Síntesis de nanopartículas de sílice para la funcionalización de textiles

Synthesis of silica nanoparticles for the functionalization of textiles

Ana Milena Guevara Moreno
amguevara54@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Leidy Natalia Quiroga Arévalo
lnquiroga82@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Ana Sofia Pérez León
ana.prez30@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Jennyfer Catalina Camargo Pérez
Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Angélica Margoth Quiroga Barreto
amquiroga@sena.edu.co, Grupo de Investigación INNMODA-CMTC, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Loren Tatiana Quemba Pachón
ltquemba@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Laura Sofia Quintero Fonseca
laura.quintero21@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

María Camila Linares Gómez
maria.linares6@misena.edu.co, Semillero de investigación TECHMODA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Resumen

Se realizó la obtención de partículas de sílice por el método Stöber, con el fin de analizar la viabilidad de crear una guía pedagógica, que permita a los aprendices aplicar conocimientos sobre nanotecnología para la funcionalización de textiles. Se realizó el montaje del reactor con los instrumentos y equipos del laboratorio del Centro de Manufactura en Textil y Cuero, y, a través de un video, se documentó el paso a paso de la reacción.
De acuerdo al diseño experimental factorial, se realizaron nueve experimentos, con dos variables de control: tiempo de reacción con el catalizador (0.5 horas, 1 hora y 2 horas) y cantidad del catalizador NH4OH al 30% (15%, 20% y 25%). Las muestras se analizaron mediante microscopía SEM, encontrando que, con 1 hora y 20% del catalizador se obtuvieron partículas más uniformes y de menor tamaño, mientras que con 0.5 horas y 2 horas, las partículas resultaron más amorfas. A través del analizador de tamaño de partículas nanosizer, se obtuvo que el promedio es de 349,5nm con una alta dispersión. El producto obtenido tiene un potencial de uso en tejidos como impermeabilizante, autolimpiante y antipunzón, ya que el tamaño de partícula es lo suficientemente pequeño para incorporarse dentro de fibras gruesas. Se concluyó que durante el proceso, es indispensable mantener la agitación constante a 190RPM y aumentar a mínimo 400RPM en la adición del catalizador. Se recomienda analizar cómo influye el orden adición de los reactivos y la síntesis de partículas a condiciones ambiente en el tamaño final.

Palabras clave: ***Silicio, Nanotecnología, Método Stöber, TEOS, Hidróxido de amonio***

Abstract

Silica particles were obtained by the Stöber method, in order to analyze the feasibility of creating a pedagogical guide that allows apprentices to apply knowledge about nanotechnology for the functionalization of textiles. The assembly of the reactor was carried out with the instruments and equipment of the laboratory of the Textile and Leather Manufacturing Center, and, through a video, the reaction step by step was documented. According to the factorial experimental design, nine experiments were carried out, with two control variables: reaction time with the catalyst (0.5 hours, 1 hour and 2 hours) and quantity of the catalyst NH4OH at 30% (15%, 20% and 25 %). The samples were analyzed by SEM microscopy, finding that, with 1 hour and 20% of the catalyst, more uniform and smaller particles were obtained, while with 0.5 hours and 2 hours, the particles were more amorphous. Through the nanosizer particle size analyzer, it was obtained that the average is 349.5nm with a high dispersion. The product obtained has potential for use in fabrics as a waterproofing, self-cleaning and anti-puncture agent, since the particle size is small enough to be incorporated into thick fibers.

It was concluded that during the process, it is essential to maintain constant agitation at 190 RPM and increase to a minimum of 400 RPM in the addition of the catalyst. It is recommended to analyze how the order of addition of the reagents and the synthesis of particles at ambient conditions influence the final size.

Keywords: *Silicon, Nanotechnology, Stöber Method, TEOS, Ammonium Hydroxide*

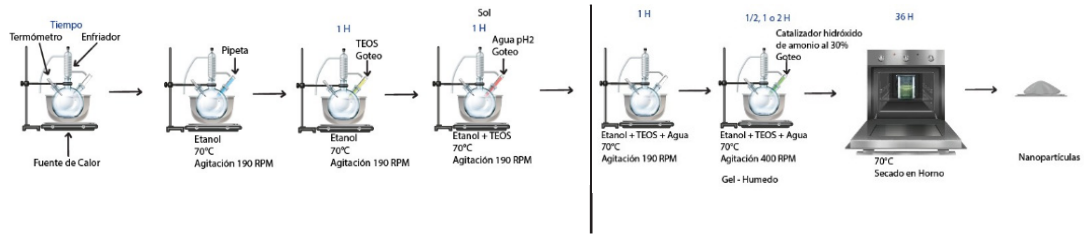
Introducción

La industria moda en Colombia se enfrenta a retos ocasionados por los tratados de libre comercio, que hace necesario generar estrategias para aumentar su competitividad frente a países como China, Brasil y México, que son más competitivos debido a reformas realizadas por programas de reestructuración industrial con las empresas y la academia.
Los nanomateriales poseen diversos campos de aplicación, ya que, a escala nanométrica, las propiedades físicas y químicas cambian, generando nuevos usos a los materiales convencionales.
Mediante el uso de nanotecnología textil, es posible funcionalizar tejidos por recubrimientos a base de partículas de sílice que generen menor impacto en el medio ambiente y otorguen propiedades como repelencia al agua y alta durabilidad, sin afectar su apariencia y confort.
La obtención de nanopartículas de sílice por el método Stöber describe la síntesis a partir de la hidrólisis del TetraEtil OrtoSilicato (TEOS) y la condensación en Etanol, usando como catalizador, Hidróxido de Amonio (NH4OH) (Stober & Fink, 1968).
Aunque es un método sencillo, directo y de bajo costo (Gaoyuan, Hongjiu, & Shudong, 2020), es altamente dependiente de las concentraciones de los reactivos, la temperatura y la velocidad de agitación. Estas variables afectan las tasas de hidrólisis y condensación y, en consecuencia, el tamaño final de las partículas, así como su distribución y área superficial (Fernandes, Raimundo Jr, & Pimentel, 2019). Dependiendo de los parámetros del proceso, las partículas pueden variar desde esferoidales aisladas hasta aglomerados complejos (Vasconcelos, Campos, Vasconcelos, & Vasconcelos, 2002). El procedimiento generalizado consiste en la adición de agua y TEOS al etanol con calentamiento y agitación constantes hasta homogenización y luego se agrega el catalizador en medio ácido o básico para propiciar la formación del gel. Posteriormente se somete el producto final a secado (Flores, 2009).
Este proyecto busca incentivar la producción de nanotecnología textil mediante la síntesis de partículas de sílice que puedan ser usadas para la funcionalización de tejidos y que permitan la generación de nuevo conocimiento en la etapa productiva desde la formación.

Materiales y métodos

Se usó etanol 96%, tetraethyl orthosilicate 98% (TEOS), agua desionizada y amoniaco 30% como catalizador. Se realizó el diseño factorial del experimento, teniendo como variables de salida el tamaño, forma y dispersión de las partículas. Las variables del proceso son la temperatura (70°C) y velocidad de agitación a 190RPM en la reacción, excepto en la adición del catalizador, donde aumenta a 400RPM. Las variables de control son la cantidad de catalizador y el tiempo de reacción de condensación en tres niveles cada una, obteniendo 9 experimentos. El proceso se describe en la figura 1, El agua desionizada es acidificada con ácido nítrico a pH=2.

Figura 1. Proceso de síntesis de partículas de sílice por el método Stober



Fuente: propia

Resultados y discusión

En el equipo nanosizer se obtuvo un promedio de partícula de 349,5nm y mediante microscopia SEM se observó la morfología y una alta dispersión (figura 2). El diferencial en tamaño de partícula pudo generarse debido a la velocidad y mecanismo de agitación, ya que al incorporar el catalizador, si la agitación no es constante y vigorosa, se forma un gel que inhibe la reacción; Sin embargo, el producto obtenido (figura 3) es apto para aplicaciones en tejidos con fibras de mayor diámetro al de la partícula, permitiendo que se incorpore y genere el efecto loto.

Figura 2. Análisis de microscopía SEM

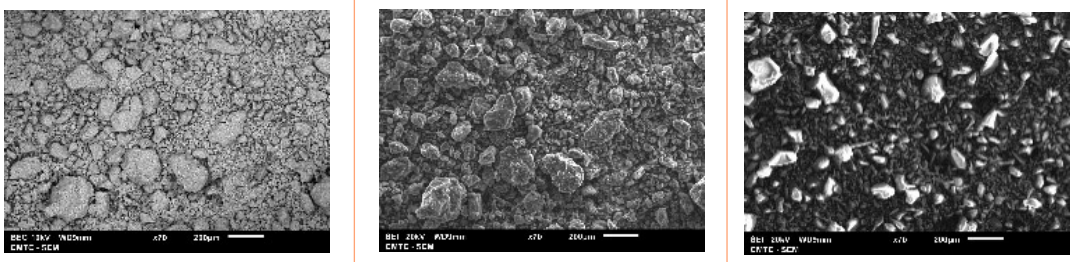


Figura 3. Partículas de sílice sintetizadas

Fuente: propia

Conclusiones

El proceso de 1 hora y 20% del catalizador mostró mejores resultados con una mejor morfología, distribución, tamaño más reducido y uniforme. Durante el proceso, es indispensable mantener la agitación constante a 190RPM y aumentar a mínimo 400RPM en la adición del catalizador. Se recomienda analizar cómo influye el orden adición de los reactivos y la síntesis de partículas a condiciones ambiente en el tamaño final.

Referencias

Fernandes, R., Raimundo Jr, I., & Pimentel, M. (2019). Revising the synthesis of Stöber silica nanoparticles: A multivariate assessment study on the effects of reaction parameters on the particle size. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 577, 1–7. doi:10.1016/j.colsurfa.2019.05.053

Flores, I. (2009). Obtención de nanopartículas de SiO2 y su efecto en las propiedades microestructurales, mecánicas y reológicas en materiales cementantes. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo león Facultad de Ingeniería Civil. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/id/eprint/1928

Gaoyuan, R., Hongjiu, S., & Shudong, W. (2020). The combined method to synthesis silica nanoparticle by Stöber process. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 1-19. doi:0.1007/s10971-020-05322-y

Stober, W., & Fink, A. (1968). Controlled Growth of Monodisperse Silica Spheres in the Micron Size Range. Journal of Colloid and interfase science, 26, 8. doi:10.1016/j.apsusc.2017.04.026

Vasconcelos, D., Campos, W., Vasconcelos, V., & Vasconcelos, W. (2002). Influence of process parameters on the morphological evolution and fractal dimension of sol–gel colloidal silica particles. Materials Science and Engineering A334, 53-58. doi:10.1016/s0921-5093(01)01762-2