ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

78-Ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ, ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ, АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ

І ТОМ



15 – 22 травня 2026 року
Полтава

УДК 531

С.М. Жигилій, к.т.н., доцент
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Vlasova M., студентка
Turun ammatti-instituutti (Професійний інститут Турку)

ПРО ВЛАСНУ ВАГУ МАТЕРІАЛЬНОГО ТІЛА

Велика кількість інженерно-розрахункових задач містить розділ, пов'язаний з визначенням положення *центра ваги матеріального тіла*. Якщо існує *таке* поняття, то існує й поняття *ваги* (часто говорять *власної ваги*) *матеріального тіла*. Поняття ваги тіла нерозривно пов'язане зі сформульованим у 1687 р. І. Ньютоном фізичним законом, який у межах класичної механіки визначає, що поблизу поверхні Землі на кожне матеріальне тіло масою m діє сила $\vec{F}$ *гравітаційного притягання* (або *тяжіння*), модуль якої $F \approx G\frac{mM_З}{R_З^2}$. Якщо тіло перебуває в стані спокою, то крім сили $\vec{F}$ на нього діє викликана добовим обертанням нашої планети відцентрова сила інерції $\vec{\Phi}_{ін}$, модуль якої $\Phi_{ін} = mr\omega_З^2$, де r – найкоротша віддаль від зазначеної точки до осі обертання Землі. Рівнодійну $\vec{F}_{тяж}$ сил $\vec{F}$ і $\vec{\Phi}_{ін}$ називають силою тяжіння: $\vec{F}_{тяж} = \vec{F} + \vec{\Phi}_{ін}$. Оскільки множник $\omega_З^2 \approx \left(0{,}0000729c^{-1}\right)^2$ є дуже малою величиною, то модуль $\Phi_{ін}$ значно менше модуля F, через що напрямок сили $\vec{F}_{тяж}$ мало відрізняється від напрямку сили $\vec{F}$ (часто цією різницею нехтують). Але у дійсності модуль $\Phi_{ін}$ залежить від конкретного місця знаходження розглядуваного тіла на земній поверхні, що впливає на величину сили $\vec{F}_{тяж}$ та положення її лінії дії, яка утворює кут φ з екваторіальною площиною Землі. Кут φ є географічною широтою місця знаходження тіла та для розглядуваної точки земної поверхні визначає положення *справжньої вертикалі*, а площина, що перпендикулярна до справжньої вертикалі, є справжньою горизонтальною площиною. Отже, на будь-яке матеріальне тіло на земній поверхні (або поблизу неї) з боку Землі діє напрямлена по справжній вертикалі сила $\vec{F}_{тяж}$, модуль якої $F_{тяж} = mg$. Поняття про силу тяжіння не викликає ніяких двозначних тлумачень. Твердження, що «усі тіла через притягання до Землі стискають чи прогинають опору або розтягують підвіс» також не підлягає ніякому сумніву. А от далі у різних джерелах починається різні тлумачення поняття ваги матеріального тіла. Досить поширеною є заява, що на відміну від сили тяжіння, яка прикладена до тіла, сила ваги прикладена до опори або підвісу.

Так, на с. 57 в [1] на рисунку 24 розглядається блок граніту, що лежить на поверхні Землі. «Блок передає силу $\vec{F}_{тяж}$ на ділянку Землі під ним, … блок діє на ділянку землі, яка розташована безпосередньо під ним, із спрямованою вниз силою $\vec{F}_W$, величиною mg. Зазвичай цю силу (або **величину** цієї **сили)** називають

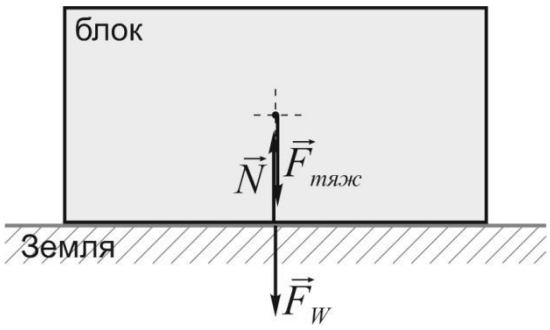


Рис. 1 – Рисунок 24 з [1]

вагою блоку. …ми встановили, що вага W тіла – це величина сили $\vec{F}_W$, спрямованої вниз, яка діє **на будь-який об'єкт**, що його підтримує. Таким чином, $W = mg$».

У такому разі виникає питання про силу ваги зображеного на рис. 2 бруса $ABDE$ масою $m = 409{,}5\ кг$ у випадку класичної задачі механіки про його рівновагу за умови відсутності тертя. Неважко бачити, що на брус діє сила тяжіння $\vec{F}_{тяж}$, модуль якої $F_{тяж} = 4095\ Н$; брус тисне на опорні поверхні у точках A, B і K, через що у цих точках виникають реакції, модулі яких $N_A = 1515\ Н$, $N_B = 1376\ Н$ і $N_K = 2924\ Н$.

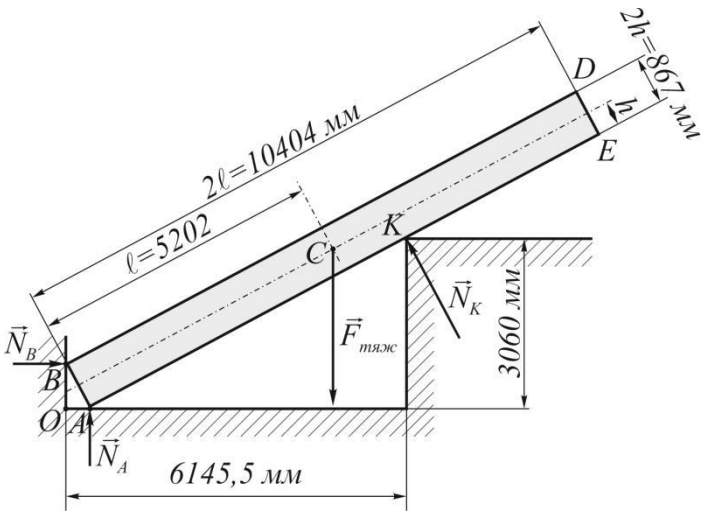


Рис. 2 – Де сила ваги бруса?

Згідно з 3-м законом Ньютона брус тисне на опорні поверхні у цих самих точках силами, які рівні за модулями знайденим реакціям, а за напрямками їм протилежні. Виникає досить справедливе запитання: «А де сила ваги $\vec{F}_W$ бруса?»

Далі в [1], розглядаючи на рисунку 25 блок масою *m*, що лежить на підлозі ліфта, і сили $\vec{F}_{тяж}$ і $\vec{F}_W$ за умови, що ліфт рухається вгору з прискоренням $\vec{a}$, доводиться, що

$$«W = m(g + a).$$

З наведеного зрозуміло, що прискорення ліфта вгору призводить до збільшення ваги W блоку: наприклад, якщо ліфт рухається вгору з прискоренням $a = g \approx 9{,}81\ м/с^2$, то вага блоку подвоюється. І навпаки,

якщо ліфт прискорюється вниз, то вага блоку зменшується: наприклад, якщо ліфт рухається вниз з прискоренням $a = g / 2$, то вага блоку зменшиться вдвічі. Ці зміни *ваги* можна легко виміряти, розмістивши ***ваги*** між блоком і підлогою ліфта.

Припустимо, що прискорення ліфта вниз відповідає прискоренню сили тяжіння: тобто $a = g$. У цьому випадку $W = 0$. Іншими словами, блок стає невагомим!». Але в [2] на с. 4 бачимо, що, розглядаючи сили, які діють по тій чи іншій причині на розглядувані матеріальні об'єкти «… окремим випадком, що має велике значення, є випадок тяжіння Землею матеріальної точки, яка розташована на її поверхні. Сила $\vec{F}_{тяж}$, що діє з боку Землі на цю точку, і визначає її **вагу** $\vec{W}$. …величину W ваги точки масою m можна виразити як $W = mg$ (більш точне визначення ваги $\vec{W}$ має враховувати обертання Землі)». І далі «… перебуваючи на навколоземній орбіті, люди та об'єкти вважаються невагомими, хоча сила тяжіння, що діє, становить приблизно 90% від сили, що діє на поверхні Землі. Це очевидне **протиріччя** буде вирішено, коли ми застосуємо другий закон Ньютона до руху частинок».

На с. 218 читаємо: «Гребля Ревелсток, розташована на річці Колумбія в Британській Колумбії, піддається трьом різним видам розподілених сил: її власній вазі, складовим тиску, що створюються водою з її підпірного боку, та силам тиску, які чинить ґрунт на її основу», тобто безсумнівно власна вага греблі розглядається як сила, що діє на саму греблю. І знову на с. 220 «Ми дотепер припускали, що притягання Землі, яке діє на тверде тіло, може бути подане однією силою $\vec{W}$. Цю силу, яку називають силою тяжіння або вагою тіла, вважали прикладеною в центрі тяжіння тіла. Насправді Земля діє силою на кожну з частинок, з яких складається тіло. Дію Землі на тверде тіло, отже, слід зображати великою кількістю малих сил, розподілених по всьому тілу».

Судячи з інформації, отриманої з різних інтернетівських джерел, першої з викладених тут точок зору дотримуються абсолютно усі шкільні вчителі України; див., наприклад, [3]. Але майже з 20 вивчених джерел з різних науково-навчальних закладів світу, де розглядається поняття ваги матеріального тіла, абсолютна більшість дотримуються другої точки зору, яку твердо розділяє й автор.

Література:

1. Fitzpatrick R. Classical mechanics an introductory course / Richard Fitzpatrick Associate Professor of Physics the University of Texas at Austin – Austin: Lulu Enterprises, Inc., 2006. – 297 p.

2. Beer F. Vector mechanics for engineers: statics and dynamics, tenth edition / Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., David F. Mazurek, Phillip J. Cornwell – New York: McGraw-Hill Companies, Inc., 2013. – 1360 p.

3. https://ua.izzi.digital/DOS/762823/datastore/21/publication/762823/files/2025/02/07/d15c42273a49189cf6b2f81b5f05136f_7_klas_urok_42_sila_tazinna_vaga_tila.pdf?v=1745694761