



Silicona poliláctica

C. Ortiz, L. Rubio, O. Padrón, J. Díaz

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

Cemento

Propiedades mecánicas

ABSTRACT

Silicone is a polymer whose structure is the union of long strings of silicone and oxygen. The aim of our project will be the modification of this polymer (as a base material) to which it will be added different additives to improve its properties compared to those of the primitive material. With this we want to obtain a new material that must be easy to use and that contributes better results than the "pure" silicone, that is, without having incorporated any additive. Focused especially for everyday and domestic use

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

La silicona es un polímero inorgánico derivado del polisiloxano, está constituido por una serie de átomos de silicio y oxígeno alternados formando largas cadenas. Antes de profundizar en lo que es, sus características, entre otros, se hablará de su origen.

La silicona proviene de un producto primario que es la sílice, bastante abundante en la arenisca, en la arena de playa y en otras rocas similares (la sílice también es el ingrediente principal del vidrio). Por tanto, la silicona se elabora a partir de compuesto que descienden de la sílice y dependiendo de su proceso de elaboración y características tendrá una utilidad diferente.

Por un lado, las características de la silicona que más interesan para el desarrollo del trabajo serían las siguientes: excelentes propiedades como aislante eléctrico, buena resistencia a la intemperie y ambientes húmedos, tiene la facultad de extenderse, etc. Los resultados de esas mezclas se verán plasmados en tablas y gráficas comparativas obtenidas mediante la realización de una serie de ensayos y métodos.

Así es que el desarrollo del proyecto será unión de la silicona con otros materiales desempeñando la función de aditivos, cuyo principal objetivo es la obtención de propiedades mecánicas y químicas diferentes a la de la silicona mediante la unión del material base y una serie de aditivos. Los aditivos utilizados son el yeso, la arena, el cemento y un bioplástico llamado PLA.

El bioplástico PLA es el que más interesa de cara al desarrollo del proyecto debido a su carácter biodegradable y a que es considerado uno de los bioplásticos más prometedores del futuro, a pesar de que su coste es mucho mayor que los plásticos de origen fósil.

El PLA (ácido poliláctico) es considerado pionero desde su introducción en 2003. Para poder hacer una comparativa de los

bioplásticos con los plásticos de origen fósil se utilizó el PLA, debido a que marca las diferencias de una manera muy destacada.

Por todas estas razones, el PLA será de especial importancia en el desarrollo del proyecto. del trabajo, pero si se trata de una cita más extensa (a partir de 3-4 líneas) ocupará un párrafo aparte, con un cuerpo de letra más pequeño, con un sangrado mayor.

2. Materiales

Para llevar a cabo la fabricación de nuestras probetas se ha utilizado un molde de PLA obtenido con una impresora de 3D.



Fig. 1. Moldes de PLA obtenidos en una impresora 3D.

Para la fabricación de las probetas se ha utilizado diversos materiales. El componente principal utilizado es la silicona; un polímero inorgánico, incoloro e inodoro que está compuesto principalmente por átomos de silicio y oxígeno alternados, además de radicales metilo.

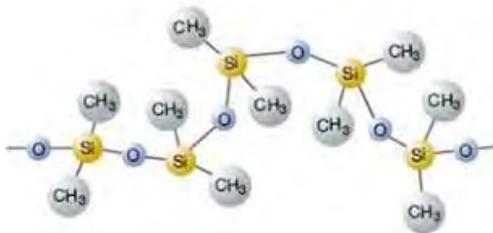


Fig. 2. Molécula de la silicona.

Por otro lado, se ha utilizado cemento para la fabricación de las probetas de silicona con cemento. El cemento es un conglomerante formado a partir de caliza y arcilla calcinada, cuya propiedad principal es endurecerse.



Fig. 3. Cemento y escayola utilizados en el proyecto

Se empleó, también, preparado de escayola para la fabricación de la probeta de silicona con escayola. La escayola es un yeso alta calidad y con un grano muy fino con capacidad de endurecimiento.

Además, se utilizó arena para la fabricación de las probetas de silicona con arena. La arena es un conjunto de fragmentos de sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño.

Y, por último, se empleó ácido poliláctico para la fabricación de las probetas de silicona con plástico. El ácido poliláctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón, por lo que podría considerarse un bioplástico. Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos.



Fig. 4. PLA

3. Métodos de ensayo

Para analizar las propiedades de nuestros nuevos materiales se han realizado varios tipos de ensayos, entre los que destacan ensayos químicos y ensayos mecánicos.

3.1. Ensayos químicos

La realización de ensayos químicos en nuestros materiales tiene como objetivo determinar el grado de corrosión que estos poseen.

La corrosión se conoce como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico debido a su entorno o como la tendencia que tienen los materiales a buscar su forma de mayor estabilidad.

Para analizar las propiedades químicas se ha metido las probetas en distintos medios con distinto PH, como es agua con sal (medio básico) y vinagre (medio ácido). Tras tenerlas varios días no se ha apreciado ningún cambio en ninguna de las probetas, a excepción de la probeta de plástico. En ella se ha podido observar que, tanto en vuelto bastante más frágil de lo que era anteriormente. Además, a la probeta en el medio ácido le apareció unas manchas marrones a consecuencia de la reacción del vinagre con la silicona y el plástico.



Fig. 5. Las probetas en un medio ácido (izquierda) y en un medio básico (derecha)

3.2. Ensayos mecánicos

Con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de los nuevos materiales obtenidos se han realizado diversos ensayos de tracción.

El ensayo de tracción consiste en someter una probeta normalizada a un esfuerzo uniaxial de tracción creciente hasta que se produce la rotura, pudiendo obtener como resultado el Módulo de elasticidad o Módulo de Young, el límite elástico, la resistencia tracción o el alargamiento a rotura, que posteriormente será explicado con más detalle.

Nuestro método para la realización del ensayo de tracción ha sido utilizar:

- Perchas con pinza a modo de mordazas
- Regla para medir el alargamiento
- Vaso medidor de líquidos
- Bolsa



Fig. 6. Mecanismo utilizado para el ensayo de tracción (izquierda) y probeta traccionada (derecha)

3.2.1. Ecuaciones utilizadas

Las ecuaciones utilizadas para el ensayo de tracción han sido las siguientes:

Alargamiento Relativo Porcentual a Rotura (LEY DE HOOKE)

$$\%EL = \left(\frac{l - l_0}{l_0}\right) \cdot 100$$

$\sigma_e = E \cdot e$
 σ_e = Tensión en la Zona Elástica
 E = Módulo de Young
 e = Alargamiento o Deformación Unitaria

l = la longitud en el momento de la fractura
 l_0 = la longitud de prueba original.

Error Módulo de Young:

$$\Delta E = \left| \frac{\partial E}{\partial F} \cdot \Delta F \right| + \left| \frac{\partial E}{\partial S} \cdot \Delta S \right| + \left| \frac{\partial E}{\partial L_i} \cdot \Delta L_i \right| + \left| \frac{\partial E}{\partial L_f} \cdot \Delta L_f \right|$$

Error Alargamiento porcentual a rotura:

$$\Delta(\%A) = \left| \frac{\partial(\%A)}{\partial L_f} \cdot \Delta L_f \right| + \left| \frac{\partial(\%A)}{\partial L_i} \cdot \Delta L_i \right|$$

4. Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas y gráficas:

Tabla 1. Resultados obtenidos del ensayo de tracción. Para ser más exactos se ha calculado las distintas propiedades mecánicas más importantes.

Ensayo de Tracción								
		Alargamiento						
Fuerza	Peso	Silicona	Cemento	Escayola	Arena I	Plástico I	Arena II	Plástico II
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.981	100	40.5	32.5	88.80	85	9	21.2	2.9
2.4715	120							
3.862	200	140	141		100	19	36.3	7.8
2.4525	250			128.82				6.8
2.943	300	180	165		115	24	66.2	12.8
3.4335	350			144.82			81.2	14.8
3.924	400	220	180	158.82	135	34	127.2	17.8
4.4145	450	270	230		150	44	151.2	19.8
4.905	500	295	235	180.82	165	64	191.2	22.8
5.3955	550				190	88		32.8
5.886	600		280		220	119		34.8
6.3765	650			203.82	250	164		39.8
6.867	700			213.82		188		44.8
7.3575	750					238		49.8
7.848	800			248.82				58.8
8.3385	850		280					62.8
8.829	900			258.82				63.8
9.3195	950		295					74.8
9.81	1000		361	280.82				79.8
10.3005	1050							84.8
10.791	1100		278	308.82				89.8
11.2815	1150							94.8
11.772	1200		300	308.82				99.8
12.2625	1250							104.8
12.753	1300							109.8
13.2435	1350							109.8

Probeta	Módulo Young (GPa)	Probetas	Resistencia a rotura
Silicona	0,0227	Silicona	4,91
Cemento	0,0662	Cemento	11,77
Escayola	0,0397	Escayola	11,77
Arena	0,0314	Arena I	6,37
Plástico I	0,0214	Plástico I	7,35
Arena II	0,024	Arena II	4,91
Plástico II	0,0752	Plástico II	13,24

	Error ±
Area (mm)	0,01
Módulo de Young (Gpa)	0,2
Resist. Rotura (N)	0,02
Alargamiento (%)	10

La siguiente gráfica compara el ensayo de tracción de todas las probetas con sus respectivos resultados.



Fig. 7. Fuerza vs alargamiento para todas las probetas tras el ensayo de tracción

5. Discusión

Los materiales resultantes son coloides con diferente tamaño de disperso por lo que cada probeta tuvo distinto comportamiento en el ensayo de tracción.

En primer lugar, la silicona tiene un comportamiento lineal hasta rotura debido a que es un elastómero. Sin embargo, la Silicona con arena, se endurece el material levemente aumentando el límite elástico y su resistencia, por el contrario, se deforma en menor medida debido a que hay menor cantidad de silicona que pueda estirarse.

Por otro lado, la silicona con el doble de arena, con la reducida cantidad de silicona no permite al material deformar casi ni soportar mucha tensión por lo que rompe con poco peso. Además, la silicona con partículas grandes de plástico (plástico I), en la gráfica presenta una curva más acusada, aunque similar a la de arena debido a que la adherencia de la silicona con las partículas de plástico es mayor que a las partículas de arena. En cambio, la silicona con plástico solo (plástico II), presenta partículas más finas y numerosas de plástico por lo que el comportamiento es similar a la silicona sin aditivos, es decir, lineal, pero con mejores propiedades mecánicas sacrificando propiedades químicas ya que el plástico (PLA) es hidrófobo.

La silicona con cemento presenta un comportamiento similar a la anterior, aunque con algo menor de resistencia y mayor deformación. El cemento al tener un comportamiento básico presumiblemente altera el curado de la silicona levemente.

Por último, la silicona con escayola es el material que más deforma, aunque su gráfica presenta un comportamiento extraño en "zig-zag" posiblemente debido a la alteración de los enlaces durante el curado de la silicona.

6. Conclusiones

Los materiales con mejores propiedades mecánicas son la silicona con escayola, con partículas pequeñas de plástico (plástico II) y con cemento. Esto es debido probablemente a que las partículas de disperso son más finas. Sin embargo, el plástico (PLA) es sensible al agua, es higroscópico, por lo que absorbe un poco de agua.

6.1. Aplicaciones

Con los resultados obtenidos el material que se utilizará será la silicona con el bioplástico PLA en polvo. Una de las aplicaciones que queremos darle es la formación de moldes para la fabricación de piezas complejas en la industria como piezas aeronáuticas.

Otra aplicación que se ha pensado para el material sería la fabricación de suelas de zapatillas ya que la silicona de por sí aguanta altas temperaturas y la silicona con el PLA es más resistente por lo que aguantaría el peso de una persona sin deformarse hasta la rotura. También puede utilizarse para suelas de calcetines o zapatillas para la playa, es decir, la no resbalarse y al salir de ella no hacerse daño con los restos de conchas, rocas, etc. Este material lo que proporcionaría sería sobre todo protección ante posibles golpes y protección de altas temperaturas debido a que la silicona es buen resistente al fuego y a los ambientes húmedos además de permeable.

7. Bibliografía

- [1] <https://www.areatecnologia.com/materiales/ensayo-de-traccion.html>
- [2] <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/alberto/pla.htm>
- [3] [2] <https://www.antala.es/efectos-silicona-naturaleza/>
- [4] <https://ecoinventos.com/bioplasticos/> <https://bioplasticos.com>
- [5] <https://olive-systems.com/producto/c-27-silicona-neutra/>
- [6] CES EDUPACK 2018