

30 Moc i jej jednostki

Cel lekcji: Poznasz pojęcie mocy oraz jej jednostkę. Dowiesz się, jak obliczyć moc chwilową.

Moc potocznie i w sensie fizycznym

Idąc i pchając skrzynię, wykonujesz pracę – działasz pewną siłą, a skrzynia się przemieszcza. Biegając i pchając tę samą skrzynię (jeśli nie jest zbyt ciężka), też wykonujesz pracę. Czy jest jakaś różnica między pracą wykonywaną w czasie marszu a pracą wykonywaną w czasie biegu na takim samym dystansie? Biegając, bardziej się zmęczysz, a jednak wykonana przez ciebie praca nie będzie większa niż wtedy, gdy przesuńiesz skrzynię powoli.



Aby zaorać kawałek ziemi, kiedyś zaprzęgało się do pługa np. konia. Dziś można ten sam kawałek ziemi zaorać, używając traktora. Zarówno koń, jak i traktor wykonają taką samą pracę – zaorany będzie taki sam kawałek ziemi. Jednak czas wykonania pracy będzie różny. Wielkością fizyczną pozwalającą odnieść wykonaną pracę do czasu jest **moc**. Moc konia różni się od mocy traktora – traktorem można zaorać pole znacznie szybciej niż za pomocą zaprzęgniętego do pługa zwierzęcia. Aby wykonać pracę z taką mocą jak najlepsze traktory, należałoby zaprząć do pługa ponad 600 koni.

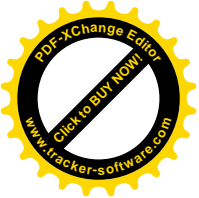
Moc to iloraz pracy i czasu, w jakim ta praca została wykonana.

Moc oznacza się literą P (ang. *power* – moc) i oblicza ze wzoru:

$\text{moc} = \frac{\text{praca}}{\text{czas, w jakim praca była wykonana}}$	$P = \frac{W}{t}$
--	-------------------

Nazwa jednostki mocy pochodzi od nazwiska angielskiego inżyniera, Jamesa Watta (czyt. dżejmsa łota).

Jednostką mocy w układzie SI jest **wat** (1 W).



CIEKAWOSTKA

Inną jednostką mocy jest **koń mechaniczny** (1 KM). Wielkość ta została wprowadzona w drugiej połowie XVIII w. W tym czasie w przemyśle zaczęto stosować maszyny parowe. Przedsiębiorcy zainteresowani kupnem takiej maszyny chcieli wiedzieć, ile koni może ona zastąpić, a wydajność, z jaką mógł pracować koń, była kupującym doskonale znana. Koni mechanicznych używa się do dziś przy określaniu mocy silników samochodowych. $1 \text{ KM} = 735 \text{ W}$.



Dmuchawa napędzana silnikiem parowym z XIX w.

Co to znaczy, że urządzenie pracuje z mocą jednego wata (1 W)?

1 W określa moc urządzenia, które w czasie 1 s wykona pracę 1 J, $1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$.

PRZYKŁAD

Obliczanie prędkości, gdy dana jest moc

Z jaką stałą prędkością poruszał się samochód osobowy o mocy silnika 55,2 kW, jeśli siła ciągu silnika wynosiła 2,76 kN?

Dane:

$$P = 55,2 \text{ kW}$$

$$F = 2,76 \text{ kN}$$

Szukane:

$$v = ?$$

Rozwiązanie:

Wiesz, że $P = \frac{W}{t}$ oraz że $W = F \cdot s$, zatem: $P = \frac{F \cdot s}{t}$.

Ponieważ $v = \frac{s}{t}$, wzór na moc można zapisać następująco:

$$P = F \cdot v$$

Z powyższego wzoru można obliczyć prędkość: $v = \frac{P}{F}$.

Podstawiamy dane liczbowe:

$$v = \frac{55,2 \text{ kW}}{2,76 \text{ kN}} = 20 \frac{\text{J}}{\text{N}} = 20 \frac{\cancel{\text{N}} \cdot \text{m}}{\cancel{\text{N}} \cdot \text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Odpowiedź: Samochód osobowy poruszał się z prędkością $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Wyprowadzony powyżej wzór opisuje tzw. **moc chwilową** i jest przydatny w sytuacji, gdy prędkość zmienia się w czasie.

moc = siła · prędkość

$$P = F \cdot v$$

Pamiętaj, że wzór ten wyprowadziliśmy przy założeniu, że siła działa w kierunku równoległym do przesunięcia (prędkości).

W tabeli na str. 276 przedstawiono przykłady przeciętnej mocy człowieka, konia i niektórych urządzeń.

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Silnik parowy

Silniki parowe odegrały olbrzymią rolę w szerzeniu postępu niemal we wszystkich dziedzinach techniki. Współcześnie mają już dość ograniczone zastosowanie. Do dziś siła pary wykorzystywana jest np. w turbinach parowych.

Bania Herona

Prototyp turbiny parowej został skonstruowany przez Herona z Aleksandrii w I w n.e. Wymyślone przez niego urządzenie, tzw. **bania Herona**, to zamknięte naczynie połączone z kulą zamocowaną w taki sposób, aby mogła się swobodnie obracać. Ogrzewana w naczyniu woda parowała, a strumień pary wodnej wydostającej się z odpowiednio zakrzywionych rurek przymocowanych do kuli wprowadzał ją w ruch obrotowy. W czasach starożytnych urządzenie to było traktowane jedynie jako ciekawostka.



Heron prezentujący swój wynalazek.

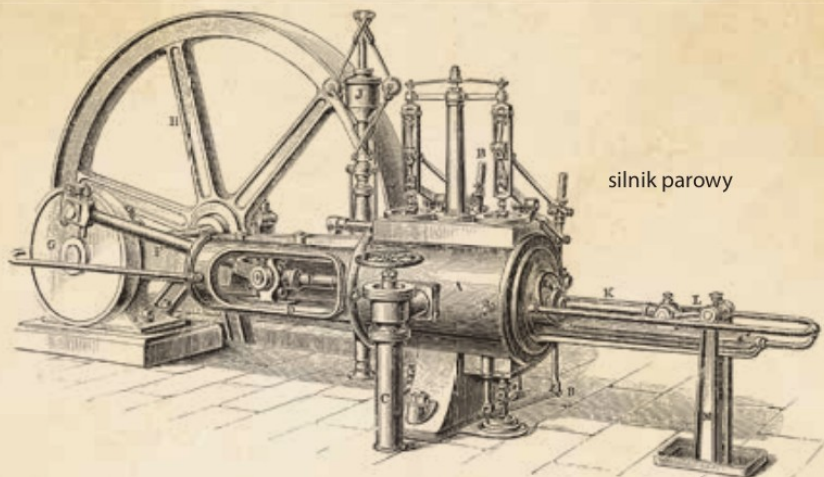


bania Herona



silnik tłokowy

Pierwsze zastosowania siły pary przypadają na początek XVIII w. i zawdzięczamy je **Thomasowi Newcomenowi** (czyt. tomasowi niukomenowi, 1663–1729), który skonstruował silnik tłokowy, wykorzystywany np. do wypompowywania wody z kopalni lub napędzania dmuchaw włączających powietrze do pieców hutniczych.



silnik parowy

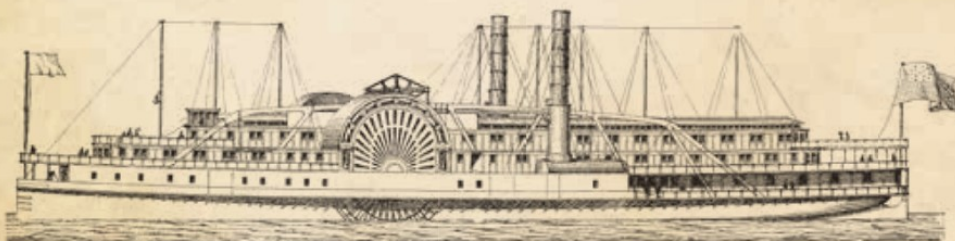
James Watt



W 1763 roku **James Watt** (czyt. dżejms łot, 1736–1819), który był szkockim inżynierem, wynalazcą i konstruktorem naprawiał maszynę służącą do wypompowywania wody z kopalni. Naprawiając ją, wpadł na pomysł, jak udoskonalić maszynę parową Newcome-na. Maszyna konstrukcji Watta miała osobny zbiornik do skraplania pary wodnej, co zwiększyło sprawność i wydajność urządzenia.

Sercem maszyny parowej jest **silnik parowy**, który przekształca energię spalanego paliwa w ruch. Ogrzewana woda zamienia się w parę wodną, która zajmuje około 1700 razy większą objętość niż woda, z której powstała. Para wywiera ciśnienie na tłok, który porusza element maszyny.

Wynalezienie silnika parowego zapoczątkowało **wielką rewolucję przemysłową**. Znalazł on liczne zastosowania – używano go między innymi do konstrukcji lokomotyw parowych (1804), łodzi o napędzie parowym – tzw. parostatków (1807), maszyn drukarskich (1812), dylizansów parowych (1825), ciągników, młotów parowych do kucia metali (1842), sterowców – balonów o napędzie parowym (1852). W 1857 roku zbudowano nawet windę osobową o napędzie parowym.



statek parowy

TO NAJWAŻNIEJSZE

- **Moc** to liczbowa wielkość fizyczna równa ilorazowi pracy W i czasu t , w którym ta praca została wykonana: $P = \frac{W}{t}$. Jednostką mocy jest **wat** (1 W).
- Urządzenie ma moc 1 W, jeżeli w czasie 1 s wykona pracę 1 J, zatem $1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$.
- **Moc chwilową** oblicza się ze wzoru: $P = F \cdot v$, gdzie F – siła działająca na ciało, v – prędkość ciała.

Rozwiąż zadania


- 1 Człowiek, używając kołowrotu, wyciąga ze studni wiadro z wodą o łącznej masie 10 kg w czasie 30 s. Pompa zainstalowana w studni wypompowuje na powierzchnię 10 litrów wody w czasie 10 s. Czy większą moc ma pompa czy człowiek? Określ ile razy.
- 2 Oblicz moc silnika wiertarki, która pracę 9 kJ wykonała w ciągu 10 s.
- 3 Koń, ciągnąc wóz z siłą 500 N, pokonał drogę 5 km w czasie 2 h. Oblicz moc, z jaką koń ciągnął wóz.
- 4 Na wykresie obok przedstawiono zależność siły napędzającej skuter od przebytej przez niego drogi. Oblicz jego moc, wiedząc, że przejechał on 4 km w 6 min.
- 5 Z jaką maksymalną prędkością porusza się przez krótką chwilę rowerzysta, jeżeli dysponuje mocą maksymalną 420 W i przy prędkości, z którą się porusza, musi pokonać siłę oporu 35 N?
- 6 Oblicz, z jaką mocą pracuje silnik pojazdu, który porusza się ze stałą prędkością $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, jeżeli opory ruchu wynoszą 400 N.
- 7 Na motorówkę płynącą po jeziorze ze stałą prędkością działają siła napędowa oraz równoważące ją siły oporu wody (przy niewielkich prędkościach można pominąć siłę oporu powietrza). Siła oporu wody jest proporcjonalna do prędkości, tzn. przy dwukrotnie większej prędkości wzrasta dwukrotnie. Żeby motorówka płynęła ze stałą prędkością $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, silnik musi dostarczać moc 3 kW. Jaką moc musi dostarczać silnik, aby motorówka mogła pokonać siłę oporu wody i płynąć ze stałą prędkością $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

