

# Ligantes utilizados en telas no tejidas\*

por D. **Jorge Parunella Ribas**

(Apoderado de BASF Española, S. A.)

En esta breve exposición se intentará profundizar sobre este término, remarcando las características e influencias más importantes que sobre ellos gravitan.

La forma de agente ligante más utilizada en la actualidad es la dispersión acuosa, que permite aprovechar un gran número de ventajas de aplicación técnica, entre las que cabe destacar las siguientes:

1. Elevado contenido de sustancia sólida con baja viscosidad.
2. Medio de dispersión altamente económico (agua).
3. Incombustible y no tóxica.
4. Fácil de diluir. Los utensilios empleados son fácilmente lavables con agua.
5. Incorporación sencilla de aditivos, dada su baja viscosidad.
6. Dispositivos relativamente simples de aplicación, puesto que no se requieren medidas especiales de seguridad.
7. Filmifica y la película es insoluble en agua.

## DEFINICION

Para el sistema coloide disperso acuoso del que vamos a tratar, no existe por el momento una sistemática rigurosa ni una terminología uniforme internacional.

Entre otros, se vienen empleando diversos sinónimos, como p. ej.: dispersión, emulsión, látex y descendiendo a terminología práctica: dispersiones acrílicas. Este último término debería realmente ser totalmente desechado por cuanto la técnica actual ha demostrado que, salvo en casos especiales, se trata efectivamente de un polímero acrílico puro ya que, podríamos atrevernos a decir que el 90 % de tales productos contienen dos o más monómeros y en muchos casos algunos de ellos no acrílicos, generalmente monómeros vinílicos de coste más bajo y en proporción mayoritaria.

En adelante nos limitaremos pues al término «dispersiones» al referirnos a estos sistemas coloide dispersos acuosos.

La denominación de las dispersiones depende convenientemente del estado de agregación de los componentes que intervienen, en los que el medio de distribución se denomina medio dispersante o agente dispersante y la fase en él distribuida como fase dispersa. Si el sistema se llama sol y si el líquido es agua, se habla de hidrosol.

Cabe distinguir además entre emulsiones y dispersiones. Son las emulsiones soles coloide dispersos, aquéllas cuyos componentes líquidos son materias prácticamente no miscibles entre sí. Por dispersiones soles coloide dispersas, entendemos sistemas acuosos, cuyos componentes incluyen un cuerpo sólido a temperatura ambiente.

\* Conferencia pronunciada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Tarrasa, el día 9 de febrero de 1971.

El concepto emulsión ha sido y es empleado habitualmente de modo equivocado en los sistemas macropolímeros coloide dispersos, aun cuando el procedimiento empleado en la fabricación del sistema, produce en primer lugar una emulsión bajo las condiciones del procedimiento escogidas, p. ej.: emulsionando cera fundida o resina o líquidos polimerizables no hidrosolubles en medios dispersantes acuosos, si la materia dispersada se presenta a temperatura ambiente como cuerpo sólido dispersado.

## CLASIFICACION

Las dispersiones se clasifican según los más diversos distintivos. Citaremos entre otras algunas posibilidades de clasificación:

### A. *Según la clase de origen:*

Latices naturales (caucho) como productos intercambiables de diversas clases de plantas, p. ej.: latices de caucho natural, de gutapercha, de balata y sintéticos o dispersiones plásticas como productos.

- a) De una polimerización de emulsiones de monómeros correspondientes o mezclas de monómeros (látices primarios, látices sintéticos), p. ej.: dispersiones de acetato de polivinilo y de poliacrilato.
- b) De la dispersión de macropolímeros en medios acuosos (látices secundarios, látices artificiales), p. ej.: látices de caucho butílico.
- c) De las variaciones químicas o físicas del macropolímero dispersado en la forma de látex (látices modificados) mediante:
  - c 1. injertos de monómeros en el macropolímero dispersado (látices polímeros injertados) p. ej.: látex de caucho ABS,
  - c 2. prevulcanización del macropolímero dispersado (látices prevulcanizados),
  - c 3. oxidación, halogenación y otras transformaciones químicas, por ejemplo: látices de caucho clorado (p. ej.: látices reticulados),
  - c 4. isomerización y ciclización.

### B. *Según la naturaleza física del medio dispersante y de la fase dispersa:*

- a) Dispersiones O-W: Estas contienen una fase interna oleosoluble u orgánica (O) dispersada en una fase externa acuosa (W), p. ej.: dispersiones de acetato de polivinilo o de poliacrilato.
- b) Dispersiones O-W: Estas contienen una fase interna hidrosoluble (W) dispersada en una fase externa oleosoluble u orgánica (O).

### C. *Según la fluidez o la viscosidad:*

Dispersiones de baja medida, o alta viscosidad, así como tixotrópicas y reopax.

D. *Según la naturaleza del agente dispersante:*

- a) «Dispersiones jabonosas»: Estas contienen como agente dispersante combinaciones parecidas al jabón de efecto tensioactivo (Tenside), naturales o sintéticas, que forman micelas.
- b) «Dispersiones de coloides protectores»: Estas contienen como agente dispersante (sin formar micelas) coloides protectores que pueden ser macropolímeros sintéticos o naturales; alcohol polivinilo, CMC, derivados celulósicos.

E. *Según el grado de dispersión del macropolímero dispersado:*

Dispersiones dispersadas finas, gruesas o mixtas, mezcladas con distribución por tamaño de partícula estadísticamente más ancha (polidispersa) o más estrecha (monodispersa).

F. *Según la naturaleza de la carga eléctrica de las partículas dispersadas:*

- a) Dispersiones de actividad aniónica con carga negativa de partículas.
- b) Dispersiones de actividad catiónica con carga positiva de partículas.
- c) Dispersiones no ionógenas con partículas esencialmente neutrales.

G. *Según la naturaleza química del macropolímero dispersado:*

- a) Según el número de las diversas unidades básicas químicas: Dispersiones homopolímeras: Son las que están constituidas por un solo monómero formando un macropolímero dispersado, p. ej.: poliestireno.

Dispersiones copolímeras: Estas están constituidas por dos o más monómeros formando un copolímero dispersado, p. ej.: copolímero estireno-butadieno, dispersiones terpolímeras, estireno butadieno acrilonitrilo.

- b) Según la naturaleza química de las unidades básicas (monómeros), p. ej.: dispersiones de acetato de polivinilo, de poliacrilato, de cloruro de polivinilo.
- c) Según la disposición local de las unidades básicas, p. ej.: dispersiones de cloruro de vinilo-acetato de vinilo de copolímeros bloqueados.

I. *Según marcas registradas:*

Dispersiones Acronal Badische Anilin & Soda Fabric AG.  
Latices Butakon, Imperial Chemical Industries (UK)  
Latices Geon, Teh. B. F. Goodrich Comp. (USA)  
Dispersiones Mowilith, Farbwerke Hoechst AG  
Latices Rhoplex, Rohm & Haas Comp. (USA)  
Latices Dow, Dow Chemical Comp. (USA)

## FABRICACION

Existen varias posibilidades técnicas de polimerización:

### A. *Polimerización en suspensión:*

En ésta se dispersa el monómero o la mezcla de monómeros en el seno de una segunda fase líquida en la cual no son solubles ni los monómeros ni los polímeros que se han de formar. En dicha suspensión, conseguida mediante la agitación de ambas fases, se originan gotitas de monómero dispersas por toda la masa, de tamaño mayor que una verdadera emulsión.

Manteniendo esta suspensión se logra que estas gotitas polimericen en forma de perlas. No aplicable para nuestra finalidad.

### B. *Polimerización en solución:*

En ella se presentan las siguientes desventajas:

- Velocidad de polimerización baja; por ello procesos largos.
- Pesos moleculares bajos y limitados.
- Necesidad de disolventes de pureza y calidad controlados.
- Precio alto del disolvente.
- Inflamables.

### C. *Polimerización en emulsión:*

Según esta técnica se obtienen —ya sea según el método de la polimerización en emulsión ya sea por la dispersión o emulsión posterior de plásticos sólidos o disueltos—, con ayuda de aparatos adecuados, efectuándose en agua, a la que adicionan emulsiones o coloides protectores.

El segundo procedimiento se aplica únicamente en el caso en que resulta técnicamente imposible obtener las dispersiones directamente a base de la polimerización en emulsión.

En el caso de la polimerización en emulsión se dispersan los compuestos monómeros con ayuda de emulsionantes o coloides protectores en agua, polimerizando con catalizadores hidrosolubles a temperaturas relativamente bajas. De esta manera se forman partículas dispersas en agua. Como ventajas especiales de este procedimiento pueden mencionarse las numerosas posibilidades de variación de la estructura químico-coloidal de las dispersiones y de las propiedades químicas y físicas de los polímeros y copolímeros modificando la fase acuosa, las condiciones de polimerización, así como el tipo y la cantidad de los compuestos monómeros.

## Dispersiones acrílicas reactivas y autorreactivas

Ya se ha citado que la polimerización en emulsión, entre otras ventajas, permite la incorporación de agentes modificantes.

Esta propiedad facilita la formación de los copolímeros así como la posibilidad de introducción en la molécula del copolímero de grupos reactivos, capaces, por efecto de la temperatura, de reaccionar con otros agentes, o de autorreticular, creando nuevos macropolímeros de características físicas y químicas excelentes.

Dentro de esta variación, entendemos por dispersiones acrílicas reactivas aquellas que incluyen en su composición grupos reactivos, pero que precisan para esta reacción el coempleo de productos adecuados, cuya naturaleza está en dependencia del carácter del grupo reactivo como veremos más adelante.

El otro variante, esto es, dispersión acrílica autorreactiva, se refiere a aquellas que no precisan esta adición, ya que son capaces de reaccionar consigo mismas. En este caso se precisa siempre la consecución de unas características físico-químicas determinadas (pH, temperatura).

La fabricación exige cuidado especial ya que para obtener copolímeros uniformes se mantiene constante la proporción entre los dos monómeros a lo largo de la polimerización. Ello se consigue por adición en porciones o continuamente del monómero más activo o bien se realiza de modo que se mantengan en cantidades proporcionales a sus velocidades de reacción.

Como ya hemos citado, el término generalizado de dispersión acrílica se utiliza para referirse a cualquier polímero o copolímero de la larga lista de los fabricados.

Los monómeros más generalizados para la fabricación de una dispersión dedicada a la aplicación en telas no tejidas, ordenados según su dureza decreciente son:

metil acrilato  
etil metacrilato  
n-butil metacrilato  
metil metacrilato  
etil acrilato  
n-butil acrilato  
2-etil-hexil acrilato, como más blando dentro de esta serie.

Sin embargo, si un polímero fuese fabricado únicamente con estos monómeros, sería inadecuado para la mayor parte de las exigencias de las telas no tejidas. Para subsanar estas deficiencias se introducen en la fabricación monómeros con grupos reactivos y especiales. La ventaja de la presencia de los grupos reactivos con el consiguiente enlazamiento de los polímeros es:

1. La insolubilidad de un polímero sin enlazar frente al lavado con agua alcalina caliente, se mantiene aún frente a un lavado con fuerte acción mecánica (frote) evitando que las fibras al hincharse se suelten del agente de unión.
2. Aunque los polímeros son en gran parte insolubles frente a los disolventes empleados en el lavado en seco, pueden sin embargo, esponjarse, hincharse, etc., hasta tal punto que al ceder la resistencia mecánica se desplacen del artículo. La transformación de los polímeros en macropolímeros, por intermedio de los grupos reactivos, reduce o anula por insolubilización dicha posibilidad.
3. El enlazamiento de los polímeros los hace más elásticos aumentando la velocidad de recuperación después de una deformación.

El principal método para la introducción de enlazantes en los polímeros acrílicos es por copolimerización de monómeros acrílicos comunes con monómeros de grupo funcional. Los monómeros funcionales tienen un grupo polimerizable y un grupo reactivo en la misma molécula, siendo los más utilizados:

| <i>Monómero</i>              | <i>Grupo reactivo</i> |
|------------------------------|-----------------------|
| ácido acrílico               |                       |
| ácido metacrílico            | carboxilo             |
| acrilamida                   |                       |
| metacrilamida                | amida                 |
| 2-amino etil vinol éter      | amino                 |
| acrilato de metil epoxi      | epoxi                 |
| metacrilato de hidroxietil   |                       |
| metacrilato de hidroxipropil | hidróxilo             |

El primer grupo con grupo carboxilo, reacciona con sales básicas, úrea y melamina/formol, resinas epoxídicas.

El segundo y tercer grupo con urea y melamina/formol.

El cuarto grupo con ácidos dicarboxílicos, diaminas y polímeros con grupos amino o carboxílicos.

El quinto con resinas epoxídicas, isocianatos, urea y melamina formol.

## CARACTERISTICAS GENERALES

Las dispersiones plásticas acuosas, bajo el punto de vista químico-coloidal, están constituidas de un modo similar a los látices de caucho natural. Las partículas plásticas más o menos sólidas están aquí finamente dispersadas en agua como en fase externa. En el aspecto técnico de aplicación interesan sobre todo el tamaño de partícula y carga de las moléculas dispersadas, así como viscosidad, estabilidad y comportamiento filmógeno de las dispersiones acuosas.

La estabilidad de las dispersiones viene determinada en gran parte por su viscosidad así como por el radio y la carga de las partículas plásticas, por lo que no se deben variar a discreción estos tamaños y en la fabricación de las dispersiones se deben seleccionar cuidadosamente mediante la correspondiente elección de las condiciones de fabricación. El tamaño de las partículas en las dispersiones plásticas es, según el tipo, de aproximadamente 0,03 hasta 3  $\mu$ . En los látices de caucho natural, el tamaño de partícula promedio es aproximadamente 0,5  $\mu$ . En las dispersiones plásticas fabricadas según el procedimiento de polimerización en emulsión, la diferencia del tamaño de partícula del valor promedio es por lo general mínima.

Las diferencias tienen el carácter de distribuciones Maxwell, esto es, la subida de la curva de distribución en las partículas pequeñas es más empinada que en las grandes.

Las partículas de polímeros dispersados, bajo el efecto de la tensión superficial límite adoptan por lo general la forma aproximada de esfera.

Rara vez aparecen partículas de simetría geométrica más baja, p. ej.: formas elipsoides o muy irregulares. Por medio de las materias tensioactivas o coloido-protectoras, que quedan absorbidas o ligadas a la superficie, y a causa de las fuerzas existentes entre las partículas, agentes dispersantes e iones diluidos, se evita que las partículas se separen de la dispersión.

Por lo general y por medio de la emulsión o de la dispersión del macropolímero en medios acuosos, surgen partículas de tamaños diversos.

Las proporciones de tamaño de partícula de sistemas coloideodispersos se distinguen en apariencia óptica entre sí:

tamaño superior al  $1 \mu$  dispersión blanca lechosa  
 $1 \mu$  hasta  $0,1 \mu$  dispersión blanca azulada hasta marrón  
 $0,1$  hasta  $0,05 \mu$  blanco sucio semitransparente  
inferior a  $0,05 \mu$  prácticamente transparente.

Para las propiedades tecnológicas de las dispersiones, los tamaños de partícula del macropolímero dispersado así como de su distribución por tamaño de partícula tienen importancia decisiva. Así, para los procesos de impregnación y para emulsiones de brillo propio se requieren las dispersiones más finamente dispersas ( $0,03$  hasta  $0,1 \mu$ ) y los adhesivos preferentemente dispersión mediana hasta gruesa ( $1$  hasta  $5 \mu$ ). El brillo, el poder glutinante de pigmentos y la sensibilidad al agua de las películas polímeras obtenidas mediante secado dependen del tamaño de partícula.

Mediante adición de plastificantes o disolventes se pueden hinchar y, con ello agrandar, las partículas dispersadas. En las dispersiones plásticas obtenidas por dispersión posterior, las partículas dispersadas son, por lo general, mayores que las fabricadas por polimerización en emulsión.

La carga eléctrica de las partículas plásticas dispersadas se determina mediante los emulsionantes empleados y los coloides protectores. En muchos casos es posible un cambio de carga de las partículas dispersadas.

Las dispersiones plásticas se pueden mezclar entre sí con igual sentido de carga y también con látices de caucho. Antes de mezclar, es conveniente graduar con amoníaco ligeramente las dispersiones de reacción ácida. La viscosidad de las dispersiones plásticas acuosas se puede variar, mediante adiciones apropiadas, a límites más amplios. Esto se puede conseguir por la clase y cantidad de coloides protectores y emulsionantes que se añaden a la fase acuosa o también mediante adición de monómeros con contenido de grupos hidrófilos en los polimerizados.

El contenido en sólidos de las dispersiones plásticas en general está entre  $30$  y  $60 \%$ , principalmente entre  $40$  y  $55 \%$ .

Las dispersiones plásticas acuosas se pueden diluir mediante adición de agua. En las dispersiones de baja viscosidad, la viscosidad varía muy poco con esta dilución, por el contrario en las de alta viscosidad, disminuye con ella considerablemente. El agua aquí empleada debe ser pobre en endurecedores y exenta de sales. Para evitar descomposiciones de las dispersiones, ésta no debería contener ningún microorganismo.

Las dispersiones son por lo general bien estables al almacenaje, pero en muchos casos sensibles a las heladas.

La viscosidad de las dispersiones plásticas y soluciones está indicada generalmente en centipoises (cP), un centipois es igual a la viscosidad del agua a  $20^\circ\text{C}$ . Si es una dispersión se mide p. ej.: una viscosidad de  $10$  centipoises, esto significa que esta dispersión fluye  $10$  veces más despacio que el agua, con la misma presión, por un tubo de determinado perfil.

El procedimiento de polimerización en emulsión posibilita una amplia variación en la composición y grado de polimerización de los polímeros y, con ello, una determinación de las características en las respectivas exigencias de aplicación técnica. Como sea que la polimerización por emulsión se lleva a cabo regulada bajo condiciones muy cuidadas, los polímeros resultantes son muy regulares en el tamaño de cadena y en la composición.

Es grande el número de productos monómeros que polimerizan tanto por sí solos como también entre sí.

Su naturaleza y proporción de mezcla así como el largo de cadena de los polímeros y copolímeros, que dependen de las condiciones de polimerización, determinan entre otros, la resistencia al desgarro, densidad, resistencia al frío y dureza, el comportamiento de blocking y sellado, la adhesividad y la resistencia al agua, aceite y agentes químicos, así como la resistencia al envejecimiento de los films fabricados con ellos.

La mayoría de las dispersiones plásticas forman película ya a temperatura ambiente. No obstante, algunos tipos precisan para ello temperaturas más elevadas. Se obtienen propiedades filmógenas óptimas a menudo con temperaturas elevadas.

En las dispersiones plásticas acuosas, las partículas dispersadas forman al evaporar o separarse del agua, ya sea al mezclarse plásticamente, películas más o menos cerradas o bien sirven como ligantes por su pegajosidad de superficie límite, para ello las partículas plásticas deben tener cierta blandura. Esta se puede graduar hasta la medida precisa, por copolimerización y variación del largo de cadena. También es posible una plastificación posterior de las moléculas elevadas en la dispersión acuosa, mediante adición de plastificantes o disolventes.

Finalmente la blandura del film se puede graduar a límites más amplios mediante mezcla de dispersiones apropiadas o por copolimerización.

Es muy importante tener en cuenta que las micelas unidas en forma de film son insolubles en agua, aunque la dispersión sea en fase acuosa. Mientras que en soluciones de partículas plásticas el film es soluble con el solvente.

## **PLASTIFICACION EXTERNA E INTERNA**

Si la finalidad de aplicación técnica requiere un macropolímero filmificante a temperatura ambiente, para cuya fabricación se deben emplear aquellos monómeros, cuyos homopolímeros no filmifican a temperatura ambiente (cloruro de vinilo, estireno metilmetacrilato, acetato de vinilo), se puede alcanzar dicha finalidad:

- a) Mediante mezcla del macropolímero con plastificantes (plastificación «externa»).
- b) Mediante copolimerización o polimerización en mezcla de las mezclas de comonómeros (plastificación «interna»). En la fabricación de dispersiones sintéticas se recurre a ambos métodos. La graduación de la plasticidad se puede alcanzar en las industrias también mediante mezcla de dispersiones.

Para la plastificación externa sirven plastificantes gelatinizantes, como dialquiltalatos, dialquiladipatos, dialquillisebazatos, plastificantes polímeros, tricresilfosfato y otros.

El efecto de los plastificantes externos depende de la naturaleza química, del peso molecular, figura molecular, polaridad y viscosidad. Su influencia en la estabilidad al frío, alargamiento a la rotura y resistencia al desgarro ha sido estudiada detenidamente. Para conseguir macropolímeros permanentemente plastificados de características de aplicación óptimas se aplican a menudo mezclas de plastificantes de diversos grados de polaridad.

Si por exigencias de elaboración ha de tener lugar temporalmente una «plastificación» o disminución de la temperatura filmógena, se pueden emplear como productos auxiliares disolventes o agentes hinchables, que son volátiles con vapor de agua (hidrocarburos, alcoholes bajos, acetonas).



La estabilidad de los macropolímeros plastificados externamente con plastificantes no polímeros y su resistencia frente a los efectos químicos y físicos se determina, entre otros, mediante los siguientes factores:

1. En parte, mediante la temperatura (la volatilidad de plastificantes, los vuelve quebradizos, la migración de plastificante produce superficies de películas pegajosas).
2. Extracción de plastificantes mediante disolventes, aceites, grasas o agentes químicos.
3. Migración de plastificantes en otras fases sólidas (presencia de rigidez y contracción).

El empleo de macropolímeros conteniendo plastificantes como componentes de envases para artículos alimenticios, está permitido oficialmente sólo si los plastificantes empleados no son tóxicos y no pasan a la mercancía envasada.

Frente a las posibilidades limitadas para la plastificación de los macropolímeros mediante plastificantes externos, la denominada plastificación interna como plastificación permanente, esto es, la estructura coordinada de macropolímeros según requisitos de aplicación mediante copolimerización de los comonomeros, presenta casi inagotables posibilidades respecto su naturaleza, número, proporción de cantidad y orientación por espacio. Además, la plastificación interna consigue los resultados apetecibles, sin el peligro de la emigración del plastificante como en el caso de la plastificación externa.

## RAMIFICACIONES Y RETICULACIONES

Los monómeros vinílicos con un solo enlace  $C = C$  forman por lo general macropolímeros lineales, esto es, macromoléculas entre las cuales no existen convalencias. Ante la presencia de disolventes apropiados pasan éstos, en relación con la cantidad de disolvente, a estado de hinchamiento o solución.

En la polimerización pueden surgir ramificaciones por reacciones de transmisiones por cadena («chain transfert»), reacción del radical de cadena con monómeros o moléculas polímeras, a menudo bajo el desprendimiento de un átomo de hidrógeno de estos medios de transmisión). Las ramificaciones no dan lugar a insolubilidades. Estas influyen en la velocidad según el grado de ramificación, pero no en el equilibrio del estado de hinchamiento o solución.

Los polímeros ramificados con propiedades especiales son los copolímeros injertados que, p. ej.: surgen mediante transmisión por cadenas (injertos de acetato de vinilo, cloruro de vinilo, estireno sobre poliacrilatos) por polimerización de un monómero en el cual está diluido un macropolímero de otra constitución. En ellos están enlazados por covalencia una larga cadena de polímeros a un macropolímero de otra constitución.

Los monómeros vinílicos con dos o más enlaces  $C = C$  (butadieno) forman por lo general macropolímeros reticulados por covalencia, ya que el enlace  $C = C$  restante es un segmento en cadena del polímero diolefínico, que puede añadir un radical en lugar de un monómero. La polimerización de dienos conjugados conduce por lo tanto, en relación con las condiciones de polimerización generalmente a macropolímeros solubles sólo parcialmente. Los polímeros diénicos solubles obtienen peso molecular ligeramente elevado únicamente en condiciones especiales.

Para reticulaciones tecnológicamente proyectadas se emplean como monómeros:

- a) Monómeros divinílicos, en los cuales el doble enlace  $C = C$  sólo influye escasamente en la reactividad de los otros (benceno divinílico, éter divinílico, diolacrilatos, ftalato de dialilo, melainato de dialilo). Las pequeñas adiciones dan lugar ya a estructuras muy reticuladas.
- b) Monómeros vinílicos con un enlace  $C = C$  y al lado un sustituto funcional capaz de reaccionar por condensación (N.metilometacrilamida y su éter diolmonoacrilatos con un grupo hidróxilo reticulable por isocianatos; 2-cloroetilacrilato).

Las reticulaciones disminuyen la movilidad molecular y aumentan las temperaturas de congelación.

## **ESTABILIDAD**

Las partículas dispersadas de un látex tienden a sedimentar en relación con la duración de almacenaje. La velocidad de sedimentación es función de la diferencia de densidad entre partículas y medio de suspensión. Bajo la acción prolongada de la fuerza de gravedad la distribución de partículas en el medio dispersante puede volverse irregular.

Por lo general las dispersiones almacenadas estacionariamente durante varios meses pueden, no obstante, volver nuevamente a su estado original de distribución después de una breve mezcla.

Las dispersiones macropolímeras, como todos los sistemas de dispersión, son termodinámicamente inestables a causa de la elevada tensión superficial límite. Estas pretenden el paso a estados termodinámicos más estables mediante reducción de las superficies límites, juntando las partículas, a formas mayores. El proceso irreversible de fusión de partículas se denomina aglomeración y al conjunto de partículas agregación.

La tendencia a formar microflóculos o coágulos se puede contener considerablemente mediante factores estabilizantes. De este modo la carga eléctrica de las partículas y la disposición local de los coloides protectores entre otros, actúan sobre la estabilidad de las dispersiones polímeras.

## **ESTABILIDAD MECANICA**

En la proximidad de dos partículas con contenido de energía suficientemente elevada, se produce la coagulación. Por ello se explica la coagulación de muchos látices macropolímeros bajo el efecto de altos esfuerzos de cortadura (bombas de funcionamiento de alto número de revoluciones o aparatos de mezcla).

Se puede aumentar la estabilidad mecánica de los látices macropolímeros mediante adición de cantidades apropiadas de alquil-aril-oxetilados, polielectrolitos, alcohol polivinílico o formadores de complejos.

## **INFLUENCIA DE ELECTROLITOS**

Si a la partícula dispersada se le quita la carga mediante adición de electrolitos, se alcanza el punto isoeléctrico y las partículas descargadas coagulan a menudo antes. Las partículas de carga positiva se precipitan preferentemente por aniones, por el contrario los cationes producen la precipitación de partículas dispersadas de carga negativa, por encima del índice de perceptibilidad; en este caso la carga de cationes es decisiva.

Según la regla Schulze-Hardy el efecto precipitante de cationes trivalente decrece pasando por bivalente a monovalentes; en este caso los cationes divalentes son solamente un poco inferiores a los trivalentes.

Añadiendo electrolitos a las dispersiones macropolímeras jabonosas disminuye la densidad de la carga dispersada de iones contradictorios ya con pequeñas adiciones y con la valencia del ión electrolítico, muy rápidamente.

Añadiendo electrolitos a las dispersiones macropolímeras no iónicas, se observa una sensibilidad muy inferior en comparación con las dispersiones jabonosas.

## **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA**

Con temperatura ascendente y con ello ascendente número y energía de los choques entre las partículas polímeras dispersadas, aumenta la tendencia de las dispersiones a la formación de coágulos. Por lo general, el efecto del aumento de temperatura en las dispersiones macropolímeras es, no obstante, muy insignificante, siempre que no surjan mayores pérdidas de agua por evaporación o variaciones químicas considerables (saponificación, desprendimiento de ácido clorhídrico).

Si la temperatura desciende por debajo del punto de congelación de la fase acuosa, las dispersiones sintéticas coagulan de muchas maneras irreversibles. El proceso de coagulación depende de manera compleja de un gran número de determinados factores (velocidad de enfriamiento y descongelación, elección de los intervalos de temperatura, duración de la prueba, graduación del valor pH, etc.). Los datos conocidos sobre el comportamiento de congelación y descongelación de las dispersiones polímeras son a menudo, por carencia de condiciones definidas, apenas comparables. La coagulación parece originada por un fuerte prensado entre sí de las superficies de las partículas polímeras dispersadas en los espacios intermedios entre los cristales de hielo que aumentan de volumen rápidamente y por el aumento de la concentración de electrolitos aparte de la fase acuosa cristalizada.

Según la experiencia, la estabilidad al frío de las dispersiones sintéticas puede ser mejorada mediante elección de emulsionantes muy hidrófilos apropiados para la fabricación (polietoxilatos) o mediante proteínas en el sentido de que la diferencia de tiempo entre formación de hielo y formación de coágulos pueda ser aumentada considerablemente. En el proceso de congelación es evidente que cristaliza primeramente el agua no ligada de la fase acuosa y después el agua de hidratación de la capa protectora coloidal.

La temperatura de congelación o la formación de cristales de hielo puede ser rebajada también mediante adiciones hidrosolubles (alcoholes como metanol, glicoles, glicerinas, etc.).

## **COMPATIBILIDAD CON DISOLVENTES, PLASTIFICANTES, LIGANTES SÓLIDOS Y RESINAS**

Las dispersiones son compatibles con la mayoría de los productos empleados para conseguir efectos especiales. Debe tenerse en cuenta de todas maneras, que existen potencialmente con carácter aniónico, catiónico, y no iónico, lo cual nos obliga en cada caso a la elección del tipo deseado antes de proceder al empleo directo.

Teniendo en cuenta, pues, la carga iónica, son compatibles entre sí y con otras dispersiones, como p. ej.: de poliestireno látex de caucho natural y sintético, así como ceras y parafinas. Las coagulaciones se deben en primer lugar a un medio ácido o a la presencia de emulsiones incompatibles entre sí, por ejemplo, en

el caso de actividad iónica contraria. También de modo general las dispersiones son compatibles con aceites secantes y ligantes naturales.

Al secarse algunas dispersiones dan películas duras y frágiles. Sus propiedades plásticas pueden mejorarse mezclándolas con dispersiones que originan películas blandas. Sin embargo, es también posible variar las propiedades de la película por medio de plastificantes. Incluso algunas dispersiones, como ya se ha citado anteriormente, se sirven ya con plastificante adicionado. Naturalmente, esta adición posterior de plastificante a las dispersiones puede variar ampliamente las propiedades de la película obtenida, como blandura, elasticidad, etc. Otros permiten conseguir efectos antiinflamables, mejorar la solidez a la luz y la adherencia sobre ciertos fondos.

También la adición de disolventes puede influir en la formación de películas. Esto es contrario al sentido de la dispersión de plásticos de sólo contener agua como fase líquida y, por tanto, ser de aplicación sin peligro y económica. Sin embargo, existen casos donde puede ser interesante el aplicarlos. Así, los disolventes se utilizan cuando se quiere secar a temperaturas bajas debido a las máquinas existentes o para no dañar el material a recubrir. Igualmente se utilizan cuando se quieren mejorar las propiedades filmógenas, sin alterar con plastificante la dureza de la película, ya que los disolventes pueden disolver el polímero. Al contrario que en la plastificación con ftalatos o productos análogos, en este caso se trata de una plastificación «pasajera» ya que al secarse la película se evaporan los disolventes.

Al elaborar los plastificantes o disolventes, éstos se adicionan a la dispersión agitando intensamente, pero no demasiado rápidamente y lo más uniformemente posible. Los disolventes o plastificantes solubles en agua que se adicionan para mejorar la resistencia a las heladas pueden hacer precipitar la dispersión local. En el caso de los insolubles en agua, existe el peligro de que no se puedan dispersar suficientemente bien y se separen de alguna forma. También existe la posibilidad, adicionando emulsionantes, por ejemplo productos oxietilenados, de emulsionar primeramente los plastificantes o disolventes y añadir esta emulsión a la dispersión. Después de la incorporación, los plastificantes o disolventes tienen que tener tiempo suficiente de introducirse en el polimerizado ablandándolo. La mezcla tiene que «madurar». Este proceso dura tanto más tiempo cuanto peor disuelvan el polímero, el plastificante y solución y cuanto más lentamente se difunda el agua.

En algunas dispersiones el proceso de maduración se puede seguir en la transparencia de la película.

Existe el peligro, si el disolvente o plastificante no tiene este tiempo de maduración, de que se quede en la fase acuosa, en lugar de introducirse en las micelas plásticas polimerizadas.

## **COLOIDES PROTECTORES Y ESPESANTES**

Para la elaboración en máquinas y en ciertos casos especiales de aplicación, es necesario transformar la dispersión fluida en una pasta. Para ello se adicionan a las dispersiones de baja viscosidad espesantes sintéticos y naturales, como poli-acrilato amónico, sódico, copolímeros AA/VP, derivados de la celulosa, bentonita, así como coloides vegetales naturales acuosos.

En compensación con los espesantes naturales de elevado peso molecular, los espesantes acrílicos se introducen mejor en la película y no aumentan demasiado su sensibilidad al agua.

Al mismo tiempo los espesantes como coloides protectores, no sólo elevan la estabilidad del sistema sino que mejoran la capacidad de aplicación de la mezcla al variar la consistencia y por tixotropía.

## **ESTABILIZANTES, HUMECTANTES Y ANTIESPUMANTES**

Los humectantes y dispersantes facilitan el empaste y la adición de pigmentos al sistema, en aquellos casos que es necesario su empleo, sin elevar la tendencia de la dispersión a formar espuma y sin influir en la resistencia al agua de las películas.

Para esta aplicación se vienen empleando, entre otros, polifosfatos solubles en agua (hexametáfosfato), sales alcalinas de polímeros bajos del ácido acrílico o sus mezclas. Debe destacarse que este último tipo, esto es, las sales alcalinas de polímeros bajos, sólo presentan su actividad máxima en medio alcalino.

Los agentes antiespumantes no deben disolver los polímeros como un disolvente o plastificante, ya que se volverían inactivos rápidamente ,p. ej.: fosfato de tributilo.

Por el contrario, los alcoholes superiores con 8 a 12 átomos de carbono o las emulsiones de siliconas han dado buen resultado.

