



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“TIPOS DE ESPESANTES EMPLEADOS EN PINTURAS BASE AGUA”

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSO DE EDUCACIÓN CONTÍNUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

ALEJANDRO LUNA CHAYEB



MÉXICO, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Carlos Guzmán De Las Casas

VOCAL: Jesús Gracia Fadrique

SECRETARIO: Francisco Javier Rodríguez Gómez

1er SUPLENTE: Marcos Enríquez Rodríguez

2do SUPLENTE: Jorge Rafael Martínez Peniche


FACULTAD DE QUÍMICA

Asesor:


Francisco Javier Rodríguez Gómez

Sustentante:

Alejandro Luna Chayeb



Agradecimientos

A mis padres

**Por la infinita paciencia y amor que me han dado,
todo lo que soy es gracias a ellos.**

A mis hermanos

**Por todos los momentos felices que hemos compartido,
ellos son mis mejores amigos.**

A la U.N.A.M. y a la Facultad de Química

**Por haberme abierto sus puertas y por brindarme,
la oportunidad de cursar una carrera.**

A la Secretaria de Extensión Académica

**Por el Diplomado en Tecnología de Pinturas,
y por el apoyo y orientación que me dieron.**

**A todas aquellas personas que a lo largo de mí vida me han apoyado, inspirado, alentado
en momentos difíciles o que simplemente han compartido un poco de su tiempo conmigo.**

Contenido

	Página
Indice	1
Introducción	2
Antecedentes	3
Capítulo 1. Modificadores reológicos sintéticos asociativos	6
1.1 Emulsión alcalina soluble modificada hidrofóbicamente	
1.2 Uretano Etoxilado modificado hidrofóbicamente	
1.3 Poliéter modificado hidrofóbicamente	
Capítulo 2. Modificadores reológicos sintéticos no asociativos	11
Capítulo 3. Celulósicos	12
3.1 Carboximetil Celulosa (CMC)	
3.2 Hidroxietil Celulosa (HEC)	
3.3 Etil hidroxietil Celulosa (EHEC)	
3.4 Metil Celulosa (MC)	
3.5 Hidroxietil Celulosa Hidrofóbicamente Modificada (HMHEC)	
3.6 Etil Hidroxietil Celulosa Hidrofóbicamente Modificada (HM-EHEC)	
Capítulo 4. Arcillas	17
Conclusiones	19
Bibliografía	20

Introducción

Los recubrimientos de superficies se han utilizado durante miles de años con un incremento gradual de consumo a medida que la civilización se ha ido desarrollando. En la prehistoria, la pintura se limitaba casi exclusivamente a la decoración de las cavernas y otras moradas.

Los antiguos aplicaban recubrimientos a sus barcos, utensilios, armas, templos, palacios con una gran cantidad de pigmentos y aglutinantes algunos de los cuales se siguen utilizando hoy en día.

A través de la Edad Media y aún después de haber empezado la Era Industrial, el volumen de pinturas fabricadas era insignificante comparado con el de ahora, a causa del bajo nivel de vida de la mayoría de los habitantes del mundo.

Mucha gente se sorprendería al saber que aún en la América colonial, la pintura era considerada como un lujo. Una casa pintada en aquellos días era una señal de considerable distinción.

Hasta que las primeras fábricas de pinturas y barnices fueron puestas en marcha en el siglo XIX, los pintores elaboraban las pinturas ellos mismos, convirtiendo pigmentos en líquidos por medio de toscos molinos.

La formulación era entonces un arte, los pintores guardaban los limitados conocimientos, que habían obtenido lenta y pacientemente a lo largo de pruebas y errores, y estos conocimientos pasaban oralmente de padres a hijos a través de generaciones.

Alrededor de 1900, los fabricantes de pinturas comenzaron a emplear químicos tratando de producir pinturas realmente de buena calidad.

Desde aquellos primeros días del siglo XX la historia de la industria de las pinturas ha ido en constante y acelerado crecimiento en tecnología así como en la cantidad de artículos vendidos.

Antecedentes

Todos los objetos son vulnerables en su superficie. Es la superficie la que está en contacto permanente con el aire, que contiene humedad y que puede degradarla. Las superficies de los objetos que están a la intemperie sufren el ataque del sol, el aire, la lluvia, la niebla, el rocío, el hielo y la nieve. Bajo estas condiciones, el hierro se oxida, la madera se pudre, las paredes de nuestras casas se agrietan y se desintegran. Estos y otros objetos sufren el desgaste del uso diario, que produce ralladuras, abrasiones y abolladuras en sus superficies. Para prevenir o reducir el daño se aplican capas o revestimientos para protegerlos. Estas capas sirven además para decorar los objetos o artículos, para añadir color y lustre, y para alisar y hacer desaparecer las arrugas o irregularidades provocadas por el proceso de fabricación. Por lo tanto la función de cualquier capa superficial es doble: proteger y decorar.

Un recubrimiento es una composición líquida que se convierte en una capa sólida protectora o decorativa. Una pintura es un recubrimiento con pigmentos que forman una capa sólida opaca sobre la superficie de un material.

Hay muchas capas o revestimientos que cumplen esas funciones, pero no existe ningún material que sea más versátil que la pintura, se puede aplicar a cualquier superficie de una u otra forma, por muy difícil que sea su forma y tamaño. Pintura es una palabra muy general que se utiliza para denominar a una gran variedad de materiales, cuyos nombres son muchas veces más descriptivos de su función o de su composición: esmaltes, lacas, barnices, látex, etc.

Existen muchos tipos de pinturas pero todas se formulan con los mismos principios básicos y contienen todos o algunos de los principales ingredientes:

Primero se incluye un pigmento. Los pigmentos tienen tanto propiedades decorativas como protectoras. La forma más simple de pintura es la lechada de cal, que cuando seca, no es más que un

pigmento blanqueante (carbonato cálcico) extendido sobre una superficie, decora y protege, pero se desgasta y acaba desapareciendo, por ello las pinturas contienen el segundo ingrediente que es el ligante o formador de película, que es una resina o polímero, para mantener unidas las partículas del pigmento y que permanezcan en la superficie.

La fluidez de la pintura permite la penetración incluso en los más intrincados resquicios. Esta fluidez se consigue disolviendo el formador de película (ligante) en el disolvente apropiado o consiguiendo suspensiones coloidales del pigmento y del ligante en un disolvente. Por ello, el tercer componente básico de una pintura es un líquido. A la mezcla del formador de película con el líquido disolvente se le llama vehículo para el pigmento.

Resulta evidente que con la composición antes mencionada se obtiene un recubrimiento que cumple con su función básica, pero hay otras propiedades deseables en la pintura, que solo se pueden obtener con la ayuda de aditivos. Los aditivos son pequeñas cantidades de sustancias que se añaden a la pintura para darle ciertas propiedades, tales como la mejora de la apariencia, el brillo, resistencia, adherencia, facilidad de aplicación, consistencia, etc.

Una pintura debe ser fácil de aplicar en condiciones cambiantes y debe ser agradable a la vista cuando esté seca. La aplicación puede ser hecha con brocha, rodillo o por una amplia variedad de sistemas de rociado (por aire comprimido, al vacío, atomizadores por aerosoles), por baño o inmersión.

La mayor parte de los métodos de aplicación dejan algunas irregularidades en la superficie húmeda de la película: marcas de brocha, burbujas, marcas de rodillo. La pintura primeramente debe fluir para que desaparezcan las irregularidades, parando después de fluir para evitar que se corra o caiga en superficies verticales. Este cambio en la cantidad de pintura que fluye, viene normalmente provocado por la evaporación del disolvente, que provoca un aumento en sólidos y por lo tanto una mayor consistencia, el flujo se va deteniendo hasta que para completamente.

Para tener un mejor control de esta propiedad es necesario incluir en la pintura sustancias que le den características diferentes de viscosidad, de forma que sea fluida mientras se agita, pero que espese en poco tiempo cuando cese la agitación, a este tipo de comportamiento se le llama tixotropía.

Los aditivos utilizados para lograr cambios en la viscosidad, son conocidos como espesantes o modificadores reológicos debido a que cambian el comportamiento reológico de la pintura.

La reología es la ciencia que estudia el flujo y deformación de la materia y describe la interrelación entre fuerza, tiempo y deformación. El término procede del griego "rheos" que significa fluir.

La reología abarca el estudio de todos los materiales, desde gases a sólidos.

El objetivo de este trabajo es la revisión de los diferentes tipos de espesantes comúnmente usados en las pinturas que emplean como vehículo el agua.

Capítulo 1 “Modificadores reológicos sintéticos asociativos”

Una gran familia de productos químicos arribaron al mercado de pinturas en la década de los 70's justo a tiempo para dar algunas muy esperadas respuestas a las demandas de los formuladores.

El término asociativo se debe a la capacidad que tienen estos espesantes, de desarrollar niveles de viscosidad por la formación de una red mediante asociaciones hidrofóbicas.

Una de las principales ventajas que mostraban era su forma líquida, con la cual sería más fácil su introducción cuando fuera agregada al final del proceso de fabricación de la pintura para regular la viscosidad final. Rápidamente también fueron apreciados por otras ventajas, como una mejor resistencia a salpicar en la aplicación con rodillo, nivelación y mejor brillo, a pesar de algunas desventajas como poca aceptación de color, poca resistencia al descuelgue, baja retención de agua y muy sensible a los cambios en la formulación.

Al principio algunos de los productores de estos espesantes sintéticos trataron de quitar completamente los celulósicos de las pinturas base agua, pero en la actualidad el mercado está generalmente orientado a favor de las mezclas entre ambos tipos de espesantes, de esta manera se combinan sus ventajas para un mejor desempeño.

1.1 Emulsión Alcalina Soluble Modificada Hidrofóticamente

Estos modificadores reológicos son conocidos por sus siglas en inglés HASE (Hydrophobically Modified Anionic Soluble Emulsion) y también como espesantes acrílicos (figura 1), pertenecen a un largo grupo de espesantes asociativos de forma líquida con apariencia lechosa, con una concentración de aproximadamente 30%, con carácter aniónico, pH entre 2.5 y 3.5 y con un comportamiento pseudo-plástico.

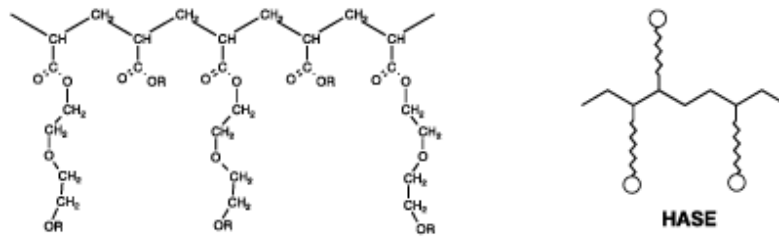


Figura 1: Estructura HASE

Estos espesantes pueden lograr viscosidades altas en asociación con grupos hidrofóbicos (figura 2) de otros componentes con un comportamiento newtoniano; este grupo de polímeros provee el potencial para un mejor control de la reología en un mayor rango de esfuerzos cortantes que los tradicionales ASE (emulsión alcalina soluble).

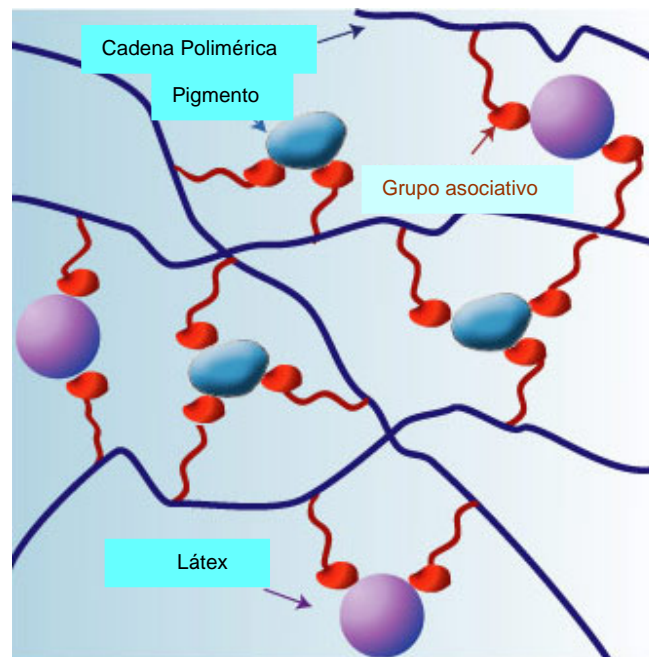


Figura 2*: Mecanismo de espesamiento del HASE

Hay diferentes tipos de HASE con los cuales es posible desarrollar un gran número de viscosidades con esfuerzos cortantes bajos, medios y altos.

Los espesantes HASE son recomendados en muchas pinturas base agua satinadas para aplicación con rodillo en interiores y exteriores.

*www.specialchem4coatings.com

1.2 Uretano Etoxilado modificado hidrofóticamente

Los modificadores reológicos uretánicos que son conocidos por sus siglas en inglés HEUR (Hydrophobically Modified Ethylene Oxide Urethane) son un grupo de espesantes asociativos, que generalmente son comercializados en solución libre de solventes y de apariencia turbia de fácil dispersión y disolución.

Este grupo de polímeros consiste típicamente en unidades de polietileno-glicol de diferentes longitudes conectadas por enlaces de uretano con terminaciones de grupos hidrófobos (figura 3).

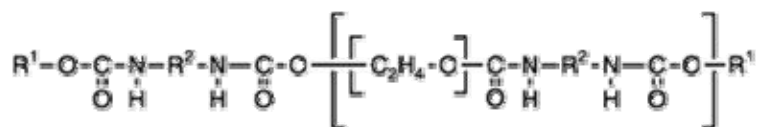


Figura 3: Estructura HEUR

A diferencia de los ASE y HASE, los espesantes uretánicos son sustancias no iónicas y no son dependientes del medio alcalino para su mecanismo de espesamiento.

Hay diferentes tipos de espesantes uretánicos, con los que se pueden lograr viscosidades para esfuerzos cortantes bajos (evita la sedimentación del pigmento y el descuelgue), esfuerzos cortantes medios y altos (mejora las propiedades de aplicación y nivelación, resistencia al salpiqueo y buen flujo).

El mecanismo de espesamiento de los HEUR es semejante a los surfactantes, es decir interactúa con las partes hidrofóbicas e hidrofílicas de los diferentes componentes de la pintura.

Este mecanismo se basa en la formación de una red tridimensional de enlaces hidrófobos débiles pero regenerables (figura 4).

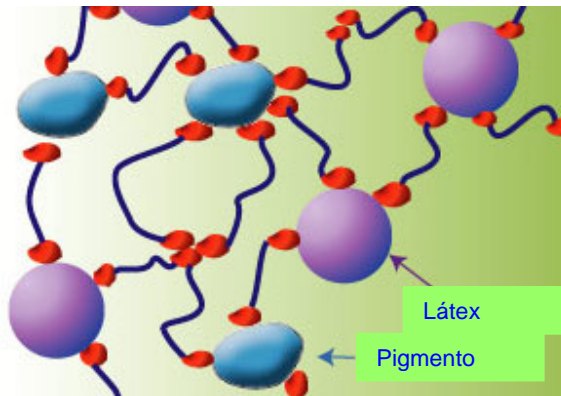


Figura 4*: Mecanismo de espesamiento del HEUR

Estos modificadores reológicos tienen un carácter hidrofílico relativamente débil y se recomiendan en la formulación de pinturas base agua para exteriores.

*www.specialchem4coatings.com

1.3 Poliéter Modificado hidrofóbicamente

El óxido de polietileno modificado hidrofóbicamente conocido por las siglas HMPE del inglés (Hydrophobically modified polyether) es una nueva familia de espesantes sintéticos recientemente introducidos en el mercado, su presentación es en forma líquida con 20 a 25 % de sólidos en agua.

Estos espesantes son generalmente equivalentes a los espesantes asociativos sintéticos no iónicos, competitivos en los atributos básicos de nivelación, viscosidad de esfuerzo cortante alto, desarrollo del brillo y resistencia al salpiqueo.

Las ventajas que presentan son las siguientes:

- Flujo y nivelación superior
- Excelente control de viscosidad
- Excelente resistencia a salpicar en la aplicación con rodillo
- Desarrollo total de brillo
- No son afectados por enzimas

- Fácil adición en cualquier momento del proceso para control de viscosidad

Desventajas

- Son caros
- Sensibles a cambios en la formulación
- Resistencia pobre al descuelgue
- Compatibilidad pobre con colorantes
- Gran pérdida de viscosidad en pinturas con una alta concentración de colorante

Para obtener mejores resultados es común que estos espesantes se utilicen en combinación con otros, principalmente con celulósicos.

Los espesantes no asociativos ASE (emulsión alcalina soluble) son ampliamente utilizados.

Las emulsiones acuosas solubles son modificadores reológicos acrílicos de alto peso molecular, algunos de ellos son el ácido poliacrílico y las poliacrilamidas, pueden dar un comportamiento pseudo-plástico a las pinturas. Son líquidos con un 25 a 30 % de sólidos, fácilmente solubles, su mecanismo de espesamiento depende del pH (figura 5).

Algunas de las características interesantes que pueden darle a la pintura son las siguientes:

- Excelente viscosidad a esfuerzos cortantes bajos
- Resistencia al descuelgue
- Estabilidad en el tiempo
- Resistencia a la caída de viscosidad al diluir
- Resistencia al ataque microbiano

Los espesantes ASE son recomendados para pinturas base agua para interiores y exteriores, para aplicación con rodillo, es común que se combinen con espesantes de éter de celulosa.

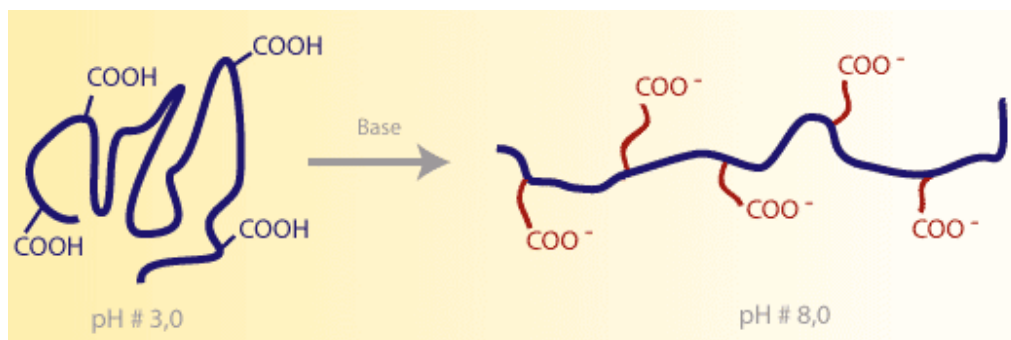


Figura 5* Mecanismo de espesamiento del ASE

Capítulo 3 “Celulósicos”

Los derivados de la celulosa son una gran familia de aditivos, generalmente en polvo o granulados y rara vez en un tipo de suspensión donde la celulosa no puede ser disuelta.

A pesar de la competencia con los espesantes sintéticos, los celulósicos sigue siendo los más empleados en la producción de pinturas base agua.

Hay diferentes tipos de celulósico:

- Puros (95 a 98 % de pureza y no han sido modificados con algún polímero)
- Modificados (con la adición de otro polímero, para darle algunas funciones adicionales)
- Asociativos (adicionados con grupos hidrofóbicos)
- Retardados (se les agrega un grupo glioxal, para retardar el tiempo de hidratación)

Existen también productos que son mezclas de los diferentes tipos de celulósicos mencionados anteriormente.

Los celulósicos no asociativos(o puros) son polvos con tamaños de partícula estándar o granulados, pueden ser retardados o no; fueron los primeros en ser utilizados en pinturas a principios de los años 50's.

Todos los éteres de la celulosa se basan en la celulosa como materia prima principal, este polímero natural está disponible en el algodón y en la pulpa de madera. La celulosa no es soluble en agua y depende del conocimiento del productor para transformarlo en polímeros solubles en agua.

Generalmente los celulósicos son clasificados de la siguiente manera:

- Iónicos y no iónicos
- Solubles en agua fría y caliente
- Solubles sólo en agua fría
- Solubles en agua y en algunos solventes.

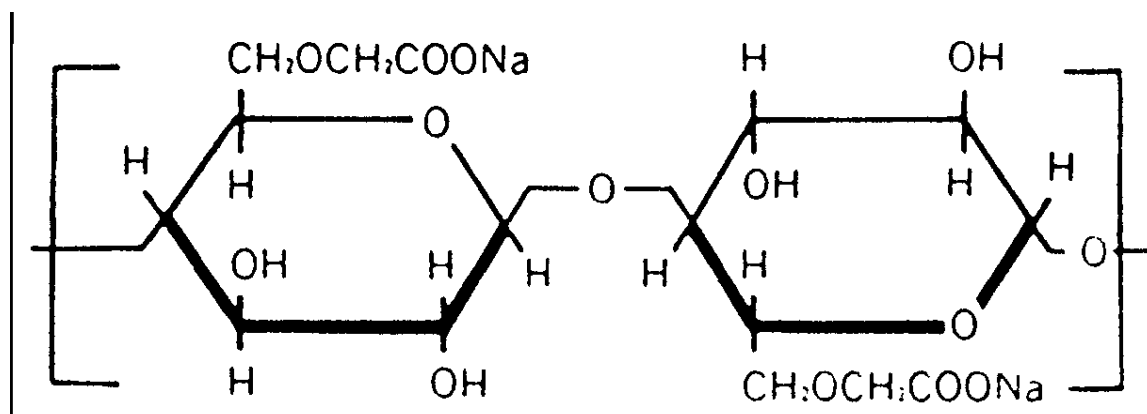
Generalmente los éteres de celulosa forman soluciones transparentes o ligeramente turbias, más o menos viscosas dependiendo de la cantidad de espesante que se haya utilizado y presentan un comportamiento pseudo-plástico.

Los celulósicos asociativos son derivados modificados hidrofóbicamente, que tienen una cadena soluble en agua y grupos hidrofóbicos unidos a lo largo de la cadena.

Los celulósicos modificados hidrofóbicamente tienen altos pesos moleculares relativos, el mecanismo de espesamiento incluye la cadena polimérica larga y las asociaciones hidrofóbicas.

Los espesantes celulósicos más utilizados en las pinturas base agua son los siguientes:

3.1 Carboximetil Celulosa (CMC)



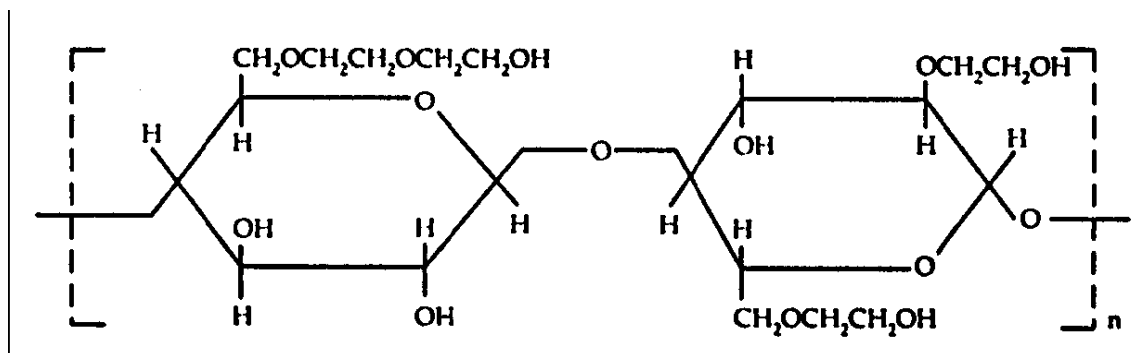
La CMC o NaCMC es un celulósico hidrofílico y aniónico generalmente vendido en polvo fino o grueso (más fácil de dispersar y que puede evitar la formación de grumos), no retardado, que provee un espesamiento y reología específicos.

Este modificador reológico fue el primero en entrar al mercado en los años 40's después de la Metil celulosa y todavía es usado en muchas fórmulas de pinturas base agua.

Hay comúnmente dos grados de pureza: 98% y 60/65%; la de mayor pureza es empleada en industrias como la farmacéutica, cosmética y de alimentos, evidentemente entre mayor es la pureza mayor el costo.

Es posible encontrar tipos raros de CMC retardada, con la cual es posible lograr espesamiento en condiciones de buena dispersión y agitación.

3.2 Hidroxietil celulosa (HEC)



La hidroxietil celulosa es un celulósico no aniónico y en la actualidad es el más utilizado en la industria de las pinturas por muchas razones, por ejemplo:

- Gran compatibilidad con otros componentes, principalmente con colorantes.
- Fácil dispersión y disolución en agua caliente y fría, lenta disolución a pH neutro y más rápida en pH básico.
- Alto poder espesante (dependiendo del peso molecular), retención de agua con buena estabilidad en un largo rango de pH.
- Capaz de formar soluciones transparentes o coloridas en agua fría y caliente.
- Precio, es más económica que la mayoría de los espesantes.

3.3 Etil Hidroxietil Celulosa (EHEC)

La etil hidroxietil celulosa es el resultado de la reacción de la mezcla de óxido de etileno y cloruro de etileno en solución alcalina de celulosa y es comúnmente considerada igual que la hidroxietil celulosa.

La EHEC y la HEC tienen características similares pero la EHEC es más hidrofóbica y esto puede provocar una disminución en la tensión superficial del agua con lo que se puede generar mayor cantidad de espuma al momento del mezclado.

La EHEC puede desarrollar viscosidades altas (dependiendo del peso molecular), darle un comportamiento pseudo-plástico a la pintura y estabilidad.

3.4 Metil Celulosa MC

La metil celulosa es un derivado de la celulosa que sólo puede ser disuelto en agua fría, forma una solución de floculación termoreversible debido a su punto de gelación térmico,

Se puede utilizar en pinturas base agua para interiores

3.5 Hidroxietil celulosa hidrofóticamente modificada (HMHEC)

Este tipo de HEC tiene las mismas funciones básicas que la HEC estándar y también mejora algunas propiedades de la pintura como resistencia al salpiqueo y nivelación.

Durante el proceso de espesamiento, al principio la viscosidad en el agua es incrementada por una reacción de grupos de hidrógeno, que desarrollan una muy baja viscosidad, seguida de un segundo espesamiento, que va creciendo debido a las interacciones de los grupos hidrófobos de los diferentes componentes de la pintura base agua, todas estas interacciones hacen que este tipo de espesantes sean muy sensibles a los cambios de formulación.

Los HMHEC tienen la capacidad de desarrollar interacciones con extendedores y en general esta interacción es mucho más fuerte con productos de arcilla que con carbonatos, el resultado es una mejor eficiencia de espesamiento, mejor nivelación y una más alta viscosidad de brocheo.

3.6 Etil Hidroxietil celulosa hidrofóbicamente modificada HM-EHEC

La HM-EHEC es la versión asociativa de la EHEC, la cual posee más grupos hidrofóbicos que permiten alcanzar viscosidades altas, por la interacción con las partes hidrofóbicas de los otros componentes, en látex principalmente, también es posible lograr viscosidad ICI alta.

Capítulo 4 “Arcillas”

Las arcillas son espesantes inorgánicos derivados de las esmectitas, las cuales forman parte de un grupo de minerales de arcilla octaédrica, generalmente cristalinas.

Cada partícula de esmectita se compone de miles de plaquitas microscópicas, apiladas en forma de emparedado. Las caras de estas plaquitas son portadoras de una carga eléctrica negativa, mientras que los cantos o bordes presentan carga ligeramente positiva.

La carga negativa neta de las plaquitas está equilibrada principalmente por iones de sodio (figura 6).

Al mezclarse la arcilla con el agua, ésta penetra en la zona comprendida entre las placas, obligándolas a separarse (figura 7).

Una vez hidratada la esmectita (es decir, separadas ya las plaquitas), los cantos con carga electropositiva débil son atraídos por la cara electronegativa de las plaquitas. La estructura tridimensional resultante (llamada a veces "castillo de naipes") (figura 8) se desarrolla rápidamente al principio, lo que resulta en un rápido aumento de la viscosidad. A medida que pasa el tiempo, las plaquitas libres restantes tardan más en encontrar un lugar dónde adherirse a la estructura, por lo que la viscosidad aumenta a un ritmo más lento.

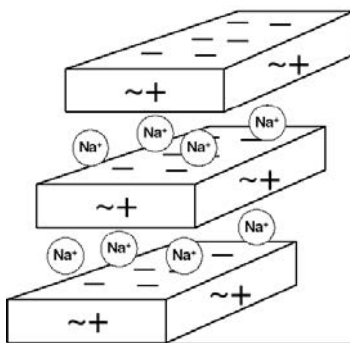


Figura 6*

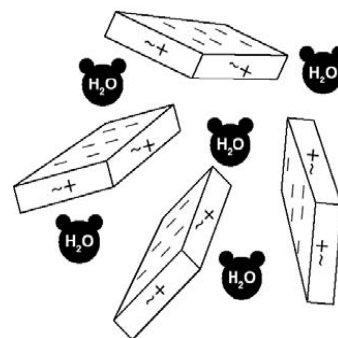


Figura 7*

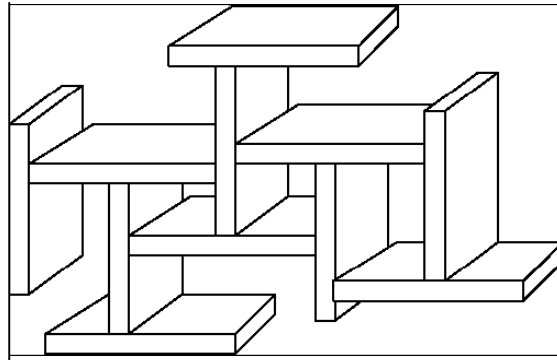


Figura 8* Estructura tridimensional (castillo de naipes)

Las bentonitas y attapulgitas son dos tipos de arcilla que son utilizados como espesantes en pinturas. Bentonitas es el nombre una gran familia de productos compuestos de minerales naturales como la montmorillonita (Montmorillon/Francia) y Hectorita (Hector, USA) también conocida como attapulgita.

El silicato de aluminio y magnesio son un ejemplo de arcillas esmectitas.

Estos espesantes en su forma natural son muy eficientes en sistemas acuosos, ayudan a formar suspensión, mejoran la nivelación, el brocheo, el poder cubriente, y por lo regular se usan en combinación con HEC.

Conclusiones

Las pinturas son un sistema complejo, debido a los muchos componentes que tienen y a sus interacciones; por eso la selección de un modificador reológico depende de muchas consideraciones, como son: tipo de pintura, resina, forma de aplicación, costo, calidad, interacciones con los demás componentes.

Los diferentes tipos de espesantes que hay para conseguir todas las características deseadas en una pintura, se pueden agrupar de forma general como sigue:

Celulósicos: HEC, HMHEC, MC, EHEC, HMEHEC

Sintéticos: Iónicos (HASE), No Iónicos (HEUR, HMPE)

Arcillas: Attapulgita, Bentonitas

Ninguno de ellos es el mejor, su elección dependerá de sus propiedades y de las cualidades en la pintura que se deseen obtener, la práctica ha demostrado que la combinación de algunos de ellos, puede dar un conjunto de buenas propiedades, más completo.

Bibliografía

Libros

D.R. Karsa

Additives for Water-based Coatings

Royal Society Of Chemistry

1988

Daniel J. Miller, John J. Florio

Handbook of Coatings Additives

Second Edition

Marcel Dekker, Inc.

2004

David B. Braun, Meyer R. Rosen

Rheology Modifiers Handbook Practical use and application

William Andrew Publishing

2000

J. Bentley , G.P.A. Turner

Química y Tecnología de pinturas y revestimientos

A. Madrid Vicente, Ediciones

Primera Edición Española 1999

Dean H. Parker

Enciclopedia de la química industrial tomo 7

Tecnología de los recubrimientos de superficies

Ediciones Urmo

1978

Temple C. Patton

Paint flow and pigment dispersion

Second Edition

Wiley-Interscience Publication

1979

Christopher W. Macosko

Rheology principles, measurements, and applications

Wiley-VCH, Inc.

1994

Artículos

Angela Cackovich, Isabelle Mussard

“New generation thickeners”.

Polymers Paint Color Journal.193/4465/34-36

(June 2003)

Angela Cackovich, Isabelle Mussard

“Saving rheology modifiers”

Polymers Paint Color Journal.194/4476/16,18,20,21

May 2004

Dr. Ernst Krendlinger, Clariant

“Body and tone your paints with additives”

Polymers Paint Color Journal. 189/4419/21-22

August 1999

Andrew Romano, Jeffrey Tamburrino

“Using Associative and Associated thickeners in waterborne formulations”

PCI Paint and Coating Industry. 84-90

June 1998