

El material y el producto en el Diseño Industrial

Ing. Juan F. Infante Durán
juanidf@isdi.co.cu.
ISDI

Resumen

Estudio de las cualidades comunes de los diversos materiales empleados en la confección de objetos industriales, así como de las propiedades —físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas, químicas y tecnológicas— específicas para determinados materiales. Se detiene en los metales puros y sus aleaciones, los plásticos y elastómeros, cerámicos, maderas, fibras naturales y artificiales, tejidos y materiales compuestos. Los campos de aplicación son los relacionados con el Diseño Industrial, como la construcción de maquinaria en general, las construcciones arquitectónicas y civiles, la industria eléctrica y electrónica, los útiles del hogar, la industria médico farmacéutica, la industria deportiva y del ocio y el juguete.

Ponencia

Las propiedades comunes de los materiales:

Los objetos, fundamentalmente, dentro del período de vida útil están sometidos a diferentes tipos de esfuerzos, en algunos casos, sin tener que estar destinados a contener o soportar otros objetos, necesitan a través de su forma y dimensiones, ser capaces de soportar, por lo menos su propio peso. La robustez de un objeto, su resistencia, perdurabilidad, es comúnmente apreciable a la vista. En otros casos es muy sutil. Cuando se emplean materiales “pensados o diseñados” para una función determinada nos sorprendemos al comparar su forma con la función que realizan. Ahí esta la importancia de la utilización de materiales novedosos, fundamentalmente aquellos que denominamos “materiales compuestos” en los que la mezcla de dos o más materiales elevan sustancialmente las propiedades de cada uno de ellos por separado. Es muy común encontrar polímeros mezclados con cerámicos, metales y maderas. Las diferentes combinaciones posibles son casi infinitas, cada día se resuelven las posibles incompatibilidades entre los materiales. Cada vez más la sociedad exige de nuevos materiales con nuevas prestaciones.

Un aspecto muy importante radica en el ahorro de energía. Los productos con mejores prestaciones tienen cada vez menor peso. Esta relación “peso-prestaciones” constituye un aspecto básico en la evaluación de la mayoría de los productos. Muchos de ellos son objetos que portamos los humanos o que hemos de trasladar en algún medio de transporte y hasta pueden constituir propiamente un medio de transporte. La crisis energética exige por todas partes un ahorro de energía. Existen materiales muy versátiles, es decir, que pueden tener amplio uso en diferentes aplicaciones industriales. Los más apreciados son aquellos que además de garantizar la calidad del producto, ofrecen menores gastos de energía, pesan menos y se transforman con más facilidad.

Ahora bien, ¿Cuáles son esas propiedades comunes a todos y cuáles son específicas para determinados materiales?

¿Cómo podríamos clasificarlas?

¿Hasta que punto podemos tener datos exactos de los valores de esas propiedades?

¿Varían con el tiempo, con los factores ambientales y con el uso que se les dé al producto?

A todas estas preguntas les trataremos de dar una respuesta lógica.

Las propiedades físicas de los materiales

Son propiedades inherentes a todos los materiales, son las primeras en darnos una idea de qué cosa es ese material, su propia naturaleza, en muchos casos o qué vemos y sentimos al entrar en contacto con ese material y qué posibilidades tenemos con él. Tomemos por ejemplo el peso específico, que es la cantidad de materia contenida en un volumen determinado. Obtendremos una amplia gama de valores en un recorrido por el mundo de los materiales. Todos los polímeros y algunas maderas se pueden considerar como muy ligeros. Los cerámicos son algo pesados, los metales no son tan ligeros como los plásticos, los más ligeros, superan en peso a los plásticos, el resto de los materiales pueden ser sofisticadas combinaciones de los ya mencionados. Conocer esta propiedad, contar con un banco de datos, lo suficientemente amplio, es una necesidad del proyectista y del diseñador. Muchas veces, una de las vías más cómodas y seguras para descubrir de qué material está confeccionada una pieza o un objeto como tal es conocer su peso específico.

Otra propiedad física es la “absorción de humedad”. Existen materiales como los metales, que debido a su estructura atómica son incapaces de absorber humedad. Otros como los polímeros, las maderas y cerámicos pueden absorber determinada cantidad de humedad, se “hinchán”, varían sus dimensiones y pueden provocar hasta el colapso del objeto fabricado. En otros casos pueden servir o no como barrera al paso de vapores, gases, líquidos entre un medio y otro, entre los que media una diferencia de temperatura, humedad, presión o concentración. Esta propiedad se denomina “barrera”. Los metales, algunos plásticos y cerámicos como el vidrio poseen excelentes propiedades de barrera.

La viscosidad a determinada temperatura, fundamentalmente a la temperatura en que se procesa el material, es una propiedad importante. De ella depende la posibilidad de obtener determinadas formas, generalmente, las más complejas, las más delgadas posible a través de métodos de transformación como la inyección de los plásticos y las coladas calientes de los metales. Existen limitaciones en algunos materiales que imposibilitan la obtención de paredes delgadas. Por otra parte, para las maderas, esta propiedad no existe, pues no tiene nada que ver con los métodos de transformación, ya que esta se elabora, salvo el conformado al vapor, mediante métodos que no requieren cambiar el estado físico de la misma. Existen materiales compuestos a base de madera y polímero, en que la viscosidad sólo depende del polímero y del tamaño de las cargas o refuerzos de madera.

Algunas de estas propiedades se consideran como “propiedades a largo plazo”, pues pueden variar con el tiempo y el clima. Los plásticos sufren deformaciones bajo las mismas cargas, con el transcurso del tiempo o el incremento de la temperatura ambiente. Las maderas se hinchan y se

deshinchan y así ocurre con algunos cerámicos. En el caso del papel y el cartón con la humedad se arrugan, embarquillan, cambian de color y crean las condiciones para ser atacados por hongos, bacterias e insectos y sufren un deterioro acelerado causando en algunos casos la pérdida de la información almacenada, en el caso del cartón se pierden las principales cualidades para servir como envase o embalaje para otros productos.

De las propiedades físicas de los materiales se derivan otras propiedades. Estas están relacionadas directamente con la naturaleza de cada material. Pueden ser clasificadas como “ópticas”, “térmicas y “eléctricas”.

Las propiedades ópticas pueden ser en primer lugar la transparencia o su contrario: la opacidad. Algunos plásticos pueden alcanzar la transparencia del vidrio que es un material cerámico, cosa que ningún otro material puede alcanzar, la cristalinidad de los metales se lo impide. La naturaleza de la madera y la necesidad de utilizarla en gruesas secciones para lograr resistencia mecánica impiden su transparencia. En el papel no se logra una transparencia muy alta, pero existen papeles aptos para calcar o servir de pantalla en luminarias.

Los materiales, con excepción de los plásticos, que en su mayoría, pueden ser coloreados con facilidad, todos poseen un color característico, que generalmente nos permite su selección y clasificación. Los plásticos amorfos pueden ser transparentes o tomar cualquier color, desde el blanco hasta colores perlados e irizados. Los que poseen una estructura semicristalina solo pueden ser translúcidos u opacos. Existe en el mercado una suficiente gama de tintes y pigmentos para variar la coloración de los plásticos. El vidrio, como material cerámico posee una transparencia y blancura natural, sólo la presencia de algunos contaminantes le hace variar el color. Por otra parte algunos óxidos metálicos y mezclas de estos permiten la obtención de vidrios estructurales y decorativos de cualquier color. Aparte del vidrio, el resto de los cerámicos y los plásticos todos los demás materiales poseen su color característico. El brillo es inherente sólo a los metales, cuyos colores pueden ser: blanco, gris, azul, amarillo y rojizo y constituye una identificación de su estado puro. Las maderas según su naturaleza, poseen su propia coloración, sus tonalidades, etc.

La reflexión de la luz es propia de los metales. Los más activos se cubren de un óxido que les mutila u opaca el brillo natural. Los plásticos adquieren el brillo con la incorporación de algunos aditivos y copian la textura de los moldes empleados para su transformación.

Las propiedades eléctricas de los materiales, al igual que otras propiedades dependen de la estructura atómica o molecular. Los metales que poseen una red atómica cristalina, tienen electrones libres que posibilitan el paso de la corriente eléctrica. Su conductividad eléctrica, comparada con el resto de los

materiales convencionales, es la más alta. De ahí su utilización como conductores en redes eléctricas, equipos, máquinas y dispositivos eléctricos y electrónicos. Al contrario de los metales, los plásticos, por naturaleza, son malos conductores. En su estructura no aparecen electrones libres. Un polímero sintetizado recientemente: el “transpoliacetileno” es capaz de conducir la corriente eléctrica. Es un material obtenido por casualidad, cuando se realizaban unos experimentos químicos, en los que por error se voló la ley de las proporciones definidas, una de las más importantes de la química. Por lo general, todos los plásticos pueden hacerse conductores de la corriente eléctrica a través de la adición de polvos metálicos e insertos. La condición de mal conductor de la corriente eléctrica hace de este tipo de material un candidato fuerte para la fabricación de piezas aislantes de la corriente eléctrica. En algunas ocasiones, esta misma propiedad se convierte en un obstáculo, precisamente, cuando se elaboran objetos, que por trabajar con la corriente eléctrica, acumulan cargas eléctricas y se deposita en su superficie una cantidad elevada de polvo ambiental. Las maderas conducen muy poco la corriente eléctrica y eso es en el caso de que se encuentren húmedas o sumergidas en un electrolito. Ningún material cerámico conduce la corriente eléctrica mientras éste esté en estado puro, es decir, sin contaminantes como polvo metálico. La conducción de la corriente sólo se realiza si se trata de muy altas tensiones capaces de saltar la brecha entre dos electrodos. En la técnica moderna, la utilización de los cerámicos como aislantes de altas tensiones solo ha sido posible desplazarla con algunas resinas como las epoxídicas.

Existen otras propiedades eléctricas más específicas utilizadas para caracterizar conductores, semiconductores y dieléctricos. Entre ellas podemos relacionar: “Factor de disipación” que es la medida de la energía perdida en un aislante plástico. Esta propiedad influye en la elección correcta del aislante plástico de un conductor que transmite una energía de elevada frecuencia. Es además, una propiedad particular de los plásticos. La “resistencia dieléctrica” es de extraordinaria importancia durante la elección de materiales dieléctricos para la fabricación de condensadores, filtros o capacitores. Materiales como polímeros y papel han servido durante largo tiempo para esos fines.

Dentro de las propiedades térmicas “la conductividad térmica” determina la utilización de una gran variedad de nuevos materiales. Tanto en climas fríos como cálidos se emplean en la construcción paneles de plásticos espumados que como ningún otro material tradicional combinan esta propiedad con el bajo costo, peso, resistencia mecánica, durabilidad y facilidad de obtención de elementos con geometría compleja. Las espumas de Poliuretano y Poliestireno han sustituido a la madera y a la lana de vidrio, el corcho y otros paneles de fibra, yeso y maderas artificiales.

La temperatura de fusión de algunos materiales puede ser determinante para algunos usos. En el caso de los metales, es un factor importante en la industria

sidero-mecánica, al convertirse esta propiedad en un factor económico que conlleva en muchas ocasiones a gastos energéticos excesivos y al incremento del costo de la producción. A su vez, esta misma propiedad garantiza la posibilidad de emplear algunos materiales en reactores químicos, motores de combustión interna, luminarias, cocinas, hornos, etc. Existen materiales como los plásticos termoestables que no se derriten, pero se deterioran al incrementarse su temperatura por encima de ciertos valores. Otros materiales como la madera, no tienen que pasar por ningún proceso de transformación donde se eleve tan sensiblemente su temperatura. Los materiales cerámicos una vez concluida la fabricación de algún objeto, son capaces de resistir tan altas temperaturas o más como los metales. Existen materiales compuestos de matriz cerámica y refuerzos de metal o fibra que por su alta resistencia al calor, son empleados ampliamente en la fabricación de vehículos espaciales. El hormigón armado es otro material sumamente resistente al calor y al fuego.

La “dilatación térmica” de un material expresada por el coeficiente de dilatación termal es una medida de la capacidad de un material de incrementar sus dimensiones al incrementarse la temperatura y viceversa. Es una propiedad muy a tener en cuenta en el diseño, la arquitectura y la ingeniería. Durante el trabajo de las máquinas, la fricción producidas por las partes en contacto provocan la elevación de la temperatura y por consiguiente, las diversas piezas, fabricadas frecuentemente de diversos materiales, sufren variaciones volumétricas o lineales que pueden provocar la destrucción o el colapso de las máquinas. Las variaciones de temperatura ambiental pueden provocar los mismos efectos en edificaciones, muebles y todo tipo de objetos en los que sus partes componentes estén muy ajustadas. Los termoplásticos con la elevación de la temperatura sufren una alta dilatación térmica, se hacen menos resistentes desde el punto de vista mecánico y pueden llegar a deformarse visiblemente. La madera y los cerámicos se dilatan menos que los metales.

La “velocidad de combustión” hace de la madera un material limitado para muchos usos. Los metales son incombustibles de la misma manera que los cerámicos como el asbesto, el vidrio y la mica. Algunos plásticos, que poseen en su estructura cloro y flúor son auto-extinguibles. Esto significa que al separarse de la llama, dejan de arder, pero mientras arden desprenden gran cantidad de gases tóxicos que pueden causar desde irritación hasta la muerte cuando ocurre algún siniestro en locales cerrados o con deficiente flujo de evacuación como teatros, cines, discotecas, etc.

Las propiedades químicas de los materiales los hacen aptos para entrar en contacto con los diversos tipos de sustancias que empleamos en la industria, en la economía doméstica, el transporte, etc. Muchas veces un material tiene que ser desechado por ser poco resistente a determinado producto químico. Uno de los materiales más versátiles en cuanto a esta propiedad son los plásticos. Cada vez más la industria del envase y el embalaje le encuentra

nuevas aplicaciones. Ejemplo de ello es el teflón, que resiste la acción de los ácidos y las bases fuertes a temperaturas cercanas a los 300°C. Los plásticos son el material empleado en depósitos y conductoras de combustible en los medios de transporte. Con ellos se fabrican además envases para aceites, hidrocarburos, solventes, etc. De fabricarse de vidrio, que es el material tradicional más resistente a los productos químicos, serían más caros y pesados. La mayoría de los metales reaccionan químicamente, se corroen con facilidad y con el tiempo, perdiendo así su capacidad de resistencia mecánica.

La “resistencia mecánica” constituye la propiedad fundamental para el empleo de diferentes materiales. La humanidad ha transitado por varias etapas de desarrollo histórico- social. En cada una de ellas hay materiales que han jugado un papel protagónico. La utilización de la madera y la piedra para la construcción de viviendas, la cerámica para la fabricación de útiles doméstico y luego la conquista de los metales, marcaron los períodos de desarrollo más largos de la humanidad. El vidrio se conoce desde hace más de 10 000 años. El último siglo fue el de los plásticos. Durante esa etapa fueron descubiertos la mayoría de ellos y además, se desarrolló la tecnología para su producción a gran escala a partir fundamentalmente del petróleo. La arquitectura se vistió de gala con el hormigón armado, que posibilitó la construcción de rascacielos y de estructuras en voladizo muy ligeras y resistentes. Las máquinas se hicieron más duraderas y fiables con los nuevos aceros y aleaciones. Se pudo desarrollar la industria aeronáutica y aeroespacial gracias a la disposición de materiales más resistentes y duraderos.

En dependencia de los esfuerzos a que estén sometidos, los elementos de las máquinas, estructuras, muebles y objetos en general responderán de forma diferente si se cambia el material. Los materiales han evolucionado hasta convertirse, en la mayoría de los casos, en materiales compuestos. Esto significa, que no vamos a encontrar un material puro, homogéneo e isotrópico; sino un material formado por varios materiales, a veces apreciable en su macro-estructura, donde podemos ver a simple vista algunos o todos sus componentes. En el caso de las aleaciones, esto funciona en base a la micro-estructura y no es posible distinguir a la vista sus componentes.

Las propiedades mecánicas varían muy sustancialmente de un tipo de material a otro y dentro de ellos mismos en dependencia a la pureza o estructura interna del material. En dependencia del tipo de esfuerzo a que estén sometidos los objetos o piezas y a las variaciones en el tiempo ellas pueden clasificarse en: estáticas y dinámicas, así mismo se clasifican las diferentes pruebas o ensayos que se realizan para verificar los valores cuantitativos de esas propiedades.

Las pruebas estáticas incluyen: resistencia a la tracción, torsión, flexión, compresión y cizallamiento; se mide también la dureza superficial. Las pruebas dinámicas incluyen fundamentalmente la resistencia a la fatiga y la resiliencia.

Así podemos caracterizar a los materiales como frágiles o tenaces, duros o blandos, plásticos o elásticos, rígidos o flexibles. Actualmente la industria cuenta con aceros y otras aleaciones mucho más resistentes que hace 50 o más años. Las máquinas y estructuras han hecho una dieta en la que han perdido gran parte de su peso inicial. Se han podido sintetizar polímeros que han desplazado a los metales en muchas de sus aplicaciones originales. Estos polímeros denominados "Plásticos de Ingeniería" ganan cada día en aplicaciones de las más diversas, son reforzados con fibras, ganan en durabilidad, facilidad de transformación y economía de material. No obstante, la tenacidad de algunos metales y aleaciones es inalcanzable por algún otro material.

Los cerámicos, incluyendo al vidrio, se han caracterizado por su dureza y fragilidad. Sus aplicaciones en la industria han sido tan amplias como específicas y en parte, también, han sido desplazados por plásticos. La resistencia mecánica de la madera es muy variable y depende fundamentalmente de la especie y variedad de planta. La resistencia mecánica más apreciada del papel es la resistencia a la tracción, que juega un rol importante en el proceso de impresión.

Las fibras de origen natural se siguen empleando bajo un concepto ecológico, pero su demanda ha sido tal que con el tiempo han sido reemplazadas por las artificiales y las sintéticas. Estas últimas alcanzan un módulo de elasticidad que supera cualquier otra fibra natural. Ejemplo de ellos son las fibras de aramida o "Kevlar", las fibras de vidrio y de carbono. Son materiales caros, pero garantizan a la medida las exigencias de resistencia mecánica.

El gran desarrollo industrial de la humanidad, los altos índices de consumo y contaminación ambiental provocado por los residuos tóxicos de la industria química, la siderurgia, la forestal, los residuos y la basura producida por la misma población del planeta han originado un gran problema resolver de forma inmediata. Problemas como la corrosión de los metales, la acumulación de envases plásticos no biodegradables, la desertificación de grandes zonas geográficas producto del rompimiento del equilibrio biológico, la salinización de los suelos, la destrucción de la capa de ozono, el calentamiento global y otros; están estrechamente ligados a los altos índices de producción de materiales para el propio desarrollo de la humanidad.

Los retos que se nos plantean en este campo son varios. Podemos mencionar por ejemplo la producción de aleaciones metálicas más resistentes a la corrosión y la fabricación de artículos industriales cuyos componentes mecánicos puedan ser reciclados en su totalidad, como es el caso de las carrocerías de aluminio de los automóviles. El vidrio es 100% reciclable. La mayoría de los plásticos que se utilizan en la actualidad son reciclables, pero no existe una política bien organizada en todo el mundo para el reciclaje. Lo

más problemático de estos materiales reside en que por naturaleza no son biodegradables y pueden permanecer por cientos de años contaminando el ambiente. Ya se han introducido algunos materiales como el ácido poliláctico, para la fabricación de envases y embalajes, fundamentalmente para la industria alimentaria y para la agricultura. Estos materiales tienen una vida muy limitada y luego de cumplir su cometido se van destruyendo e incorporando al medio ambiente sin contaminarlo.

Los plásticos, por lo general se obtienen del gas natural y el petróleo, que son recursos naturales no renovables. Ya se están obteniendo algunos de los desechos agrícolas o de productos agrícolas como el maíz, la soya, la papa, etc. Esta solución conlleva a desviar de la alimentación humana tierras cultivables, fuerza de trabajo, fertilizantes, etc. En resumen es una solución comprometida. La recuperación de éstos es algo costosa, pero más barata que su fabricación desde la síntesis orgánica. No obstante, para algunas aplicaciones como los alimentos, juguetes y medicamentos, solo es posible emplear plásticos en estado virgen, o sea, no reciclado. En otros casos, se aprovechan como fuente energética, rellenos sanitarios, rellenos para otros productos de plástico.

La madera, al final de su vida útil, la podemos encontrar podrida, quemada o atacada por insectos y microorganismos. Es uno de los pocos materiales que no contamina el medio ambiente en esa etapa. Los cerámicos, en muchos casos pueden ser procesados y reincorporados a la misma industria. Ejemplo de ello es la industria del vidrio, donde la chatarra constituye una parte de la materia prima para fabricar nuevos productos. En la industria de la construcción se emplean exitosamente algunos materiales reciclados extraídos de demoliciones de edificaciones antiguas.

El papel y el cartón son reciclables, los tejidos se reciclan y sirven de materia prima para la industria papelera, para la producción de plásticos y otras fibras. En resumen, la tecnología puede hacer posible y en gran medida la recuperación de la mayoría de los materiales y evitar o detener el caos que generan la chatarra metálica. Los basureros pueden ser eliminados o constituir fuente de nuevas materias primas.

Ing. Juan F. Infante Durán

Bibliografía

Smith, William I. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Madrid. 1998.