایین می‌باشد. قابلیت زیست تجزیه بودن (Biodegradability) پلی‌اتیلن گلیکول‌ها (polyethylene glycols) بطور نمونه بعلا خطی بودن مولکول‌ها سودمند می‌باشد.

3.5 گلیکول‌های پلی پروپیلنی

پلی پروپیلن گلیکولها (Polypropylene glycols)، پلی گلیکولهای (polyglycols) ساخته شده از افزودن پروپیلن اکسید (propylene oxide) به آب یا الکل‌های دارای وزن مولکولی پایین می‌باشند (اگرچه از الکل‌های چند عاملی (polyhydric alcohols) نیز استفاده شده است). همگی آنها مایعات غلیظی می‌باشند و تولیدات با وزن مولکولی بالا ($\text{molecular weight} > \sim 1,000$) واقعا غیر حلال در آب می‌باشند.

تولیدات با وزن مولکولی پایین تر (< 1000) گرایش به حل شدن در آب را (حداقل در دمای اتاق) دارند، اگرچه بعضی از آنها جریان معکوس حلالیت در آب را با تغییرات دما نشان میدهند.

سمی بودن گلیکول‌های پلی پروپیلن بطور نمونه باسین می‌باشد و معمولا با وزن مولکولی کاهش پیدا میکند.

پلی پروپیلن گلیکول‌های با وزن مولکولی پایین تر معمولا قابلیت زیست تجزیه پذیری بودن (Biodegradability) سودمندی را نشان میدهند، درحالی که پلی پروپیلن گلیکول‌های با وزن مولکولی بالاتر معمولا مقاومت بیشتری دارند.

3.6 کوپلیمرهای اتیلن اکسید و پروپیلن اکسید

کوپلیمرهای اتیلن اکسید و پروپیلن اکسید (EO/PO)، پلی گلیکول‌هایی هستند که از اضافه کردن تصادفی اتیلن اکسید و پروپیلن اکسید به الکل‌هایی با وزن مولکولی پایین تر (معمولا متیل یا بوتیل) تولید می‌شوند. نسبت‌های اتیلن اکسید و پروپیلن اکسید که استفاده می‌شود یا به واحد نزدیک است یا اتیلن اکسید به وفور استفاده می‌شود. همگی مایعات غلیظ و حلال در آب تازه و در دمای اتاق می‌باشند، و در همه آنها حلال پذیری در آب با دما رابطه معکوس نشان می‌دهد.

سمی بودن کوپلیمرهای اتیلن اکسید و پروپیلن اکسید سودمند بوده و انتظار می‌رود که با وزن مولکولی کاهش پیدا کنند.

کوپلیمرهای اتیلن اکسید/پروپیلن اکسید با وزن مولکولی پایین‌تر تمایل به نشان دادن زیست تجزیه پذیری قابل قبولی را دارند و مواد با وزن مولکولی بالاتر انتظار می‌رود که بیشتر مقاوم باشند.

3.7 پلی گلیسرول ها

پلی گلیسرول یک تولید مایع شده ، و یا میتوان فکر کرد که چنین باشد، از آب زدایی/مایع کردن (dehydration/condensation) گلیسرول می باشد.

محصول تجاری مخلوطی از پلی گلیسرول با پلی گلیکول برای کف زدایی و راحت ی جابه جایی می باشد.

به نظر می رسد که این محصول در آب و در همه دماها محلول می باشد. سمی بودن پلی گلیکول ها پایین می باشد و زیست تجزیه پذیری (biodegradability) انتظار می رود که سودمند باشد. انتخاب یک پلی یول ویژه جهت استفاده در یک سیال حفاری بستگی به نوع کاربرد مورد نیاز و اثر زیست محیطی آن دارد که باید در آنجا بدون حفظ رها شود. گلیکولها با وزن مولکولی پایین و محلول در آب برای استحکام بخشیدن به کنده های حفاری و دیواره چاه استفاده می - شوند. هدف از این مقاله فقط محدود به شرح دادن تئوری و درخواست پلی یولهای با وزن مولکولی پایین میباشد .

گلیکول و گلیسرول در سیالات حفاری پایه آبی برای بسیاری از کاربردها استفاده شده اند. از لحاظ شیمیایی وابسته به الکل ها می باشند، و گلیکول ها شماری از خواص دیزل و روغنهای معدنی را دارا می باشند ، اما حقیقتاً در سم ی کردن سیال حفاری هیچگونه نقشی ندارند. گلیکولها با دا رابودن فشار بخار پایین در دماهای معمولی ، خطری برای تنفس کردن ندارند. شباهت های بین گلیکول ها و الکل ها در کادر پایین نمایش داده شده است.

شباهت های شیمیایی بین گلیکول ها و الکل ها

Common Name نام رایج	Chemical Name نام شیمیایی	Chemical Structure ساختمان شیمیایی
Wood Alcohol الکل چوب	Methanol متانول	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Drinking Alcohol الکل نوشیدنی	Ethanol اتانول	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \end{array}$
Rubbing Alcohol الکل پاک کننده	Isopropanol ایزوپروپانول	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$
Antifreeze ضد یخ	Ethylene Glycol اتیلن گلیکول	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$
Propylene Glycol پروپیلن گلیکول	Propylene Glycol پروپیلن گلیکول	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array}$
Glycerin گلیسرین	Glycerol گلیسرین	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array}$

شیمی افزودنی‌های گلیکولی برای مطابقت کردن با درخواست‌ها با کاربرد محصول می‌تواند متفاوت باشد. این انعطاف پذیری فرمول سیستم گلیکول را یک سیال ایده آل برای اکثر کاربردها ساخته است، از قبیل:

- کاهش دادن انتقال فشار منفذ در درون ملاط شیل (**shale matrix**)، که باعث استحکام شیل می‌شود.
- استفاده در عملیات‌های مناطق دارای حساسیت‌های زیست محیطی

منفعت کامل و تاثیر هزینه‌ای استفاده از گلیکول‌ها تنها زمانی می‌تواند درک گردد، و آن زمانی است که استفاده از آنها به درستی کارشناسی شده باشد.

شیمی گلیکول‌ها به صورتی است که با دارا بودن مشخصات شیمی فیزیکی، آنها را قادر به رفتار تولید کردن نقطه ابری (خارج شدن از محلول) در محیط‌های مناسب می‌سازد.

آن توانایی مهندسی کردن در کنترل این پدیده شیمی فیزیکی است که می‌تواند سیال حفاری را موفق یا ناموفق سازد.

نقطه ابری یا بصورت دقیق تر دمای نقطه ابری (CPT) (Cloud Point Temperature)، به این صورت "دمایی که در آن گلیکول از حالت حلال خارج و به صورت قطرات کوچک پخش شده، ابری را تشکیل می‌دهد"، شرح داده شده است.

همچنین نقطه ابری می‌تواند به (LCST) (Lower Consulate Solution Temperature) مراجعه شود. توانایی ابری شدن باعث کاهش استفاده از گلیکول می‌شود، چونکه همانطور که سیال خنک می‌شود، گلیکول به حالت محلول باز می‌گردد و با کنده‌های حفاری بیرون ریخته نمی‌شود.

4.0 کاربرد ها

کاربرد مهم گلیکول‌های با وزن مولکولی پایین و محلول در آب در حفاری کردن شیلهای واکنش پذیر میباشد.

پایداری حفره چاه با استفاده از سیالات حفاری پایه آبی متعارف بعلت توانمندی گلیکول در ابری شدن در درون ملاط شیل، و تشکیل یک مانع فیزیکی برای کاهش هجوم صافاب به درون ملاط شیل است، که بهبود داده می شود.

این مکانسیم محدود کردن هجوم آب به درون ملاط باعث کاهش انتقال فشار منفذ به درون شیل و بهبود بخشی‌دن به سختی و استحکام حفره چاه میگردد. کاهش انتقال فشارمنفذ، که آن مکانیسمی مقدماتی ازسیالات حفاری پایه امولسیونی برای استحکام بخشی به حفره چاه می باشد، مورد ملاحظه قرار گرفته است.

هزینه بالا که در ساخت ابتدایی سیال حفاری پایه گلیکولی لازم است اغلب وکلا با هزینه های پایین رقیق سازی بعدی آن جبران پذیر می باشد.

درمکانهای کمتر واکنش پذیر، منفعت های ازکاهش رقیق کردن میتواندحاصل گردد که دوام آوردن سیال را درمیدان وسیعی ازکاربرد های مختلف ممکن می سازد.

انتخاب درست گلیکول اجازه میدهدکه سیالات کاملاً سیرشده با نمک و یا تا حدودی شورشده، فرمول سازی شود. این پتانسیل استفاده ازاینگونه سیالات را درجاهایی که درآن مکانها با نمک مواجه خواهیم شد، گسترش میدهد.

با مراجعه به ارقام تراوایی به دست آمده توسط شماری از شرکتهایی که از سیالات گلیکولی استفاده کرده اند، نشان میدهد که هیچگونه آثار مخرب ی (و شاید هم حتی مقداری آثار سود آور) در استفاده کردن از گلیکول در بخش های سازندهای بهره دهی مشاهده نگردیده است. این موضوع خصوصاً در جاهایی که از غلظت های بالاتر گلیکول استفاده شده است، (% 10 تا 5%) حقیقت دارد.

5.0 مکانیسم های بازدارندگی

مکانیسم‌های بازدارندگی در رابطه با سیستم گلیکول می‌توانند به سه جز ء سازنده زیر تقسیم شده باشند.

- انتقال فشار منفذ
- عوامل مویبریگی
- رفتار نقطه ابری

5.1 انتقال فشار منفذ

آزمایش کردن انتقال فشار منفذ (PPT) (Pore pressure transmission)، افزایش فشار منفذ سازند را که در اثر هجوم صافاب به سازندهای با نفوذپذیری خیلی پایین مانند شیل ها ایجاد شده است را، اندازه گیری می کند.

در سازندهای با تراوایی بالا، افزایش فشار حاصل از جریان صافاب ، به سرعت در حجم سازند بپاکنده میشود و روی فشار منفذ تاثیری ندارد.

بهرحال، در سازندهای با تراوایی خیلی کم، افزایش فشار حاصل از هجوم صافاب به آهستگی کاهش پیدا میکند و فشار منفذ با جریان صافاب اضافی پیوسته افزایش پیدا میکند.

این افزایش فشار منفذ، عامل موثر متجاوز از فشار موازنه را کاهش میدهد. کاهش فشار متجاوز از فشار موازنه با ایجاد شکاف هایی که در دیواره چاه در اثر حفاری ایجاد می شو ند، تشدید میگردد.

این شکستگیها که تراوایی نزدیک حفره چاه را افزایش می دهند، باعث افزایش ناگهانی فشار در درون دیواره چاه میگردد. کاهش فشار متجاوز از فشار موازنه تمایل به بی ثبات کردن حفره چاه و تسریع در پوست اندازی را دارد.

فشار صحیح:

بطور مطلوب فشار هیدروستاتیک (hydrostatic pressure) اعمال شده توسط ستون گل از فشار سازند (منفذ) بیشتر می باشد.

در اینجا اختلاف فشاری در سطح شیل وجود دارد که مانند یک مکانیسم پشتیبان جهت تسویه کردن فشار پوشان سنگ (overburden pressure) عمل می کند **(تصویر شماره 1)**.

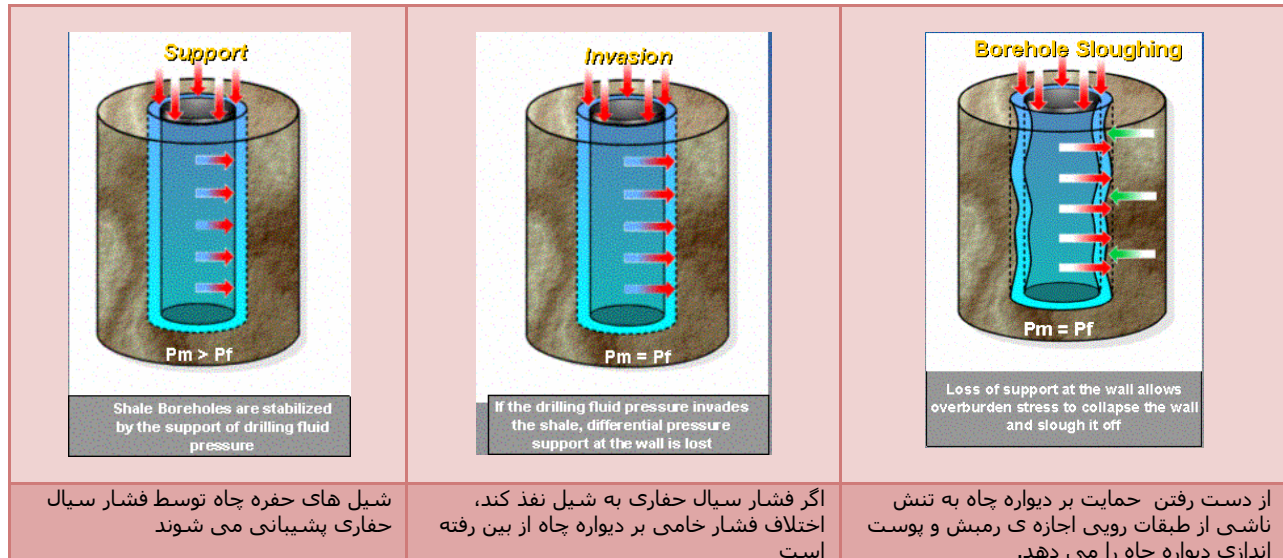
فشار اضافی:

در اینجا فشار هجومی سیال حفاری (تصویر شماره 2) در ملاط شیل رخ می دهد. بعلت پایین بودن تراوایی شیل، فشار افزوده شده به آرامی پراکنده می شود.

در سیالات امولسیون، فشار مدخل مویریگی (capillary entry pressure) بهسختی از هجوم فشار حاصله از سیالات پایه (روغن ها، استرها یا مواد مصنوعی) بعلت خ واص ترکنندگی آب در مقابل سیالات پایه، ممانعت می کند.

بهرحال، در سیالات حفاری پایه آبی، فشار مدخل مویریگی (capillary entry pressure) می تواند خیلی کم باشد و از این لحاظ فشار هجومی آب می تواند بسادگی در ملاط رخ دهد.

همچنانکه نفوذ فشار رخ می دهد، فشار منفذ در سطح شیل ناگهان به اندازه فشار ازستون سیال حفاری افزایش می یابد. بعد از اختلاف فشار در سطح کاهش می یابد و فشار تقویتی (over-balance) هدر می رود.



هجوم فشار:

سرانجام، هدر رفتن اختلاف فشار تقویتی بر سطح حفره چاه، اجازه می دهد که فشار پوشان سنگ (over-burden pressure) (وزن شیل که باعث فشار به پایین می شود) شیل مورد هجوم واقع شده را بی ثبات کند و باعث پوست اندازی آن به درون فضای حلقوی گردد (تصویر شماره 3).

در این حالتی که فشار حاصل از ستون سیال حفاری با فشار درون شیل برابر است، هیچگونه فشار حمایتی را جهت ممانعت از نیروی سربار در پوست اندازی کردن شیل، بجا نمی گذارد.

5.2 اثرات موینگی/نوله های موین

نه سیالات حفاری پایه آبی و نه سیالات حفاری پایه روغنی، هیچکدام تشکیل یک فیلتر کیک جامد در شیل را نمی دهند. تحت فشارهای نرمال سیال حفاری شیل ها نسبت به سیالات حفاری پایه آبی نفوذپذیر بوده اما تقریباً نسبت به روغن غیرقابل نفوذ می باشند. رفتار پایداری شیل ها در زمان حفاری با سیالات پایه روغنی و یا سیالات حفاری با مواد پایه مصنوعی نتیجه ای از عمل موینگی می باشد. هنگامیکه روغن وارد یک شیل می شود، آن باید بر فشار آستانه ای حاصل از تاثیر موینگی بین روغن و مایع منفذ پیروز گردد.

فشار موینگی از فشار هزاران psi (پوند بر اینچ مربع) ترتیب یافته است و در کل خیلی بزرگتر از آن است که بتوان با اختلاف فشار سیال حفاری بر آن چیره شد. فشار آستانه، بنابراین، شبیه یک غشای نیمه تراوی می کند و حمایت مفیدی از سیال را بر دیوار چاه فراهم میکند. نتیجه میگیریم که ، ناپایداری شیل با سیالات حفاری پایه روغنی و پایه مصنوعی معمولاً در کمبود حمایت سیال، یعنی، وزن خیلی پایین سیال می باشد.

5.3 رفتار نقطه ابری

5.3.1: تعریف

نقطه ابری پدیده ایست که توسط شماری از گلیکول ها نمایش داده می شود. **حلالیت این گلیکول ها در آب با افزایش دما کاهش می یابد** ، با موادی که کاملاً در دمای اطاق حلال هستند، فازهای جداگانه در دماهای بالاتر تشکیل می دهند. **دمایی که در آن جدایی گلیکول و آب اتفاق می افتد ، بعنوان نقطه ابری شناخته می شود.**

نقطه ابری: دمایی که در آن آب و گلیکول شروع به جدا شدن میکنند.



گلیکول و آب باهم

در دمای اتاق گلیکول کاملاً در آب حل می شود.



محلول گلیکول/آب در نقطه ابری

زمانیکه دمای محلول به نقطه ی ابری افزایش پیدا کرده است، گلیکول نامحلول شده و شروع به تشکیل قطرات منحصر بفرد (میسل) می کند. ظاهر محلول ابری می شود.



محلول در دمای بالاتر از ابری شدن

اگر دما در حد بالاتر از نقطه ابری باقی بماند، جدایی گلیکول و آب واضح شده و هر دو فاز به خوبی تمیز داده می شوند.

5.3.2: مهندسی کردن نقطه ابری

برای گلیکولها در دمای اتاق، حلالیت در آب با افزایش وزن مولکولی کاهش پیدا میکند. گلیکولهای با وزن مولکولی پایین بعنوان نمونه در سیستم های آب تازه از گلیکول های با وزن مولکولی بالا حلال تر هستند. دو عامل نقطه ابری گلیکولها ی آب تازه را کنترل می کنند.

- نمونه شوری و غلظت آن
- نمونه و غلظت گلیکول

هر افزایشی در هر کدام از این فاکتورها باعث کاهش می شود. زمانیکه گلیکولی در آب در پایین تر از برآیند نقطه ابری محلول حل شده باشد، آن شبیه قطرات ریز شناخته شده مانند میسل ها بصورت یکنواخت پخش شده است.

میسل ها توسط پیوندهای هیدروژنی بین مولکول های آب و اتم های اکسیژن حاضر در مولکول های گلیکول تثبیت گشته اند.

زمانیکه دما افزایش می یابد، آبدار شدن تا زمانیکه میسل ها دیگر در محیط آبی پایدار نیستند کاهش می یابد. در نتیجه ، آنها در ارقام بزرگی به هم می پیوندند و فاز جداگانه ای را که از آب متمایز است تشکیل می دهند.

فرایند "ابری شدن" برگشت پذیر است . اگر محلول متعاقبا سرد شود، دو فاز برای تشکیل یک محلول تک فازی شفاف دوباره به هم می پیوندند.

ترکیباتی از غلظت های گلیکول و میزان شوری جهت طراحی یک سیال حفاری جایکه گلیکول ها در سطح محلول و اما در ته چاه غیر محلول می باشند، مهندسی گردیده است. **همچنانکه دماهای ته چاه با عمق تغییر می کند، نقطه ابری سیستم ها نیز برای محافظت از کارایی بهینه شده حفاری و ثبات شیل تنظیم می شود.**

تغییرات مهمی که از دماهای نقطه ابری دیده شده است ، نشان می دهد که یک پلی یول (polyol) ممکن است برای همه درخواست ها مناسب نباشد. علاوه بر آن، پلی یول باید بر پایه نقطه ابری آن در یک شوری مشخص شده، انتخاب شده باشد. متناوبا، نقطه ابری پلی یول می تواند با اصلاح کردن شوری فاز مایع تنظیم گردد.

5.3.3: بازداري فعالیت شیل و عملکرد حفاری

مطالعاتی جهت آزمایش منافع رفتار ابری بر عملکرد حفاری و ثبات شیل انجام شده است. نتایج منافع عملکردی متمایز را هم در بالای نقطه ابری و هم در پایین آن را نشان داده است. بهبود بخشیدن در بازداري که در محدوده وسیعی از دماها مشاهده گردیده، مستقیما به نقطه ابری گلیکول ارتباط دارد.

نقطه ابری عبارت است از نقطه انتقالی یا شروع جدا شدن فاز گکه در آن گلیکول از محلول بودن در آب به غیر محلول بودن در آب تغییر می یابد.

	
<p>شیل گرم در محلول حاوی نقطه ابری شدن</p>	<p>شیل سرد در محلول حاوی نقطه ابری</p>
<p>بعلت اینکه دمای شیل بیشتر از نقطه ابری سیستم می شود، واکنشی سریع مشاهده می گردد. محلول شروع به ابری شدن کرده و یک لایه محافظتی گلیکول به دور شیل تشکیل می شود.</p>	<p>هنگامی که شیل در دمای پایین تر از نقطه ابری خنک می گردد، قطره های پوششی گلیکول به حالت محلول باز می گردند. امولسیون های میکرونی گلیکول که درست در عمق سطح شیل قرار دارند، به کار خود یعنی جلوگیری از تورم حتی بعد از خنک شدن سطح شیل، ادامه می دهند.</p>

5.3.4: مکانیسم پلی گلیکول ها در استحکام بخشی شیل ها

پایین تر از دمای ابری شدن، پلی گلیکول های محلول صافاب سیال حفاری را غلیظ می کند. این صافاب به شیل هجوم می برد اما درجه نفوذ بستگی به افزایش غلظت دارد. زمانیکه دما بالاتر از نقطه ابری شدن باشد، محلول پلی گلیکول ترمودینامیکالی (thermodynamically) ناپایدار می شود و فاز جدا شده از گلیکول ها را به طرف تشکیل یک امولسیون غلیظ برمی انگیزد. در این وضعیت مولکولی درشت، پلیمرها دیگر نمی توانند وارد شیل شوند و همچنین در بستن گلوگاه های روزنه های شیل خیلی بی تاثیر می باشد. بنابراین تاثیری در کاهش دادن نفوذ سیال به درون شیل ندارند. **یادآوری می شود که ، بهرحال همه پلی گلیکول ها در دمای نقطه ابری از حالت ابری خارج نمی گردند.**

در حقیقت درست در بالای نقطه ابری اکثریت محصول گلیکول به حالت محلول باقی می ماند و غلظت فاز اصلی متصل را تعیین می کند. بخش حل شده پلیمرها بدون هیچ مانعی وارد روزنه سیستم شیل می شود و دوباره درجه فشار انتقالی بستگی به فاکتوری برابر با بزرگی غلظت صافاب دارد. کسر محلول پلی گلیکول فقط زمانیکه دما به بالاتر از دمای ابری شدن افزایش می یابد، از حالت ابری خارج می گردد.

بعنوان مثال، برای یک محلول دارای % 50 گلیکول با دمای نقطه ابری $60^{\circ}\text{C}/140^{\circ}\text{F}$ ، جدا شدن فاز بصورت % 100 اتفاق نمی افتد مگر اینکه دما به بالای $60^{\circ}\text{C}/140^{\circ}\text{F}$ افزایش پیدا کرده باشد. بحث های بالا تاکید بر نقش غلظت دارد ، و ممکن است توضیحی باشد بر اینکه چرا نتایج خوب میدانی با پلی گلیکول های ابر ساز که در خیلی بالا یا پایین تر از دمای نقطه ابری استفاده شده اند، و پلی گلیکول هایی که فاقد دمای نقطه ابری می باشند ، حاصل شده است. بهرحال لازم است یادآوری گردد که، دوزهای نسبتا بالایی از گلیکول ها ($>10\%v/v$) برای بدست آوردن غلظت های موثر مورد نظر لازم می باشند.

در وضعیت های واقع گرایانه گردش پایین چاه، یک سیال حفاری در دمای گردشی ته چاه (BHCT) با شیلی در حرارتی بالاتر از حرارت ایستا ته چاه می باشد ، در تماس است، یعنی دمای شیب داری از یک سیال حفاری/شیل وجود دارد.

بنابراین، هنگامیکه یک سیال حفاری در شیل نفوذ می کند، گرم می شود و بموجب آن ، تغییر کردن دما بستگی به خواص سیال دارد.

5.3.5: تفسیر

تحقیقات انجام گرفته نشان داده است که گلیکول توسط کلی جذب می شود. در هنگام فرایند جذب سطحی، آب از سطح کلی جابجا شده و ساختار های منظمی از پلی یول ها شکل می گیرند. یک پیوستگی ضعیف بعلت مشاهده ای که در آنجا نقضان سریعی از پلی یول در سیستم سیال حفاری وجود ندارد، پذیرا شده است.

برای اینکه این حالت مورد نظر باشد، آنجا باید برخی مکانیسم تجمعی و غیرتجمعی (بهم پیوست و ازهم جدا شدن) از پلی یول در سیستم گردش وجود داشته باشد. طبیعت این تجمعات و ثبات آنها در سیالات آبی شدیداً توسط حضور کاتیونهای پتاسیم با پلی یولهای مطمئن کنترل می شود.

- در بیشتر شرایط یک پلی یول منفرد بر روی کلی و در حضور پتاسیم شکل می گیرد.
- کمپلکس های حاصل شونده در آب پایدار می باشند.
- یک کمپلکس شامل دو لایه پلی یول ی، زمانیکه پتاسیم وجود ندارد، تشکیل می شود.
- این کمپلکس کمتر در آب پایدار می باشد.
- مطالعه بر روی بقیه پلی یول ها که منتج به یک همکاری اضافی می گردد از برهم کنش بین مولکول های پلی یول در سطح کلی بدست می آید.

سیال های پلی یولی در اکثر نمونه های شیل خصوصاً در شیل های جوان یا نسبتاً غیرفشرده با مقادیر بالای کلی اثر گذار می باشد. سیستم های حاوی پلی یول برای مثال در مقایسه با سیال حفاری پلیمری حاوی پتاسیم کلراید، باعث بهبود سازی وضعیت های حفره چاه و تولید کنده های حفاری سخت تر که حقیقتاً در سیال حفاری پخش نمی شوند، می شود. این ویژگی ها بارها برای ارائه میزان های بالای حفاری و کاهش حجم های سیالات حفاری که باعث کاهش هزینه های حفاری می شوند، بکار گشته می شوند.

5.3.6: در بالای نقطه ابری شدن

در بالای نقطه ابری گلیکول ها همانند امولسیون ها تا وقتی که فازهای جدا دائماً توسط سیستم گردش، بویژه در محل مته، باهم مخلوط می شوند، حضور دارند. این امولسیون ها منافذ را در سازند مسدود می کنند و از هجوم سیال، و پی آیند آن که ناپایداری در سازندهای حساس به آب می باشد، جلوگیری می کنند.

سیستم گلیکول می تواند به صورتی که کنده های حفاری در ته چاه در ابتدا بالاتر از نقطه ابری سیستم باشند برنامه ریزی شود. یک لایه حفاظتی گلیکولی در اطراف کنده های حفاری در نتیجه ابری زایی (clouding out) گلیکول و در سطح آن ایجاد می گردد.

این عمل از واکنش کنده ها با آب تا زمانیکه آنها به نقطه ای در حفره چاه برسند جلوگیری میکند، یعنی در مکانی که دمای سیال به پایین تر از نقطه ابری کاهش پیدا کند و به گلیکول اجازه بدهد که دوباره در سیال حفاری حل گردد. این هم عمل بازداری افزوده شده ی موجود را در هنگام استفاده این سیستم در شیل های واکنش زا و هم مصرف مقادیر پایین گلیکول را که در جایگاه حفاری دیده می شوند را توضیح می دهد.

5.3.7: پایین تر از نقطه ابری

گلیکول‌ها هنوز عملکرد بالایی را در پایین نقطه ابری اجرا می‌کنند. شواهد میدانی نشان داده‌اند که گلیکول‌ها در پایین نقطه ابری پایداری شیل را بهبود می‌بخشند. همچنین مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که بازدارنده شیل هنگامیکه گلیکول‌های محلول در آب بجای گلیکول‌های غیر محلول در آب مورد استفاده قرار گیرند، بسیار بهتر صورت خواهد گرفت. تفسیری وجود دارد که گلیکول‌ها از طریق مولکول‌های اکسیژن موجود در زنجیره گلیکول بر روی سطح شیل جذب می‌شوند. بمحض اینکه گلیکول‌های محلول در آب وارد سازنده می‌شوند، دمای بالاتر سازنده باعث می‌شود که محلول آب و گلیکول در فاز جداگانه در مکان خود تشکیل یک امولسیون بدهد. قطرات آبگریز گلیکول موجود در امولسیون منافذ شیل را پر و مسدود می‌کنند و از نفوذ بیشتر آب جلوگیری کرده و باعث استحکام شیل می‌شوند.

بنابراین می‌توانیم اضافه کنیم که حفاظت از شیل و محافظت از سازنده اینگونه حاصل می‌گردد:

1. پلی یول آب را از مکان‌های جذب سطحی بر روی کانیهای کلی موجود در شیل جابجا میکند.
2. با مسدود کردن منافذ سازنده با عمل ابری زایی، مانع دخول بعدی سیالات هجومی میگردد.

5.3.8: آسیب رساندن به سازنده

امروزه مطالعات فراوانی را برای ارزیابی اثر گلیکول‌ها در سیالات حفاری و مغزه‌گیری در چگونگی بازگشت تراوایی انجام داده‌اند. این مطالعات هیچگونه تاثیر مضر را در نمونه‌های سازنده آزمایش شده، نشان نداده‌اند. خیلیها پیشنهاد کرده‌اند که حقیقتاً پلی یول صخره تولیدی را از اختلال توسط سیال حفاری ارائه شده، زمانیکه آن در بالای نقطه ابری می‌باشد محافظت میکند. همانطوریکه قبلاً شرح داده شد، تئوری آن است که امولسیون پلی یول سازنده را از نفوذ سیال اضافی یا مسدود کردن منفذ درست در داخل ملاط صخره، همچنانکه ماده در محیط گرم تر ابری می‌گردد، حفاظت میکند. بدین سان که منافذ را در برابر دخول بیشتر و بعدی آب بندی میکند.

در این نقطه، بیشتر اوقات برهم کنش‌های ماده‌ی سرفکتانت/پلیمر (surfactant/polymer interactions) و کمپلکس شدن ماده‌ی سرفکتانت با یونهای یک ظرفیتی (از قبیل پتاسیم موجود در محلول) اتفاق خواهد افتاد. این واکنش‌ها سود مطلوبی را برای حفاظت دراز مدت حفره چاه با عملکردی شبیه مسدود کردن سازنده که افزودنی‌های پلیمر را توصیف می‌کند، عرضه می‌کند. یک مزیت اضافی دیگر ممکن است بازدارنده از کلی‌های درون شبکه‌ای باشد.

سیستم گلیکول می‌تواند برای به حد اکثر رساندن بازدارنده شیل طراحی گردد ولی برای استفاده در مخزن پیشنهاد نگردیده است مگر اینکه یک عملیات تکمیلی سوراخ کردن سازنده (perforated completion) برنامه ریزی شده باشد.

صافاب بازدارنده مانع مهاجرت خاکه‌ها می‌شود و (low static and dynamic fluid loss) حداقل هجوم صاف آب و جامدات را تضمین می‌کند. افزودن کربنات کلسیم که عامل پل سازی می‌باشد میتواند حل شدن در اسید را بهبود بخشیده و اطمینان بدهد که کیک دیواره با بهترین مشخصات ممکن حاصلگردد است.

5.3.9: یک صافاب

زمانیکه قسمتی از ابری شدن پلیپول در محلول آب گریز میشود، یک بهسازی قابل توجهی در کیفیت یک صافاب دیده می شود. آب تمایل به دانه شدن در سطح داشته و یک در صافاب متوسط ساده تر پوست کن می شود.

5.3.10: تمیز کردن چاه

بهره برداری بعد از اسیدکاری و تکمیل چاه ها بالاتر از انتظار بوده است. مناسبانه هیچگونه اطلاعی درباره آلودگی پوستی (skin damage) و مقایسه هایی از مقادیر تولید قبل و بعد از استفاده کردن پلی یول ها موجود نمی باشد.

گمان شده است که مسدود کردن سریع سنگ های ماسه ای با تراوایی ($< 20 \text{ m Darcy}$) توسط پلی یول منجر به حداقل کردن آسیب در مخزن گردیده است. اسیدکاری های بعدی می تواند به ماورای ناحیه نفوذی گرداگرد حفره چاه برسد و به بهتر تمیز کردن چاه و افزایش تولید منجر گردد.

5.3.11: تاثیر مقدار مصرفی گلیکول ها

در کل، پلی یول های افزوده شده در غلظت های کمتر از 5% تاثیر کمی بر روی گرا نروی سیال حفاری دارد. در غلظت های بالاتر، مقدار نوسان در گرانروی با حداکثر رئولوژی که در محدوده دماهای 110 تا 130 درجه فارنهایت بدست آمده است، خواهد بود.

5.3.12: تاثیر بر محیط زیست

حفاظت از محیط زیست یک موضوع مهم جهانی می باشد و موضوعی که در حال تسلط پیدا کردن می باشد، توسعه هایی در بخش سیالات حفاری صنعت نفت می باشد که برای مدتی است که رواج دارد. قانون در بیشتر کشورها وجود دارد که اجازه می دهد اولیای ملی و یا محلی برون ریزی مواد شیمیایی و کنده های حفاری را معمولا از طریق اجازه نامه و یا سیستم پروانه ای قانونمند کنند. اکثریت توجه در سالهای گذشته بر استفاده از سیالات حفاری پایه روغنی و یا مصنوعی متمرکز شده است. تاکیدات، بهرحال، هم اکنون بطرف کنترل سیالات حفاری پایه آبی تغییر جهت داده است.

تاثیرات محیط زیستی از برون ریختن سیالات حفاری پایه آبی و کنده های حفاری در دریا بصورت گسترده مطالعه شده است. داده ها از شماری از مناطق مختلف شرح میدهد که اثر محیط زیستی حداقل می باشد و بصورت عالی و به سرعت در مناطق بعد از جا به جایی دکل حفاری متمرکز می گردد.

سمی بودن سیالات حفاری پایه آبی در زندگی دریایی تشخیص داده شده است که کلا پایین می باشد. علاوه بر آن، رقیق شدن سریع در ستون آب رخ می دهد، بطوریکه غلظت ها بسرعت به سطوحی که تاثیر قابل ملاحظه ای بر روی زندگی کف دریایی ندارد تنزل پیدا می کنند.

اینگونه سیستم‌ها معمولا حاوی محصولاتی که بسیار سمی و یا اینکه دارای مقادیر جزئی از فلزات سنگین باشند، نمی باشند. ماهیت های بالای بازدارنده این سیستم‌ها بدان معنی می باشد که درجات رقیق سازی بسیار پایین می باشد. بنابراین، برون ریز پس ماند سیالات حفاری بصورت مشخصی در مقایسه با هنگامیکه با عملیات حفاری مشابهی که سیستم‌های کم بازدارنده (less inhibitive systems) استفاده می‌کنند، کاهش یافته است. علاوه بر آن، طبیعت ارزشمند فاز آب نمکی آن، انبار کردن و دوباره استفاده کردن سیال را در وضعیت های مرعینی از نظر اقتصادی ممکن می سازد.

در خشکی، توجه مهم نابود کردن آب پس ماند، خصوصا اگر حاوی نمک حل شده باشد، می باشد.

انعطاف پذیری این گونه از سیستم‌ها به آن اجازه می دهد که بدون کلرید و کربا مقادیر پایینی، از جامدات حلال فرمول بندی گردد. تمام تولیداتی که در سیستم‌ها استفاده شده اند از لحاظ زیست محیطی و تحت قوانین جاری قابل قبول می باشند.

5.3.13: ملاحظات محیطی برای حفاری دریا

تاثیر زیست محیطی ایجاد شده توسط سیالات حفاری پایه آبی هم اکنون بسیار زیاد مورد توجه قرار می‌گیرد. در حال حاضر دور ریختن سیال حفاری و کنده های حفاری در دریا معمولا ممنوع می باشد. گرچه چندین کشور دارای قوانین فراگیری که برون ریزی ها را پوشش می دهد میباشند، همچنین بعضی کشورها هم وضعیت های برون ریز صفر (zero discharge) را در مناطق بخصوص تحمیل می کنند.

نظارت کردن محیط زیستی نشان می دهد که گستردگی واقعی منطقه منسوخ شده در زیر یک دکل خیلی کمتر از آنی است که هنگامی که از سیالات حفاری پایه روغنی استفاده شده است.

ارگانیک غنی شده (Organic enrichment) در هر چیزی به گستردگی یکسان اتفاق نمی افتد، و سمیت در ایجاد مشکلات غیر متحمل است بطوریکه سیالات (با آب آمیزش پذیر می شود) رقیق سازی زیاد در ستون آب تجزیه شده است.

هنگامیکه حفاری متوقف می شود، تقریبا مشخص گردیده است که بهبودیافتن منطقه ی تاثیر پذیرفته سریع رخ میدهد (در مقایسه با بیشتر از ده سال برای سیالات حفاری پایه روغن معدنی). قانون در سیالات حفاری پایه آبی هنوز تحت گسترش می باشد، اما بیشتر کشورها هم اکنون درخواست اطلاعات در سمیت، زیست تجزیه پذیر بودن و توانایی انباشت زیستی را دارند.

آنجا همچنین ملاحظاتی بر روی محتوا ای فلزات سنگین دارند (خصوصا در باریت). بهر حال، شواهد پیشنهاد می‌کنند که فلزاتی که مورد ملاحظه می باشند، کلا همانند ترکیبات شدیداً غیر محلول حضور دارند و در انباشت زیستی موجود نمی باشند. دو برون ریز بسیار مهم در جریان حفاری، پس ماند سیال حفاری و کنده های حفاری می باشند. در هنگام حفاری، جامدات حفاری شده ریز در سیال حفاری جمع می شوند و با زمان بطور معکوس بر خواص سیال حفاری و میزان حفاری (ROP's) اثر می گذارند.

این تنها می‌تواند با رقیق کردن کنترل شود، که معمولاً با برون ریزی جامدات بار شده در سیال حفاری یا با استفاده از دستگاه‌های انتقال دهنده جامدات با میزان حداکثری برون ریزی و جایگزین نمودن حجم گم‌گشته با سیال حفاری تازه اجرایی می‌گردد.

بطور کلی، مقدار رقیق‌سازی به نمونه صخره، اندازه چاه، نمونه مت‌استفاده شده، بازدهی دستگاه‌های انتقال دهنده جامدات حفاری، و خیلی مهمتر نوع سیال حفاری انتخاب شده بستگی دارد. همانند یک گروه، پلی‌یول‌های با وزن مولکولی پایین، در پایین بودن سمیت و آسانی تجزیه پذیری، مورد ملاحظه قرار گرفته‌اند.

واقعیتی که آنها حلال در آب هستند بدین معنی می‌باشد که قادرند در ستون آب پخش شده و به سادگی تجزیه شوند. یک خصیصه اضافی از پلی‌یول مورد استفاده در سیال پایه آبی کاهش دادن مقادیر رقیق‌سازی بعلت طبیعت باز آری آنها که حجم کل محصولات سیال پایه آبی را کاهش می‌دهد، می‌باشد.

5.3.14: روش نقطه ابری

این روش استفاده از خواص نقطه ابری پلی‌یول‌ها را ایجاد می‌کند. یک صافاب نمونه در یک استوانه مدرج انتخاب گردید و بر روی یک عامل گرم‌کننده قرار داده شد. دما تا ایجاد نقطه ابری افزایش داده شد. در این نقطه یک جدایی فاز اتفاق خواهد افتاد و پلی‌یول یک مایع گسسته‌ای بر بالای صافاب تشکیل خواهد داد. اگر گسستگی فاز اتفاق نیوفتد، بعد از آن می‌توان شوری صافاب را با افزودن پتاسیم کلراید یا نمک افزایش داد.

غلظت تقریبی پلی‌یول می‌تواند همانند درصدی از کل فاز مایع اظهار گردد. ولی باید تاکید شود که این تنها یک راهنمای تقریبی می‌باشد. سیستم‌های پلی‌گلیکولی کلا دارای وزن کم تا متوسط، و سیستم‌های پالیمری نا پراکنده (non-dispersed) که از الکترولیتی برای فعال کردن نقطه ابری گلی کول استفاده می‌کنند، می‌باشند. هنگامی که گلی کول در محیط با شوری زیاد غیر حلال می‌شود، باعث کمی افزایش در پلاستیک ویسکوسیتی (plastic viscosity) می‌گردد. نقطه ابری دمایی است که در آنجا افزودنی‌های پلی‌گلی کولی از حلال بودن (در دماهای پایین) به غیر حلال شدن در دماهای بالاتر تغییر می‌کنند. دمای نقطه ابری می‌تواند با افزایش شوری (یا الکترولیت‌های دیگر) و یا با افزودن مقدار گلی کول آب شور کاهش یابد.

5.3.15: روش‌های حرکت (پیمایش) لوله‌ها در چاه

استفاده از سیستم گلیکول باعث حفاری یک چاه به اندازه‌ی خواسته شده و یا نزدیک به آن می‌گردد. بنابراین خیلی مهم می‌باشد که قبل از پیمایش لوله‌ها با گردش کامل و کافی سیال حفاری در چاه آن را بخوبی تمیز کرده باشیم. مشکل تنگ بودن (tight hole) چاه می‌تواند در اولین چاه پیمایی در یک چاه جدید مشاهده گردد.

در دکل‌هایی که مجهز به محرک بالایی (top drive) می‌باشند، این یک امر معمول می‌باشد که چند لوله اول در چاه جدید با پمپ کردن سیال حفاری پیمایش (pump out) شوند.

5.3.16: کنترل جامدات

انواع گوناگون سیستم های کنترل کننده جامدات با این سیستم سیال حفاری استفاده میشود. وسایل کارا آمدکنترل کننده جامدات همیشه سودمند خواه ند بود، ولی سیستم زمانی بصورت ناچیز مفید بوده است که دستگاه کنترل کننده مواد جامد با کارایی متوسط یا ضعیف در دسترس باشد. کاهش پخش شدن جامدات و حداقل رسانیدن کور شدن توری ها توسط کلی، سیستم را قابل انعطاف تر از سیستم های پلیمری معمول می گرداند.

5.3.17: مقادیر MBT

یک سناریوی معمول در زمان حفاری کلیهای واکنش پذیر با سیالات حفاری پلیمری معمولی ، مشاهده بالا رفتن سریع (gels and MBT) می باشد که برای کنترل کردن این خواص، رقیق کردن سریع نیز مورد احتیاج می باشد. در سیستم گلایکول، اغلب مشکل معکوس، یعنی (low gels) که در اثر پایین بودن مقدار MBT حاصل می گردند، می باشد که در آن صورت احتیاج به استفاده از افزودنی های مکمل مانند xanthan gum می باشد.

خیلی طبیعیست که تحت چنین محیط هایی مقدار MBT حدود 15 بعد از حفاری 5000 فوت در چاه 17 1/2" و در هنگام حفاری سازندهایی که حامل کلی های واکنش زا باشند، و با حداقل رقیق کردن سیال حفاری همراه اند، مشاهده گردد.

5.3.18: انتخاب وزن سیال حفاری

همانند هرگونه سیستمی، انتخاب سیال حفاری با وزن ناکافی منفعت های این سیال حفاری پایه آبی اصلاح شده را خواهد پوشاند. مزیت اضافی سیستم سیال حفاری اصلاح شده، می تواند با انتخاب یک سیال حفاری با وزن ناکافی از بین برود. در بیشتر حالات، وزن ناکافی مسئله می باشد. در اینجا جایگزینی برای داده های بدست آمده در طراحی کردن یک چاه وجود ندارد.

5.3.19: کنترل PH

سیستم گلایکول در دامنه وسیعی از محیط های قلیایی عمل می کند. بهرحال برای حداقل کردن پخش شدن کلی، یک محیط قلیایی دارای PH در محدوده 8.5 تا 9.5 پیشنهاد می گردد.

5.3.20: طراحی معیارها برای سیالات حفاری پلی گلایکولی

1. مولکول های پلی یول باید به قدر کافی کوچک باشند تا وارد منفذ شبکه شیل جهت تشکیل امولسیون در محل گردند. بعنوان نمونه وزن مولکولی افزودنی ها باید در محدوده 500 تا 2000 a.w.u. باشند. پلی گلایکول های با وزن مولکولی بیشتر از یکصد هزار، بعلت اندازه ی شان، دخولشان به شیل ها محدود می باشد و از این رو در مسدود کردن منافذ شیل موثر نمی باشند.

2. پلی گلایکول ها باید نمایشگر رفتار ابری شدن باشند.

3. دمای نقطه ابری (CPT) محلول پلی گلیکول باید با منطبق شدن با حرارت گردش‌ی ته چاه BHCT هماهنگ باشد، تا بتواند بطور کامل با شیب دمای (temperature gradient) بین حفره چاه و سازند هماهنگ گردد (BHST دمای حرارت ته چاه در حال ایستا).

دمای ابری شدن/CPT به‌طرق مختلف ممکن است تغییر یابد:

- همانطور که پلی گلیکول‌ها با ترکیب شیمیایی متفاوت دارای نقطه ابری مختلفی هستند، بهترین پلی گلیکول ممکن است برای دسته‌ای از محیط‌های مختلف انتخاب شود.
- دمای نقطه ابری ممکن است با مقدار نمک سیال حفاری تحت تاثیر قرار گیرد. یادآوری می‌گردد که هم‌تا کردن دمای نقطه ابری با دمای گردش‌ی ته چاه (BHCT) ممکن است در زمانیکه یک بخش طولانی شیل با افزایش مستمر دمای گردش‌ی ته چاه حفاری می‌شود، مشکل باشد.

در اینجا دو روش برای درگیر شدن با این مشکل وجود دارد:

1. سیال حفاری حاوی مخلوطی از پلی گلیکول‌ها با نقاط ابری متفاوت باشد، طوری که گلیکول‌ها در هر دمای ایستای ته چاه (BHST) ابری شوند.
2. نمک موجود در سیال حفاری در زمان حفاری آن بخش کاهش یافته باشد: کاهش دادن شوری دمای ابری شدن در گلیکول‌ها را افزایش خواهد داد.

6.0 شرح مواد سیستم گلیکول

گلیکول: که قبلا مورد بحث قرار گرفته است.

پتاسیم کلراید: پتاسیم کلراید می تواند در غلظت های مختلف از 0 تا 80 پوند در بشکه استفاده گردد (تا نقطه سیر شده). محصول معمولا در شکل سیر شده خود جهت ساده کردن لوجستیک/تدارکات برای درخواست های عملیاتی دریا با کشتی ارسال گردد. کلا میزان بازداری با افزایش غلظت پتاسیم کلراید افزایش می یابد.

چاه های فراوانی با استفاده از پتاسیم کلراید سیر شده مهندسی گردیده بودند. در این چاه ها تنها یک افزایش اندکی در بازداری شیل مشاهده گردیده است. در وضعیت های اشباع شده، در اینجا همچنین پتانسیلی برای شکنندگی سازند به علت حرکت آب از سازند به درون سیال حفاری وجود دارد.

علاوه بر آن، مقادیر بالای کلراید می تواند بر ارزیابی نمودار (log evaluation) در بخشهای مخزن اثر گذارد. یک سازش مناسب در بازداری، لوجستیک، و اقتصادیات در استفاده کردن از پتاسیم کلراید نگهداری غلظت در محدوده 25 تا 40 پوند در بشکه 25 - 40 lbm/bbl حاصل گردد.

لازم است یادآوری گردد که غلظت کلراید در نقطه ابری سیستم پولی یول اثر می گذارد و این نکته باید در زمان انتخاب کردن غلظت نمک ملاحظه گردد.

PAC-L: پلی آنیونیک سلولز کم گرانو، درجه ای از عمل کپسول سازی پلیمر را مهیا می کند، ولی عملکرد اصلی آن کنترل کردن صافاب (API filtrate) می باشد. پلی آنیونیک سلولز کم گرانو همانند عامل کنترل کننده صافاب، بهره دهی کمی در غلظت دادن به سیستم را نیز دارد. مقدار استفاده آن با میزان درخواستی صافاب و کل شوری سیال حفاری متغیر می باشد. معمولا میزان درمانی آن از 1.43 تا 5.7 کیلوگرم بر متر مکعب و یا 0.5 تا 2.0 پوند بر بشکه نتایج مورد نظر را به دست می کند.

PAC-R: عملکردهای نمونه معمولی پلی آنیونیک سلولز در مشابه شبیه نمونه کم غلظت آن می باشد، علاوه بر آن همچنین تولید ویسکازیتی هم می کند. درصد PAC-R به PAC-LV درجه ی گرانو به صافاب مورد نظر را کنترل می کند. PAC-R سطح قابل ملاحظه ای از (high shear viscosity) را ایجاد میکند ولی در تولید (gel strength) اثر کمی را دارد. به طور متداول (gel strengths) در یک سیستم معمولی پلیمری، تا اندازه ای توسط کلی های سازند هنگام حفاری یک منطقه واکنش زا حاصل می گردد.

بهرحال، سطح بالای بازداری (inhibition) حاصل شده توسط گلیکول (گلیکول اثر) باعث کاهش افزایش (gel strengths) میشود. در چاه های اخیر، مقدار استفاده PAC-R در مساعدت با xanthan gum polymer کاهش یافته است. بهبودی حاصل در تمیز کردن چاه نتیجه مستقیمی از این تعوی میباشد. جهت کاهش صافاب یا افزایش گرانو معمولا 1.43 تا 5.7 کیلوگرم بر متر مکعب (0.5 تا 2.0 پوند در بشکه) ضروری میباشد.

Xanthan gum: این ماده جهت افزایش گرانروی و (gel strengths)، و بخوبی برای کمک به معلق کردن مواد وزن افزا و کنده های حفاری استفاده می شود. مصرف معمولی آن حدود یک پوند در بشکه (1PPB) برای دست یابی به یک گرانروی قیفی (35-38 sec/qt) می باشد.

PHPA: وزن مولکولی بالای این ماده برای کپسول سازی و کاهش پخش شدن کنده های حفاری و متورم شدن آنها، طراحی گردیده است. اضافه کردن یک پلیمر PHPA برای خواص رئولوژیکی یک سیال حفاری پر از جامدات یک بازدارنده می باشد و درمان کننده نیست. اگر پالیم PHPA به یک سیستم پر از جامدات اضافه گردد، این عمل باعث افزایش گرانروی ها می شود.

Caustic soda: کاستیک سودا معمولا برای کنترل PH و الکالیتی استفاده می شود. کاستیک سودا حلالیت کلسیم و همچنین غلظت منیزیم را در سیالات حفاری پایه آبی کاهش می ده د.

آن را از طریق مخلوط کننده قیفی سیال حفاری اضافه نمیکنند. آن را در یک بشکه مواد شیمیایی حل کنید. یک کیسه باید خیلی آهسته و با دقت در مخلوط کردن، به 50 گالن آب در بشکه مخصوص مواد شیمیایی اضافه گردد. کاستیک سودا یک ماده خورنده می باشد و باید با احتیاط خیلی زیاد حل گردد.

Barite: باریم سولفیت ($BaSO_4$)، که معمولا به عنوان باریت شناخته می شود برای افزایش وزن تقریبا در تمام نمونه های سیالات حفاری استفاده می شود. آن از لحاظ شیمیایی نسبت به همه افزودنی های سیال حفاری خنثی می باشد.

یاد داشت: یادآوری میگردد که مواد بالا برای نمونه ذکر گردیده است، و بستگی به نیاز و خواص سیال حفاری مورد نظر مواد دیگری را نیز در اینگونه سیستم ها میتواند مصرف کرد. ولی باید در نظر داشت که باید با سیستم سازگار باشند.

7.0 تخلیه شیمیایی

روش‌های معمولی برای اندازه‌گیری مقدار مایع روغن ی تخلیه شده با کنده های حفاری موجود می باشد. اندازه گیری های مشابه برای ثبت مقدار کل سیال حفاری پایه آبی تخلیه گردیده هم اکنون در دسترس می باشد.

استفاده از سیستم گلیکول تاثیر چشمگیری در کاهش مقدار مواد شیمیایی تخلیه شونده داشته است. میزان های معمول دور ریختن در دریا برای سیستم های سیالات حفاری پایه آبی در پایین نشان داده شده است.

نمونه تصاویر تخلیه های دریایی برای سیستم های پایه آبی	
Glycol system / سیستم گلیکولی	0.4 – 0.8 bbls/ft
KCl Polymer / سیستم پالمری پتاسیم کلرید	0.8 – 1.5 bbls/ft
GYPSUM / جیپسوم (گچ)	2.0 – 4.0 bbls/ft

8.0 لجستیک برای عملیات دریایی

برای عملیات حفاری دریایی بیشتر سیالات حفاری پلیمری را در خشکی و در جایگاه های مخصوص آماده سازی سیالات (mud plant) از قبل بصورت غلیظ مخلوط کرده و بعدا توسط کشتی به دریا ارسال می کنند.

استفاده کردن از سیستم گلیکول منتج به کاهش حجم زیادی از سیال حفاری میشود و در بعضی مناطق این کاهش حجم ها به 40% تا 70% می رسد.

9.0. خلاصه

گلیکولها (GLYCOLS) چه هستند:

گلیکولهایی که در صنعت نفت استفاده می‌شوند، گلیکولهای حقیقی نیستند. گلیکولهای واقعی مولکولهایی هستند که شامل دو گروه هیدروکسی بوده و بنابراین همانند دیولها (DIOLS) شناخته شده‌اند.

ساده‌ترین اینها اتیلن گلیکول (ethylene glycol) می‌باشد که معمولاً بعنوان ضدیخ استفاده می‌گردد. اصطلاح صحیح علمی آن گلیکول اتر (glycol ether) می‌باشد.

گلیکولهایی که در سیالات حفاری استفاده شده‌اند بصورت صحیح‌تر به همانند الکل الکوکسیلاتها (alcohol alkoxylates) اشاره می‌گردد و از لحاظ شیمیایی بیشتر به اثرها تا گلیکولها رابطه دارند، از این رو به آنها بعنوان گلیکولهای اتری اشاره می‌گردد.

چگونه ساخته شده‌اند:

این مواد پلیمرهای حاصل از واکنش اکسیدهای اتیلن، پلی اتیلن یا بوتیلن (با مخلوطی از هر کدام از اینها) (ethylene, propylene or butylene) با الکلها می‌باشند. مواد تولید شده می‌توانند بصورت گسترده‌ای دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت باشند و این موضوع بستگی به درجه پلیمریزاسیون (degree of polymerisation) و مواد شروع کننده (starting materials) مورد استفاده دارد.

استفاده‌های دیگر:

گلیکولها بصورت گسترده در صنایع دیگر و جایگه مشخصات (solvency and surfactancy) آنها شناخته شده است، را دارند.

خواص فیزیکی گلیکولها:

خواص فیزیکی گلیکولها می‌تواند م تفاوت باشد و بصورت مشخص به چگونگی روش تولید آنها بستگی دارد. برای اهداف سیالات حفاری، یکی از بهترین خواص آن محلول بودن در آب می‌باشد. برای صحیح عمل کردن همانند نقطه ابری گلیکولها، آنها باید در دمای اتاق در آب قابل حل باشند، که این بصورت موثر وزن مولکولی را بین 1000 تا 2000 و بسته به نوع گلیکول محدود میکند. گلیکولهای با وزن مولکولی بالاتر معمولاً درخور گراندروی بالا هستند که این مسئله منجر به یک عامل بالقوه برای مشکلات عملیاتی می‌شود. این معمولاً یک مشکل نمونه‌ی نوعی برای مواد سیالات حفاری نمی‌باشد.

بعلاظرفیت بالای اکسیژن آنها، گلیکولهای با پایه ETHYLENE، حلالیت بیشتری در آب دارند و دارای نقطه‌های ابری بالاتری از مواد پایه‌ای پروپیلن می‌باشند. آنها همچنین دارای خاصیت زیست تجزیه پذیری بیشتری نیز هستند.

طرز کار گلاکول ها:

گلاکول ها دارای خواص مواد فعال در سطح (surfactant) بوده و از این رو قادر به جذب شدن بر سطوح دارای شارژهای مناسب می باشد. این ها شامل کلی ها و شیل ها و در حد کمتری فلزات می باشند.

جذب مستقیم بصورت خیلی موثرتر زمانیکه گلاکول ها در حالت محلول می باشند اتفاق می افتد. نتیجه آن جلوگیری از متورم شدن کلی های واکنش زا می باشد.

معیارهای آزمایشگاهی نشان داده است که مکانیسم های جذب سطحی در نزدیک به نقطه ابری یا در آن نقطه، زمانیکه رقابت بین آب و شیل برای پیوستن به گلاکول در جریان است که در این صورت انتخابی که مورد علاقه بیشتر است، شیل می باشد.

به این علت ، برای بدست آوردن بهترین نتیجه از گلاکول در سیال حفاری، لازم است که آن بخوبی کارشناسی گردد. استفاده نادرست از گلاکول بسادگی می تواند علت بسیار موثری برای افزایش هزینه در سیال حفاری با عملکردی بدون سود و یا باسود ناچیز باشد.

دماهای گردش سیال حفاری، دمای سازند ها و درخواست مقدار شوری سیال حفاری، همگی باید در زمان انتخاب نمونه و مقدار گلاکول که باید به سیستم اضافه شود، بخوبی ملاحظه گردند.

روش های کنش گلاکول:

رفتارهای مختلف در پایین نقطه ابری، گلاکول در حالت محلول و حتی به صورت پخش شده در سیستم، بازداری از متورم شدن توسط جذب سطحی همانند مولکول های انفرادی بر روی خرده های کلی.

در بالای نقطه ابری، گلاکول در حالت معلق همانند یک امولسیون ضعیف، ایجاد یک لایه پوششی سطحی بر روی دیواره مجرای چاه و بر روی کنده های حفاری نزدیک به ته چاه ، و همچنین در کاهش و یا جلوگیری از نفوذ صافاب و انتقال فشار، نقش دارد.

بهینه سازی نقطه ابری:

نقطه ابری باید:

1. بالاتر از دمای خط جریان خروجی چاه (flow-line) بین دمای در حال گردش ته چاه (BHCT) و دمای سازند زیر مته باشد تا باعث اجتناب از جداسازی فازی شود.

2. نقطه ابری باید:

توسط یک یا سه مکانیسم مانند "تغییر در غلظت گلاکول، تغییر در شوری، تغییر در نوع و ترکیب گلاکول تنظیم گردد".

ناپایداری حفره چاه در شیل‌ها یک مشکل بسیار ویژه در عرصه حفاری چاه‌های نفت و گاز می‌باشد. بدنه‌های شیل به دلایل گوناگون تخریب می‌شوند. اینها شامل این موضوعات بوده ولی محدود به آنها نمی‌شوند:

کافی نبود حمایت وزن سیالات حفاری و یا افزایش دادن فشار درون منفذ که از نفوذ صافاب سیال حفاری (معمولا از سیالات پایه آبی حفاری) نتیجه می‌شود.

نفوذ کردن سیال باعث تغییر ترکیب مایع درون منفذ شیل توسط جریان هیدرولیک یا از نتیجه دادن فرایندهای نفوذ مواد شیمیایی، حاصل می‌شود. این معمولا باعث ضعیف شدن و خراب شدن شیل نزدیک به جداره حفره چاه می‌گردد.

برخی از یونهای موجود در محلول صافاب درجه‌ای از بازدارندگی را نشان داده است که منجر به درجه‌ای از استحکام شیل‌های خاصی شده و مانع تخریب بیشتر آنها می‌شود. اما این نفوذ تنها می‌تواند یک بخشی از حل مشکل باشد.

لاشه‌های شیل نفوذپذیری خیلی پایینی را نمایش می‌دهند، (10-12 to 10-6 Darcys) و بنابراین، نباید نفوذ صافاب گل معمولی را زمانیکه در معرض سیال حفاری پایه آبی قرار گرفته است، تجربه کنند.

برخلاف یک سیال حفاری روغنی که سطح شیل را با یک غشای نیمه تراوا که نفوذ آب عاری از یون را کنترل می‌کند، گل حفاری پایه آبی به سبک مختلفی عمل می‌کند.

در ماسه سنگ، هجوم صافاب می‌تواند با قابل تراوایی بودن کیک سیال حفاری کنترل گردد. با نبود هیچگونه فیلتر کیک رسوب شده بر روی سطح شیل حفره چاه، صافاب سیال حفاری حاوی یونهای مختلف محلول، آزاد است که در منفذ کانال‌ها نفوذ کرده و شیمی و سختگی شیل را تغییر دهد.

پلی گلیکول‌ها خانواده‌ای از مواد شیمیایی را ارائه می‌کنند که زمانیکه در آب پخش می‌شوند، یک دمای وابسته را نمایش می‌دهند که نتیجه آن توانایی آنها را در مسدود ساختن منفذ کانال‌های لاشه‌های شیل می‌باشد و بدین طریق دخول سیال را کاهش می‌دهند.

محصولات دو فاز پلی گلیکول در نتیجه کارایی نمونه‌ای از آب شور، غلظت و دما نامحلول می‌شود.

هنگامیکه وضعیت‌های صحیح ارائه می‌گردند، پلی گلیکول می‌تواند از حالت محلول به، همانند ابری از قطرات میکروسکوپی پدیدار گردند. دمایی که در آن این مسئله رخ می‌دهد، می‌تواند با نوع و غلظت یونی فاز آب متفاوت باشد، که این به دمای نقطه ابری (CPT) سیال مربوط می‌شود.

این مولکول‌های پلی گلیکول وارد منفذ کانال‌های شیل شده و بطور موثر دخول بعدی سیال را مسدود می‌کند.

نمونه شوری و غلظت در ترکیبی با یک گلیکول خاص می‌تواند تولید یک دمای نقطه ابری را بکند که با دمای شیل در زمان تماس در حفره چاه همگون باشد.

چونکه در حفره چاه و در هر زمانی می‌توان با شیل روبرو گردید، و بعلاوه آنکه حرارت با عمق و شیب دمای زمین متغیر است، لازم می‌شود که دمای نقطه ابری CPT گلیکول مورد استفاده با دقت پیش بینی گردد.

دمای نقطه ابری CPT انواع گلیکول‌ها را می‌توان در آزمایشگاه‌ها و در انواع مختلف آب نمک‌ها و با غلظت‌های مختلف اندازه‌گیری کرد.

این داده‌های بدست آمده برنامه ریزی یک سیال خاص گلیکولی/نمک برای راضی شدن در وضعیت‌های خاص حفره چاه را اجازه می‌دهد.

10.0 مکانیسم های بازدارندگی شیل توسط سیستم‌های گلیکولی

این یک سیستم پایه آبی بازدارنده ای قوی می باشد که برای روبرو شدن با هدف های مشکل حفاری با حداقل تاثیر بر محیط زیست طراحی می شود. این سیستم فن آوری سیال حفاری را به هدف نهایی سیال حفاری پایه آبی با عملکردی نزدیک تر به سیالات حفاری پایه روغنی حرکت می دهد.

بعضی از مشخصه های این سیستم را میتوان بصورت زیر خلاصه کرد:

- استحکام عالی حفره چاه و کامل بودن کنده های حفاری، و مرطوبی می سازد که کنده های حفاری در فضای حلقوی چاه پخش نمی شوند.
- روان کننده گی عالی
- آسیب نرساندن به مخازن حساس
- پایین بودن رقیق گشتن و هزینه های پایین درمان کردن
- محافظت کردن در برابر گیرافتادن لوله ها، روان کننده گی عالی و کنترل صاف آب توسط این سیستم منجر به کاهش گشتاور و کشش (torque and drag) و محدود کردن خطر گیر کردن لوله ها بصورت دیفرانسیل (differential sticking) می شود.
- تاثیر ناچیز بر محیط زیست

شیل ها معمولا رسوباتی بهم فشرده شده و شامل مقدار قابل ملاحظه ای از کانی های رسی همراه با کوارتز، فلدسپارها و کربنات ها می باشند. از لحاظ سنگ شناسی (Lithologies) گرایش به داشتن تخلخل نسبتا بالا و قابل تراوایی های (permeabilities(nano-darcies)) خیلی پایین می باشند.

ناپایداری شیل ممکن است توسط یک یا چند حالت زیر صورت گیرد:

- جذب سطحی آب
- فشار ثقل طبقات بالایی/لایه سربار (Overburden pressure)
- فشار منفذ
- فشار تکتونیک/زمین شناختی (Tectonic pressure)

نمونه های مختلف شیل زمانیکه با سیالات حفاری پایه آبی در تماس باشند واکنش های متفاوتی دارند. پایداری شیل بستگی به مقدار کلی، نمونه کلی، مقدار آب، شیمی آب منفذ، کاتیون های مشترک با مبادلات مکانهای کلی و تاریخ دفن زمین شناختی آن دارد. آن بطور کلی پذیرفته شده است که فشار متفاوت بین سیال حفاری و طبقه شیل عامل عمده ناپایداری حفره چاه می باشد. این وضع ناپایداری شیل هنوز در معرض توجه بسیاری قرار دارد. تحقیق جهت دست یابی به علت ها و کاهش اثرات ناپایداری شیل توسط گروه های مختلفی انجام شده است و پیشرفت هایی نیز بصورت واضح حاصل گردیده است. دیدگاه عرفی که هم اکنون مورد توجه میباشد که قدم اول در فرآیندی که منجر به ناپایداری می شود نفوذ صاف آب سیال حفاری در زمانیکه سیال حفاری پایه آبی و شیل با هم برخورد می کنند، می باشد. (فرض بر این است که فشار هیدروستیک اعمال شده توسط سیال حفاری بیشتر از فشار منفذ می باشد).

این هجوم، فشار منفذ در شیل را افزایش می‌دهد و باعث افزوده شدن موثر تنش میشود که می‌تواند توسط خودش، منجر به گسیختگی حفره چاه شود. همچنین، "مگر اینکه صاف آب پتانسیل شیمیایی مشابه (فعالیت آب) همانند سیال اصلی منفذ را دارا باشد"، آبدار شدن شیل (که منجر به متورم شدن و پخش شدن آن می‌گردد) محتمل می‌باشد. برای کاهش دادن هجوم، آن بسیار مهم می‌باشد که وزن سیال حفاری را در کمترین حدی که حاشیه امن گفته میشود، نگهداری کرد. برای کاهش متورم شدن و پاشیدن، مواد شیمیایی مطمئنی مانند گلی کول ها، پالمیرها و نمکها میتوانند مورد استفاده قرار گیرند.

10.1. فعالیت آب

شیل ها با دو مکانیسم گوناگون یعنی ، فشار آبدار شدن شیل و فشار اسمزی آب جذب می‌کنند (shale hydration pressure, osmotic pressure).
آخری زمانیکه وضعیت های مناسب برای تراوندگی/اسمز مطلوب باشند، همچون؛ وجود داشتن یک غشای نیمه تراوا (semi-permeable membrane) در میانجی شیل و سیال حفاری.

شوری های متفاوت بین آب منفذ شیل و فاز آبی سیال حفاری ، وجود دارد. دوره ی فعالیت آب، تعریف از کل شوری آب نمک میکند و مقدار آب آزاد موجود در یک سیال حفاری برای واکنش های اب جذبی را شرح میدهد. فعالیت آب یک شماره بدون بعد (dimensionless number (0-1) می باشد، که در آب تازه بدون کون فعالیت محدود یک دارد. بنابراین ، جهت فشار اسمزی ی آبدار شدن در شیل ها با رابطه ی فعالیت های آب حلال ها در سیال حفاری و شیل کنترل شده است.

اگر فعالیت آبی شیل پایینتر از آبی باشد که در سیال حفاری است، سپس آب از سیال حفاری دارای شوری پایین تر تا زمانیکه فعالیت های آب برابر شوند از عرض غشای نیمه تراوا (همانند شیل و یا فیلتر کیک)، عبور می کند.

به همچنین، حل شده ها ((آنیون و کاتیون ها (anions and cations)) از غشای نیمه تراوا در جهت های مخالف عبور می کنند. نتیجه آن است که شیل آب آزاد بیشتر ی برای آب دیدگی، متورم شدن و سرانجام ورشکستن در دسترس دارد. سیناریوی ایده آل آن است که مطمئن باشیم در اینجا هنگامیکه در درون یک بخش شیلی واکنش زا حفاری می کنیم ، شیب تراوایی (osmotic gradient)، وجود ندارد. این بدان معنی است که مطمئن باشیم که فعالیت آب (شوری) سیال حفاری همانند آبی است که در سیال حفره موجود در شیل می باشد.

در حقیقت انجام دادن آن مشکل است و تمرینات بیشتر برای دست یابی سودمند به جابجایی هیدرولیک ریزش درونی به شیل با یک جریان برگشتی تراوشی مشکل می باشد. بصورت خلاصه، بهتر است تضمین شود که فعالیت آب سیال کمتر از آبی است که در شیل موجود است، از این رو افزایش دادن آب زدایی همانند اندازه ی متضاد آبدار شدن باشد.

جریان تراوشی برگشتی با بالا بردن شوری سیستم با نمک های بسیار حلال حاصل می شود. این موضوع کلا در سیستم گلی کول با استفاده از پتاسیم کلرید و یا سدیم کلرید حاصل می گردد.

10.2 تبادل یونی

پذیرفتن اینکه در حفاری نامتعادل که مقداری آب به درون بافت شیل با حداکثر یا کمترین نیرو نفوذ خواهد کرد اجتناب ناپذیر می باشد، فعالیت برای کاهش دادن آلودگی باید به طراحی کردن شیمی الکترو لیت سیال حفاری آدرس داده شود.

کانی های کلی، در طی یک فرآیندی از استخلاف هم ریخت/جانشینی هم شکل از آلومینیم یا مگنزیوم در شبکه ساختمانی (isomorphous substitution of aluminium with magnesium in the lattice structure)، تمایل به داشتن یک شارژ منفی روی هم رفته بر روی سطوح اساسی خود دارد.

کاتیون ها/یونهای مثبت (بطور نمونه کلسیم کلسدیم) برای جبران این کمبود شارژ کاتیونیک بر روی سطوح اساسی جذب گردیده اند. کل مقدار کاتیون هایی که جهت ایجاد توازن شارژ جذب شده اند، به عنوان حجم تبادل یونی (CEC)/(cation exchange capacity) ارجاع داده شده است و بطور نمونه در معادلات میلی (milli-equivalents) در صد گرم از رس خشک اظهار شده است.

نوسانات مقدار CEC به نمونه های خاص کلی حاضر در شیل ها بستگی دارد. (CEC شیل شاخص خوبی از مقدار و نمونه کانی های کلی موجود آن می باشند).

یک کلی قابل انبساط همانند مونتموریلونیت (Montmorillonite) که دارای ارزش بالایی از CEC می باشد، در حضور آب بخوبی متورم میشود، خصوصاً زمانی که یونهای سدیم جایگاههای تبادل را اشغال می کنند.

سالیان متمادی است که تشخیص داده شده است که یونهای پتاسیم تاثیر مشخصی در جلوگیری کردن از جذب آب در کلی های انبساط پذیر همانند مونتموریلونیت دارند.

شعاع یونی آب پوشیده/آب دیده نسبتاً کوچک یون پتاسیم (hydrated ionic radius) به آن اجازه گنجیده شدن محکم را در درون فضاهای خالی ورقه های چهار ضلعی سیلیکات (tetrahedral silicate sheets) که شبکه کلی را آرایش داده اند، میدهد، که منتج به تماس معنی دار و کشش حداکثری الکترواستاتیکی (electrostatic attraction) می گردد.

شعاع یونی آب پوشیده سدیم، در مقایسه، خیلی بزرگتر است و بنابراین ، کشش الکترواستاتیکی از هسته آن بعلت اینکه قبلاً توسط مولکول های آب که آن را محاصره می کنند، محافظت شده ، ضعیف تر است، از این رو، زمانی که در معرض آب قرار می گیرند تمایل بیشتری به گسترش دارند.

هنگامیکه لایه های کلی بعلت جذب آب و متورم شدن کاملاً از هم جدا می شوند، تبادلی از یون ثابت شده توسط پتاسیم، متورم شدن را معکوس نمی کند ، چونکه کشش الکترواستاتیکی بین یون و لایه های کلی منبسط شده با بارمنفی، کافی نمی باشند.

10.3 کپسول گذاری

پالیمرها با بار منفی و وزن ملکولی بالا مانند (PHPA) (partially hydrolysed polyacrylamide) بر روی لبه های بار دار مثبت قطعات کلی واگشته/بدون پوشش جهت تشکیل یک پوشش دهنده ی ژله مانند غلیظ جذب می شوند، که باعث مسدود و آب بندی کردن منافذ و درزها خواهد شد و از این رو حرکت آب به درون شیل را کند می گردانند.

همچنین، این پالیمرها نقش برجسته ای در تقویت کردن سطح شیل بازی می کنند، هم بطور آن در برابر خراشیدگی مکانیکی مقاومت می کند.

بعلت حقیقت مسلمی که پالیمرها کپسول ساز با سطح شیل ها واکنش می کن ند آن منصفانه است که فرض شود که آنها همانند باز دارنده های آب ، پوششی بر روی کنده های حفاری که دارای مساحت های سطحی بزرگ و لبه های شکسته بیشماری با بارهای مثبت می باشند، ایجاد می کنند.

این فرآیند فوق العاده سودمند است ، هنگامیکه کنده های حفاری قبل از جابجایی از حفره چاه توسط الک های لرزان در معرض شدید نیروهای مکانیکی و فیزیکی شیمی در فضای حلقوی قرار دارند که ممکن است باعث شود آنها از هم بپاشند و به سرعت درون سیال حفاری پخش گردند و به اندازه ای گسترش یابند که آنها توسط دستگاههای کنترل جامدات جدا نگردند و بعد از آن بصورت قابل توجهی برخواص سیال حفاری اثر گذارند.

(PHPA) های بسیار مفید دارای ترکیبات آنیونیکی (Acrylate) به مقدار 30 تا 40 درصد می باشند. این پالیمرها/بسپارها (polymers)، کوپالیمرها/همسپار هایی (Copolymers) از پلی آکرایلامید و پلی اکری لایت (Polyacrylamide and Polyacrylate) می باشند. در کل، وزن ملکولی بالاتر، تمایل بیشتر جذب سطحی برای بسپار (Polymer) می باشد.

بیشترپالیمرها (PHPA) استفاده شده درسیالات حفاری بصورت تاریخی وزنه های ملکولی بیشتر از دوازده میلیون داشته اند. هنگامیکه بازده جذب سطحی ممکن است بامواد دارای وزن ملکولی بالاترافزایش یافته باشد، این مواد با وزن ملکولی بالا بر رآلوژی (rheology) اثرمیکنند و وزن سیال حفاری مورد مصرف را در محدوده 13 تا 14 پی پی جی محدود می سازند.

حتی در این وزن های سیال حفاری، اغلب از پالیمر کپسول ساز با مقادیر پایین تر از حد مطلوب استفاده شده است. یک توافق، استفاده از افزودنی های با وزن ملکولی پایین تر هنگامیست که یک غلظت مطلوب مورد نظر می باشد.

تجربه ی میدانی نشان داده است که آن بیشتر سودمند است که پالیمرها کپسول ساز با وزن های ملکولی کمتر از دوازده میلیون استفاده گرد ند، چونکه آنها ساده تر مخلوط می شوند و احتمال اینکه نابهنگام توسط توری های الک جابجا شوند کمتر می باشد.

10.4 مکانیسم های باز داری پلی یول هل

مکانیسم های باز داری شیل که توسط موادی مانند پالمر های کپسول ساز، نمک ها و کاتیونها فراهم می شوند، برای سالیان متمادی مطالعه شده و بخوبی شناخته شده اند.

عمل باز داری مانند تثبیت کننده شیل که توسط پلی یولها فراهم گشته، بخوبی درک نشده است، و حالا از زمانیکه مشخص گشته که این مواد بخوبی در میدان عمل می کنند، مورد توجه خاص قرار گرفته اند.

پلی یول پایدار کننده شیل همانند یک الکل اتوکسیلیت پالمریزه (polymerised alcohol ethoxylate) توصیف شده است. پلی یول یک دوره جامعی است که برای شرح ترکیبات عالی که حامل گروه های هیدروکسید (OH) های چند گانه می باشند، که بسیاری از آنها در سیالات حفاری بعنوان پایدارنده های شیل در خواست دارند، استفاده گردیده است. (جدول پایین)

توجه های اخیر بر روی گلی کول های پولی الکلین (polyalkylene glycols) یا (PAGs) متمرکز شده است. بطور کلی این پالمر ها شامل یک سری از واحد های الکلیل (alkyl) که توسط اتم های اکسیژن (اتصالات اتر) و پایان بخش به عاملیت های هیدروکسیل، پل زده شده اند.

مثال هایی از PAGs های تجاری موجود (بعضی مواقع همانند پلی گلی کول شرح داده شده اند) را میتوان مانند همبسیار (Copolymers) های اتلین اکسید و مونومرهای پرو پیلن اکسید (propylene oxide monomers) نام برد.

پالمرهای اتلین اکسید (EO) حلال در آب می باشند و پالمر های پروپیلن اکسید (PO) غیر حلال در آب بوده و آب گریز می باشند، و آن در صد PO,EO، و شمار واحد ها (monomers) و توزیع آن می باشد که کمک مفیدی را در بالا بردن خواص (PAGs) دارد.

پولیولهای معمولی			
Description	Glycols	Glycerols	Sugars
Examples	C ₂ H ₄ (OH) ₂ Ethylene Glycol	C ₃ H ₅ (OH) ₃ Glycerol	C ₆ H ₇ O ₅ (OH) ₅ Glucose (Molasses)
Polymerised Derivatives	Polyalkylene Glycols (PAGs)	Polyglycerols	Polysaccharides

اگر توزیع واحدهای EO و PO بصورت تصادفی انجام شده باشد، آنها کلا همبسیاری های/پالمرهای نامنظم EO/PO نامیده میشوند. **وزن ملکولی PAGs استفاده شده در سیالات حفاری معمولا کمتر از 2500 می باشد.** باز داری با وزن ملکولی افزایش پیدا می کند اما محدوده بالای آن توسط حلالیت و ویسکاسیتی حاصل از غلظت پلی یول تعیین می شود (که در استعمال آن تاثیر می گذارد). مشکلات دیگر که بعلاوت ویسکاسیتی بالای سیال حفاری رخ میدهد زمانبست که پولیول های با وزن ملکولی بالا استفاده شده باشند (بیشتر از حد مجاز 3%).

بعضی از PAGs ها در حرارت محیط در آب محلول هستند اما تا اندازه ای در حرارت بالاتر غیر حل‌اند و محلول ابری می شود. این خاصیت حلالیت معکوس، خاصیت بیشتر مواد غیر یونی می باشد، و دمایی که آنها در آن غیر حلال می شوند و تشکیل یک فاز امولسیون شده ابری جداگانه می ده ند دوره ابری شدن می باشد، **دمای نقطه ابری با موارد زیر تعیین می شود:**

"درصد EO و PO، کسر بزرگتری از مول EO نقطه ی ابری بالاتر، درجه تصادفی یا پخش مونومرهای EO/PO در ملکول، ترکیب یونی فاز آب، یعنی ماهیت و غلظت نمک"

اصطلاح TAME (Thermally Activated Micro Emulsion) برای توصیف خاصیت نقطه ابری گلی کول های پلی الکلین استفاده می شود.

مکانیسم های دقیقی که توسط آنها پولی یول ها مانع متورم شدن و پخش شدن کلی ها میشوند بصورت شفاف درک نشده اند. **در پایین شرح مختصری آورده شده است:**

پلی یولها رفتار ابری شدن را نمایش می دهند گر چه ایجاد بازداري را با کاهش دادن صاف آب و انتقال فشار منفذ بهبود می بخشند. قطرات ریز امولسیون که تشکیل می شوند در کاهش دادن صاف آب فشار بالا که در دماهای بالای نقطه ابری حاصل می شوند موثر می باشند. این اثر بدون شک کمک میکند، مگر اینکه شیل حامل شکافهای نازک باشد، مکانیسم مسلط برای انتقال آب، احتمالاً باید نفوذ باشد و نه صاف آب. استفاده از هر دو نمونه پولی یول در درخواست های میدانی نشان داده است که، در کل در آنجا تفاوت بزرگی در کارایی نمی باشد. بنابراین، این پیشنهاد خواهد کرد که ابری شدن گلیکول ها در مجاورت سطوح رس جایی که مقدار نمک و شیب الکتریکی میدان زیاد است، ابری می شوند.

آن باید یادآوری گردد که تمام پولی یول های بازدارنده نمایش دهنده اثرات همنیروزادی (polyols exhibit synergistic)، با بازدارنده های چاره گر از قبیل پتاسیم کلرید یا پالمر های کپسول ساز همانند بازدارنده های شیل، اثر گذار هستند. بنابراین، بازداري مطمئن یا کاستن های هزینه، توسط ترکیب کردن هر سه این عناصر حاصل می گردد.

10.4.1 مهندسی کردن نقطه ابری

در دمای اتاق، حل گشتن گلی کول ها در آب با افزایش وزن ملکولی کاهش می یابد. گلی کول های با وزن ملکولی پایین بطور نمونه در سیستم های آب تازه از گلی کول های با وزن ملکولی بالاتر بیشتر حل‌اند. **دو فاکتور نقطه ابری گلی کول های محلول در آب را کنترل می کند:**

- شوری آب
- غلظت گلی کول

افزایش در هر کدام از این فاکتور ها منتج به دمای پایین تر نقطه ابری می گردد. زمانیکه گلی کولی در آب در پایین تر از آنیکه منتج به نقطه ابری محلول است، حل شده باشد، آن بصورت عادلانه در یک دقیقه بصورت قطراتی که بعنوان میسل شناخته شده اند تقسیم می شوند. میسل ها توسط تشکیل پیوند هیدروژن بین ملکول های آب و اتم های اکسیژن حاضر در ملکول های گلی کول پایدار میشوند. **پروسه های تعادل سازی تحت عنوان آبدار شدن شناخته شده اند.**

همچنانکه دما افزایش می‌یابد، یاب‌آبار شدن تا زمانیکه میسل‌ها دیگر در یک محیط آبی پایدار نیستند ادامه می‌یابد. در نتیجه، در شماره‌های زیادی به هم می‌پیوندند و تشکیل فاز جداگانه‌ای را که از آب متمایز است می‌دهند.

فرآیند ابری شدن قابل برگشت می‌باشد. در نتیجه اگر محلول سرد شود، هر دو فاز برای تشکیل یک محلول تک فاز شفاف دوباره با هم ترکیب می‌شوند. با مهندسی کردن ترکیباتی از غلظت گلی کول و شوری، میتوان یک سیال حفاری برای جایی که گلی کول‌ها در سطح محلول بوده و در درون چاه غیر محلول هستند، طراحی کرد. همانگونه که دماهای ته چاه با عمق تغییر می‌کنند، نقطه ابری سیستم می‌تواند برای نگهداری بهینه شده عمل کرد حفاری و استحکام شیل تنظیم گردد.

غلظت‌های نمک و گلی کول می‌توانند برای مطابقت دادن احتیاجات عملیاتی سیال حفاری مهندسی گردند. منوط بودن به وضعیت‌های ته چاه مانند دمای سازند، مخلوط مناسب گلی کول‌ها و نمک‌ها جهت دست یافتن به بیشترین نقطه ابری موثر برای بازداري شیل معین می‌گردد.

10.4.2 بازداري شیل و نمایش حفاری

مطالعات فراوانی برای امتحان کردن منافع رفتار ی نقطه ابری بر کارکرد حفاری و پایداري شیل انجام شده است. نتایج منافع ممتاز عمل کرد را، چه در بالا و چه در پایین نقطه ابری نشان داده‌اند.

10.4.2.1 بالای نقطه ابری

بالای نقطه ابری، گلی کول‌ها شبیه امولسیون‌ها حاضر می‌باشند، هنگامیکه فازهای جدا توسط سیستم گردش دائمی و خصوصاً در مته مخلوط می‌شوند. این امولسیون‌ها منافذ را در سازند مسدود کرده و از هجوم سیال و ناثباتی بعد از آن در سازندهای حساس به آب جلوگیری می‌کنند. سیستم گلی کول می‌تواند بطریقی مهندسی گردد که کنده‌های حفاری شده ته چاه در ابتدا بالاتر از نقطه ابری سیستم باشند. هنگامیکه این رخ می‌دهد، یک لایه محافظ گلی کول به دور کنده‌های حفاری و بر روی سطح آن در نتیجه ابری شدن، تشکیل می‌گردد.

این کنده‌ها را از واکنش کردن با آب تا زمانیکه آنها تا مکانی در حفره چاه جاییکه دمای سیال حفاری به پایین‌تر از نقطه ابری سقوط می‌کند، و اجازه می‌دهد که گلی کول دوباره در درون سیال حل گردد، محافظت می‌کند. این پدیده، هم بازداري افزوده شده حاضر هنگام استفاده کردن گلی کول در سیستم و در شیل‌های واکنش‌زا را و هم میزان‌های مصرف پایین گلی کول را شرح می‌دهد.

10.4.2.2 پایین‌تر از نقطه ابری

گلی کول‌ها هنوز هم نمایش بسیار خوبی در پایین نقطه ابری بازی می‌کنند. شواهد میدانی نشان داده است که گلی کول‌ها در پایین‌تر از نقطه ابری بهبودی در استحکام شیل را اجرا می‌کنند.

گرچه، مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که بازداري شیل توسط گلی کول ها خیلی بیشتر زمانیکه گلی کول های محلول در آب بجای گلی کول های غیر محلول در آب، بکار گرفته شده اند، موثر می باشد. یک تعبیر این است که گلی کول ها بر روی سطح شیل از طریق ملکول های اکسیژن حاضر در زنجیره گلی کول جذب می گردند. هنگامیکه گلی کول های حلال در آب وارد سازند می شوند، دمای بالاتر سازند باعث می شود که محلول گلی کول و آب به فاز جدا در محل تبدیل گشته و تشکیل یک امولسیون بدهد.

قطرات آب گریز گلی کول درون امولسیون، منافذ شیل را پر و مسدود می کنند، و باعث جلوگیری کردن از نفوذ بیشتر سیال و استحکام بخش ی شیل می گردند. تئوری های فراوانی برای شرح مکانیسم بازداري شیل توسط گلی کول ها پیش نهاد گردیده است. از این ها، مکانیسم های پایین باور گردیده که بیشتر مورد قبول باشند.

یک تحقیق پیشنهاد می کند عمل اصلی پلی یول رقابت با مولکول های آب برای نشستن بر مکان های جذب سطحی بر روی کانی های کلی حاضر در شیل می باشد. همچنین نتیجه گیری میشود که هنگامیکه پتاسیم کلرید حضور دارد در آنجا هماهنگی خوبی بین بازداري و جذب سطحی گلی کول وجود دارد.

جذب سطحی قوی هنوز از آب مقطر رخ میدهد، و گرچه جا افتادنی های پولی یول بخوبی شکل گرفته، آنها اساساً یک کمی تقسیم بندی بالاتری دارند و کمپلکس های حاصل شونده خیلی کمتر در آب پایدارند.

تجربیات ابری شدن پولی یول ها در محلول های آبی با شوری های متفاوت مطالعه گردید است. آنها نتیجه گرفته اند که سازندی از یک توده از قطرات ملکولی آب گریز که در کاهش صاف آب اکسند و صاف آب در حال حرکت شرکت کرده‌اند، از این رو کاهش در نفوذ فشار منفذ در اثر هجوم سیالات حاصل می گرد.

همچنین ثابت شده است که نسبتاً یک باند عملیاتی باریک برای سود مناسب از ابری شدن پلی یول ها در (TAME) (Thermally Active Micro Emulsion) وجود دارد.

عملیات محیط زیست ایده آل برای سیالات حفاری نمونه TAM هنگامی است که دمای سیال پایین‌تر از نقطه ابری است و دمای سازند نزدیک به و یا بالاتر از نقطه ابریست.

در این حالات، مسدود کردن منفذ درست در داخل ملاط صخره همانگونه که مواد در محیط گرم تر حالت ابری پیدا می کنند، رخ می دهد، و سازند را در مقابل دخول بعدی آب بندی میکند. در این نقطه، اثرات متقابل پالیمر و ماده فعال در سطح (surfactant/polymer interactions)، و علاوه بر آن هر کمپلکس دیگری از سرفکتانت با یون های مونو والانس (monovalent ions/surfactant) موجود در محلولی مانند پتاسیم، در بالاترین حد آنها خواهد بود.

می توان نتیجه گرفت که بازداري شیل و حفاظت از سازند به این صورت حاصل می شود: پلی یول آب را از مکانهای سطح جذبی موجود بر روی کانی های رس حاضر در شیل ها جابجا میکند و منافذ سازند را از ورود بیشتر سیالات نفودی با عمل ابری شدن، مسدود می کند.

10.5 انتقال فشار منفذ

شیل‌ها می‌توانند هنگامیکه فشار لایه سربرار (overburden pressure) از فشار ستون مایع (hydrostatic pressure) که توسط سیال حفاری ایجاد شده است بیشتر شود، تخریب شوند. حد بررسی اختلاف فشار بین فشار رویی و فشار ستون سیال حفاری بستگی به سختی صخره دارد.

عمل معمولی حفاری جبران کردن فشار طبقات فوقانی (overburden pressure) با کنترل کردن وزن سیال حفاری که بالاتر از آنی است که لازم است تا فشار فوقانی را در سازند متعادل گرداند، می‌باشد.

در عمل، بزرگی این اختلاف فشار (differential pressure) از حفره چاه به درون سازند بسیار متفاوت می‌باشد. با یک فشار دیفرانسیلی به درون سازند، صافات سیال حفاری به داخل هر شکاف ریز و بسترهای (bedding planes) باز شده‌ی، فشار داده می‌شود.

شیمی صاف آب آخرین تاثیر صاف آب بر روی صخره را تعیین می‌کند، ولی حتی یک تغییر کوچک در وضعیت آبدار شدن کلی‌ها در اثر تماس با صافاب حاصله، منتج به ضعیف کردن صخره با تولید تنش‌ها در داخل شکستگی‌ها و بستری‌ها (bedding planes) می‌گردد.

شیل‌ها تراوایی‌هایی به میزان (**10-6 to 10-12 Darcy**) دارند. بعلت تراوایی پایین، هرزروی سیال بصورت نرمال در شیل رخ نمی‌دهد. در عوض تعادل تدریجی بین فشار ستون سیال حفاری (mud hydrostatic pressure) و فشار لایه سربرار (overburden) (ک‌منفذ) خنثی نسبت به شیل اتفاق خواهد افتاد.

همچنانکه حمل آب از سیال به صخره اتفاق می‌افتد، تنش‌های موثر درون صخره ای بعلت ارتفاع فشار منفذ و زایش فشارهای متورمی در اثر تر شدن و آگیری کلی‌های درون شیل، افزایش می‌یابد. بعلت تراوایی پایین شیل که امری ذاتی می‌باشد، ناپایداری حاصل از تنش‌های افزایش یافته، زمان بیشتری جهت گسترش یافتن از بقیه مکانیسم‌ها مانند حمل سیال به درون شیل لازم دارند.

آن خیلی مدلل است که آغاز ناپایداری حفره چاه همیشه و بی‌درنگ در هنگام حفاری با سیالات حفاری پایه آبی بازدارنده معمولی نیست، و تنها هنگامیکه چاه برای دوره‌های ثابت چند روزه باز گذاشته شده استحکام حفره چاه اغلب با مسایل فاجعه آمیزی به خطر افتاده است.