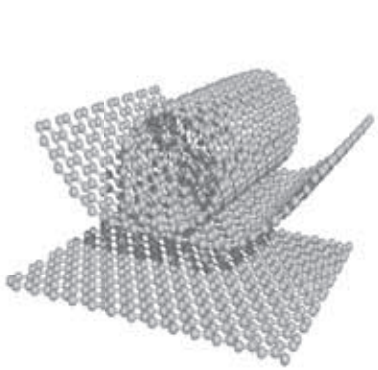
منسوجات ورزشی

نانو تیوب کربن و فیبر کربن

تهیه و تنظیم: دکتر فرناز نایب‌مراد



نانولوله‌ها (Nano tubes)

در گذشته سه آلوتروپ کربن به نام‌های الماس، گرافیت و کربن بی شکل شناخته شده بودند. اما با پیشرفت علم در عصر حاضر اشکال مختلفی از کربن شناخته شد. نام‌های دیگر کربن باکی بال وفولرن هست. فولرن‌ها ملکول‌هایی کروی هستند که به خاطر شکل و خواص بسیار پر اهمیت واقع شده‌اند یکی دیگر از آلوتراپ‌های کربن نانولوله نام دارد.

نانولوله‌ها صفحاتی از کربن به شکل استوانه‌ای تو خالی و به ضخامت یک اتم هستند که در سال ۱۹۹۱ توسط یک دانشمند ژاپنی بنام سامیو ایجیما کشف شد.

استفاده از حداقل انرژی در صنعت و بیشترین بازده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است از این رو نانوسیالات موردتوجه محققین قرار گرفت.

خود نانوسیالات حداقل دارای دو فاز می‌باشد از جمله:

۱- نانوذرات که به صورت نانوپودرها، نانوفیبرها و نانولوله‌ها می‌باشند

۲- سیال پایه که نانوذرات در آن پراکنده می‌شوند

مفهوم نانوسیالات برای اولین بار توسط چو chei در سال ۱۹۹۵ بیان شد، وی خواص هدایت حرارتی نانومواد ر توصیف کرد.

بر این اساس پژوهش‌های زیادی انجام شد که طی آن مشخص شد که نانوذرات که شامل نانولوله‌های کربنی هستند بیش‌ترین هدایت حرارتی دارند.

با توجه به تاثیر چشمگیر نانوسیالات در انتقال حرارت و تشابه بین انتقال حرارت و انتقال جرم، اخیراً نانوسیالات در انتقال جرم مورد توجه محققین قرار گرفته است.

ساختار نانولوله‌ها

نانولوله‌های کربنی مهم‌ترین ساختار در مقیاس نانو هستند که توسط ایجیما دانشمند ژاپنی در سال ۱۹۹۱ در درون دوده‌های حاصل از تخلیه الکتریکی کربن در یک محیط حاوی گاز نئون کشف شد.

این نانولوله‌ها دارای مدول یانگ ۶ برابر فولاد و چگالی برابر ۱/۴ هستند. در جهت محوری مقاومت کششی بالایی دارند، که در سازه‌هایی با مقاومت بالا کاربرد دارند، علت مقاومت بالای آنها به خاطر:

۱- استحکام پیوند کربن

۲- شکل شش ضلعی ساختار است.

همچنین پایداری حرارتی بالای نانولوله‌های کربنی باعث کاربرد آنها در الکترونیک در مقیاس نانو، استفاده در کامپوزیت و وسایل ذخیره‌ساز شد.

قطر این ساختارها حدود ۱۰۰ نانومتر است، آرایش اتم‌ای کربن در این ساختار استوانه‌ای مشابه ساختار کربن در گرافیت است، شش ضلعی‌های منتظم کربنی در کنار هم صفحات گرافیت را می‌سازند این صفحات روی یکدیگر انباشته شده و از طریق پیوندهای ضعیف واندروالس متصل می‌شوند و وقتی که صفحات در هم پیچیده

می‌شـوند نانولوله‌هـای کربنـی را تشـکیل می‌دهنـد.
ویژگی‌های نانولوله‌های کربنی:
۱- مدول یانگ بالا
۲- استحکام کششی خوب
۳- طبیعت کربنی نانولوله‌ها، طبیعت خوب کربنی به خاطر این است که کربن دارای وزن کم بوده و بسیار پایدار است و باتوجه به سادگی کربن، برای تولید نسبت به فلزات ارزان‌تر می‌باشد.
نانولوله‌ها نه تنها به یکدیگر نمی‌چسبند بلکه به مواد دیگر نیز متصل نمی‌شوند زیرا از طریق نیروی ضعیف وان در والس به یکدیگر جذب می‌شوند که می‌توان با اصلاح شیمیایی این مواد را به مواد دیگر چسباند.
خواص الکتریکی نانولوله‌ها بسیار بالاست و باتوجه به پیچش ساختارهای گرافیتی به دور نانولوله می‌توانند رسانا یا نیم رسانا باشند.
چون الکترون می‌تواند آزادانه در آنها حرکت کند.
نانولوله‌های کربنی خیلی سریع‌تر از مدارات الکتریکی و با توان کمتر کار کنند، هدایت گرمایی نانولوله‌های کربنی در جهت لوله‌هاست و همین باعث شده که قابلیت‌های بالقوه‌ای در گودال‌های حرارتی در زمینه‌ی نانوالکترونیک داشته باشند.
نانولوله‌ها همچنین دارای ویژگی نشر میدانی هستند که آنها را قادر می‌سازد که تحت تاثیر میدان الکتریکی جریان‌های بالایی را انتشار دهند.

انواع نانولوله‌های کربنی

نانولوله‌های کربنی دو دسته هستند ۱- تک جداره، ۲- چند جداره
نانولوله‌های کربنی تک‌جداره با توجه به آرایش اتم‌های کربنی به سه دسته مهم تقسیم می‌شود
۱- دسته صندلی، ۲- کایرال که خاصیت فلزی دارند، ۳- زیگزاگ که خاصیت نیم رسانایی دارند
نانولوله‌های کربنی تک جداره از یک کربن با ساختار ساده‌ای از شش ضلعی‌های منتظم تشکیل شده‌اند
باتوجه به تاثیرات آزمایشگاهی بر خصوصیات عالی مکانیکی و رسانایی الکتریکی آنها باعث توجه بیشتر به این مواد و تلاش برای جایگزین کردن آنها در صنعت شد اما تولیدشان از هزینه بالایی برخوردار است همچنین تولید همراه با پایداری خصوصیات آنها در فرآوری پلیمر مشکل می‌باشد اما نانولوله‌های چند جداره به خاطر تجاری بودن و در دسترس بودن باعث پیشرفت‌هایی شده تا جایی که محصولات تولید شده از آنها در آستانه تجاری شدن هستند با وجود این نانولوله‌های کربنی چند جداره نسبت به تک جداره از استحکام کمتری برخوردار هستند زیرا پیوندهای صفحات داخلی آنها ضعیف است ولی به خاطر کاربردشان در تقویت پلیمرها که باعث بهبود خواص الکتریکی و گرمایی می‌شود از اهمیت بیشتر و کاربردی‌تری برخوردار است همچنین تولید نانولوله‌های کربنی تک جداره و میزان خلوص آنها بسیار دشوار است و تکنیک لازم برای تلخیص آنها وجود ندارد و تکنیک‌های موجود ممکن است به ساختار نانولوله‌ها صدمه بزند.

کاربرد نانولوله‌های کربنی

نانولوله‌های کربنی به‌خاطر ویژگی‌های منحصر به فرد انتخابی ایده‌ال برای بسیاری از کاربردها هستند.
۱- تهیه الیاف از نانولوله‌های کربنی:
براساس پژوهش‌هایی که توسط موسسه نانوتک در تگزاس انجام شد، الیاف تولید شده از نانولوله‌های کربنی دارای استحکام بالا و فوق‌العاده انعطاف‌پذیر بوده و رسانایی حرارت و الکتریک می‌باشد.
از این الیاف نخ‌های فلامینتی تولید می‌شوند که می‌توانند جایگزین الیاف معمولی از جمله: فیلترها، جلیقه‌های نجات، لباس‌های ضد اشتعال، منسوجات ماهیچه‌ای مصنوعی و ابرخازن‌ها شوند.
همچنین این الیاف دوست‌دار محیط زیست هستند.
۲- نانوکامپوزیت‌ها: این‌ها استحکام بالایی نسبت به کامپوزیت‌های موجود دارند و مانع از مصرف الیاف کربنی در کامپوزیت‌ها می‌شوند.
۳- کاربرد پزشکی: می‌توان از این نانولوله‌های کربنی به عنوان داربست بافت سلول‌های عصبی و همچنین درمان آسیب‌دیدگی مغز و دارورسانی به سلول‌های آسیب دیده و از بین بردن تومورهای سرطانی و ژن درمانی استفاده کرد.
۴- کاربرد در صنعت: در صنعت از آنها به عنوان کاتالیست برای جذب و ذخیره‌سازی گاز طبیعی و هیدروژن، سولفورزدایی از نفت خام و تولید سوخت جی تی ال استفاده کرد، همچنین برای موتور خودرو، صنعت رنگ، صنعت بتن، حسگرها، نمایشگرهای گسیل میدانی، ترانزیستورها، حافظه‌های نانولوله‌ای، در صنعت الاستیک، ساخت نانوماشین‌ها، وپیل‌های خورشیدی کاربرد دارد.
مهم‌ترین کاربرد نانولوله‌های کربنی براساس ویژگی مکانیکی استفاده به‌عنوان تقویت‌کننده مواد کامپوزیتی است، با این حال استفاده از کامپوزیت پر شده از نانولوله‌های کربنی محدوده کاربردی مشخص دارد.
۵- کاربرد مکانیکی: علم نانو ماده را در مقیاس بسیار کوچک بررسی می‌کند، بنابراین فناوری نانو به تولید و ساخت در مقیاس ملکولی و اتمی می‌پردازد، که در یک بعد اندازه‌ای کمتر از ۱۰۰ نانومتر دارند.
فناوری نانودر صنایع خودروسازی نیز کاربردهای فراوانی دارند از جمله شیشه‌های خودتمیزشو، بدنه‌های ضدخش و باتری‌های با طول عمر بیشتر و وزن کمتر.
استفاده از نانولوله‌های کربنی در کامپوزیت‌های پلیمری باعث تقویت آنها به خاطر جذب بالای انرژی و انعطاف‌پذیری الاستیک آن شده و میزان افزایش سفتی کامپوزیت‌ها می‌شود که این مسئله در شبکه‌های سرامیکی کامپوزیتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
همچنین چگالی پایین نانولوله‌ها ویژگی دیگر آنها در کامپوزیت است.
نانولوله‌های کربنی در مقایسه با فیبرهای کربنی تحت تاثیر نیروهای فشاری کارایی بهتری دارند، که این به خاطر ویژگی انعطاف‌پذیری و

عـدم تمایـل بـه شکسـت آنهـا تحـت نیـروی فشـاری اسـت.

مقاومت نانولوله‌ها

فیبرهـای کربنـی معمـول مقاومتـی تـا ۵ برابـر مقاومـت مخصـوص فـولاد دارنـد و تقویت‌کننـده خوبـی در برابـر کامپوزیت‌هـا هسـتند و گزینـه‌ای ایـده‌ال در کاربردهـای سـاختمانی.

مقاومـت نانولوله‌هـای کربنـی موثـر از لغزیـدن اسـتوانه‌های گرافیتـی نسـبت بـه هـم اسـت. نانولوله‌هـا بـر اثـر شکسـت sward in sheath شکسـته می‌شـوند.

مقاومـت کششـی نانولولـه هـای چندلایـه‌ای کربنـی بـر طبـق آزمایشـات و تئـوری حـدود ۳۰۰Gpa اسـت بهتریـن مقادیـر ۵۰Gpa اسـت.

نانولوله‌هـای تک‌لایـه در تغییـر شـکل‌هایی بسـیار بـالا بـا آزاد کـردن ناگهانـی انـرژی بـه سـاختار دیگـری تبدیـل می‌شـوند و تحـت بـار دچـار کمانـش و پیچـش می‌شـوند و بـه شـکل مسـطح درمی‌آینـد و بـدون شکسـت دچـار کرنش‌هـای بزرگـی تـا ۴۰٪ می‌شـوند.

نانوتیوپ‌های (نانو تیوب) کربنی

یکـی از اکتشـافات بـزرگ مربـوط بـه Nanotechnology، کشـف Nano-tube اسـت. نانوتیوب‌هـا صفحاتـی از اتم‌هـای کربـن هسـتند کـه درون قسـمتی غلطـک ماننـد حرکـت می‌کننـد و در ظاهـر شـبیه توری‌هـای سـیمی هسـتند کـه بـر روی یـک سـمت آنهـا پوششـی قـرار گرفتـه باشـد. Carbon Nanotube لولـه کربنـی تـو خالـی اسـت.

نانوتیوب‌هـای کربنـی از منابـع کربنـی ماننـد گرافیـت یـا گازهـای هیدروکربنـی بوسـیله روش‌هایـی مانند تخلیـه الکتریکـی، TCVD و Laserr ablation سـاخته می‌شـوند. ایـن مـواد بـه علـت داشـتن خواصـی ماننـد سـطح ویـژه زیـاد (m^2/gr ۱۰۰۰–۷۰۰)، اسـتحکام زیـاد (حـدوداً ۵۰ برابـر فـولاد) و خصوصیـات الکتریکـی و الکترونیکی اسـتثنایی مـوارد کاربـرد زیادی از جملـه اسـتفاده بـه عنـوان پایـه کاتالیسـت، تقویـت مکانیکـی پلیمرهـا و کمپوزیت‌هـا و سـاخت قطعـات الکترونیکـی دارنـد. آنهـا ۱۰ برابـر از فـولاد محکمترنـد در حالی‌کـه وزنشـان یـک ششـم وزن فـولاد اسـت.

ایـن امتیـاز باعـث شـده اسـت کـه آنهـا اولیـن انتخـاب بـرای سـاختن پل‌هـا، هواپیماهـا و حتـی سـفینه‌های فضایـی باشـند. تنهـا مشـکل ایـن اسـت کـه بزرگتریـن نانوتیوبـی کـه در آزمایشـگاه سـاخته می‌شـود تنهـا چنـد میلی‌متـر اسـت. امـا ایـن مسـئله باعـث شـده کـه درمـورد ماشـین‌های کوچـک، نانوتیوب‌هـای کربنـی ایـده‌آل باشـند.

یکـی از مشـکلاتی کـه بـر کیفیـت ابـزار MEMS تاثیـر منفـی می‌گـذارد سـاییدگی قسـمت‌های بسـیار کوچـک آنهاسـت کـه در هـر ثانیـه هـزاران بـار اتفـاق می‌افتـد. امـا در یاتاقان‌هـای سـاخته شـده از نانوتیوب‌هـا تقریبـاً هیچ‌گونـه اصطحکاکـی وجـود نـدارد وامتیازمهـم ایـن اسـت کـه نانوتیوب‌هـا در هـر دو حالـت رسـانا و نارسـانا وجـود دارنـد و ایـن ویژگـی موجـب اسـتفاده آنهـا در وسـایل مختلـف الکتریکـی شـده اسـت. نانوتیوب‌هـا دو نـوع هسـتند: نانوتیوب‌هـای چنـد دیـواره‌ای و تک‌دیـواره‌ای کـه بـه ترتیـب در سـال ۱۹۹۱ و ۱۹۹۳ کشـف شـدند.

نـوع چنـد دیـواره‌ای از الیـاف گرافیتـی سـاخته می‌شـود در حالـی کـه نانوتیوب‌هـای تـک دیـواره‌ای از الیـاف فولـرن کشـیده شـده تشـکیل شـده‌اند. از زمـان کشـف ایـن مـواد کاربردهـای مختلفـی پیشـنهاد شـده اسـت کـه از آن جملـه می‌تـوان اسـتفاده از نـوع چنـد دیـواره‌ای را در نـوک ای. اف. ام حامـل و در مـورد نـوع تک‌دیـواره بـه منظـور اسـتفاده در وسـایل الکترونیکـی یـا بـه عنـوان محیـط مناسـب جهـت ذخیـره هیـدروژن اشـاره نمـود.

نانوتیوب‌هـای تـک دیـواره از دیواره‌هـای اسـتوانه‌ای گرافـن بـه قطـر ۱ تـا ۲ نانومتـر تشـکیل شـده اسـت. نـوع چنـد دیـواره‌ای، دیواره‌هـای ضخیم‌تری دارد و از چندیـن اسـتوانه هم‌محـور گرافـن کـه بـا فاصلـه ۳۴ نانومتـر (در حـد فاصلـه لایه‌هـای گرافیـت) از هـم جـدا شـده‌اند، تشـکیل گردیـده اسـت. قطـر خارجـی نانوتیـوب چنـد دیـواره‌ای ۲ تـا ۲۵ نانومتـر و سـوراخ داخلـی آن در محـدوده ۱ تـا ۸ نانومتـر قـرار دارد و مـا بیـن لایه‌هـای منفـرد گرافیـت هیچگونـه نظـم سـه بعـدی وجـود نـدارد. طـول متوسـط نانوتیـوب می‌توانـد چندیـن میکرون باشـد.

اولین‌بـار نانوتیوب‌هـا در سـال ۱۹۹۱ توسـط «سـومیو ایجیمـا» و به‌صـورت کامـلاً اتفاقـی در هنـگام مطالعـه سـطوح الکترودهـای کربن در هنـگام تخلیه قـوس الکتریکی کشـف شـد.

دامنه کاربرد

محاسـبات اولیـه نشـان داده‌انـد کـه نانوتیوب‌هـا بسـته بـه هلیسـیتی و قطرشـان می‌تواننـد رسـانا یـا نیمه‌رسـانا باشـد. دو سـر تیـوب حالـت فلـزی از خـود نشـان می‌دهنـد. نانـو تیـوب در عیـن اسـتحکام بـالا بسـیار انعطاف‌پذیـر اسـت.

اکثـر کاربردهـا بـر اسـاس سـاختار الکترونیکـی، اسـتحکام مکانیکـی، انعطاف‌پذیـری و ابعـاد نانوتیـوب پیشـنهاد شـده اسـت. کاربـرد الکترونیکـی بـر پایـه نانوتیـوب تـک دیـواره‌ای اسـت در حالـی کـه در مـورد سـایر کاربردهـا تفاوتـی میـان نـوع چنـد دیـواره‌ای و تـک دیـواره‌ای وجـود نـدارد. کاربـرد نانوتیـوب بـه عنـوان وسـایل الکترونیکـی کوچـک مـورد توجـه بیشـتری قـرار گرفتـه اسـت. بـه عنـوان مثـال نـوع تـک دیـواره‌ای کـه بیـن دو الکتـرود فلـزی قرار داده شـده، مشـابه وسـایل نیمه‌رسـانای مرسـوم اسـت و عملکـرد آن در حـد وسـایل موجـود برآورد شـده اسـت (عملکـرد از لحـاظ سـوییچینگ). نانوتیوب‌هـا می‌تواننـد بـه دلیـل اسـتحکام و انعطاف‌پذیـری در سـاختمان مـواد بـه کار رونـد و مـوادی بـا خـواص بهتـر را ایجـاد کننـد.

مشخصات

سـاختار تـو خالـی نانوتیـوب سـبک بـودن آن را بـه دنبـال دارد. چگالـی نـوع چنـد دیـواره‌ای ۱/۸ و نـوع تـک دیـواره‌ای ۰/۸ اسـت. اسـتحکام ویـژه آنهـا حداقـل ۱۰۰ برابـر فـولاد اسـت. نانوتیوب‌هـا مقاومـت خوبـی در برابـر مـواد شـیمیایی داشـته و از پایـداری گرمایـی بـالای برخوردارنـد. اکسـایش نانـو تیـوب از دو سـر تیـوب آغـاز می‌شـود. ایـن عمـل باعـث بـاز شـدن تیـوب

خواهـد شـد. انتقـال الکتـرون در نانوتیوب‌هـا منحصـر بـه فـرد اسـت و در جهـت محـور شـدیداً رسـانا هسـتند. رسـانایی گرمایی آنهـا در جهـت محوری نیـز بـالا اسـت.

نانوتیوب‌هـا از لحـاظ کاتالیـزوری فعـال می‌باشـند. نانوتیوب‌هـا خاصیـت موییـنگـی بالایـی دارنـد و می‌تواننـد گازهـا و مایعـات را در خـود جـای دهنـد. از نانوتیوب‌هـای چندیـواره‌ای بـه عنـوان الکتـرود در واکنش‌هـای بیوالکتروشـیمیایی اسـتفاده شـده اسـت نانوتیوب‌هـا می‌تواننـد واکنش‌هـای احیـای اکسـیژن را کاتالیـز کننـد. سـرعت انتقـال الکتـرون در نانـو تیـوب بیشـتر از الکترودهـای کربنـی اسـت. ذخیـره هیـدروژن در داخـل حفره‌هـای نانوتیوب‌هـای تک‌دیـواره‌ای امکان‌پذیـر خواهـد بـود.

روش‌های تولید نانوتیوب کربنی

در سـال ۱۹۹۱ توسـط پژوهشـگر ژاپنـی بـه نام سـومیو ایجیمـا که متخصص میکروسـکوپ آزمایشـگاه NEC بـود، آزمایشـی بـه وقـوع پیوسـت کـه تـا بـه حـال سـهم بـه سـزایی در توسـعه نانوتکنولـوژی داشـته اسـت. وی کـه بـه دسـتکاری و تغییـر روش‌هـای ارائـه شـده توسـط محققیـن موسسـه‌ی فیزیـک هسـته‌ای ماکـس پلانـگ جهـت تولیـد فولریـن مشـغول بـود، دو الکتـرد گرافیـت را بـه جـای اتصـال در فاصلـه کمـی از یکدیگـر قـرار داد و بیـن آنهـا قـوس الکتریکـی برقـرار کـرد. ایـن آزمایـش سـبب شـد کـه وی بـه طـور کامـلاً اتفاقـی نانوتیوب‌هـای کربنـی را کشـف کنـد. اهمیـت روز افـزون ایـن مـواد در صنعـت بـه دلیـل خـواص مکانیکـی و الکتریکـی جالـب و متنـوع آنهاسـت پیش‌بینـی مـی شـود کـه ایـن مـواد بتواننـد در بسـیاری از سـاختارهای نانومتـری آینـده بـه کار رونـد. دو نـوع سـاختار متفـاوت نانـو تیـوب کربـن وجـود دارد، کـه از بقیـه اشـکال آن تـا حـدودی متمایـز اسـت:

۱) نانو لوله تک جداره Single Wall

۲) نانو لوله چند جداره Multi Wall

ایـن دو مـورد و خصوصـاً نـوع تـک جـداره آن صرفـاً بـه دلیـل سـادگی توجه پژوهشـگران بیشـتری را بـه خـود جلـب کـرده اسـت. نانولولـه تـک جـداره از یـک ورقـه‌ی گرافیـت پیچیـده بـه صـورت اسـتوانه بـه وجـود آمـده کـه دو سـر آن بـه حالـت کـروی مسـدود اسـت.تفاوت نـوع چندجـداره بـه وجـود آمـده کـه درون هـم قـرار دارنـد. در میـان انـواع روش‌هـای تولیـد نانوتیـوب کربنـی تـک جـداره، سـه روش از اهمیـت و ارزش بالاتـری برخـوردار دارنـد. ایـن روش‌هـا عبارتنـد از:

روش قوس الکتریکی

روش قـوس الکتریکـی همـان روشـی اسـت کـه توسـط سـومیو ایجمیـا بـرای اولیـن بـار بـه کار بـرده شـد، بـا ایـن وجـود مقـدار محصـول بـه وجـود آمـده در ایـن روش بسـیار پاییـن اسـت. ولـی در روش رسـوب‌گذاری بخـار شـیمیایی می‌تـوان محصـول بیشـتری را به‌دسـت آورد و به‌همیـن دلیـل پیش‌بینـی می‌شـود کـه در آینـده بـرای تولیـد انبـوه نانـو لوله‌هـا در مقیـاس صنعتـی بـه کار رود.

در روش قـوس الکتریکـی از دو الکتـرد گرافیـت اسـتفاده می‌شـود و آنهـا را در فاصلـه کمـی از یکدیگـر قـرار می‌دهنـد بـه خاطـر اینکـه خلـوص بدسـت آمـده در روش ایجیمیـا بسـیار پاییـن بـود Journet و همکارانـش در سـال ۱۹۹۷ بـه دسـتکاری متـد بـکار رفتـه توسـط ایجمـا پرداختنـد و بـا بهینـه کـردن پارامترهـای تولیـد توانسـتند نانولوله‌هـای تک‌دیـواره بـا خلـوص و راندمـان بـالا بدسـت آورنـد.

آنهـا از آنـد گرافیتـی بـا قطـر ۱۶ و طـول ۴۰ میلی‌متـر و همچنیـن الکتـرود دیگـری بـا قطـر ۱۶ و طـول ۱۰۰ میـل متـر به‌عنـوان کاتـد اسـتفاده کردنـد و نیـز بـرای بدسـت آوردن نانولولـه Single Wall میـان انـد کاتالیسـت Ni,Y پرگردیـد. عمـود بـودن یـا در امتـداد هـم قـرار داشـتن کاتـد و آنـد تاثیـر چندانـی در سـنتز نـدارد.

بـرای اجـرای قـوس الکتریکـی بایـد محیـط اطـراف دسـتگاه را ابتـدا خـلا کـرده و سـپس در فشـاری پاییـن (معمـولاً بیـن ۲۶۰ تـا ۳۶۰ torr) از هلیـوم و یـا آرگـون کـه گازهـای بی‌اثـر هسـتند پـر کنیـم. یکـی از عوامـل مهـم در سـنتز نانولوله‌هـا بـه روش قـوس الکتریکـی پایـداری قـوس الکتریکـی اعمـال شـده و نیـز مقـدار شـدت جریـان و ولتـاژ اسـت کـه می‌توانـد در مقـدار محصـول بدسـت آمـده موثـر باشـد.

در صورتـی کـه محصـول مـورد نظـر نانوتیوب‌هـای Multi Wall باشـد دیگـر اجبـاری در اسـتفاده از کاتالیزگرهـا نداریـم بـا اینکـه محصـول بـه دسـت آمـده توسـط روس قـوس الکتریکـی بـه خاطـر محـدود بودن وسـایل آزمایـش بسـیار کـم اسـت، ایـن روش توسـط بسـیاری از پژوهشـگران اجـرا می‌شـود زیـرا مقدارمحصـول بـرای یـک کار تحقیقـی روی نانـو لولـه اهمیت خاصـی نـدارد بلکـه آنچـه مهـم اسـت خلـوص محصـول و کامـل بـودن سـاختار آن اسـت.

کـه روش قـوس الکتریکـی تـا حـد زیـادی ایـن مشـکل را بـر طـرف می‌کند و امـا مشـکل دیگـر در روش قـوس الکتریکـی تکنیـک خـلا اسـت کـه در بسـیاری از آزمایشـگاه‌های سـطح پاییـن امـکان آن وجود نـدارد و نیز اسـتفاده از هلیـم و آرگـون کـه هـر دو گازهـای گرانـی هسـتند، هـر چنـد در بعضـی از روش‌هـا از گاز هیـدروژن اسـتفاده شـده اسـت ولـی ایـن مـورد تاثیـر چندانـی نداشـته و مشـکل بوجـود آمـده دیگـر امـکان انفجـار و خطـرات جانبـی هیـدروژن اسـت. پایـداری قـوس الکتریکـی عامـل مهمـی در سـنتز به شـمار می‌آیـد بـا ایـن وجـود اسـتفاده از یـک منبـع تغذیـه‌ی DC می‌توانـد تاثیـر خوبـی در سـنتز داشـته باشـد و آزمایشـات نشـان داده اسـت هـر چند انـدازه‌ی شـدت جریـان نسـبت بـه اختـلاف پتانسـیل بیشـتر باشـد شـرائط بهتر اسـت ولـی رسـیدن بـه چنیـن جریان‌هائـی بسـیار مشـکل اسـت.

روش Magnetic Field

یکـی از موضوعـات و پارامترهـای مهـم بـرای پژوهشـگرانی کـه می‌خواهنـد از نانولوله‌هـا اسـتفاده کننـد خلـوص محصـول اسـت و همچنیـن اینکـه در سـطح مقـدار بیشـتری نانولولـه قـرار گرفتـه باشـد، تـا بتواننـد آزمایش‌هـای کیفـی خـود را بـا دقـت بالاتـری انجـام دهنـد.

در روش قـوس الکتریکـی هنـگاه ایجـاد قـوس در اطـراف کاتـد و آنـد بـه دلیـل اختـلاف پتانسـیل و جریـان، دمـا تـا حـد قابـل توجهـی بـالا مـی‌رود،

این مقدار به‌اندازه‌ای است که گرافیت (در حالت کلی کربن) روی آند بخار شده و سپس روی کاتد می‌نشیند. از آنجا که در اطراف کاتد و آند گاز قرار دارد در نتیجه این افزایش دما بر گاز نیز اثر گذاشته و دمای آنرا افزایش می‌دهد و در نتیجه در اطراف محیطی نه به شکل گاز بلکه به شکل حالت چهارم ماده پلاسما به وجود آمده است.
دلیل این‌که پلاسما را حالت جدیدی از ماده می‌نامیم این است که از ترکیب ین‌های مثبت و منفی اتم‌های خنثی بوجود آمده است.
با افزایش دما تعداد اتم‌های خنثی کاهش یافته در حقیقت میزان بارهای آزاد دما تعداد اتم‌های خنثی کاهش یافته در حقیقت میزان بارهای آزاد افزایش می‌یابد .اما نکته مهم در پلاسما اثرات میدان مغناطیسی بر آنهاست. به‌وسیله میدان مغناطیسی می‌توان پلاسما را در یک منطقه محصور کرد. این جلوگیری از برخورد پلاسما با دیواره طرف که در راکتور که در راکتور گداخت گرمائی از آن استفاده می‌شود می‌تواند در سنتز نانولوله‌ها بسیار موثر واقع شود.
فرض کنید اطراف الکترودهای گرافیتی را با یک میدان مغناطیسی حاصل از چهار آهن‌ربا احاطه کنیم، در این صورت وجود میدان سبب می‌شود پلاسمای وجود آمده به دیوارها برخورد نکند و فقط در محدوده‌ی گرافیت‌ها دما افزایش می‌یابد که این امر باعث کمک به تبخیر بهتر و سریع‌تر آند می‌شود و در کل سنتز حالت بهتری به خود می‌گیرد. در این مورد دیگر جنس طرف اهمیت خاصی ندارد.

روش Under de-ionized Water

برخی از محققان در جهت تلاش برای حذف تکنیک خلا وهم چنین گازهای گران‌قیمت هلیوم و آرگون به روش‌های جدیدی دست یافته‌اند، از این موارد می‌توان به قرار دادن الکترودها در نیتروژن مایع اشاره کرد، که خود پر خطر است. آب چون یکی از موادی است که به فور در طبیعت یافت می‌شود، می‌تواند به‌راحتی مورد استفاده قرار گیر د .
البته آبی که در ساخت نانولوله‌ها استفاده می‌شود، از نوع de- ion-ized یا یون زدوده است که از عبور جریان به مقدار زیادی جلوگیری می‌کند. این آب که معمولاً در صنعت میکروالکترونیک کاربرد زیادی دارد را می‌توان به‌راحتی با استفاده از دستگاه‌های (رزین) در آزمایشگاه‌های شیمی بدست آورد و معمولاً نیروگاه‌ها از این آب استفاده می‌کنند. خصوصیت جالب در مورد آب یون زدوده این است که خاصیت عبور ندادن جریان در آن براحتی از دست نمی‌رود.
سنتز در آب می‌تواند هزینه‌ی آزمایش را تا حد قابل توجهی کاهش دهد، ولی مقدار و درجه خلوص نانوتیوب‌های بوجود آمده در این آزمایش بسیار پایین است خصوصاً اینکه مقداری از نانولوله‌ها ممکن است در آب به صورت مخلوط وارد شود، که البته می‌توان با یک روکش گرافیتی از آن جلوگیری کرد. شکل الکترودها و حالت قرار گرفتن آنها در سنتز قوس الکتریکی بسیار انعطاف‌پذیر است. تا کنون با آزمایش‌هائی که به‌وسیله این روش صورت گرفته حتی در زمان‌هایی که از کاتالیزگرها استفاده شده است، محصول از نوع چند جداره بوده و این خاصیت آب در تشکیل نانولوله‌های MWNTs است.

دارو رسانی به وسیله نانوتیوب‌های کربنی

پژوهشگران به تازگی دریافته‌اند که شکل خاصی از مولکول‌های کربن می‌توانند به خوبی وارد هسته سلول‌ها شوند و می‌توان در آینده‌ای نزدیک از آنها در سیستم دارسازی و واکسیناسیون استفاده کرد، امروزه از این مولکول‌های کربن که (نانوتیوب‌های کربن Carbon nano tubes) نامیده می‌شوند تنها جهت حمل پپتیدهای کوچک به هسته‌های سلول های فیبروپلاستی استفاده می‌شود ولی پژوهشگران امیدوارند که بتوانند از آنها در درمان سرطان، ژن درمانی و واکسیناسیون نیز استفاده نمایند. آلبرتوبیانکو از موسسه CNRS در استراسبوک فرانسه می‌گوید که پژوهشگران در مراحل اولیه تحقیقات می‌باشند و از آنجا که به نظر می‌آید نانوتیوب‌ها می‌توانند وارد هسته شوند، از این خاصیت جهت حمل ژن‌های ساخته شده و رساندن داروها به بخش خاصی از سلول می‌توان استفاده کرد.
تیم تحقیقاتی بیانکو، نانوتیوب‌ها را چند روز در دی متیل فرمامید حرارت دادند و به دنبال آن اتصالات کوتاه‌تری (اتیلن گیکول TEG) ایجاد شد و سپس پپتیدهای کوچک به مولکول‌های TEGمتصل شدند و هنگامی که این نانوتیوب‌ها با سلول‌های فیبروپلاست انسانی کشف شده مخلوط شدند، به سرعت به سمت هسته حرکت کردند. اصولاً طیف وسیعی از مولکول‌ها می‌توانند به نانوتیوب‌ها متصل شوند و به راحتی به سمت سلول‌ها حرکت کنند و به‌طور کلی نانوتیوب‌ها سمیت بالایی ندارند ودر دوزهای پایین برای سلول‌ها بی‌ضررند ولی در غلظت‌های بالا باعث از بین رفتن سلول‌ها می‌شوند و باید اثرات آن در بدن مورد مطالعه قرار گیرد.
روت دوتکان پژوهشگر دانشگاه کاریف انگلستان می‌گوید: دلایل بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد که ذرات بسیار ریز می‌توانند در سیستم داروسازی مفید باشند. اما مکانیسم وارد شدن نانوتیوب‌ها به داخل سلول‌ها مشخص نمی‌باشد. همچنین او می‌گوید تحقیقات ناموفقی جهت استفاده از bucky balls (نانوتیوب‌های کربنی کروی) جهت رساندن داروهای ضدسرطان و نوکلوتیدهای پرتوزا به داخل سلول انجام شده است.

خلق نانوتیوپ‌های کربنی ابر رسانا

پژوهشگران نانوتیوب‌های کربنی تک دیواره یک بعدی خلق کرده‌اند که علاوه بر ویژگی‌های ابر رسانایی، پتانسیلی برای زیر بنای نسل جدید الکترونیک‌های بسیار ریز هستند. پژوهش‌های قبلی این احتمال را داده اند که دسته‌ای از نانوتیوب‌ها– در اصل صفحات گرافیتی در اندازه اتمی که درون استوانه‌ای به دور هم پیچیده‌اند– هنگامی که روی هم انباشته می‌شوند رفتار ابررسانایی نشان می‌دهند.
پژوهش‌های Sheng و Tang فیزیک‌دانان موسسه علم و نانو تکنولوژی

دانشگاه هنگ کنگ نشان داده است که تک نانوتیوب‌های مجزای یک بعدی نیز می‌توانند ابر رسانا باشند. Sheng در مصاحبه با روزنامه بین‌المللی United Press اظهار داشته «این تیوب‌ها یک بعدی هستند بنابراین ما با وجود یک بعدی بودن ابر رسانایی را نشان داده‌ایم و این اولین باری است که تا به حال مشاهده شده است و از جهاتی مرز جدیدی است زیرا ما داریم پدیده یک بعدی بودن را می‌بینیم. ما در دنیای سه بعدی زندگی می‌کنیم و روی یک بعدی بودن تامل کردهایم و اکنون پدیده یک بعدی بودن یک حقیقت شده است.»

آنها نانوتیوب‌ها را درون حفرات یک کریستال زئولیت رشد دادند که همانند شابلون و یا قالب عمل می‌کند و برای تشکیل تیوب‌ها ابتدا دما را تا ۴۰۰°C و سپس تا ۵۰۰°C بالا بردند.

کربن یکی از متداول‌ترین و مهم‌ترین عناصر می‌باشد. الماس کربن خالص است. اعتقادی بر ابر رسانایی کربن خالص وجود ندارد اما این کشف نشان می‌دهد که صفحات کربن اگر به تیوب‌هایی به حد کافی کوچک شکل داده شوند، می‌توانند خواصشان را تغییر دهند. حال سوال اینست که آیا کربن خالص می‌تواند ابر رسانا باشد؟ پاسخ حداقل در مقیاس نانو بله می‌باشد.

محدودیت‌های فیزیکی سیلیکون تلاش‌های انجام گرفته برای کوچک کردن اندازه کامپیوترها، افزایش قدرت محاسباتی آنها و کاهش مصرف برقشان را با مشکل مواجه کرده است.

اندازه بسیار کوچک نانوتیوب‌ها– فقط چند صد یا چند هزار اتم – و خواص الکترونیکی چند منظورشان ، آنها را کاندیدای خوبی برای انتخاب در جاهایی که سیلیکون مساله‌ساز است ساخته است.

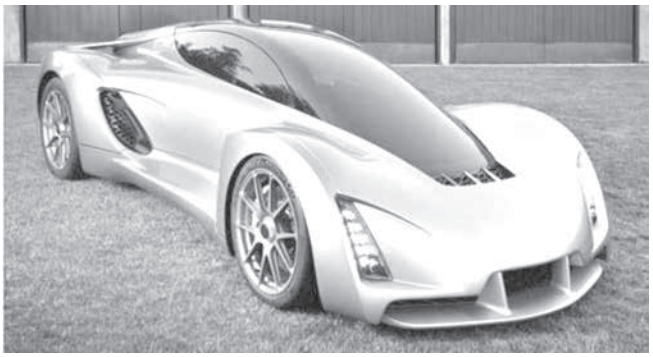
در حالیکه پژوهش روی نانوتیوب‌ها هنوز نسبتاً جوان است، کشف‌های اخیر خبر می‌دهند که نانوتیوب‌ها می‌توانند اساس قطعات الکترونیکی کوچک نظیرکامپیوترهای فراریز را تشکیل دهند.

تعمیر لوله‌های کربنی

رفتار میکروسکپی یک نانوتیوب کربنی (لوله نانویی از جنس کربن) که پاره است، همانند حرکت یک کفش دوزک بنظر می‌رسد. شکاف موجود در بافت نانو تیوب ناشی از تنش‌های حرارتی وارد شده به آن بوده و در حین فرآیند گذر از ساختار پنج‌جهی به هفت‌وجهی کربن در طول لوله دوخته می‌شود.

تحولی در تجهیزات و ساخت وسایل ورزشی

– طراحی و ساخت خودروهایی برای مسابقات ماشین‌سواری که بدنه آنها با نانوتیوب‌های کربنی طراحی شده و با پرینترهای سه بعدی ساخته می‌شود، نسل جدیدی از خودروهای آینده را در دومین دهه هزاره سوم میلادی در مقابل چشمان شهروندان دهکده جهانی قرار داده است. انقلابی که امروزه در فناوری‌های هوشمند و نوظهور صنعت اتومبیل‌سازی ایجاد شده است، خبر از دگرگونی در ساخت و طراحی اتومبیل‌های ارزان، هوشمند و با چهره جدیدی در آینده نزدیک می‌دهد.



در ساخت این نوع خودروها، از نانوتیوب‌های کربنی استفاده می‌شود. در واقع، نانوتوب‌های کربنی، از گزینه‌های اصلی در زمینه نسل جدیدی خودروهایی با پوسته چاپ سه بعدی به شمار می‌روند. برای درک بهتر ساختمان این ماده، یک لوله بسیار کوچک را تصور کنید که در دیواره‌هایش اتم کربن به کار رفته باشد. عنوان «نانو» در نام این ماده از نانومتر می‌آید؛ یعنی یک‌میلیاردم یک متر. هر کدام از نانوتوب‌های کربنی تنها یک نانومتر قطر دارند؛ ابعادی که ۲ هزار برابر کوچک‌تر از یک رشته فیبر کربن است.

ولی تفاوت مهم‌تر در ساختار کریستالی و ویژگی‌های فیزیکی ست که بین نانوتوب‌های کربنی و فیبر کربن وجود دارد. در مقابل طراحی آراسته و مناسب نانوتوب، فیبرکربن به صورت چیزی است که شیمیدان‌های کوانتوم به آن «توربو استراتیک» می‌گویند؛ یعنی لایه‌های مسطح که هر کدام به ضخامت یک اتم کربن هستند که به‌گونه‌ای تصادفی بر روی یکدیگر قرار گرفته‌اند. این در حالی است که ساختار کریستالی و آرایش اتم‌های با سطح بالاتر در نانوتوب، آن را تبدیل به مقاوم‌ترین و سخت‌ترین ماده شناخته‌شده تاکنون می‌کند و این ماده نزدیک به ۲۰ برابر قدرتمندتر از فیبر کربن است.

ادامه مطالب در شماره بعد با موضوع نانو تیوب در تجهیزات ورزشی

منابع:

1. M. Meyyappan, Carbon Nanotubes Science & Applications, CRC Press, 2005.
2. W. A. De Heer, W. S. Bacsa, A. Chatelain, T. Gerfin, R. Humphrey Baker, Nanocapillarity and chemistry in carbon nanotubes, Science 268, 1995, Page 845.
3. R. H. Baughman, A. A. Zakhidov, W. A. De Heer, Carbon nanotubes- The route toward application, Science 297, 2002, Page 787.