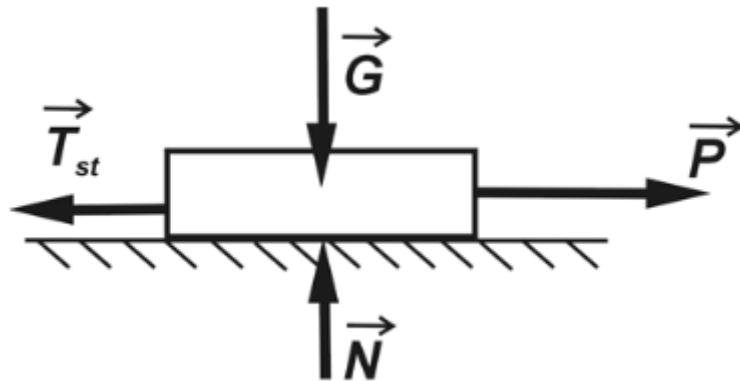


Tarcie

Tarciem zewnętrznym (krótko: tarcie) nazywa się całokształt zjawisk, występujących między stykającymi się ciałami stałymi, spowodowanych działaniem siły normalnej dociskającej te ciała oraz siły stycznej przemieszczających je względem siebie (tarcie kinetyczne) bądź też usiłujących je przemieścić (tarcie statyczne). Są one siłami biernymi i składowymi reakcji, które wystąpią dla zachowania równowagi stykających się ciał. Przyczyną powstawania sił tarcia jest chropowatość powierzchni ciał, które pod wpływem obciążeń zewnętrznych wykazują tendencję ruchu względem siebie. Jeżeli wartość liczbową chropowatości maleje (wpływ obróbki mechanicznej i smarowania), to również maleją siły tarcia, stając się równe zero w przypadku powierzchni idealnie gładkich. Z tego powodu tarcie dzieli się na tarcie: suche, graniczne, półsuche, półpłynne, płynne. Tarcie dzieli się również w zależności od charakteru ruchu między trącymi się ciałami na: tarcie posuwiste i tarcie toczenia.

Tarcie statyczne. Siła tarcia statycznego:

Siła tarcia statycznego jest to reakcja styczna (styczna składowa całkowitej reakcji), przeciwdziałająca przesunięciu ciał względem siebie:



Siłę tarcia można zdefiniować jako siłę oporu, zapobiegającą ruchowi, który by powstał gdyby tarcia nie było. Zależność między graniczną wartością siły tarcia T_{st} , a naciskiem N określają prawa tarcia, ustalone na podstawie wielu doświadczeń wykonanych przez Coulomba i Morena dla różnego rodzaju stykających się powierzchni.

WAŻNE

- siła tarcia jest niezależna od wielkości powierzchni stykających się ze sobą ciał i zależy jedynie od ich rodzaju,
- wartość siły tarcia dla ciała znajdującego się w spoczynku może zmienić się od zera do granicznej wartości, proporcjonalnej do całkowitego nacisku normalnego,
- w przypadku, gdy ciało ślizga się po pewnej powierzchni, siła tarcia jest zawsze skierowana przeciwnie do kierunku ruchu i jest mniejsza od granicznej wartości.

Największa wartość siły przesuwałcej, która przy danym nacisku jeszcze nie naruszy stanu względnego spoczynku, jest równa tak zwanej rozwiniętej siły tarcia statycznego

$$|\vec{T}_{stmax}| = \mu |\vec{N}|$$

gdzie:

N jest reakcją normalną,

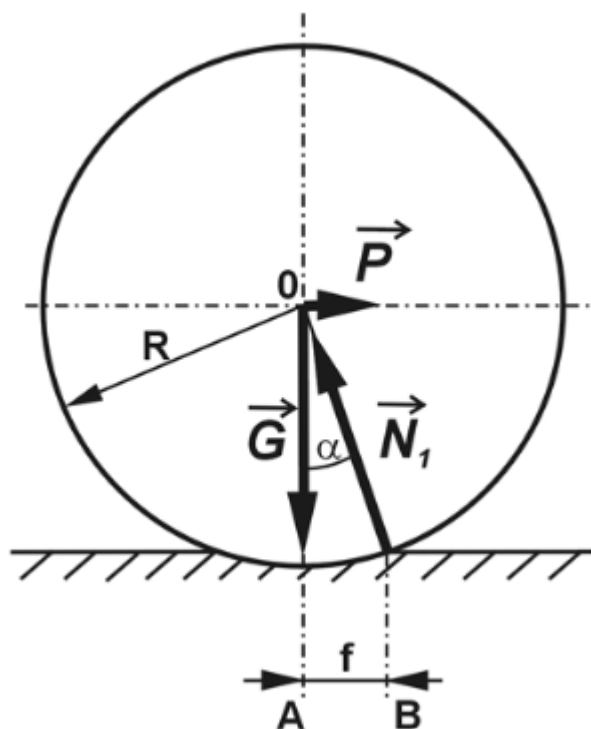
μ - jest współczynnikiem tarcia statycznego.

Ciała pozostają w stanie równowagi względnej, dopóki wartość siły stycznej P nie przekroczy wartości rozwiniętego tarcia statycznego, to jest, gdy:

$$|\vec{P}| = |\vec{T}| \leq \mu |\vec{N}|$$

Tarcie toczne

Toczeniu walca po odkształcalnej powierzchni towarzyszą zjawiska tarcia. Tarcie toczenia lub opór toczenia powstaje przy usiłowaniu przetoczenia walca o ciężarze G po poziomej płaszczyźnie. Gdyby walec toczący się po podłożu i podłoże były idealnie sztywne, to styk występowałby tylko wzdłuż tworzącej walca, przechodzącej przez punkt A



Jeżeli przyłożymy do osi rolki siłę P , to między rolką a płaszczyzną, na której ona spoczywa, powstają siły tarcia. Przeanalizujemy przypadek, kiedy siła P jest równoległa do poziomej płaszczyzny. Z doświadczenia wiadomo, że przy zmianie wartości siły P od 0 do pewnej granicznej wartości, rolka pozostaje w spoczynku (można tak przyjąć z wystarczającą dla praktyki dokładnością), to znaczy siły działające na rolkę równoważą się. Reakcja N_1 powinna przechodzić przez oś rolki, co wynika z warunku równowagi dla trzech sił nierównoległych. W związku z tym punkt przyłożenia reakcji, N_1 musi być przesunięty od pionu OA o pewną odległość f . W przeciwnym przypadku reakcja N_1 nie miałaby składowej poziomej koniecznej do zrównoważenia siły P . Graniczną wartość siły P_{gr} , przy której jeszcze nie będzie toczenia, można znaleźć z podobieństwa trójkątów OAB i trójkąta sił N_1, G_r, P_r . Przyjmując $OA \cong R$, otrzymamy:

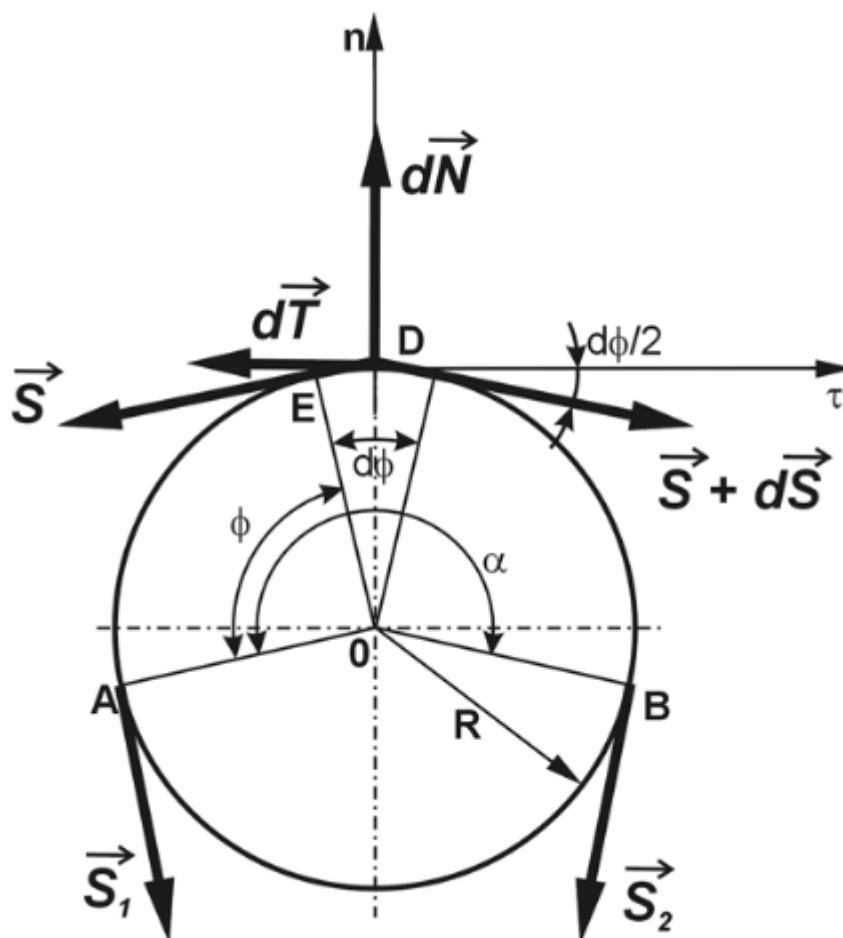
$$\frac{|\vec{P}_{gr}|}{|\vec{G}|} = \frac{f}{R}$$

$$|\vec{P}_{gr}| = \frac{f}{R} |\vec{G}|$$

Wielkość f mierzymy w jednostkach długości i nazywamy ramieniem oporu toczenia. Stosunek f/R dla wielu elementów maszyn, wykonanych z różnych materiałów, ma wartość znacznie mniejszą niż odpowiednie współczynniki tarcia ślizgowego.

Tarcie cięgien

Tarciem cięgna o krążek (bęben) nazywamy siły tarcia występujące między powierzchniami cylindrycznymi i cięgnami, taśmami, sznurami, pasami lub linami nawiniętymi na nie. Siły te w hamulcach taśmowych hamują wzajemny poślizg hamulca i taśmy, natomiast w przypadku kół pasowych nie dopuszczają do wzajemnego poślizgu koła i pasa.



Współczynnik tarcia cięga o walec równy jest μ . Do jednego końca cięga przyłożona jest siła S_1 . W celu zachowania warunku równowagi sił należy do drugiego końca cięga przyłożyć siłę S_2 . Wartość siły S_2 znajdziemy rozpatrując warunki równowagi sił, przyłożonych do elementu walca DE o długości $ds = R d\varphi$ (R jest promieniem walca). Na element ten działają w punktach D i E siły naciągu o wartości $S + dS$ i S , oraz w połowie jego długości normalna reakcja o wartości dN i siła tarcia o wartości dT .

$$\begin{aligned} (|\vec{S}| + d|\vec{S}|) \cos \frac{d\varphi}{2} - |\vec{S}| \cos \frac{d\varphi}{2} - d|\vec{T}| &= 0 \\ d|\vec{N}| - (|\vec{S}| + d|\vec{S}|) \sin \frac{d\varphi}{2} - |\vec{S}| \sin \frac{d\varphi}{2} &= 0 \end{aligned}$$

przyjmując:

$$\sin \frac{d\varphi}{2} = \frac{d\varphi}{2}, \quad \cos \frac{d\varphi}{2} = 1$$

otrzymujemy (pomijając wyrazy małe wyższego rzędu):

$$\begin{aligned} d|\vec{S}| &= d|\vec{T}| \\ d|\vec{N}| - \vec{S} d\varphi &= 0 \end{aligned}$$

Ponieważ rozpatrywane położenie jest położeniem granicznym (tzn. na granicy poślizgu), więc $d|\vec{T}| = \mu d|\vec{N}|$. Podstawiając wartości $d|\vec{T}|$ i $d|\vec{N}|$, otrzymujemy: $d|\vec{S}| = \mu |\vec{S}| d\varphi$, a po scałkowaniu w granicach od $\varphi = 0$ do $\varphi = \alpha$, otrzymamy tzw. wzór Eklera wyrażający poszukiwaną wartość siły \vec{S}_2 :

$$\ln \frac{|\vec{S}_2|}{|\vec{S}_1|} = \mu \alpha, \quad \text{lub} \quad |\vec{S}_2| = |\vec{S}_1| e^{\mu \alpha}$$