Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱ www.Reservoir.ir

مطالعه کاربرد و اثرات نانو ذرات در سیال حفاری

فرهاد واشقانی فراهانی[۱]، سید علیرضا طباطبایی نژاد[۲]،اقبال صحرایی[۳]
تبریز، شهر سهند، دانشگاه صنعتی سهند تبریز
F_vasheghani@sut.ac.ir

چکیده

نانوذرات به دلیل خصوصیات منحصر به فرداعماز اندازه و نسیت بالای سطح به حجم، در حل مشکلات مرتبط با سیال حفاری بسیار موثر هستند. از مشکلات مرتبط با سیال حفاری می توان به ناپایداری سازند شیلی، هرزروی، آلودگی سیال حفاری و گیر رشته حفاری اشاره کرد. در صورت تهاجم آب به درون سازند شیلی مشکلاتی از قبیل تورم و پراکندگی ذرات رسوشکستگی سازند شیلی به وجو آمده و در نهایت ناپایداری سازند شیلی را به دنبال دارد. نانوذرات با انسداد منافذ موجود در شیل، تراوایی را به حداقل می رساند و از این طریق حرکت آب به درون شیل را متوقف کرده و پایداری سازند شیلی را فراهم می کنند.نانوذرات موجود در سیال حفاری با تشکیل کیک گل نفوذناپذیر، بدون تخلخل، نازک و پیوسته، می توانند هرزروی را به حداقل برسانند.کیک گل تشکیل شده به دلیل ضخامت کم گیررشته حفاری را کاهش می دهد. همچنین کیک گل را می توان به عنوان عامل روان ساز در سطح تماس رشته حفاری – دیواره چاه توجه کرد. با استفاده از نانو ذرات می توان آلودگی گازهای اسیدی را به طور کامل برطرف کرد.در این مقاله مروری بر کاربرد نانوذرات سیلیکا و گرافن در کنترل پایداری سازند شیلی، کنترل هرزروی،کاهش گیر رشته حفاری و نانوذرات اکسید روی در حذف آلودگی گازهای اسیدی از سیال حفاری صورت می گیرد.

واژه های کلیدی: هرزروی سیال حفاری- پایداری سازند شیلی- نانوذرات

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی حفاری و بهره برداری دانشگاه صنعتی سهند
[۲]دانشیار دانشگاه صنعتی سهند، پژوهشکده نفت و گاز*Tabatabaei@sut.ac.ir*
[۳]استادیار دانشگاه صنعتی سهند، پژوهشکده نفت و گاز*Sahraei@sut.ac.ir*

www.SID.ir

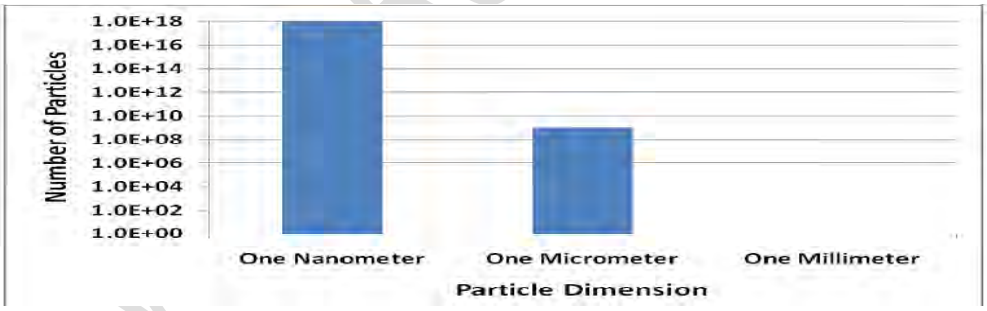
Archive of SID

۱ – مقدمه

فناوری نانو به زمینه ای از فناوری و علوم کاربردی باز می گردد که اصول کلی آن کنترل ماده در مقیاس اتمی و مولکولی(اغلب ۱۰۰ نانومتر یا کمتر) و ساخت موادو وسایلی که ابعاد آن در این محدوده قرار گرفته اند، است.پیشرفت ها در زمینه فناوری نانو باعث توسعه مواد، وسایلی با خصوصیات و ویژگی های شده اند که به کمک فناوری های مرسوم نمی توان به آنها رسید.امروزه صعت نفت و گاز به دنبال موادی است که از لحافظ فیزیکی، شیمیایی و حرارتی پایدار باشند تا بتوان سیالات هوشمند را برای استفاده در زمینه بهره برداری و حفاری طراحی کرد. با توجه به اهمیت و نیازبهره برداریمخازن نفت و گاز، در آینده در حدود ۴۰ – ۵۰ درصد از تولیدات از مخازن فراساحلی خواهد بود. به دلیل تغییر در شرایط عملیاتی فراساحلی: عمق، تغییر از حالت عمودی به افقی، سیالات حفاری، تکمیل چاه و دیگر سیالات که شامل مواد میکرو و ماکرو هستند، به غلظت و اندازه این مواد، موفقیتی نه چندان بالا را در حل این چنین مشکلات نشان داده اند[۱].

۱ -۱ خصوصیات ذرات نانو

نانو ذرات به سبب اندازه کوچک و نسبت بالای سطح به حجم خصوصیات منحصر به فردی دارند. وجود این خصوصیات باعث کاربرد نانوذرات در زمینه اکتشاف و بهره برداری از مخازن نفت و گاز می شود.واکنش پذیری و استحکام نانوذرات بسیار بالاست. مزیت دیگر نانوذرات نسبت به ذرات دیگر، افزایش تقابل سطحی است.بنابراین برای یک حجم مشخصی از مواد، تعداد بیشتری از ذرات وجود دارند (شکل۱).به دلیل وجود مساحت سطح بالا، نانو ذرات هدایت حرارتی بالایی دارند.انتقال از میکرو به نانو علاوه بر تغییرات فیزیکی، منجر به تغییرات شیمیایی مواد نیز می شود.افزایش نسبت سطح به حجم نانوذرات، باعث کاهش اندازه ذرات می شود. این کاهش در اندازه باعث افزایش اثر غالب رفتار اتمی بر روی مساحت سطح ذرات می گردد. این ویژگی تقابل ذرات با یکدیگر را تحت تاثیر قرار می دهد. به دلیل مساحت سطح بالاتر، تقابل ذرات نانو با دیگر ذرات در مخلوط بیشتر است. خصوصیات نانوذرات به شکل، ساختار و اندازه بستگی دارد[۲].



شکل ۱: تعداد ذرات میکرو و نانو موجود در یک میلی متر ذرات ماکرو[۱۰]

۲ –کابرد فناوری نانو در سیال حفاری

یکی از کاربردهای فناور نانو در صنعت نفت پایداری دیواره چاه می باشد. نانو ذرات می توانند به عنوان افزدونی سیال حفاری، حرکت آب بین سازند و دیواره را متوقف کنند. به دلیل وجود تراوایی نانودارسی در سازند های شیلی سیال حفاری معمولی نمی تواند بر روی دیواره چاه کیک گل تشکیل دهد و ازاین طریق تهاجم آب را کنترل نماید[۳].

در حل مشکل هرزروی گل، هدف کاهش حرکت سیال به درون سازند است.کنترل هرزروی گل با استفاده از موادکنترل کننده میکرو و ماکرو موفقیت اندکی را دارا می باشد. معمولا قطر مواد کنترل کننده هرزروی در محدوده۰.۱ – ۱۰۰ میکرو متر قرار دارد، در صورتی که تراوایی سازند یا قطر بازشدگی منافذ۰,۱ میکرو متر تا ۱ میلی متر است. به همین دلیل هرزروی

www.SID.ir

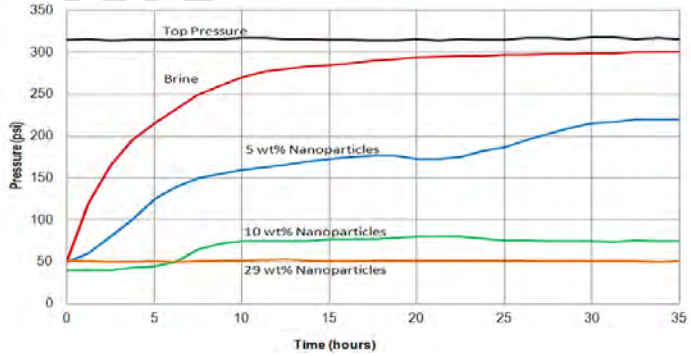
Archive of SID

به طور کامل کنترل نمی شود[۴]. به دلیلنسبت بالای سطح به حجم نانو ذرات، خصوصیا ت ویژه حتی در غلظت کم فراهم می شود[۵].

۲ – ۱ پایداری سازندهای شیلی

لایه های شیلی را می توان به عنوان سنگ منشا و پوش سنگ محسوب کرد[۶]. لایه های شیلی معمولا از کوارتز، رس و سیلیکا تشکیل شده است. به دلیل محتوای زیاد رس، تمایل به جذب آب دارند[۷].جذب آب بین لایه های رس باعث ایجاد نیروهای دافعه و انبساط بین لایه ای می گردد که منجر به تورم و ناپایداری دیواره چاه میشود[۸]. در سازند های شیلی معمولا از سیالات پایه روغنی برای حفظ پایداری دیواره چاه استفاده می شود. زیرا واکنش پذیری کمتری با شیل دارند[۳]. اما سازمان های محیط زیست استفاده از سیالات پایه روغنی را محدود می کنند[۹]. مشکلات مرتبط با سیالات پایه آبی سرعت نفوذ پایین تر و همچنین ناپایداری سازند شیلی را می توان اشاره کرد. کنترل ناپایداری دیواره چاه در سازندهای شیلی به تقابل سنگ و سیال مرتبط می شود[۳]. اندازه منافذ شیل از ۳ تا ۱۰۰ نانومتر تغییر می کند و از طریق این منافذ آب وارد سازند می شود[۱۰].با انسداد منافذ و توقف ورود آب به داخل شیل، می توان پایداری را حفظ کرد. تئوری مرتبط با این موضوع بیان می کند ذرات مورد استفاده برای انسداد منافذ باید قطری معادل $\frac{1}{3}$ قطر منافذ را داشته باشند[۱۱].~~(۶۱۷۴)~~

روش رایج دیگری جهت جلوگیری ازناپایداری سازند شیلی، استفاده از بازدارنده های شیمیایی است[۶].کلسیم کربنات برای انسداد گلوگاه سازندهای شیلی مناسب نیست.زیرا کلسیم کربنات بزرگتر از اندازه گلوگاه منافذ موجود در شیل است[۱۲~~۸~~].کاربردمواد ذکر شدهمشکلاتی اعم از هزینه بالا و صدمه به محیط زیست را به دنبال خواهند داشت. روش جدید برای حفظ پایداری سازند شیلی استفاده از نانو ذرات در سیال حفاری میباشد. نانوذراتبا انسداد منافذ به جایبازدارندگی شیمیایی، جهت جلوگیری از ورود آب به سازند استفاده شده و بنابراین از تورم رس ها جلوگیری کرده و شکاف دار شدن سازند را کاهش می دهد[۳]. نانوذرات می توانند یک پوشش به دور ذرات رس ایجاد کنند تا از تورم و پراکندگیآنهاجلوگیری شود.این موضوع به پایداری دیواره شیلی کمک می کند[۱۲~~۸~~].در پایداری شیل معمولا نانو ذرات سیلیکا استفاده شده است.سیلیکا نام رایج برای دی اکسید سیلیس(SiO_2)که به شکل های متفاوت وجود دارد.نانو ذرات سیلیکا خنثی هستند و با سیالات موجود در سازند و حفاری واکنش نمی دهند[۱۳~~۱۱~~]. در یک تحقیق که توسط سنسوی، چنورت و شارما انجام شد، اثر نانوذرات سیلیکا در پایداری سازند شیلی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج حاصل از این بررسی نشان می دهد که جریان در نمونه شیل آتوکا را می توان تنها با افزودن ۲۹درصد وزنی نانوذرات سیلیکا متوقف کرد. این ذرات به طور اصولی منافذ موجود را مسدود می نمایند.(شکل ۲)[۱۴~~۱۲~~]

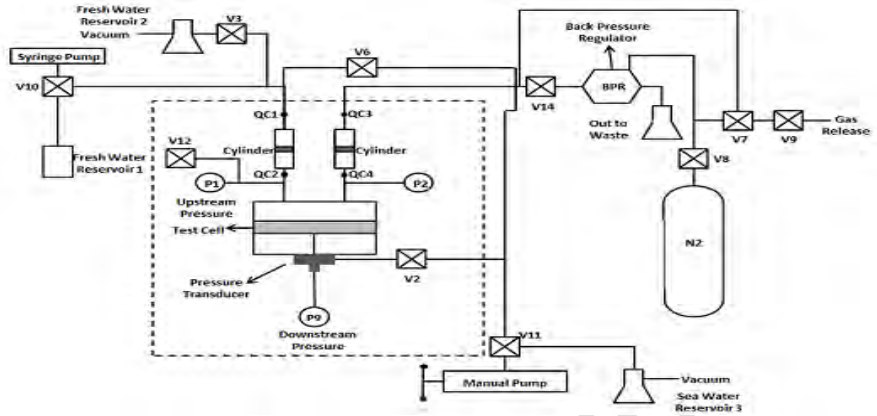


شکل ۲: عملکرد نانوذرات سیلیکا در انسداد منافذ شیل آتوکا (سنسوی و همکاران ۲۰۰۹)[۱۴]

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیقی اثر نانو ذرات سیلیکا (۲۰نانومتر) در بستن منافذ شیل توسط شارما و همکاران (۲۰۱۲)مورد مطالعه قرار گرفت[۶]. در این تحقیق دو نوع شیل یکی شیل مانکاس و دیگری شیل گازی شکاف دار آزمایش شده است. در شکل۳شماتیک لوازم آزمایش نشان داده شده است[۶].



شکل ۳: شماتیک لوازم آزمایش فشار نفوذی شیل (ال-بازلی و همکاران ۲۰۰۶)[۱۰]

با استفاده از رابطهزیر می توان تراوایی را به دست اورد:

$$Ln\left[\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_0}\right] = -\frac{AK}{\mu CVL}t \quad (۱)$$

در جایی که K: تراوایی، t: زمان آزمایش، A: سطح مقطع نمونه شیل، C: تراکم پذیری سیال در پایین مخزن، L: ضخامت نمونه شیل، P0: فشاراولیه سیال در نمونه شیل، P2 , P3: فشار رانشی بالای شیل به ترتیب جریان ورودی و جریان خروجی، P1: فشار پایین مخزن، V: حجم پایین مخزن، μ: ویسکوزیته سیال می باشد[۶].

آزمایش فشار نفوذی شیل در دو مرحله انجام می شود: ۱ – ابتدا آب نمک ۴ درصد تزریق و تراوایی محاسبه شده به عنوان تراوایی نمونه در نظر گرفته می شود. ۲- در مرحله بعد سیال مورد نظر هم با نانوذرات هم بدون نانو ذرات تزریق می گردد.در این آزمایش ها سه نوع سیال A، B و C بر نمونه شیل تزریق می شود. در سیال A غلظت نانو ذرات صفر، اما در سیال B غلظت نانو ذرات ۳ برابر سیال C است[۶].

نتایج حاصل از آزمایش نمونه شیل مانکاس نشان می دهد سیالات حاوی نانوذرات بسیار بهتر و موثر تر در کاهش تهاجم آب به شیل سهیم هستند و همچنین هر چه غلظت نانو ذرات بیشتر باشد، کاهش تراوایی نمونه شیل بیشتر است. نتایج حاصل از آزمایش نمونه شیلمانکاس در جدول۱ارائه شده است[۶].

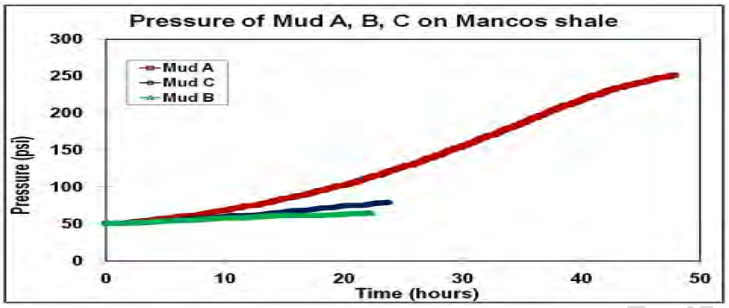
جدول ۱: نتایج کاهش تراوایی بر روی شیل مانکاس با استفاده از نانوذرات[۶]

سیال آزمایش	تراوایی آب نمک (نانو دارسی)	تراوایی گل (نانو دارسی)	درصد کاهش تراوایی (%)
گل A	۰,۵۰۶	۰,۰۳۵	۹۴
گل B	۰,۱۱۸	۰,۰۰۱۸	۹۸
گل C	۰,۱۵۳	۰,۰۰۴۲	۹۷

در شکل ۴نتایج ساخت فشار برای سه نوع گل مورد آزمایش نشان داده شده است[۶].

www.SID.ir

Archive of SID



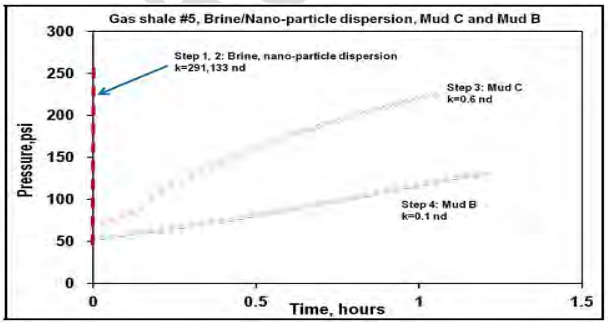
شکل ۴: نمودار ساخت فشار برای سه گل A ، B و C (غلظت نانوذرات در گل A صفر و در گل B سه برابر گل C است)[۶]

نتایج آزمایش نمونه شیل گازی شکاف دار نشان می دهد نانوذرات به همراه افزودنی کنترل کننده هرزروی می توانند به طور موثر شکاف ها را مسدود کنند و کاربرد تنهایی نانوذرات موثر نخواهد بود. نتایج حاصل از بررسی نمونه شیل گازی شکاف دار در جدول ۲ مشخص شده است[۶]. جی و همکارانش نشان دادند که ترکیب سیال حفاری، غلظت و اندازه نانو ذرات عوامل اصلی در توقف جریان آب به درون سازند شیلی می باشند[۱۵].اخترمنش و همکارانش توانستند با استفاده از نانو ذرات سیلیکا ۹۷ درصد تهاجم سیال به سازند شیلی گورپی را کاهش دهند[۱۶].

جدول ۲: نتایج کاهش تراوایی برروی شیل گازی شکاف دار با استفاده از نانوذرات[۶].

سیال آزمایش	تراوایی آب نمک (نانو دارسی)	درصد کاهش تراوایی (%)
آب نمک	۲۹۱۱۳۳	n/a
محلول فقط حاوی نانوذرات	۲۹۱۱۳۳	۰
گل C	۰,۶	۱۰۰
گل B	۰,۱	۱۰۰

در شکل ۵ نتایج ساخت فشار برای سه نوع گل مورد بررسی و محلول خالص نانوذرات نشان دادهاند[۶].



شکل ۵: منحنی ساخت فشار آب نمک (مرحله اول)،محلول نانوذرات (مرحله دوم)،گل C (مرحله سوم)،گل B (مرحله ۴)[۶].

۲ – ۲ هرزروی سیال حفاری

کنترل و جلوگیری از هرزروی سیال حفاری یک مشکل تکراری در طول حفاری چاه های نفت و گاز می باشد[۱۷].~~(۹۵۱۱۷۱)~~به هر حال شدت هرزروی سیال حفاری در شرایط مختلف متفاوت است.با توجه به موقعیت، طبیعت سازند و استرس های موجود در مجاورت زون های دارای هرزروی،میزان هرزروی تغییر می کند. سازندهای ماسه ای ضعیف به جهت تخلخل و تراوایی سازند هرزروی سیال حفاری را ممکن می شود. کربنات ها و سازند ماسه ای مستحکم با تراوایی پایین ماتریکس، به دلیل وجود شکاف با ابعاد متفاوت می تواند یک هرزروی جزئی را ایجاد کند. گاهی اوقات هرزروی می تواند به

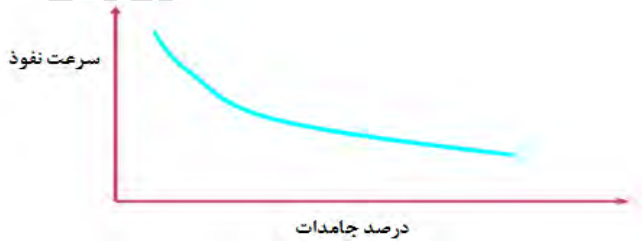
www.SID.ir

Archive of SID

سبب استفاده از وزن گل نامناسب در سازند دارای وسعت کم تغییرات وزن گل رخ دهد.علت اینکه در چاه های عمیق هرزروی القا شده بسیار رایج است،اختلاف بین محدوده بالایی و پایینی بازه وزن گل کم می باشد.اختلاف بین محدوده پایین و بالا وزن گل حفاری تقریبا صفر است[۱۸].کنترل کامل هرزروی با استفاده از مواد کنترل کننده هرزروی رایج موفقیتاندکیدارد[۴]. با توجه به ساختار، شکل و اندازه نانوذرات تولید شده، انتظار می رود کهمسیر هرزروی موجود در سازندهای نفوذپذیر، متخلخل و شکاف دار مسدود نماید[۱۸].

تهاجم صافاب به سازند باعث آسیب سازند شده و مشکل برداشت کیک گل را به دنبال داشته و در نهایت تولید نفت کاهش می یابد. بنابراین لازم است هرزروی سیال به سازند به طور مناسب کنترل شود. نانوذرات سیلیکا به سیال حفاری افزوده شده و خصوصیات هرزروی سیال مورد بررسی قرار می گیرد[۱۹]. نتایج بررسی نشان می دهد که نانو ذرات در مقایسه با افزودنی پایه پلیمری در کاهش هرزروی بسیار موثر تر است.زیرا نانوذرات می توانند منافذ را مسدود نمایند و یک فیلتره کیک موثر نسبت به فیلتر کیک داخلی تشکیل شده توسط افزودنی پایه پلیمری ایجاد کنند. به علاوه نانوذرات وزن گل حفاری را افزایش نمی دهند.بنابراین آنها را می توان به عنوان کلاس جدید از مواد پل زن بر شمرد[۲۰]. کارلوس و همکارانش بازدهی کربنات کلسیم و گرافیت را با بازدهی نانوذرات فلزی و کلسیمی در کنترل هرزروی مقایسه کردند. آنها دریافتند که گرافیت در ترکیب با نانوذرات بهترین نتایج را در کنترل هرزروی ارائه می دهد[۲۱]. فریدیم و همکارانش کاربرد نانو لوله های کربنی را در کنترل هرزروی بررسی کردند و دریافتند نانو لوله های کربنی تحت شرایط فشار بالا دما بالا در کنترل هرزروی موثر است[۲۲].

برای تهیه سیالات نانو، به دلیل مساحت سطح بالا نانو ذرات در واحد حجم، به حجم کمتری از نانوذرات نیاز است.امان الله و ال – تهینی(۲۰۰۹) نانو سیال را به این صورت تعریف کردند: هر سیالی (سیال حفاری ، تکمیل چاه و ...) که شامل حداقل یک جز یا یک ذره با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد، نانو سیال می گویند[۱۸].نانو سیالات مختلفی با افزودن نانوذرات به سیالات پایه متفاوت طراحی می شود. پایداری و پراکندگی نانو ذرات در محلول ها به فعالیت سطحی نانوذرات بستگی دارد. به منظور پایداری سازی نانوذرات در محلول ها سطوح نانوذرات اصلاح یا خنثی می شوند، بنابراین در اطراف انها پوشش هایی قرار می گیرد. این پوشش ها تقابل ذرات را با هم کاهش داده و امکان کلوخه شدن نانو ذرات را کاهش می دهد[۲۳].افزودنی نانو می تواند محتویات جامد گل را به طور اساسی کاهش دهد که منجر به افزایش نرخ نفوذ می شود. شکل۶اثر محتویات جامد روی سرعت حفاری را نشان می دهد. سیالات نانو از طریق جلوگیری از تقابل سنگ – سیال و پراکندگی کنده ها، می توانند محتویات جامد سیال حفاری را کاهش می دهند[۱۸].

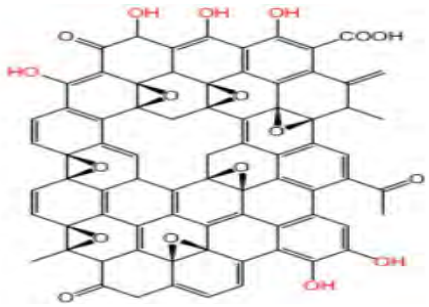


شکل ۶: اثر محتویات جامد بر روی سرعت نفوذ[۱۸]

تیان پینگ و همکاران (۲۰۱۲) اثر نانو ذرات فلزی را در کنترل هرزروی سیال میسلار مورد استفاده در شکافت هیدرولیکی را بررسی کرد. نتایج نشان داده که هرزروی سیال حفاری میسلار با وجود نانوذرات به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد[۲۴]. همچنین نانو ساختار اکسید گرافن هم به دلیل دارا بودن ساختار صفحه ای می توانند در کنترل هرزروی موثر باشند.این ساختارها با توجه به برجستگی های سازند تغییرکرده و مانند یک پوشش پلاستیکی(شکل۷) سازند را می پوشاند. بنابراین، از این طریق هرزروی گل کنترل می شود[۲۵].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷: ساختار صفحه ای نانو اکسید گرافن[۲۵].

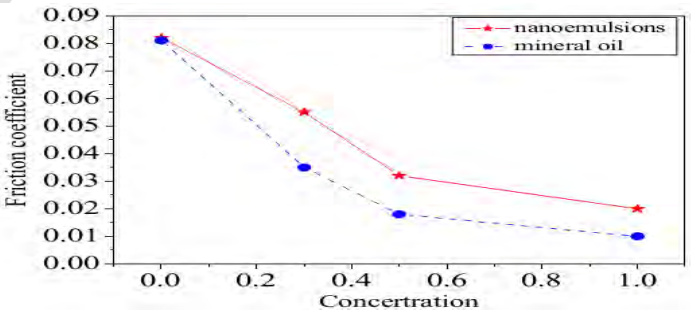
۲ – ۳ کاهش گشتاور و کشش

به علت تغییر حالت حفاری عمودی و جهتدار به حالت افقی، افزایش قابل توجهی در گشتاور ظاهر می شود. این تغییر باعث بروز مشکلاتی در کشش رشته حفاری می گردد. نقش اصلی در بروز مشکلات گشتاور و کشش رشته حفاری، اصطکاک موجود بین رشته حفاری و دیواره چاه است. عامل اصلی در کاهش این مشکل سیال حفاری می باشد. سیالات حفاری دارای مواد میکرو و ماکرو در حل این مشکل محدویت دارند. این محدودیت به عدم توانایی سیال حفاری درتشکیل فیلم نازک برروی دیواره چاه بر می گردد[۱۸].سیالات حاوی نانوذرات به دلیل تشکیل فیلم روان ساز نازک و پیوسته در سطح تماس لوله و دیواره، مقاومت اصطکاکی بین لوله و دیواره چاه را کاهش می دهند[۲۶].

می و همکاران(۲۰۱۱) با استفاده از نانو امولسیون تولید شده تک مرحله ای توانستند روان سازی خوبی نسبت به نفت معدنی فراهم کنند، به این معنی که در مقابل نفت معدنی نانوامولسیون ضریب اصطکاک کمتری دارد[۲۷].شکل۸تفاوت ضرایب اصطکاک را نشان می دهد.این امولسیون هیچ تاثیری روی خصوصیات سیال حفاری نمی گذاردو در شرایط پیچیده زمین شناسی هم می تواند استفاده شود[۲۸].

شکل ۸: مقایسه ضریب اصطکاک نانوامولسیون نسبت به نفت معدنی [۲۸]

مزیت این سیستم بازدهی بالا،هزینه پایین و همچنین دوست دار محیط زیست می باشد[۱۳]. با استفاده از نانوذرات نیکل می توان بیشتر از ۲۵درصد از ضریب اصطکاک را کاهش داد. کاهش ضریب اصطکاکدر مدل شبیه سازی رشته حفاری بسیار موثر است[۲۹].با استفاده از نانو ذرات یک بستر نازک بین رشته حفاری و دیواره چاه تشکیل می شود، بنابراین رشته حفاری می تواند به راحتی در طول بستر نازک تشکیل شده توسط نانوسیال حرکت کند[۱۸].



۲ – ۴ چسبندگی (گیر) رشته حفاری

یکی از مشکلات رایج در صنعت حفاری، چسبیدن

www.Reservoir.ir
www.SID.ir

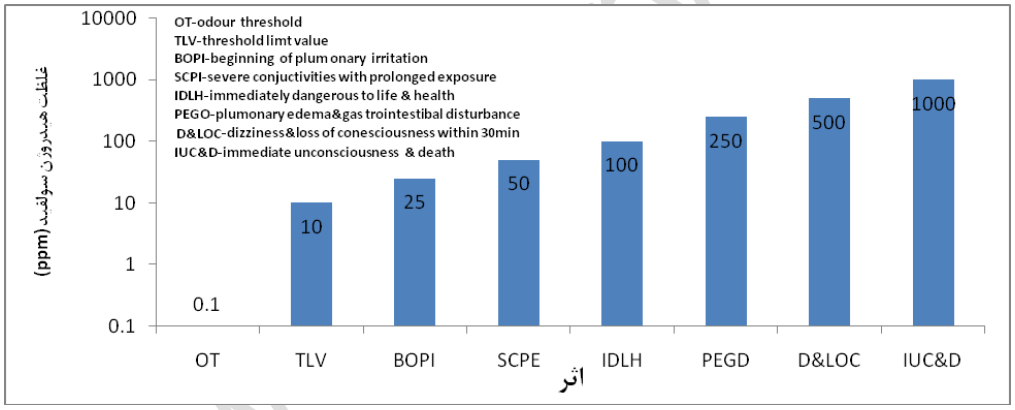
Archive of SID

مکانیکی و اختلاف فشاری رشته حفاری می باشد. گیر اختلاف فشاری رشته حفاری به وسیله ایجاد کیک گل نازک برروی دیواره چاه کاهش می یابد[۱۸]. از دو علامت می توان گیر لوله ها را تشخیص داد:۱- رشته حفاری به مدت طولانی بدون حرکت باقی می ماند.۲-رشته حفاری در صورت برقراری جریان گل نمی تواند به هیچ جهتی (بالا یا پایین) حرکت کند. گیر اختلاف فشاری به مساحت سطح تماس رشته حفاری با زون متخلخل و نفوذپذیر بستگی دارد. جاوری و همکارانش (۲۰۱۱) توانستند با استفاده از نانوذرات سیلیکون ضخامت کیک گل را ۳۴ درصد کاهش دهند.کاهش ضخامت کیک گل در کاهش مشکل گیر لوله ها بسیار حائز اهمیت است[۳۰].

یکی از روش های آزاد سازی گیر لوله ها، نگه داشتن سیال بین سطح تماس لوله و کیک گل است تا سبب تضعیف چسبندگی لوله و کیک گل شود.سیال حاوی مواد میکرو یا ماکرو برای ورود به سطح تماس لوله و کیک گل با مشکل روبه رو هستند و برای آزاد سازی لوله ها موثر نیستند. در صورتی که سیال حاوی نانو ذرات به راحتی به سطح تماس لوله – کیک گل وارد شده و باعث روان سازی، جداسازی یا گسستگی کیک گل می شود. این مزایا در توسعه سیالات هوشمند نانو جهت کاهش گیر لوله ها بسیار موثر است[۱۸].

۲ – ۵ حذف گازهای خورنده

حضور گاز های اسیدی مثل دی اکسید کربن و هیدروژن سولفید مشکلات جدی برای محیط زیست، کارکنان دکل و ... ایجاد می کند. گاز سولفید هیدروژن حتی در غلظت کم هم کشنده است.شکل۹اثر تخریبی غلظت های مختلف گاز سولفید هیدروژن را در محیط نشان می دهد[۱۸].



شکل ۹: اثر تخریبی غلظت های مختلف گاز سولفید هیدروژن[۱۸]

در یک بررسی از نانوذرات اکسید روی با قطر۱۵-۲۵ نانومتر و سطح ویژه ۴۴-۵۶مترمربع بر گرم استفاده شده است. نانوذرات اکسید روی از طریق روش اسپری جهت حذف گاز سولفید هیدروژن از سیال حفاری پایه آبی به کار رفته است. اگر نانو ذرات اکسید را با توده اکسید روی مقایسه کنیم اثر نانوذرات به خوب مشخص می شود. توده اکسید روی در مدت ۹۰ دقیقه تنها ۲،۵درصد از گاز هیدروژن سولفید را حذف می کند در صورتی که نانو ذرات اکسید روی ۱۰۰درصد گاز هیدروژن در مدت ۱۵ دقیقه حذف می کند[۲۶].دلیل اصلی برای برتری نانوذرات، تخلخل بالای نانوذرات است که منجربه افزایش سطح ویژه و واکنش پذیری این ذرات می گردد[۲۸].

۳ – نتیجه گیری~~نتایج باید از کل مرور انجام شده باشد و نه از یک مقاله~~

در مقاله فوق مروری بر آخرین پیشرفت ها در زمینه کاربرد فناوری نانو در حیطه سیال حفاری صورت گرفت. طبق گزارش ها و نتایج منتشر شده، بسیاری از مشکلات مرتبط با سیال حفاری با کمک فناوری نانو مرتفع می شود. نتایج آزمایش هایی که در این مقاله مرور شد نشان می دهد که فناوری نانو (نانوذرات) در حفظ پایداری سازندهای شیلی، کنترل هرزروی، کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

گیر لوله ها و حذف آلودگی سیال حفاری بسیار موثر است. نانوذرات با انسداد تراوایی سازند شیلی، پایداری را فراهم می کنند. با تشکیل کیک گل نفوذناپذیر و نازک برروی دیواره چاه علاوه بر کنترل هرزروی، می توان گیر رشته حفاری را کاهش داد.به هرحال با وجود مزایایی زیاد نانوذرات، اما قبل از استفاده نانوذرات می بایست بسیاری از نکات مثل اثر ویسکوزیته، لختگی و عدم تخریب محیطزیست را بررسی کرد.

منابع

1. Xiangling Kong, Michael M. Ohadi, " Applications of Micro and Nano Technologies in the Oil and Gas Industry An Overview of the Recent Progress ", SPE 138241, Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference held in Abu Dhabi, UAE, 1–4 November 2010.
2. Subodh Singh and Ramadan Ahmed ," Vital Role of Nano polymers in Drilling and Stimulations Fluid Applications ", SPE 130413, SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Florence, Italy, 19–22 September 2010.
3. Katherine Price Hoelscher, Guido De Stefano, Meghan Riley, Steve Young," Application of Nanotechnology in Drilling Fluids ", SPE 157031, SPE International Oilfield Nanotechnology Conference held in Noordwijk, The Netherlands, 12–14 June 2012.
4. Mohammad F. Zakaria,MaenHusein, GeirHareland," Novel Nanoparticle-Based Drilling Fluid with Improved Characteristics ", SPE 156992, SPE International Oilfield Nanotechnology Conference held in Noordwijk, The Netherlands, 12–14 June 2012.
5. Md. Amanullah,Mohammad K Al-Arfaj,Ziad Al-Abdullatif," Preliminary Test Results of Nano-based Drilling Fluids for Oil and Gas Field Application", SPE 139534, SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 1–3 March 2011.
6. Mukul M. Sharma, R. Zhang, M.E. Chenevert, L. Ji, Q. Guo, J. Friedheim," A New Family ofNanoparticle Based Drilling Fluids", SPE 160045, SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in San Antonio, Texas, USA, 8-10 October 2012.

۷. میلاد پورفرج، سید علریضا طباطبایی نژاد، مهرداد امامی،" بررسی آزمایشگاهی اثر اندازه و غلظت نانو ذرات بر روی پایداری شیل یکی از مخازن شیلی ایران "، اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز و نیروگاهی ۱۹ ژون ۲۰۱۲

8. AnuradeeWitthayapanyanon, Jerome Leleux, Julien Vuillemet, Ronan Morvan, Andre Pomian, Alain Denax and Ronald Bland," High Performance Water-Based Drilling Fluids - An Environmentally Friendly Fluid System Achieving Superior Shale Stabilization While Meeting Discharge Requirement Offshore Cameroon", SPE 163502, SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 5–7 March 2013
9. Meghan Riley, Emanuel Stamatakis, Steve Young, Katerine Price Hoelsher, Guido De Stefano, Lou Ji," Wellbore Stability in Unconventional Shale - The Design of a Nano-particle Fluid",SPE 153729, SPE Oil and Gas India Conference and Exhibition held in Mumbai, India, 28–30 March 2012.
10. Talal M. Al-Bazali, Jianguo Zhang, Martin E. Chenevert, Mukul M. Sharma," Factors Controlling the Membrane Efficien cy of Shales When Interacting With Water-Based and Oil-Based Muds", SPE 100735, 2006 SPE International Oil & Gas Conference and Exhibition in China held in Be ijing, China, 5–7 December 2006.
11. J.H Thomeer, A. Abrams,"A Shallow Plugging-Selective Re-Entry Technique for Profile Correction",SPE-6174-PA, Journal of Petroleum Technology
12. Gongrang Li, Jinghui Zhang, Huaizhen Zhao, YeguiHou," Nanotechnology to Improve Sealing Ability of Drilling Fluids for Shale withMicro-cracks During Drilling ", SPE 156997, SPE International Oilfield Nanotechnology Conference held in Noordwijk, The Netherlands, 12–14 June 2012.
13. ~~T. Sensoy, M.E. Chenevert, and Mukul M. Sharma,"Minimizing Water Invasion in Shale Using Nanoparticles", SPE 124429, 2009 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in New Orleans, Louisiana, USA, 4–7 October 2009.~~S. Young, J. Friedheim,"environmentally friendly drilling fluids forunconventional shale ", OMC 2013 – 102, 11th Offshore Mediterranean Conference and Exhibition in Ravenna, Italy, March 20-22, 2013.
14. T. Sensoy, M.E. Chenevert, and Mukul M. Sharma,"Minimizing Water Invasion in Shale Using Nanoparticles", SPE 124429, 2009 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in New Orleans, Louisiana, USA, 4–7 October 2009.
15. LujunJi, QuanxinGuo and Jim Friedheim, Rui Zhang, Martin Chenevert and Mukul Sharma," Laboratory Evaluation and Analysis of Physical Shale Inhibit ion of an Innovative Water -Based Drilling Fluid with Nanoparticles for Drilling Unconventional Shale", SPE 158895, SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition held in Perth, Australia , 22–24 October 2012.
16. S. Akhtarmanesh, M.J. AmeriShahrabi, A. Atashnezhad," Improvement of wellbore stability in shale using nanoparticles", Journal of Petroleum Science and Engineering 112: 290-295.

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Justified, Space After: 0 pt, Line spacing: single

www.SID.ir

Archive of SID

17. GEORGE C.HOWARD, P.P.SCOTT, JR," AN ANALYSIS AND THE CONTROL OF LOST CIRCULATION", SPE 951171, Paper presented at the Annual Meeting of the AIME in St. Louis.
~~17.~~ Mo. Feb. 19-21. 1951.
18. Md. Amanullah, and Ashraf M. Al-Tahini, " Nano-Technology- Its Significance in Smart Fluid Development for Oil andGas Field Application ", SPE 126102, SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition held in AlKhobar, Saudi Arabia, 09–11 May 2009.
~~18.~~19. Jayanth T. Srivatsa, Malgorzata B. Ziaja," An Experimental Investigation on u se of Nanoparticles as Fluid Loss Additives in a Surfactant – Polymer Based Drilling Fluid", IPTC 14952, International Petroleum Technology Conference held in Bangkok, Thailand, 7–9 February 2012.
~~19.~~20. Long Li, Xubo Yuan, Jinsheng Sun, XianguangXu, Shuang Li, Lihui Wang ," Vital Role of Nanotechnology and Nanomaterials in the Field of Oilfield Chemistry ", IPTC 16401, International Petroleum Technology Conference held in Beijing, China, 26 –28 March 2013.
~~20.~~21. Charles O. Nwaoji, GeirHareland, MaenHusein,RunarNygaard, Mohammad FerdousZakaria," Wellbore Strengthening- Nano-Particle Drilling Fluid Experimental Design Using Hydraulic Fracture Apparatus", SPE/IADC 163434, SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 5–7 March 2013
~~21.~~22. Jim Friedheim, Steve Young, Guido De Stefano, John Lee and QuanGuo," Nanotechnology for Oilfield Applications – Hype or Reality?", SPE 157032, SPE International Oilfield Nanotechnology Conference held in Noordwijk, The Netherlands, 12–14 June 2012.
~~22.~~23. M.F. Fakoya and S.N. Shah," Rheological Properties of Surfactant-Based and Polymeric Nano-Fluids" SPE 163921, SPE/ICoTA Coiled Tubing & Well Intervention Conference & Exhibition held in The Woodlands, Texas, USA, 26–27 March 2013.
~~23.~~24. Tianping Huang, and David E. Clark, " Advanced Fluid Technologies for Tight Gas Reservoir Stimulation", SPE 160844, SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition held in Al-Khobar, Saudi Arabia, 8–11 April 2012.
~~24.~~25. Katherine Price Hoelscher, Steve Young, Jim Friedheim, Guido De Stefano," nanotechnology application in drilling fluids ", OMC 2013 – 105, 11th Offshore Mediterranean Conference and Exhibition in Ravenna, Italy, March 20-22, 2013.
26. Abdelrahman Ibrahim El-Diasty , and Adel M. Salem Ragab," Applications of Nanotechnology in the Oil & Gas industry: Latest Trends Worldwide & Future Challenges in Egypt", SPE 164716, North Africa Technical Conference & Exhibition held in Cairo, Egypt, 15–17 April l 2013.
~~25.~~27. Mei, Z., Liu, S. Y., Wang, L. 2011. Preparation of Positively Charged Oil/Water Nano-emulsions with a Sub-PIT Method. Journal of Colloid and Interface Science 361: 565-572.
~~26.~~28. Li Long, XuXianguang , Sun Jinsheng , Yuan Xubo , Li Yingmin, "Vital Role of Nanomaterials in Drilling Fluid and Reservoir Protection Applications" , SPE 160940, Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference held in Abu Dhabi, UA E, 11–14 November 2012.
~~27.~~29. GeirHareland, Andrew Wu, Lingyun Lei, Maen M. Husein,, Mohammad F. Zakaria ," Innovative Nanoparticle Drilling Fluid and Its Benefits to Horizontal or Extended Reach Drilling ", SPE 162686, SPE Canadian Unconventional Resources Conference held in Calgary, Alberta, Canada, 30 October –1 November 2012.
~~28.~~30. SaketM.Javeri, Zishaan W. Haindade, Chaitanya B. Jere," Mitigating Loss Circulation And Differential Sticking Problems Using Silicon Nanoparticles", SPE 145840, SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference and Exhibition held in Muscat , Oman , 24_26 October 2011.
~~29. توجه اعداد در متن فارسی شوند~~

~~تا رفرنس ۱۲ اصلاح شد یعنی ۹۷۱ باید~~

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Indent: Before: 1.27 cm, Space After: 0 pt, Line spacing: single, No bullets or numbering

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

Formatted: Font: Arial, 9 pt, Complex Script Font: 9 pt

www.SID.ir