www.jozveha.ir

کامپوزیت

نانو کامپوزیت ها

www.jozveha.ir

کامپوزیت و نانو کامپوزیت ها

ابتدا مقدمه ای در مورد کامپوزیت

تاریخچه

قدیمی ترین مثال از کامپوزیت ها مربوط به افزودن کاه به گل جهت تقویت گل و ساخت آجری مقاوم جهت استفاده در بناها بوده است . قدمت این کار به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می گردد . در این مورد کاه نقش تقویت کننده و گل نقش زمینه یا ماتریس را دارد . ارگ بم که شاهکار معماری ایرانیان بوده است . نمونه بارزی از استفاده از تکنولوژی کامپوزیت ها در قرون گذشته بوده است . مثال دیگر تقویت بتن توسط میله های فولادی می باشد . که قدمت آن به سال ۰۰۸۱ میلادی باز می گردد . در بتن مسلح یا تقویت شده میله های فلزی استحکام کششی لازم را در بتن ایجاد می نمایند چرا که بتن یک ماده ترد می باشد و مقاومت اندکی در برابر بارهای کششی دارد . بدین ترتیب بتون وظیفه تحمل بارهای فشاری و میله های فولادی وظیفه تحمل بارهای کششی را بر عهده دارند . تاریخچه مواد پلیمری تقویت شده با الیاف به سالهای ۱۹۴۰ در صنایع دفاعی و به خصوص کاربردهای هوا

- فضا بر می گردند برای مثال در سال ۱۹۴۵ بیش از ۷ میلیون پوند الیاف شیشه به طور خاص برای صنایع نظامی ، مورد استفاده قرار گرفته است . در ادامه با توجه به مزایای آنها ، به صنایع عمومی نیز راه یافتند .

تعریف کامپوزیت

ترکیب دو یا چند ماده با یکدیگر به طوری که به صورت شیمیائی مجزا و غیر محلول در یکدیگر باشند و بازده و خواص سازه ای این ترکیب نسبت به هریک از اجزاء تشکیل دهنده آن به تنهایی ، در موقعیت برتری قرار بگیرد را کامپوزیت می نماند . به عبارت دیگر کامپوزیت به دسته ای از مواد اطلاق می شود که آمیزه ای از مواد مختلف و متفاوت در فرم و ترکیب باشند و اجزاء تشکیل دهنده آنها هویت خود را حفظ کرده ، در یکدیگر حل نشده ، با هم ممزوج نمی شوند . با توجه به این امر کامپوزیت از آلیاژ فلزی متفاوت می باشد . بنابراین کامپوزیت ترکیبی است از حداقل دو ماده مجزای شیمیایی با فصل مشترک مشخص بین هر جزء تشکیل دهنده

www.jozveha.ir

تقسیم بندی کامپوزیت ها

مواد کامپوزیتی از یک ماده زمینه (ماتریس) تقویت شده با انواع مختلفی از الیاف ها ساخته شده است . الیافهای تقویت کننده تحمل کننده اصلی بارها می باشند وزمینه ویفه فراهم سازی بستر مناسب جهت انتقال باز از الیافی به الیاف دیگر را بر عهده دارد .

کامپوزیت ها بر اساس نوع زمینه ای که تقویت کننده را احاطه نموده است و آنها را به هم اتصال می دهد به سه گروه عمده بر اساس یک طبقه بندی بین المللی واحد تقسیم می شوند که عبارتند از :

۱ کامپوزیت های پایه فلزیComposites Mattel Matrix یا MMC

۲ کامپوزیت های پایه سرامیکی Composites Ceramic Matrix یا CMC

۳ کامپوزیت های پایه پلیمری Composites Polymer Matrix یا PMC

کامپوزیتهای پایه پلیمری مهم ترین دسته از کامپوزیت ها می باشند طیف وسیعی از صنایع ، از صنایع رده بالا مثل تولید قطعات هواپیما گرفته تا صنایع رده پایین مثل تولید سینک ظرفشویی و .... از کامپوزیتهای پایه پلیمری تولید می شوند و درحال حاضر ۵۹ درصد بازار کامپوزیت ها را به خود اختصاص داده اند و به همین دلیل بزرگترین زیر مجموعه مواد مرکب محسوب می گردند . امروزه اغلب صنایع از مزایای منحصر به فرد این مواد بهره می جویند و ردپای کامپوزیت ها را در حوزه های زیر می توان جستجو نمود :

۱ صنایع حمل و نقل شامل حمل و نقل هوایی ، جاده ای و دریایی

۲ صنایع نظامی و هوا – فضا

۳ صنایع انرژی در هر حوزه های تولید و انتقال برق و صنعت نفت ، گاز و پتروشیمی

۴ صنعت ساخت و ساز شامل صنایع زیر بنایی و صنعت ساختمان

۵ صنایع مبلمان شهری

۶ وسایل خانگی

۷ لوازم ورزشی

کامپوزیت های پایه پلیمری در حال حاضر تنها به میزان ۱ درصد در مهد تولد خود یعنی صنایع هوا – فضا کاربرددارند و قسمت عمده الباقی در صنایع ساخت و ساز و حمل و نقل به کار گمارده می شوند . درحقیقت توسعه فناوری تولید کامپوزیتهای پایه پلیمری این امکان را فراهم کرده است تا اغلب صنایع از مزایای منحصر به فرد این مواد بهره جویند .

در نمودار مقابل توزیع به کار گماری کامپوزیتها در صنایع مختلف در سطح جهانی نمایش داده شده است . مطابق آمار ارائه شده در این شکل ، بیشترین میزان مصرف کامپوزیت ها معطوف به صنعت ساخت و ساز مشتمل بر ساختمان ابر سازه ها ، صنایع نفت و گاز و لوله می باشد .

مزایای کامپوزیت های پایه پلیمری

مزایای سازه های مبتنی بر کامپوزیت های پلمیری نسبت به نمونه های سنتی بتنی ، چوبی و فلزی را که باعث نفوذ آنها درگستره وسیعی از صنایع مختلف شده است ، در موارد زیر می تواند خلاصه نمود :

۱ کاهش وزن سازه ساخته شده با توجه به معماری قابل تغییر بر اساس خواست طرح

۲ ایمن بودن در برابر پدیده خوردگی

۳ قابلیت تحمل بارهای سیکلی و مقاومت بسیار مناسب در برابر پدیده خستگی

۴ سادگی روشهای تولید و امکان تولید اشکال بسیار پیچیده باروشهای بسیار آسان ، کارآمد و مقرون به صرفه

۵ سهولت فرایندهای تعمیر و عیب یابی چ

۶ ضریب انبساط حرارتی پایین و عایق مناسب حرارتی

۷ عایق الکتریکی

۸ بهبود اتصالات و امکان تولید یکپارچه

۹ خصوصیات ارتعاشی بسیار مناسب و مقاوم بودن نسبت به پدیده تشدید در ارتعاشات نسبت به فلزات

www.jozveha.ir

۱۰ قابلیت مونتاژ آسان

ساختار کامپوزیت های پایه پلیمری

در کامپوزیت های پایه پلیمری ، ماتریس یا همان زمینه یک ماده پلیمری است که به آن لفظ رزین اطلاق می گردد و شامل دو دسته کلی ترموپلاستیک ها هستند . الیاف تقویت کننده نیز شامل انواع شیشه ، آرامید ، کربن و بورن می باشد . دراین ترکیب نقش باربری به صورت عمده بر عهده الیاف است . رزین وظیفه توزیع بار اعمال شده در شبکه الیاف و نگهداشتن موقعیت الیاف در جای خود را بر عهده دارد . امروزه استفاده از الیاف طبیعی در کامپوزیت های موسوم به کامپوزیت سبز نیز رونق خاصی پیدا کرده است .

صنعت لوله های کامپوزیتی

یکی از زمینه های عمده استفاده از کامپوزیت ها ، تولید لوله های با اقطار مختلف با استفاده از مواد کامپوزیتی است . لوله های کامپوزیت که متشکل از الیاف شیشه و رزین های ترموست می باشند ساختار محکم ، مقاوم به خوردگی و سبکی را فراهم می کنند که به عنوان جایگزین بسیار مناسبی برای لوله های فلزی و بتونی مطرح می شوند .

عبارات GRP[1] ، GRV۲ ، GRE[3] که در صنعت لوله های کامپوزیتی رواج دارد ، همگی معرف پیکربندی های مختلف لوله های کامپوزیتی هستند که با توجه به ماموریت مختلف مورد انتظار ، از ساختار مبتنی بر الیاف شیشه به همراه رزین پلی استر ، وینیل استر و یا اپوکسی در آنها استفاده می شود . پلی استرها اغلب برای تولید لوله ها جهت مصارف مختلف از جمله آب شرب ، جمع آوری فاضلاب و پسابهای صنعتی و آبیاری و ..... استفاده می شوند و وینیل استرها مقاومت بیشتری در برابر خوردگی در برابر مایعات خورندگی قوی مانند اسیدها و سفید کننده ها دارند . رزین اپوکسی معمولاً برای لوله هایی با قطر کمتر از ۷۵۰ میلمیتر و عمدتاً برای خطوط نفت ، گاز و فشارهای بسیار بالا استفاده می شوند.

لوله های کامپوزیتی از دیدگاه نحوه انتقال سیار حاوی به دو گروه عمده گرانشی و فشاری تقسیم می شوند .

در لوله های گرانشی سیال به وسیله نیروی گرانشی ویا با فشار خیلی کم برای تداوم حرکت ، جابجا می شود و به همین دلیل ویژگی سفتی عامل مهم در طراحی این لوله ها می باشد . جهت قرارگیری الیاف در این لوله ها به شیوه ای است که سفتی لوله در جهت های محیطی و محوری باعث کاهش تغییر شکل های خمشی در مسیر می شود و

لوله در برابر نیروهای ناشی از دفن ورفت و آمد روی آن ، مقاومت می نماید . قطر این لوله ها از ۱۰۰ میلیمتر تا ۴۰۰۰ میلمیتر متغییر است و الیاف بیشتر در جهت محیطی قرارداده می شود که برای تحمل فشارهای زیر ۱۶ بار (۱/۶ مگا پاسکال) مناسب است . این لوله ها در عمق زیاد نسبت به سطح زمین قرار می گیرند و فشار خاک و فشار ترافیکی روی آنها زیاد است . لوله های فاضلاب نمونه ای از لوله های گرانشی می باشند .

از لوله های تولید شده به روشهای الیاف پیچی پیوسته و نا پیوسته جهت تأمین لوله های گرانشی نیز استفاده می گردد هرچند کاربرد اصلی این نوع لوله ها جهت مصارف پر فشار می باشد .

در لوله های فشاری ، حمل سیالات درفشارهای بین ۶۹۰ کیلو پاسکال تا چند مگا پاسکال مد نظر می باشد . عمده مصرف این لوله ها در انتقال آب ، صنایع نفت و گاز و دریایی می باشد . که فراورده های مختلف با فشارهایی در حدود ۱۴ و یا ۳۴ مگا پاسکال انتقال داده می شوند .جهت الیاف در این لوله ها بر اساس میزان فشار طراحی در زوایای مختلفی نسبت به محور لوله صورت می پذیرد .

حوزه های مختلف کاربرد لوله های کامپوزیتی

مهمترین ویژگی و خصوصیت لوله های کامپوزیتی که باعث تفوق آنها در خطوط انتقال محصولات مختلف شده است . مقاومت به پدیده خوردگی ناشی از سیالات (مایعات و گازها) در هر دو جداره داخلی و خارجی است . لوله های کامپوزیتی به علت ساختار پلیمری خود کاملاً نسبت به این پدیده ایمن هستند و قابلیت کارکرد بدون تعمیر را در محیط های فعال شیمیائی والکترو شیمیائی به مدت ۲۵ الی ۵۰ سال دارا هستند . درست به همین دلیل است که صنایع نفت و گاز و آب و فاضلاب عمده ترین حوزه نفوذ این محصولات بوده است . حذف هزینه های سنگین تعمیر و نگهداری لوله های خورده شده انتقال دهنده نفت یا گاز و خسارات ایجاد شده از قطع سرویس به مراکز صنعتی ، مهمترین عواملی است که باعث شده است تا لوله های کامپوزیتی گوی سبقت را از سایر رقبای سنتی خود بربایند .

لوله های GRP در حوزه های مختلفی از صنعت استفاده می شوند که اهم آنها را می توان در فهرست طبقه بندی نمود :

توزیع آب در هر دو حوزه ساختمان و صنعت

سیستم فاضلاب شهری

انتقال پسابهای صنعتی

جمع آوری آبهای سطحی

انتقال آب دریا و رودخانه ها

مدخل آبگیری برای سیستم های برجهای خنک کن

شبکه اطفاء حریق

خطوط فرایندی برای کارخانه های صنعتی

شبکه انتقال و توزیع سوخت

انتقال سیالات خورنده

شبکه های آبیاری و زهکشی

لوله های GRE با توجه به شیوه تولید و رزین مورد استفاده ، کلاس بالاتری از استحکام را ارائه می دهند که این امر باعث می شود تا جهت انتقال فراورده های پرفشار نفت و گاز از آنها استفاده می شود .

ویژگیها و مزایای لوله های کامپوزیتی

لوله های GRP نسبت به لوله های فلزی و بتونی از مزایای خاصی بهره مند هستند که هر مزیتی به واسطه وجود ویژگی خاصی نتیجه می شود . اهم ویژگی های این نوع لوله ها را در موارد ذیل می تواند برشمرد :

مقاومت در برابر خوردگی

لوله های GRP به علت ماهیت مواد تشکیل دهنده ساختار آنها ، در برابر پدیده خوردگی مقاوم هستند. لوله های GRP در برابر اغلب مواد شیمیائی در دماهای بالاتری از حد مقاومت سایر لوله های پلاستیکی مقاوم هستند (تا حدود ۱۷۰ درجه سانتیگراد) .

این ویژگی باعث می شود تا مزایای ذیل نائل گردد :

عمر مفید طولانی و حداکثر بهره وری اقتصادی

عدم نیاز به حفاظت کاتدی و یا اعمال پوشش های داخلی و خارجی

ثبات مشخصه های هیدرولیکی درطول ماموریت

پایین بودن هزینه های تعمیر و نگهداری

کاهش وزن

یک لوله کامپوزیتی به طور معمول ۲۵ درصد لوله چدنی ، ۳۳ درصد لوله فلزی و ۱۰ درصد لوله بتونی وزن دارد و این امر باعث می شود تا برتری های ذیل حاصل شود :

کاهش هزینه های بارگیری و حمل

امکان درون هم گذاری ۶ لوله های با اقطار مختلف در داخل یکدیگر

هزینه پایین نصب

سطح داخلی صاف و صیقلی

با توجه به مواد اولیه و فرایند تولید ، سطح داخلی لوله های GRP بسیار صاف و صیقلی می باشند که مزایای ذیل از رهگذر این ویژگی بدست می آیند .

امکان دستیابی به جریان مشابه با استفاده از قطرهای کمتر نسبت به لوله های دیگر

کاهش میزان مصرف انرژی به علت کاهش میزان افت فشار

کاهش رسوبات جمع شده در داخل لوله

کاهش ضریب اصطکاک داخلی

کاهش مدول الاستیسیته

شوک های داخلی که معروفترین آن ضربه قوچ می باشد ، در اثر تغییرات ناگهانی سرعت سیال درون سیستم ایجاد می شود . در شرایط خاص نیروی ضربه آن قدر می تواند زیاد باشد که سیستم را تخریب کند فشارهای گذرا با

سرعت موج در سیستم حرکت می کند و قادر است با توجه به منبع و جهت حرکت موج باعث افزایش یا کاهش فشار گردد . اندازه ضربه قوچ بستگی به خصوصیات و سرعت سیال دار و دراثر مدول الاستیسیته کم در لوله های GRP توانایی آنها در دفع نیروی موج و کاهش تاثیر موج در سیستم بسیار زیاد است . به طور کلی لوله های GRP به تحمل ضربه قوچی به میزان ۴۰ درصد بیشتر از فشار اسمی خود می باشد و ضربه قوچ در آنها حدوداً نصف لوله های فلزی است . سرعت موج حاصل در لوله های GRP با توجه به کلاس فشاری و سفتی لوله در محدوده ۳۴۰ الی ۶۴۰ متر برثانیه می باشد این مقدار در لوله های فلزی حدود ۱۱۰۰ متر بر ثانیه تخمین زده می شود . کاهش ضربه قوچ ، علاوه بر افزایش عمر لوله باعث می شوند تا از تجهیزات حفاظتی کمتری جهت پیشگیری از ضربه قوچ استفاده شود .

وضعیت صنعت کامپوزیت درسطح بین المللی و ملی

طبق استاندارد بین المللی شاخص توسعه یافتگی از دیدگاه صنعتی کامپوزیت مصرف سرانه معادل ۳ کیلوگرم به ازای هر شهروند است . در نمودار بالا نمای کلی از کشورهای مختلف و جایگاه آنها در این صنعت ترسیم شده است .

۹۵.۸ درصد کامپوزیت های مورد استفاده در ایران ، کامپوزیتهای پایه پلیمری هستند و بیشترین حجم مصرف آنها مختص صنایع ساختمان و حمل و نقل می باشد در نمودارمقابل توزیع فراوانی استفاده از کامپوزیت دربخشهای مختلف صنعت در کشورمان نمایان است .

کاربرد کامپوزیتهای پلمیری در صنایع ایران

استفاده از کامپوزیتها در صنایع به منظورحفاظت در برابر خوردگی که در قالب لوله و مخازن نمود پیدا می کند مقام چهارم را به خود اختصاص داده است و این در حالی است که بخش عمده ای از صنایع کشور از مشکل خوردگی و تبعات هزینه ناشی از آن رنج می برند . خوردگی در ایران درسال ۱۳۷۹ معادل ۲۷۰۰ میلیارد ریال بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برآورد شده است که براساس تقسیم بندی انجام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلایم ایران خسارت مستقیم خوردگی در چهار بخش اصلی برای سال ۱۳۷۹ محاسبه گردیده است و در نمودار مقابل نشان داده شده است (برگرفته از نشریه خوردگی ، سال چهارم شماره ۱۱ و ۱۲- ۱۳۸۲) . در حال حاضر صنعت کامپوزیت علیرغم جوان بودن در کشورمان ، اکثر روشهای تولید پیشرفته همانند روش پیچش الیاف ، روش SMC و روش قالب بسته را برای تولیدات مختلفی را همانند لوله ، قطعات خودرو و پره توربین بادی و

..... شامل می شود و توسعه این صنعت نیازمند ..... جدی متخصصان ، اندیشمندان و مسئولان در بسترهای مرتبط با این صنعت می باشد

مواد نانوکامپوزیتی به آن دسته از موادی اطلاق می‌شود که فاز تقویت‌کننده آن دارای ابعادی در مقیاس یک تا ۱۰۰ نانومتر باشد که شامل نانوکامپوزیت‌های پلیمر- سرامیک، پلیمر ـ فلز، سرامیک ـ فلز و سرامیک ـ سرامیک هستند.

مواد نانوکامپوزیتی در دهه آخر قرن۲۰ پا به عرصه علم و فن‌آوری گذاشته و پیشرفت‌های قابل‌توجهی در این سال‌ها داشته‌اند.

برحسب مواد تشکیل‌دهنده، می‌توان آن‌ها را به‌صورت نانوکامپوزیت‌های پلیمر- سرامیک، پلیمر ـ فلز، سرامیک ـ فلز و سرامیک ـ سرامیک دسته‌بندی کرد. نانوکامپوزیت‌های پلیمری، ترکیباتی از پلیمرها و مقدار ۲ تا ۱۰ درصد وزنی از ذرات نانومتری نظیر خاک رس، نانولوله‌های کربنی هستند. تقویت‌کننده نانومتری به‌دلیل داشتن ابعاد بسیار کوچک و سطح بسیار بالا در مقایسه با تقویت‌کننده‌های معمولی در سطح بارگذاری «Loading» کمتر باعث بهبود خواص مورد نظر شده و مسائل مربوط به تقویت‌کننده‌های رایج نظیر افزایش وزن، نقایص سطحی و مشکلات فرآیندپذیری در آن‌ها کمتر دیده می‌شود. به‌همین دلیل، نانوکامپوزیت‌ها جایگزین خوبی برای کامپوزیت‌های معمولی هستند؛ چراکه کارآیی بهتر و وزن کمتری دارند. محصولات تهیه‌شده از نانوکامپوزیت‌های پلیمری قابلیت استفاده در صنایع شیمیایی، خودروسازی، ساختمان، نظامی، پزشکی، لوازم خانگی، ورزشی، کشاورزی و الکترونیکی را داشته و استفاده از آن‌ها در این صنایع، کاهش مصرف سوخت و انرژی، افزایش مقاومت و ایمنی در برابر زلزله و آتش‌سوزی، افزایش عمر سازه‌ها، کاهش خسارات ناشی از زمان نگهداری مواد غذایی و محصولات کشاورزی، کاهش خسارات ناشی از خوردگی و به‌طور خلاصه، استفاده بهینه از منابع موجود را می‌تواند به‌همراه داشته‌باشد.

ضرورت توجه به نانوکامپوزیت‌های پلیمری

با توجه به حجم گسترده استفاده از کامپوزیت‌های معمولی در داخل کشور و با عنایت به حجم بالای تولید پلیمرها در سال‌های آتی ازسوی شرکت ملی صنایع پتروشیمی و لزوم افزایش کاربری این پلیمرها، تولید

www.jozveha.ir

نانوکامپوزیت‌های پلیمری یکی از مناسب‌ترین راه‌های پاسخ‌گویی به نیاز بازار و بهبود خواص و گسترش دامنه کاربرد پلیمرهای داخلی است.

درحال‌حاضر، میزان مصرف کل آمیزه‌های پلیمری در داخل کشور حدود ۱۵۰ هزار تن در سال است که بخشی از آن، از طریق واردات از کشورهایی مثل هلند، ایتالیا، تایوان، سوئد، آلمان و بخش دیگر به‌وسیله تولیدکنندگان داخلی تامین می‌شود. این آمیزه‌ها عمدتا در صنایع خودرو، لوازم خانگی و اداری، لاستیک‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به خواص برتر نانوکامپوزیت‌های پلیمری در مقایسه با آمیزه‌های معمولی پلیمری و با عنایت به روند نزولی قیمت جهانی نانوذرات و در نتیجه امکان رقابت این محصولات از نظر قیمت، انتظار می‌رود با تولید نانوکامپوزیت‌ها در داخل کشور می‌توان آن‌ها را جایگزین بخش عمده‌ای از آمیزه‌های معمولی پلیمری کرد.

زمینه‌های تحقیقاتی

برخی زمینه‌های تحقیقاتی درباره نانوکامپوزیت‌های پلیمری عبارتند از:ساخت نانوکامپوزیت‌ها بر پایه پلیمرهای مختلف با هدف ارتقای کیفیت و ارزش‌افزوده محصولات پلیمری پتروشیمی، توسعه روش‌های شناسایی و شکل‌دهی نانوکامپوزیت‌های پلیمری، ساخت پلیمرهای مقاوم در برابر شعله برای کاربردهای الکتریکی، الکترونیکی و لوازم خانگی، افزایش پایداری ابعادی و استحکام مکانیکی پلیمرها برای کاربردهای صنایع خودرو و لوازم خانگی.

دیگر زمینه های تحقیقاتی نانوکامپوزیت‌های پلیمری شامل: ساخت پلیمرهای هادی جریان الکتریسیته برای کاربردهای الکتریکی، الکترونیکی و صنایع نظامی، ساخت پلیمرهای مقاوم در برابر باکتری‌ها و میکرب‌ها برای کاربردهای بسته‌بندی، لوازم خانگی و خودرو، افزایش مقاومت پلیمرها در برابر نفوذ گازها و بخارات برای کاربردهای بسته‌بندی محصولات کشاورزی، ساخت غشاهای نانوکامپوزیت پلیمری برای فرآیندهای خالص‌سازی و جداسازی گازها، ساخت هیدروژل‌های نانوکامپوزیت پلیمری با هدف افزایش کارآیی آن‌ها در ازدیاد برداشت نفت، می شوند.در کشورهای پیشرفته، فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه نانوکامپوزیت‌های پلیمری از حدود سال ۱۹۹۰ آغاز شده و در بسیاری از موارد نتایج تحقیقات به صنعت رسیده و کاربردی شده‌است. به‌عنوان مثال در سال

۲۰۰۵ شرکت جنرال موتورز با به‌کارگیری نانوکامپوزیت‌های پلیمری، خودرویی به بازار عرضه کرد که حدود ۷ درصد سبک‌تر از خودروهای مشابه بود.

در داخل کشور نیز فعالیت تحقیقاتی در زمینه نانوکامپوزیت‌های پلیمری از حدود ۶ سال پیش آغاز و نتایج خوبی نیز حاصل شده‌است.

این به‌دلیل نبود الزامات قانونی و همچنین اطلاع‌رسانی کم در این زمینه و به‌کارگیری نانو کامپوزیت‌ها در صنایع داخلی رایج نشده‌است. مطبوعات و صداوسیما می‌توانند نقش مهمی در این زمینه ایفا کنند.

بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری

پیش‌بینی شده‌است، بازار جهانی نانوکامپوزیت‌های پلیمری تا سال ۲۰۰۹ به ۱/۲ میلیارد پوند برسد که یک میلیارد پوند آن مربوط به نانوکامپوزیت‌های حاوی نانو ذرات خاک رس و بقیه شامل نانولوله‌های کربنی خواهد بود.

پیش‌بینی می‌شود، تا آن موقع، نانوکامپوزیت‌ها تا حدودی جایگزین کامپوزیت‌های رایج در کاربردهای سازه‌ای مانند لوله و اتصالات، در قطعات، اجزای داخلی موتور و بدنه بیرونی خودرو، بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی، وسایل الکتریکی و کاربردهای ویژه مانند تجهیزات نظامی و فضایی شوند.

نانو کامپوزیت تحول بزرگ در مقیاس کوچک

مواد و توسعهٔ آنها از پایه‌های تمدن به شمار می‌روند. به طوری که دوره‌های تاریخی را با مواد نامگذاری کرده‌اند: عصر سنگ، عصر برنز، عصر آهن، عصر فولاد، عصر سیلیکون و عصر کربن. ما اکنون در عصر کربن به سر می‌بریم. عصر جدید با شناخت یک مادهٔ جدید به وجود نمی‌آید، بلکه با بهینه کردن و ترکیب چند ماده می‌توان پا در عصر نوین گذاشت. دنیای نانومواد، فرصتی استثنایی برای انقلاب در مواد کامپوزیتی است.

کامپوزیت ترکیبی است از چند مادهٔ متمایز، به طوری که اجزای آن به‌آسانی قابل تشخیص از یکدیگر باشند. یکی از کامپوزیت‌های آشنا بتُن است که از دو جزء سیمان و ماسه ساخته می‌شود.

برای تغییر دادن و بهینه کردن خواص فیزیکی و شیمیایی مواد، آنها را کامپوز یا ترکیب می‌کنیم. به طور مثال، پُلی اتیلن که در ساخت چمن‌های مصنوعی از آن استفاده می‌شود، رنگ‌پذیر نیست و بنابراین، رنگ این چمن‌ها اغلب مات به نظر می‌رسد. برای رفع این عیب، به این پلیمر وینیل استات می‌افزایند تا خواص پلاستیکی، انعطافی و رنگ‌پذیری آن اصلاح شوند. در واقع، هدف از ایجاد کامپوزیت، به دست آوردن ماده‌ای ترکیبی با خواص دلخواه است.

نانوکامپوزیت، همان کامپوزیت در مقیاس نانومتر (۹ ۱۰^ ۹) است. نانوکامپوزیت‌ها در دو فاز تشکیل می‌شوند. در فاز اول ساختاری بلوری در ابعاد نانو ساخته می‌شود که زمینه یا ماتریس کامپوزیت به شمار می‌رود. این زمینه ممکن است از جنس پلیمر، فلز یا سرامیک باشد. در فاز دوم ذراتی در مقیاس نانو به عنوان تقویت‌کننده برای استحکام، مقاومت، هدایت الکتریکی و... به فاز اول یا ماتریس افزوده می‌شود. بسته به اینکه زمینهٔ نانوکامپوزیت از چه ماده‌ای تشکیل شده باشد، آن را به سه دستهٔ پُلیمری، فلزی و سرامیکی تقسیم می‌کنند. کامپوزیت‌های پلیمری به علت خواصی مانند استحکام، سفتی و پایداری حرارتی و ابعادی، چندین سال است که در ساخت هواپیماها به کار می‌روند. با رشد نانوتکنولوژی، کامپوزیت‌های پلیمری بیش از پیش به کار گرفته خواهند شد.

تقویت پلیمرها با استفاده از مواد آلی یا معدنی بسیار مرسوم است. از نظر ساختاری، ذرات و الیاف معمولاً باعث ایجاد استحکام ذاتی می‌شوند و ماتریس پلیمری می‌تواند با چسبیدن به مواد معدنی، نیروهای اعمال‌شده به کامپوزیت را به نحو یکنواختی به پُرکن یا تقویت‌کننده منتقل کند. در این حالت، خصوصیاتی چون سختی، شفافیت و تخلخلِ مادهٔ درون کامپوزیت تغییر می‌کند. ماتریس پلیمری همچنین می‌تواند سطحِ پُرکن را از آسیب دور نماید و ذرات را طوری جدا از هم نگه دارد که رشد تَرَک به تأخیر افتد. گذشته از تمام این خصوصیات فیزیکی، اجزای مواد نانوکامپوزیتی می‌توانند بر اثر تعامل بین سطح ماتریس و ذرات پُرکن، ترکیبی از خواصّ هر دو جزء را داشته باشند و بهتر عمل کنند.

کامپوزیت‌هایی که بستر فلزی دارند، کم‌وزن و سبک‌اند و به علت استحکام و سختیِ بالا، کاربردهای وسیعی در صنایع خودرو و هوا ـ فضا پیدا کرده‌اند. اما این کاربردها به لحاظ ضعف در قابلیت کشیده شدن در چنین کامپوزیت‌هایی، محدود شده‌اند. تبدیل کامپوزیت به نانوکامپوزیت سبب افزایش بازده استحکامی و رفع ضعفِ بالا می‌شود.

یکی از فاکتورهای اولیه که امروزه محرک توسعه بسیاری از محصولات جدید می باشند، دستیابی به راه حل هایی است که شامل مواد جدید می باشد.

در واقع محققین و مهندسین و سرمایه گذاران در ذخایر مواد صنعتی ،وقت و منابع خود را بطور روزافزون صرف تحقیق درباره ایده های جدید می کنند بطوریکه در تمامی موفقیت های رقابتی بهترین باشند.

عبارت نانو کامپوزیت در سالهای اخیر بیشتر و بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. پروژه های تحقیقاتی عظیم وبسیارزیادی در این زمینه و درقسمتهای مختلف جهان از جمله ژاپن ، ایالت متحده آمریکا ، کانادا و اروپا شروع شده است .

هدف اساسی آنها مطالعه بهتر این گروه از مواد با امید به کشف بعضی خواص ویژه و غیرعادی می باشد . به عنوان مثال هدایت الکتریکی بسیار بالاتر نسبت به فلزات معمولی و یا استحکام مکانیکی بالا و یا مقاومت زیاد آنها در برابر سائیدگی و فرسایش .

عبارت کامپوزیت توسط oxford Guide به عنوان " ساخته شده از ذرات ریز " تعریف گردیده است که می تواند برای بسیاری از اجسام بزرگ نظیر مقره ها و یا در اشل کوچکتر کاربرد داشته باشد .

در نانو کامپوزیت ها ذرات پرکننده بسیار کوچک هستند (معمولا بین۱ nm۱۰۰) وغلظت آنها به لحاظ وزن می تواند بسیار پائین باشد ، تفاوت اساسی در این است که پرکننده های نانو سطح بسیار بزرگی در مقایسه با حجم ذرات دارند.

جالب ترین سئوال این است که خواص نانو کامپوزیت ها تا چه حد می تواند از مواد عادی متفاوت باشد و اینکه آیا آنها می توانند در پیشرفت های تکنولوژیکی بعدی سیستم های مقره های الکتریکی شرکت داشته باشند، خواص بهبود یافته ای که در اثر استفاده از این مواد جدید می توان انتظار داشت بترتیب زیر است:

مقاومت بالاتر در برابر دشارژهای جزئی و کرونا ، مقاومت بالاتر در برابر گرما ، مقاومت بالاتر در برابر هدایت حرارتی و افزایش ولتاژ دیر پائی و .....

قبل از اینکه به این نتیجه برسیم که نانو کامپوزیت ها بطور قطع به تکنولوژی عایق های مدرن کمک می نماید،هنوز به تحقیق زیادی در این زمینه نیاز است

طبقه بندی نانوکامپوزیت ها

انواع نانوکامپوزیت را می توان بر اساس ماده پایه آن ها به شرح زیر طبقه بندی کرد:

۱. نانوکامپوزیت های پایه پلیمری (Polymer matrix nanocomposites (PMNCs

۲. نانوکامپوزیت های پایه سرامیکی (Ceramic matrix nanocomposites (CMNCs

۳. نانوکامپوززیت های پایه فلزی (Metal matrix nanocomposites (MMNCs

در ادامه به بررسی خواص و کاربرد هر یک از این نانوکامپوزیت ها پرداخته می شود.

نانوکامپوزیت های پایه پلیمری

در بین نانوکامپوزیت ها بیشترین توجه به نانوکامپوزیت های پایه پلیمری معطوف است. یکی از دلایل گسترش نانوکامپوزیت های پلیمری، خواص بی نظیر مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی آن است. نانوکامپوزیت های پلیمری عموماً دارای استحکام بالا، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بالا و مقاومت شیمیایی بالایی هستند. تقویت پلیمرها با استفاده از مواد آلی و معدنی بسیار مرسوم می باشد. بر خلاف تقویت کننده های مرسوم که در مقیاس میکرون می باشند، در نانوکامپوزیت ها تقویت کننده ها ذراتی در ابعاد نانومتر می باشند. با افزودن درصد کمی از نانوذرات به یک پلیمر خالص، استحکام کششی، استحکام تسلیم و مدول یانگ افزایش چشمگیری می یابد. به عنوان مثال، با افزودن تنها ۰.۰۴ درصد حجمی میکا (یک نوع سیلیکات) با ابعاد ۵۰ نانومتر به اپوکسی (Epoxy)، مدول یانگ این ماده ۵۸ درصد افزایش خواهد یافت.

دلیل دوم توسعه نانوکامپوزیت های پایه پلیمری و افزایش تحقیقات در این زمینه، کشف نانولوله های کربنی در سال ۱۹۹۱ میلادی است. استحکام و خواص الکتریکی نانولوله های کربنی به طور قابل ملاحظه ای با نانولایه های گرافیت و دیگر مواد پرکننده تفاوت دارد. نانولوله های کربنی موجب رسانایی و استحکام فوق العاده ای در پلیمرها می شوند به طوری که کاربردهای حیرت انگیزی همچون آسانسور فضایی را برای آن می توان متصور شد. از نظر نظامی نیز فراهم کردن هدایت الکتریکی در پلیمرها فرصت های انقلابی را به وجود خواهد آورد. به عنوان مثال از پوسته های الکتریکی- مغناطیسی گرفته تا کامپوزیت های رسانای گرما و لباس های سربازان آینده!

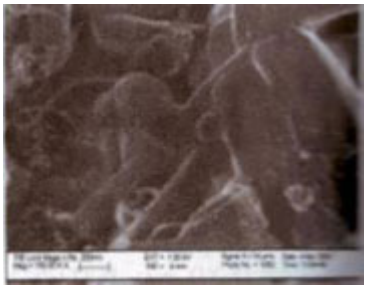
این دسته از کامپوزیت ها به دلیل خواص منحصر به فردی که دارند به طور گسترده ای در صنایع خودرو، هوا- فضا و بسته بندی مواد غذایی گسترش یافته اند. از دیگر کاربردهای نانوکامپوزیت های پلیمری پوشش های مقاوم به

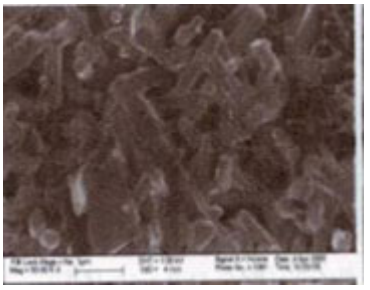
سایش، پوشش های مقاوم به خوردگی، پلاستیک های رسانا، حسگرها، آسترهای مقاوم در دمای بالا و غشاهای جداسازی گازها و سیالات نفتی می باشند. به عنوان مثال می توان به نوعی غشاء نانوکامپوزیتی ساخته شده از یک نوع پلیمر و نانولایه های سیلیکا اشاره کرد که توسط محققان دانشگاه کارولینای شمالی ساخته شده است. این غشاء توانایی فوق العاده ای در جداسازی مولکول های آلی از گازها دارد.

نانوکامپوزیت های پایه سرامیکی

به مواد (معمولاً جامد) ی که بخش عمده ی تشکیل دهنده آن ها غیرفلزی و غیرآلی باشد، سرامیک گفته می شود. سرامیک ها خواص بسیار خوبی نظیر مقاومت حرارتی بالا، پایداری شیمیایی خوب و استحکام مکانیکی مناسبی دارند، اما به دلیل پیوندهای یونی و کووالانس موجود در سرامیک ها چقرمگی شکست آن ها پایین است و تغییر شکل پلاستیک این مواد محدود می باشد. به منظور رفع این مشکل با اضافه کردن و جداسازی الیاف و ذرات مناسب، می توان چقرمگی شکست را بالا برد. اگر این تقویت کننده ها ابعاد نانومتری داشته باشند بالاترین چقرمگی شکست به دست می آید.

به طور مثال در شکل۱ نانوکامپوزیت نیترید سیلیسیم حاوی نانولوله های کربنی چند دیواره، نشان داده شده است. برای ساخت این نانوکامپوزیت از پرس ایزواستاتیک گرم استفاده می شود. از خواص مکانیکی قابل توجه این نانوکامپوزیت ها می توان به استحکام خمشی و مدول الاستیک قابل توجه آن ها اشاره کرد.





شکل۱

www.jozveha.ir

۳.۲. نانوکامپوزیت های پایه فلزی

کامپوزیت های پایه فلزی، کم وزن و سبک بوده و به علت استحکام و سختی بالا کاربردهای وسیعی در صنایع خودرو و هوا فضا پیدا کرده اند. اما این کاربردها به لحاظ کم بودن قابلیت کشش در این کامپوزیت ها محدود شده است. تبدیل کامپوزیت به نانوکامپوزیت سبب افزایش استحکام و رفع محدودیت های مذکور می شود.

نانوکامپوزیت های پایه فلزی اصولاً مشابه روش های متالوژی پودر تولید می شوند. این نانوکامپوزیت ها کاربردهای متفاوتی دارند خصوصاً نانوکامپوزیت های پایه منیزیم که در سال های اخیر به دلیل چگالی کم، استحکام بالا، مقاومت به خزش بالا و پایداری حرارتی مناسب، گسترش چشمگیری داشته اند. نانوکامپوزیت های پایه منیزیم کاربردهای گسترده ای در صنایع هوایی و خودروسازی دارند.

نانوکامپوزیت های پایه فلزی حاوی نانولوله های کربنی نیز از اهمیت ویژه ای برخوردارند. نانولوله ها می توانند سبب افزایش و یا بهبود خواصی نظیر رسانایی، استحکام، مقاومت و .. در فلزات شوند.

۳. نانوکامپوزیت و فردا

مهمترین تأثیر نانوکامپوزیت ها در آینده از طریق کاهش وزن خواهد بود. اخیراً کامپوزیت های نانوذره سیلیکاتی به بازار خودروها وارد شده اند. در سال ۲۰۰۱ هم جنرال موتور و هم تویوتا شروع تولید محصول با این مواد را اعلام کردند. مزیت این مواد استحکام و کاهش وزن است که مورد آخر صرفه جویی در سوخت را نیز به همراه خواهد داشت.

علاوه بر این نانوکامپوزیت ها به صنعت بسته بندی مواد غذایی نیز راه یافته اند تا سدی بزرگتر در برابر نفوذ گازها و کاهش فساد باشند. محققان معتقدند که افزودن دو درصد نانوذره رس به بسته بندی، ۷۵ درصد تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن را کاهش می دهد که این امر به افزایش طول مدت نگهداری مواد غذایی کمک می کند. در مورد ضدباکتریهایی نظیر نانوذرات نقره، این نانوذرات از رشد عوامل زنده فاسده کننده مواد غذایی مانند باکتریها و قارچ ها جلوگیری می کنند.

خواص تعویق آتشگیری نانوکامپوزیت های حاوی نانوذرات سیلیکا، می تواند به خوبی مصارفی در سرویس خواب، پرده ها و محصولاتی از این دست پیدا کند.

نانوکامپوزیت، همان کامپوزیت در مقیاس نانومتر (۹ ۱۰) است. نانوکامپوزیت‌ها در دو فاز تشکیل می‌شوند. در فاز اول ساختاری بلوری در ابعاد نانو ساخته می‌شود که زمینه یا ماتریس کامپوزیت به شمار می‌رود. این زمینه ممکن است از جنس پلیمر، فلز یا سرامیک باشد. در فاز دوم ذراتی در مقیاس نانو به عنوان تقویت‌کننده {۲} برای استحکام، مقاومت، هدایت الکتریکی و... به فاز اول یا ماتریس افزوده می‌شود. بسته به اینکه زمینهٔ نانوکامپوزیت از چه ماده‌ای تشکیل شده باشد، آن را به سه دستهٔ پُلیمری، فلزی و سرامیکی

تقسیم می‌کنند. کامپوزیت‌های پلیمری به علت خواصی مانند استحکام، سفتی و پایداری حرارتی و ابعادی، چندین سال است که در ساخت هواپیماها به کار می‌روند. با رشد نانوتکنولوژی، کامپوزیت‌های پلیمری بیش از پیش به کار گرفته خواهند شد.

تقویت پلیمرها با استفاده از مواد آلی یا معدنی بسیار مرسوم است. از نظر ساختاری، ذرات و الیاف معمولاً باعث ایجاد استحکام ذاتی می‌شوند و ماتریس پلیمری می‌تواند با چسبیدن به مواد معدنی، نیروهای اعمال‌شده به کامپوزیت را به نحو یکنواختی به پُرکن یا تقویت‌کننده منتقل کند. در این حالت، خصوصیاتی چون سختی، شفافیت و تخلخلِ مادهٔ درون کامپوزیت تغییر می‌کند. ماتریس پلیمری همچنین می‌تواند سطحِ پُرکن را از آسیب دور نماید و ذرات را طوری جدا از هم نگه دارد که رشد تَرَک به تأخیر افتد. گذشته از تمام این خصوصیات فیزیکی، اجزای مواد نانوکامپوزیتی می‌توانند بر اثر تعامل بین سطح ماتریس و ذرات پُرکن، ترکیبی از خواصّ هر دو جزء را داشته باشند و بهتر عمل کنند.

کامپوزیت‌هایی که بستر فلزی دارند، کم‌وزن و سبک‌اند و به علت استحکام و سختیِ بالا، کاربردهای وسیعی در صنایع خودرو و هوا ـ فضا پیدا کرده‌اند. اما این کاربردها به لحاظ ضعف در قابلیت کشیده شدن در چنین کامپوزیت‌هایی، محدود شده‌اند. تبدیل کامپوزیت به نانوکامپوزیت سبب افزایش بازده استحکامی و رفع ضعفِ بالا می‌شود.

نانوکامپوزیت‌های دیرسوز

با توجه به این که امروزه حجم وسیعی از کالاهای مصرفی هر جامعه‌ای را پلیمرهاییتشکیل می‌دهند که به‌راحتی می‌سوزند یا گاهی در مقابل شعله فاجعه می‌آفرینند، لزومتحقیق در خصوص مواد دیرسوز احساس می‌شود. بر همین اساس، در کشورهای صنعتی، تلاش گسترده‌ای برای ساخت موادی با ایمنی بیشتر در برابر شعله آغاز شده است و در اینزمینه نتایج مطلوبی هم به دست آمده است .

بر همین اساس و با توجه به تدویناستانداردهای جدید ایمنی، به نظر می‌رسد استانداردهای ساخت مربوط به پلیمرهای مورداستفاده در خودروسازی، صنایع الکترونیک، صنایع نظامی و تجهیزات حفاظتی و حتی لوازمخانگی، در حال تغییر به سوی مواد دیرسوز است .

از طرف دیگر مدتی است کهنانوکامپوزیت‌های پلیمر – خاک‌رس به عنوان موادی با خواص مناسب مثل تأخیر

درشعله‌وری، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. بنابراینبه‌نظر می‌رسد که نانوکامپوزیت‌های پلیمر – خاک‌رس می‌توانند جایگزینمناسبی برای مواد پلیمری معمولی باشند

برای تهیه پلیمرهای دیرسوز، علاوه بررفتار آتش‌گیری، عوامل زیادی باید مورد توجه واقع شوند؛ از جمله اینکه:

ازافزودنی‌هایی استفاده شود که قیمت تمام‌شده محصول را خیلی افزایش ندهد. (موادافزودنی باید ارزان قیمت باشند .مواد افزودنی به پلیمرها باید به آسانی باپلیمر فرآیند شودمواد افزوده‌شده به پلیمر نباید در خواص کاربردی پلیمر تغییرقابل ملاحظه ایجاد کند .زباله‌های این مواد نباید مشکلات زیست‌محیطی ایجادکند .
با توجه به این موارد، خاک‌رس از جمله بهترین مواد افزودنی بهپلیمرها محسوب می‌شود که می‌تواند آتش‌گیری آنها را به تأخیر بیندازد و سبب ایمنیبیشتر وسایل و لوازم شود. مزیت دیگر خاک رس فراوانی آن است که استفاده از اینمنبع خدادادی را آسان می‌کند.

ویژگی‌های نانوکامپوزیت‌های پلیمر – خاک‌رس

خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌های پلیمر- نایلون۶ که از نظر حجمی فقط حاوی پنج درصدسیلیکات است، بهبود فوق‌العاده‌ای را نسبت به نایلون خالص از خود نشان می‌دهد .مقاومت کششی این نانوکامپوزیت ۴۰ درصد بیشتر، مدول کششی آن ۶۸ درصد بیشتر،انعطاف‌پذیری آن ۶۰ درصد بیشتر و مدول انعطاف آن ۱۲۶ درصد بیشتر از پلیمر اصلی است .دمای تغییر شکل گرمایی آن نیز از ۶۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۵۲ درجهسانتی‌گراد افزایش یافته است. در حالیکه در برابر همهٔ این تغییرات مناسب، فقط10 درصد از مقاومت ضربه آن کاسته شده است .

نتایج تحقیقات حاکی از آن است کهمیزان آتشگیری در این نانو کامپوزیت پلیمری حدود ۷۰ درصد نسبت به پلیمر خالص کاهشنشان می‌دهد و این در حالی است که اغلب خواص کاربردی پلیمر نیز تقویتمی‌شود. البته کاهش در میزان آتشگیری پلیمرها از قدیم مورد بررسی بوده است .بشر با ترکیب مواد افزودنی به پلیمر میزان آتشگیری آنرا کاهش داد ولی متاسفانه خواصکاربردی پلیمر هم متناسب با آن کاهش می‌یافته است. در واقع کاهش در آتشگیریهمزمان با بهبود خواص کاربری پلیمرها ویژگی منحصر به فرد فناوری نانو است، خصوصاًاینکه تنها با افزودن ۶ درصد ماده افزودنی به پلیمر تا ۷۰ درصد آتشگیری آن کاهشمی‌یابد .

برخی نانوکامپوزیت‌های پلیمر – خاک‌رس پایداری حرارتیبیشتری از خود نشان می‌دهند که اهمیت ویژه‌ای برای بهبود مقاومت در برابرآتش‌گیری دارد. این مواد همچنین نفوذپذیری کمتری در برابر گاز و مقاومت بیشتریدر برابر حلال‌ها از خود نشان می‌دهند. استانداردسازی؛ ابزار قدرت در دست کشورهای پیشروی صنعتی تطابق با استانداردهای جدید موضوعی است که همواره کشورهاپیشرو بر کشورهای پیرو دیکته کرده‌اند. در کشورهای پیشرو صنعتی، استانداردهاهمواره رو به بهبود است. در این کشورها براساس جدیدترین نتایج تحقیقات و مطالعاتمتخصصان، هر چند وقت یکبار، استانداردها دستخوش تغییر می‌شوند و دیگر کشورها ناچارخواهند بود در مراودات تجاری خود با آنها این استانداردها را رعایت کنند و به اینترتیب، مجبور می‌شوند که نتایج تحقیقات آنها را خریداری کنند.

مطلب زیر مثالی ازاین موارد است :

چندی پیش در جراید اعلام شد که بنا بر تصمیم جدید اتحادیهاروپا، هواپیماهایی که مجهز به سیستم جدید ناوبری (مطابق با استاندارد جدید پرواز نباشند) اجازه پرواز بر فراز آسمان اروپا را ندارند. در آن زمان در کشور ما فقطتعداد معدودی از هواپیماهای مجهز به این سیستم وجود داشت. اخیراً هم اتحادیه مزبوراعلام کرده است که ورود کامیون‌های فاقد استاندارد زیست‌محیطی به خاک اروپاممنوع است. در پی این اعلام، خودروسازان ایرانی به ناچار استانداردهای خود را باشرایط جدید تطبیق دادند .

نانوکامپوزیت های نانو ذره ای

در این کامپوزیت‌ها از نانوذراتی همچون (خاک رس، فلزات، و...) به عنوان تقویت‌کننده استفاده می‌شود. برای مثال، در نانوکامپوزیت‌های پلیمری، از مقادیر کمّیِ (کمتر از ۱۰درصدِ وزنی) ذرات نانومتری استفاده می‌شود. این ذرات علاوه بر افزایش استحکام پلیمرها، وزن آنها را نیز کاهش می‌دهند. مهمترین کامپوزیت‌های نانوذره‌ای، سبک‌ترین آنها هستند.

www.jozveha.ir

نانوکامپوزیت‌های نانولوله‌ای

نانولوله‌های کربنی در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند: نانولوله‌های تک‌دیواره و نانولوله‌های چنددیواره. در این نوع از کامپوزیت‌ها، این دو گروه از نانولوله‌ها در بستری کامپوزیتی توزیع می‌شوند. در صورتی که قیمت نانوله‌ها پایین بیاید و موانع اختلاط آنها رفع شود، کامپوزیت‌های نانولوله‌ای موجب رسانایی و استحکام فوق‌العاده‌ای در پلیمرها می‌شوند و کاربردهای حیرت‌انگیزی همچون آسانسور فضایی برای آن قابل تصور است.

تحقیقات در زمینهٔ توزیع نانولوله‌های کربنی در پلیمرها بسیار جدید هستند. علاقه به نانولوله‌های تک‌دیواره و تلاش برای جایگزین کردن آنها در صنعت، به علت خصوصیات عالیِ مکانیکی و رسانایی الکتریکی آنها است. (رسانندگی الکتریکی این نانولوله¬ها در حد فلزات است.)

اما در دسترس بودن و تجاری بودن نانولوله‌های چنددیواره، باعث شده است که پیشرفت بیشتری در این زمینه صورت بگیرد. تا حدی که اکنون می‌توان از محصولاتی نام برد که در آستانهٔ تجاری شدنِ تولید هستند. برای نمونه، نانولوله‌های کربنیِ چنددیواره در پودرهای رنگ به کار رفته‌اند.

استفاده از این نانولوله‌ها باعث می‌شود که رسانایی الکتریکی در مقدار کمی از فاز تقویت‌کننده به دست آید. از نظر نظامی نیز فراهم کردن هدایت الکتریکی فرصت‌های انقلابی به وجود خواهد آورد. به عنوان مثال، از پوسته‌های الکتریکی ـ مغناطیسی گرفته تا کامپوزیت‌های رسانای گرما و لباس‌های سربازان آینده!

نانوکامپوزیت الماس ـ نانولوله

محققان توانسته‌اند سخت‌ترین مادهٔ شناخته‌شده در جهان (الماس) را با نانولوله‌های کربنی ترکیب کنند و کامپوزیتی با خصوصیات جدید به دست آورند. اگرچه الماس سختیِ زیادی دارد، ولی به طور عادی هادی جریان الکتریسیته نیست. از طرفی، نانولوله‌های کربن به شکلی باورنکردنی سخت و نیز رسانای جریان الکتریسیته‌اند. با یکپارچه کردن این دو فُرمِ کربن با یکدیگر در مقیاس نانومتر، کامپوزیتی با خصوصیات ویژه به دست خواهد آمد. این کامپوزیت می‌تواند در نمایشگرهای مسطح کاربرد داشته باشد. الماس می‌تواند نانولوله‌های کربنی را در مقابلِ ازهم‌گسیختگی حفظ کند. در حالی که به طور طبیعی، وقتی نمایشگر را فقط از نانولوله‌های کربنی بسازند، ممکن است از هم گسیخته شوند. این کامپوزیت همچنین در ردیابی‌های زیستی کاربرد دارد. نانولوله‌ها به مولکول‌های زیستی می‌چسبند و به عنوان حسگر عمل می‌کنند. الماس نیز به عنوان یک الکترود فوق‌العاده حساس رفتار می‌کند. تنها چیزی که در این تحقیقات واضح نیست این است که الماس و نانولوله‌های کربنی چگونه محکم به هم می‌چسبند.

جدیدترین خودرو نانوکامپوزیتی

این خودرو توسط شرکت جنرال‌موتورز طراحی شده و به علت استفاده از مواد نانوکامپوزیتی در قسمت‌های مختلف آن، حدود ۸ درصد سبک‌تر از نمونه‌های مشابه قبلی است و علاوه بر سبک بودن، در برابر تغییرات دمایی هم مقاومت می‌کند.

توپ تنیس نانوکامپوزیتی

شرکت ورزشی ویلسون، یک توپ تنیس دولایه به بازار عرضه کرده که عمر مفید آن حدود چهار هفته است ــ در حالی که توپ‌های معمولی عمر مفیدشان در حدود دو هفته است ــ ولی از نظر خاصیت ارتجاعی و وزن تفاوتی بین این دو مشاهده نمی‌شود. علت مهم و اصلی دوام توپ‌های نانوکامپوزیتی، وجود یک لایهٔ پوشش نانوکامپوزیتی به ضخامت ۲۰ میکرون به عنوان پوستهٔ داخلی است که باعث می‌شود هوای محبوس در داخل توپ ضمن ضربه خوردن خارج نگردد، درحالی‌که توپ‌های معمولی از جنس لاستیک و در برابر هوا نفوذپذیرند.

مزایا و معایب نانوکامپوزیتها:

ظهور مواد نانوکامپوزیت، تحولی اساسی در خواص مکانیکی و حرارتی مواد ایجاد کرده است. خواص منحصر به فرد مواد نانوکامپوزیت را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

-پودرهای نانوکامپوزیت نسبت سطح به حجم بالایی دارند. این نسبت در حالت بی‌شکل نسبت به حالت

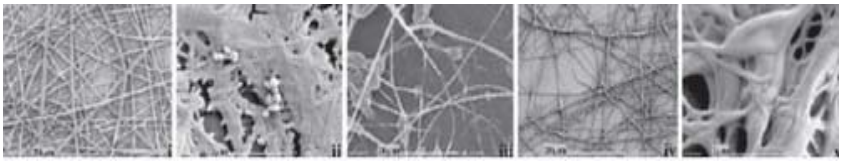
بلوری، بیشتر است.کسر زیادی از اتمها در سطح ذرات پودرهای نانوکامپوزیت و یا در مرز دانه‌های ریزساختار نانوکامپوزیت¬ها قرار دارند.به دلیل دو خاصیت اخیر، پودرهای نانوکامپوزیت، قابلیت تفت‌جوشی (زینتر (بالایی دارند. در ساخت نانوکامپوزیت¬ها از پودرهای نانوکامپوزیت یا پودرهای نانومتری، به دلیل کنترل فرآیند در مقیاس نانومتری، ریزساختاری کاملا یکنواخت بدست می‌آید. نانوکامپوزیت¬ها خواص فیزیکی و مکانیکی از قبیل استحکام، سختی، چقرمگی و مقاومت حرارتی بالایی در محدوده وسیعی از دما دارند. افزودن پنج تا ده درصد حجمی فاز دوم به فاز زمینه، باعث افزایش چشمگیری در خواص فیزیکی و مکانیکی نانوکامپوزیت¬ها می‌شود. لذا جدیدترین فناوری¬ها، مربوط به طراحی ریزساختاری نانوکامپوزیت¬ها برای بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی آن می‌باشد. در مقابل خواص منحصر به فرد مواد نانوکامپوزیت، در ساخت نانوکامپوزیت¬ها

مشکلات فرآیندی قابل توجهی وجود دارد که نقش تعیین کننده‌ای دارند. از اساسی‌ترین این مشکلات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

عدم توزیع یکنواخت فاز دوم در فاز زمینه در نانوکامپوزیت¬ها، خواص مکانیکی نانوکامپوزیت¬ها را کاهش می‌دهد. تجمع ذرات پودر بسیار ریز در نانوکامپوزیت¬ها موجب افزایش انرژی سطحی آنها شده، کاهش خواص مکانیکی نانوکامپوزیت¬ها را به دنبال دارد.همچنین استفاده از مواد شیمیایی گران¬قیمت برای توزیع یکنواخت فاز دوم در داخل فاز زمینه و جلوگیری از بهم چسبیدن ذرات پودر نانوکامپوزیتی و ساخت نانوکامپوزیت¬هایی با ریزساختاری همگن و خواص مکانیکی بالا، باعث غیراقتصادی شدن و همچنین پیچیده‌تر شدن فرآیند می‌گردد.

استفاده از تار عنکبوت برای ساخت نانو کامپوزیت

دانشمندان ایالات متحده با ادغام تارهای عنکبوت با سیلیکای زیستی موفق به تولید نوعی نانوکامپوزیت فوق‌العاده قوی شدند که می‌تواند مصارف پزشکی یا صنعتی داشته باشد. این نانومواد جدید که توسط David Kaplanو همکارانش در دانشگاه Tufts واقع در ماساچوست تهیه شده است، قابلیت کشش و انعطاف فوق‌العاده‌ای مانند ابریشم و سختی همانند سیلیکا داراست.



تصاویر SEM الیاف قبل، در حین و بعد از واکنش با سیلیکا

سیلیکا به وفور در سیستم‌های زیستی یافت می‌شود و به خصوص برای محافظت از ارگانیسم‌های تک سلولی مانند diatomبه کار می‌رود. سیلیکا همچنین در اسکلت بعضی حیوانات بزرگ‌تر و برخی گیان به وفور یافت می‌شود. تار عنکبوت همچنین یک ماده با خاصیت انعطاف‌پذیری بالاست که خاصیت کششی بالایی دارد و درضمن می‌تواند با خودآرایی ساختارهای دیواره مانند (صفحه‌ای) تشکیل دهد Kaplan .و همکارانش با استفاده از مهندسی ژنتیک توانستند پروتئین تار عنکبوت را به نحوی شبیه‌سازی کنند که بتواند تشکیل فیلم دهد و با مخلوط کردن این مواد با بیوسیلیکا (که از پروتئین diatomاستخراج شده) در محلول آبی، موفق به ساخت این نانو

کامپوزیت جدید شدند، که دارای نانومواد با خواص مکانیکی استثنایی است. آنها دریافتند که ذرات سیلیکای بیضی شکل که به فیبرهای پروتئینی چسبیده است عامل چسبندگی این کامپوزیت است .

ذرات سیلیکای موجود دراین کامپوزیت قطری در حدود ۰/۵ تا ۲ میکرون داشتند، در حالی که در حالت طبیعی قطر آنها در محدوده وسیع‌تری بوده و تقریباً بین ۰/۵ تا ۱۰ میکرون متغیر است. طبق نظر Kaplan این توانایی کنترل ذرات سیلیکا می‌تواند در مصارف صنعتی و زیست‌پزشکی و همچنین در ساخت کامپوزیت‌های جدید استفاده شود. برای مثال مواد زیستی جدیدی برای ساخت استخوان‌های مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد . محققان معتقدند روش جدید آنها اجازه ساخت محصولاتی را می‌دهد که با استفاده از روش‌های متداول رسیدن به آنها دشوار بوده است .این تیم تحقیقاتی درصدد کنترل مورفولوژی سیلیکا هستند تا با بهبود آن خواص مکانیکی آن را بهبود ببخشند.