

برنام آن که جان را کفرت آموخت

۱۴۲۳۵۲۰

۹۵/۵/۱۰

کامپوزیت‌های تقویت‌شده بوسیله

نانولوله‌های کربنی

پایینه فلزی و سرامیکی

س. چین تیجانگ

ترجمه

حبیب عابدی

(کارشناس ارشد مهندسی مواد - دانشگاه صنعتی مالک اشتر)

سید محمد طبائی

(کارشناس ارشد مهندسی مواد - دانشگاه علم و صنعت)



سرشناسه	: تجونگ، سی چین، Tjong, Sie Chin
عنوان و نامپدیدآور	: کامپوزیت‌های تقویت‌شده به وسیله نانولوله‌های کربنی / آسی چین تجونگ! مترجمان حبیب عابدی، سیدمحمد طبانی
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستایس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۵۴ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۱۵۰۰۰۰ ریال: ۳-۲۴۴-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای
یادداشت	: عنوان اصلی: Carbon nanotube reinforced composites: metal and ceramic matrices, c2009.
موضوع	: نانولوله‌ها
موضوع	: Nanotubes
موضوع	: کامپوزیت‌های کربن
موضوع	: Carbon composites
شناسه افزوده	: عابدی، حبیب، ۱۳۶۷-، مترجم
شناسه افزوده	: طبانی، سیدمحمد، ۱۳۶۸-، مترجم
رده‌بندی کلنگره	: ۱۳۹۵ ت ۳۲۳/۹/۱۸۴۱۸
زمانبندی دیوپی	: ۶۲۰/۵
نارخ: ایشناسی ملی	: ۴۲۵۵۷۳۶

کامپوزیت‌های تقویت‌شده بوسیله نانولوله‌های کربنی زمینه فلزی و سرامیکی



ترجمه	: حبیب عابدی - سید محمد طبانی
مدیر تولید	: سید محمد زروئی
صفحه‌آرایی	: واند تولید انتشارات فدک ایستایس (طاهره حقایق)
طراح جلد	: سید سعید حقیقی
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۵
تیراژ	: ۲۰۰
قیمت	: ۱۵۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۳-۲۴۴-۱۶۰-۶۰۰-۷۸

فروشگاه:	تهران- خیابان انقلاب- بین خیابان فروردین و منیری جاوید- رویروی دبیرخانه دانشگاه تهران- کتابفروشی فلاح
تلفن:	۶۶۴۱۰۳۵۴
دفتر انتشارات:	تهران- خیابان انقلاب- خیابان اردیبهشت- بین باقی‌نژاد و جمهوری- ساختمان ۱۰
تلفن:	۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به مترجمین می‌باشد. هر گونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از مترجمین ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستایس

پیش‌گفتار

فناوری نانو یکی از مدرن‌ترین فناوری‌های روز دنیاست که دارای خصوصیتی منحصر به فرد با کاربردهایی در تمام زمینه‌های علم و فناوری است. همین کاربردهای وسیع فناوری نانو که از آن به عنوان ویژگی بین رشته‌ای بودن این فناوری یاد می‌شود، عامل مهمی در فراگیر شدن این پدیده جدید است. از طرفی توجه روزافزون بشر به این فناوری فقط ناشی از تازگی آن و کنجکاوای بشر برای دانستن آنچه نمی‌داند نیست، بلکه به دلیل قابلیت ویژه‌ای است که این فناوری پیش روی انسان قرار می‌دهد و دستیابی به آن‌ها جز از این راه ممکن نیست.

بطوریکه می‌دانیم اختراع ماشین بخار، شروع اولین انقلاب صنعتی بود؛ دانشمندان ساخت ترانزیستورها را آغاز انقلاب صنعتی دوم می‌دانند؛ هم‌اکنون باید بپذیریم که در انقلاب سوم صنعتی هستیم چرا که بر خلاف گذشته سه مولفه یعنی فناوری نانو، فناوری اطلاعات و پروژه ژنوم انسانی، هم‌زمان شکل‌دهنده سومین انقلاب صنعتی هستند. البته روند رو به رشد کنونی نشان می‌دهد که فناوری نانو در حال پیشی گرفتن از رقابای رست است. خود است و می‌خواهد یک تاز عرصه انقلاب صنعتی سوم باشد، آیا در عمل چنین اتفاقی خواهد افتاد؟ باید منتظر ماند.

فناوری نانو یعنی بررسی مواد در ابعاد اتمی یا مولکولی و یا بررسی مواد در مقیاس یک میلیاردیم آن. این ساده‌ترین و عامیانه‌ترین تعریف است که می‌توان از فناوری نانو ارائه داد. یک نانومتر یک میلیاردیم متر است. این عدد یک هشتاد سرارم از موی انسان و یا ۱۰ برابر قطر یک اتم هیدروژن است. (نانوتکنولوژی توصیف همه جنبه فعالیت‌ها و تلاش‌هایی است که با دست بردن در اساسی‌ترین جزء ماده (اتم‌ها) باعث می‌شود تا به خواص خارق‌العاده‌ای دست یابیم) چرا که اگر مواد به کوچکترین ابعادشان (اتم‌ها یا ملکول‌ها) شکسته شوند می‌توانیم خصایص جدیدی را برای آن‌ها را تغییر دهیم و آن‌ها را به ماده‌ای تبدیل کنیم که در حالت عادی تهیه و تولید آن‌ها به هیچ‌وجه امکان‌پذیر نیست.

همانطور که می‌دانید هم‌اکنون در انقلاب صنعتی سوم قرار داریم. امروزه مواردی چون ارزش افزوده فناوری‌ها، بحث جهانی شدن و پذیرش نظریه رقابت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی در این عرصه برای پیروز شدن باید اهداف بلند پروازانه و با زمان بازده بسیار کوتاه طراحی شوند به گونه‌ای که نیازهای ما را در زمان بسیار کوتاه تامین کنند. چرا که با قدرت‌های تکنولوژیکی برابر، برتری با کسی است که در مدت زمان کوتاه‌تری به نتیجه مورد نظر دست یابد. به همین دلیل است که فناوری نانو، فناوری برتر قرن بیست و یکم قلمداد می‌شود.

نانولوله‌های کربنی ترکیبات نانوساختاری از کربن هستند که دارای خواصی همچون نسبت ابعادی زیاد، مدول یانگ بسیار بالا، استحکام مکانیکی و هدایت حرارتی و الکتریکی فوق‌العاده‌ای می‌باشند. در هم آمیختن تعداد کمی از نانولوله‌های کربن با فلزات یا سرامیک‌ها منجر به تشکیل نانو کامپوزیت‌هایی با عملکرد بهتر و با خصوصیت‌های فیزیکی و مکانیکی بهبود یافته می‌شود. ملاحظات و توجهات خاصی برای ارتقاء، گسترش، ساخت و تولید کامپوزیت‌های استحکام یافته با نانولوله‌های کربنی در دهه اخیر

انجام گرفته است. این کتاب به صورت عمده بر روی جدیدترین و پیشرفته‌ترین روش‌های ساخت، تشریح و توصیف ریزساختار کامپوزیت‌ها و نانولوله‌ها، خواص مکانیکی و فیزیکی و کاربردهای استحکام یافته آن‌ها متمرکز شده است و روش‌های متنوع و مختلف ساخت و ترکیب، پاشش و پراکندگی نانولوله‌های کربنی در زمینه‌های کامپوزیتی، ساختار شناسی و رفتار سطوح مشترک به صورت کاملاً دقیق مورد بحث قرار گرفته است. ساخت و تولید این گونه نانوکامپوزیت‌ها برای کاربردهای تجاری همچنان در مراحل آغازین خود به سر می‌برد. تجاری‌سازی موفقیت‌آمیز این نانوکامپوزیت‌ها برای کاربردهای صنعتی و آزمایشگاهی نیازمند به فهم بهتر جنبه‌ها و اصول اساسی این مواد است.

تا بر آنچه گفته شد، چندین سال است که تلاش برای پرورش ایده‌هایی که امکان بهره‌مندی از آنها به‌طور گسترده‌تری را فراهم کند در کل جهان آغاز شده است. با توجه به این که کشور عزیزمان ایران در زمینه‌ها، مختلف صنعت روز به روز در حال شکوفایی و پیشرفت است و از طرفی لازمه اجرایی شدن طرح‌های پیشرفت صنعتی اشراف کامل مهندسان بر علم مواد است، بر آن شدیم تا کتاب حاضر با عنوان "کامپوزیت‌های کربنی" تهیه شده با نانولوله‌های کربنی" را ترجمه و در اختیار دانش پژوهان قرار دهیم. این کتاب به طور کلی از سه بخش تشکیل شده است که در بخش اول به نانولوله‌های کربنی و خواص فیزیکی و مکانیکی آن و در بخش دوم به ترتیب به نانوکامپوزیت‌های تقویت شده با نانولوله‌های کربنی با زمینه‌های فلزی و سرامیکی، خواص فیزیکی و مکانیکی آن‌ها پرداخته شده است. در فصل آخر نیز به جمع‌بندی و نیز اهمیت و پتانسیل‌ها، موجود و برخی از تجربیات در این زمینه اشاره شده است.

باتوجه به این که مطالب این کتاب خالی از اشکالات نیست، امید است اشکالات نگارشی و علمی که بر این مجموعه وارد هستند، قابل چشم‌پوشی باشد. همچنین از شما خوانندگان محترم خواهشمند است که ما را از پیشنهادهای خود در اصلاح و تکمیل مطالب این کتاب محروم نگردانید. لذا از تمامی دانشجویان، اساتید و محققانی که این کتاب را مورد مطالعه و استفاده قرار می‌دهند، خواهشمندیم که نظرات خود را از طریق ناشر و یا پست الکترونیکی به آدرس compositent.book@gmail.com با ما در میان بگذارید.

در پایان لازم می‌دانیم از جناب آقای دکتر علی‌علیزاده و جناب آقای مهندس محمد هفتنی بواسطه راهنمایی‌های علمی ارزشمندشان و تمامی کسانی که ما را در تهیه کتاب حاضر یاری نمودند، تشکر و قدردانی نماییم.

امید است این کتاب خدمت کوچکی به جامعه علمی و صنعتی میهن عزیزمان باشد.

فهرست مطالب

مقدمه ۱

۱.۱	انواع نانولوله های کربنی ۲
۲.۱	سنتز نانولوله های کربنی ۵
۱.۲.۱	تخلیه قوس الکترولیت ۵
۲.۲.۱	سایش لیزری ۷
۳.۲.۱	رسوب شیمیایی از فاز بخار ۹
۱.۳.۲.۱	رسوب شیمیایی حرارتی بخار ۱۱
۲.۳.۲.۱	رسوب شیمیایی از فاز بخار بهبود یافته توسط پلاسما ۱۴
۳.۳.۲.۱	رسوب شیمیایی از فاز بخار به کمک لیزر ۱۴
۴.۳.۲.۱	رشد نانولوله از فاز گازی ۱۴
۵.۳.۲.۱	توزیع نامتناسب مونواکسید کربن ۱۶
۴.۲.۱	فرایندهای نوین ۱۷
۳.۱	خالص سازی نانولوله های کربنی ۱۹
۱.۳.۱	فرایندهای خالص سازی ۱۹
۲.۳.۱	تعیین مشخصات ساختاری نانولوله های کربنی ۲۱
۴.۱	خواص مکانیکی نانولوله های کربنی ۲۶
۱.۴.۱	مدلسازی تنوری ۲۶
۲.۴.۱	اندازه گیری مستقیم ۲۷
۵.۱	خواص فیزیکی نانولوله های کربنی ۳۱
۱.۵.۱	هدایت حرارتی ۳۱
۲.۵.۱	رفتار الکتریکی ۳۳
۶.۱	چالش های پتانسیل و جریان ۳۴
	مراجع ۳۵

نانوکامپوزیت‌های زمینه فلزی نانولوله‌های کربنی ۴۵

مقدمه ۴۵	۱.۲
اهمیت نانوکامپوزیت‌های زمینه فلزی ۴۷	۲.۲
تولید نانوکامپوزیت‌های فلز-نانولوله کربنی ۴۹	۳.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه آلومینیومی ۵۰	۴.۲
شکل‌دهی پاششی ۵۰	۱.۴.۲
فرآیند متالورژی پودر ۵۴	۲.۴.۲
رشد کنترلی نانوکامپوزیت‌ها ۵۸	۴.۲
تغییر شکل پلاستیک شدید ۶۱	۴.۴.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه منیزیمی ۶۴	۵.۲
روش متالورژی مایع ۶۵	۱.۵.۲
ریخته‌گری ترسیمی ۶۵	۱.۱.۵.۲
رسوب مذاب از هم‌انداخته شده ۶۶	۲.۱.۵.۲
فرآیند متالورژی پودر ۶۷	۲.۵.۲
فرآیند هم‌زننده اصطکی (FSI) ۶۷	۳.۵.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه تیتانیومی ۶۸	۶.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه مس ۶۹	۷.۲
نفوذ دادن مایع ۶۹	۱.۷.۲
آلیاژسازی مکانیکی ۷۰	۲.۷.۲
مخلوط کردن در سطح مولکولی ۷۲	۳.۷.۲
رسوب‌گذاری الکتریکی ۷۶	۴.۷.۲
روش‌های ابداعی ۷۷	۵.۷.۲
نانوکامپوزیت‌هایی با زمینه فلزات انتقالی ۷۸	۸.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه نیکل ۷۸	۱.۸.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه کبالت ۸۲	۲.۸.۲
نانوکامپوزیت‌های زمینه آهن ۸۳	۳.۸.۲
مراجع ۸۶	

خواص فیزیکی نانوکامپوزیت‌های فلزی نانولوله کربنی ۹۳

مقدمه ۹۳	۱.۳
واکنش گرمایی میکروکامپوزیت‌های زمینه فلزی ۹۸	۱.۱.۳

۲.۳	رفتار گرمایی نانوکامپوزیت‌های فلزی- نانولوله کربنی ۹۸
۱.۲.۳	نانوکامپوزیت‌های زمینه آلومینیم ۹۸
۲.۲.۳	نانو لحیم زمینه قلع ۱۰۱
۳.۳	رفتار الکتریکی نانوکامپوزیت‌های فلز- نانولوله کربنی ۱۰۲
	مراجع ۱۰۵

۱۰۹ مشخصات مکانیکی نانوکامپوزیت‌های فلزی نانولوله کربنی

۱.۴	کانیزم استحکام‌دهی ۱۰۹
۲.۴	مار تغییر شکل کششی ۱۱۳
۱.۲.۴	نازک کامپوزیت‌های زمینه آلومینیم ۱۱۳
۲.۲.۴	نانوکامپوزیت‌های زمینه منیزیم ۱۱۵
۳.۲.۴	نانوکامپوزیت‌های زمینه مس ۱۲۱
۴.۲.۴	نانوکامپوزیت‌های زمینه نیکل ۱۲۴
۳.۴	مقایسه با فلزات تقویت شده با نانولوله کربنی ۱۲۵
۴.۴	سایش ۱۲۷
	مراجع ۱۳۵

۱۳۹ نانوکامپوزیت‌های سرامیکی نانولوله کربنی

۱.۵	مقدمه ۱۳۹
۲.۵	اهمیت نانوکامپوزیت‌های زمینه سرامیکی ۱۴۱
۳.۵	آماده‌سازی نانوکامپوزیت‌های سرامیکی- نانولوله کربنی ۱۴۴
۴.۵	نانوکامپوزیت‌های زمینه اکسیدی ۱۴۶
۱.۴.۵	زمینه آلومینا ۱۴۶
۱.۴.۵	پرس داغ/اکستروژن ۱۴۶
۲.۱.۴.۵	زیتربینگ جرقه پلاسما (SPS) ۱۵۲
۳.۱.۴.۵	اسپری پلاسما ۱۵۸
۴.۱.۴.۵	سنتز قالبی ۱۵۹
۲.۴.۵	زمینه سیلیکایی ۱۶۱
۳.۴.۵	زمینه تیتانیا (TITANIA) ۱۶۵

۱۸۱ خواص فیزیکی نانوکامپوزیت‌های سرامیکی نانولوله کربنی

مقدمه ۱۸۱	۱.۶
رفتار الکتریکی ۱۸۳	۲.۶
غلظت تراوش یا نفوذ ۱۸۴	۳.۶
جاذب تداخل الکترومغناطیسی ۱۹۰	۴.۶
رفتار حرارتی ۱۹۲	۵.۶
مراجع ۱۹۵	

۱۹۹ خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌های سرامیکی نانولوله کربنی

چشم‌انداز ۱۹۹	۱.۷
افزایش چگالی و مکانیزم‌های استحکام‌دهی ۲۰۲	۲.۷
نانوکامپوزیت‌های زمینه اکسیدی ۲۰۴	۳.۷
زمینه آلومینایی ۲۰۱	۱.۳.۷
رفتار تغییر شکل ۲۰۲	۱.۱.۳.۷
زمینه سیلیکایی ۲۱۷	۲.۳.۷
نانوکامپوزیت‌های زمینه کاربیدی ۲۱۸	۴.۷
نانوکامپوزیت‌های زمینه نیتریدی ۲۲۲	۵.۷
رفتار سایشی ۲۲۴	۶.۷
مراجع ۲۳۱	

۲۳۳ نتایج

چشم‌انداز ۲۳۳	۱.۸
کاربردهای بالقوه نانوکامپوزیت‌های سرامیک - نانولوله کربنی ۲۳۵	۲.۸
نانوکامپوزیت‌های هیدروکسی آپاتیت CNT ۲۳۶	۱.۲.۸
کاربردهای بالقوه نانوکامپوزیت‌های فلز - نانولوله کربنی ۲۴۲	۳.۸
مراجع ۲۴۲	