

Propiedades a tener en cuenta en la selección de materiales para el Diseño Industrial en Cuba.

Autores

Dr. Eduardo Dorta Baños, dbanos@isdi.co.cu
DI Alfredo Rodríguez, alfrodiago@gmail.com
Instituto Superior de Diseño(ISDI), Cuba

RESUMEN

Objetivos: Definir las propiedades a tener en cuenta durante la selección de los materiales para el Diseño Industrial en Cuba.

Métodos empíricos empleados:

- La observación
- La entrevista
- La encuesta
-

Métodos teóricos:

- Análisis documental
- Histórico- Lógico
- Sistémico

Resultados.

- Propiedades a tener en cuenta durante la selección de los materiales a emplear en el Diseño Industrial cubano.
- Material docente con un resumen de las propiedades de los materiales a tener en cuenta por el diseñador industrial cubano.

Conclusiones:

La selección del material óptimo se realizará sobre la base de criterios:

- Tecnológicos (resistencia mecánica, equipamiento y posibilidad de procesamiento, resistencia a la corrosión y envejecimiento, durabilidad, conductividad térmica y eléctrica, ductibilidad, maleabilidad, tenacidad, acabado, durabilidad, existencia, preparación personal para el procesamiento y otras).
- Económicos (costo por unidad de peso o volumen, costo de la materia prima, costo del procesamiento y de la transportación).
- Socioecológicos (seguridad, reciclabilidad, biodegradabilidad, renovabilidad, normativas específicas).

Las prioridades de los criterios de selección se establecerán a partir de encuestas a especialistas, basándose en pautas:

- Propias de la tipología del producto
- Comerciales
- Técnicas
- Intrínsecas del Diseño

INTRODUCCIÓN

El carácter técnico del Diseño Industrial se basa no solo en la idea conceptual del objeto, sino también en la definición de su componente material, en el que es primordial la selección del material adecuado sobre bases científicas (paso 2 del ciclo de los productos). (*Fig. 1*)



Fig. 1. Ciclo de los productos

Recordemos el concepto de material: “Materia preparada y disponible para elaborar directamente cualquier producto”. (2)

Por la experiencia docente acumulada en el ISDi durante los últimos 6 años y las relaciones de trabajo establecidas con diseñadores industriales, se ha podido apreciar la falta de consenso en los criterios para la selección de materiales a emplear en el diseño industrial. (Anexo No. 1. Modelo encuesta).

Se parte en algunos casos de criterios económicos, en otros estéticos, en algunos de resistencia y muchos otros.

No es habitual dentro de nuestros diseñadores industriales (en lo adelante diseñadores) que a la hora de diseñar un objeto se hagan las siguientes preguntas:

- ¿Qué materiales cumplen las funciones específicas?
- ¿Cuál de ellos es el óptimo?

Como es lógico, para formularse esas dos preguntas, imprescindibles en el diseño de un objeto, es necesario dominar las propiedades de los materiales y estar claro del contexto en que se desarrolla el proceso de diseño.

Existen metodologías para realizar esta selección de forma automatizada, solo que son necesarias acondicionarlas a las condiciones específicas de nuestro país, e incluso a las

condiciones específicas de cada región en que se realiza el proceso de diseño. No hemos encontrado evidencias de investigaciones realizadas al respecto.

La selección incorrecta de los materiales a emplear en el Diseño Industrial puede provocar daños económicos, tecnológicos y ambientales irreversibles.

El Diseño Industrial cubano cobrará prestigio en la medida que la comunidad técnica del país pueda apreciar la solidez en la adecuada selección de materiales a emplear por nuestros diseñadores, sobre bases económicas, tecnológicas y ambientales, que demuestren la formación técnica y que tienen los pies sobre la tierra.

El Diseño Industrial cubano no cuenta en la actualidad con una herramienta que permita la selección adecuada de los materiales a emplear.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales se obtienen de las transformaciones físicas y químicas a las que se someten las materias primas obtenidas de la naturaleza. Por ejemplo, una plancha de madera se obtiene del tronco del árbol, el vidrio se obtiene de arena, el hierro se obtiene de rocas minerales, etc. (3)

Los materiales pueden ser:

- * Naturales.
- * Artificiales.
- * Sintéticos.

Existe una creciente variedad de materiales, cada uno con sus características, aplicaciones, ventajas, limitaciones y costos. Se estima que entre 50000 y 100000 tipos de materiales están disponibles en el mundo para el Diseño Industrial, dentro de ellos más de 2000 tipos de aceros. (2)

Los tipos de materiales más empleados en en la confección de objetos son:

- Metales ferrosos: aceros al carbono, aleados, inoxidables, para herramientas y matrices, de construcción, inoxidables empleados en el diseño de interiores, hierros fundidos
- Metales no ferrosos: Aluminio y sus aleaciones, Cobre y sus aleaciones, Níquel y sus aleaciones, Titanio y sus aleaciones, Tungsteno, Magnesio y sus aleaciones, Intermetálicos, superaleaciones, Zirconio, aleaciones de bajo punto de fusión, aleaciones ultraligeras de aluminio y magnesio, metales preciosos y otras posibles variantes.
- Materiales poliméricos: termoplásticos, termoestables y elastómeros (policarbonatos, poliuretano, poliestireno, SAN, ABS, hules sintéticos, fibras de alto módulo, resinas epóxicas, materiales compuestos, membranas, fibras de carbono, ETFE, bioplásticos y otros).
- Cerámicos puros; vidrios; cerámicos vidriados; cerámicos con dióxido de circonio, con nitruro de silicio, en base a alúmina y con gradiente de composición; gres porcelánico; grafito; diamante; fibra de vidrio; vidrio óptico y materiales similares.

- Maderas y fibras: Madera estructural; pavimentos; revestimientos y madera laminada; tableros aglomerados; DM.
- Materiales de construcción: hormigón, piedra ornamental, granito, mármol.
- Materiales para aislamientos acústicos y térmicos.
- Materiales compósitos: plásticos reforzados, compósitos de matriz metálica y cerámica y otras posibles variantes.
- Nanomateriales, aleaciones con memoria de forma, aleaciones amorfas, semiconductores, superconductores y otros materiales avanzados con propiedades únicas.

Las principales propiedades de los materiales a tener en cuenta por el diseñador fueron determinadas como resultado de encuestas. (Anexo No. 2)

Al seleccionar materiales para un producto, deben considerarse sus propiedades mecánicas de acuerdo a las características que debe tener el objeto:

- Resistencia mecánica (a tracción-compresión, a flexión transversal y/o longitudinal, a torsión, a esfuerzos combinados).
- Tenacidad
- Ductibilidad
- Maleabilidad
- Dureza
- Elasticidad
- Resistencia a la fatiga
- Termofluencia

Las propiedades mecánicas específicas para un producto deben responder a las condiciones de explotación de este.

Deben considerarse las propiedades físicas que correspondan:

- Densidad
- Calor específico
- Dilatación
- Conductividad térmica
- Punto de fusión
- Propiedades eléctricas
- Propiedades magnéticas
- Transparencia
- Luminosidad

Las propiedades químicas también desempeñan un papel importante, tanto en condiciones hostiles, como en las normales:

- Corrosión
 - Degradación general de las propiedades
 - Inflamabilidad
-

- Facilidad de reacción con otros materiales

Las propiedades ecológicas cada día son más importantes:

- Toxicidad
- Reciclabilidad
- Biodegradabilidad
- Renovabilidad

Las propiedades de manufactura de los materiales determinan:

- Fundibilidad
- Conformabilidad
- Maquinabilidad
- Tratabilidad térmica
- Soldabilidad
- Existencia de equipamiento para estas operaciones
- Preparación del personal para estas operaciones

Los criterios económicos a tener en cuenta se resumen:

- El gasto energético
- Disponibilidad de las materias primas en el territorio.
- Costo del material por unidad de peso o volumen (el precio del material no debe exceder el 50% del precio del producto) (1).
- Costo del procesamiento.
- Costo de acabado.
- Costo del embalaje.
- Costo de la transportación.

Durante el proceso de manufacturado, la apariencia de los productos influye en su atractivo para el consumidor:

- El color
- El brillo
- La sensación
- La textura superficial

De todas estas propiedades, hay unas determinantes y otras menos determinantes. Un análisis profundo del material a emplear nos lleva a la conclusión, por ejemplo, de que la propiedad que determina el diseño de una malla de salto es la Elasticidad; de una olla arrocera es la Conductividad Térmica; de los faros de un carro es la Transparencia; de la defensa de un carro la Resistencia Mecánica, de una lámpara es la luminosidad.

La innovación en diseño a menudo significa el uso inteligente de un nuevo material para una aplicación determinada. Los clips de plástico y los álabes cerámicos de las turbinas

representan intentos de mejorar con polímeros y con cerámicos lo que previamente se hacía con metales (4).

Los desastres con frecuencia están causados por un mal uso de los materiales. Cuando un avión cae al suelo porque aparecen fisuras en alguna de sus alas, se debe a que los que lo diseñaron emplearon materiales equivocados o no entendieron las propiedades de éstos, al igual que en otros casos similares.

Por ello es vital que el diseñador conozca cómo se seleccionan los materiales y sepa cuál se ajusta a las demandas del diseño, demandas económicas y estéticas, así como de resistencia y durabilidad. El diseñador debe comprender las propiedades de los materiales y sus limitaciones.

En cualquier diseño real se necesita conocer los valores exactos de las propiedades de los materiales, que se obtienen a partir de las especificaciones de los suministradores o en las bases de datos existentes en Internet.

Afortunadamente vivimos en un mundo que no para de avanzar en ámbitos tecnológicos y cada vez son más las herramientas de las que dispone el diseñador para realizar la selección de los materiales adecuados.

La rotura de los materiales es casi siempre un hecho no deseado por varias razones; entre éstas cabe resaltar las posibles pérdidas de vidas humanas, las pérdidas materiales y su incidencia en el suministro de productos y servicios.

Aun cuando las causas de la rotura y el comportamiento de los materiales sean conocidos, la prevención de las roturas es muy difícil de garantizar. Las causas usuales son la selección y la conformación inapropiados de los materiales, el diseño inadecuado del componente, o bien su mala utilización en servicio.

Es responsabilidad del diseñador desarrollar planes de contingencia para el caso de una posible rotura y, si ésta ocurre, estudiar de inmediato su causa y tomar las medidas preventivas apropiadas contra futuros incidentes.

La gran mayoría de los avances tecnológicos logrados en la sociedad moderna, se han apoyado en el descubrimiento y desarrollo de materiales y de nuevos procesos de fabricación.

Existen diversos métodos a la hora de realizar la selección de un material o proceso. Desde el punto de vista práctico, la posibilidad de usar varios métodos y poderlos confrontar, garantiza una mayor eficiencia en la selección correcta del material.

La mayoría de los métodos parten de la disponibilidad de una amplia gama de materiales, los cuales se deben analizar, ya sea con ayuda de:

- Recomendaciones (método tradicional)
- Mapas de materiales (método gráfico)
- Información escrita que se encuentran en fuentes bibliográficas en forma de software, en bases de datos virtuales.

De estas formas, se llega a la selección de un único tipo de material, el cual debe resultar el más apropiado para el fin pretendido.

Debido al alto número de factores que afectan a la selección de materiales, el diseñador debe determinar cuáles son las propiedades más relevantes para la aplicación que se requiere y en base a ellas, hace la selección. A continuación, se hace una breve descripción del método tradicional y el gráfico, como los más usados en la selección de materiales.

Método tradicional

En el método tradicional se admite que antes ya funcionó algo con éxito y que elementos similares pueden construirse con los mismos materiales y los mismos métodos. Este enfoque es útil, pero leves variaciones en las condiciones de servicio pueden perfectamente requerir unos materiales o unas operaciones distintos. Además, excluye el uso de nuevas técnicas, nuevos materiales y otros adelantos industriales que hubieran aparecido desde la formulación de la solución anterior. Igualmente, imprudente sería ignorar por completo lo valioso de las experiencias pasadas.

Otra variante sería la de perfeccionar un producto ya existente, ir a la búsqueda de reducir costos y/o mejorar la calidad de los productos. Generalmente, en ese último caso, los esfuerzos comienzan por evaluar el producto y su método de fabricación. Sin embargo, una trampa muy corriente es que se pierda de vista alguna de las condiciones del proyecto original.

El enfoque más prudente e inteligente es considerar que se trata de desarrollar un producto enteramente nuevo, aunque sin ignorar las experiencias anteriores.

Sin prejuicios relativos a materiales ni métodos de fabricación, el diseñador debe formarse una imagen clara de las características que necesariamente debe cumplir el elemento para que se ajuste aceptablemente a su misión.

Con este método, el diseñador escoge el material que cree más adecuado, con base en la experiencia de elementos que tienen un funcionamiento similar y que han mostrado buenos resultados. Sus ventajas:

- El diseñador se siente seguro con un material usado en el mismo campo y ensayado.
- Las características del material empleado ya han sido estudiadas previamente y por lo tanto no es necesario realizar estudios previos a la selección.
- Ahorro considerable de tiempo.

Sin embargo, el uso de este método, en ocasiones conduce a serios problemas, ya que no se hace un estudio real del ambiente de trabajo del componente o equipo, el cual puede ser decisivo a la hora de escoger el material.

Para la aplicación acertada de este método proponemos recurrir a la opinión de expertos o a la realización de encuestas a especialistas, que descarten en gran medida posibles errores de apreciación y selección. El empleo de estas herramientas debe basarse en la obtención de la siguiente información:

1. Propiedades tecnológicas, económicas y socioecológicas que deben ser priorizadas.
2. Materiales existentes en el territorio o posibles a obtener que llevan intrínsecas las propiedades priorizadas.
3. De los materiales existentes en el territorio o posibles a obtener que llevan intrínsecas las propiedades priorizadas, cuál es el idóneo.

Para la obtención de la información anterior es necesario que el cuestionario a emplear contenga los requisitos exigidos al objeto, así como la relación de las propiedades

tecnológicas, económicas y socioecológicas que tienen que ver con el objeto en cuestión con las casillas correspondientes para la valoración de su nivel de prioridad. (Anexo No.3)

Por su parte el diseñador a cargo de la selección de los materiales debe estar en condiciones de emplear la información obtenida de manera acertada, lo que presupone definir, a partir de los materiales existentes en el territorio o posibles a obtener, cuáles llevan intrínsecas las propiedades priorizadas (definir el espectro aproximado de materiales a emplear) y a partir de aquí seleccionar el material idóneo priorizando las propiedades tecnológicas, económicas o socioecológicas, a partir de exigencias externas o de la propia decisión lógica.

Este es el método más recomendable en nuestras condiciones para la selección de los materiales, ya que está al alcance de todos nuestros diseñadores, que tendrían en sus manos los resultados de la presente investigación, con la relación de las propiedades y un resumen de los valores de estas en los materiales de probable empleo en las condiciones de nuestro país.

Mapas de materiales

Este método se apoya en graficas en las que se relacionan por pares ciertas propiedades de los materiales. El método fue diseñado exclusivamente para ser utilizado durante la etapa conceptual de la selección de materiales. En estos mapas se puede hacer una aproximación del material más adecuado (perteneciente a una determinada familia de materiales), con base en la relación de las propiedades más importantes que debe poseer el elemento.

Como es de esperar, rara vez el comportamiento de un elemento depende sólo de una propiedad. De igual manera, los mapas de materiales, también denominados diagramas de Ashby, muestran que las propiedades de las diferentes clases de materiales pueden variar en amplios intervalos (dependiendo del estado de estos), formando grupos que se ubican en áreas cerradas, zonas o campos en tales diagramas. Eso significa, que una misma familia de materiales puede tener una apreciable variación en sus propiedades, generando un campo o zona en los mapas. En estos mapas se relacionan entre otras, propiedades como resistencia, módulo de elasticidad, densidad, tenacidad, conductividad térmica, costos, etc.

En Internet existe una amplia gama de bases de datos sobre materiales, que han sido construidas para comercialización libre o son distribuidas por vendedores de materiales. Estas bases de datos son el resultado de investigaciones en ensayos de materiales. Las bases de datos se dividen básicamente en dos categorías, numéricas y literarias o de referencias bibliográficas. Dentro de las más importantes bases de datos están el banco de datos de la ASTM, la SAE, la ASM, la AISI, la NASA, etc.

También se dispone de SOFTWARE ESPECÍFICO en el mercado para la selección de materiales, EduPack es uno de los más conocidos y empleados en el mundo del diseño e ingeniería. En su base de datos podemos encontrar hasta más de 3000 materiales diferentes, más de 200 procesos, todo tipo de datos técnicos, "notas científicas" e información completa e ilustrativa de todos estos materiales y procesos.

En el proceso de selección del material el diseñador y sus encuestados tendrán que formularse muchas preguntas, dentro de las cuales están:

1. Propiedades mecánicas:

* ¿Qué resistencia mecánica se necesita?

* ¿Es posible un fallo por deformación o fractura? ¿Hay alguna preferencia?

- * ¿Cabe imaginar cargas dinámicas? En tal caso, ¿de qué tipo e intensidad?
- * ¿Cabe imaginar cargas cíclicas? En tal caso, ¿de qué tipo e intensidad?
- * ¿Se necesita resistencia al desgaste? ¿Mucha o poca? ¿Qué penetración?
- * ¿Entre qué márgenes de temperaturas deben estar presentes estas propiedades?
- * ¿Cuánto puede flexionarse o torcerse el material y seguir funcionando correctamente?

2. Propiedades físicas:

- * ¿Hay alguna característica de índole eléctrica?
- * ¿Hay alguna característica de índole magnética?
- * ¿Importan las características térmicas?
- * ¿Importa la conductividad térmica?
- * ¿El cambio de dimensiones con la temperatura?
- * ¿Hay alguna característica de índole óptica?
- * ¿Importa el peso?
- * ¿Importa el aspecto?
- * ¿Cuáles son los espesores máximo y mínimo?

3. Ambiente en que el producto debe prestar servicio:

- * ¿Cuáles son las temperaturas mayor, menor y normal de funcionamiento del elemento?
- * ¿Se dan todas las características prescritas entre estos límites de temperatura?
- * ¿Cuál es el ambiente en cuanto a corrosión o deterioro de las propiedades del material?
- * ¿Qué vida útil se espera?
- * ¿Cuál es el mantenimiento previsible del elemento?
- * ¿Cuál es la responsabilidad potencial en caso de fallo?
- * ¿En cuáles de las etapas del ciclo de vida del producto desarrolla el concepto de sustentabilidad?
- * ¿Cuáles de los conceptos de sustentabilidad se aplican?

4. Factores que influyen en el método de fabricación:

- * ¿Se han definido, en los casos posibles, componentes y medidas normalizados?
- * ¿Cuántos componentes hay que fabricar? ¿A qué ritmo?

Pese a la natural inclinación a «precipitar las soluciones», todo el tiempo que se gaste en determinar requisitos se verá ampliamente recompensado, e implica confeccionar una lista con todos los factores y considerar todas las condiciones de servicio y uso. Numerosos fracasos y demandas son resultado de simples descuidos de índole técnica o de no haber previsto el diseñador las situaciones que el producto podría enfrentar.

Para realizar un estudio de los materiales aplicados al Diseño Industrial debemos contar con suficientes datos que nos permitan responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los materiales aptos para cada uso?
- ¿Qué propiedades son comunes a todos y cuáles son específicas para determinados materiales?
- ¿Hasta qué punto podemos tener datos exactos de los valores de esas propiedades?
- Mediante qué métodos los podemos transformar.
- ¿Varían con el tiempo, con los factores ambientales y con el uso que se les dé al producto?
- ¿Qué podemos hacer con el material cuando el producto finaliza su vida útil?

La respuesta a estas interrogantes es el objetivo final de la presente investigación.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ S. Kalpakjian, S.R. Schmid (2010): “Manufactura, Ingeniería y Tecnología” (Volumen I), La Habana, Editorial Félix Varela.
- ² Dorta Baños E. (2015): “Estructura y Resistencia de Materiales para diseñadores”, La Habana, Facultad Diseño Industrial ISDi. (Digital).
- ³ Ídem anterior.
- ⁴ Rossa Sierra Alberto (2014): “Diseño y Selección de Materiales”, Guadalajara, Universidad Panamericana.

BIBLIOGRAFÍA

- Dorta Baños E. (2015) Estructura y Resistencia de Materiales para diseñadores [recurso electrónico], La Habana, Facultad Diseño Industrial ISDi.
- Gerardo Rodríguez M. (2014) Manual de Diseño Industrial Curso Básico UAM-AGG, 3 ed., México: ediciones Gustavo Gili.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S.R (2010) Manufactura, Ingeniería y Tecnología (Volumen I), La Habana, Editorial Félix Varela.
- Matta Poveda, J. P. (2012) Diseño de una metodología para la selección de procesos de manufactura usando cartas y bases de datos, Facultad Ingeniería, Universidad EAN, Bogotá, Colombia. (Tesis de Grado)
- Metodología, Diseño Industrial y Materiales (2014) Departamento Técnico y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Barcelona.
- Riba Romera, C. (2008) Selección de materiales en el diseño de máquinas, ediciones UPC/POLITEX, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Rossa Sierra A. (2014) Diseño y Selección de Materiales, Guadalajara, Universidad Panamericana.
- Universidad Nacional de Córdoba (2015) Selección de materiales y procesos de manufactura: Cátedra de Diseño y Cátedra de Tecnología; Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.