



Material impermeable con base de huevo

P. Díaz, A. Gutiérrez, G. Nogueira, E. Valdemoro

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:

Hidrófobo

Huevo

Material

ABSTRACT

Las superficies superhidrófobas han conseguido un amplio y emergente espacio en la investigación internacional, debido a sus amplias aplicaciones como revestimientos, recubrimientos, autolimpieza y tejidos impermeables. Además, estos materiales van a tener que hacer frente a una creciente exigencia en los nuevos estándares de salud y medio ambiente. Tendrán que ser materiales no tóxicos, biodegradables y con una reducida huella de carbono. En este artículo expondremos una alternativa de bajo coste a los materiales superhidrófobos actuales y con un menor impacto ecológico. Hemos decidido basarnos en la cáscara de huevo como material base. El objetivo final es obtener un material superhidrófobo de cáscara de huevo mezclada con otros elementos que abaraten costes y sean más ecológicos.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved

1. Introducción

Las superficies superhidrófobas están inspiradas en la hoja de loto. La hoja de loto tiene en su superficie sustancias apolares, como grasas y ceras que repelen el agua y no son capaces de disolverse en ella y una estructura rugosa en su superficie que aumenta el efecto hidrófobo.

Gracias al uso de la nanotecnología, Wilhelm Barthlott patentó el principio del "efecto loto", base en la que se fundamentan las superficies hidrófobas.

La hidrofobia, propiedad químico-física, se basa en la generación de un ángulo de contacto entre la superficie y la gota de agua, siendo el ángulo de 90-150° (características ultrahidrófobas). Mientras que si el ángulo de contacto es superior a 150°, aumenta la tensión superficial del agua, lo que hace que una superficie sea imposible de mojar (características superhidrófobas). El ángulo de contacto mantiene una película microscópica de aire, evitando así que el líquido interactúe con la superficie.

Debido a las propiedades antibacterianas, anticongelantes, anticorrosivas, de autolimpieza y de resistencia al agua, los materiales superhidrófobos son muy útiles para el sector de la industria y la construcción, ya que la maquinaria y las herramientas están expuestas a situaciones extremas.

Un ejemplo real es el del desarrollo, llevado a cabo por AIMPLAS, de un recubrimiento para aviones que evita que el hielo y la nieve se adhieran, mejorando así la seguridad y abaratando los costes a las compañías aéreas. También se podría aplicar en un uso más cotidiano, como en el sector de la moda o para recubrir paredes.

2. Materiales y métodos

Los elementos utilizados para crear el material han sido el óxido de zinc, ácido esteárico, etanol de 96 %, carboximetil celulosa (CMC), agua del grifo y cáscaras de huevo molidas.

Primero 5 gramos de ácido esteárico han sido disueltos en 100ml de etanol de 96 %, después 10 gramos de cáscaras de huevo y 12,5 gramos de óxido de zinc fueron añadidos a la mezcla anterior. Por otra parte, 5 gramos de CMC fueron disueltos en 500 ml de agua. Finalmente se mezclan las dos soluciones y puestas en un horno a secar a 120 °C durante 1 hora.

El principal ensayo al que hemos sometido a nuestras probetas, ha sido medir la superhidrofobicidad de la muestra. Para ello, se ha medido el ángulo de contacto de la gota con la superficie. Se ha tomado una foto de la gota y se ha cogido la tangente de la curva de la gota en su punto de unión con la muestra, se ha hecho interseccionar con la horizontal y se ha medido ese ángulo. Después se han medido varias gotas y se ha calculado la media ponderada.

Igualmente, se ha medido la resistencia a la corrosión en medios salinos y en medio ácido. El ensayo se ha realizado sumergiendo las probetas en dos disoluciones distintas, una de agua con sal, cuyas composiciones son de 1/4 y 1/2 de la salinidad del mar y la salinidad marina (35g/L). La disolución ácida está compuesta de agua con ácido cítrico, cuya composición ha sido de 1/8, 1/4 y 1/2 de ácido cítrico del total de la disolución. Se dejaron las mezclas hasta que se disolvieron.

También, se ha medido la dureza rayando con los siguientes filos de mayor a menor dureza respectivamente: cuarzo, un cuchillo, cobre y por último con la uña.

Por último, aunque no hayamos hecho ningún ensayo de tracción ni de compresión, hemos observado que el material final se rompía muy fácilmente, sin aplicar ninguna fuerza.

3. Resultados

3.1. Ensayo de hidrofobicidad

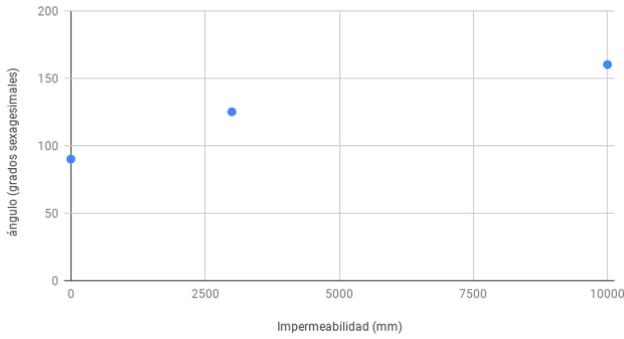


Fig. 1. Resultados del ensayo de corrosión

Para medir la superhidrofobicidad y la impermeabilidad de nuestro material es indispensable medir el ángulo de contacto de la gota con la superficie de la muestra. Un material se considera impermeable o hidrófobo cuando el ángulo de contacto de la gota con el material es mayor de 90°. A partir de 150° una superficie se puede considerar superhidrófoba. El ángulo máximo que puede tener la gota con la superficie es 180°, es decir, impermeabilidad absoluta. La gota sería una esfera perfecta con un único punto de contacto.

Al medir el ángulo de contacto a varias gotas sobre la superficie, la media sale de 133,34°. Esto quiere decir que casi se alcanza la superhidrofobicidad (mayor de 150°). Lo que ocurre es que utilizamos en la composición de la muestra una cantidad de 12,5 gramos de óxido de zinc, y el punto de mayor hidrofobicidad se encuentra al añadir 10 gramos de óxido. Por esto al añadir de más, la impermeabilidad disminuye y no supera los 150°.

Para poder hallar los valores de impermeabilidad se ha medido el ángulo de contacto de dos prendas impermeables. Una roja de la marca element y otra azul de la marca de montaña picture. La roja presenta un ángulo de contacto de 125°, y mirando las características de la chaqueta obtenemos el dato de que soporta 3000 mm de impermeabilidad. La azul tiene un ángulo de contacto de 160° y una impermeabilidad de 10.000. También consideramos que a 90° la impermeabilidad es de 0mm ya que no repele el agua y que a 180° la impermeabilidad es infinita. Con esto obtenemos una curva y al colocar el dato de 133,34° obtenemos una impermeabilidad de 4200mm. Con la cantidad óptima de ZnO la impermeabilidad sería de 7700mm.

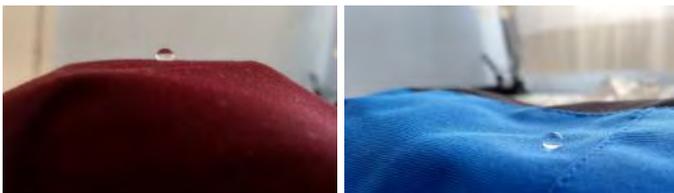


Fig. 2. Ensayos de permeabilidad

3.2. Ensayo de corrosión

A continuación, se expone el análisis de los resultados obtenidos de los ensayos de corrosión.

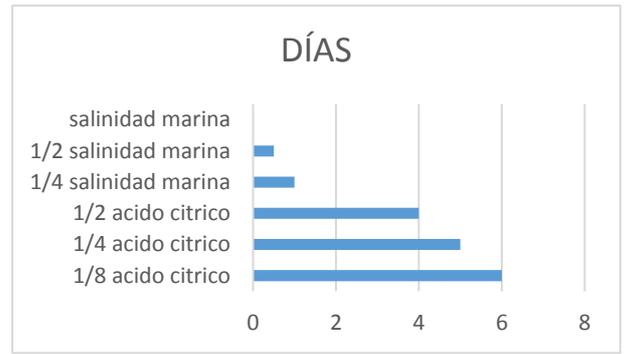


Fig. 3. Resultados del ensayo de corrosión

Las probetas eran laminas finas y cuando eran introducidas en las zonas de ensayo se comprimían rápidamente. Como se puede observar en el gráfico, en medios salinos se deshacen en menor tiempo, a pesar de ello, las partículas son de gran tamaño y poco a poco van disminuyendo. Con el paso del tiempo, las muestras introducidas en ácido han perdido toda forma y han sido reducidas a polvo. Estos datos nos dan a entender que, a pesar de ser un material hidrófobo, no está preparado ni para agentes externos ni para ambientes mínimamente agresivos.



Fig. 4. Muestras inmersas en diversos medios: ácido (izquierda) y salino (derecha).

3.3. Ensayo de dureza

Para realizar el ensayo hemos tenido en cuenta la escala de Mohs, lo que nos lleva a saber que es un material con una dureza mínima. Comenzamos el ensayo rayando con cuarzo, que no tuvo ningún problema en dejar marca en la probeta, lo mismo ocurrió cuando lo hicimos con un cuchillo o una moneda de cobre. Al intentar dejar marca con la uña, fue más costoso, pero aun así logramos dejar marca, por tanto podemos decir que el material tendría una dureza de 2 en la escala Mohs.

4. Conclusiones

Nuestro material impermeable está hecho de cáscara de huevo y elementos respetuosos con el medio ambiente, siendo el agua el elemento mayormente utilizado.

Al final del proyecto nos encontramos con un material impermeable hecho para ser aplicado en finas capas.

Los resultados obtenidos tras el proceso de fabricación, han sido que la producción a gran escala no es inviable, pero se necesitan unas cantidades de agua muy grandes para muy poco material final, ya que una vez obtenida la mezcla homogénea (agua, cáscaras de huevo y pequeñas adiciones de CMC, ZnO₂, ácido esteárico y etanol) debemos calentarla a una temperatura superior a 150 °C. Este proceso de calentamiento evapora el agua y así nuestro producto final se ve reducido entre un 70-75 % del mismo, obteniendo unas pequeñas porciones de material final.

Aunque el agua se evapore, es necesario su uso para que tengan lugar unas series de reacciones químicas que nos permitan obtener nuestra impermeabilidad buscada. No hemos podido encontrar otro producto con capacidades similares que nos beneficie en cuanto a ese aporte de energía térmica y gran cantidad de agua frente a las insignificantes cantidades de producto orgánico.

Cabe destacar que el resultado final del experimento es satisfactorio ya que es un material muy impermeable. El problema es que, a pesar de ser hidrófobo al dejarlo en ambientes salinos o ácidos, le hace perder propiedades e incluso lo deshace, lo que no resulta propicio para ambientes agresivos. Como hemos mencionado anteriormente, lo óptimo sería aplicar pequeñas capas para hacer ese material impermeable ya que en grandes cantidades es un material muy frágil.

5. Agradecimientos

Queremos aprovechar la ocasión para agradecer a nuestros compañeros por su opinión respecto a nuestro trabajo.

6. Bibliografía

- [1] <https://www.granelada.com/es/>
- [2] <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0927775719300676?token=AD2FEE9C7941A62312734D27AD6646D56DF6E5A7EC3681D58393FBC97922467F03176D0A4B1A8AD4D08BD5F4F1A175A>