

10. Futuro de los Materiales inteligentes

10.1 Tipos de Materiales Inteligentes

10.1.1 Materiales Electro y Magnetoactivos.

Son materiales que actúan o reaccionan ante cambios eléctricos o magnéticos (magnetostrictivos, electrostrictivos, ...), ampliamente empleados en el desarrollo de sensores. También, los nuevos desarrollos en base a materiales poliméricos conductores han dado paso a los EAP (Electro Active Polymers) cuyo desarrollo abren paso a los músculos artificiales y mecanismos orgánicos artificiales.

- Los materiales piezoeléctricos, materiales con la capacidad para convertir la energía mecánica en energía eléctrica y viceversa, son ampliamente aplicados como sensores y actuadores, vibradores, zumbadores, micrófonos, ..etc. En la actualidad además de los cerámicos, existen polímeros piezoeléctricos como el PVDF, que en forma de films son fácilmente incorporados a plásticos y composites.

- Los materiales electro- y magnetoreológicos, materiales capaces de alterar su propiedades reológicas ante variaciones del campo. Son suspensiones de partículas micrométricas magnetizables, en fluidos de distintas naturalezas (aceites hidrocarburos, silicona o agua), que de forma rápida y reversible aumentan su viscosidad bajo la aplicación de campos magnéticos. Existen aplicaciones por ejemplo en los amortiguadores variables en base a fluidos magnetoreológicos MRF.

10.1.2 Materiales Fotoactivos (Eléctroluminiscente, Fluorescente, Fosforescente o Luminiscentes).

Son materiales que actúan emitiendo luz. En el caso de los electroluminiscentes cuando son alimentados con impulsos eléctricos emiten luz, los fluorescentes devuelven la luz con mayor intensidad y los fosforescentes, almacenan la energía y la emiten después de cesar la fuente de luz inicial.

Son ya aplicados a sistemas de señalización y seguridad. En el caso de los electroluminiscentes, emiten luz fría y su disposición en forma de film (lámparas planas) están siendo combinados en piezas plásticas mediante técnicas como IMD (In Mold Decoration) para realizar piezas 3D que emiten luz propia.

10.1.3 Materiales Cromoactivos (Termocrómico, Fotoctrónicos, Piezocrómicos).

Son materiales que modifican su color ante cambios de temperatura, luz o presión. Los termocrómicos están ya presentes en forma de etiquetas de control de temperatura (cadena de frío), artículos de hogar (envases microondas, sartenes, mangos,...), juguetes (calcomanías que al frotar muestran una imagen).

10.1.4 Materiales con Memoria de Forma (aleaciones metálicas SMA y polímeros).

Se definen como aquellos materiales capaces de “recordar” su forma y capaces de volver a esa forma incluso después de haber sido deformados. Este efecto de memoria de forma se puede producir por un cambio térmico o magnético.

Las aleaciones metálicas más conocidas son las aleaciones de níquel-titanio, cuyo nombre comercial es NITINOL, y que responden ante campos térmicos. Si a un alambre de SMA, se hace pasar una corriente eléctrica hasta calentarlo a una temperatura determinada, se encogerá hasta un 6% de su longitud, si se enfría por debajo de la temperatura de transición recupera su longitud inicial. Sus aplicaciones están extendidas en medicina como cánulas intravenosas, sistemas de unión y separadores, alambres dentales en ortodoncia, ... En robótica, se emplean los alambres de Nitinol como músculos artificiales, resortes, tiradores,como válvulas de control de temperatura son aplicables en duchas, cafeteras,...sistemas de unión y separación controlados,...etc.

En general estos materiales llamados “inteligentes” se solapan y se entremezclan con otras grandes tecnologías como las nanotecnologías, la microelectrónica y los biomateriales.

¿Cuáles son sus aplicaciones actuales?

Al margen de las aplicaciones en sectores como el aeroespacial y militar, los materiales anteriores pueden por sí solos, constituir productos inteligentes o elementos fundamentales como sensores y actuadores de uso en ingeniería civil y servicios a la sociedad en general.

Los sensores y actuadores, a su vez, se pueden combinar e incorporar de modo externo o posterior a la fabricación de un producto de cara a:

- Autocontrolarse durante su fabricación, interaccionando con los parámetros de proceso de cara a asegurar un nivel de calidad.

- Conformar un producto final multifuncional, que pueda ofrecer diferentes respuestas en función de las condiciones previstas.
- Monitorizar y controlar su estado en funcionamiento.
- Monitorizar su entorno y dar ordenes a otros sistemas.
- Autorepararse.

10.2 Nuevas Tecnologías

10.3 Presente y futuro de los materiales Inteligentes

Hoy en día se aplican en sistemas de monitorización y control activo en muchos procesos y en algunos productos. Sin embargo la evolución de estos materiales pueden permitir llegar a ser incorporados durante el proceso de elaboración del producto, de modo integrado, combinando diferentes materiales activos, reduciendo y simplificando los diseños y etapas de fabricación.

Existen otros sensores como la fibra óptica, que permite medir la mayoría de las propiedades físicas: desplazamiento, fuerza, fluidez, temperatura, presión, rotación, acústica, campo magnético, campo eléctrico, radiación, vibración , daños, ... También es aplicable al control del fraguado de cemento en piezas prefabricadas, estructuras industriales, grúas, estructuras de máquina herramienta, aerogeneradores,...etc.

En otros sectores, la presencia de los materiales activos en el mundo del envase y el embalaje, permiten garantizar la calidad de los productos y además ayudan a controlar los procesos de producción y distribución, mediante envases que controlen la duración del contenido (film de polímeros biocidas) o que lo defiendan contra la contaminación por microorganismos, etc.

En la industria del automóvil, la electrónica y la sensorización van adquiriendo, día a día, una importancia mayor. Sistemas de seguridad y control, que pretenden alcanzar un compromiso entre comodidad y seguridad.

10.3.1 Telas inteligentes: mucho más que simple ropa

Todos imaginamos que en el futuro la vida no será como la conocemos actualmente. Podemos estimar que muchas cosas del vivir diario se harán más prácticas y nos permitirán ganar eficiencia y optimizar nuestro tiempo. A esto llegaremos mediante dos caminos: el uso de elementos cada vez más pequeños, es decir la nanotecnología y los llamados materiales inteligentes; aquellos de gran eficiencia, funcionalidad,

precisión, auto reparación y durabilidad. Quizás estas tecnologías puedan ofrecernos por ejemplo telas inteligentes que no se ensucien y que controlen la temperatura corporal, vestimenta que monitoree la respiración, uniformes militares que cambien de color o se arreglen a sí mismos, vendas inteligentes...

En nuestra vida diaria, casi todo lo que usamos sobre nuestra persona y para nuestra comodidad requiere de material textil: desde la ropa, el alfombrado de una casa y hasta el interior de un auto. Sin ellos, la vida sería dificultosa ya que la ropa por ejemplo, además de una cuestión estética, provee protección contra las condiciones climáticas, como la luz solar, el viento, las bajas temperaturas. Actualmente, los materiales textiles ya ofrecen especial protección en climas extremos, en desempeño profesional con condiciones de riesgo como el fuego, el calor o los componentes tóxicos. Pero cuando un material textil posee una función adicional, puede ser considerado inteligente. El objetivo de hacer materiales y objetos inteligentes no es una idea nueva: la ciencia constantemente avanza para poder idear estructuras que puedan ser sensibles a condiciones internas y ambientales, aptas para modificarse apropiadamente. Los materiales que los investigadores llaman “inteligentes” son materiales que pueden adaptar sus formas, algunas veces conectados a una computadora. En un futuro y mediante la manipulación molecular, serán verdaderamente inteligentes cuando mediante sensores, sean fácilmente controlables y su aplicación en la práctica mucho mayor.

La industria textil estuvo en la cresta de la ola en la primera revolución industrial y los avances en tecnología textil seguramente tendrán nuevos e innovadores efectos en estos materiales. Gracias a la nanotecnología, los tejidos podrán tener sensores, motores y computadoras a un pequeño costo extra. Las telas gracias a estos sensores podrían detectar luz, calor, humedad, presión y usar una pequeña red de información para integrar estos datos. Los materiales utilizados todos los días, podrían responder a las necesidades de cada persona, cambiando de forma, color y textura, de acuerdo al clima, postura o situación. Podría ser que en el futuro exista sólo un talle de ropa que se adapte a cada persona, abrigado en invierno, y fresco y seco en verano.

Existe una clasificación de este tipo de insumos textiles: el tejido inteligente pero pasivo, aquel que provee por ejemplo aislamiento en condiciones climáticas extremas, pero lo proporciona igualmente en un ambiente cálido como en uno frío. Un tejido inteligente activo es por ejemplo un abrigo cuya tela permite la respiración de la piel pero la humedad de la lluvia no lo traspasa; y un tejido realmente inteligente sería aquel que adapta su funcionalidad a las condiciones requeridas. Es

en esta área específica donde se investigan conceptos nuevos, conjuntamente con la electrónica y con el desarrollo de polímeros sensibles a estímulos que, integrados a las fibras textiles, puedan activar su funcionalidad. Estos materiales tangibles serían a la medida de satisfacción de cada cliente. En el futuro, esta tecnología ya está tocando las puertas en nuestro siglo.

En Estados Unidos, el doctor Juan Hinestroza, profesor del Departamento de Ingeniería Textil, Química y Ciencia de la State University de Carolina del Norte, junto con investigadores de Puerto Rico, son pioneros en un método para fabricar telas resistentes a sustancias químicas, adhiriendo minúsculas capas o “nanocapas” a las fibras naturales.

Estas capas tienen 20 nanómetros –veinteava billonésima parte de un metro– de grosor y están compuestas de diferentes polímeros que pueden controlar qué es lo que traspasa la tela en un proceso llamado “transporte selectivo”.

El doctor Hinestroza sostiene que gracias a estas capas especiales se puede impedir el paso de gas mostaza o químicos industriales, mientras la tela sí permite el paso del aire y la humedad para que siga teniendo permeabilidad y respiración. Las capas especiales se adhieren a las fibras por electrostática, de manera similar a la que los imanes atraen dependiendo de la carga electromagnética. Las sustancias químicas como el gas se adhieren a los polímeros de las fibras, ya que éstos son hechos de material que las atrae.

Este logro tendría muchos e importantes usos. Se puede pensar en guantes con las drogas necesarias para tratar artritis; uniformes del ejército con material antibacteriano para prevenir infecciones en caso de heridas, sábanas, telas y vendajes antibacteriales para uso médico y ropa en general confortable y resistente a agentes químicos y biológicos, es decir vestimentas que ofrezcan alta protección, sin afectar la comodidad. También, podrían desarrollarse pañales con poli electrolitos hipoalérgicos y pañuelos con medicinas antialérgicas incorporadas.

Del otro lado del mundo, en Victoria, Australia; una fábrica de textiles ya ofrece tejidos que pueden ser también denominados inteligentes. Se trata de un tejido compuesto por 95 por ciento de lana merino y 5 por ciento de lycra.

Los científicos de las industrias CSIRO (Tecnología en Fibras y Textiles), han creado esta tela especial que protege el cuerpo de heridas y traumas, especialmente en pacientes que están postrados o que deben guardar reposo por mucho tiempo. En estas personas la circulación sanguínea no es buena y junto con la edad avanzada,

las capas de la piel se debilitan. Entonces un pequeño golpe, el hecho de estar en silla de ruedas o en reposo largo tiempo provoca que la piel se lastime. Para ello, la invención de CSIRO es esencial. Es una tela suave y liviana, su composición la hace fresca en verano, a la vez, permite conservar la temperatura corporal. La estructura del tejido reúne dos propiedades fundamentales, puede estirarse en un 100 por ciento sin que esto signifique presión de la tela en el cuerpo, lo que hace que sea simple de usar en codos, rodillas y muñecas. A la vez se adapta perfectamente a sus formas, evitando la fricción que puede causarle daño a la piel. También está químicamente tratada para ser lavada con frecuencia sin perder su calidad.

Con el apoyo de Innovación Australiana en Lanas (AWI) y el fabricante Smith & Nephew, CSIRO realizó una primera experimentación con esta tela. Personas en residencias para mayores utilizaron estas vestimentas inteligentes 5 días seguidos. Las telas no dejaron marcas en la piel y tampoco acumularon humedad. Debido a esta prueba exitosa, los creadores de esta súper tela experimentarán con ella en un estudio clínico de 6 meses con 400 participantes.

CSIRO también está investigando para crear telas que respondan a cambios de temperatura y pasen de ser frescas, a ser aislantes y calientes a medida que la temperatura desciende. También, una de sus metas a futuro es la incorporación de sensores electrónicos vinculados a elementos telemétricos que puedan monitorear la función cardiovascular.

Los materiales inteligentes en general, podrán interactuar con los seres humanos creando no sólo la siguiente revolución industrial sino un cambio en nuestro entendimiento de todos los fenómenos físicos complejos.

En el futuro y quizás ya nada lejano, podremos reemplazar todo un guardarropas con sólo un par de estos equipos que sean algo más que una simple vestimenta y una cuestión estética. La ropa inteligente algún día se adaptará perfectamente al clima, cambiará de color según la propia apetencia, será resistente a las manchas, proveerá protección antibacterial, protegerá la piel de los golpes y también, podrá por si esto fuera poco, monitorear nuestros signos vitales. Los tiempos venideros se volverán evidentemente prácticos si con sólo vestirnos, logramos todo esto.

10.4 Nano Materiales

Los nanomateriales son materiales con propiedades morfológicas más pequeñas que un micrómetro en al menos una dimensión. A pesar del hecho de que no hay consenso sobre el tamaño mínimo o máximo de un nanomaterial, algunos autores

restringen su tamaño de 1 a 100 nm, una definición lógica situaría la nanoescala entre la microescala (1 micrómetro) y la escala atómica/molecular (alrededor de 0.2 nanómetros).

10.4.1 Conceptos fundamentales

Un aspecto único de la nanotecnología es la enorme razón de superficie a volumen presente en muchos materiales en nanoescala que propicia la aparición de nuevos efectos mecánico cuánticos, por ejemplo, el "efecto de tamaño de cuanto" en el que las propiedades electrónicas de los sólidos se ve alterada con una gran reducción en el tamaño de las partículas. Este efecto no tiene importancia al ir de macro a micro dimensiones. Sin embargo, se vuelve dominante cuando la nanoescala es alcanzada. Además, varias propiedades físicas cambian cuando se compara con sistemas macroscópicos. Las nuevas propiedades de los nanomateriales es el sujeto de la investigación nanomecánica. Sus actividades catalíticas revelan novedosas propiedades en la interacción con biomateriales.

La nanotecnología puede ser imaginada como la extensión de las disciplinas tradicionales hacia la consideración explícita de las mencionadas propiedades. Además, las disciplinas tradicionales pueden ser reinterpretadas como aplicaciones específicas de nanotecnología. Esta reciprocidad dinámica de ideas y conceptos contribuye a la comprensión moderna del campo. Ampliamente hablando, la nanotecnología es la síntesis y aplicación de ideas provenientes de la ciencia y la ingeniería hacia la comprensión y producción de materiales y dispositivos novedosos.

Los materiales reducidos a la nanoescala pueden súbitamente mostrar propiedades muy diferentes a las que exhiben en una macroescala, posibilitando aplicaciones únicas. Por ejemplo, sustancias opacas se vuelven transparentes (cobre); materiales inertes se transforman en catalizadores (platino); materiales estables se transforman en combustibles (aluminio); sólidos se vuelven líquidos a temperatura ambiente (oro); aislantes se vuelven conductores (silicona). Materiales como el oro, que es químicamente inerte en escalas normales, pueden servir como catalizadores a nanoescalas. Mucha de la fascinación que produce la nanotecnología proviene de estos peculiares fenómenos cuánticos y de superficie que la materia exhibe en nanoescala.

Partículas de polvo de tamaño nanométrico (también llamadas nanopartículas) son potencialmente importantes en la cerámica y la pulvimetalurgia, el logro de nanoporosidad uniforme y otras aplicaciones similares. La fuerte tendencia de

pequeñas partículas de formar grupos es un serio problema tecnológico que impide tales aplicaciones. Sin embargo, algunos dispersores como el citrato de amoníaco (acuoso) y el alcohol oleico (no acuoso) son aditivos prometedores para la desaglomeración. Son materiales a nanoescala. Materiales con características estructurales de una dimensión entre 1-100 nanómetros.

Los nanomateriales pueden ser subdivididos en nanopartículas, nanocapas y nanocompuestos. El enfoque de los nanomateriales es una aproximación desde abajo hacia arriba a las estructuras y efectos funcionales de forma que la construcción de bloques de materiales son diseñados y ensamblados de forma controlada.

Un reciente informe de Small Times predice un fuerte crecimiento de los denominados nanomateriales. En el mismo se comentan los diferentes tipos existentes en la actualidad (tales como las nanoarcillas para reforzar plásticos) o los nanotubos de carbono para agregar conductividad a varios materiales.

Muchos de estos avances los están llevando a cabo empresas norteamericanas pequeñas y medianas en colaboración con empresas líderes.

Existen tres categorías básicas de nanomateriales desde el punto de vista comercial y desarrollo: óxidos metálicos, nanoarcillas y nanotubos de carbono. Los que más han avanzado desde el punto de vista comercial son las nanopartículas de óxido metálico.

10.4.2 Nano fibra

Una nanofibra es una fibra polimérica con diámetro inferior a 500 nanómetros. Se obtienen a partir de técnicas especiales que permiten obtener esas fibras ultrafinas, de propiedades muy particulares y de muy diversos usos.

10.4.2.1 Obtención

Un proceso convencional para obtener fibras comunes consiste en el hilado en el que un polímero fundido o en solución se hace pasar por una boquilla a cierta velocidad y temperatura. Además se estira el material buscando darle más módulo y resistencia. Pero para obtener una nanofibra, se utiliza lo que se llama electrohilado (electrospinning), que permite producir filamentos continuos cien veces inferiores a los métodos convencionales. Dichos filamentos se depositan en una membrana o malla no tejida llamada material nanofibroso.

10.4.2.2 Propiedades

En el material nanofibroso la relación superficie-volumen es muy elevada. Las estructuras obtenidas generan sistemas dinámicos que pueden variar tanto el tamaño de los poros como la forma. Las propiedades de flexibilidad, tenacidad y resistencia a la tracción son imposibles de conseguir con otros materiales de estructuras convencionales.

Aplicaciones

La baja densidad y elevado volumen de los poros hacen a estos materiales apropiados para dispositivos biomédicos como el sistema de liberación controlada de fármacos o la obtención de cosméticos.

También para principios activos e ingeniería de tejidos; prendas de vestir, implementos de limpieza y hasta productos industriales de catálisis, filtrado, barrera y aislamiento, pilas, transistores, óptica, tecnología de la información y del sector espacial.