

# ELECTROKINÉTICA DE NEGRO DE HUMO EN PRESENCIA DE HIDROXIPROPILMETILCELULOSA Y MEZCLA DE TENSIÓACTIVOS

F.J. Carrión \*

## 0.1. Resumen

Para la prevención de deposición de impurezas sólidas sobre los tejidos durante el lavado se utilizan en las formulaciones detergentes agentes de antirredeposición, los cuales se adsorben sobre la superficie de los tejidos y de la impureza. Uno de estos productos es la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), que en este trabajo se pone en contacto con mezclas de tensioactivos aniónico con no-iónico y con negro de humo, con el objeto de estudiar la densidad de carga superficie de tales partículas para el posterior estudio de mecanismos de acción en la antirredeposición de impurezas.

Se caracterizó la doble capa eléctrica de las partículas de negro de humo mediante la técnica de microelectroforesis en presencia del HPMC y bajo la influencia de la concentración de los tensioactivos aniónico DBSS y no-iónico Triton X-100. A partir de la teoría de Gouy-Chapman se calculó el potencial de superficie y la densidad de carga de superficie.

*Palabras clave:* Electrocinética, negro de humo, impureza de lavado, hidroxipropilmetilcelulosa, tensioactivos, agentes de antirredeposición.

## 0.2. Summary. ELECTROKINETICS OF CARBON BLACK IN THE PRESENCE OF HYDROXY-PROPYLMETHYLCELLULOSE AND A MIXTURE OF SURFACTANTS

To prevent deposition of solid soil on fabrics during washing, antiredeposition agents are used in the detergent formulations which are adsorbed on the surface of fabrics and of soil. One of these products is hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) which -in this study- has been put in contact with mixtures of anionic and non-ionic surfactants and carbon black to study firstly the surface density charge of these particles and, then, the mechanisms of actions in the soil antiredeposition.

The double electric layer of the carbon black particles was characterized by the microelectrophoresis technique of HPMC under the

influence of the concentration of the DBSS anionic and Triton X-100 non-ionic surfactants. The surface potential and the surface density charge were calculated from Gouy-Chapman theory.

*Key words:* Electrokinetic, carbon black, washing soil, hydroxypropylmethyl cellulose, surfactants, antiredeposition agents.

## 0.3. Résumé. ÉLECTROKINÉTIQUE DU NOIR DE FUMÉE EN PRÉSENCE D'HYDROXYPROPYL-MÉTHYLCELLULOSE ET D'UN MÉLANGE DE TENSIÓACTIFS

Pour prévenir le dépôt des impuretés solides sur les tissus pendant le lavage, on utilise des agents anti-redéposition dans les formulations de détergents. Ces agents sont adsorbés à la surface des tissus et des impuretés. L'un de ces produits est l'hydroxypropyl-méthylcellulose (HPMC) qui est mis en contact, dans cette étude, avec des mélanges de tensioactifs anionique et non-ionique et avec du noir de fumée, pour étudier la densité de charge de superficie de ces particules, en vue de l'étude postérieure des mécanismes d'action dans l'anti-redéposition des impuretés.

Nous avons caractérisé la double couche électrique des particules de noir de fumée en utilisant la technique de la micro-électrophorèse en présence d'HPMC et sous l'influence de la concentration des tensioactifs anionique DBSS et non-ionique Triton X-100. À partir de la théorie de Gouy-Chapman, nous avons calculé le potentiel de superficie et la densité de charge de superficie.

*Mots clé:* Électrocinétique, noir de fumée, hydroxypropylméthylcellulose, tensioactifs, agents anti-redéposition.

## 1. INTRODUCCIÓN

Para prevenir la deposición durante el lavado de tejidos, agentes de antirredeposición son añadidos al proceso, los cuales se adsorben sobre la superficie del tejido y de las impurezas<sup>1)</sup>. En la deposición de impureza sólida, tal como el negro de humo, sobre la superficie del tejido durante el lavado, existen muchos factores o potenciales que son similares a los que intervienen en la estabilidad de dispersiones coloidales, uno de ellos es la fuerza eléctrica, la cual puede ser atractiva o repulsiva debido al fenómeno de la doble capa eléctrica<sup>2)</sup>,

\* Dr. Ing. Fco. Javier Carrión Fité. Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Director del INTEXTER (U.P.C.), Jefe del Laboratorio de "Tensioactivos y Detergencia" del INTEXTER (U.P.C.), y Editor de este Boletín.

Las partículas de negro de humo, en presencia de las mezclas de los indicados tensioactivos, mostraron unos mayores valores de los potenciales zeta negativos en ausencia del agente de antirredeposición HPMC, estudiado que en presencia del mismo en las condiciones de mezcla estudiadas (Fig. 1 y 2). Este comportamiento del potencial zeta fue bastante similar al de los valores de deposición de negro de humo durante el proceso de lavado del poliéster, en presencia de HPMC, encontrada en otro trabajo anterior<sup>6</sup>. El mecanismo de acción de este agente de antirredeposición durante el lavado para prevenir la deposición de impureza sólida (negro de humo) sobre el poliéster tiene lugar mediante un efecto de repulsión compuesto por varias fuerzas y dependiente de varias variables, tales como la interacción entre la cadena polioxi-etilenada del tensioactivo no-iónico, mayor hidrofobicidad del agente de antirredeposición, etc.

### 3.2. Variación de la densidad de carga de superficie

La determinación de la densidad de carga de superficie en la doble capa eléctrica se llevó a cabo teniendo en cuenta el modelo de Eversole and Boardman, el cual a partir de la teoría de Gouy-Chapman de la variación del potencial con la distancia establece la ecuación siguiente:

$$\ln \tanh \frac{Z.e.\psi}{4.K.T} = \ln \tanh \frac{Z.e.\psi_0}{4.K.T} - \kappa.\chi \quad (1)$$

donde  $\Psi$  es el potencial a la distancia  $\chi$  cm de la capa de Stern donde el potencial es  $\psi_0$ ,  $Z$  es la valencia del anión,  $e$  es la carga del electron en esu,  $\kappa$  el recíproco del espesor de la doble capa eléctrica ( $\text{cm}^{-1}$ ), la constante de Boltzman, y  $T$  la temperatura absoluta.

El valor de  $\kappa$  fue calculado a partir de la ecuación siguiente:

$$\kappa = \left( \frac{8.\pi.Z^2.e^2.N.C}{1000.\epsilon.K.T} \right)^{1/2} \quad (2)$$

donde  $e$  es la carga del electrón,  $\epsilon$  es la constante dieléctrica del agua,  $K$  es la constante de Boltzmann,  $T$  es la temperatura absoluta,  $N$  es el número de Avogadro y  $C$  es la concentración total de los tensioactivos.

En nuestro caso la partícula esférica tiene un radio  $a$ ,  $\kappa > 10$ , el modelo de la doble capa eléctrica servirá como una buena aproximación.

El potencial de la ecuación (1) fue reemplazado por el valor del potencial zeta del sistema estudiado. Se obtuvo un ajuste lineal entre  $\ln \tanh (Z.e.\psi / 4.K.T)$  en función de  $\chi$ , donde su valor  $\chi = 0$  corresponde al borde exterior de la capa de Stern y de la ordenada en el origen se puede calcular el potencial de superficie.

La regresión lineal entre  $\ln \tanh (Z.e.\psi / 4.K.T)$  en función de  $\chi$  y los valores del potencial de superficie obtenidos a partir de la ordenada en el origen se indican en la Tabla 1 para cada linealidad obtenida en las diferentes proporciones de mezcla DBSS/ Triton X-100 ensayadas: 1:0; 0.5:0.5 y 0.2:0.8.

**TABLA 1**

Regresión lineal entre  $\ln \tanh (Z.e.\psi_0 / 4.K.T)$  en función de  $\chi$  y los correspondientes valores del potencial de superficie.

Proporción molar de la mezcla DBSS/ Triton X-100	Agente de antirredeposición	Regresión lineal	Coefi. corre.	$\Psi_0$ (mV)
1:0	sin	$Y = -0.7512 + 1.0144 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.841	51.2
0.5:0.5	sin	$Y = -0.8294 + 7.9085 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.845	46.7
0.2:0.8	sin	$Y = -1.0360 + 1.8905 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.961	37.1
1:0	HPMC	$Y = -1.0672 + 1.0471 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.819	35.8
0.5:0.5	HPMC	$Y = -1.5283 + 1.2286 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.815	22
0.2:0.8	HPMC	$Y = -1.7543 + 2.1029 \cdot 10^{-7} \cdot \chi$	0.977	17.4

Tal como se puede deducir de la Tabla 1 anterior, el potencial de superficie del negro de humo en presencia del tensioactivo aniónico fue superior a sus mezclas con tensioactivo no-iónico (0.5:0.5 y 0.2:0.8), tanto con y sin agente de antirredeposición. En presencia del agente de antirredeposición HPMC

todos los valores de los potenciales de superficie fueron menores que en ausencia del mismo en las anteriores proporciones de mezcla de los tensioactivos.

### 3.3. Determinación de la densidad de carga de superficie

La densidad de carga de superficie para cada concentración, fue calculada por la ecuación:

$$\sigma = \left( \frac{2 \cdot \epsilon \cdot N \cdot C \cdot K \cdot T}{100 \cdot \pi} \right)^{1/2} \operatorname{senh} \frac{Z \cdot e \cdot \psi}{2 \cdot K \cdot T} \quad (2)$$

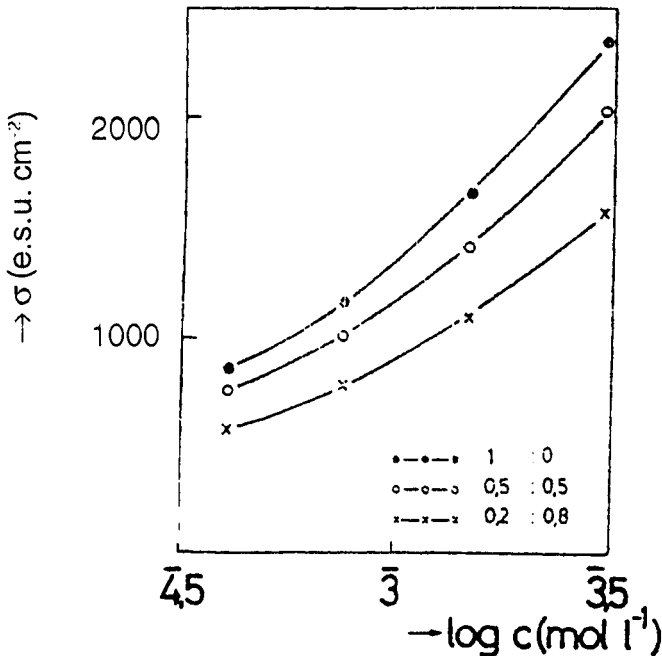


FIGURA 3: Variación de la densidad de carga de superficie del negro de humo en función de la concentración total de los tensioactivos y de la mezcla de diferentes proporciones molares de tensioactivo aniónico (DBSS) con tensioactivo no-iónico (Triton X-100)

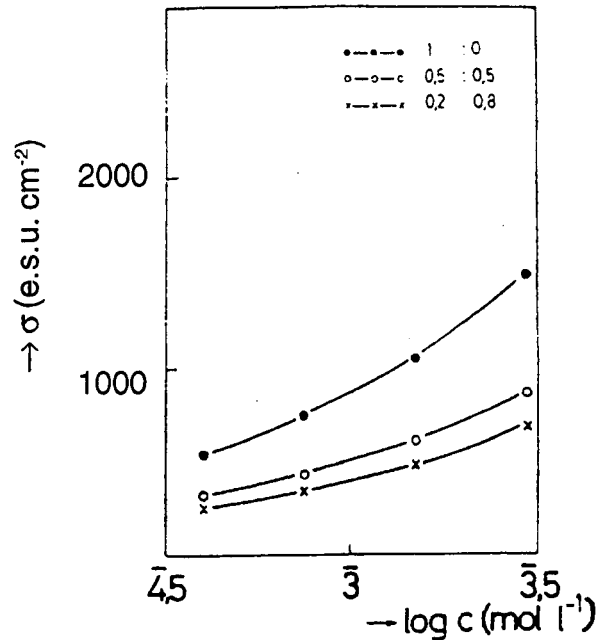


FIGURA 4: Variación de la densidad de carga de superficie del negro de humo en función de la concentración total de los tensioactivos en la mezcla de diferentes proporciones molares de tensioactivo aniónico (DBSS) con tensioactivo no-iónico (Triton X-100), con la presencia de 0.01 g/l de HPMC.

Tal como se aprecia en las Figuras 3 y 4 anteriores, la densidad de carga de superficie del negro de humo en presencia de las mezclas de los indicados tensioactivos muestra mayores valores en ausencia del HPMC que en presencia del mismo. La densidad de carga de superficie del negro de humo aumentó al aumentar la concentración de tensioactivo con y sin la presencia del indicado agente de antirre deposición.

La densidad de carga de superficie del tensioactivo aniónico muestra mayores valores que sus mezclas con el tensioactivo no-iónico, el cual muestra menores valores al aumentar la proporción de mismo en la mezcla para cada concentración ensayada, con y sin la presencia del agente de antirre deposición ensayado.

## 4. CONCLUSIONES

Con referencia a la caracterización de la doble capa eléctrica de las partículas de negro de humo en presencia de las soluciones acuosas compuestas de un tensioactivo aniónico DBSS y de sus mezclas, con el tensioactivo no-iónico Triton X-100, con y sin la presencia de HPMC, cabe indicar lo siguiente:

4.1. Los potenciales zeta y la densidad de carga de superficie del negro de humo, con y sin la presencia de HPMC, en presencia del tensioactivo aniónico (DBSS) fueron, en general, más elevados que los obtenidos con sus mezclas con el tensioactivo no-iónico (Triton X-100). El potencial zeta y la densidad de carga de superficie, en general,

aumentó al aumentar la concentración de los tensioactivos y disminuyó al aumentar la proporción de tensioactivo no-iónico en la mezcla.

4.2. En general, los potenciales zeta y la densidad de carga de superficie del negro de humo sin agente de antirredeposición fueron mayores que con la presencia de tal producto HPMC. En ambos casos aumentó la densidad de carga de superficie con la concentración de los tensioactivos y la proporción de tensioactivo aniónico en la mezcla.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Cutler W.G. y Davis R.C. editores. Detergency . Theory and Test Methods. Part I. Marcel Dekker, New York (1972).

2. Derjaguin .V. y Landau L.D. Acta Physim. U.R.S.S. 14,663 y Derjaguin D.V., Trans Faraday Soc. 36, 730 (1940)
3. Carrión F.J. Comunicaciones de la XII Jornadas CED/AID Frb. 1981, 12, 375-398 . Boletín INTEXTER 79, 23 (1981)
4. Verwey E.J.W. y Overbeek J.Th.G. Theory of the Stability of Lyophobic Colloids. Elsevier , Amsterdam (1948)
5. Eversole W.G. y Boardman W.W., J. Chem. Phys. 9, 798 (1941)
6. Carrión F.J. Tenside Surfactant Detergents, 21, 3, 128 (1984)

Trabajo presentado en: 1998.04.27.

Aceptado en: 1998.06.02.