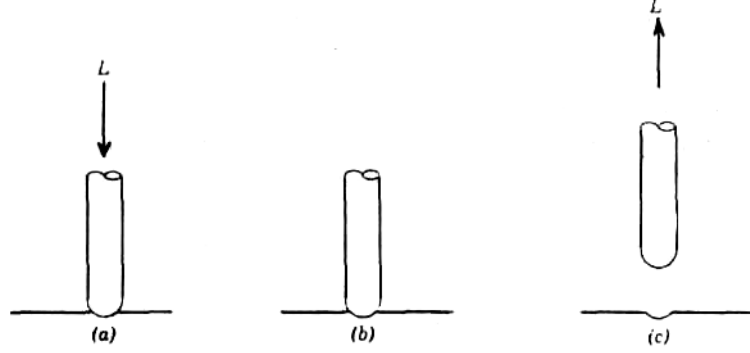


A.III.10 YAPIŞMA

Giriş

Yapışma, bütün bu olgular içinde en az etüt edilmiş olanıdır. Yapışma, iki yüzey birbirlerine bastırıldığında vaki olan olaydır; bastırma işi ya saf bir dikey, ya da birleşik dikey ve makaslama kuvvetleri altında olur ve yüzeyleri birbirlerinden ayırmak için bir dikey kuvvetin uygulanmasının gerektiği görülür (şek 130).



Şekil 130.- Yapışmanın şematik gösterilişi, (a) Basma kuvveti uygulanmış; (b) Kuvvet kaldırılmış; (c) yüzeyleri ayırmak için gerekli çekme kuvveti.

Ayrırma için gerekli L' dikey kuvvetin başlangıçta uygulanan dikey L kuvvetine oranı, çoğu kez f yapışma katsayısı olarak anılır:

$$f' = \frac{L'}{L} \quad (1)$$

Adi koşullar altında az malzeme yapışkan olarak tanımlanır (çiklet, çömlekçi-modelci çamuru). Buna rağmen yapışma bir olgudur, ve izahı gerektirir.

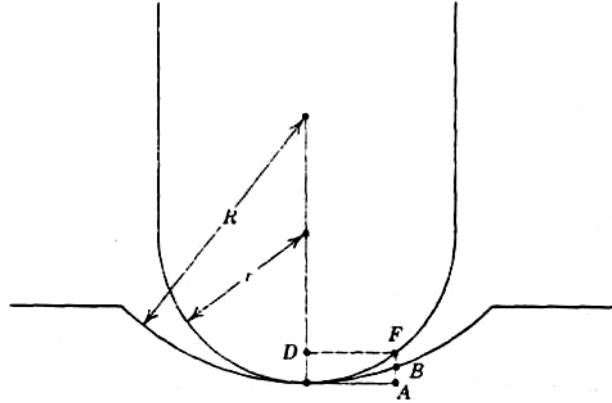
Genel olarak, birbirine komşu iki katı cisim, yapışır. Böylece de birbirlerine dokunan birçok kristalden oluşan bir çok kristalli malzemede, çeşitli kristaller çok sıkı olarak birbirlerine yapışırlar; bunda, sınır tanelerinin varlığı dolayısıyla çok nadir gevşeme görülür. Bu kuvvetli yapışma, birbirine dokunan tanelerin bileşimleri farklı olan iki fazlı alaşımlarda olduğu gibi, komşu tanelerin aynı bileşimi haiz tek fazlı malzemelerde de görülür

Katı cisimlerin kuvvetli yapışma eğilimine daha başka bir delil de, yapışkan aşınma sürecinde bulunur. Görmüş olduğumuz gibi, yapışkan aşınma, temas eden katılar arasında mevcut olduğu düşünülen kuvvetli yapışkan kuvvetler olmadan izah edilemez; oysa ki yapışkan aşınma, evrensel olarak vaki olmaktadır. Dolayısıyla neden yapışmanın bazen vaki olduğu değil, neden bu kadar nadir vaki olduğunu sormamız gerekir.

Bu paradoksun yanıtı, daha önce rastlamış olduğumuz üç karakteristik olguda yatar: gerçek temas alanının küçük değeri, yüzlerin bulaşmaya eğilimleri ve yapışkan birleşmelerin, bakiye elastik gerilme ile kopma eğilimleri. Bütün bunlar, yapışkan etkinin büyüklüğünü azaltmaya yarar ve bunların sonucunun en önemli etken olduğu gösterilir.

Ucu yarı küresel bir sürtücüyü bir yük altında bir düz yüzeye bastıracağımızı ve sonra yükü

kaldırdığımızı farz edelim. Yüzeyin görünümü, şek 131' deki gibi olur. Yük uygulandığı sürece her iki yüzey izin alanı üzerinde birbirlerine uyarlar ama yük kaldırılır kaldırılmaz elastik gerilmeler her iki cismin farkı eğrilik yarıçapı iktisabetmelerine götürür ve gerçek temas alanı iyice küçülür.



Şek. 131.- Basma kuvveti kaldırıldıktan sonra temas alanının ayrıntılı temsili

Bir basit örnekte 3mm yarıçaplı bir çelik sürtücü bir çelik düzlem üzerine 1 kg' lık bir yükü bastırılınsın. Yük kaldırıldıktan sonra düzlemin eğrilik yarıçapı 6mm olsun. Bu takdirde bakiye temas alanını hesap edebiliriz şöyle .ki bu alanı, üzerinde yüzeylerin ayrımı atomik boyutların birkaç küçük mesafesinden, meselâ 3×10^{-8} cm' den küçük olarak tanımlayabiliriz.

Şek. 131' e dönerek, iyi bir yaklaşıklık derecesiyle

$$AF = \frac{DF^2}{2r} = \frac{DF^2}{0.6\text{cm}}$$

$$AB = \frac{DF^2}{2R} = \frac{DF^2}{1.2\text{cm}}$$

$$AF - AB = 3 \times 10^{-8} \text{ cm} = \frac{DF^2}{1.2 \text{ cm}} \quad (2) \text{ elde edilir.}$$

Buradan $DF = 1.9 \times 10^{-4}$ cm ve bakiye A' alanının $1,1 \times 10^{-7}$ cm olduğunu buluruz.

Çeliğin sertliği 2×10^{10} dyne/cm² olarak kabul edildiğinde ve bakiye alanın çekmede, basmadaki plastik deformasyona gösterdiği direnç kadar kırılmaya direnç arz ettiği farz edildiğinde

$$L' = A'p \quad (3)$$

Standart denklemi uygulayabilire ve böylece de bakiye temas alanını kopartmak için gerekli kuvvetin yaklaşık 2200 dyne veya 2gr olduğunu buluruz. Bu da 2gr/lkg veya 0,002 kadar bir f yapışma katsayısı verir.

İlk bakışta düz yüzeyleri birbirlerine bastırarak daha yüksek yapışma katsayısı değerlere varılacağı sanılır; ama bu yüzeylerin başlarda irdelediğimiz etkileşime uğrayan düz yüzeyler olmaları halinde temas, daha çok küçük eğrilik yarıçaplı birkaç noktayla sınırlı kalacak olup bunların her biri çok küçük bakiye temas alanı vereceklerdir. Topluca bakiye alan muhtemelen bir düz yüzey üzerinde bir yarıküre ile elde edilenle aynı büyüklük mertebesinde olacaktır.

Ayrıca, yüksek yapışma katsayısı değerlerinin hafif yüklerde gözlenebileceğini farz edebiliriz şöyle ki A' bakiye alan, daha önce irdelediğimiz iyice basitleştirilmiş modele göre yükten bağımsız olup/ yapışma katsayısı

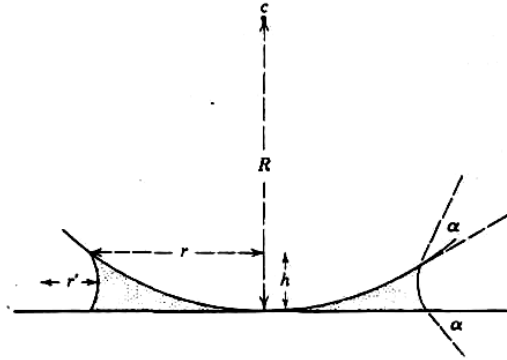
$$f' = \frac{L'}{L} = \frac{pA'}{L} \quad (4) \text{ dir}$$

Buradan da f in L ile ters orantılı olduğu görülür.

Bazı durumlarda alçak yüklerde f nün gerçekten yüksek değerleri gözlenebilir. Ancak f' ü hafif yüklerde azaltan iki etken mevcuttur. Bunlardan biri, özellikle yüksek ataletli cisimlerin hafif ya da sıfır yük altında birbirlerine bastırıldıklarında, bakiye temas alanını koparmaya eğilimli olan temastaki yüzeylerde titreşimdir. Bu etkilerin, hafif yüklü temaslarda yapışmanın başat hale gelmesini önleyen diğeri, yüzeylerde bulaşmanın varlığıdır. Yüzeyler üzerinde herhangi bir bulaştırıcı tabaka, yapışmanın derecesini büyük ölçüde azaltır. Yüksek yüklerde yüzey arasının bazı makaslamaları vaki olur ki bu da bulaştırıcı tabakayı yarmaya yarar. Alçak yüklerde bulaştırıcı tabaka tam etkindir.

Yüzey gerilimi tarafından meydana getirilen yapışma etkileri

Bir yarıküresel yüzeyin bir düz yüzeye bastırılması ve bir sıvı damlasının temas noktasına ithali halinde (şek 132), yüzey gerilimi etkileri meydana gelir. Yüzey gerilimi, yüzeyleri birbirlerinin daha yakınına çekmeye çalışacaktır; ayrıca, yüzey



Şek. 132.- Bir sıvı damlasının bir kavisli ve bir düz yüzey arasında temas bölgesinde bulunması halinde temasın geometrisi

gerilimi yüzeylerin yüzey arasına dikey yönde ayrılmalarına karşı koyacaktır. Bu da, her nerede yüzey gerilimi etkinse, sıvının içindeki basıncın sıvının dışındakinden $\gamma r'$ miktarı kadar daha alçak oluşu nedeniyledir (r' sıvı yüzeyinin kavis yarıçapı, γ da yüzey gerilimidir, ve dolayısıyla L' yapışma kuvveti

$$L' = \frac{\pi r'^2 \gamma}{r'} \quad (5) \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

Şimdi sıvı miktarının, üst ve alt yüzeyler esas itibariyle paralel sayılabilecek kadar az olması halinde

$$r' = \frac{h}{2 \cos \alpha} \quad (6) \text{ olur.}$$

Burada α , sıvı ile katı arasındaki temas açısıdır.

Keza geometrik mülâhazalar

$$r^2 = 2Rh \quad (7) \text{ olduğunu gösterir.}$$

(6) ile (7) denklemleri birleştirildiğinde

$$L = 4 \pi R \gamma \cos \alpha \quad (8) \text{ çıkar.}$$

Yapışma kuvvetinin yüzey arasındaki sıvı miktarından bağımsız olduğu görülecektir şöyle ki r' parametresi, L' nün ifadesinde bulunmaz.

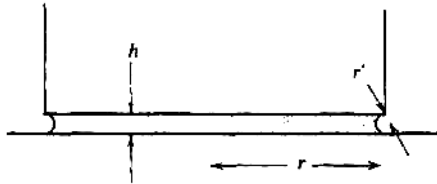
(8) denkleminde temsil edilen yapışma kuvvetinin büyük mertebesi hakkında bir fikir edinmek için bir somut örnek verelim: bir su damlası ($\gamma = 70$ dyne/cm) bir 1/4 in yarı küresel uçlu, bir düz yüzeye dokunan bir sürtücünün temas bölgesine ithal edildiği ve suyun her iki katı yüzeyi mükemmel ıslattığı ($\cos \alpha = 1$) farz edilirse L' 275 dyne veya 0,28 gr değerinde olduğu bulunur.

Her ne kadar bir örnekte yüzey gerilimi kuvveti küçük ise de, iki düz yüzeyin ($R \rightarrow \infty$) tutması halinde büyük olur. r yarıçaplı düz bir diskin bir düz yüzeye temasında (şek. 133)

$$L' = \frac{\pi r^2 \gamma}{r} \quad (9) \text{ olur.}$$

Bu denklem (6) ile birleştirildiğinde

$$L' = \frac{2\pi r^2 \gamma \cos \alpha}{h} \quad (10) \text{ çıkar}$$



Şek. 133.- İnce bir sıvı filmi ile ayrılmış iki düz yüzey