

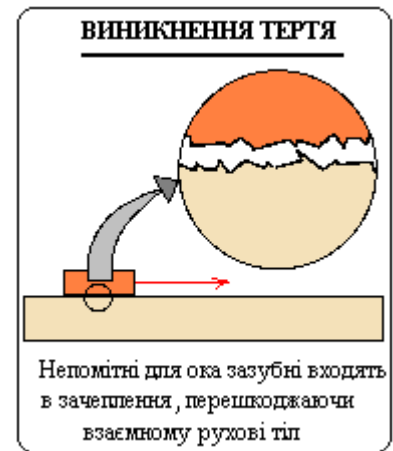
## §16. Сила тертя

### 1. Тертя ковзання та тертя кочення

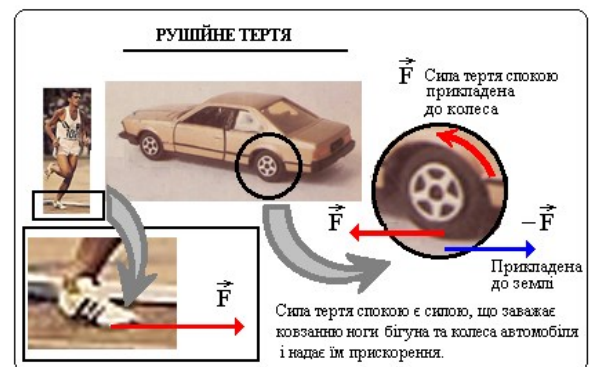
При контакті тіл, і наявності зовуючої сили виникає **сила зовнішнього тертя**, яка діє на дане тіло з боку поверхні іншого. Сила тертя виникає при контакті тіл і перешкоджає рухові одного з них по поверхні іншого.

Ця сила протилежна до напрямку можливого зміщення тіла по поверхні, по дотичній до неї.

При відсутності ковзання виникає **сила тертя спокою**, при наявності ковзання – **сила тертя ковзання**, при коченні **сила тертя кочення**.

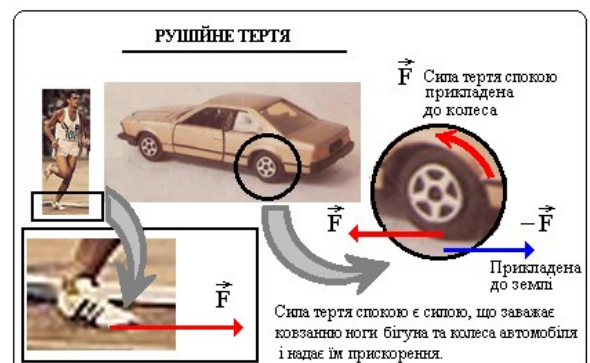


Причиною тертя є мікроскопічні нерівності поверхонь контактуючих тіл, різноманітні горбки та впадини, що входять в зачеплення при контакті. Тому, мастило, заповнюючи невидимі для зору впадини і утворюючи масляну плівку на поверхні тіл, зменшує тертя. Безпосередній контакт зазубнів шорстких поверхонь замінюється тертям шарів масла, тобто внутрішнім тертям. **Сила внутрішнього тертя** шарів рідини значно менша зовнішнього тертя. Це і пояснює основне значення мастил.



Шліфування поверхонь зменшує тертя до того моменту, коли почне грати помітну роль міжмолекулярне зчеплення, яке починає утримувати поверхні від проковзування, підвищуючи силу тертя.

Якщо сила тертя ковзання, як правило, перешкоджає рухові, то завдяки силі тертя спокою здійснюється рух, як людини, так і колісного транспорту. Для руху пішохода необхідно, щоб нога, на яку переноситься вага тіла, не ковзала по поверхні руху. Саме тому, людині важко рухатися по льоду та слизькій дорозі. Так само, завдяки тому, що сила тертя спокою утримує колеса від



проковзування, рухається колісний транспорт. Тут сила тертя спокою виступає як рушійна сила.

## 2. Закон тертя ковзання

Для тертя ковзання, французькі вчені Амонтон і Кулон встановили дослідним шляхом **закон**, який стверджує, що відношення модулів сили тертя ковзання ( $F_f$ ) і нормальної реакції ( $N$ ) для двох даних контактуючих поверхонь є величиною сталою, яка називається коефіцієнтом тертя  $\mu$ .

$$\mu = \frac{F_f}{N},$$

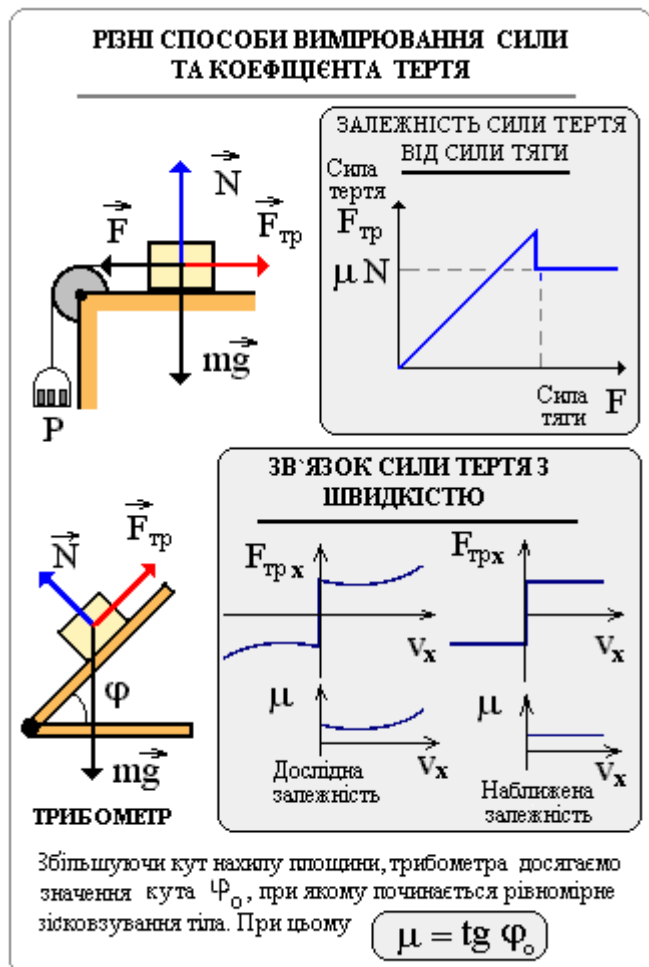
За цим модуль сили тертя

$$F_f = \mu N.$$

Якщо намагатися привести в рух брусок на горизонтальній площині, за допомогою горизонтально розташованої пружини динамометра, то покази динамометра дадуть величину сили тертя, при цьому вага бруска буде рівна за модулем нормальній реакції.

Щоб привести брусок в рух необхідно подолати силу тертя спокою, яка в момент, що передує початку руху, дещо перевищує силу тертя ковзання. Таке явище називають *застоєм*.

Проте максимальну силу тертя спокою прийнято наближено вважати рівною силі тертя ковзання, яку показує динамометр при рівномірному русі бруска. Для внутрішнього тертя застою немає.



Виміряти силу тертя та його коефіцієнт можна різними способами, зокрема за допомогою пристроїв, що називаються трибометрами.

Коефіцієнт тертя, за деякими винятками, менший одиниці. З таким винятком ми зустрічаємося при русі напилка по оброблюваній деталі та учнівської гумки по паперу. При такому терті, коефіцієнт тертя більший одиниці, і при цьому відбувається помітне руйнування (стирання) поверхонь.

ти, що коефіцієнт тертя не залежить від швидкості руху ковзного тла відносно поверхні. що ілюструється відповідним графіком.

Коченню тіла по поверхні іншого перешкоджає *сила тертя кочення*. Дослідним шляхом було встановлено, що для циліндричних тіл відношення добутку модуля сили тертя на радіус до модуль нормальної реакції є величиною сталою, яка називається коефіцієнтом тертя кочення ( $k$ )

$$k = \frac{F_{\text{коч}} R}{N}$$

Таким чином, сила тертя кочення

$$F_{\text{коч}} = \frac{kN}{R}$$

Причинами виникнення

сили тертя є опір стисковій поверхневого шару тілом, яке котиться; опір додатковій деформації матеріалу при утворенні валка перед тілом, яке котиться; подолання сил зчеплення ділянок контактуючих поверхонь (містків зчеплення).

Для однакових матеріалів коефіцієнт тертя кочення нижчий, ніж тертя ковзання. Цим пояснюється вигідність використання кулькових та роликів підшипників.

