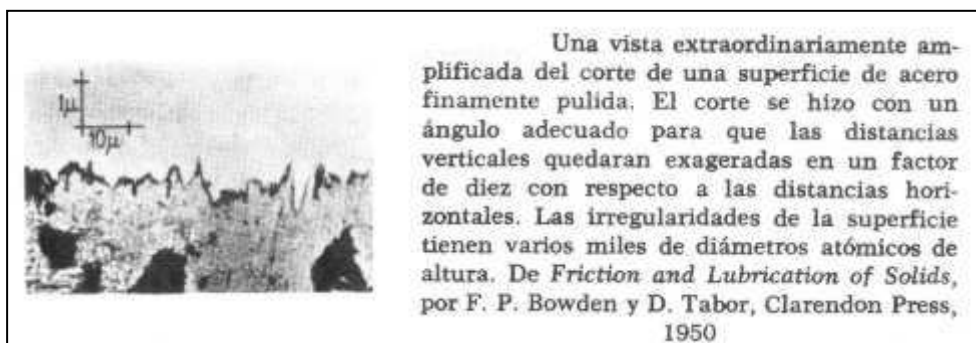


EL ROZAMIENTO AL DESLIZAMIENTO A ESCALA ATÓMICA

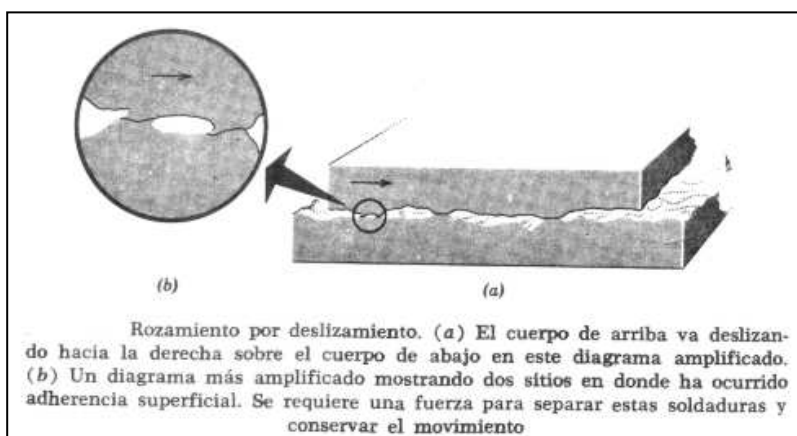
A la escala atómica, aun la superficie más finamente pulida está muy lejos de ser plana. La figura adjunta, muestra el perfil real, considerablemente amplificado, de una superficie de acero que pudiéramos considerar muy bien pulida. Fácilmente podemos creer que al colocar dos cuerpos de este tipo en contacto, el área real microscópica de contacto es mucho menor que el área macroscópica aparente de contacto; en un caso especial estas áreas pueden estar fácilmente en la relación de 1 a 10^4 .



La superficie real (microscópica) de contacto es proporcional a la fuerza normal, porque las puntas de contacto se deforman plásticamente bajo los grandes esfuerzos que se desarrollan en estos puntos. De hecho, muchos puntos de contacto quedan "soldados en frío" entre sí. Este fenómeno, la *adherencia superficial*, se debe a que en los puntos de contacto, las moléculas, en las caras opuestas de la superficie, están tan cercanas unas a las otras que ejercen fuerzas intermoleculares intensas entre si.

Cuando un cuerpo (digamos un metal) se jala sobre la superficie de otro, la resistencia por rozamiento está relacionada con la ruptura de esos millares de pequeñas soldaduras, que continuamente se vuelven a formar conforme se presentan nuevas oportunidades de contacto. Experimentos con rastreadores radiactivos han permitido averiguar que, en el proceso de ruptura, pequeños fragmentos de una superficie metálica pueden ser arrancados y quedar adheridos a la otra superficie. Si la rapidez relativa del movimiento de las dos superficies es suficientemente grande, puede haber una fusión local en ciertas zonas de contacto, aun cuando la superficie en conjunto pueda sentirse sólo ligeramente caliente.

El coeficiente de rozamiento depende de muchas variables, tales como la naturaleza de los materiales, el acabado superficial, películas superficiales, temperatura y grado de contaminación. Por ejemplo, si en un recipiente al alto vacío se colocan dos superficies metálicas que se han limpiado cuidadosamente y como consecuencia del vacío no se pueden formar películas de óxido en las superficies, el coeficiente de rozamiento se eleva a valores enorme y las superficies quedan, de hecho, firmemente "soldadas" entre sí. Al dejar penetrar una pequeña cantidad de aire al recipiente de modo que puedan formarse películas



de óxido en las superficies opuestas, el coeficiente de rozamiento se reduce a su valor "normal".

Con estas complicaciones no es sorprendente que no haya una teoría exacta del rozamiento en seco y que las leyes del mismo sean empíricas. Sin embargo, la teoría de la adherencia superficial en el rozamiento entre metales conduce a comprender fácilmente las dos leyes del rozamiento mencionadas anteriormente. (1) El área microscópica de contacto que determina la fuerza de rozamiento f_k es proporcional a la fuerza normal N y, por consiguiente, f_k es proporcional a N , como lo muestra la Figura. El hecho de que la fuerza de rozamiento sea independiente del área aparente de contacto, significa, por ejemplo, que la fuerza que se requiere para arrastrar un "ladrillo" de metal sobre una mesa metálica es la misma, cualquiera que sea la cara del ladrillo que esté en contacto con la mesa. Podemos entender esta circunstancia solamente si el área microscópica de contacto es la misma para todas las posiciones del ladrillo, y en efecto, así es. Cuando se apoya sobre la cara más grande, hay un número relativamente grande de superficies de contacto relativamente pequeñas que sostienen la carga; cuando se apoya sobre la cara más pequeña existe menor número de contactos (porque el área aparente de contacto es menor), pero el área de cada contacto individual es mayor exactamente en la misma proporción debido a la mayor presión ejercida por el ladrillo que está sostenido sobre este menor número de contactos que soportan la misma carga.

La fuerza de rozamiento que se opone a que un cuerpo *ruede* sobre otro es mucho menor que la fuerza necesaria para el resbalamiento, y, de hecho, ésta es la ventaja de la rueda sobre el trineo. La reducción de rozamiento que se obtiene, se debe, sobre todo, al hecho de que en el rodamiento, las soldaduras en los contactos microscópicos son "peladas" más bien que "cortadas" como tiene que hacerse en el rozamiento por resbalamiento. Esta circunstancia puede reducir la fuerza de rozamiento hasta 1000 veces.

La resistencia al rozamiento por deslizamiento en superficies secas se puede reducir considerablemente mediante la lubricación. En el mural de una gruta en Egipto fechado 1900 A. c. se ve una gran estatua de piedra que se va deslizando en una rastra mientras un hombre, enfrente de la rastra, va echando aceite lubricante en su camino. Una técnica mucho más efectiva es introducir una capa de gas entre las superficies que resbalan; el "disco de hielo seco" y la chumacera sobre soportes de gas, son ejemplos. Se puede reducir el rozamiento todavía más, suspendiendo un objeto en rotación en un espacio vacío por medio de fuerzas magnéticas. Por ejemplo, J. W. Beams ha hecho girar un rotor de 13.6 kg de este tipo a 1 000 rev/seg; cuando se suspendió la fuerza impulsora, el rotor perdió velocidad a razón de solamente 1 rev/seg por día.