

УПРУГИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ, ТВЕРДОГО ТЕЛА, ПРОЯВЛЯЮЩИЕСЯ ПРИ МИКРОСМЕЩЕНИИ

И. Р. КОНЯХИН

(Представлено научным семинаром кафедры сопротивления материалов)

Как было показано еще А. В. Верховским [1], после предварительного микросдвига одного тела по другому и последующего затем удаления тянущей силы смещенное тело возвращается назад на некоторую величину.

Как показывают многочисленные опыты, проведенные нами в течение ряда последних лет, расстояние, пройденное в обратном движении образца, зависит как от величины сдвигающей силы, так и от того нормального давления, при котором производилось смещение. Чем больше было приложено смещающее усилие, тем больше и величина обратного пути, пройденного образцом в процессе последнего. Нормальная нагрузка влияет обратным образом: чем больше ее величина — тем меньше расстояние, пройденное образцом в процессе указанного упругого возврата.

Покажем на примере одного из опытов процесс микросмещения и последующего за ним движения образца в обратную сторону при удалении тянущей силы.

Опыт был проведен на образцах: закаленная сталь по закаленной стали с рабочими поверхностями, обладающими небольшой шероховатостью.

Указанные поверхности перед опытом были промыты спиртом и притерты друг к другу с тем, чтобы до некоторой степени разрушить пленку адсорбированных веществ, находящихся между поверхностями образцов. В результате этого коэффициент трения был повышен с 0,12 до 0,53.

Образцы, поставленные друг на друга, были нагружены нормальным давлением 45 кг.

После этого производилось смещение силой тяги P , увеличением ее от 0 до 24 кг. Смещение произошло на величину 0,54 микрона. Удаление затем тянущей силы сопровождалось обратным движением образца на величину 0,26 микрона, то есть возврат получился неполный, с остаточным смещением, равным 0,28 микрона.

Результаты данного опыта представлены на фиг. 1, где кривая ОА показывает ход микросмещения, происходящего с увеличением силы тяги. Кривая вверх подходит к пределу, обусловленному величиной силы трения. Кривая АВ представляет собой упругий возврат, происходящий вследствие снятия сдвигающей силы. Горизон-

тальный отрезок на оси абсцисс CB —величина упругого возврата S ; BO —остаточное смещение.

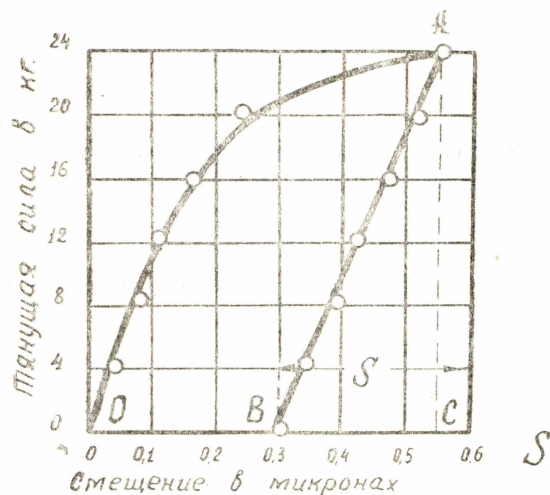
Наблюдающаяся иногда кривизна графика возврата объясняется упругим гистерезисом той адсорбированной пленки, которая всегда может остаться на рабочей поверхности образца. При испытании материала небольшой твердости гистерезис проявляется сильнее, так как данный материал сам обладает указанными свойствами гистерезиса.

Сказанное можно подтвердить опытом, проведенным на образце, изготовленном из цинка. Эксперимент с ним проводился так же, как

и в предыдущем случае, но только смещение было сделано повторно после первого сдвига, в процессе которого материал поверхности получил упрочнение.

График описанного опыта показан на фиг. 2. На графике довольно сильно отображено влияние гистерезиса в виде широкой петли. Гистерезис в легкоплавких металлах проявляется в большей степени, чем в металлах тугоплавких, обладающих большей твердостью.

Петля гистерезиса имеет ось симметрии, это показывает, что повторное смещение и возврат совершаются по



Фиг. 1. График микросмещения и упругого возврата зак. сталь по зак. стали.

одному и тому же закону. Наклон оси диаграммы может до некоторой степени служить показателем упругих свойств данного контакта.

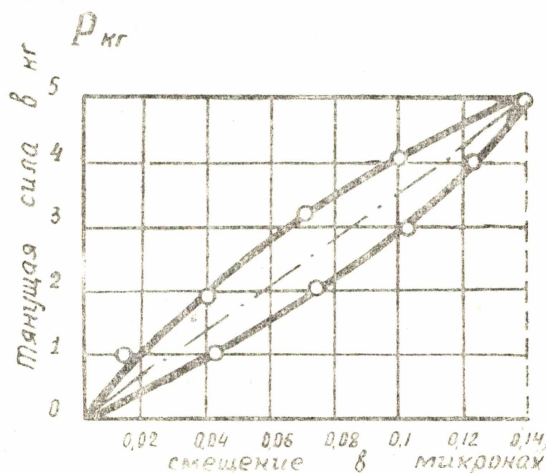
При испытании поверхностей тугоплавких металлов гистерезис не был замечен; упругий возврат при удалении тянущей силы, а так же и повторное после этого смещение происходят по одной и той же наклонной прямой графика, поэтому

$$P = KS,$$

где K —коэффициент восстановления данного контакта.

В наших опытах деформирующим телом является верхний образец, изготовленный из победита с гладкой, можно считать, нешероховатой рабочей поверхностью, поэтому следует полагать, что смещение и возврат происходят только за счет нижнего испытуемого образца.

Зависимость величины упругого возврата от нормального давления определялась проведением нескольких опытов, при нескольких значениях нормальной нагрузки, прижимающей образцы друг к другу $N = 5, 15, 25, 35$ и 45 кг.



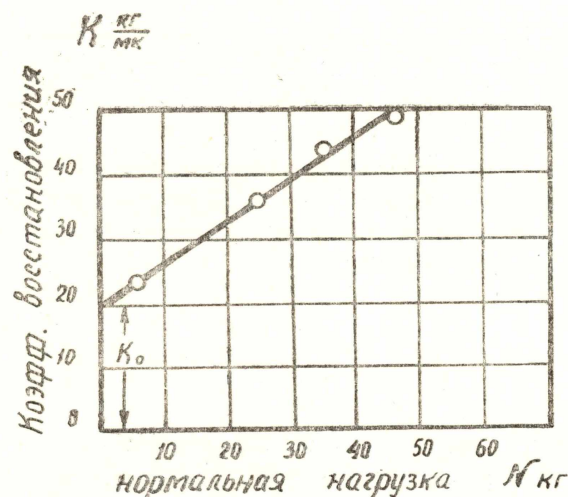
Фиг. 2. График проявления гистерезиса на цинковой поверхности при касательном смещении в пределах упругости.

В каждом из этих случаев коэффициент восстановления определялся как

$$K = \frac{P}{S}.$$

По полученным таким образом величинам указанного коэффициента построен график (фиг. 3).

Из приведенного графика следует



Фиг. 3. Линейная зависимость между коэффициентом восстановления и нормальным давлением.

$$\frac{N}{K - K_0} = C,$$

где C — некоторая постоянная величина. Если положить $K_0 = 0$, то

$$C = \frac{N}{K} = \frac{NS}{P};$$

тогда при $N = P$

$$C = S.$$

Следовательно, C — есть та величина упругого возврата, которая получится в том случае, если действующее нормальное давление будет равно силе тяги.

При $K = K_0$, $S = C = \infty$, но тогда

$$K = \frac{P}{S} = 0.$$

Это в данном случае означает отсутствие на контакте сопротивления, обусловленного процессом упрочнения материала. Такие выводы говорят только о наличии загрязнения на рабочих поверхностях образцов. При отсутствии последнего коэффициент трения был бы равен 1, а K_0 — было бы равно 0. В этом случае

$$C = \frac{N}{K} = \frac{NS}{P},$$

откуда

$$S = C \frac{P}{N},$$

то есть величина упругого возврата после предварительного микро-сдвига пропорциональна силе тяги и обратно пропорциональна нормальному давлению.

Вычисления величины C по множеству данных опыта показали следующие результаты.

Материал	цинк	зак. сталь	чугун	бронза
величина C	1,0	1,1	1,2	1,3 микрон

Приведем один из графиков для определения величины C , построенный по результатам опытов, проведенных на бронзовом образце (фиг. 4), разброс точек на этом графике мы объясняем недостаточной частотой поверхности. В выражении

$$C = \frac{N}{K - K_0}$$

имеется величина K_0 , зависящая от загрязнения.

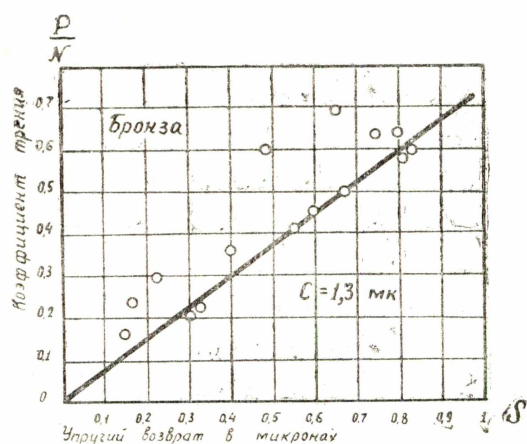
График строился без учета величины K_0 . Поэтому чем больше загрязнение, тем дальше от прямой отстоит опытная точка.

Загрязняющие вещества всегда имеют место на поверхностях твердого тела. При очистке последних загрязняющая пленка постепенно уменьшается; при этом

чем тоньше остается пленка, тем труднее становится ее удаление.

При уменьшении толщины пленки коэффициент трения увеличивается. Как показывают опыты, такое увеличение тем сложнее, чем больше величина коэффициента трения.

Притиранием поверхностей друг к другу редко удается повысить его до значения 0,8. Однако для определения характеристики материала C не обязательно добиваться больших значений коэффициента трения.



Фиг. 4. Зависимость упругого возврата от коэффициента трения покоя.

ента трения покоя. Такое заключение вытекает из опыта, представленного на фиг. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Верховский, Явление предварительных смещений при трогании несмазанных поверхностей с места. Журнал прикладной физики, Том III, вып. 3—4, 1926.