

به روزرسانی نانوپرکننده‌ها

در نانوکامپوزیت‌ها:

از مقدمه تا کاربرد

اکبر خداپرست حق، جنیدی.ای.زایکوف

نویسنده:

دکتر مرضیه خانی، دکتر زهرا چوئی، دکتر لیلا احمدیان علم

انتشارات نور دانش، تهران



سرشناسه : خدابپرست حقی، اکبر، ۱۳۳۷ - Khodaparast Haghi, akbar
عنوان و نام پدیدآور : به روزرسانی نانوپرکننده‌ها در نانوکامپوزیت‌ها : از مقدمه تا کاربرد / اکبر خدابپرست حقی، گنادی یفرموویچ زایکوف ؛ مترجمین زهرا کچوئی، مرضیه خانی، لیلا احمدیان.
مشخصات نشر : تهران: نور دانش، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۱۴۸ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۳-۲۵۶-۸

وضعیت فهرست نویسی : فیا

موضوع : نانوجندسازهای

موضوع : نانوساختارها

شناسه افزوده : زایکوف، گنادی یفرموویچ، ۱۹۳۵ - م.

Zaikov, Gennadii Efremovich :

شناسه افزوده : کچوئی، زهرا، ۱۳۶۲ - مترجم

شناسه افزوده : خان، مرضیه، ۱۳۶۱ - مترجم

شناسه افزوده : احمدیان، لیلا، ۱۳۶۰ - مترجم

رده بندی کنگره : ۴ - ۳ خ ۴۱۳ / ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۳-۲۵۶-۸

رده بندی دیویی : ۶۲۰/۵

یادداشت

شماره کتابشناسی ملی : ۴۳۱۸۰۲

Update on nanofillers in nanocomposites : from introduction to application, 2013. : اصل: ۴

نام کتاب :	به روزرسانی نانوپرکننده‌ها در نانوکامپوزیت‌ها
مترجمین:	زهرا کچوئی، مرضیه خانی، لیلا احمدیان
ناشر:	انتشارات نوردانش
نوبت چاپ:	اول ۱۳۹۵
چاپ:	بلغا (۰۲۱-۶۶۹۶۶۳۱۳)
صحافی:	بلغا (۰۲۱-۶۶۹۶۶۳۱۳)
صفحه آرای:	بلغا
تیراژ:	۵۰
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۴۱۳-۲۵۶-۸
قیمت:	۱۵۸۰۰ تومان
فروش آنلاین:	setadbook.ir
ایمیل:	Info@noordanesh-pub.com

مراکز پخش انتشارات نوردانش

تهران: خیابان ۱۶ آذر- روبروی درب غربی دانشگاه تهران- پلاک ۲۴- تلفن ۶۶۴۱۷۳۰۸

تهران: خیابان ۱۶ آذر- روبروی درب غربی دانشگاه تهران- پلاک ۲۴- تلفن ۶۶۴۱۷۳۰۸

فصل ۱: نانوپرکننده‌ها و نانوکامپوزیت‌ها: چشم‌اندازی جدید

۱-۱ مقدمه	۱۳
۱-۲ بخش تجربی	۱۷
۱-۳ بحث و نتیجه‌گیری	۱۹
۱-۴ مهم‌ترین نتایج	۴۹
مراجع	۵۲

فصل ۲: خواص رئولوژیکی نانوذرات پرکننده

۲-۱ مقدمه	۵۶
۲-۲ بخش تجربی	۵۸
۲-۳ بحث و نتیجه‌گیری	۵۹
۲-۴ مهم‌ترین نتایج	۶۷
مراجع	۶۹

فصل ۳: نانوصفحات خاک رس دشاره در ماتریس الیافی شکل

۳-۱ مقدمه	۷۲
۳-۲ بخش تجربی	۷۵
۳-۳ بحث و نتیجه‌گیری	۷۷
۳-۴ مهم‌ترین نتایج	۸۳
مراجع	۸۴

فصل ۴: نانوکامپوزیت‌های پلیمر/خاک رس

۴-۱ مقدمه	۹۰
۴-۲ بخش تجربی	۹۲
۴-۳ بحث و نتیجه‌گیری	۹۳
۴-۴ مهم‌ترین نتایج	۱۰۱
مراجع	۱۰۳

فصل ۵: کاربرد نانوذرات پرکننده در کامپوزیت‌های پایه سیمانی

۵-۱	مقدمه	۱۰۴
۵-۲	بخش تجربی	۱۰۶
۵-۳	بحث و نتیجه‌گیری	۱۰۹
۵-۴	مهم‌ترین نتایج	۱۱۶
۱۱۷	مراجع	

فصل ۶: اثرات نانوجسبندگی نانوپرکننده‌ها

۶-۱	مقدمه	۱۲۲
۶-۲	بخش تجربی	۱۲۲
۶-۳	مهم‌ترین نتایج	۱۴۰
۱۴۲	مراجع	

پیوست

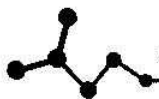
اختصارات

پیشگفتار نویسنده

توسعه فنی و تکنیکی نیامند ایجاد موادی با خواص جدید است که مستحکم‌تر و بادوام‌تر هستند. پروژه‌های جالب برای ساخت چنین موادی، گرایش زیادی به استفاده از نانوفناوری دارند.

نانوفناوری، می‌تواند به عنوان سرآغاز دیدی در پیشرفت بشریت اطلاق شود. این مفهوم گسترده بر حوزه‌های مختلف از جمله: فناوری اطلاعات، پزشکی، تجهیزات نظامی، ربانیک و غیره تأثیرگذار است. در این کتاب، مفهوم نانوفناوری به صورت کاملاً ویژه و با ارجاع به کامپوزیت‌های پلیمری در نظر گرفته می‌شود.

پیشوند نانو برای واحدهای زمان و طول، به معنی یلیونیم و به عنوان 10^{-9} استفاده می‌شود. جالب توجه است که تحقیقات علمی مدتها قبل به سطح نانو رسیده است. ولی متأسفانه در حال حاضر تولید انبوه همه محصولات مرتبط با این تحولات و فناوری‌ها، به دلیل بهره‌وری پایین و هزینه بالا غیر ممکن است. بنابراین تحقیقات بیشتری برای دستیابی به این هدف لازم است. این بدان معنی است که در حال حاضر، نانوفناوری و نانو مواد تنها در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در دسترس است و تبدیل شدن آن‌ها به فناوری اصلی و غالب، صرفاً مستلزم گذشت زمان می‌باشد. تولیدکنندگان پس از پیاده‌سازی



نانوفناوری و شروع به استفاده از نانومواد چه مزایایی خواهند داشت؟ نانوذرات هر ماده‌ای خواص بسیار متفاوتی نسبت به ذرات میکرو یا ماکرو دارند. این نتایج برگرفته از این واقعیت است که همزمان با کاهش اندازه ذرات مواد به نانومتر، خواص فیزیکی آن‌ها نیز تغییر می‌کند. به عنوان مثال، تبدیل پالادیوم به نانوکریستال، منجر به افزایش بیش از $1/5$ برابر ظرفیت حرارتی آن می‌شود. همچنین تشکیل نانوذرات، باعث افزایش 4000 برابری حرارت پسموت در مس و افزایش 21 برابری ضریب خودانتشاری مس در دمای محیط می‌شود.

این تغییرات در خواص مواد به تغییر کمی نسبت سطح و حجم اتم (مساحت سطح بالا) مربوط می‌باشد. و این کارن چنین نانوذراتی در ماتریس پلیمری مواد شناخته شده و قدیمی، ویژگی‌ها و قابلیت‌های جدیدی به آن‌ها می‌دهد.

از نانوکامپوزیت‌های بر پایه ترموپلاستیک و حاوی ساختارهای معدنی طبیعی و چندلایه به عنوان نانوکامپوزیت‌های چند لایه نام برده می‌شود. این مواد بر پایه سرامیک‌ها و پلیمرها هستند و با استفاده از ساختارهای معدنی چندلایه طبیعی مانند مونتموریلونیت یا ورمیکولیت که به عنوان مثال در خاک رس وجود دارد، ساخته می‌شوند. لایه پرکننده با ضخامت حدود 1 نانومتر، توسط محلول ورم اشباع شده و سپس پلیمریزه می‌شود. نانوکامپوزیت‌های چندلایه در مقایسه با ماتریس پلیمری اولیه، نفوذپذیری خیلی کمتری نسبت به مایعات و گازها دارد. این ویژگی بدان معنی است که این نانوکامپوزیت‌ها می‌توانند در پزشکی و صنایع غذایی از جمله در ساخت لوله‌ها و ظروف مخصوص نوشابه‌های گازدار مورد استفاده قرار گیرند.

• بررسی نمونه‌های آزمایشگاهی این مواد کامپوزیتی تأیید می‌کند که این ترکیبات دوستدار محیط زیست، برای سلامت انسان بی‌ضرر بوده و همچنین دارای خواص مقاومت در برابر آتش هستند. لازم به ذکر است که روش تولید مواد ترموپلاستیک مشکلاتی به ویژه در پراکندگی نانوذرات سیلیکات در محلول منور، به همراه دارد. برای

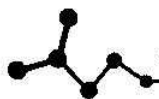
حل این مشکل، ایجاد تکنیک پراکندگی مناسبی لازم است که قابلیت تبدیل از شرایط آزمایشگاهی به صنعتی را داشته باشد.

حتی امروزه، مزایایی که تولیدکنندگان در قبال سازماندهی مجدد فرایندهای تولیدشان به منظور استفاده از نانوکامپوزیت‌ها می‌توانند داشته باشند، باید پیش‌بینی شود. از آنجا که این مواد دارای پتانسیل مکانیکی و بازدارندگی گاز بیشتری نسبت به مواد ترموپلاستیک اولیه هستند، کاربرد آن‌ها در تولید ظروف یا لوله‌های پلاستیکی با ضخامت کمتر، منجر به صرفه‌جویی در هزینه مواد اولیه می‌شود. به عبارت دیگر، بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی اجازه استفاده از محصولات نانوکامپوزیتی را در فشار و درجه حرارت بالاتر می‌دهد. به عنوان مثال، مشکل عملیات حرارتی ظروف پلاستیکی را می‌توان به این وسیله حل کرد مثلاً، دیگر کاربرد خواص ارزشمند نانوکامپوزیت‌های چندلایه در صنعت ماشین می‌باشد.

گروه دیگری از این مواد، نانوکامپوزیت‌های حاوی فلز هستند. نانوکامپوزیت‌های حاوی فلز به دلیل توانایی ذرات فلزی برای ایجاد ساختارهای منظم (خوشه‌ها)، می‌توانند خواص ارزشمند گوناگونی داشته باشند. از آنجا که معمولاً خوشه‌های فلزی - ۱ تا ۱۰ نانومتر - مربوط به مساحت سطح ویژه بزرگ آن‌ها است از آنجا که چنین نانوکامپوزیت‌هایی خواص سوپراپارامغناطیسی و کاتالیستی از خود نشان می‌دهند می‌توانند برای تولید نیمه‌هادی‌ها، کاتالیست‌ها، دستگاه‌های لومینسانس و نوری و غیره استفاده شوند.

این مواد ارزشمند به طرق مختلفی مثلاً با استفاده از واکنش‌های شیمیایی یا الکتروشیمیایی برای جدا کردن ذرات فلزی از محلول تولید می‌شوند. مشکل عمده در اینجا، بازیابی فلز نیست بلکه حفظ ذرات، یعنی پیشگیری از بهم‌چسبیدن و شکل‌گیری قطعات بزرگ فلزی است.

به عنوان مثال تحت شرایط آزمایشگاهی با رسوب دادن فلز روی فیلم نازک پلیمری، قابلیت به دست آوردن ذرات با اندازه نانو وجود دارد. فلز می‌تواند با استفاده از تخلیه



الکتریکی ولتاژ بالا یا درجه حرارت بالا در کوره‌های ویژه تبخیر شود و در نتیجه نانوذرات، تولید گردد.

از جمله کاربردهای عملی نانو کامپوزیت‌های حاوی فلز (جزئیات بیشتر در مورد فناوری‌های برتر داده نشده است) ایجاد پلیمرهایی است که برخی از خواص ارزشمند فلزات را دارا هستند. به عنوان مثال، صفحه پلی اتیلن حاوی ۱۰٪ پالادیوم، خواص کاتالستی بسیار مشابه صفحه ساخته شده از پالادیوم خالص را دارد.

نمونه‌ای از کاربرد کامپوزیت‌های فلزی، تولید مواد بسته‌بندی حاوی نقره با داشتن خواص ضدباکتری است. در حال حاضر، برخی کشورها برای اماکن عمومی (رنگ دیوار، پوشش نرده‌ها و سره، از رنگ‌ها و پوشش‌های پلیمری حاوی نانوذرات نقره به دلیل خواص ضدباکتری آن‌ها استفاده می‌کنند.

پیشرفت‌هایی جهت ساده‌تر شدن تکنولوژی تولید نانو کامپوزیت‌های پلیمری و همچنین تحقیقاتی به منظور کم هزینه شدن فرایند تولید مواد کامپوزیتی حاوی نانوذرات صورت گرفته است. با این حال، نانو فناوری با سرعت بالا در حال توسعه است و چیزی که دیروز غیر ممکن به نظر می‌رسید، امروز به صورت تجاری قابل دسترس است.

چشم‌انداز مربوط به پیشرفت در حوزه کامپوزیت‌ها، پدیداری، توسط نانو فناوری حفظ می‌شود. مطالبات روز افزون تولید کنندگان برای مواد جدید، بیشتر دانشمندان را برای یافتن راه حل‌های جدید در سطح نانو تشویق می‌کند.

تولید انبوه و سریع نانو مواد، بستگی زیادی به میزان همکاری دانشمندان و تولید کنندگان دارد. امروزه مشکلات فناوری برتر در استفاده از نانوپرکننده‌ها، توسط همکاری‌های نزدیک دنیای علمی و کسب و کار با موفقیت حل شده است.

نانو کامپوزیت‌ها، پلیمرهای حاوی نانوپرکننده‌ها هستند. مواد نانو کامپوزیتی محدوده بین شیشه‌های معدنی و پلیمرهای آلی را پوشش می‌دهند. از نانوپرکننده‌ها با هدف افزایش عملکرد پلیمرها و بخصوص لاستیک‌ها برای مدت طولانی استفاده شده است.

طی سالیان متعادی، تعداد نانوپرکننده‌ها رو به افزایش بوده است، همان‌طور که ماتریس‌های مورد استفاده و برهم‌کنش آن‌ها با پرکننده‌های سستی گسترش یافته است. امروزه، توسعه نانوکامپوزیت‌های پلیمری یکی از فعال‌ترین حوزه‌های توسعه نانومواد است. خواص گسترده‌ای توسط نانوذرات ایجاد می‌شود و هدف اصلی، تقویت هدایت الکتریکی، خواص بازدارندگی نسبت به دما، گازها و مایعات و همچنین بهبود مقاومت در برابر آتش می‌باشد. با توجه به اینکه تقویت زنجیره‌های پلیمری در مقیاس مولکولی با استفاده از الیاف در مقیاس ماکروسکوپی صورت می‌گیرد، نانوکامپوزیت‌ها نشان‌دهنده نسل جدیدی از مواد دو فاز هستند که متشکل از ماتریس اصلی و نانوپرکننده‌هایی است که بین زنجیره پلیمری وارد می‌شوند.

نانوپرکننده‌ها می‌توانند خواص مختلف موادی را که در آن وارد شده‌اند، بهبود دهند یا تنظیم کنند. خواص نانوکامپوزیت به میزان قابل توجهی تحت تأثیر نسبت بین ماتریس آلی و نانوپرکننده می‌باشد. پرکننده‌ها نقش مهمی در اصلاح خواص مطلوب پلیمرها و کاهش قیمت کامپوزیت آن‌ها ایفا می‌کنند. پرکننده‌های پلیمری متعارف، پرکننده‌های معدنی زیادی با ابعاد در محدوده میکرومتر مانند کربنات کلسیم، دانه‌های شیشه‌ای و تالک به طور گسترده و به منظور افزایش خواص مکانیکی پلیمرها استفاده می‌شود. چنین ویژگی در واقع با تغییر کسر حجمی، شکل و اندازه ذرات پرکننده متناسب است. بهبود بیشتر در خواص مکانیکی، با استفاده از مواد پرکننده با نسبت بزرگ‌تر مانند الیاف شیشه‌ای کوتاه حاصل می‌شود. منطقی است که پیش‌بینی کنیم، پراستدگی پرکننده‌هایی با ابعادی در سطح نانومتر که نسبت ابعاد و سختی بسیار بزرگی دارند، در ماتریس‌های پلیمری منجر به عملکرد مکانیکی بالاتر می‌شود. این پرکننده‌ها شامل سیلیکات‌های لایه‌ای و نانولوله‌های کربنی هستند. نانوذرات معدنی صلب با نسبت ابعاد کوچک‌تر نیز به عنوان مواد تقویت کننده و/یا چقرمه کننده برای پلیمرها کاربرد دارند. پراکندگی نانوپرکننده‌ها در پلیمرها به جهت ناسازگاری آن‌ها با پلیمرها و نسبت سطح به حجم بزرگ، نسبتاً ضعیف

است. بنابراین، سورفکتانت‌های آلی و افزایشده‌های سازگارکننده به منظور بهبود پراکندگی این نانوذرات در ماتریس پلیمری مورد نیاز هستند. به عنوان مثال، سطوح سیلیکات لایه‌ای آب دوست است و اصلاح سطح رس با استفاده از سورفکتانت‌های آلی مورد نیاز می‌باشد. محصول به دست آمده 'رس آلی دوست' نامیده می‌شود. در این شرایط، رس آلی دوست می‌تواند به آسانی توسط مولکول پلیمر به صفحات نانومقیاس لایه‌لایه شود که منجر به شکل‌گیری نانوکامپوزیت‌های پلیمر-خاک رس می‌شود. این نانوکامپوزیت‌ها دسته جدیدی از مواد هیبریدی آلی - معدنی هستند که در سطوح بارگذاری بسیار پایین، در مقایسه با میکروکامپوزیت‌های متعارف، خواص مکانیکی بهبود یافته‌ای نشان می‌دهند. رفتار کامپوزیت‌های پلیمر - نانوپرکننده مستقیماً به میکروساختارهای سلسله‌سراتس آن‌ها مرتبط است.

بنابراین، خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلیمر - نانوپرکننده توسط پارامترهای میکروساختاری مختلف از قبیل خواص سراتس، خواص و توزیع پرکننده و پیوندهای بین سطحی و همچنین توسط روش‌های پردازش یا آمیخته، کنترل می‌شوند. رابطه‌ها ممکن است بر اثربخشی انتقال بار از ماتریس پلیمری به نانوپرکننده تأثیر بگذارند. بنابراین، اصلاح سطح نانوپرکننده‌ها برای پراکندگی بهتر پرکننده‌ها و به منظور افزایش چسبندگی بین سطحی میان ماتریس و پرکننده مورد نیاز است. ساخت نانوکامپوزیت‌های پلیمری همگن و روش‌های محاسباتی پیشرفته همچنان چالش‌های عمده علمی برای دانشمندان مواد هستند.

اکبر خداپرست حقی

دانشگاه گیلان، رشت، ایران

جنیدی.ای.زایکوف

آکادمی علوم روسیه، مسکو، روسیه

پیشگفتار مترجم

کتابی که از نظر خردمندانه عزیز می‌گذرد مشتمل بر شش بخش می‌باشد:

بخش اول: چشم‌اندازی بر نانویرکننده‌ها و نانوکامپوزیت‌ها ارائه شده است.

بخش دوم: خواص رئولوژیکی مواد نانوپرکننده شرح داده شده است.

بخش سوم: نانوصفحات خاک رس پر شده در یک ماتریس تشکیل شده از الیاف بیان شده است.

بخش چهارم: نانوکامپوزیت‌های پلیمر/خاک رس بیان شده است.

بخش پنجم: در زمینه کاربرد نانوذرات پرکننده در کامپوزیت‌های پایه سیمانی اطلاعاتی ارائه شده است.

بخش ششم: اثرات نانوچسبندگی نانوپرکننده‌ها ذکر شده است.

اطلاعات ضروری و محاسبات لازم در خصوص نانوکامپوزیت‌ها در بخش پیوست کتاب آمده است.

این کتاب اطلاعات مفید و اساسی در زمینه‌های نانوپرکننده‌های به کار رفته در نانوکامپوزیت‌ها به محققان و دانشجویان رشته‌های علوم و فناوری نانو، پلیمر، شیمی و

مهندسی شیمی ارائه می‌دهد و ترجمه دقیق کتاب "به روزرسانی نانوپرکننده‌ها در نانوکامپوزیت‌ها: از مقدمه تا کاربرد" تالیف اکبر خداپرست حقی و جنیدی ای. زایکوف در سال ۲۰۱۳ می‌باشد.

از خوانندگان محترم انتظار می‌رود که با بیان نظرات خود، ما را در این امر مهم یاری نمایند. در پایان از سرکار خانم فاطمه اعتمادی که ویرایش ادبی این کتاب را انجام داده است قدردانی می‌شود.

دکتر زهرا کچوئی، دکتر مرضیه خانی و دکتر لیلا احمدیان علم

www.ketab.ir