

Espumantes

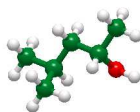
- Son reactivos orgánicos de carácter héteropolar en que el grupo polar tiene gran afinidad con el agua (OH). Los más utilizados corresponden a alcoholes y poliglicoles
- Los espumantes son moléculas tenso-activas de gran importancia en el proceso de flotación. Son los responsables de la generación de burbujas de tamaño pequeño y de la estabilidad de la espuma

Espumantes

ESPUMANTE	FÓRMULA
Metil isobutil carbinol MIBC (alcohol alifático)	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
Terpin ol (aceite de pino) (alcohol aromático)	$\text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_3$
Cresol (ácido cresílico) (alcohol aromático)	$\text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OH}$
Ester poliisopropil glicol (éster poliglicólico)	$\text{CH}_3 - (\text{O} - \text{C}_3\text{H}_6)_n - \text{OH}$

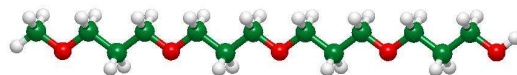
Espumantes

- MIBC (metil isobutil carbinol): espumante más utilizado en la industria. Su bajo peso molecular hace que sea muy volátil, i.e., tiende a evaporarse



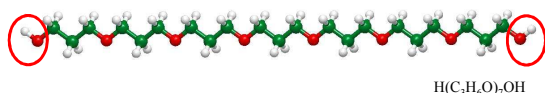
Espumantes

- Dowfroth-250 (éter poliglicólico): su mayor peso molecular lo hace menos volátil que el MIBC. Genera una espuma muy estable debido a que favorece el arrastre de agua



Espumantes

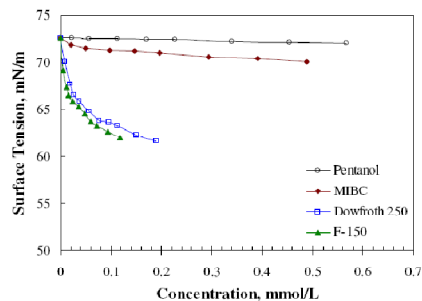
- No todos los espumantes presentan la estructura clásica "cabeza polar – cola apolar" de los alcoholes. El F150 por ejemplo (polipropilén glicol, Flottec) tiene grupos OH en sus dos extremos.



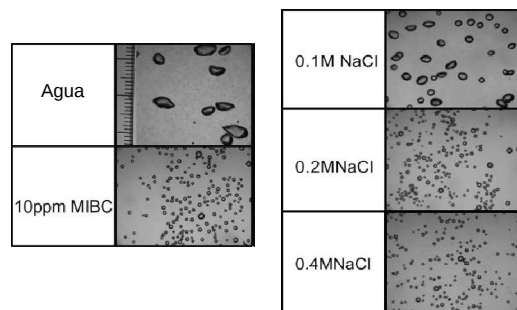
Espumantes

- Q.: ¿por qué los espumantes favorecen la generación de burbujas pequeñas?
- Supongamos que la tensión superficial es responsable de la disminución en el tamaño de burbuja
- Estime la diferencia en tensión superficial que se debe tener para una disminución en el tamaño de burbujas generado en un equipo de flotación desde 4 mm (diámetro promedio) a 1,5 mm. Asuma un flujo de aire constante y que la condición inicial ($d_b = 4$ mm) se tiene en presencia de agua sin reactivos ($\gamma = 72$ mN/m)

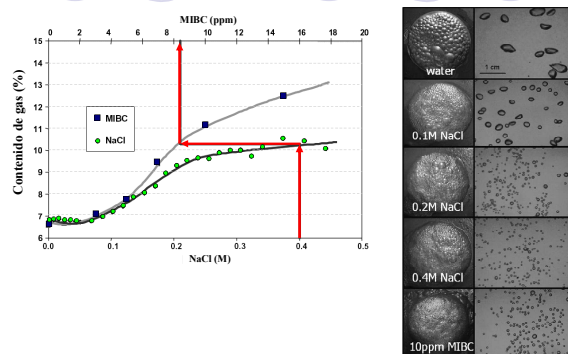
Tensión superficial



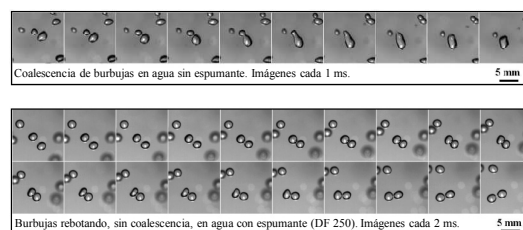
Espumante v/s sales



Espumante v/s sales



Espumantes y coalescencia



Coalescencia

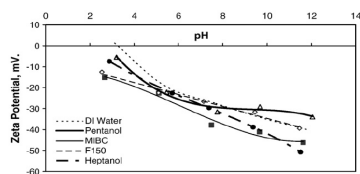
- La coalescencia es el proceso por el cual dos o más burbujas se juntan para generar una nueva burbuja de volumen mayor. Esta ocurre en tres pasos: colisión, adelgazamiento del film líquido y ruptura.
- Las burbujas entran en contacto en la fase líquida. Las superficies en contacto se aplanan atrapando un film líquido entre ellas de un espesor inicial del orden de 10^{-3} - 10^{-4} cm. Este paso está controlado por la hidrodinámica del líquido.

Coalescencia

- El film debe adelgazarse hasta aproximadamente 10^{-6} cm. El tiempo de contacto entre burbujas debe ser mayor al tiempo necesario para llegar a este espesor para que la coalescencia ocurra. Este paso está controlado por la hidrodinámica del film atrapado entre las burbujas.
- Cuando el film es lo suficientemente delgado se rompe dando paso a la generación de una nueva burbuja (coalescencia). Este paso es rápido comparado a los otros dos.

Potencial Zeta

- Los espumantes, en sus dosis típicas, no afectan el potencial zeta de las burbujas (carga). La prevención de coalescencia entonces **no se puede atribuir a repulsiones electrostáticas**.



Elmahdy et al., 2008

Prevención de coalescencia

- Los espumantes actúan retardando el adelgazamiento del film entre burbujas en contacto, previniendo así la coalescencia (paso 2)
- Mecanismos:

- Elasticidad de Gibbs
- Efecto Marangoni
- Viscosidad superficial

Elasticidad de Gibbs

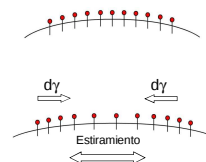
- La elasticidad de Gibbs es la habilidad del film líquido para ajustar su tensión superficial en un momento de stress:

$$E = \left(\frac{d\gamma}{d \ln A} \right)$$

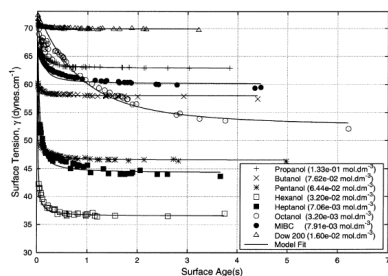
- Esta propiedad no es exclusiva de sistemas con tenso-activos, también se puede presentar en soluciones salinas

Elasticidad de Gibbs

- Al estirar una película (film) de líquido, la concentración superficial de espumante decrece, por lo tanto la tensión superficial aumenta, lo que hace más difícil seguir estirando dicha película



Tensión superficial dinámica



Comley et al., 2002