

COMBINACIÓN DE ESTRUCTURAS SÁNDWICH CON MATERIALES POLIMÉRICOS PARA LA MEJORA DE LA ABSORCIÓN ACÚSTICA

Maria Blanes ⁽¹⁾, Bruno Marco ⁽¹⁾, Jesús Alba ⁽²⁾, Romina del Rey ⁽²⁾, Eva Escuder ⁽²⁾

⁽¹⁾ AITEX, Instituto Tecnológico Textil.
Plaza Emilio Sala, 1 Alcoy (Alicante) España.
mblanes@aitex.es, bmarco@aitex.es

⁽²⁾ Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universidad Politécnica de Valencia
Carretera Nazaret-Oliva S/N Grao de Gandia 46730 (Valencia)
jesalba@fis.upv.es, roderey@doctor.upv.es, evescude@fis.upv.es

Resumen

Los combinados de materiales textiles son una solución ampliamente conocida como absorbentes acústicos. Trabajos desarrollados con anterioridad permiten afirmar que los velos de nanofibras, obtenidos mediante el proceso de electrohilatura, junto con las lanas textiles, siempre mejoran el rendimiento acústico de estas últimas. No obstante, en el presente trabajo se demuestra que además dependiendo del número de capas y de su colocación en el combinado o estructura sándwich, puede obtenerse una alta capacidad de absorción acústica en todo el rango de frecuencias, consideradas de interés para la acústica arquitectónica.

Palabras-clave: electrohilatura, nanofibras, polímeros, acústica, absorción.

Abstract

Textile composite are a high known solution for acoustic absorption materials. Previous researches have demonstrated that nanofiber webs obtained by electrospinning improve the acoustic absorption of the textile wools. The number of layers and their location on the sandwich affects to the acoustic absorption as much as their nature or thickness. The combination and the structure of the sandwich allow obtaining a high acoustic absorption in all the frequency range of interest for the architectural acoustics.

Keywords: electrospinning, nanofibers, polymers, acoustic, absorption.

1 Objetivo

La industria textil es un sector en continuo cambio que apuesta por la innovación como vía de desarrollo. La oferta de nuevos productos con prestaciones técnicamente avanzadas y de gran valor añadido, se une a la creciente demanda de productos especializados de alta calidad por parte de los usuarios y consumidores finales. Los materiales textiles presentan unas características muy interesantes para su aplicación en el ámbito de la acústica arquitectónica. Son, en su mayoría, materiales ligeros, resistentes, adaptables, y pueden tratarse con tecnologías de recubrimiento y acabado para mejorar sus características acústicas. Tal es el caso de la electrohilatura de nanofibras poliméricas, que proporciona un recubrimiento con una elevada porosidad, buena absorción acústica, y una masa y espesor despreciables. [1]

En trabajos anteriores se ha demostrado la capacidad de las nanofibras para mejorar y ampliar la absorción del rango de frecuencias de interés arquitectónico de las lanas textiles. La colocación de un velo de nanofibras sobre las lanas de poliéster, solamente supone un aumento del espesor del conjunto de 0,2 mm. [2]

Con el desarrollo del presente trabajo se pretende estudiar la influencia de la ordenación de los distintos materiales textiles y obtener la combinación óptima, consiguiendo una alta capacidad de absorción acústica en todo el rango de frecuencias, consideradas de interés para la acústica arquitectónica. Para ello se han realizado diferentes combinaciones en estructura de sándwich de materiales poliméricos textiles, con buena absorción de altas frecuencias y velos de nanofibras poliméricas, utilizando distinto número de capas y colocación de las mismas.

2 Métodos

2.1 Electrohilatura de nanofibras de polímeros sintéticos

Para la obtención del velo de nanofibras se hace uso de la tecnología de electrohilatura, cuyo principio de funcionamiento se basa en la obtención de fibras de pequeño diámetro a partir del polímero disuelto en el seno de una disolución cargada eléctricamente, como consecuencia de la aplicación de un campo eléctrico entre dos electrodos. Cuando el voltaje se incrementa, el campo eléctrico se intensifica provocando una fuerza que empuja la disolución polimérica hacia el electrodo opuesto.

El voltaje aplicado debe alcanzar el valor crítico necesario para que el disolvente se evapore y fluyan las fibras sólidas, creando una capa de fibras de pequeño diámetro interconectadas en la superficie del material colector. [3] [4].

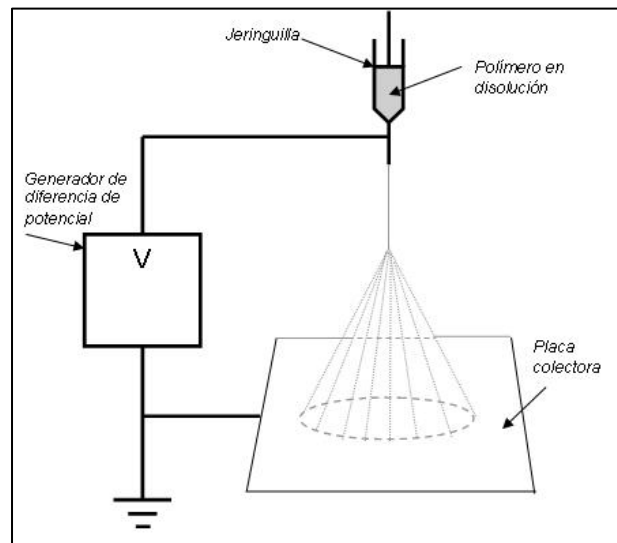


Figura1 – Diagrama donde se indican las partes básicas del proceso de electrohilatura.

2.2 Medición del coeficiente de absorción en incidencia normal mediante tubo de Kundt

Para la evaluación de las propiedades acústicas de los velos se han llevado a cabo las medidas del coeficiente de absorción e impedancia específica en Tubo de Kundt, según la norma UNE-EN ISO 10534-2. Se ha utilizado la plataforma de medida Symphonie como base para las mediciones. Los micrófonos de media pulgada utilizados, junto con el equipo de medida Symphonie, permiten un margen de medida entre 125 Hz y 3150 Hz para la medida del coeficiente de absorción [5].

3 Resultados

Los resultados obtenidos se centran en las propiedades acústicas de los combinados ensayados, en concreto, en la medida del coeficiente de absorción para una incidencia normal en el rango de frecuencias comprendidas entre 125 y 3150 Hz.

Los combinados en estructura de sándwich están formados por varias capas de materiales sintéticos con diferentes propiedades. Por una parte, el Absorbente 1, que es una lana de poliéster fibrosa y altamente porosa apropiada para la absorción de altas frecuencias. Esta lana suministrada por PIEL, S.A. tiene un espesor de 2 cm y una densidad media de 23 kg/m^3 . El Absorbente 2, de la misma empresa suministradora, tiene un espesor de 4,5 cm y una densidad de $27,50 \text{ kg/m}^3$. Por otra parte, el velo de nanofibras de alcohol de polivinilo (PVA) es un recubrimiento de espesor y gramaje despreciables, formado por fibras de diámetros comprendidos entre 100 y 500 nm dispuestas aleatoriamente. El substrato colector del velo de nanofibras es un tejido no tejido de polipropileno de 17 g/m^2 y espesor de 0,2 mm que únicamente sirve como soporte para la deposición del velo de nanofibras y su manipulación. El PVA, *Sloviol® R*, procede de Eslovaquia, de la empresa NOVÁCKE CHEMICKÉ ZÁVODY, a.s., mientras que el no tejido de PP, *Pegatex® S*, tiene como origen la empresa PEGAS NONWOVENS, s.r.o. de la República Checa.

A continuación se muestra una fotografía obtenida mediante microscopio electrónico de barrido (SEM) de un velo de nanofibras de PVA depositado sobre un no tejido de PP.

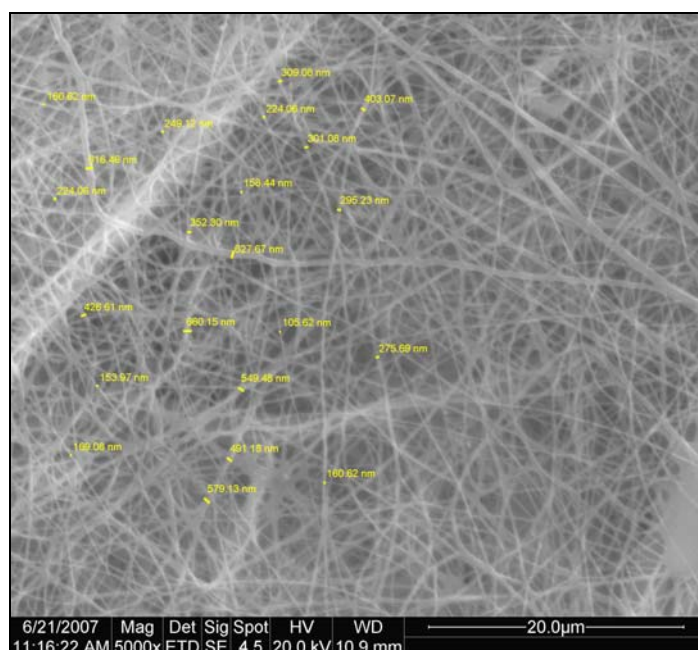


Figura 2 – Imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) a 5000 aumentos, de un recubrimiento de nanofibras de PVA.

En la siguiente figura se presenta una gráfica donde se muestran las curvas del coeficiente de absorción para las combinaciones obtenidas con los velos de nanofibras. Se ha creído oportuno incluir en una misma gráfica una serie de resultados correspondientes a la adición, una a una, de diferentes capas tanto de nanofibras como de absorbente base. Por tanto los combinados estudiados y representados en la Figura 2, están constituidos por:

- **Una capa simple**, se tiene la curva correspondiente al Absorbente 1.
- **Dos capas**, se estudian dos estructuras sándwich constituidas por dos capas; por un lado un conjunto de dos capas del Absorbente 1, y en segundo lugar un combinado constituido por una capa del Absorbente 1 y el velo de nanofibras.
- **Tres capas**, se estudian dos estructuras sándwich constituidas por tres capas cada una de ellas. Por un lado un conjunto de dos capas del Absorbentes 1 y una capa de nanofibras en el exterior. Un segundo conjunto constituido por una capa del Absorbente 1, más un velo de nanofibras, más una segunda capa del Absorbente 1, quedando el velo intercalado entre las dos capas de absorbente.
- **Cuatro capas**, estructura formada por dos capas de Absorbente 1 y dos capas de nanofibras intercaladas entre las capas de absorbente.

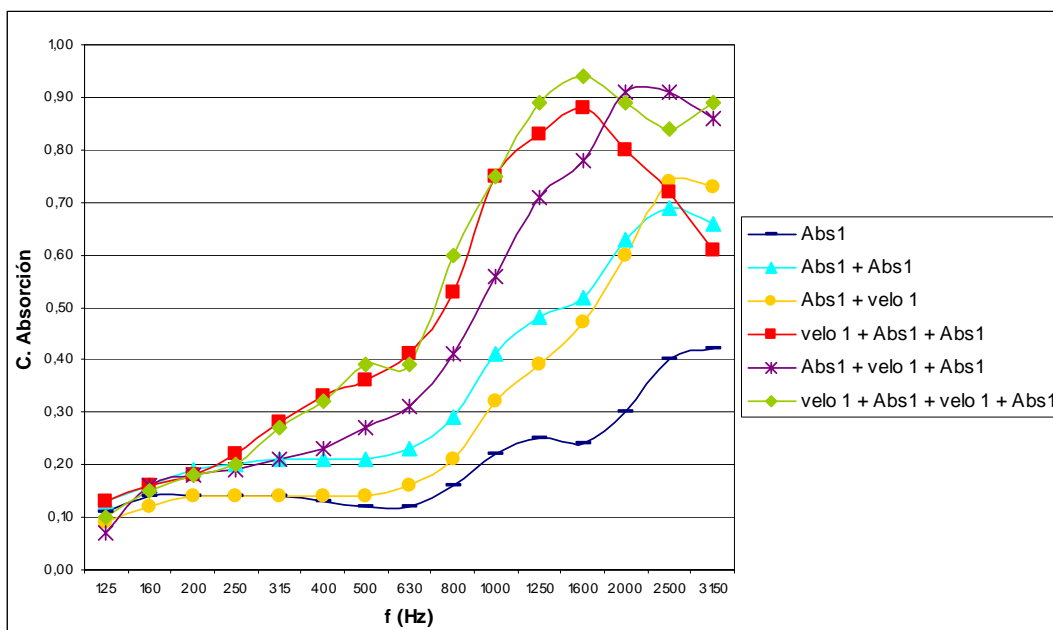


Figura 3 – Variación del coeficiente de absorción acústico en incidencia normal medido en tubo de Kundt, para el rango de frecuencias comprendidas entre 125 y 3150 Hz. Comparativa entre las combinaciones obtenidas.

Los resultados recogidos en la Figura 3, establecen una comparativa entre el Absorbente 2, de 4,5 cm de espesor, el combinado formado por dicho absorbente más un velo de nanofibras, y un segundo combinado constituido por dos capas de Absorbentes 1, más un velo de nanofibras intercalado entre ambos, haciendo un total de 4 cm de espesor.

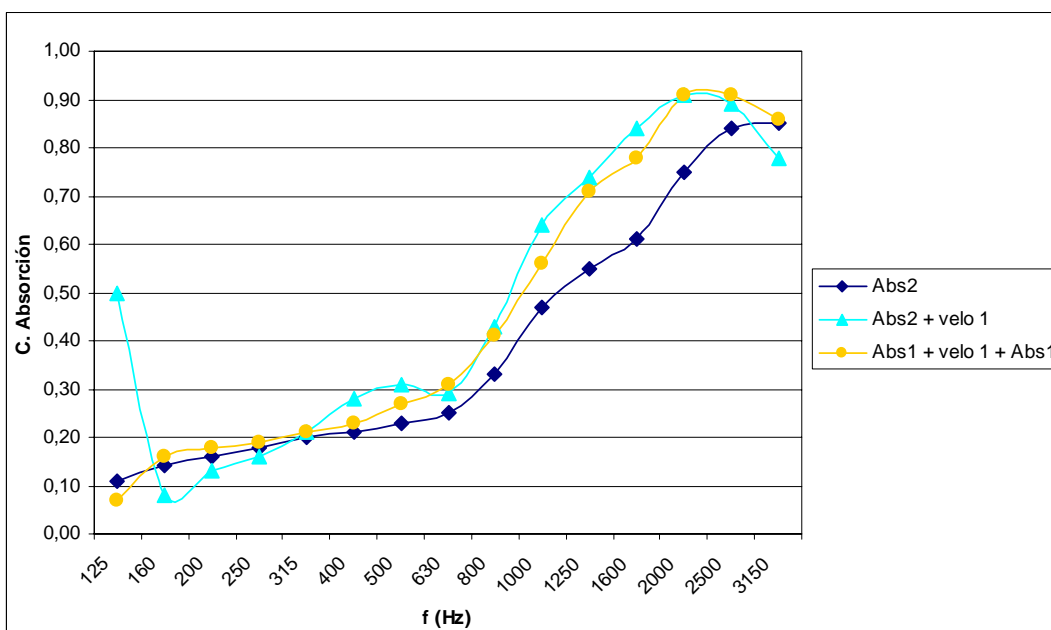


Figura 4 – Variación del coeficiente de absorción acústico en incidencia normal medido en tubo de Kundt, para el rango de frecuencias comprendidas entre 125 y 3150 Hz. Comparativa del sándwich con Absorbente 1 más velo interior, el Absorbente 2 y el Absorbente 2 recubierto con nanofibras.

4 Discusión

En la Figura 2 se observan claramente las variaciones de las curvas del coeficiente de absorción para cada combinación estudiada. Al doblar el Absorbente 1 se mejora la absorción, como cabría esperar, pero también se duplica el espesor total (4 cm). En cambio, al utilizar un velo de nanofibras con el mismo absorbente se consigue prácticamente el mismo resultado sin tener que doblar el espesor (2 cm). Si se sigue avanzando en el análisis de los resultados se observa que al añadir una capa más (dos Absorbentes 1 y un velo), no sólo se mejora el máximo de absorción, como consecuencia del aumento de espesor (4 cm), sino que este máximo de absorción se ve desplazado hacia frecuencias más bajas.

Por otro lado cabe señalar que la curva de absorción también varía de forma, dependiendo de la ubicación del velo en el combinado. El velo exterior desplaza la curva de absorción hacia la zona de bajas frecuencias, mientras que si el velo se ubica en el interior, aumenta el máximo de absorción pero se mantiene la forma del absorbente base. Por último, destacar que la combinación formada por dos capas de nanofibras y dos Absorbentes 1, resulta ser la suma de las dos curvas señaladas con anterioridad, con lo que se tienen las ventajas aportadas en ambos casos con tan solo 0,2 mm de espesor más.

Analizando los resultados que se muestran en la Figura 3, se observa como los conjuntos formados por el Absorbente 2 más velo 1 (4,5 cm de espesor), y el sándwich de dos capas de Absorbente 1 más velo 1 interior (4 cm de espesor) tienen una curva de absorción similar. El efecto que se produce en las ondas acústicas al atravesar diferentes capas, espesores y densidades es beneficioso para la absorción acústica, y permite que la estructura de sándwich con 0,5 cm menos de espesor tenga un comportamiento comparable al conjunto de dos capas.

5 Conclusiones

A tenor de los resultados obtenidos es necesario señalar que tan importante como el espesor o las características acústicas del material, es el número de capas que conforman el combinado así como su colocación y ordenación. Los velos de nanofibras como recubrimientos de las lanas acústicas siempre mejoran el rendimiento de estas. No obstante dependiendo de su colocación en el combinado o estructura sándwich y optimizándola, puede obtenerse una alta capacidad de absorción acústica en todo el rango de frecuencias, consideradas de interés para la acústica arquitectónica.

Resulta muy destacable el desplazamiento de la curva del coeficiente de absorción hacia la zona de bajas frecuencias, cuando el velo de nanofibras se sitúa en un extremo del conjunto. Esta particularidad es positiva “a priori”, sin embargo plantea la necesidad de proteger el velo de nanofibras, ya que se trata de una estructura delicada.

Para finalizar se concluye que la nanotecnología hace su aparición en un nuevo campo de aplicación. Creando, modificando y mejorando los materiales textiles poliméricos a escala molecular, se incrementa su durabilidad y sus prestaciones más allá de lo que ofrecen los textiles en la actualidad. En el caso que nos ocupa son los velos de nanofibras, generados a partir del proceso de electrohilatura, los que debido a su estructura, presentan la capacidad de absorber los sonidos emitidos a bajas frecuencias, permitiendo la obtención de materiales combinados para la mejora de la absorción acústica. Las posibilidades que ofrece la combinación de materiales textiles de naturaleza polimérica son muy amplias, por tanto, el tema queda abierto a futuras investigaciones. [6], [7].

Agradecimientos

Este trabajo está respaldado, en parte, por el Instituto Tecnológico Textil (AITEEX) en sus proyectos subvencionados por el Instituto (IMPIVA): “Investigación de aplicaciones de la electrohilatura para conseguir acabados técnicos de bajo espesor y gramaje”, e “I+D para la obtención de acabados poliméricos sintéticos y naturales a partir de disoluciones no acuosas. Aplicaciones en acústica y medicina”, a su vez se basa en otro proyecto subvencionado dentro del Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT): “Optimización del proceso de obtención de nanofibras de alcohol de polivinilo (PVA) sobre un substrato textil mediante la técnica de electrohilatura”. Por otra parte, ha sido posible gracias al trabajo del Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC) de la Escuela Politécnica Superior de Gandia (EPSG), y a las muestras cedidas por la empresa PIEL, S.A.

Referencias

- [1] Alba Fernández, J.; Ramis Soriano, J.; Sanchís Rico, V. Coeficiente de absorción en incidencia normal de materiales multicapa basados en lanas de poliéster. *TecniAcústica*, Gandia, 2006.
- [2] Blanes, M; Marco, B; Alba, J. Estudio preliminar del uso de polímeros sintéticos para aplicaciones en acústica arquitectónica. *V Congreso Ibérico de Acústica, XXXIX Congreso Español de Acústica TECNIACÚSTICA 2008, Simposio Europeo de Acústica*, Coimbra (Portugal), 20-22 Octubre 2008.
- [3] Aitex, OT.; Nanotecnología aplicada al textil. Vol. 3, 2003.
- [4] Teo, W.E.; Ramakrishna, S; A review on electrospinning design and nanofibre assemblies. *Nanotechnology*. Vol. 17 (14), 2006, pp. R89-R106.
- [5] Recuero López, M. *Sistemas para aislamiento acústico*, Brüel & Kjaer.
- [6] Ramakrishna, S. *An introduction to electrospinning and nanofibers*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 382, Singapore, 2005.
- [7] Cavanaugh, W.J.; Wilkes, J.A. *Architectural Acoustics: Principles and Practice*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1999.