

Deposición de una impureza sólida en el lavado de tejidos de poliéster y poliéster-algodón.

Parte I. - Estudio electrocinético en presencia de diferentes mezclas de tensioactivos aniónico y no-iónico *

F. J. Carrión Fité (1)

RESUMEN

Se muestra en este trabajo el comportamiento de la deposición en el lavado de una impureza sólida, tal como es el negro de humo, sobre tejidos de poliéster y poliéster-algodón, en presencia de un tensioactivo aniónico —dodecil benceno sulfonado sódico (DBSS)— y de un no-iónico —Tritón X-100— y en mezcla de ambos sin la presencia de coadyuvantes. Los valores de deposición obtenidos se relacionan con los potenciales zeta de los citados tejidos, en función de varias concentraciones totales de tensioactivo y de diferentes proporciones de los tensioactivos mencionados.

RESUME

Dans ce travail on montre le comportement de la déposition au lavage d'une impureté solide, telle que le noir de fumée, sur des tissus polyester et polyester/coton, en présence d'un surfactif anionique —dodécyl benzène sulfonate de sodium (DBSS)— et d'un surfactif non-ionique —Triton X-100— et en mélange des deux sans la présence de coadjuvants. On rapporte les valeurs de déposition obtenues avec les potentiels zéta des tissus indiqués, en fonction de plusieurs concentrations en surfactif totales et de différents taux des surfactifs mentionnés.

* Este trabajo corresponde a una parte de la comunicación presentada al «Second Symposium on Detergency», celebrado en el Istituto de Merceologia (Universidad de Roma), Diciembre de 1982.

(1) Dr. Ing. F.-Javier Carrión Fité. Jefe del Laboratorio de Físico-Química de la Detergencia y Tensioactivos del Instituto.

SUMMARY

The behaviour of soil deposition, such as carbon black, on polyester and cotton polyester fabrics in presence of an anionic surfactant —sodium dodecylbenzene sulfonate— and a non-ionic surfactant —Triton X-100—, and a mixture of both without builders, is studied in this paper. Deposition values are related to the zeta potentials of the above fabrics as to different total concentrations or surfactants and different mixtures of the mentioned surfactants.

1. INTRODUCCION

En las formulaciones de detergentes actualmente utilizadas vienen siendo empleadas extensivamente las mezclas de tensioactivos aniónicos y no-iónicos. Una de las funciones primordiales del detergente en el lavado es la de mantener la suciedad en suspensión en el baño, evitando que se deposite nuevamente sobre el substrato. Esta deposición de impurezas es variable según la naturaleza del tensioactivo aniónico o no iónico utilizado así como la relación de aniónico/no-iónico que sea empleada en el lavado. En el fenómeno de la deposición actúan entre otras, fuerzas o potenciales análogos a los que intervienen en la estabilidad de una dispersión coloidal, entre las cuales cabe citar la fuerza eléctrica, que puede ser atractiva o repulsiva y es debida al fenómeno de la doble capa eléctrica. Esta fuerza es evaluada en términos de potencial zeta y el sistema de medida más adecuado es el método electrocinético.

El objetivo principal de este trabajo es el de relacionar el potencial zeta con la deposición de una impureza sólida en el lavado, en presencia de mezcla de tensioactivos aniónicos y no-iónicos, con el fin de explicar tal deposición mediante el fenómeno de la doble capa eléctrica que se produce en la interfase fibra-solución.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

2.1.1. Tejidos

Fueron empleados los siguientes tipos de tejidos EMPA:

Poliéster «Style 767», Dacron 100 % tipo 54.

Poliéster/Algodón 65/35 (213) de 80 cm. ancho y 165 g/m².

Los tejidos se lavaron con una mezcla de disolventes formada por etanol y benceno en la proporción 2:1 (mezcla azeotrópica).

2.1.2. Productos químicos

Se emplearon los tensioactivos químicos siguientes:

Dodecil benceno sulfonado sódico de BDH y el Tritón X-100 para análisis, de Merck.

Se utilizó el negro de humo Ravon-1040 de la Firma Columbian con un diámetro de partícula de 29 m μ , con una área superficial de 85 m²/g., según catálogo. Para su utilización en los lavados se empleó dispersado convenientemente en alcohol isopropílico con ayuda de un vibroagitador.

2.2.1. Pruebas de deposición

Los procesos de deposición se realizaron en un aparato Launder-Ometer.

2.2.2. Reflectancias

Las reflectancias fueron obtenidas con un colorímetro Elrephomat de Carl Zeiss.

2.2.3. Aparato para la medición del potencial zeta

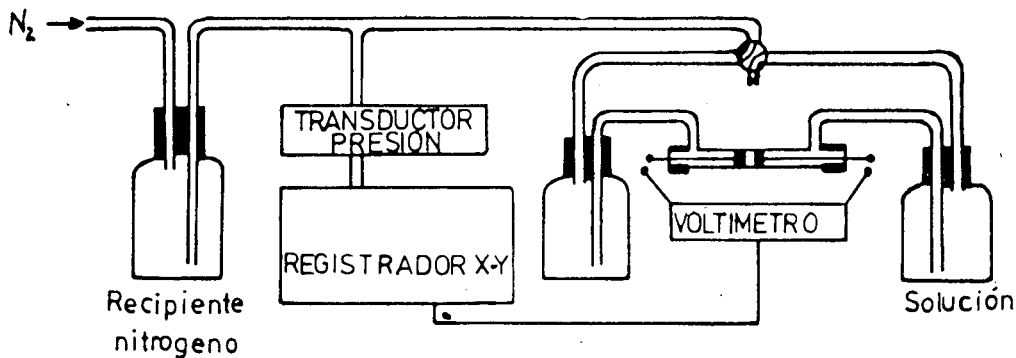


Fig. 1. Esquema del aparato utilizado.

Las medidas de potencial zeta se efectuaron con un aparato que se muestra esquemáticamente en la Figura 1, formado por los siguientes componentes:

- La célula de medición estuvo constituida por un tubo de vidrio de 12 mm. de diámetro que contenía dos electrodos de Ag-AgCl separados a una distancia de 1 cm. Entre los electrodos fue colocado el tejido.
- La disolución dispuesta para circular a través de la célula se colocó en sendos recipientes de 5 litros.
- Se aplicó una presión estática de nitrógeno variable en los recipientes del apartado b), midiendo tal presión con un transductor de presión «Bourn» 5020 P, con salida para registrador.
- La diferencia de potencial entre los electrodos fue medida con un pH/mV-metro marca Digilab 517 de Crison, de una exactitud de 0,1 mV, provisto de salida para registrador.
- Un registrador X-Y, Riken Denski, modelo F-43 P, en el que se registraron las medidas de presión y de potencial.
- La conductividad de la disolución fue determinada con un conductímetro Radiometer tipo CDM 2 e, provisto de una célula cuya constante es de 1 cm^{-1} a 20°C .

2.3. Procedimientos

2.3.1. Pruebas de deposición

Se efectuaron según la norma ISO 105-106/DAD 1. Las muestras de tejido fueron de 10×4 cm. La temperatura fue de 40°C . El tiempo de lavado de 30 minutos. El baño fue de 150 ml. de volumen. La cantidad de negro de humo introducida por baño de lavado fue de 10 mg., dispersado convenientemente en alcohol isopropílico.

2.3.2. Medida del grado de ensuciamiento relativo al tejido inicial

Fue determinado el grado de ensuciamiento con la fórmula de Florio y Merserau (1), a partir de los valores triestímulos obtenidos con las reflectancias medidas en el tejido. La fórmula es la siguiente:

$$\Delta C = \left[(X_s - X_p)^2 + (Y_s - Y_p)^2 + (Z_s - Z_p)^2 \right]^{1/2}$$

siendo X_p , Y_p y Z_p los valores triestímulos de la muestra blanca antes de los lavados y X_s , Y_s , Z_s los valores triestímulos de la muestra una vez efectuada la deposición o ensuciamiento. Estos fueron promedio de cuatro determinaciones.

2.3.3. Medida del potencial zeta

El potencial zeta se determinó a $20^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$, aplicando la ecuación de Helmholtz-Smoluchwski siguiente (2):

$$\Sigma = 6,75 \times 10^7 \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot \eta \cdot \kappa \cdot \Delta v}{\epsilon \cdot P}$$

Siendo P la presión en cm. de Hg.

Δv el potencial medio en mV

κ Conductividad específica del electrolito en s/cm.

ϵ Constante dieléctrica de la solución

η Viscosidad en poises.

La manipulación del aparato (Fig. 1) fue de la misma forma que se indicó en otro trabajo anterior (3). Las probetas para las mediciones fueron de 40 discos del tejido de igual diámetro que la célula, ambientados previamente en la solución de medida.

2.4. Pruebas realizadas

a) Ensayos de deposición

La deposición del negro de humo sobre tejidos de poliéster y poliéster-algodón se realizó en presencia de varias concentraciones de DBSS y de Triton X — 100, por separado y en mezcla.

Las mezclas se efectuaron con las relaciones de tensioactivo aniónico: no-iónico siguientes: 1:0; 0,8:0,2; 0,6:0,4; 0,4:0,6; 0,2:0,8; 0:1.

b) Mediciones de potenciales zeta:

Los potenciales zeta se midieron en las mismas concentraciones iónicas que en los lavados de los ensayos de deposición.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Las impurezas redepositadas sobre sustratos textiles atendiendo a su naturaleza, se pueden clasificar en dos tipos:

a) Impurezas constituidas por componentes fluidos, tales como aceites o grasas.

b) Impurezas sólidas formadas por pequeñas partículas, tales como hollín, arcilla, diferentes óxidos metálicos, etc.

En este trabajo se ha considerado la deposición del negro de humo como un tipo de impureza sólida, muy utilizada por otros autores en ensayos de deposición (4).

En la deposición de impurezas sólidas intervienen diversos tipos de fuerzas, como son las fuerzas de repulsión de Born, las fuerzas de Van der Waals, las fuerzas no eléctricas repulsivas y las fuerzas eléctricas que son consideradas en este trabajo y que tal como se ha indicado son debidas al fenómeno de la doble capa eléctrica, que viene caracterizada por el potencial zeta.

3.1. Cantidades de negro de humo depositadas sobre los tejidos de poliéster-algodón en presencia del DBSS y del Triton X-100, por separado y en mezcla

Los resultados de las cantidades de negro de humo depositadas sobre los tejidos utilizados se exponen en la Tabla I y II. Estos valores se calcularon a partir de las medidas del grado de ensuciamiento y con el empleo de las relaciones lineales, encontradas en otro trabajo anterior entre el grado de ensuciamiento y el logaritmo de la concentración de negro de humo depositada (5).

TABLA I

Cantidades de negro de humo depositadas sobre el tejido de poliéster en función de la concentración de tensioactivo bajo distintas relaciones de DBSS/Tritón X-100

Relación DBSS/Triton X-100	Concentraciones totales de tensioactivo en mol/l.				
	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
	Cantidades de negro de humo en mgC/m ²				
1:0	43,6	63	97,7	97,8	138,1
0,8:0,2	20,9	32,4	38,5	64,9	110
0,6:0,4	8,6	15,5	26	32,3	65,3
0,4:0,6	3,5	3,5	6	7,6	8,6
0,2:0,8	2	1,5	2,8	2,4	4,7
0:1	2	1,2	1,6	1,8	1,9

TABLA II

Cantidades de negro de humo depositadas sobre el tejido de poliéster-algodón en función de la concentración de tensioactivo bajo distintas relaciones de DBSS-Tritón X-100

Relación DBSS/Triton X-100	Concentraciones totales de tensioactivo en mol/l.				
	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
	Cantidades de negro de humo en mg C/m ²				
1:0	10	11,2	13,6	21,4	30,9
0,8:0,2	7,1	9,1	11,8	14,5	26,3
0,6:0,4	4,9	4,9	7,9	10,2	18,6
0,4:0,6	3,8	3,6	6,7	14,3	18,6
0,2:0,8	1,8	2,1	2,3	2,4	2,8
0:1	1,1	1,6	1,8	1,9	2,1

En los valores de deposición indicados en las anteriores Tablas I y II, se aprecia que las cantidades de negro de humo depositadas sobre cada uno de los citados tejidos disminuye al aumentar la concentración total de los tensioactivos utilizados tanto en las diferentes mezclas como en el tensioactivo DBSS y Triton X-100 utilizados por separado. En el poliéster se observan unos mayores valores de deposición que en el poliéster-algodón.

Este comportamiento es debido a que el poliéster es una fibra más hidrófoba que el poliéster-algodón, lo que motiva su mayor efecto de deposición de impurezas. Así pues, si se considera el cambio de energía libre que acompaña a un proceso de deposición se tiene.

$$\Delta G = \gamma_{FP} - \gamma_{FA} - \gamma_{PA}$$

donde γ_{FP} , γ_{FA} , γ_{PA} representan respectivamente las energías interfaciales fibra-partícula de negro de humo, fibra-agua y partícula de negro de humo-agua. Para que exista deposición, habrá un descenso de la energía libre, entonces $\Delta G < 0$. Por tanto, la deposición se favorece, por los grandes valores de γ_{FA} y γ_{PA} y bajos valores de γ_{FP} , tal como sucede entre fibras de poliéster y partículas de negro de humo.

Los valores de deposición obtenidos en las mezclas de tensioactivos, presentan una disminución al ir aumentando la concentración de tensioactivo no-iónico (Triton X-100) en la mezcla y por consiguiente disminuye la concentración de tensioactivo aniónico (DBSS).

El tensioactivo aniónico DBSS presenta mayores valores de deposición que el no-iónico (Triton X-100) que tiene valores casi nulos.

3.2. Potenciales zeta de los tejidos de poliéster y poliéster-algodón en presencia del DBSS y el Triton X-100 y en mezcla de ambos

Los valores de los potenciales zeta, encontrados en las mismas condiciones iónicas de las soluciones de lavado utilizados en los ensayos de deposición, se exponen en las Tablas III y IV.

TABLA III

Potenciales zeta de los tejidos de poliéster en función de la concentración de tensioactivo bajo distintas relaciones de DBSS/Tritón X-100

Relación DBSS/Triton X-100	Concentraciones totales de tensioactivo en mol/l.				
	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
	Potenciales zeta en (—mV)				
1:0	106,8	100,3	102	95,5	87,4
0,8:0,2	99,6	98,3	96,6	86,6	85,6
0,6:0,4	100,8	85,5	87,7	88,3	74,8
0,4:0,6	97,3	85	85	84,6	71,9
0,2:0,8	83,3	81,4	83,7	80,5	70,6
0:1	79,8	76,6	72,7	65,61	61,02

TABLA IV

Potenciales zeta de los tejidos de poliéster-algodón en función de la concentración de tensioactivo bajo distintas relaciones de DBSS/Tritón X-100

Relación DBSS/Triton X-100	Concentraciones totales de tensioactivo en mol/l.				
	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
	Potenciales zeta en (—mV)				
1:0	47,5	43,3	37,7	35,3	29,9
0,8:0,2	52,2	42,8	35,2	29	22,2
0,6:0,4	48,8	43,9	33	32	23,9
0,4:0,6	42	39	32	25,9	10,5
0,2:0,8	36,4	31,7	28,3	26,7	22,3
0:1	20	17	12,6	12,2	13,4

Tal como se aprecia en las anteriores Tablas III y IV, los potenciales zeta de los tejidos de poliéster y poliéster-algodón tienen el mismo signo negativo y aumentan en valor cuantitativo al aumentar la concentración total de los tensioactivos utilizados por separado en la mezcla.

Los potenciales zeta del tensioactivo aniónico son superiores a los del tensioactivo no-iónico, lo que lleva implícito que en el tensioactivo aniónico se presenta una doble capa eléctrica de mayor espesor que en el no-iónico, motivado por su mayor carácter polar.

Para una misma concentración total, los potenciales zeta en las mezclas de tensioactivos, disminuyen al disminuir la proporción de tensioactivo aniónico (DBSS) en la mezcla por tanto aumenta la de tensioactivo no-iónico (Triton X-100).

3.3. Relación entre el potencial zeta y la deposición de negro de humo sobre los tejidos de poliéster y poliéster-algodón en presencia de los tensioactivos DBSS, Triton X - 100 y mezcla de ambos

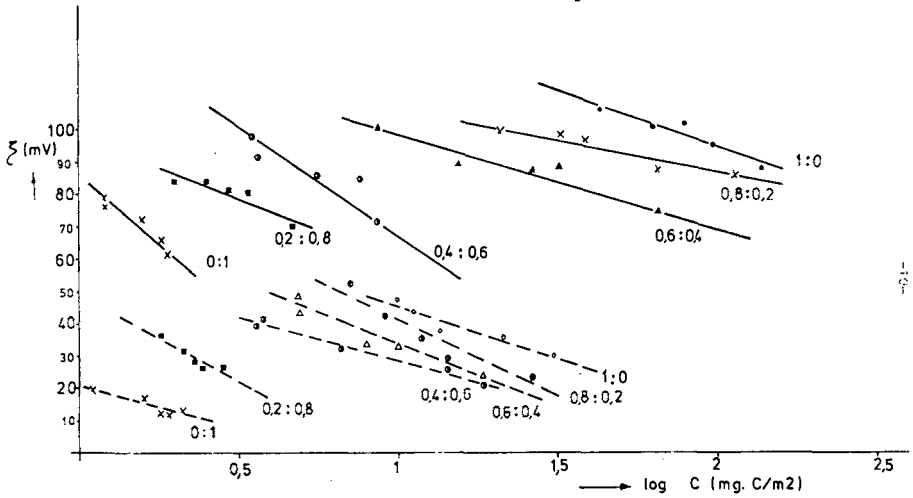


Fig. 2. Relación entre los potenciales zeta y las cantidades de negro de humo depositadas sobre poliéster y poliéster-algodón, en presencia de varias concentraciones y diferentes mezclas de tensioactivo (SDBS: Tritón X-100).

———— poliéster
 - - - - - poliéster-algodón

Tal como se aprecia en la figura 2, en la que se incluyen todas las mezclas de los tensioactivos utilizados, se presenta una cierta linealidad entre el potencial zeta y el logaritmo de la cantidad del negro de humo depositada sobre los tejidos de poliéster-algodón. En todas las linealidades obtenidas para cada mezcla ensayada, con la disminución del potencial zeta como consecuencia de la disminución de concentración total de tensioactivos, se presenta un aumento de la cantidad de negro de humo depositada. Este fenómeno es consecuencia que en la doble capa eléctrica existente, al disminuir el potencial zeta, se tiene un menor espesor y por tanto existe una mayor repulsión entre la fibra y la impureza sólida que motiva la mayor facilidad para depositarse sobre la fibra. Cabe señalar que este efecto, se muestra más acusado, para los tejidos estudiados, en presencia del DBSS y en menor medida en presencia del (Tritón X-100), como consecuencia que tanto el potencial zeta como la deposición obtenidas son mayores con la utilización del tensioactivo aniónico.

CONCLUSIONES

Para los tejidos ensayados de poliéster y poliéster-algodón en presencia del DBSS y del Tritón X-100, cabe indicar lo siguiente:

- 1) El tensioactivo aniónico (DBSS) presenta mayores valores de deposición de negro de humo que el no-iónico (Tritón X-100).
- 2) La deposición de negro de humo obtenida en presencia de las mezclas de tensioactivos (DBSS y Tritón X-100), disminuye al aumentar la concentración de aniónico.

- 3) La deposición disminuye al aumentar la concentración de los tensioactivos estudiados, tanto por separado como en mezcla.
- 4) Los potenciales zeta del poliéster son mayores que los obtenidos con el poliéster-algodón.
- 5) Los potenciales zeta de los tejidos ensayados, en presencia del DBSS son superiores a los obtenidos con Tritón X-100.
- 6) Los potenciales zeta en presencia del DBSS y del Tritón X-100 y en mezcla de ambos, disminuyen al disminuir la proporción de aniónico en la mezcla y por tanto aumenta la de no-iónico.
- 7) Se ha presentado una tendencia a la linealidad entre el potencial zeta y el logaritmo de la deposición.
- 8) Al disminuir el potencial zeta, se ha encontrado un aumento de la cantidad de negro humo depositada en la mezcla de tensioactivos ensayos. Esto se ha justificado por la mayor atracción existente entre la fibra y la partícula sólida.

BIBLIOGRAFIA

- (1) F. A. Florio y E. P. Merserau. *Tex. Res. J.* 25, 611-649 (1955).
- (2) V. F. Androsov y Li. Liverant. *Tech. Textile Industry. URSS* 3, 98-100 (1966).
- (3) J. F. Carrión. XII Jornadas CED/AID. Feb. 1981, Barcelona.
- (4) Detergency. Theory and Test. Methods. Part I edited W. G. Cutler and Davis Marcel Dekker, New York, 1972.
- (5) J. F. Carrión y J. Ribé. XII Jornadas CED/AID, Feb. 1981, Barcelona.