



بررسی و تعیین اولویتهای نانوفناوری در حوزه حفاری

علیرضا حامد^۱، محمد مجیدی^۱

Engalirezahamed@yahoo.com

^۱ دانشجوی دوره کارشناسی رشته مهندسی نفت و دبیر انجمن علمی دانشجویی نفت دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد

چکیده:

یکی از مهمترین اولویتهای تحقیقاتی کشور مادر چندسالگذشته برسیامکاناستفادهاز نانوفناوریدرز مینههایگوناگونبوده‌است. در اینمقالهباتوجهبهاینموضوعبررسیتحقیقاتانجامگرفتهدرزمینهاستفادهازفناورینانودربخش هایگوناگونصنایعحفاریدر دنیاپرداختهشد.

کلیدواژهها:

حفاری، نانوتکنولوژی، نانوپوشش، نانوسیال، گلحفاری، متهحفاری



مقدمه :

مطالعات

سرما بهگذاریدر بخش صنایع بالادستی نفت و گاز، از مهمترین موضوعات صنعت نفت ایران و عمده کشورهای نفت خیز جهان به شمار میرود؛ به گونه ای که کشورهای یجهان بر سر جذب سرما بهگذاریدر به منظور توسعه فناوری بیابکدیگر به رقابتی درگیرند. ایران در میان کشورهای عمده نفت خیز، اگرچه دارای پتانسیل بسیار زیاد برای توسعه صنایع هیدروکربوری است، اما پیش از هر کشور دیگری نیازمند استفاده از راهکارهای مناسب برای جذب سرما بهگذاریدر این بخش و کاهش خطرپذیری سرما بهگذاریدر است.

امروزه هشرکتها بجز رگومعتبر بین المللی فعالدر حوزه نفت و گاز به منظور ارتقای توانی در تریبرقیایجهانی خود، حضوردر حوزه های یجدیدر این عنوان را هبردیبلند مدت موفقندبا میکنند که حفارینیز، به عنوان بخش مهمی از حوزه های بالادستی، نقش عمده ای در این زمینه ایفا میکند. فناوری پیمانورامی توانای پیشرفته ترین فناوری بهایشردانست که کاربردهای گوناگون آن میتواند جهان آیدر امراتحول نماید. تاریخچه فناوری پیمانورامی ۴۵ سال قبل بازمیگردد؛ زمانی که یچار دفاینممتخصص کوآنتوم نظردر زماندر یافتن جازین هنبولدر سخنرانی معرفه خود با عنوان "آنیابین تغییر خصوصیات مواد در مقیاس نانومتر تحت تاثیر خصوصیات نانیکوانتومی، الکترونها و برهمکنشها یا تمیاست ... با ایجاد ساختارهای نانومتری، کنترل خصوصیات تیار مواد نظیر رفتار مغناطیسی، هدایت الکتریکی، استحکام، نقطه ذوب و ... بدو تغییر ترکیب شیمیایی آنها امکان پذیر است این مساله میتواند منجر به استفاده هنانو فناوری در زمینه های مختلف همچون صنایع الکترونیک، پزشکی، داروسازی، مواد، صنایع شیمیایی و نفت و گاز گردد. نانوتکنولوژی در حوزه های یگسترده ای، چشمانداز آیدر صنعت نفت را تحت تاثیر قرار میدهد، بطوریکه ینگستره عظیمی در بخش صنایع بالادستی و پیمانورامی پدیدستیرا پوشش میدهد. چندین سال است که محققین در سراسر دنیا گامهای مهمی در راستای استفاده از فناوری پیمانورامی در گستره صنایع بالادستی و بالخصوص در بخش حفاری برداشته اند که هر یک از اینها در حیطه های مختلف و در مقیاسهای مختلف تحقیقی به هم پیوسته اند. در ادامه هر یک از اینها در حیطه های مختلف و در مقیاسهای مختلف تحقیقی به هم پیوسته اند. در ادامه هر یک از اینها در حیطه های مختلف و در مقیاسهای مختلف تحقیقی به هم پیوسته اند.



کاربرد نانوفناوریدر طراحی متهمتخفاری:

بیشتر ینتنشوارده در عملیات خفاری، به متهمتخفاری یاست
متهمتخفاری، جزء قسمتها یبازرشته خفاری به ستند که مرتباً در حالف سایش میباشند و پس از حفری کمتر از مشخص، کارایی خود را از دست میدهند و باید جایگزین شوند . بنابراین مواد جدیدی که متهمتخفاری را در برابر خوردگی و فرسایش مقاومتر نمایند، در این بخش بسیار مفید هستند
برای بهبود عملکرد متهمتخفاری یموارد زیر پیشنهاد میگردد:

بهبود استحکام و ساختار متهمتخفاریها به کمک نانوپوشش:

نانوپوششها گونههایی با نیاز کم هستند که با ابعاد آنها در حد نانومیباشد و یا زمینها یدارند که در آن در آنانومتر پیراکنده شده اند و خواص ویژه ای را به سیستم
میبخشند

ابعاد در حد نانواجازهاستفاده صحیح از فضا و مواد را داده و تراکم و بهما میخستگی با لایه نازک، همچنین تخلخل حد اقل مانع نفوذ عوامل خوردنده و سیدنا آنها به
سطح زمین میگردد. پوششها ی ساخته شده از نانوذرات به دلیل مقاومت، استحکام، سختی، و ... برای پوششدهی تجهیزاتی که در خفاری استفاده میشوند.
برخی از این پوششها از جمله ترکیبات یبیدیلید استخوانی میباشند که برای کاربرد های یکنه نیازمند اینگونه خواص هستند بسیار مناسبند .
در برخی پوششها، استفاده از این پوششها برای تجهیزاتی (متهمتخفاری) گزارش شده اند. از مزایای این مواد میتوان به

استفاده از نانوپوششها یکاربیدی :

کاربید سیلیسیم (SiC)

کاربید تیتانیوم (TiC)

کاربید بور (C₄B)

استفاده از نانوپوششها یکاربید / فلز :

پژوهشها یبیرا یبه کاربرد نانوپوششها یکاربید فلز در تجهیزاتی (متهمتخفاری)، و برشکاری انجام شده است . نمونه های نانوپوششها یکاربید /
فلز عبارتند از:

کاربید بور / تنگستن

سیلیسیم کاربید / تنگستن

کاربید بور / کاربید سیلیسیم

استفاده از نانوپوششها یروانکار جامد / فلز :



بهدلی ساختار ویژه شیبیه گر افیت، اینانو پوششها میتوانند به عنوان روانکننده جامد در تجهیز اتحفار یمور استفاده قرار گیرند.

سولفید مولیبدنیوم / مولیبدنیوم

سولفید تنگستن / تنگستن

سولفید تالیوم / تالیوم

استفاده از نانو پوششها یکنیترید تیتانیوم :

(الف) نانو پوشش TiAlN: نانو پوشش TiAlN دارای مقاومت در برابر سایش و نفوذ حرارتی می باشد. مقاومت در مقابل نفوذ حرارتی با افزایش مقاومت ساختار داخلی در برابر تغییر اتمی خواهد شد. در نتیجه از آنجا که سوهها و سیمانند آنیلیننگ که منجر به تغییر ساختار و نرم شدن نهشته ها خلی می شود، جلوگیری به عمل می آید.

(ب) نانو پوشش TiAlN/VN

(پ) نانو پوشش TiAlCrYN: نانو پوشش TiAlCrYN و TiAlN/VN رسوب داده شده بر روی فولاد نیترید شده توسط پلاسمای از مواد دیاستکهدر پژوهشها با ناشار هدها است. ابعاد لایه هادر محدود و دهنانومتر می باشد.

(ت) پوشش چند لایه TiN/AlN: تحقیقات بر روی نانو پوششها چند لایه TiN/AlN نشان داده است که با کاهش ضخامت لایه به کمتر از ۳,۶nm، این پوششها از خود خواص ویژه سایش نشان میدهند که این در مقایسه با پوششها معمولی تک لایه TiN مشهود است.

بهبود سختی و پایداری یگر ما بیتمه حفار با استفاده از نانو کامپوزیتها یکنیترید بور :

نیترید بور حاوی تکریتا پیوسته بر گیاستکها از کریستالها یکنانومتر نیترید بور ساخته شده است. سختی این پوشش در حدود سختی الماس است. از این پوششها میتواند در تجهیز اتحفار یور شکار یکها الماس در آنها حالت دارد، استفاده کرد. نانو کامپوزیتها یکنیترید بور دارا ی سختی بالا (۸۵ گیگاپاسکال) و پایداری یگر ما یی بالا (۱۶۰۰ درجه کلوین) هستند.

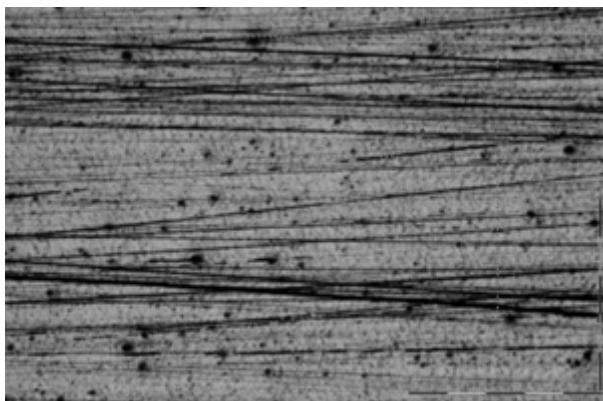
کاربرد نانو تیوبها یکر بنیدر کاهش وزن، افزایش استحکام و اومتته حفاری :

نانو تیوبها یکر بنی ساختارهای ییاستوانه ای شکل ییچند لایه از کربن به طول چندین میکرومتر و دیوارهای یی با ضخامت نانومتر میباشند. خصوصیات قابل ملاحظه یی این نانو تیوبها موجب افزایش تحقیق در زمینه کار بردها یی ممکن آنها شده است. به عنوان مثال آنها دارا یمدول الاستیسیته یی نجر ابر و استحکامه شتبر ابر نسبت به فولاد با دانسیته یی بسیار کمتر هستند. با به کار بردن نانو تیوبها در ساخت تجهیز اتحفار میتواند تجهیز اتسبکتر، محکمتر و بادوامی شتر تولید کرد.

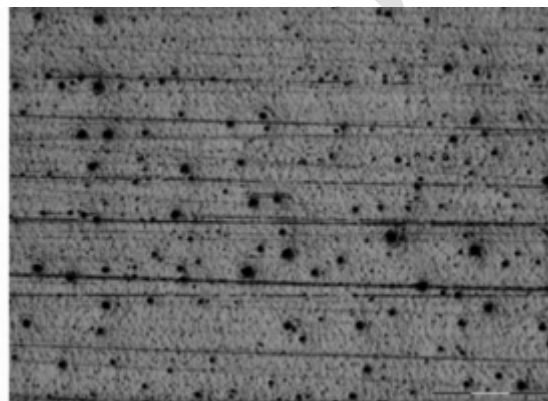
پوشش به بود خواصها با استفاده از نانو افزودنی ها :



- ترکیب نانوذرات با سطح عامل پلیمرها فعال (پایه پلیسیلوکسان)، نانوافزودنیها یجدید را که برای کاربردهای پوشش مناسبات ایجاد کرده است نانوذرات زیادیرایاستفاده در پوششها مورد توجه اند
- اما امروزه بیشتر به نانوذرات سیلیکا و آلومینیمبرای بهبود مقاومت سایشی توجه شده است. تحقیقات اخیر نشان میدهند که بهتر کیبنا نانوذرات با افزودنیها سطح سیلیکون متداول (پلیسیلوکسانها یا اصلاح شده آلی) میتواند عملکرد پوشش را بهبود بخشد.
- علاوه بر این، پژوهشهای پدیدر زمینه کاربرد نانوذرات اصلاح شده سیلیکون، که پلیسیلوکسانها سطح ذره پیوند شده است، انجام شده است آزمایشات نشان دادند که مقاومت سایشی پوشش متوکسی پروپیل استات با به کار بردن این نانوذرات افزایش مییابد.



Control



2% 40 nm Alumina

شکافها بر روی سطح بدون (چپ) و نانوذرات (راست)

کاربرد نانوفناوری در سیالات حفاری - گل حفاری:

- گل حفاری مخلوط کلوئیدی پیچیده از آب، خاکها و سیسنتونیتی، افزودنیهای شیمیایی و مقادیر بسیار کمی روغن از برشهای هیدروکربنی است
- سه گروه مهم از سیالات حفاری عبارتند از: سیالات با پایه روغن (OBF'S)، سیالات با پایه ترکیبی (SBF'S) و سیالات با پایه آب (WBF'S) اینگلدنر حفاریها اینفتیاز سطح مینبسطر فیا پینر اند همیشه در عمل حفاری توسط مته، سردسازی و روانساز یوخر و جگلهها ی حاصل از حفاریو ... را بر عهده دارد. اهداف اولیه که برای گل حفاری میتوان بر شمرده شمر جزیراست:

-انتقال محصولات تشکیل شده از سرمته در تهسوراخو حمل آنها به سطح مینبنا تنظیم رولوی سیستم گل

-روانکاری برایتقلیل استهلاک مته با مینوسردسازی مته حفاری

-ایجاد تعادل هیدرواستاتیکو محافظت دیوار هچا هو ممانعت از ریزش طبقات

-ایجاد تعادل بین مایعات طبقه ای و مایعات داخل چاه



-انتقال گاز و یافتن طبقات زیر زمینیهسطحودستگاههایانداز هگیر یمتلدستگاهشناسایی گازهاو یادستگاهتعیینکنندهونوعگاز

خصوصیات دیگر کهدر حفار یها یجدید با اهمیتاست، بهشتر حزیر میباشد:

- حفظ محیط زیست
- پخش گلولو گیر بازواکنشپذیرهای
- تواناییبرایآبندیشکافهاوسوراخهایتشکیلشده
- کاهشساییدگیتهجهیزات

نانوسیالات:

نانوسیالاتسوسپانسیونهاییکلوئیدیازنانوذراتبهقطر 100 - ۱ نانومتر در فاز سیال میباشند. فاز سیال از آبیامایعاتآلیتشکیلشدهاست. بهدلیلانداز هبسیار کوچک، نانوذراتدارایسطحتماسی بسیاربالاییهستندوهمینامر موجبافزایشخواصمنحصر بهفرداینذراتمیشود. نانوذرات همچنینخواصبهتریرانسبتهموادمرسومباساختارهایدرشتدانهشانمیدهند. پخششدهدر مایعاتامروز همماز لحاظخواصاساسیونبیادیوهماز لحاظکاربردیموردتوجه قرار گرفتهاندنانوسیالاتعملکردجابهجاییگریما یبقابلملاحظهایدارند. مزیتنانوسیالاتنسبتبهسیالاتشاملذراتباندازهایمیکروومیلیمتراینستکه، نانوسیالات مشکلاتتعلیقذراتمیکروومیلیمتر، از قبیلسایشوتجمعسرعذرات، راندارند. بهطور کلی میتوانمزیتهای زیربراینانوسیالاتبرشمرد:

هدایتگریما یبیشتر از پیشینیهاییانجامشده توسطمدلهایمیکروسکوپی، پایدار یفوقالعاده، صدمهکمتر مربوطبهکاهشکمترافتشارو سایشکمتر دیوار هها کهدر اثر وجودتعلیقهایذراتمیکروومتریومیلیمتریوجودمیآید، سطح ویژههیشترنسبتبهذراتمیکروومتریومیلیمتری. افزودنانوذراتبهسیالاتانتقالدهندهحرارت سببافزایشبازدهیآنها تاحدود ۱۵۰ درصد میشود. نانوسیالاتبطورمتداولازفازسیال (آب، مایعاتآلی، اتیلنگلیکول، روانکارها، وغنهاینفتی، پلیمرها و...) و نانوذرات (فلز، اکسید فلز، انواع فازهایکربنی، کربید فلز، نیتریدها، نانوتیوبکربنیو...) تشکیلشدهاند.

کاربرد نانومواد در گلفحاری:

گلفحاریبیایدخواصرنولوژیکیوچگالیوویسکوزیتهمناسبتجهتحمکنندههایحفاریبهبالاداشتهباشدوازقابلیتانتقالتهیدرولیکیکمپهپایر خوردار باشد. خواصیهمچونچگالیمناسبتبااستفادهازنانوافزودنیها قابلحصولاست. ویسکوزیتهمناسبتبناضافهکردننانوافزودنیهاییکه خاصیتروغنکاریدارند بدستمیآید. تراکمپذیریاز مهمترینعواملیاستکهبهمنظر میرسد بااستفادهازنانوکامپوزیتهها، نانوتیوبهای کربنیوبرخیازنانوپودرهایسرامیکیسختبازونمخصوصمناسبتبظیرنانوپودرهایکارید. اگر در شرایطعملیاتیحفاریقطعشده، گلبایدبهحالتتزلزلتینیدرآمده ومانعازتهنشینشدههایحفاریشدهوازگیرکردنابزارحفاریدرونچاهجلوگیریکند. همچنینگلولهتینیبایدبهگونهباشد کهبازکمترینتنشازحالتتزلزلتینیمبهحالترواندرآیدومجدداً خاصیتتیکسوتروپیکگرااعادهکند.

سومین همایش ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی

مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا



کاربرد نانوذرات در گل حفاری:

دانشمندان در دانشگاه شاندونگ چین به هدنبار اهیبر ایبالا بر دنسر عت حفار یبا استفاده از نانوتکنولوژی بهستند .
 آنها موفق به تولید یک محلول پیشرفت شده اند که با ذرات نانوسایز و پودرهای بسیار ریز مخلوط شده است .
 این محلول به طور مشخص قادر به افزایش سرعته حفار می باشد . سیالات حفار یو یژ هباسر عتبالادر حفار یها یدمایبالانیز کاربرد دارند .
 حفار یدر دما و فشار بالا ممکن است راه حل یبر ایاستخراج بهتر از نفتغیر قابل باز یابیا: مخازن نیباشرا یطدشوار باشد . یکسیال
 حفار یبا ییدار ایانتقال حرارت مناسب و یژ گیها یجر یانسیمال مطلوب باشد . از طرفی اسنادار ده یز یستم حیطینیز یبا ییدر ساختا ندر نظر گرفت ه شود .
 مواد افزودنی به گل حفار باعث افزایش دانسیته، کاهش خوردگی، پراکندگی یا تجمع ذرات، تغییر ویسکوزیته و جلوگیری از رشد باکتریها میشود .
 بر ای حفار یها یعمیق، ممکن است دما و فشار آنقدر بالا باشد که مانع از انتقال حرارت تصحیح در سیال حفار یگر دد .
 بر ای استفاده از یکسیال در شرایط فوق، یو یژ گیها یگر مایو انتقال حرارت تسیال یبا ییدمقدار زیاد بهبود یابد .
 یک یاز راهها یبهبود یو یژ گیها یگر مایسیال حفاری، استفاده از سیالها یحا و ینانوذرات است .
 میانسایر کاربرد های ممکن، نانوتکنولوژی می تواند امکان یجاد کند که بهبود یدر یو یژ گیهای پدید هها یانتقال در سیال وجود آید .
 این سیالات می توانند به وسیله ی افزودن نانوذرات در صد های حجمی کم هم سیال تولید شوند . نانوذرات خصوصیات تر یولوژیکی، مکانیکی، اپتیکی و حرارتی تسیال را بهبود میبخشند . استفاده از سوسپانسیون نانوذرات می تواند موجب بهبود های زیر گردد:

- ذرات در اندازهها ینانو قادر به افزایش یبار یدر مقابل ته نشینی و رسوب هستند زیرا نیروی سطحی در آنها بهر احتیاج نیرو و یجاد بهبالا نسیمیشود

- خواص حرارتی، مکانیکی، اپتیکی، الکتریکی، ر یولوژیکی و مغناطیسی نانوذرات، که به انداز هوشکلاتها وابسته است، در طول مر ا حلتو لید می تواند تنظیم شود و تغییر کند و معمولاً از خواص همان ماده به صورت تبالکبتر است .
 بهطور مشخص

از مایشا تاخیر نشان داده است که یانسیمالها یبیشرفته دار ای خواص جاذب یبر ای استفاده در شرایط یکه انتقال حرارت، کاهش سایش، قابلیت اتصال و چسبندگی بر ایقوا
 مناسبه، تولید ذرات، تغییر قابلیت تر شوند گیو کتر لخور دگی مور دنظر است، میباشند .
 نشان داده شد که حضور این نانوذرات رسانا ییگر مایبایستایک محلول یبا یبر ایانداز ه ۱۶۰ درصد با افزایش نانوتیو بکر بنیافزایش میدهد .
 خواص سایشی و غنیایر و انکند هرا نیز میتوان با افزودن پراکنده ساز ینانوذرات یبا یبکر بنیایا یهفلز یبهمحلول بهبود داد . بهطور خاص در حدود ۲۵ درصد
 کاهش در ضریب اصطکاک و انساز با افزودن نانوذرات یبا یه نیکل یها مشاهده شده است

در دانشگاه ویر جینیا یغریتوسطیر و فسور گو پتا و همکاران، پروژ هتولید سیال حاو ینانوذرات با خواص بهبود یافته بر ای استفاده در حفار یمخازن نفتو گاز در جریان است .
 و تولید یکسیال حفار یبا اجزای انتخاب شده، بر ای مقابل هباشرا یطسخت دما و فشار بالا ی موجود در در ای نپروژ ه با استفاده از نانوذرات امکان زلشدن سیال حفار یبهنگامتوق عملیات تر ا هم شده
 همچینا: نانوذرات پلیمر یبهنوا نافز و دنیها ییبر ای کاهش کشش یمنظور افزایش سرعت بر شیونفوذ ی حفاری، پاکسازی، روانساز یو خنک کنند گیاستفاده شده است
 حفار یافزایش می یابد و آسیب یه سنگها یمخزنو ابزار یبه حد اقل خواهد رسید .
 هدف از این پروژ ه طراحی
 بر یخچا هها یعمیقو حفار یها یافقی است .
 در نهایت سرعت

کاربرد نانوفناوری در انولولها یجداری:

مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا

سومین همایش ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی



- در حفار بیاید از سازنده با فشارهای متفاوت عبور کرد . بر ای این که بتواند حفار بر ادامه دهد، در صورت تغییر فشار سازنده باید از لوله جدار استفاده نمود .
بدینتر تیبیکه لوله جدار بر اوارد چاه کرده، سپس سیمان همراهمر اچر خشگلوار دچاه میگرد . زمانی که تمام پیشتلو لوله جدار پیر شد، مدت
زمانی صبر کرد و سپس از خشک شدن سیمان حفار یادامه مییابد .

مواد افزودنی به سیمان حفاری:

مواد افزودنی به سیمان مصرفی در عملیات سیمانکاری حفار یچاهها یبفتشاملا قلامزیر است:

- کندکننده زمان بندش سیمان (دیر بند سیمان)
 - افزاینده چسبندگی لکنده هر زرو سیمان
 - پخشکننده ذرات سیمان
 - شوینده شیمیایی
 - افزاینده چسبندگی ها ی موجود در دو غابسیمان
- این مواد جهت ساخت و دو غابسیمان حفار بر ای سیمانکاری لولهها ی جدار یچاهها یبفتشاملا قلامزیر است .
تنوبهار زشتقریبی یک میلیون دلار میباشد .

250 مصرف سالانه مواد افزودنی سیمان حدود

کاربرد فناوری بدر تکمیل چاه - مشبک سازی:

- بهدلایل نظیر تولید از یک عمق خاص (جلو گیری از تولید آبگاز اضافی)
و نیاز تمام لایه ها هم چنین نیاز سازنده ها نه چاه و جلو گیری از ارتباط لایهها با یکدیگر، مقابل لایه نفتی گاز یک لوله
جدار یقرار داد همیشه و سپس مشبککاری جهت مرتب ساختن چاه لایه مر بوطه و در یک عمق خاص، انجام میگرد
بامشبککاری، لوله جدار به همراهمر اسیمان پیشتانوبخشیا ز لایه مر بوطه سوراخ میشوند
سپس نفتی گاز از طریق سوراخها یجاد شده به درون چاهها پیدا میکند . در این بخش فناوری بدر موارد زیر میتواند مورد استفاده قرار گیرد .

استفاده از نانوپوششها یکار بید بر ایافزایش استحکام، دوام، مقاومت سایشی، و خوردگی لولهها انفجار:

- پژوهشها یز یادیدر مورد به کار بردن پوششها یکار بید در تجهیز ات صنعتی گزار شده هاست .
دلایل خواص ویژه این پوششها، نظیر، مقاومت در برابر خوردگی، سایش، استحکام و طول عمر بالا، و خاصیت روانکنندگی (روانکننده جامد)
پژوهشها یببر ای به کار بردن این پوششها در حفار یچاه نفت در قسمت تکمیل چاه لولهها یانفجار انجام شده هاست . علاوه بر این پوششها یکار بید دارای سختی بالا
(۶۰-۴۰ گیگا پاسکال) و ضریب اصطکاک پایین (0.3-0.4) هستند .

سومین همایش ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا



کاربرد نانو فناوری در جلوگیری از آسب سازند:

مهاجر تذر اتریز و هجو مذر اتجامدوسیا الحفاری:

برای جلوگیری از نفوذ در اتجامدوسیا الحفاری، وزن و ویسکوزیته گل حفاری باید در محدوده مشخصی باشد تا نیروها با آن نشود. ایجاد تعادل هیدروستاتیک مانع از ورود سیالات تبسازند میگرد. با اضافه کردن نانوذرات آسبها لامیتوان منظم ویسکوزیته، از ورود ذرات نگلبه جدارها جلوگیری کرد.

تقابلسنگوسیال:

واکنش میان سنگوسیال منجر به تغییر خصوصیاتگردد که باعث ایجاد مشکلات مکانیکی افزودنیاز دارندهها یگوناگون شیمیایی به گل حفاری مانع از واکنش سنگوسیال استفاده از نانوذرات تبسازند میگرد، میتواند اثر بیشتر در جلوگیری از انجام واکنش همچنین پراکنندگی بهتر و یکنواختی بیشتر موجب کارایی بالاتر آن خواهد بود. نانوذرات میتوان به نانوذرات پلیمری، نمکوترکیب تکلسیمو پتاسیم اشماره کرد.

خلاصه نتایج گیری:

نانو فناوری در ایکاربردهای موثر و بسیار در حفاریها باشد که از جمله آنها میتوان به استفاده نانو فناوری در متحفاری، سیالات حفاری، سیمانلولهها حفاری، تکمیل چاهو مشبک ساز یو بر ایحصول خواصی همچون چگالی مناسب، عدم خوردگی یا خوردگی کم، خاصیت وانکاری، انتقال حرارت مناسب، جلوگیری از هرزروی، تراکم پذیر مناسب، سمینبودن و بالاخص خاصیت تیکسوتروپ (ژلاتینی) سیالات حفاری از نانو افزودنیها استفاده میشود. در متنها و نیز سایر مواردیکه به استحکام و ضدسایشی و نرسطح نیاز باشد، نانو پوششها دارای کاربردهای موثر و مفید هستند.

منابع:

- www.spintek.com
- http://rip.trb.org/browse/dproject.asp?n=14335
- http://commerce.metapress.com/content/3002421626081256/fulltext.pdf
- http://folk.uio.no/maloy
- K. Sobolev, M. Ferrada-Gutiérrez, "How Nanotechnology Can Change the Concrete World: Part 2", American Ceramic Society Bulletin, No. 11, 2005, pp. 16-19
- United States Patent 5133576