



5. Koń mechaniczny

Marek Szewczyk

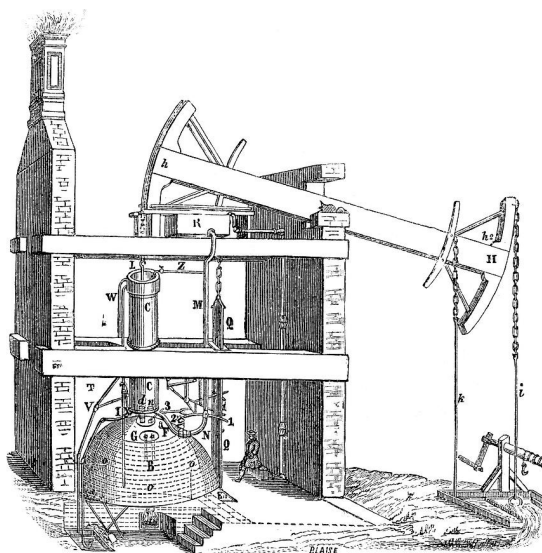
5.1 Wstęp

Czy kiedykolwiek spotkałeś się z terminem koń mechaniczny? Jeśli tak, to na pewno zastanawiałeś się co dokładnie on oznacza, jak powstał i skąd pochodzi? Na te oraz inne pytania znajdziesz odpowiedzi w tym rozdziale.

5.2 Geneza konia mechanicznego

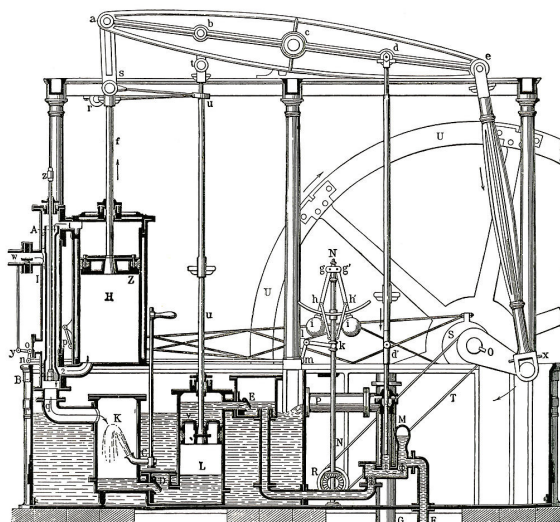
Wszystko zaczęło się w dobie rewolucji przemysłowej, kiedy to angielski wynalazca Thomas Newcomen zbudował pierwszy, atmosferyczny silnik parowy, którego konstrukcja została przedstawiona na rysunku 5.1. Maszyna parowa Thomasa Newcomena, pomimo wielu wad ograniczających wydajność i trwałość, ze względu na swoją pionierską konstrukcję znalazła szerokie zastosowanie w kopalniach całej Europy jako narzędzie skutecznie ułatwiające i przyspieszające proces wydobywczy węgla.

Pierwszym, który postanowił poprawić konstrukcję istniejącego silnika parowego, czyli silnika konstrukcji Thomasa Newcomena, był szkocki inżynier i wynalazca James Watt. Twierdził on, że maszyna Newcomena, ze względu na błędną konstrukcję, ma więcej wad niż zalet i to ona jest odpowiedzialna za zbyt dużą energochłonność.



Rysunek 5.1: Maszyna parowa konstrukcji Thomasa Newcomena

Gdy James Watt skonstruował na nowo silnik parowy przedstawiony na rysunku 5.2, okazało się, że wprowadzone przez niego ulepszenia techniczne sprawiły, że jego silnik generował taką samą moc jak silnik Newcomena, zużywając przy tym tylko jedną czwartą paliwa.

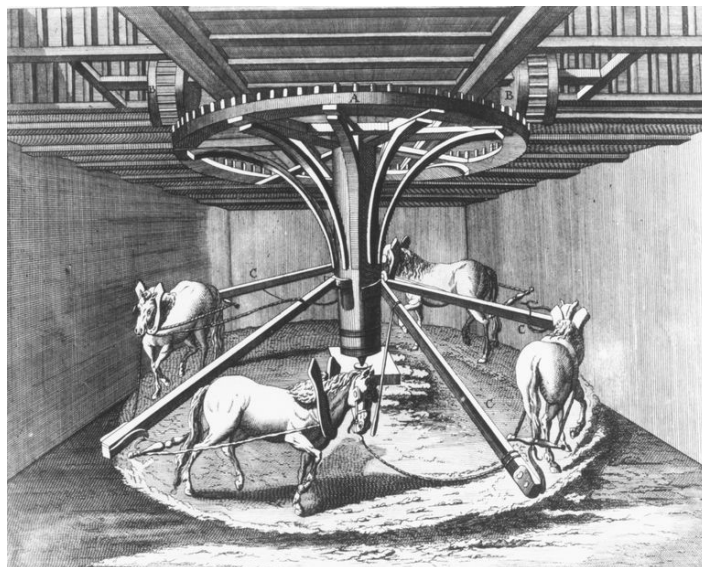


Rysunek 5.2: Maszyna parowa konstrukcji Jamesa Watta

Zanim jednak Watt przedstawił swój projekt nowoczesnego silnika parowego, świat przyzwyczaiał się już do silnika Newcomena, który był pierwszą tego typu maszyną wykorzystującą do pracy parę. To sprawiło, że aby jego konstrukcja odniosła sukces, musiał przekonać dotychczasowych użytkowników oraz przyszłych nabywców silnika parowego do wyższości konstrukcji jego silnika w stosunku do silnika Newcomena.

O ile przekonanie ludzi, dotychczas stosujących silniki parowe, nie było aż tak trudne - wystarczyło przedstawić korzyści idące ze zamiany dotychczasowego silnika na silnik jego konstrukcji, który rozwiązał wiele problemów technicznych i mógł do tego celu używać „żargonu silnikowego” lub po prostu powiedzieć: „Mój silnik robi to samo co silnik Newcomena i zużywa przy tym 75% mniej paliwa” - o tyle zachęcenie ludzi niestosujących dotychczas maszyny parowej nie było już tak proste.

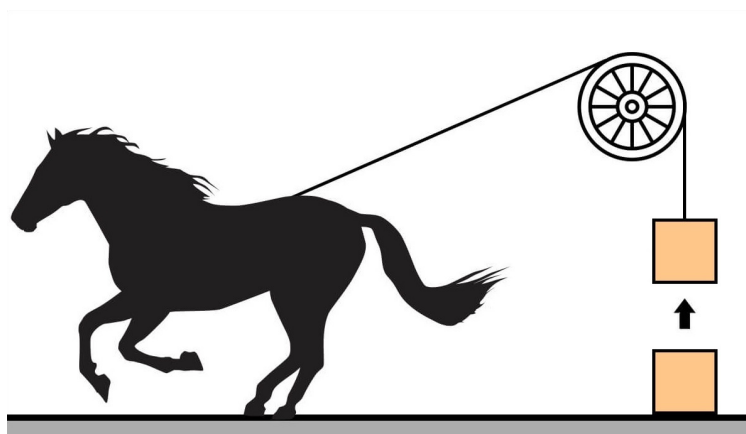
Chcąc jednak osiągnąć sukces marketingowy, Watt nie poprzestał na promocji swojego wynalazku jedynie wśród dotychczasowych konsumentów silnika parowego. Postanowił natomiast pozyskać nowych klientów wśród osób, które dotychczas nie miały styczności z maszynami parowymi, a których zastosowanie przyniosłoby olbrzymie zyski dla nowych nabywców.



Rysunek 5.3: Maszyna napędzana końmi pociągowymi

Rzecz w tym, że ludzie niestosujący wówczas silników parowych, chcąc wykonać pewną pracę, nadal najczęściej używali do tego celu koni pociągowych (rys. 5.3). W związku z tym, żadne argumenty związane z ulepszeniami technicznymi czy też oszczędnością paliwa nie były w stanie ich przekonać. Watt wymyślił więc sposób, w którym za pomocą liczb, ludzie nawet niestosujący dotychczas maszyn parowych, mogliby zrozumieć zalety jego silnika. Tym samym przedstawił im, w jaki sposób jego maszyna jest bardziej wydajna niż stosowane przez nich konie pociągowe, na których polegali, zarabiając na życie.

Aby to osiągnąć, musiał za pomocą jednej jednostki porównać wydajność dwóch różnych podmiotów, czyli skonstruowanego przez siebie silnika parowego oraz prostego mechanizmu do napędu, w przypadku którego stosowano konie pociągowe. By porównać silnik parowy i konia pociągowego, przystąpił do obliczeń wydajności typowego konia pociągowego. Rozpoczął od obserwacji przeciętnego konia pod kątem wielkości wykonanej pracy w określonym czasie i na tej podstawie wyznaczył jednostkę mocy - nazwał ją **koń mechaniczny**. Wartość jednostki konia mechanicznego była wyznaczona w sposób zbliżony i określała jedynie to, jaką masę i na jaką wysokość przeciętny koń pociągowy może podnieść w przeciągu określonego czasu (rys. 5.4).



Rysunek 5.4: Sposób pomiaru mocy konia pociągowego

W związku z tym, moc wyrażona w koniach mechanicznych nie była absolutna, ale nie miało to znaczenia zarówno dla Watta, jak również dla potencjalnych nabywców. Dla właściciela konia pociągowego liczyło się tylko to, że maszyna parowa o mocy jednego konia mechanicznego wykona tę samą pracę, co jego koń pociągowy. A biorąc pod uwagę

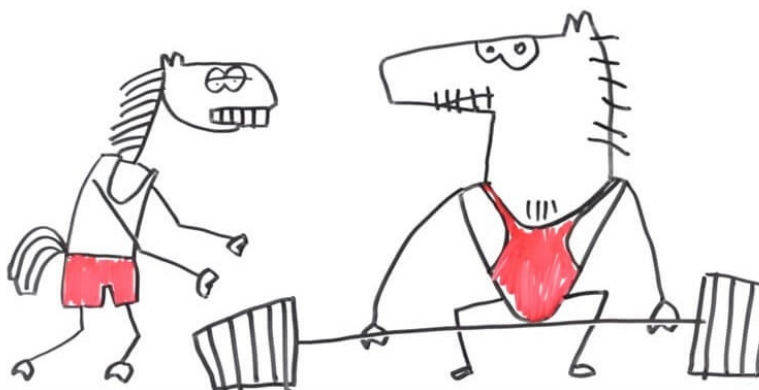
fakt, że maszyna parowa mogła pracować bez przerw w porównaniu z przeciętnym koniem pociągowym pracującym około 8 godzin dziennie, silnik mógł wykonać 3 razy więcej pracy niż pojedynczy koń pociągowy. Innymi słowy, jeden silnik parowy mógł zastąpić trzy konie pracujące na zmianę po 8 godzin dziennie.

Stworzona jednostka - koń mechaniczny - oraz porównanie maszyny parowej do konia pociągowego, sprawiło cuda i dzięki temu silnik Watta stał się jednym z najbardziej cenionych narzędzi rewolucji przemysłowej. Natomiast pojęcie koń mechaniczny stało się tak popularne, że jest stosowane do dziś jako jednostka uzupełniająca, opisująca moc silników spalinowych turbin i innych maszyn.

5.3 Koń koniowi nierówny

Powstała jednostka mocy, popularnie nazywana koniem mechanicznym, bardzo szybko rozpowszechniła się jako narzędzie opisujące moc silników parowych bądź silników spalinowych.

Jednakże, różnice w stosowanych jednostkach masy i długości, w różnych częściach świata, jak również różnice w zastosowanych technikach pomiaru mocy spowodowały, że koń koniowi nie był równy.



Rysunek 5.5: Koń koniowi nierówny

Wielkości mocy, podawanej w koniach mechanicznych, nie można było traktować w sposób równy. Dlatego postanowiono rozwiązać ten problem, wprowadzając nową jednostkę mocy. Nazwano ją Wat, na cześć szkockiego inżyniera i wynalazcy Jamesa Watta.

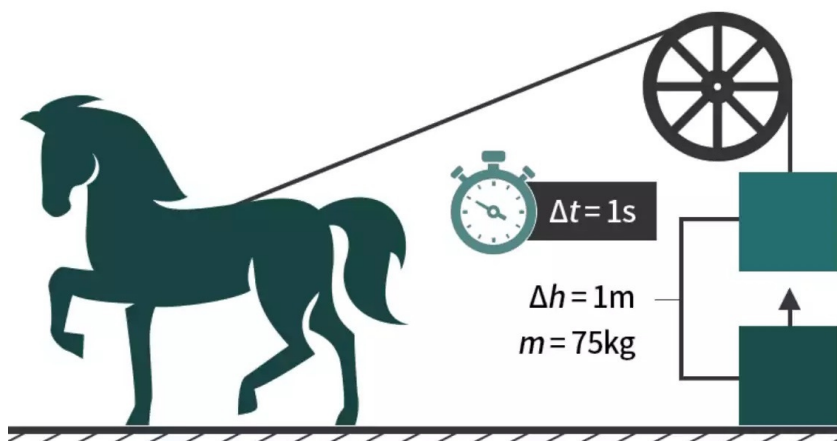
Definicja 5.1 — Wat (W). Jest to podstawowa jednostka mocy w układzie SI odpowiadająca pracy równej jednemu dżulowi (J) i wykonanej w ciągu jednej sekundy (s).

Jednostka ta została przyjęta przez Międzynarodowy Układ Jednostek i Miar i od tej pory Wat stał się podstawową jednostką opisującą moc. Pomimo zastąpienia koni mechanicznych przez nową jednostkę mocy, jest ona ciągle stosowana zarówno przez producentów, jak i właścicieli samochodów. I wydaje się, że konie mechaniczne będą nam towarzyszyć jeszcze przez długi czas pod maskami naszych samochodów, gdyż termin ten, najzwyczajniej w świecie, lepiej przemawia do wyobraźni aniżeli kilowaty.

5.4 Jak obliczyć moc?

Chcąc obliczyć moc maszyny czy też człowieka, zgodnie z definicją 5.1, należy na początku obliczyć ilość pracy, jaka została wykonana, a następnie przeliczyć jej wielkość pod kątem czasu potrzebnego do jej wykonania.

Sposób obliczania mocy zostanie przedstawiony na przykładzie pracy wykonanej przez przeciętnego konia pociągowego. Stosując się do metodyki pomiaru, jaką zastosował James Watt, widzimy, że przeciętny koń pociągowy, w ramach wykonywanej pracy, w każdej sekundzie podnosi obciążenie o masie 75 kg na wysokość 1 metra, co zostało przedstawione na rysunku 5.6.



Rysunek 5.6: Praca wykonana przez konia

Obliczając moc stosujemy przedstawiony poniżej wzór:

$$P = \frac{F \cdot \Delta h}{\Delta t}$$

gdzie:

- P jest to obliczona moc,
- F jest to siła potrzebna do podniesienia obciążenia, i jest równa iloczynowi masy obciążenia i przyspieszenia ziemskiego $F = m \cdot g$,
- Δh jest to wysokość na jaką zostało podniesione obciążenie,
- Δt jest to czas w jakim obciążenie zostało podniesione na zadaną wysokość.

Podstawiając dane z rysunku 5.6 do powyższego wzoru otrzymujemy:

$$P = \frac{(75[kg] \cdot 9,80665[\frac{m}{s^2}]) \cdot 1[m]}{1[s]} \approx 735,5[W]$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że przeciętny koń pociągowy, pracując w sposób ciągły, generuje moc około 735,5 Watta. Przedstawiona wartość mocy jest uznawana za moc równą jednemu koniowi mechanicznemu.

5.5 Ile koni mechanicznych ma człowiek?

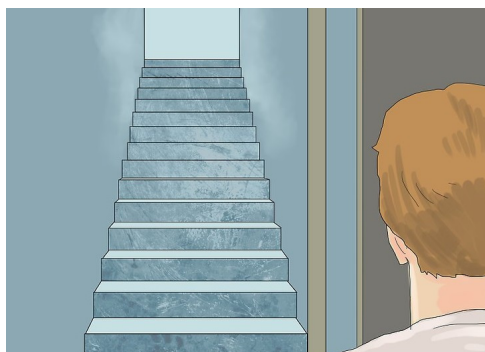
Człowiek może zmierzyć swoją moc w różny sposób. Poniżej zostanie przedstawiony jeden z nich. Zaletą tej metody jest to, że jest bardzo prosta, a narzędzia do przeprowadzenia pomiarów każdy znajdzie w swoim domu.



Rysunek 5.7: Waga człowieka zmierzona przy pomocy wagi

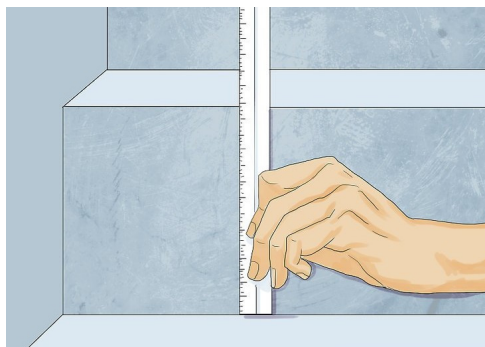
Na początku należy się zważyć, by poznać swoją dokładną wagę. Można do tego celu użyć zwykłej wagi łazienkowej, tak jak zostało to przedstawione na rysunku 5.7.

Kolejnym krokiem jest znalezienie odpowiednich schodów. Ważne jest, by przeprowadzenie pomiaru na tych schodach było bezpieczne, dlatego należy zwrócić uwagę na to, żeby nie znajdowały się na nich żadne przeszkody. Dodatkowo należy wybrać schody, które są rzadko uczęszczane przez ludzi, z tego względu, że przeprowadzenie pomiaru będzie wymagało wbiegnięcia po schodach na sam szczyt, mierząc jednocześnie czas przy pomocy stopera.



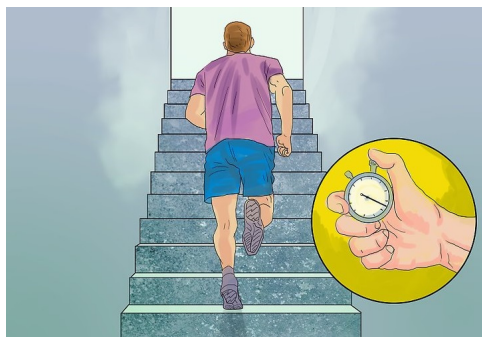
Rysunek 5.8: Schody wybrane do pomiaru mocy

Następnie należy zmierzyć dokładną wysokość schodów, które zostały użyte na potrzeby przeprowadzenia pomiaru mocy. W tym celu najprościej jest zmierzyć wysokość jednego ze stopni, tak jak zostało to przedstawione na rysunku 5.9, a następnie pomnożyć jego wysokość przez ilość wszystkich stopni schodów.



Rysunek 5.9: Sposób mierzenia wysokości schodów

Jeśli wysokość schodów została zmierzona, należy teraz dokładnie zmierzyć czas, jaki jest potrzebny, aby wbiec po nich na sam szczyt. Żeby pomiar był dokładny warto użyć to tego celu stopera. Pomiar czasu należy rozpocząć w momencie, kiedy jedna ze stóp wylądzuje na stopniu, a zakończyć w momencie, kiedy obydwie stopy znajdują się na najwyższym stopniu.



Rysunek 5.10: Pomiar czasu

Ostatnim krokiem obliczenia mocy będzie podstawienie zmierzonych wartości do ogólnego wzoru na moc.

$$P = \frac{F \cdot \Delta h}{\Delta t}$$

Na potrzebę przedstawienia sposobu obliczenia przyjęto poniższe wartości:

Waga	Wysokość stopnia	Ilość stopni	Czas
100 kg	15 mm = 0,15 m	20	5 s

$$P = \frac{(100[kg] \cdot 9,80665[\frac{m}{s^2}]) \cdot (0,15[m] \cdot 20)}{5[s]} \approx 588,4[W]$$

Z powyższych obliczeń wynika, że mężczyzna posiada moc równą 588,4 Watów. Teraz, żeby poznać dokładną wartość w koniach mechanicznych, trzeba obliczyć, jaką część konia mechanicznego stanowi jeden wat.

$$1[KM] = 735,5[W]$$

Więc:

$$1[W] = \frac{1}{735,5} \approx 0,00136[KM]$$

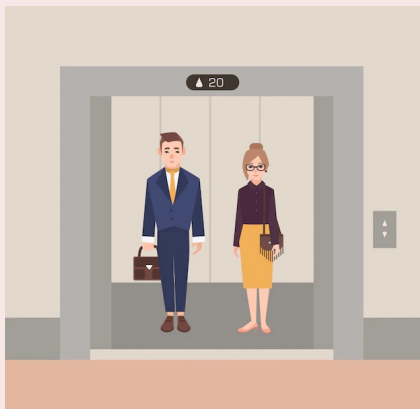
Wiedząc, że 1 Wat jest równy około 0,00136 konia mechanicznego, można obliczyć siłę mężczyzny w koniach mechanicznych. W tym celu wystarczy pomnożyć moc wyrażoną w watach przez liczbę 0,00136.

$$588,4[W] \cdot 0,00136 \approx 0,8[KM]$$

Z powyższego równania wynika, że mężczyzna dysponuje mocą 0,8 konia mechanicznego. Na koniec spróbuj rozwiązać poniższe zadania, korzystając z wiedzy, którą nabyłeś po zapoznaniu się z niniejszym rozdziałem.

Ćwiczenie 5.1 Oblicz swoją moc wyrażoną w koniach mechanicznych. Możesz skorzystać z opisanej wyżej metody pomiaru. ■

Ćwiczenie 5.2 Winda - ważąca 400 kilogramów - podnosi dwójkę pasażerów na wysokość 35 metrów w czasie 40 sekund. Oblicz moc windy, wiedząc, że kobieta waży 50 kilogramów, a mężczyzna 75 kilogramów.



Rysunek 5.11: Pasażerowie jadący windą

Dane:

masa windy - 400[kg]

masa kobiety - 50 [kg]

masa mężczyzny - 75[kg]

droga - 35[m]

czas - 40[s]

Szukane:

moc = ?

