

## ЩЕ ОДИН ПОГЛЯД НА ІСТОРІЮ КОЛЕСА І ТЕХНІЧНИЙ АСПЕКТ

Прослідковано історію колеса в початковий період його розвитку з точки зору фізичних можливостей приручених людиною тварин. Також доведено, що, виходячи із останніх досліджень віку колеса, історія людства повинна бути переглянута.

Прослежена история колеса в начальный период его развития с точки зрения физических возможностей прирученных человеком животных. Также доказано, что исходя из последних достижений века колеса, история человечества должна быть пересмотрена.

The history of wheel in an initial period of its development from a viewpoint of physical possibilities of the animals domesticated by a man is traced. It is proved that coming from the last achievements of wheel age the history of humanity must be revised.

Звичайно, що історію колеса розглядати тільки з технічного боку було б не зовсім точним без зв'язку з розвитком суспільства. Тому коротко зупинимось на тих суспільно-економічних явищах, які сприяли його появі.

На перших ступенях життя суспільства виробництво товару не було, а товар виник з появою суспільного розподілу праці. Сама проста форма розподілу праці зародилась в середині первісних родових общин внаслідок статевих та вікових відмінностей, тобто на чисто фізіологічному підґрунті [1].

Першим значним суспільним розподілом праці було відокремлення тваринництва від землеробства, а другим – ремесла від землеробства, а сам процес розподілу праці робить вплив на розвиток продуктивних сил, підвищення продуктивності праці, виробничі відношення.

Можна вважати, що вже при рабовласницькому устрої розподіл праці досяг розквіту, а це, як відомо, відбулося на межі 4-го і 3-го тисячоліть до н. е. в Месопотамії та Єгипті [2].

Якраз рабовласницький устрій виник в результаті розпаду первісно-суспільного устрою. При його розквіті, що викликало посилений обмін особистої власності на результати праці, а потім рабами і частково землею.

Звичайно, що з появою товару значно сама здорова частина суспільства перетворювалась в носіїв цього товару [3]. Очевидно, що для цієї цілі треба було приручати і привчати тварин. По-перше, на неї можна було і навантажити більше, чим на раба, та і одна людина могла правити декількома тваринами. Задача обміну дещо спрощувалась, але утримання достатньої кількості в'ючних тварин коштувало дорого. Можна було їх використовувати і як джерело м'яса або молока, але вступало в силу проти-

річчя: більше молока (м'яса) – менша вага вантажу на спині, або навпаки.

Саме на цьому етапі, тобто 4...3 тис. до н.е., розвитку людства і повинна була виникнути ідея колеса: можливість перевезення однією твариною вантажу, який значно перевищував його вагу при використанні її як в'ючної. Нагадаємо, що саме 4...3 тисячі років до н. е. були побудовані і перші піраміди – самі великі споруди того часу; так-що і це могло бути стимулом появи колеса.

І з цим можна було б погодитись повністю, якщо б не знахідка колеса на півдні Донеччини, вік його біля 7 тис. років.

Виходить, що на цілі три тисячі років треба зсунути вглиб появу рабовласницького устрою. Кочівник не міг його придумати, оскільки перехід від осілого тваринництва до кочового відбувся всього-навсього в першому тисячолітті нової ери.

Оставимо це непорозуміння історикам, а самі спробуємо прослідкувати можливий розвиток конструкції колеса, із яких міркувань виходили наші предки, установлюючи ті чи інші розміри колеса, їх кількість.

Звичайно, що першим питанням було: якого діаметру повинне воно бути. Якщо це була рівнина (і більше всього, що це було так), то діаметр колеса, на перший погляд, велику роль і не грав. У залежності від радіуса коліс  $R$  і висоти тварини  $H$ , яка застосовувалась як тяглова, сила тяги  $F$  могла бути прикладена горизонтально, або під кутами  $\alpha^+$  чи  $\alpha^-$  (рис. 1,а). Але, а це очевидно, що буде змінюватися тиск на колесо: при  $\alpha^+$  він зменшується, збільшуючи тиск на тварину, а при  $\alpha^-$  – збільшується, зменшуючи на неї тиск. Де ж тут золота середина? На рис. 1,б і 1,в показані опори руху колеса у залежності від  $\alpha$ . А тиск на «плечі» тварини у за-

лежності від кута прикладання сили (у відносних величинах) показано на рис. 2, а на рис. 3 – у залежності від відстані між центром колеса і хомутом.

Із рис. 1,б і рис. 1,в видно, що найменший опір коченню дає сума значень кривих 3 та 3' на

рис. 1,б. Тобто, спостереження за поведінкою тварин, які тягли віз (а може і власні) підказувало, що найменше втомлення викликали колеса більшого діаметра і при плюсовому (+) (величина якого залежала із співвідношення висоти тварини і діаметра колеса).

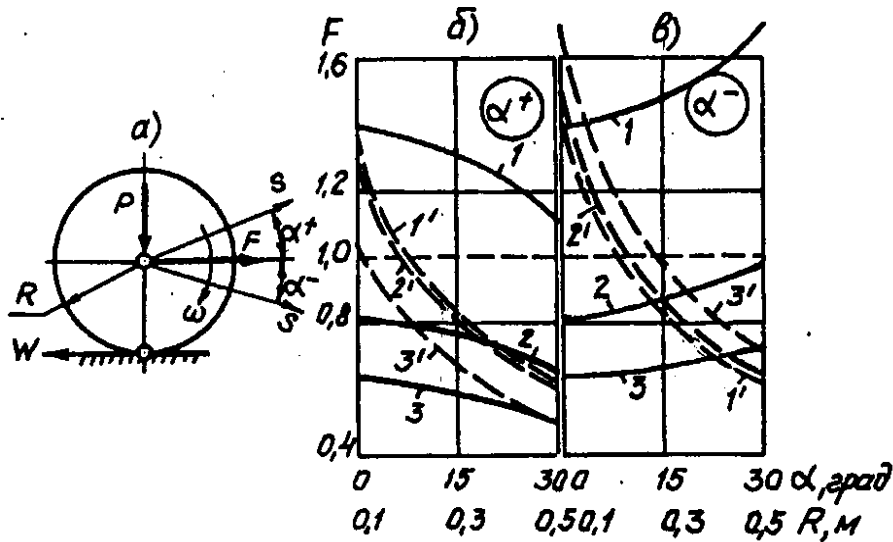


Рис. 1. а) схема прикладання тягового зусилля до колеса; б) залежність опору кочення у напрямку сили тяги: 1, 2, 3 – від кута  $\alpha^+$  при радіусі колеса 0,1; 0,3 і 0,5 м; 1', 2', 3' – від радіуса колеса при  $\alpha^+ = 0; 15$  і  $30$  град.; в) те ж при  $\alpha^-$

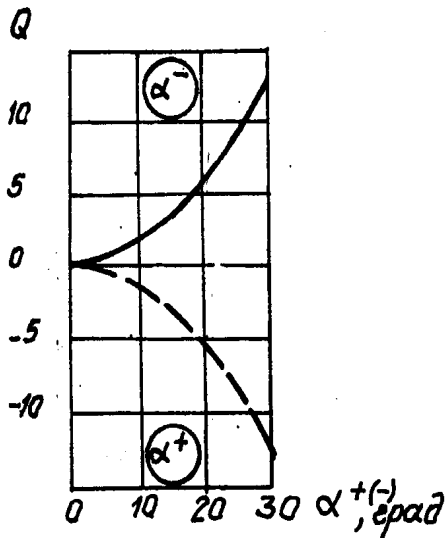


Рис. 2. Залежність навантаження на тварину від кута прикладання сили до візка

Таким чином, установили, чому людство на протязі декількох тисячоліть прийшло до колеса, наприклад, при кінській тязі це діаметри приблизно 1,0...1,5 метра, а не, допустимо, 0,1 або 0,15 метра.

Тепер, очевидно, треба було установити ширину обода колеса. Звичайно, що тут простір був не меншим, ніж при виборі діаметра. Що на

пухкому ґрунті нога вгрузає більше, ніж на твердому, людина, без сумніву, уже знала і не могла не перенести це на ширину обода колеса. Але навряд давнішній фурман збирався їздити по болоті або піску. По-перше, утомлювалась сама тварина, а з досвіду ходіння по ним було очевидним, що і котитись колесу буде важко.

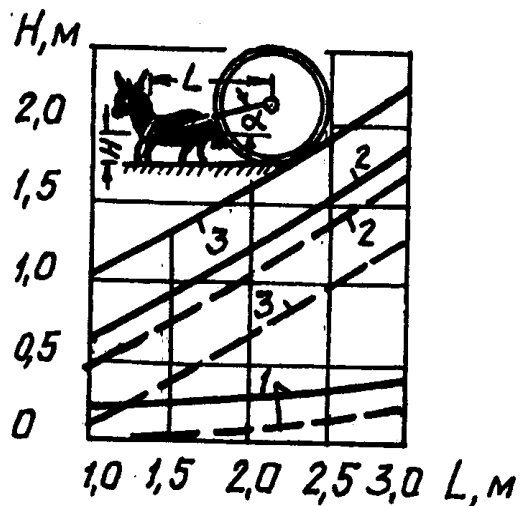


Рис. 3. Залежність висоти тварини  $H$  від відстані між вісю колеса і хомутом 1: 1, 2, 3 – відповідно  $R = 0,2; 0,3; 0,5$  м (пунктиром  $R = 0$ )

Більш усього, що наш предок взяти товар для обміну або продавати збирався сухою дорогою: і товар і дорога сухі, та і настрої в хорошу погоду кращий [4]. Тоді ж із яких міркувань встановлювалась ширина обода колеса? На рис. 4 у відносних одиницях показано опір коченню колеса у залежності від ширини обода [5].

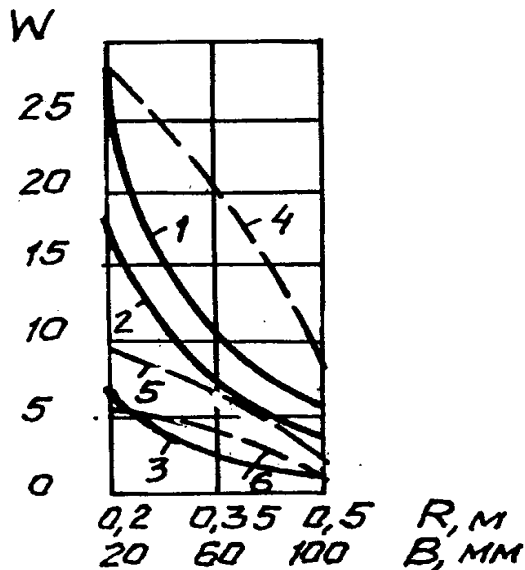


Рис. 4. Залежність у відносних величинах опору руху колеса від: 1, 2, 3 – ширини обода відповідно при радіусах коліс 0,2; 0,35; 0,5 м; 4, 5, 6 – радіуса при ширині обода 20, 60, 100 мм

Що кидається в очі без особливого аналізу, так це різке зниження опору руху зі збільшенням ширини обода (криві 1, 2, 3), але, якщо наприклад, для встановленої вище величини радіуса  $R = 0,5$  м, зі збільшенням ширини з 20 до 60 мм опір коченню падає майже у 3 рази, то з його збільшенням з 60 до 120 мм, на таку ж величину, він зменшується лише в 1,6 рази.

Очевидно, що немає сенсу ширину обода робити було значно більшим 60 мм, оскільки це не призводило до різкого зниження опору руху тим більше, що збільшення ширини вимагало ускладнення колеса, його вартості та і до збільшення ширини доріг, ускладненню зберігання візків.

Наприкінці розглянемо, як вирішувалось питання про кількість коліс. Що їх кількість повинна бути парною питання не виникало: з одним колесом візок перевертався, а «п'яте колесо до возу» спробуємо поставити після розгляду парної кількості.

Опір руху візка у відносних одиницях у залежності від кількості коліс  $n$  при одному і тому ж навантаженні показано на рис. 5.

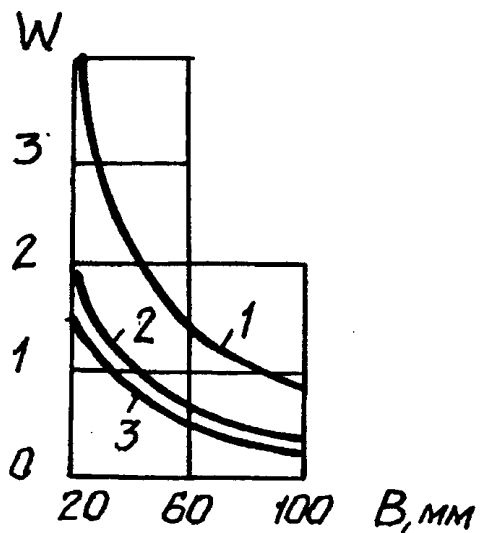


Рис. 5. Відносна залежність опору руху візка від кількості коліс: 1 –  $n = 2$ ; 2 –  $n = 4$ ; 3 –  $n = 5$

Видно, що при  $n = 4$  опір руху значно менший, ніж при  $n = 2$ , а при  $n = 5$ , крім мороки з його приладнанням, практично ніякого зниження не давало.

На нашу думку, були пропозиції і про шість і більше коліс, але у цьому випадку значно збільшувались габарити візка по довжині, та і маневреність різко падала.

Таким чином, ми прослідкували найбільш можливий шлях розвитку колеса і по можливості його роль у товарній метаморфозі «товар – гроші – товар».

До найбільш важливих задач в області удосконалення коліс треба вважати установлення аналітичної залежності для визначення коефіцієнта тертя кочення. Який зразу визначається експериментально. Це б дозволило інженеру при розрахунку вузлів кочення варіювати як геометричними розмірами, так і матеріалами, добиваючись оптимального його рішення як з точки зору вартості, так і витрат енергоносіїв [5].

#### БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Малая Советская энциклопедия: В 10 т. Т. 6. – М.: Изд-во БСЭ, 1959. – 1306 с.
2. Малая Советская энциклопедия: В 10 т. Т. 7. – М.: Изд-во БСЭ, 1959. – 1259 с.
3. Малая Советская энциклопедия: В 10 т. Т. 9. – М.: Изд-во БСЭ, 1959. – 1210 с.
4. Малая Советская энциклопедия: В 10 т. Т. 3. – М.: Изд-во БСЭ, 1959. – 1274 с.
5. Бондаренко Л. М. Деформационні опори в машинах / Л. М. Бондаренко, М. П. Довбня, В. С. Ловейкін. – Д.: РВА «Дніпро-VAL», 2002. – 200 с.

Надійшла до редколегії 06.03.2008.