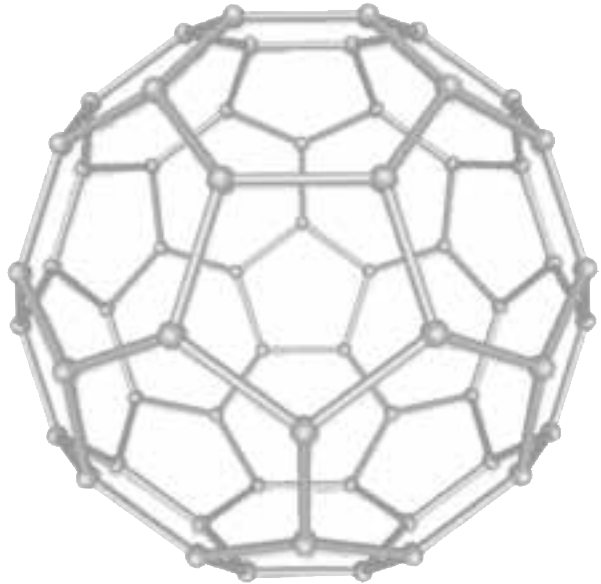


فصل اول

آشنایی با مواد صنعتی



هدف‌های رفتاری : با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند :

- ۱- مواد صنعتی را دسته‌بندی نماید.
- ۲- ضرورت شناخت مواد صنعتی را بیان نماید.
- ۳- فلزات را دسته‌بندی نماید و ویژگی‌های مهم آنها را بیان کند.
- ۴- غیر فلزات را دسته‌بندی نماید و ویژگی‌های مهم آنها را بیان کند.
- ۵- مواردی از کاربرد دسته‌های مختلف فلزات را در صنعت بیان کند.
- ۶- مواردی از کاربرد پلیمرها، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها را در صنعت بیان کند.
- ۷- نانو مواد را معرفی کند و دلایل تغییر در خواص مواد نانو را بیان نماید.

۱-۱- ضرورت شناخت مواد صنعتی

به طور کلی موادی را که در ساخت و تولید قطعات، تجهیزات و سازه‌های صنعتی بکار می‌روند، مواد صنعتی می‌گویند. با این تعریف مواد صنعتی دربرگیرنده مواد جامد، مایع و گازی مورد استفاده در صنایع مختلف می‌شود ولی از آنجایی که بحث طراحی، ساخت و تولید سازه‌های صنعتی در خصوص مواد جامد معنی و مفهوم پیدا می‌کند، بنابراین در این کتاب مباحث در محدوده مواد جامد صنعتی خلاصه می‌گردد. اما قبل از معرفی مواد جامد صنعتی، دسته‌بندی و پرداختن به خصوصیات آنها ضروری است بدانیم:

شناخت مواد صنعتی چه اهمیتی دارد؟ و این شناخت برای چه کسانی ضروری است؟ تکنولوژی مواد، علم و فناوری است که درباره فرآیندهای تولید، استخراج، تصفیه، آلیاژ کردن، شکل دادن و نیز خواص فیزیکی، مکانیکی، تکنولوژیکی، شیمیایی و عملیات حرارتی بحث می‌کند و به بررسی ساختمان داخلی مواد از نظر ترکیب، ساختار و ریز ساختار آنها می‌پردازد. از زمانی که بشر به روش‌هایی برای تغییر مواد طبیعی و تولید مواد جدید دست یافت، تنوع مواد جدید به سرعت گسترش پیدا کرد و بحث انتخاب ماده مناسب از میان چند ماده مختلف براساس ویژگی‌های مورد انتظار مطرح بوده است. نمودار (۱-۱) دوره‌های مهم ایجاد تحول اساسی در مواد صنعتی را در طول تاریخ بشر نشان می‌دهد.



نمودار ۱-۱- دوره‌های ایجاد تحول بزرگ صنعتی در طول تاریخ بشر

امروزه بازتاب تأثیر مواد صنعتی در زندگی بشر بسیار محسوس است. هنگامی که با نام اتومبیل، هواپیما، کشتی، ساختمان، پالایشگاه و ... برخورد می‌کنیم ناخودآگاه طیف وسیعی از مواد صنعتی مختلف را به خاطر می‌آوریم. با نگاه دقیق به پیرامون خود می‌توان به تنوع و اهمیت مواد مختلف در ساخت و تولید محصولات و سازه‌های صنعتی پی برد. در شکل (۱-۱) نمونه‌هایی از کاربرد مواد صنعتی در صنایع مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- استفاده از مواد مختلف صنعتی برای تولید محصولات متفاوت

امروزه شناخت مواد و درک رفتار آنها در مقابل تأثیر عوامل خارجی برای توسعه مواد جدید و به کارگیری آنها در فناوری‌های نو ضروری می‌باشد. متخصصینی که در صنعت به طراحی، ساخت، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات اشتغال دارند، لازم است خصوصیات موادی را که با آن سروکار دارند بشناسند و راه‌های جلوگیری از ایجاد تغییر آنها در مقابل عوامل فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی را بدانند.

به عبارت دیگر متخصصین مذکور باید بدانند :

- ❖ چه ماده‌ای برای هدف آنها مناسب‌تر است؟
- ❖ از چه فرآیند ساخت و تولیدی می‌توانند برای تولید محصول صنعتی استفاده کنند؟
- ❖ چگونه می‌توانند خواص و ویژگی‌های مورد نظر برای محصول صنعتی را مثل: تolerانس‌های ابعادی، شرایط سطحی و ظاهری، طول عمر و کارائی آن را تأمین نمایند؟
- ❖ چگونه می‌توان بهره‌برداری مطلوبی از قطعه یا سازه صنعتی داشت؟
- ❖ چگونه می‌توان از محصول صنعتی به درستی نگهداری کرد؟
- ❖ در صورت صدمه دیدن چگونه می‌توان آن را تعمیر و بازسازی کرد؟
- ❖ سازگاری مواد مورد استفاده در ساخت قطعات صنعتی با اجزاء دیگر سازه چگونه است؟
- ❖ بازیابی مواد و بازگشت آنها به طبیعت و محیط زیست چگونه است؟
- ❖ چگونه می‌توان هزینه‌های تولید را کاهش داد؟

بنابراین با پیشرفت علوم و تکنولوژی هر روز بر شمار و تنوع مواد صنعتی افزوده می‌شود و دانشمندان بیشتر به ارتباط بین خواص مواد و کاربردهای صنعتی آنها پی می‌برند. این موضوع باعث می‌شود علم انتخاب مواد پیچیدگی‌های بیشتری پیدا کند، به طوری که امروزه موضوع انتخاب ماده مناسب برای طراحی و ساخت یک سازه صنعتی به یک رشته تخصصی تبدیل شده است.

بیشتر بدانیم

جدول تناوبی عناصر

لاووازیه نخستین کسی بود که به شناسایی عناصر پرداخت. او عناصر را به دو دسته کلی: فلز و غیرفلز تقسیم کرد. در سال ۱۸۶۵ میلادی شیمیدان انگلیسی به نام ج.ا.ر. نیولندز اعلام کرد، عناصرها را می‌توان به ترتیب افزایش جرم اتمی مرتب نمود و هنگامی که این کار انجام گرفت، نظم خاصی بین آنها ایجاد شد.



در نهایت مندلیف^۱ در سال ۱۸۷۱ میلادی راهی تازه برای مرتب کردن عناصرها کشف کرد و به خصلت تناوبی در میان عناصرها پی برد که در جدول (۱-۱) به صورت تفکیک شده از نظر عناصر دارای خواص نزدیک به هم، نمایش داده شده است.

مندلیف

جدول ۱-۱- طبقه بندی عناصر بر اساس نظریه مندلیف

گروه	۱	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII														
دوره ۱	۱ H																	۲ He														
دوره ۲	۳ Li	۴ Be											۵ B	۶ C	۷ N	۸ O	۹ F	۱۰ Ne														
دوره ۳	۱۱ Na	۱۲ Mg											۱۳ Al	۱۴ Si	۱۵ P	۱۶ S	۱۷ Cl	۱۸ Ar														
دوره ۴	۱۹ K	۲۰ Ca	۲۱ Sc	۲۲ Ti	۲۳ V	۲۴ Cr	۲۵ Mn	۲۶ Fe	۲۷ Co	۲۸ Ni	۲۹ Cu	۳۰ Zn	۳۱ Ga	۳۲ Ge	۳۳ As	۳۴ Se	۳۵ Br	۳۶ Kr														
دوره ۵	۳۷ Rb	۳۸ Sr	۳۹ Y	۴۰ Zr	۴۱ Nb	۴۲ Mo	۴۳ Tc	۴۴ Ru	۴۵ Rh	۴۶ Pd	۴۷ Ag	۴۸ Cd	۴۹ In	۵۰ Sn	۵۱ Sb	۵۲ Te	۵۳ I	۵۴ Xe														
دوره ۶	۵۵ Cs	۵۶ Ba	* ۵۷ La	۵۸ Ce	۵۹ Pr	۶۰ Nd	۶۱ Pm	۶۲ Sm	۶۳ Eu	۶۴ Gd	۶۵ Tb	۶۶ Dy	۶۷ Ho	۶۸ Er	۶۹ Tm	۷۰ Yb	۷۱ Lu	۷۲ Hf	۷۳ Ta	۷۴ W	۷۵ Re	۷۶ Os	۷۷ Ir	۷۸ Pt	۷۹ Au	۸۰ Hg	۸۱ Tl	۸۲ Pb	۸۳ Bi	۸۴ Po	۸۵ At	۸۶ Rn
دوره ۷	۸۷ Fr	۸۸ Ra	** ۱۰۳ Lr	۱۰۴ Rf	۱۰۵ Db	۱۰۶ Sg	۱۰۷ Bh	۱۰۸ Hs	۱۰۹ Mt	۱۱۰ Ds	۱۱۱ Ubu	۱۱۲ Ubb	۱۱۳ Ubc	۱۱۴ Ubd	۱۱۵ Ube	۱۱۶ Ubf	۱۱۷ Ubg	۱۱۸ Ubh	۱۱۹ Ubi	۱۲۰ Ubj												
			* ۷۱ La	۷۲ Ce	۷۳ Pr	۷۴ Nd	۷۵ Pm	۷۶ Sm	۷۷ Eu	۷۸ Gd	۷۹ Tb	۸۰ Dy	۸۱ Ho	۸۲ Er	۸۳ Tm	۸۴ Yb	۸۵ Lu															
			** ۸۹ Ac	۹۰ Th	۹۱ Pa	۹۲ U	۹۳ Np	۹۴ Pu	۹۵ Am	۹۶ Cm	۹۷ Bk	۹۸ Cf	۹۹ Es	۱۰۰ Fm	۱۰۱ Md	۱۰۲ No																

گروههای شیمیایی جدول تناوبی

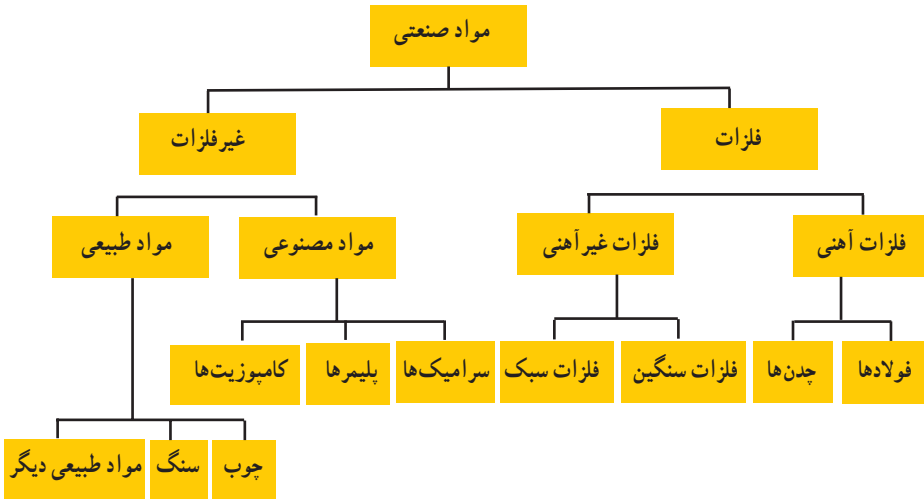
فلزات قلیا، فلزات قلیا-خاک، لانتانیدها، اکسیدها، فلزات واسطه، فلزات مسی، شبه فلزات، غیر فلزات، هالوژنها، گازها، کامل

کد رنگ برای اعداد اتمی :

- عناصر شماره گذاری شده با رنگ آبی، در دمای اتاق مایع هستند؛
- عناصر شماره گذاری شده با رنگ سبز، در دمای اتاق به صورت گاز می باشند؛
- عناصر شماره گذاری شده با رنگ سیاه، در دمای اتاق جامد هستند؛
- عناصر شماره گذاری شده با رنگ قرمز ترکیبی بوده و به طور طبیعی یافت نمی شوند (همه در دمای اتاق جامد هستند)؛
- عناصر شماره گذاری شده با رنگ خاکستری، هنوز کشف نشده اند (و به صورت کم رنگ نشان داده شده اند تا گروه شیمیایی را که در آن قرار می گیرند، مشخص نمایند).

۱-۲- دسته‌بندی مواد جامد صنعتی

مواد جامد صنعتی را به صورت‌های مختلفی می‌توان تقسیم‌بندی کرد. در حالت کلی می‌توان آنها را به دو دسته اصلی شامل: فلزات و غیرفلزات تقسیم کرد و سپس مطابق نمودار (۱-۲) به اجزاء کوچک‌تری تقسیم‌بندی نمود.



نمودار ۱-۲- دسته‌بندی مواد جامد صنعتی

۱-۲-۱- فلزات: از زمانی که بشر فلز را شناخت، متالورژی^۱ را به‌عنوان یک علم و تکنولوژی فرا گرفت. به‌طور کلی علم شناخت، استخراج و کار روی فلزات را متالورژی یا فلزشناسی می‌گویند و فلزات دسته‌ای از مواد صنعتی هستند که دارای خواص ویژه‌ای می‌باشند؛ از نظر خواص فیزیکی به‌جز جیوه که مایع می‌باشد بقیه آنها در دمای محیط جامداند و ساختار بلوری دارند. فلزات هم‌چنین قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی زیاد و دمای ذوب و جوش، گرمای نهان تبخیر، جرم حجمی و سختی به نسبت بالایی دارند.

از نظر خواص مکانیکی عناصر فلزی به‌طور کلی انعطاف‌پذیرند، قابلیت شکل‌پذیری، خاصیت چکش‌خواری، صیقل‌پذیری، توڑق و مفتول‌شدن آنها زیاد است و نیز در مقابل ضربه، فشار و کشش مقاوم‌اند. فلزات و آلیاژهای^۲ آنها را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول فلزات پایه آهنی^۳ و گروه

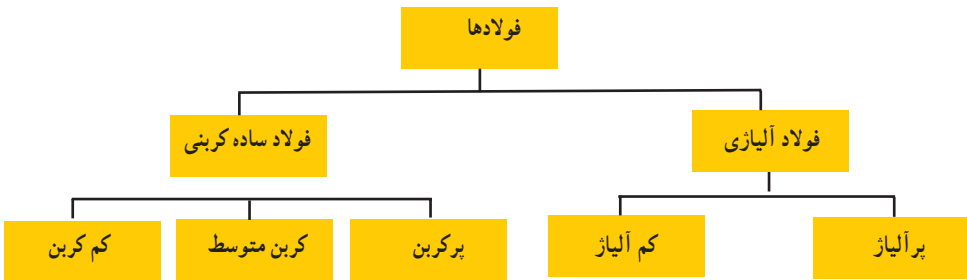
۱- Metallurgy

۲- هم بسته

۳- Ferrous Base Meta

دوم فلزات پایه غیر آهنی^۱ نامیده می‌شوند.

الف) فلزات آهنی: فلزات آهنی فلزاتی هستند که عنصر اصلی تشکیل دهنده آنها آهن (Fe) می‌باشد. این فلزات جزء مهم‌ترین مواد جامد صنعتی به‌شمار می‌آیند که دارای موارد کاربرد فراوانی در صنایع گوناگون می‌باشند و می‌توان آنها را به دو دسته کوچکتر تقسیم کرد. فلزات آهنی به‌نسبت خیلی از مواد صنعتی دیگر ارزان‌تر و دارای تنوع بیشتری از نظر خواص هستند، به‌طوری‌که اکثر ماشین‌آلات، تجهیزات و قطعات صنعتی از فلزات آهنی و آلیاژهای آن‌ها ساخته می‌شوند و یا در ساخت آنها از این دسته از فلزات استفاده شده است. فلزات آهنی شامل دو گروه فولادها و چدن‌ها می‌شوند که در نمودار (۱-۳) تقسیم‌بندی فولادها در حالت کلی نشان داده شده است.



نمودار ۱-۳- تقسیم‌بندی فولادها

اصطلاح فولاد برای آلیاژهای آهن با کربن که ممکن است محتوی درصدهای مختلفی از عناصر دیگر باشند به کار می‌رود. مقدار کربن در فولادها به طور معمول بین ۰.۲۵٪ تا حدود کمتر از ۲ درصد است در حالی که درصد عناصر دیگر ممکن است بسیار متغیر باشد. بنابراین خواص فولاد به درصد کربن و عناصر دیگر موجود در آن و عملیات حرارتی انجام شده بر روی آن بستگی دارد. در شکل (۱-۲) مواردی از کاربردهای صنعتی فولادها نشان داده شده است.

چدن نیز به آلیاژهای سه‌تایی از آهن، کربن و سیلیسیم اطلاق می‌شود که ممکن است دارای عناصر آلیاژی دیگری نیز باشند. به طور معمول بیش از ۹۵ درصد وزنی چدن را آهن تشکیل می‌دهد و عناصر آلیاژی اصلی آن کربن و سیلیسیم هستند. چدن‌ها به‌طور معمول بین ۱/۲ تا ۴ درصد کربن و ۱ تا ۳ درصد سیلیسیم دارند. رنگ مقطع شکست چدن‌ها به‌عنوان یکی از راه‌های نام‌گذاری انواع مختلف آن به کار می‌رود. چدن‌ها به دلیل نقطه ذوب پایین، سیالیت زیاد و قابلیت ریخته‌گری خوب، به مواد مهندسی پرکاربرد تبدیل شده‌اند. در نمودار (۱-۴) و شکل (۱-۳) تقسیم‌بندی و مواردی از

۱- Non-ferrous Base Meta



صنایع حمل و نقل



صنایع ساختمانی

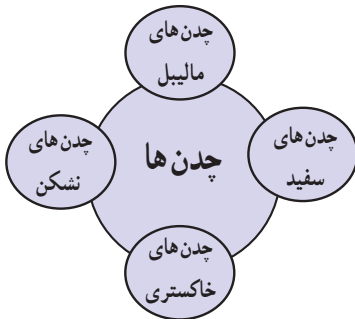


لوازم خانگی



صنایع کشاورزی

شکل ۱-۲- محصولات و قطعات ساخته شده از فولاد



نمودار ۱-۴ - تقسیم بندی چدن‌ها

کاربردهای صنعتی چدن‌ها نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که مطالب بیشتر در خصوص معرفی انواع و ویژگی‌های فولادها و چدن‌ها را در فصل پنجم کتاب می‌آموزیم.



میل لنگ



غلتک‌های نورد



دستگاه ورق کاری



شیر فلکه



دستگاه خم کاری



شکل ۱-۳ - قطعات و تجهیزات ساخته شده از چدن

ب) فلزات غیر آهنی : فلزات غیر آهنی عبارتند از : تمام فلزات و آلیاژهایی که بخش اصلی تشکیل دهنده ترکیب آنها عنصری غیر از آهن باشد. فلزات غیر آهنی به دلایل مختلف از جمله اینکه : مقدار آنها در طبیعت کمتر یافت می شود و یا مراحل استخراج آنها پیچیده تر و پرهزینه تر است و یا از نظر خواص مورد نظر ضعیف تر می باشند نسبت به فلزات آهنی موارد کاربرد کمتری در صنعت دارند و یا در موارد و کاربردهای مخصوصی به کار می روند که خواص ویژه ای مورد نظر باشد مثل : آلیاژهای مس، آلومینیوم، منیزیم، روی، نیکل و غیره.

فلزات غیر آهنی بر اساس جرم حجمی به دو دسته فلزات سنگین (جرم حجمی آنها بیشتر از ۵ گرم بر میلیمتر مکعب است) مانند : مس، قلع، سرب، برنج و فلزات سبک (جرم حجمی آنها کمتر از ۵ گرم بر میلیمتر مکعب است) نظیر : آلومینیوم، منیزیم و تیتانیوم تقسیم بندی می شوند که در شکل (۴-۱) مواردی از کاربردهای صنعتی فلزات غیر آهنی نشان داده شده است (در فصل ششم کتاب به صورت مفصل تری در خصوص خواص و کاربردهای صنعتی فلزات غیر آهنی بحث و بررسی می شود).



مس در صنایع برق



آلومینیوم در صنایع ساختمان

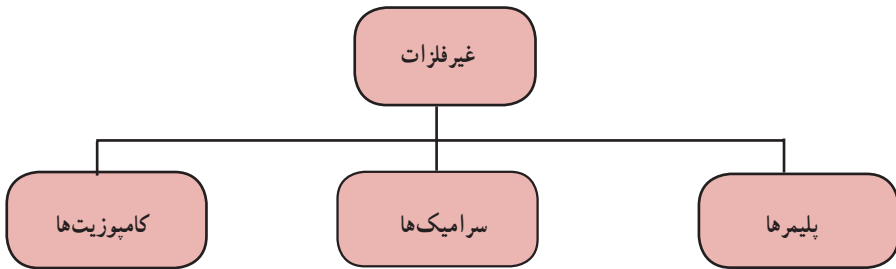


قلع در لحیم کاری

تیتانیوم در صنایع هوا و فضا

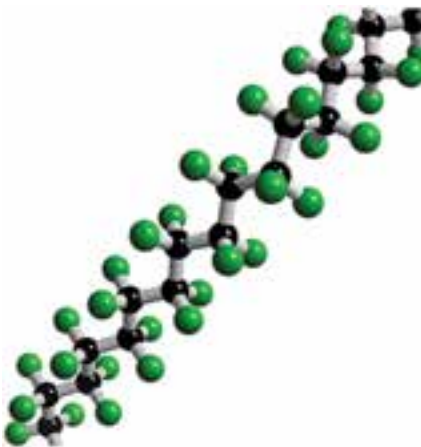
شکل ۴-۱ کاربرد فلزات غیر آهنی در ساخت سازه های صنعتی

۲-۲-۱- غیرفلزات: غیر فلزات دسته دوم مواد جامد صنعتی را تشکیل می‌دهند که می‌توان آنها را به دو دسته غیرفلزات طبیعی و مصنوعی دسته‌بندی نمود. غیرفلزات طبیعی شامل موادی مانند: چوب، سنگ، پروتئین، پشم، ابریشم، پنبه، کتان، لاستیک طبیعی یا کائوچو و امثال آنها هستند که در صنایع مختلف نظیر: نساجی، ساختمان و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند و غیرفلزات مصنوعی به تمام مواد غیر فلزی ساخته شده دست بشر اطلاق می‌شود که مطابق نمودار (۱-۵) می‌توان آنها را در سه دسته پلیمرها، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها جای داد.



نمودار ۱-۵- تقسیم بندی مواد غیر فلزی

الف) پلیمرها



شکل ۱-۵- بخشی از یک مولکول پلیمری (تفلون)

پلیمرها (درشت مولکول‌ها) مولکول‌های بزرگی هستند که از به هم چسبیدن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک‌تر تشکیل می‌شوند. مولکول‌های کوچک را مونومر و عمل اتصال و پیوند آنها را پلیمر شدن می‌گویند. در شکل (۱-۵) بخشی از یک مولکول پلیمری (تفلون) نشان داده شده است. چنانچه واحدهای سازنده یک پلیمر (مونومر) از یک نوع باشند آن را همونومر و اگر مونومرهای تشکیل دهنده یک پلیمر متفاوت باشند به آن کوپلیمر گفته می‌شود. بنابراین وزن مولکولی پلیمرها بستگی به نوع و تعداد مونومرهای تشکیل دهنده آن دارد.

پلیمرها را می‌توان به صورت‌های مختلف تقسیم‌بندی کرد. در حالت کلی می‌توان آنها را به دو دسته پلیمرهای طبیعی و پلیمرهای مصنوعی تقسیم کرد. پلیمرهای طبیعی به‌طور مستقیم از گیاهان و حیوانات به‌دست می‌آیند نظیر: چوب، چرم، پشم، پنبه، ابریشم، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، ولی پلیمرهای مصنوعی از مولکول‌های کوچک (مونومر) در واحدهای پتروشیمی ساخته می‌شوند.

مواد پلیمری به‌دلیل خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب، کاربرد وسیعی در صنایع مختلف از جمله در ساخت وسایل خانگی، اسباب بازی‌ها، بسته‌بندی‌ها، کیف و چمدان، کفش، میز و صندلی، شلنگ‌ها و لوله‌های انتقال آب، رنگ‌های محافظ و تزئینی، لاستیک اتومبیل و غیره دارند. هم‌چنین پلیمرها پایداری خوبی در مقابل مواد شیمیایی دارند. بعضی از آنها شفاف بوده و می‌توانند جایگزین شیشه شوند. اغلب پلیمرها عایق الکتریکی هستند. اما پلیمرهای خاصی نیز وجود دارند که تا حدی قابلیت هدایت الکتریکی دارند. تفلون از جمله مواد پلیمری است که به‌دلیل ضریب اصطکاک پایینی که دارد به‌عنوان پوشش برای جلوگیری از چسبیدن مواد غذایی در وسایل پخت و پز استفاده می‌شود.

پلیمرهای صنعتی طی سال‌های اخیر توانسته‌اند با توجه به تنوع و گستردگی در خواص و ویژگی‌های خود باعث تحول بزرگی در عرصه مواد صنعتی شوند. به‌طوری‌که امروزه در بسیاری موارد به‌دلیل خواص بهتر و هزینه کمتر تولید، جایگزین مناسبی برای مواد صنعتی دیگر به‌حساب می‌آیند.

در شکل (۱-۶) دو نمونه از جایگزینی پلیمرها مشاهده می‌شود. قسمت الف نشان می‌دهد که لوله‌های پلیمری جایگزین لوله‌های فولادی شده‌اند و قسمت ب نشان می‌دهد که امروزه قایق‌ها به‌دلیل مزایای ویژه مواد پلیمری (از جمله سبک بودن) از پلیمر ساخته می‌شوند.



لوله‌های پلیمری



لوله‌های فولادی یا چدنی

الف



قایق‌های پلیمری

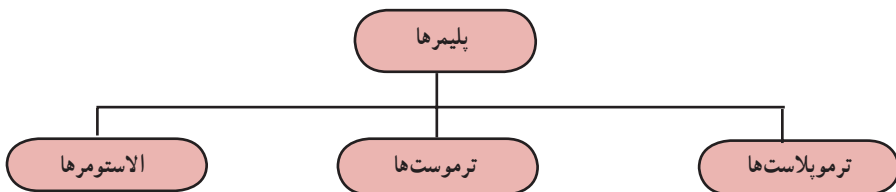


قایق چوبی

ب

شکل ۱-۶- مواد پلیمری جایگزین شده: الف) لوله‌های آب، ب) قایق

تقسیم بندی پلیمرهای صنعتی: پلیمرهای صنعتی را می‌توان برحسب خواص و رفتار آنها در برابر حرارت و خواص مکانیکی مطابق نمودار (۱-۶) به سه دسته عمده تقسیم بندی کرد.



نمودار ۱-۶- تقسیم بندی پلیمرهای صنعتی

در جدول (۱-۲) سه دسته اصلی مواد پلیمری معرفی شده‌اند، هم چنین خواص آنها آورده شده و مواردی از کاربردهای صنعتی آنها نشان داده شده است.

جدول ۱-۲- معرفی خواص و مواردی از کاربرد پلیمرهای صنعتی

<p>مواد پلاستیکی هستند که در اثر حرارت به مایع تبدیل می‌شوند و اگر آنها را در قالب بریزیم شکل قالب را به خود می‌گیرند و هر چند بار که بخواهیم می‌توانیم آن را ذوب کرده و تغییر فرم داد این علت کاربرد بسیار زیاد این مواد است نایلون، پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی ونیل کلراید (P V C) از جمله مواد ترموپلاستیک هستند</p>	<p>ویژگی‌ها و خواص</p>	<p>ترموپلاست‌ها (پلاستیک‌های گرما نرم)</p>
<p>وسایل اسباب بازی کودکان، لوله‌ها و تجهیزات انتقال مایعات، تجهیزات الکتریکی، پوشش‌ها، اتصالات، لوازم آشپزخانه، کیسه پلاستیکی و نظایر آن</p>	<p>موارد کاربرد</p>	
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>پلی اتیلن</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>پلی پروپیلن</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>نایلون</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>پلی اتیلن</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>پلی ونیل کلراید (P V C)</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  </div> </div>		<p>نمونه‌های صنعتی از کاربرد ترموپلاست‌ها در صنعت</p>

<p>ترموست یا گرماسخت به پلیمرهایی گفته می‌شود که در اثر اعمال حرارت دچار واکنش شیمیایی و سخت می‌شوند و پس از پخت و شکل پذیری، دیگر با استفاده از حرارت نمی‌توان شکل آنها را تغییر داد آنها جزو پلیمرهای سه بعدی یا مشبک می‌باشند که دارای سختی بالا، مقاوم در برابر حرارت و حلال‌های شیمیایی هستند و مقاومت الکتریکی بالایی نیز دارند مثل: ملامین‌ها، پلی استرها و اپوکسی‌ها</p>	<p>ویژگی‌ها و خواص</p>	<p>ترموست‌ها (پلاستیک‌های گرماسخت)</p>
<p>از آنها در ساخت لوله‌ها، شیرها، پمپ‌ها، ظروف، پوشش محافظ وسایل الکتریکی، بدنه گوشی تلفن، بدنه و اجزاء وسایل نقلیه، دوچرخه، موتور و اتومبیل، وسایل خانگی، اسباب بازی، مبلمان و نظیر آن استفاده می‌شود</p>	<p>موارد کاربرد</p>	<p>نمونه‌های صنعتی از کاربرد مواد پلیمری ترموست در صنایع</p>
 <p>پلی استر</p>  <p>اپوکسی</p>   	   	<p>نمونه‌های صنعتی از کاربرد مواد پلیمری ترموست در صنایع</p>

<p>پلیمرهایی هستند که قابلیت ارتجاعی زیادی دارند. الاستومرها در اثر نیروی خارجی تغییر شکل پیدا می‌کنند و بعد از حذف نیرو، شکل آنها از بین می‌رود و دوباره به حالت اولیه باز می‌گردند هم‌چنین بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت می‌کنند. این پلیمرها در اثر گرما نرم می‌شوند، ولی برخلاف ترموپلاستیک‌ها به حالت ویسکوز یا مایع در نمی‌آیند بلکه می‌توان آنها را مثل ترموپلاست‌ها در حلال‌های مرسوم شیمیایی که بسته به نوع و ساختمان پلیمر تعیین می‌شود، حل کرد. الاستومرها از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیاها و نمک‌ها مقاوم هستند.</p>	<p>ویژگی‌ها و خواص</p>	<p>الاستومرها نام الاستومر از دو قسمت «لاستو» برگرفته از «لاستیک» و به معنای ارتجاعی و «مر» برگرفته از «پلیمر» تشکیل شده است.</p>
<p>در ساخت محصولات زیادی مانند: لاستیک اتومبیل، مواد آب بندی، برف پاک‌کن، شیلنگ‌ها و مواد پوشش مخازن، تانک‌ها، لوله‌ها و امثال آن کاربرد دارند.</p>	<p>موارد کاربرد</p>	
 <p>تایر اتومبیل</p>	 <p>واشر لاستیکی</p>	<p>نمونه‌های صنعتی کاربرد الاستومرها در صنعت</p>
 <p>شیلنگ</p>		

ب) سرامیک‌ها

سرامیک‌ها دسته دیگری از مواد صنعتی غیر فلزی معدنی هستند که از جمله خواص شاخص آنها نسبت به مواد صنعتی دیگر عبارت است از:

- دیرگدازی بالا
- سختی زیاد
- مقاومت در برابر خوردگی بالا

طبقه بندی و معرفی مواد سرامیکی: مواد سرامیکی متناسب با خواصی که دارند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و توسعه آنها از نظر کمی و کیفی به سرعت در حال گسترش می‌باشد. در جدول (۳-۱) مواد سرامیکی متداول و پرکاربرد در صنعت معرفی شده‌اند.

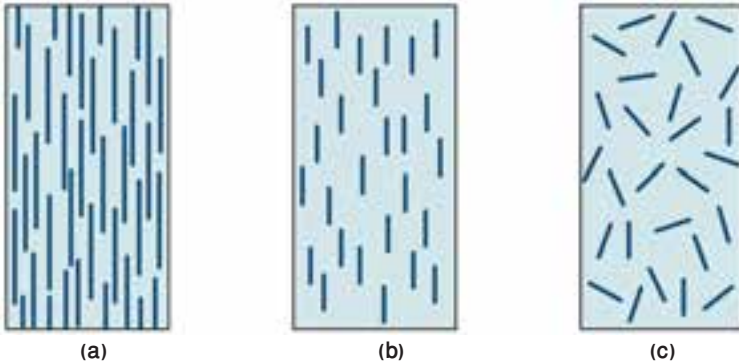
جدول ۱-۳- معرفی مواد سرامیکی متداول و پرکاربرد در صنعت

تصویر	توضیح خصوصیات و ویژگی ها	ماده سرامیکی
	<p>از قدیمی ترین دست ساخته های بشر است خاک رس ماده اصلی آن است که از اختلاط آب + خاک رس و ورزدادن به منظور افزایش قابلیت شکل پذیری و در نهایت خشک شدن و بختن جسم حاصل در کوره به دست می آید مواد سفالی متخلخل هستند، لذا هر مایعی را به سرعت جذب کرده و از خود عبور می دهند بنابراین به منظور: افزایش زیبایی، افزایش استحکام، کاهش نفوذ پذیری و بهداشتی نمودن بر روی ظروف سفالی لعاب کاری صورت می گیرد</p>	سفال
	<p>از مهم ترین مصالح ساختمانی است که در قدیم به روش دستی تولید می شد، اما امروزه آجر با استفاده از دستگاه ها و تجهیزات مخصوص به صورت مکانیزه ساخته می شود</p>	آجر
	<p>قطعاتی مسطح از جنس سفال می باشند که تنها یک روی آنها لعاب داده می شود (ضد آب کردن کاشی) و با کمک دوغاب سیمان به دیوار می چسبانند؛ کاشی در دو نوع دیواری و زمینی (موسوم به سرامیک) تولید می گردد</p>	کاشی
	<p>نوعی ماده سفید و محکم و شبیه سفال است که نسبت به نفوذ آب مقاوم اند فلدسپات، کوارتز و رس سه جزء اصلی تشکیل دهنده چینی هستند که در کوره های مخصوص پخته می شوند</p>	چینی
	<p>فراورده هایی می باشند که دارای استحکام کافی بوده و می توانند در دمای بالا کار کنند؛ دیرگذاها به طور عموم یا به صورت آجر و بلوک تولید می شوند (آجرهای نسوز شومینه) یا به صورت ملات های نسوز ساخته می شوند (سیمان نسوز) دیرگذاهای سنتی به طور معمول می توانند تا دمای 190° درجه سانتی گراد را تحمل کنند در صورتی که دیرگذاهای نوین می توانند تا بیشتر از 300° درجه سانتی گراد را تحمل کنند</p>	دیرگذاها

 <p>کاغذ سنباده</p> <p>صفحه سنگ و ساب</p>	<p>مواد سرامیکی هستند که دارای سختی فوق العاده می‌باشند و جهت تهیه مواد ساینده و سنباده کاربرد دارند برای ساخت ساینده‌ها این ذرات را ابتدا توسط قالب شکل می‌دهند سپس با اعمال حرارت آن را می‌پزند تا به قطعه‌ای فوق العاده سخت و محکم تبدیل می‌گردد جهت تولید سنباده‌ها ابتدا ذرات را دانه‌بندی نموده و توسط چسب‌هایی مقاوم بر روی مقوا یا پارچه می‌چسبانند</p>	<p>ساینده‌ها و سنباده‌ها</p>
	<p>پوششی سرامیکی است که با ضخامت کم به صورت پودر یا محلول بر روی قطعه قرار گرفته و توسط حرارت پخته و تثبیت می‌گردد، باید توجه نمود که لعاب علاوه بر ظروف سرامیکی بر روی قطعات فلزی نیز کاربرد دارد (مثل کتری لعابی، سینک لعابی و بخاری)</p>	<p>لعاب</p>
 <p>فیبر نوری</p> 	<p>مواد سرامیکی هستند که از مواد با درجه خلوص بالا و به وسیله روش‌های ویژه تولید می‌شوند و امروزه در صنایع مختلف مثل: پزشکی، برق و الکترونیک، هوا فضا، هسته‌ای، کامپیوتر و غیره کاربرد زیادی دارند</p>	<p>سرامیک‌های مدرن</p>

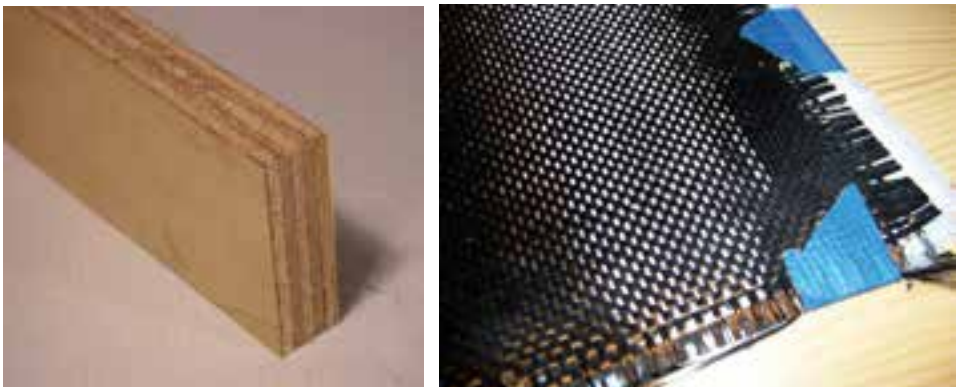
ج) کامپوزیت‌ها

مواد کامپوزیتی یا مرکب از دو فاز زمینه و تقویت کننده تشکیل شده‌اند. فاز زمینه با احاطه کردن فاز تقویت کننده آن را در محل خود نگه می‌دارد و فاز تقویت کننده موجب بهبود خواص مکانیکی ماده کامپوزیتی می‌گردد. به طور کلی فاز تقویت کننده می‌تواند به صورت رشته‌های کوتاه، بلند و یا ذرات ریز با شکل‌های گوناگون باشند که در (شکل ۷-۱) سه حالت از این مواد به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۷-۱- سه حالت قرار گرفتن فاز تقویت کننده در داخل فاز زمینه

مواد کامپوزیت به منظور دستیابی به موادی با خواص متفاوت و برتر از مواد صنعتی دیگر تولید می‌شوند. به کمک مواد مرکب مهندسیین علم مواد قادراند مواد جدیدی متناسب با نیازهای واقعی صنایع در عرصه‌های مختلف بسازند. اجزای تشکیل دهنده کامپوزیت‌ها از لحاظ شکل، ترکیب شیمیایی و خواص با یکدیگر متفاوتند. شکل (۸-۱) دو نوع از مواد کامپوزیتی چوبی و پلیمری را نشان می‌دهد.

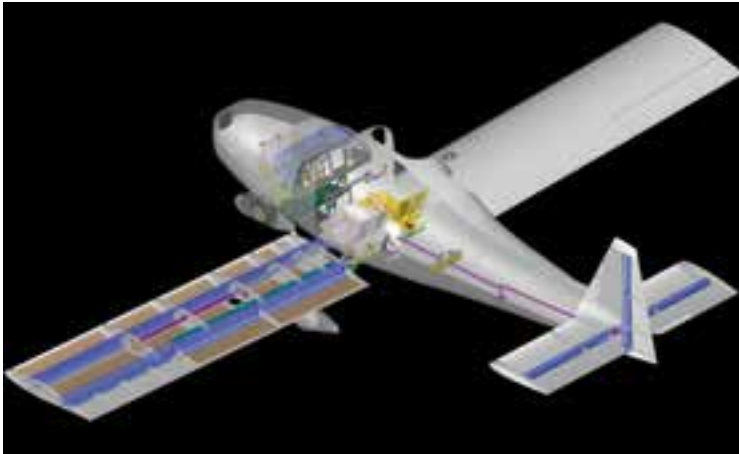


ماده مرکب چوبی

ماده مرکب پلیمری

شکل ۸-۱- مواد کامپوزیت با زمینه چوب و پلیمر

فایبرگلاس یکی از پرکاربردترین کامپوزیت‌های با زمینه پلیمری است که توسط فیبر شیشه تقویت شده است و امروزه در ساخت قطعات هواپیما، بدنه جنگنده‌های رادارگریز، پره نیروگاه‌های بادی و بالگردها از کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. به‌طور کلی مواد کامپوزیتی به دلیل داشتن جرم کم و استحکام مکانیکی بالا نسبت به فلزات، در صنعت هوا و فضا کاربرد وسیعی دارند (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱- استفاده از مواد کامپوزیتی مستحکم در ساخت قطعات هواپیما موجب کاهش وزن، افزایش سرعت و کاهش مصرف سوخت می‌شود.

مزایای مواد کامپوزیتی: مهم‌ترین مزیت مواد کامپوزیتی آن است که با توجه به نیاز می‌توان خواص آنها را کنترل کرد. به‌طور کلی مواد کامپوزیتی دارای مزایای زیر هستند:

- استحکام عالی در برابر وزن کم (نسبت استحکام به وزن بالا)
- مقاومت در برابر خوردگی بالا
- عایق حرارتی خوب

از دیگر مواد کامپوزیتی متداول می‌توان به آسفالت، کاهگل، بتن آرمه، و لاستیک خودرو اشاره کرد. همان‌طور که گفته شد خواص کامپوزیت‌ها به خواص هر یک از فازهای تشکیل دهنده آن، مقدار، شکل، اندازه، نحوه توزیع و نیز جهت قرار گرفتن فاز تقویت کننده در داخل فاز زمینه بستگی دارد.

دسته‌بندی مواد کامپوزیتی: مواد کامپوزیتی براساس فاز زمینه به سه دسته: زمینه فلزی، زمینه سرامیکی و زمینه پلیمری تقسیم‌بندی می‌شود که در جدول (۴-۱) انواع کامپوزیت‌ها و ویژگی آنها آورده شده است.

جدول ۴-۱- آشنایی با مواد کامپوزیتی پر کاربرد صنعتی

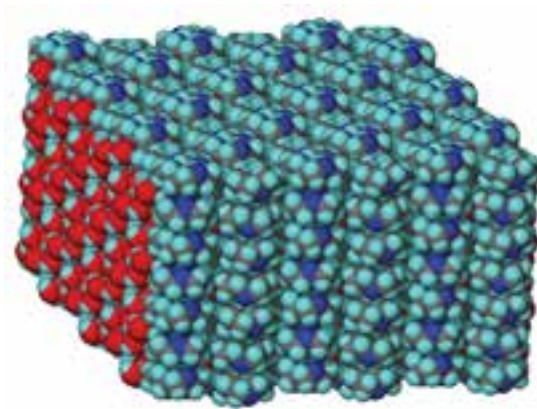
زمینه	تفویض کننده	فلزی	سرامیکی	پلیمری	
فلزی	● نقره - پودر تنگستن ✓ اتصالات الکتریکی مقاوم به سایش ● آلومینیوم - رشته‌های نازک تنگستن	● آلومینیوم - پودر یا رشته‌های آلومینا، کاربید سیلیسیم و کربن ✓ صنایع هوا و فضا، قطعات نظامی، قطعات خودرو مثل: پیستون، شفت و میله‌های اتصال	● کربن - آرامید ✓ زره پوش‌های نظامی، پوشاک ضد گلوله، طناب ماهی‌گیری، چوب اسکی، راکت تنیس و دسته گلف	● آلومینا - کاربید سیلیسیم ✓ ابزار برش و ماشین‌کاری فلزات سخت ● کربن - رشته‌های کربن ✓ صنایع هوا فضا، قطعات هواپیما و توربین	● کربن - آرامید ✓ جلیقه نجات، راکت تنیس، وسایل ورزشی، کاسه نمد لنت ترمز و کلاچ
سرامیکی	● بتن - میلگرد فولادی ✓ سازه‌های ساختمان، سدسازی، پایه پل و ساختمان‌سازی	● پلیمر - رشته‌های سیم فولادی ✓ تیر خودرو ● پلی اتیلن - پودر سرب ✓ جذب اشعه	● پلیمر - رشته‌های شیشه ✓ فایبر گلاس ● پلیمر - رشته‌های کربن ● پلیمر - کاربید سیلیسیم یا آلومینا ✓ قطعات هواپیما، قطعات نظامی و صنایع هوا فضا ● قیر - بتن ✓ آسفالت	● پلیمر - آرامید ✓ جلیقه نجات، راکت تنیس، وسایل ورزشی، کاسه نمد لنت ترمز و کلاچ	
پلیمری	● پلیمر - رشته‌های سیم فولادی ✓ تیر خودرو ● پلی اتیلن - پودر سرب ✓ جذب اشعه	● پلیمر - رشته‌های سیم فولادی ✓ تیر خودرو ● پلی اتیلن - پودر سرب ✓ جذب اشعه	● پلیمر - رشته‌های سیم فولادی ✓ تیر خودرو ● پلی اتیلن - پودر سرب ✓ جذب اشعه	● پلیمر - آرامید ✓ جلیقه نجات، راکت تنیس، وسایل ورزشی، کاسه نمد لنت ترمز و کلاچ	

۳-۱- نانو مواد

یک نانومتر برابر یک میلیاردمتر (10^{-9} m) است. این اندازه حدود 180000 بار کوچکتر از قطر یک تار موی انسان است. به طور میانگین 3 تا 6 اتم در کنار یکدیگر طولی معادل یک نانومتر را می‌سازند. موادی که حداقل یکی از ابعاد آنها در مقیاس 1 الی 100 نانومتر باشد، مواد نانویی یا نانو مواد خوانده می‌شوند. به این ترتیب فناوری نانو عبارت از توانایی بدست گرفتن کنترل ماده در ابعاد

$$1 \text{ Nano} = 10^{-9}$$

نانومتری برای تولید و استفاده از ابزار و مواد است. از همین تعریف ساده برمی آید که اولاً همه مواد از جمله فلزات، نیمه‌هادی‌ها، شیشه‌ها، سرامیک‌ها و پلیمرها در ابعاد نانو می‌توانند وجود داشته باشند. ثانیاً نانوتکنولوژی یک رشته نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌ها است که در ۳ حوزه: مواد، ابزار و سیستم‌ها قابل تقسیم است. هم‌چنین مبالغه نیست اگر بگوییم W انسان در معرض یک انقلاب اجتماعی تسریع شده و قدرتمند است که ناشی از علم نانوتکنولوژی است. نانو مواد در مقایسه با مواد معمولی دارای خواص بسیار بهتری هستند؛ زیرا ساختار آنها تحت کنترل بوده و با دقت بالایی شکل می‌گیرند. شکل (۱۰-۱) قسمتی از ساختمان منظم و بی‌عیب و نقص یک ماده نانو را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۱- ساختار منظم و بدون نقص یک ماده تولید شده با استفاده از فناوری نانو

کاربردهای نانو تکنولوژی: تأثیر فناوری نانو بیش از هر چیز در زمینه ساخت مواد جدید می‌باشد. از طریق نانوفناوری می‌توان موادی با استحکام و مقاومت بالا در مقابل حرارت، سایش، فشار، کشش و وزن کم تولید کرد که از نظر خواص فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، مکانیکی، حرارتی با مواد معمولی تفاوت دارند. ساختارهایی در مقیاس نانو مانند نانو ذرات و نانولایه‌ها دارای نسبت سطح به حجم بالایی هستند که آنها را برای استفاده در تولید مواد کامپوزیت، کاتالیزور و اکش‌های شیمیایی، تهیه دارو و منابع ذخیره انرژی ایده‌ال می‌سازد.

سرامیک‌های نانوساختاری غالباً سخت‌تر و غیرشکننده‌تر از مواد مشابه در مقیاس بزرگ‌تر خود هستند. کاتالیزورهای مقیاس نانو راندمان واکنش‌های شیمیایی و احتراق را افزایش داده و به میزان چشمگیری از مواد زائد و آلودگی آن کم می‌کنند. وسایل الکترونیکی جدید با مدارهای کوچک‌تر، سرعت بیشتر و مصرف انرژی بسیار کمتر می‌توانند به کمک نانوساختارها به دست آیند. اینها تنها

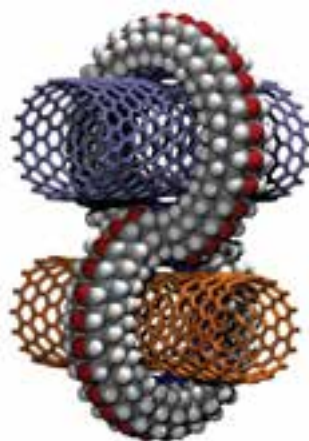
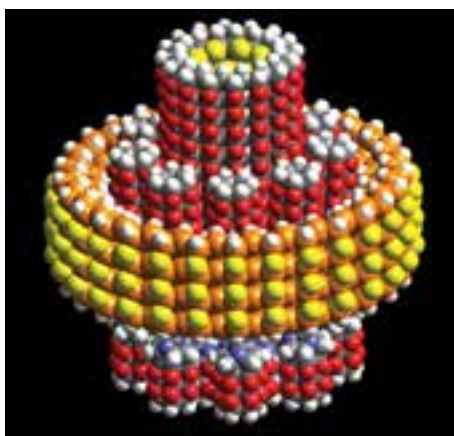
اندکی از فواید و مزایای تولید مواد نانو می‌باشد. واقعیت آن است که علم بشری اینک در آستانه چنگ اندازی به عرصه‌ای است تا ساختارهای بی‌نظیری را با کارایی بسیار بالا بسازد که تاکنون بشر تصور آنها را هم نکرده است. به‌عنوان مثال:

- ۱- ساخت مواد بسیار سبک و محکم برای مصارف متداول
- ۲- ورشکستگی صنایع قدیمی مثل فولاد با ورود تجاری مواد جدید
- ۳- کاهش شدید تقاضا برای سوخت‌های فسیلی
- ۴- همه‌گیر شدن ابرکامپیوترهای بسیار قوی، کوچک و کم مصرف
- ۵- سلاح‌های سبک‌تر، کوچک‌تر، هوشمندتر، دوربردتر، ارزان‌تر و نامرئی در مقابل رادار
- ۶- شناسائی فوری کلیه خصوصیات ژنتیکی و اخلاقی افراد و استعداد ابتلا به بیماری در

انسان

- ۷- ارسال دقیق دارو به اندام مورد نظر در بدن و افزایش طول عمر
 - ۸- از بین بردن عوامل خطرناک جنگ‌های شیمیایی و میکروبی
 - ۹- از بین بردن آلاینده‌های شهری و صنعتی
 - ۱۰- تولید لباس‌های همیشه تمیز و هوشمند
 - ۱۱- تولید انبوه مواد و ابزارهایی که تا قبل از این عملی و اقتصادی نبوده‌اند
 - ۱۲- و بسیاری از موارد غیر قابل پیش‌بینی دیگر
- شکل (۱۱-۱) دو مدل از مواد کامپوزیتی را با استفاده از تکنولوژی نانو به صورت شماتیک

نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۱- ساختار منظم و بدون نقص مواد مرکب (کامپوزیت) تولید شده با استفاده از فناوری نانو