



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ingeniería - Programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería,
Mención Ingeniería Química

**Medición directa de fuerzas adhesivas entre
superficies de sílice en aguas salinas en
presencia de floculante**
(Direct measurement of adhesion forces between
silica surfaces in saline water in presence of a
floculant)

PAULA CONSTANZA TRONCOSO FALCÓN

**CONCEPCIÓN-CHILE
2013**

Profesor Guía: Pedro G. Toledo R.
Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción

Sumario

Existe gran interés por mejorar la comprensión de sistemas particulados considerando que la industria está avanzando muy rápido hacia cargas de sólidos cada vez mayores, por lo que un control adecuado del comportamiento reológico y de la estabilidad fisicoquímica de pastas y pulpas es clave para obtener la fluidez y estabilidad deseadas. Una gran variedad de técnicas experimentales se usa para caracterizar interacciones entre partículas, sin embargo para medir fuerzas de interacción interpartículas mediadas por soluciones acuosas, se utiliza la microscopia de fuerza atómica (AFM). El empleo casi inevitable de agua de mar en operaciones mineras motivó el estudio del efecto de algunos de sus electrolitos más comunes. En este trabajo se midieron directamente las fuerzas necesarias para separar un punta de sílica coloidal y un sustrato plano de sílica después que alcanzaron contacto directo, se midió mediante AFM en agua pura y en una variedad de soluciones acuosas de NaCl, CaCl₂, y AlCl₃ con concentraciones que van desde 10⁻⁴ a 10⁻² M a pH ~ 5.1. Las medidas se repitieron para un sistema similar excepto que esta vez el sustrato se encuentra recubierto con una monocapa de ácidos grasos con los grupos carboxílicos alejándose del sustrato. Considerando que los ácidos grasos representan un fragmento de un floculante aniónico de tipo comercial, el arreglo experimental permitió evaluar las fuerzas adhesivas inducidas por el floculante y su dependencia con concentración de NaCl desde 10⁻⁶ a 10⁻² M a pH ~ 5.1. Para el sistema sílice-sílice en soluciones acuosas, las curvas de fuerza medidas revelaron que grandes fuerzas son necesarias para separar las superficies sólidas tanto en agua como en soluciones de electrolitos, con saltos de despegue gradual en lugar de un solo salto discontinuo. Las curvas de fuerza medidas también mostraron que el número y tamaño de los saltos aumenta con la concentración y notablemente con la valencia del electrolito. Para las concentraciones y valencias más altas, los saltos se pronuncian resultando evidente su discontinuidad. Aquí se propuso que estas grandes fuerzas se deben a fuerzas adhesivas entre superficies minerales en solución acuosa cuyo origen es cavitación impulsada por el alto potencial químico del agua en la vecindad del contacto entre las superficies. En nuestros experimentos no se puede observar la formación de cavidades de manera directa, sin embargo no podemos descartar que ellas sean responsables de los saltos en los datos de fuerza medidos. Una deshidroxilación no intencional de nuestras superficies de sílice puede perfectamente ser responsable por las cavidades de vapor, sin embargo las cavidades deben ser consideradas siempre en el análisis de datos de fuerza entre superficies de sílice porque ellas nunca estarán totalmente ausentes del sistema. En presencia de floculante, las repulsiones fueron aún mayores que en agua pura al acercar las superficies, lo cual se explica por una repulsión electro-estérica, la que disminuyó al añadir electrolitos. Al separar las superficies después de alcanzado el contacto directo, se observó una leve adhesión, que aumentó al incrementar la salinidad, de magnitud similar a la fuerza adhesiva en ausencia de floculante pero en presencia de sal. Sin embargo el mecanismo adhesivo con floculante es distinto, con electrolito los campos eléctricos se apagan un poco, pero no tanto para que el floculante se mantenga muy extendido/ramificado. El floculante en este estado “atrapa” grupos de partículas principalmente por anclajes en puntos específicos y por fuerzas atractivas de van der Waals, que aparecen producto de la baja en los campos eléctricos. Estos resultados comprobaron una vez más que las sales ayudan a la floculación y coagulación de partículas de sílice, mejorando la adhesión entre éstas, y por ende, formando aglomerados más resistentes.