

کاربرد نانوپوشش‌های آنتی فولینگ در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی

سال انتشار: ۱۳۹۷

ویرایش نخست





صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی با مشکلات و چالش های گوناگونی روبه روهستند و یکی از مهم ترین این چالش ها پدیده فولینگ (رسوب گذاری) است و در تجهیزاتی که انتقال حرارت صورت می گیرد مانند مبدل های حرارتی و برج های خنک کننده اتفاق می افتد. علاوه بر آن فولینگ در تاسیساتی که در دریا وجود دارند مانند پایه های سکوها های نفتی نیز به وجود می آید. این

رسوبات موجب کاهش انتقال حرارت در مبدل ها و افزایش افت فشار می شود که هزینه هایی در پی دارد. هر سال هزینه هنگفتی صرف نگهداری و تعمیر اجزایی می شود که با پدیده فولینگ یا رسوب گذاری روبه رو هستند؛ بنابراین مهندسان همواره به دنبال روشی اقتصادی برای کاهش هزینه های ناشی از تشکیل این رسوبات بوده اند. از آن جایی که همواره پیشگیری بهتر از درمان است، استفاده از فیلتراسیون های مناسب برای تصفیه آب سرد ورودی به مبدل های حرارتی برای کاهش فلزات سنگین مرسوم است، ولی این راه حل به تنهایی نمی تواند مانع تشکیل رسوب شود. از این رو پوشش های آنتی فولینگ در مرحله بعد، روشی مؤثر برای جلوگیری از ته نشینی رسوبات خواهد بود. استفاده از نانوپوشش های آنتی فولینگ که خواص و کارایی بسیار بهتری نسبت به پوشش های معمولی دارد راهکاری مناسب و اقتصادی برای کاهش هزینه های تعمیراتی است.

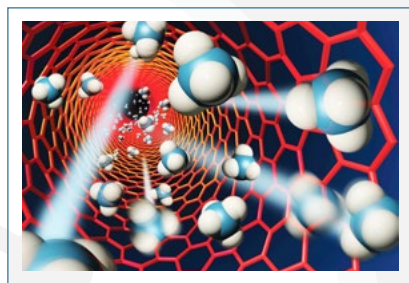
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با هدف برطرف کردن نیازها و حل مشکلات صنایع با تکیه بر توان داخل، سعی می کند تا از طریق حمایت های مادی و معنوی خود مسیر رسوخ و انتقال فناوری های مبتنی بر فناوری نانو را در صنایع مختلف از جمله صنعت نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی هرچه بیشتر تسهیل کند.

چکیده مدیریتی

مقدمه

فناوری نانو به مجموعه توانمندی ها در تولید و دست کاری مواد در مقیاس نانو (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) گفته می شود. تعریف فناوری نانو بر اساس سایز مولکول ها بسیار گسترده است و علوم گوناگونی را از جمله علوم سطحی، شیمی آلی، زیست شناسی مولکولی، فیزیک نیمه رسانا، میکروسازه ها، مهندسی مولکولی و... در بر می گیرد.

دانشمندان در حال حاضر، مفاهیم آینده فناوری نانو را مورد بحث قرار می دهند. فناوری نانو ممکن



شکل ۱. تصویر فرضی از ساختار نانو مواد

است قادر به ایجاد بسیاری از مواد و دستگاه های جدید با طیف گسترده ای از کاربردها مانند نانو مواد، نانوالکترونیک، تولید مواد زیستی و محصولات مصرفی باشد. از سوی دیگر استفاده از فناوری نانو می تواند

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهریژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قزابلو report@nano.ir	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه کنندگان:	سید آرین مرتضوی، محمدرضا بسکابادی، علی طالبیان oil@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
		صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

شناسنامه

فهرست مطالب

۳	چکیده مدیریتی
۳	مقدمه
۴	فولینگ (رسوب گذاری) چیست؟
۴	انواع سیستم های آنتی فولینگ
۵	پدیده فولینگ در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
۷	انواع نانوپوشش ها
۸	انواع نانوپوشش های آنتی فولینگ
۸	چشم انداز اقتصادی
۹	بررسی پتانسیل های موجود درباره پوشش های آنتی فولینگ
۱۰	محصولات شرکت های خارجی

خوردگی و رسوب است.

■ اولتراسونیک

امواج فرکانس بالا همچنین به عنوان یک روش برای جلوگیری از رشد جلبک های دریایی در سیستم های لوله کشی زیر دریا و تجهیزات دریایی استفاده می شود. سیستم التراسونیک به عنوان یکی از روش های بسیار مؤثر برای جلوگیری از تشکیل رسوب شناخته شده است. در این روش کاهش ۸۰ درصد رسوبات دریایی را شاهد هستیم. براساس تحقیقات روش التراسونیک دو اثر آنتی فولینگ دارد:

■ امواج با فرکانس بالا موجب اختلال در محل سکونت رسوبات دریایی می شود.

■ اقدام مکانیکی براگانیسم هایی که در حال تلاش برای چسبیدن هستند. این اقدام نه تنها به جلوگیری از تثبیت آن ها کمک می کند بلکه براگانیسم های ۴-۵ میلی متری نیز که در حال محکم شدن هستند، عمل می کند.

■ الکترو کلرینگ

الکترو کلرینگ روشی است که کلر برای تولید هیپوکلریت سدیم تولید می کند که برای جلوگیری از فولینگ استفاده می شود. تیتانیوم به عنوان کاتد و تیتانیوم با پوشش ۱۰۰ میکرو اینچی از پلاتین به عنوان آند استفاده می شود. تیتانیوم یک عنصر الکتروشیمیایی ساکن در ولتاژ مثبت کمتر از ۹ ولت است. ولتاژ آند/کاتد ۷ ولت نگه داشته می شود.

پدیده فولینگ در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی

نقش رسوب گذاری در عملکرد تجهیزات به صورت زیر مشخص می شود:

■ لایه رسوب دارای قابلیت انتقال حرارت پایین است. این لایه مقاومت در برابر انتقال حرارت را افزایش داده و اثر مبدل های حرارتی را کاهش می دهد.

■ بر اثر رسوبات مقطع عبور سیال کاهش پیدا کرده و باعث افت فشار می شود.

■ رسوب گذاری باعث خوردگی در تجهیزات می شود.

مبدل های حرارتی، شامل مجموعه ای از لوله ها و یا صفحاتی هستند که جهت انتقال گرما و حرارت در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. ابتدایی ترین و معمول ترین روش برای کنترل پدیده فولینگ، جلوگیری از ورود مواد غیر استاندارد به مدار آب خنک کننده در مبدل ها است. در نیروگاه های بخار و سایر تاسیسات صنعتی مربوط به آب، از طریق تصفیه کردن آب خنک کننده پیش از ورود به تجهیز، از فولینگ تا حدی جلوگیری می کنند.

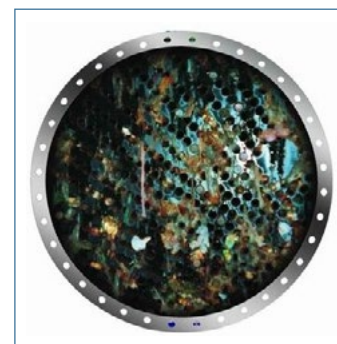
رسوب گذاری و نشست رسوب در تاسیسات و تجهیزات حرارتی و برودتی هزینه های بزرگی به صنایع مختلف

موجب برطرف شدن بسیاری از مشکلات از جمله نگرانی در مورد آلودگی های محیط زیستی شده، اثرات آن بر اقتصاد جهانی را بررسی کرده و فناوری های جدید در این راستا را ایجاد کند. صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی از جمله حوزه های مهمی است که با ورود فناوری نانو محققان توانسته اند بسیاری از مشکلات آن را برطرف کنند. یکی از موضوعاتی که در این صنایع مطرح است پدیده فولینگ است که موجب کاهش راندمان تجهیزات می شود. استفاده از نانوپوشش های آنتی فولینگ روش مناسب و کارآمدی است که در این گزارش سعی شده است با نگاهی اجمالی معرفی شوند.

فولینگ (رسوب گذاری) چیست؟

پدیده فولینگ، تجمع مواد به طور ناخواسته بر روی سطوح جامد است که موجب کاهش عملکرد سیستم می شود که این رسوبات می تواند شامل موجودات زنده یا مواد غیرزنده (آلی یا معدنی) باشد. این مواد ناخواسته عموماً کربنات کلسیم ها و منیزیم ها هستند که به رسوبات آب و آهک نیز معروف اند.

فولینگ پدیده ای معمول و متنوع است و در مکان های گوناگونی از جمله: پوسته کشتی ها، سطوح تجهیزات در محیط دریایی، بدنه اجزای تجهیزات مربوط به انتقال حرارت از طریق مواد موجود در آب خنک کننده، گازها و ... رخ می دهد.



شکل ۲. یک مبدل حرارتی پر شده از رسوبات

انواع سیستم های آنتی فولینگ [۱]

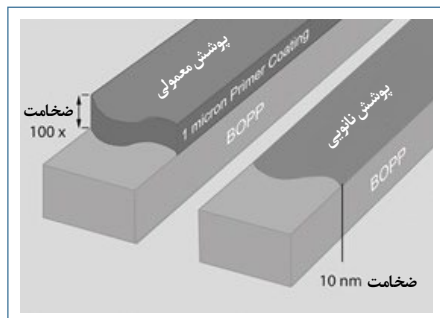
■ سیستم الکترولیت

این روش یکی از رایج ترین سیستم های آنتی فولینگ در تجهیزات دریایی است. سیستم الکترولیتی از جفت های آند تشکیل شده است که بیشتر مس و آلومینیم (آهن) است. جریان DC که از آند های مس عبور می کند و یون هایی تولید می شود که آب دریا آن ها را در شبکه لوله کشی حمل می کند. آند دوم برای جلوگیری از خوردگی سطح فلز استفاده می شود. آند های آهن از تجزیه شدن لایه های اکسید فلزی توسط مواد خورده موجود در آب دریا (گوگرد) جلوگیری می کند.

■ مواد شیمیایی

استفاده از مواد شیمیایی نیز روشی مرسوم در جلوگیری از تشکیل رسوب در تجهیزات به شمار می رود. پوشش های آنتی فولینگ مانند کلرید ترکیبات آهنی از جمله پوشش های مورد استفاده برای جلوگیری از





برای محیط زیست خطر نداشته باشد یک چالش برای صنعت نفت است. امروزه توجه بیشتری بر فناوری های تصفیه پساب روغنی جلب شده است و باید توسط هر شرکت نفتی بررسی و حل شود. غشاهای استفاده شده در این فرآیند باید در برابر فولینگ مقاوم باشند ازین رواز مواد نانوساختار برای ایجاد این خاصیت استفاده می کنند [۵].

نانوپوشش ها، پوشش های مبتنی بر فناوری نانو هستند، برخلاف پوشش های پلیمری دارای خواص منحصر به فردی نظیر انعطاف پذیری، سختی، مقاوم بودن، شفافیت و غیره هستند [۶].

این پوشش ها نتیجه یک برنامه کاربردی برای تشکیل یک شبکه استوار از مولکول ها روی یک سطح توسط ساختارهای نانویی است. ضخامت پوشش های معمولی در حدود ۱۰۰ برابر پوشش های نانویی است. بررسی های انجام گرفته بر روی نانوپوشش ها نشان می دهد که خواص آن ها در بسیاری موارد نسبت به پوشش های معمولی بهبود چشم گیری دارد. نانوپوشش ها در مقایسه با پوشش های میکرومتری از ضربه انبساط حرارتی، سختی و چقرمگی بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر خوردگی، سایش و فرسایش برخوردار هستند [۷].

انواع نانوپوشش ها [۸]



شکل ۴. چهار گروه مهم نانوپوشش ها

نانوپوشش ها انواع مختلفی دارند که چهار گروه مهم از آن ها عبارتند از: افزایش تقاضا برای نفت و گاز، گسترش صنایع مربوط به آن ها و کاهش هزینه های مربوط به فولینگ موجب رشد بازار پوشش های آنتی فولینگ شده است. تولید کنندگان زیادی تا به امروز پوشش های موثری را جایگزین

وارد می کند. در مجموع هزینه های مربوط به رسوب گذاری به دو بخش عمده تقسیم می شود:

■ **هزینه های سوخت و انرژی:** مشعل ها، بویلرها و دیگ های بخار سوخت بیشتری مصرف می کنند.

■ **افت تولید:** در نتیجه توقف های برنامه ریزی شده یا بدون برنامه ریزی تجهیزات در خطوط تولید است.



شکل ۳. رسوبات تشکیل شده روی پایه های سکوی نفتی

پدیده فولینگ، تأثیرات منفی قابل توجهی در کارایی بویلرها و مبدل های حرارتی دارد. در بسیاری از صنایع نیروگاهی بخش زیادی از بودجه صرف مشکلات ناشی از فولینگ در مبدل های حرارتی و بویلرها می شود. هزینه های ناشی از فولینگ در نیروگاه های کشورهای بزرگ صنعتی، هزینه ای بالغ بر ۴/۴ میلیارد دلار در سال دارد. حدود ۱۵٪ از هزینه های مربوط به نگهداری از تأسیسات نیروگاهی صرف مبدل های حرارتی و بویلر می شود که نیمی از این هزینه مربوط به فولینگ آن ها است.

به طور کلی تمیز کردن هر مبدل حرارتی هزینه ای بین ۴۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ دلار خواهد داشت [۲].

در روش های موسوم، ترکیبات کلردار و یا برم دار جهت کنترل بایوفولینگ در مقادیر زیاد استفاده می شوند، همچنین برای رقیق سازی و کاهش فولینگ حاصل از مواد معدنی، از گستره وسیعی از مواد شیمیایی اسیدی و بازی مثل سولفوریک اسید، سدیم هیدروکسید، آهک آبدار و غیره استفاده می شود. این مواد بر pH آب اثر می گذارند و در درازمدت می توانند انواع خوردگی های شیمیایی روی سطوح ایجاد کنند. امروزه برخی از پوشش های حفاظتی بویلرها می توانند به راحتی مشکل فولینگ را رفع کنند؛ بدون آنکه بر بازده مبدل های حرارتی تأثیر نامطلوب بگذارد [۲، ۳].

اگرچه امروزه پیشرفت های شگرفی در امر تهیه و مصرف مواد شیمیایی در بهسازی آب برج های خنک کننده، دیگ های بخار و هم چنین مصرف افزودنی های متنوع در فرآیندهای مختلف شیمیایی حاصل شده است، ولی گاهی دستگاه های تجهیزات صنعتی به خاطر عدم رعایت دستورالعمل های عملیاتی در کاربرد صحیح آن ها و نیز به واسطه کیفیت پائین آب های مناطق مختلف و یا عدم سازگاری مواد شیمیایی در محیط های آب و فرآیندی، با مسائل تشکیل رسوب، فولینگ، ته نشین شدن مواد حاصل از مواد خارجی و مواد حاصل از خوردگی و... مواجه می شوند که این موارد، موضوع انتقال حرارت را در مبدل های حرارتی با مشکل مواجه می سازند. در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و کارخانجات تولیدی و نیروگاه ها، سعی بر این است که با استفاده از آب تصفیه شده و نیز اعمال بهسازی صحیح شیمیایی، از بروز مشکل تشکیل رسوب و فولینگ در دیگ های بخار و برج های خنک کننده پیش گیری شود تا حتی الامکان از توقف های ناخواسته واحدهای تولیدی جلوگیری به عمل آید [۴]. استفاده از نانوپوشش های آنتی فولینگ یکی از موثرترین راه ها برای جلوگیری از تشکیل رسوب است.

در پالایشگاه های نفت ناگزیر حجم زیادی از فاضلاب روغنی تولید می شود. دفع این پساب روغنی به طوریکه

امروزه استفاده از پوشش های آنتی فولینگ در صنایع دریایی، غذایی، الکترونیک، خودرو و صنایع نفت و گاز افزایش چشم گیری داشته اند. پدیده فولینگ همانند خوردگی در همه جا حضور دارد و باعث خسارات عملیاتی بسیار زیادی می شود. براساس یک تحلیل ارائه شده توسط کشور چین، خسارات اقتصادی ناشی از فولینگ در توربین ها و بویلرهای تاسیسات این کشور بالغ بر ۴/۶۸ میلیارد دلار است که در حدود ۰/۱۶۹ درصد تولید ناخالص ملی این کشور است [۱۳ و ۱۴].

بررسی پتنت های موجود درباره پوشش های آنتی فولینگ

با توجه به اهمیت پدیده فولینگ در صنایع و خسارات ناشی از آنکه هزینه های زیادی را متوجه صاحبان صنایع می کند، اختراعاتی در این زمینه به ثبت رسیده است. در بین سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ حدود ۳۲ پتنت با موضوع نانوپوشش های آنتی فولینگ به ثبت رسیده است که به بررسی برخی از آن ها که در آمریکا ثبت شده اند می پردازیم:

■ **سال ۲۰۱۴:** با توجه به یکی از این اختراعات، سطوح مبدل حرارتی پوسته و لوله با ترکیبی که شامل ترکیبات ارگانوسیلیکون با استفاده از فرآیند سل-ژل پوشیده شده است. ترکیبات ارگانوسیلیکون مواد اولیه ای هستند که در فرآیند سل-ژل مورد استفاده قرار می گیرند که در این میان ترکیبات آلکوکسی سیلیکون ترجیح داده می شوند. در فرآیند سل-ژل، یک سل تبدیل به یک ژل می شود که حاصل این فرآیند تولید نانومواد است. با ترکیبی از یک پوشش بادوام و درعین حال انعطاف پذیر، یک سطح برای مبدل حرارتی پوسته و لوله به دست می آید که دارای خواص ضدچسبندگی عالی و همچنین مقاومت در برابر سایش و شکاف است [۱۵].

■ **سال ۲۰۱۵:** یکی از پتنت های این سال مربوط به یک پوشش آنتی فولینگ و ضد خوردگی شامل یک لایه تیتانیوم است. این لایه تیتانیوم یک لایه درونی با ضخامت ۴۰-۸۰ نانومتر دارد. از این پوشش می توان در مبدل های پوسته و لوله و صفحه ای گوناگون با جنس های مختلف از جمله فولاد ضدزنگ، فولاد معمولی، مسی، لوله های فولادی ضدزنگ پیچ خورده و... استفاده کرد [۱۶]. همچنین پتنت دیگری وجود دارد که مربوط به پوشش هایی است که حاوی گرافن و رزین ها هستند. گرافن می تواند همراه با رزین در حضور یا عدم حضور رنگدانه ها، پرکننده ها و کاتالیزورها برای محافظت از ورق های فولاد، گالوانیزه، تجهیزات، خودرو، کشتی و سازه های دریایی در برابر خوردگی، رسوب و زنگ زدگی استفاده شود [۱۷].

■ **سال ۲۰۱۶:** یکی از این اختراعات مربوط به ساخت یک نوع رنگ آنتی فولینگ برای حفاظت از سطوحی است که در داخل آب قرار دارند (مانند بدنه قایق ها و کشتی ها). مخترعان در این پتنت به جای استفاده از آنتی فولینگ های سمی در رنگ به عنوان افزودنی، از فیلم هایی استفاده کرده اند که به آسانی گذاشته و برداشته می شوند. این فیلم بیشتر شامل نانوذرات پراکنده مانند ذرات نانورس در غلظت ۰.۵ تا ۱۰ درصد وزنی است [۱۸].

■ **سال ۲۰۱۷:** یکی از پتنت های مربوط به این سال که در حوزه مهندسی شیمی است به پوشش های نانویی آلومینات استرانسیم اشاره کرده است. این پوشش های نانویی که ضخامت آن ها ۵۰ نانومتر است، عملکرد پایدار و باثباتی دارند و دارای ویژگی های مختلفی از جمله ضد خوردگی، کاهش اشتعال پذیری، آنتی فولینگ، آنتی باکتریال، ضد آب و غیره هستند و پوشش مناسبی برای تجهیزات و ساختمان ها محسوب می شوند [۱۹].

پوشش های معمولی کرده اند ولی هیچ کدام نتوانسته اند مشکل آنتی فولینگ را به طور کامل از بین ببرند. در حال حاضر محصولات جدیدی آمده اند و مورد آزمایش قرار گرفته اند که می توانند در دهه آینده مورد استفاده قرار بگیرند که نانوپوشش های برپایه سیلیکون و تفلون از جمله آن ها هستند [۹].

انواع نانوپوشش های آنتی فولینگ

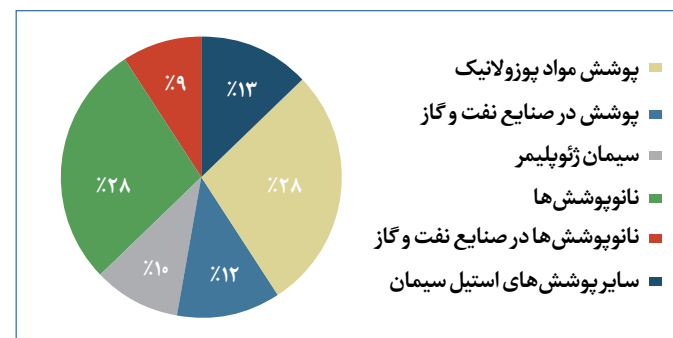
مش های ۲ مس پوشش داده شده با تیتانیوم اکسید نانوساختار (TNS-Cu) از جمله پوشش هایی است که برای فناوری تصفیه آب روغنی استفاده می شود. برای یک محیط پایدار، نانومواد با قالب بندی مناسب و خواص اپتیکی می توانند راه حل های تصفیه آب نوآورانه و کارآمد را ارائه دهند. خواص شگفت انگیز اکسید گرافن، نانولوله های کربن و ذرات نانوالومینا باعث شده از این مواد هم در پوشش های تجهیزات تصفیه آب روغنی استفاده شود.

ذرات نانورس و پوشش های نانویی آلومینات استرانسیم نیز دارای خواص بسیار خوبی برای ایجاد خاصیت آنتی فولینگ هستند که در تجهیزات مختلفی از قبیل مبدل های حرارتی مورد استفاده قرار می گیرند [۱۰، ۱۱].

چشم انداز اقتصادی

در سال ۲۰۱۳ بازار جهانی نانوپوشش ها ۳۰۹/۵ هزار تن و بیش از ۱/۸ میلیارد دلار تخمین زده شده است و هم چنین برآورد می شود بازار جهانی پوشش های آنتی فولینگ از ۵/۶۱ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵ به ۹/۲۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ رشد خواهد کرد. نرخ رشد سالیانه آن بین سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۱، ۸/۶ درصد خواهد بود.

پیش بینی می شود که صنعت جهانی نانوپوشش ها تا سال ۲۰۲۰ به ارزش ۸/۱۷ میلیارد دلار برسد. انتظار می رود بازار نانوپوشش ها به خاطر افزایش تقاضا نسبت به پوشش های پلیمری معمولی، به علت ویژگی های فوق العاده آن و کاهش انتشار گازهای آلاینده آلی گسترش یابد. نانوپوشش ها در کاربردهای متعددی از جمله خودتمیزکننده^۸، ضدآلودگی^۹، آنتی فولینگ و آسان تمیزشونده^{۱۰} و ضد میکروبی^{۱۱} موجود هستند [۶].



شکل ۵. تفکیک فناوری های مختلف نانوپوشش ها و زمینه های کاربرد آن [۱۲]

پی نوشت ها

- ۱ Anti-Fouling
- ۲ Biofouling
- ۳ Nano Grade
- ۴ Super Lattice
- ۵ Thin Films
- ۶ Nano Composite Coatings
- ۷ Mesh
- ۸ Self-Cleaning
- ۹ Anti-Fingerprint
- ۱۰ Easy-to-Clean
- ۱۱ Anti-Microbial

مراجع

- ۱ <http://www.marineinsight.com/tech/4-types-of-anti-fouling-systems-used-on-board-ships-to-prevent-marine-growth/>
- ۲ <http://kimiafanavar.com/portfolios>
- ۳ دانشنامه رشد. بازبینی شده در ۷ اکتبر ۲۰۱۳.
- ۴ <http://finrotak.com/fa>
- ۵ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535213002207>
- ۶ <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-nanocoatings-market>
- ۷ http://www.selectnano.info/service/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=65
- ۸ <http://www.dorsa.ir/article>
- ۹ http://www.coatingsworld.com/issues/2016-10-01/view_features/advances-in-antifouling-coatings-technology/
- ۱۰ <https://www.nature.com/articles/srep25414>
- ۱۱ <http://pubs.rsc.org/-/content/articlepdf/2017/ra/c7ra02501g>
- ۱۲ http://irannano.org/filereader.php?p1=main_41431398e519cb214df7fe6cf165f949.pdf&p2=paper&p3=1&p4=1
- ۱۳ H. Mueller-Steinhagen and A.P. Watkinson, "Fouling of Heat Exchanger--New Approaches to Solve Old Problem", Heat Transfer Engineering, 26(2), 2005.
- ۱۴ Xu Zhi-Ming, ZHANG Zhong-Bin, and YANG Shan-Rang, "Costs due to utility fouling in China", ECI Engineering Conferences International Symposium Series, Heat Exchanger Fouling and Cleaning VII, July 1-6, 2007 - Tomar, Portugal.
- ۱۵ Publication number: EP2786085 A1
- ۱۶ Publication number: CN105115349 A
- ۱۷ Publication number: WO2015160764 A1
- ۱۸ Publication number: WO2016182491 A1
- ۱۹ Publication number: CN104610788 A

محصولات شرکت های خارجی

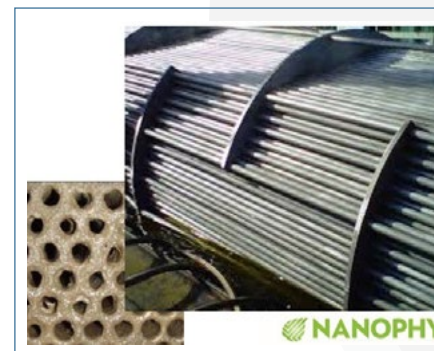
نام شرکت: Nanophyll

کشور: کانادا

نام محصول:

PFAPhyll: Heat exchanger coating

شرکت Nanophyll توسعه دهنده و سازنده PFAPhyll با تمرکز خاص روی خواص آنتی فولینگ و ضد خوردگی است. این پوشش برای مبدل های حرارتی به منظور مقاومت در برابر محیط های شدیداً خورنده در دماهای بالای ۳۰۰ درجه سانتی گراد کاربرد دارد هم چنین دارای خواص فوق العاده آنتی فولینگ است. علاوه بر آن، این محصول رسانایی گرمایی بالایی دارد که برای استفاده در مبدل های حرارتی بسیار مناسب است.



شکل ۶. مبدل حرارتی با پوشش آنتی فولینگ PFAPhyll

خصوصیات محصول:

- رسانایی گرمایی خیلی خوب
- صاف بودن بسیار عالی سطح (بدون سوراخ های ریز)
- خواص مکانیکی خوب (سختی، مقاومت، چسبندگی)
- چسبندگی عالی روی سطح فلزی (فولاد ضد زنگ و آلومینیوم)
- مقاومت بسیار بالا در برابر خوردگی (۱۵۰۰ ساعت در ۸۰ درصد سولفوریک اسید تحت شرایط گرم / سرد کننده چرخشی) تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد
- وبسایت: www.nanophyll.ca

نام شرکت: Fujian Ruisen New Materials

کشور: چین

نام محصول: Anti-Algae Fouling Coatings

این محصول، مناسب برای جلوگیری از رشد و رسوب جلبک ها روی تاسیسات آبی است.

خصوصیات محصول:

■ مقاوم در برابر رشد جلبک

■ وبسایت: www.rsslcones.com



شکل ۷. محصول شرکت Fujian Ruisen

از مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو در زمینه صنعت نفت منتشر شده است



- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- بهره گیری از جاذب های نانو بر پایه آئروژل ها در حذف آلاینده های نفتی و تصفیه پساب های صنعتی
- نانوافزودنی های سوخت
- کاربرد فناوری نانو در سیمان و سیال حفاری
- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه پساب های صنعتی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربرد نانوفیلترها در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه پساب های صنعتی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانوکاتالیست ها در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانوافزودنی های روانکار در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانو جاذب ها در ذخیره سازی گاز