

УДК 531/534(092)

**Герасименко Ю.Ю.**, *наук. кер. Кірієнко О.А., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: [l.kiriencko@yandex.ua](mailto:l.kiriencko@yandex.ua)

## **ВОНИ ТВОРИЛИ НАУКУ ПРО МАШИНИ. ЩО МИ ЗНАЄМО ПРО НИХ? РОБЕРТ ВІЛЛІС – АНГЛІЙСЬКИЙ ВЧЕНИЙ-МЕХАНІК**



Вивчаючи синтез зубчастих зачеплень в курсі теорії механізмів і машин, ми стикаємося з так званою «формулою Вілліса» для визначення передаточного відношення в оберненому русі. Що ми знаємо про вченого, автора цієї формули, англійського вченого-механіка Роберта Вілліса? Який його внесок у розвиток науки про машини?

Роберт Вілліс народився 27 лютого 1800 року в Лондоні в родині придворного лікаря короля Георга III. Навчався у Кембриджському університеті, по закінченні якого в 1826 році зайнявся питаннями природознавства, філософії, прикладної механіки.

З 1829 року Роберт Вілліс почав викладати в Кембриджському університеті. У 1832 році Вілліс опублікував у «Записках» цього університету дві видатні статті: «Про голосні звуки» і «Механізм гортані», поклавши основу сучасному фізичному вченню про голосні, що потім було розвинуто Гельмгольцем. У цьому ж році Вілліс був обраний членом Королівського наукового товариства, а у 1833 році стає дійсним членом Британської асоціації наук.

У 1837 році Вілліс був обраний на посаду Джексонівського професора Кембриджського університету, для чого за ним мали бути «визнані найбільші знання з експериментальної частини натуральної філософії».

У 1837-1841 р.р. він опублікував наукові праці про зубчасті зачеплення та про *одонтограф* – інструмент для накреслювання зубців, зубчастих коліс різного радіуса та числа зубців, а також писав свою видатну працю «Принципи механізму» - одне з класичних і основоположних творів у науці про машини, що зробило йому ім'я в світовій технічній науці.



Вілліс підійшов до проблеми створення вчення про механізми з аналітико-критичної точки зору. Вивчивши твори своїх попередників (зокрема Гаспара Монжа) він дійшов висновку, що перше, що потрібно зробити, це відділити кінематику від динаміки. Він не вважав раціональним уведення для вивчення

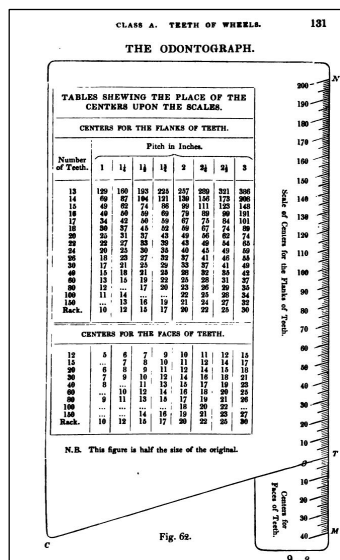
гнучких та рідинних ланок та рекомендував обмежитися виключно вивченням механізмів із жорсткими ланками. Механізми такого роду Вілліс назвав «чистими механізмами». І, нарешті, він вказав на те, що перш ніж здійснювати дослідження механізмів, їх слід класифікувати, виходячи із зрозумілих і логічно обґрунтованих принципів. При цьому Вілліс вказував на незрозумілість та невизначеність поняття «елементарної машини» та визначив поняття механізму, яке після нього, з тими чи іншими зміненнями, набуло права «громадянства» в науці про машини.

На цій підставі Вілліс пропонує уточнити основне положення вчення про механізми та розглядати їх не як пристрої для перетворення руху, а як *систему жорстких ланок*, за допомогою якої можна виконувати *передачу та перетворення руху*, і яка залежить виключно від конструкції цієї системи. Тим самим Вілліс ув'язує рух із геометрією механізму, виключаючи дію інших механізмів, та розглядає механізм, як замкнутий на собі об'єкт.

Водночас, Вілліс окреслює саме поняття «машини» і більш чітко розділяє її на частини, він пише: «Будь-яка машина конструюється з метою виконання певних механічних операцій, кожна з яких передбачає існування рушійної сили та об'єкту, що підлягає операції... Машини фактично розташовані між силою і роботою для того, щоб пристосувати одну до іншої...». Він виділяє три частини машини: *приймач, передаточний механізм і знаряддя*. Приймачі розглядаються з точки зору джерела сили, робочі частини – з позиції роботи, що виконується. Механізм же, за Віллісом, необхідно досліджувати без посилання на силу і роботу.

У своїй праці «Принципи механізму» (1841 р.) Вілліс базує свою класифікацію на наступних принципах: 1) *Відношення швидкостей*. Якщо швидкості ведучої та веденої ланки механізму залежать від відповідних сил, то їх відношення від сил вже не залежить. Вважається, що відношення швидкостей може бути сталим або змінним. 2) *Елементарна форма механізму*. Вілліс розподіляє усі механізми на 4 групи: механізми з ланками, що перекочуються; механізми із ланками, що ковзають; шарнірні механізми; передачі гнучкими ланками. Дещо пізніше Вілліс додав п'яту групу – здвоєні ланки. *Простими механізмами*, за Віллісом, є такі, які мають по дві або три рухомі ланки. Він підрозділяє їх на класи: до класу *A* відносяться механізми, у яких відношення швидкостей ведучої та веденої ланок зберігає сталу величину і знак для всього часу руху механізму; до класу *B* відносяться механізми з відношенням швидкостей, змінних за величиною, але сталим за знаком; та, нарешті, клас *C* включає до себе механізми, у яких відношення швидкостей стало, але відношення напрямів змінне. Подальший розподіл класів на групи Вілліс здійснює, виходячи зі способу передачі руху: 1) за допомогою взаємного перекочування поверхонь; 2) за допомогою взаємного ковзання поверхонь; 3) за допомогою гнучкої ланки; 4) шарнірними механізмами; 5) за допомогою здвоєних ланок. Далі Вілліс розглядає складні механізми. Він підрозділяє їх на два класи, виходячи

з принципу складання швидкостей та складання переміщень. Такими є основні принципи класифікації Вілліса. Не можна сказати, щоб вона була дуже зрозумілою, та автор і сам це зрозумів і вніс у друге видання своєї книги деякі корективи, щоправда, не дуже суттєві. Очистивши технічну кінематику від сторонніх включень, Вілліс не зміг провести послідовний



аналіз, наслідком чого в його систематизації виявилися слабкі місця.

Однак вже на цьому етапі висувалося вимога до технічної науки, що формувалося, давати практичні результати. Це означає, що у Вілліса здійснювався не тільки схематичний опис існуючих технічних систем, а і теоретичне дослідження – розробка методів розрахунку, висування теорем, доведення та розвиток локальних теоретичних схем. Все ж такі, теоретичне дослідження ще не приймає на цьому етапі єдиної, загальної для даної дисципліни форми – це окремі, погано пов'язані одне з одним дослідження.

Вілліс спеціально розробляє окремі частини кінематики. У цьому випадку він не тільки створює методи розрахунків, але і спеціально доводить теореми, наприклад, теорему, що пов'язує характеристику профілів зубців, що зачіплюються, із законами змінення кутових швидкостей (славнозвісна *теорема Вілліса*). Детально розроблена ним теоретична та прийнятна практична теорія зачеплень може розглядатися як локальна теоретична схема теорії механізмів. Класифікація Вілліса була загальноприйнята до 30-х років XX століття.

У 1837 – 1875 р.р. Роберт Вілліс працював професором Кембриджського університету, у 1853 році також читав лекції у Гірській школі Лондона.

Помер Роберт Вілліс 28 лютого 1875 р. у Кембриджі.

#### Список використаних джерел

1. В.Г.Горохов. Техника и математика (из истории теории механизмов и машин). ВИЕТ. 2011. № 3, с. 53-86.
2. По матеріалах Інтернету:[http://slovari.bibliofond.ru/brokgauz\\_efron\\_word](http://slovari.bibliofond.ru/brokgauz_efron_word)