



Polímero compuesto (Maicena-Silicona)

D. Ruiz de Pascual, J. A. Fernandes, A. Lomas, A. Velasco

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

INFORMACIÓN

Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019

Entrega Proyecto 15 Mayo 2019

Disponible online 20 Mayo 2019

Keywords:

Silicona

Maicena

Funda

ABSTRACT

Tras un experimento fallido de fabricación y aplicación de un fluido no newtoniano decidimos mezclar y amasar maicena y silicona, obteniendo una masa compacta y suficientemente moldeable con la cual creamos una funda para dispositivos electrónicos. Los ensayos de corrosión, de resistencia al cambio de temperatura, de dureza y de resistencia a impacto nos proporcionarán información sobre sus propiedades más interesantes para su aplicación en el día a día. Al ser un material con gran flexibilidad y fácilmente moldeable puede ser aplicado a otros muchos campos de la industria sin grandes costos de fabricación. En conclusión, obtenemos un material versátil y de fácil producción.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved

1. Introducción

Nuestro proyecto consiste en desarrollar una funda protectora para dispositivos digitales (móviles, tablets, e-book...) fabricada con maicena y silicona.

Elegimos la idea de desarrollar una funda de móvil debido a que el uso de dispositivos electrónicos está en continuo aumento desde hace años. Siempre llevamos uno a mano ya que es una herramienta fundamental en los tiempos que vivimos. Al ser tan elemental para lo cotidiano es muy importante protegerlo, por lo que sería un buen negocio desarrollar este producto de cara al público.

En un principio íbamos a desarrollar una funda protectora con una cámara en la cual introduciríamos la suficiente cantidad de fluido no newtoniano para que absorbiera posibles impactos que recibiese nuestro dispositivo electrónico. Este fluido, bajo la acción de una o varias fuerzas se comporta como un sólido, pero al estar libre de cualquier fuerza externa se comporta como un líquido.

Desarrollamos el fluido no newtoniano mezclando maicena y agua, pero nos surgieron inconvenientes que nos obligaron a enfocar el trabajo de otra manera.



Fig. 1. Maicena utilizada para la fabricación del material

Por ejemplo, la maicena y el agua pasadas unas horas se separaron, quedando toda la maicena sólida bajo el agua y perdiendo las propiedades tan características de este material.

Para volver al estado anterior se debe amasar durante un tiempo, lo que imposibilita la función protectora, ya que no obtenemos las características que necesitábamos.

Después de esto nos centramos en el desarrollo de la funda citada anteriormente. Seguimos utilizando la maicena, pero sustituimos el agua por silicona para evitar la separación y compactar nuestro material.



Fig. 2. Silicona utilizada para la fabricación del material

2. Materiales y Métodos

Como ya sabéis, para la funda mezclamos maicena con silicona.

La maicena o harina de fécula de maíz, es un alimento formado principalmente por fibras y algunos minerales como el calcio, el zinc, el magnesio o el sodio.

Principalmente es utilizado en ámbitos culinarios como harina y en otros campos como el farmacéutico en la elaboración del talco o para combatir rozaduras en la piel.

La silicona es un polímero inorgánico formado por átomos de Oxígeno y Silicio

Dependiendo de la forma de obtención y de los procesos químicos a los que ha sido sometido, puede llevar a cabo distintos usos. Sus propiedades más importantes son:

- la resistencia a las altas temperaturas,
- baja conductividad térmica,
- baja reactividad química y flexibilidad
- Vida útil larga
- Impermeable
- Densidad=2.5*10³ kg/m³
- Módulo de Young= 0.075 GPa
- Rp=3.4 MPa
- ξ =80%
- Dureza Vickers= 2 HV
- Compresión a 23 y 70 grados= 5%
- Conductividad térmica= 1.2-1.4 W/m*grado Celsius
- Distorsión térmica= 0.0753 MW/m

Las aplicaciones más destacables de la silicona son:

- los implantes médicos
- protectores solares
- sistemas de drenajes
- cápsulas para la ingestión de algunos medicamentos evitando así daños en nuestro cuerpo.

La elaboración de la funda se divide en 3 pasos:

1.-Proteger el móvil para el que vamos a desarrollar la funda, que usaremos de molde directamente, para que después de haber acabado el proceso la silicona no quede pegada al móvil, o la maicena se introduzca en alguna de las ranuras del móvil.

Para proteger usaremos papel filme, envolvemos el móvil dejándolo lo más pegado posible para que haya el menor número de imperfecciones a la hora de moldear.

También podemos proteger la superficie de trabajo para que al trabajar no tengamos muchos problemas al recoger, usaremos un papel film, sobre la superficie.

2.-Obtener la masa de la funda. Nos ponemos unos guantes de látex antes de empezar a moldear, se mezclan 83 ml de maicena con la silicona necesaria para que se mezcle con toda la maicena.

Amasamos hasta que tengamos una única masa. Con la ayuda de un rodillo aplanamos la masa para que tenga un espesor homogéneo.



Fig. 3. Fabricación de la funda del móvil

Colocamos el móvil en el centro de la funda y con ayuda de un cúter cortamos partes sobrantes de la masa, y dejamos una forma recta. En las esquinas hacemos unos cortes para moldear con mayor facilidad.

Después las esquinas las subimos hacia la pantalla, para cerrar la funda, con cuidado de que no quedan con mucho espesor para que se adapte al móvil.

3.-Lo dejamos secar 4 horas, hasta que sintamos que está lo suficientemente seca.

Por último, tenemos que recortar las partes sobrantes, es decir la zona de la cámara, el botón volumen y las ranuras para cargar. Y las partes sobrantes de la pantalla, para que equivalga a la medida de la zona táctil, medimos 0.5 cm y cortamos esas partes. Y sacamos la funda del móvil.

Cuando la funda está acabada, la podemos personalizar a deseo del consumidor.

2.1. Ensayos

Lo que buscamos con los ensayos es comprobar su durabilidad y resistencia a situaciones no tan comunes como el recalentado del aparato, la caída del móvil, la exposición a ambientes corrosivos; y todo esto para comprobar su viabilidad.

Dichos ensayos son: de corrosión, de resistencia al cambio de temperatura, de temperatura, de resistencia a impacto y de dureza.

2.1.1. Ensayo de Corrosión

En este ensayo intentamos simular un medio corrosivo para estimar la resistencia de nuestro material en dichos ambientes a corto o a largo plazo.

Normalmente este ensayo es aplicado para metales o aleaciones, debido a que están expuestos con frecuencia a este fenómeno y puede provocar pérdida de sus propiedades perdiendo así su funcionalidad.

Para realizarlo elaboramos tres bloques del material con el mismo peso de 105 gramos cada uno y los sumergimos en distintos líquidos corrosivos, como:

- Disolvente: Baja corrosividad, comúnmente utilizado para disolver pintura
- Acetona: Compuesto orgánico líquido obtenido a partir del ácido acético o gases procedentes del petróleo
- Decapante: Líquido espeso y altamente corrosivo utilizado para eliminar óxido, esmalte o pintura.



Fig. 4. Acetona y disolvente universal empleados

Para comprobar la resistencia a medios corrosivos, calculamos la masa que pierde el material en función del tiempo con la ecuación de la velocidad de corrosión.

$$v = \frac{m_i - m_f}{p \cdot A \cdot t} \quad (1)$$

Donde:

v = velocidad de corrosión

m_i = masa inicial

m_f = masa final

p = densidad del material

A = superficie de exposición

t = tiempo

2.1.2. Ensayo de Resistencia a cambios de Temperatura

Para visualizar la resistencia a cambios de temperatura hemos realizado dos experimentos:

Sabiendo que el móvil se recalienta y puede alcanzar temperaturas máximas de aproximadamente 50 °C, hemos decidido calentar el material en el horno a 50 °C. Para ello primero hemos precalentado el horno para alcanzar la temperatura deseada y posteriormente calentamos el material.

Ya que un móvil no suele estar mucho tiempo recalientado, se han tomado dos medidas, una a los 10 minutos y otra a los 20 minutos.



Fig. 5. Ensayo de calentamiento

También lo enfriamos en el congelador a -24 °C, ya que era el mínimo que podíamos enfriar, y tomamos dos medidas a tiempos iguales que en el primer caso. Este ensayo se debe al posible enfriamiento de la funda al estar en contacto con el frío.

2.1.3. Ensayo de Resistencia a Impacto

Para llevar a cabo el ensayo de resistencia a impacto se ha realizado un único experimento, que consistía en dejar caer desde ciertas alturas el material, que estaría actuando como protector de un huevo cocido.



Fig. 6. Ensayo de impacto

Esto se ha conseguido realizando una funda exactamente con el mismo proceso que se utilizará para hacer la funda final con la mínima diferencia de que el objeto utilizado para moldear en lugar de ser un dispositivo móvil es, en este caso un huevo.

Dejando caer el conjunto de funda y huevo desde ciertas alturas se han calculado las energías potenciales que actuaban en cada caso así se puede hacer una idea aproximada de la resistencia del huevo bajo el efecto protector de la funda.

Las medidas tomadas son: masa del huevo, masa de la funda protectora y espesor del punto en el que se recibe el impacto

2.1.4. Ensayo de Dureza

El experimento consiste en sumergir la funda en una disolución de agua y azúcar con la idea de conseguir mayor estabilidad y rigidez, consiguiendo más dureza.



Fig. 7. Ensayo de dureza

Este ejercicio es comúnmente usado en tejidos, por ejemplo, en piezas de ganchillo que se le quiere dar una forma estable, pero por las propiedades del tejido no permanecen en la forma no deseada, al darle un baño, y dejarlo secar la pieza se vuelve rígida.

La realización del fluido consiste en mezclar la misma cantidad de agua que de azúcar, remover hasta que el azúcar se disuelva en el agua y tener una mezcla homogénea de agua y azúcar.

En el caso del experimento hemos utilizado una cantidad de 50 ml de agua y 50 ml de azúcar (densidad: 1,59 g/ml) que son 79,5 g de azúcar, la disolución tendrá una densidad aproximada de 1.296 g/ml tomando la densidad del agua del grifo es de 1,002 g/ml.

Debido a la observación realizada en tejido hemos percibido que la zona está en contacto con una superficie a la hora de dejarla secar, como puede ser un gancho o una pinza, esta zona del tejido no tiene tanta rigidez, porque la disolución en esta no entra en contacto con el tejido.

Que el tejido obtenga una rigidez se debe a que el secado de la disolución de agua y azúcar, el tejido lo absorbe, el agua se evapora, pero el azúcar se queda adherido al tejido dando la rigidez buscada.

Para experimentar con la funda, después de sumergirla en la disolución, lo colgamos con gancho en una cuerda para la superficie de roce sea la mínima y lo dejamos secar

En la funda de silicona y maicena no ocurre exactamente lo mismo porque la funda no lo absorbe, la disolución se queda formando una capa externa. Esta capa al principio mientras se va secando, es decir, se evapora el agua, deja una textura pegajosa, pero pasado de un tiempo, queda como antes del experimento, no obtenido la dureza y rigidez buscada.

3. Resultados

A continuación, se muestran las explicaciones y conclusiones de los distintos ensayos y experimentos realizados:

3.1. Resultado Ensayo de Corrosión

Tras dejar nuestro bloque del material sumergido varias horas en los distintos líquidos corrosivos apenas surgía efecto sobre la superficie de ninguna muestra. Después de esta observación decidimos limpiar cada bloque con agua y volver a sumergirlo en líquidos todavía más corrosivos y durante un mayor tiempo.



Fig. 8. Probeta antes y después del ensayo de corrosión

Al volver a comprobar el estado y pesar las muestras los resultados fueron los mismos. Nuestro material apenas perdía uno o dos gramos, o incluso llegaba a pesar más al absorber cierto líquido.

Comprobamos si cometimos un error al llevar a cabo el proceso de pesado de los bloques. Volvimos a realizar el ensayo con dos básculas distintas y más muestras del mismo peso inicial que las anteriores.

Nos aseguramos de que el recipiente y la superficie estaba limpia y sin rastro de ningún líquido que pudiera modificar los resultados. Efectivamente las muestras sumergidas en decapante llegaban a tener un mayor peso de la inicial.



Fig. 9. Probeta tras el ensayo de inmersión

Tabla 1. Resultados de los ensayos de corrosión

Líquidos Corrosivo	Masa inicial (g)	Masa Final (gr)
Acetona	105	103
Decapante	105	108
Disolvente Universal	105	106

3.2. Ensayo de Temperatura

Para este ensayo, se han utilizado dos trozos de material para realizar los distintos experimentos.

- A -24 °C: Hemos fabricado un trozo de 13 g y lo colocamos en el congelador. Los primeros 10 minutos el material ha mantenido su forma, volumen y masa. Hemos visualizado que el material se vuelve un poco más duro y pierde flexibilidad. A los 20 minutos sigue igual.
- A 50 °C: El trozo calentado en el horno, de 20 g, tampoco ha variado su forma, volumen masa. En este caso, hemos notado una pérdida de dureza y flexibilidad más notable entre los 10 y los 20 minutos. El material, en este caso, se ha agrietado un poco y al tirar al suelo se han roto pequeños pedazos.

Estos efectos son plásticos, lo que es una desventaja para nuestro material.

Por lo tanto, obtenemos un polímero que a altas temperaturas baja su resistencia a impacto.

3.3. Resultado Ensayo de Impacto

Todas estas medidas y experimentos son tomadas con una masa de la funda de 33 g y un espesor en el punto de impacto de 4 mm.

Se ha dejado caer el conjunto desde tres distintas alturas hasta que consiguió romper (5 cm ,10 cm y 15 cm)

Los resultados del ensayo de impacto son los siguientes:

Tabla 2. Resultados del ensayo de resistencia a impacto

Masa del huevo (g)	Altura de Caída (m)	Energía potencial (U)
70	0.05	$U = m_{\text{huevo}} g h ; U = 70 \cdot 9.81 \cdot 0.05 ;$ $U_1 = 34.335 J$
	0.10	$U = m_{\text{huevo}} g h ; U = 70 \cdot 9.81 \cdot 0.10 ;$ $U_2 = 68.67 J$
	0.15	$U = m_{\text{huevo}} g h ; U = 70 \cdot 9.81 \cdot 0.15 ;$ $U_3 = 103.005 J$

- Caída desde 5 cm: al dejar caer el conjunto huevo- funda desde la altura de 5 cm no se obtienen resultados notables pues ni la funda ni el huevo presentaban ningún tipo de deformación ni defecto alguno. por lo tanto, se puede afirmar sin temor a equivocarse que el conjunto es resistente A la energía de $U [U_1] = 34.335 J$
- Caída desde 10 cm: De nuevo en el segundo intento de poner a prueba nuestro proyecto nos encontramos con que a pesar de aumentar al doble la altura de la caída el conjunto huevo-funda aguanta perfectamente y no se rompe lo cual indica que este conjunto aguanta una energía de $U [U_2] = 68.67 J$ sin ningún tipo de problema
- Caída desde 15 cm: después de 2 intentos y como dice el dicho a la tercera va la vencida, en esta prueba telas caer desde una altura de 15 cm finalmente el conjunto huevo-funda acaba por romperse. en esta ocasión la funda permanece intacta lo cual es obvio pero el objeto al que protegía presenta un claro golpe en el punto del impacto, por lo cual podemos decir que el el huevo bajo la acción protectora de la funda no es capaz de aguantar una energía de $U [U_3] = 103.005 J$

Una vez hecho este experimento sacamos las siguientes conclusiones: es obvio que no es comparable un huevo al objetivo de esta funda, que son dispositivos electrónicos móviles, pues la resistencia, dureza y composición son completamente distintos y no se pueden comprar en ningún sentido, pero esto sirve para hacerse una idea de las capacidades de absorción de energía del compuesto creado.

4. Conclusiones

Después de llevar a cabo los experimentos mencionados con anterioridad, el grupo ha llegado a las siguientes conclusiones en relación a distintos campos:

Ventajas:

- Es posible reprocesarlo para convertir en un material de peores calidades
- El contenido calorífico puede ser controlado por combustiones controladas para minimizar emisiones tóxicas
- Se puede depositar en vertederos
- Precio muy asequible:
 - Maicena: 1.59 €
 - Silicona: 17.50 € por 1 kg
- Fácil procesamiento
- Tiempo de uso superior a la vida útil de un móvil medio

Desventajas:

- No es biodegradable
- No es reciclable
- Aspecto poco agradable sin procesos decorativos
- Fragilidad a 50 °C de temperatura, aunque la temperatura media de un móvil es de 25 °C.
- Podemos afirmar que el material creado es sencillo de desarrollar, no tiene un alto precio, (pues utiliza materiales que pueden estar en cualquier casa normal), cumple bien su función y puede reemplazar con facilidad al material que actualmente ocupa esta función.

5. Agradecimientos

Queremos agradecer a la empresa CRIADO S.L por cedernos los líquidos corrosivos usados para llevar a cabo los ensayos pertinentes, y al profesor Michael F. Ashby y su empresa GRANTA por el programa CES Ed pack, que ha sido de gran ayuda para conocer las propiedades de la silicona y una gran herramienta de aprendizaje. Gracias a ambos hemos podido desarrollar la idea que teníamos desde un principio del proyecto, a pesar de que utilizamos sin ningún resultado, el fluido no newtoniano para nuestra funda protectora.

6. Bibliografía

[1] [Silicone Polymers \(Virtual Chembook , Elmhurst college\)](#)

[2] [CES Edupack](#)

[3] [Libro ciencia de los polímeros por Fred W.Billmeyer](#)