

Woda – napęd doskonały?

19 października 2012

Pragnienie wykorzystania sił natury dla swoich potrzeb towarzyszy człowiekowi od zarania dziejów. Trzeba przyznać, że często się to udawało i udaje. Nie inaczej było w czasach starożytnych.

Z tego też względu wiele opisów używanych współcześnie urządzeń rozpoczynamy od słów: Już starożytni wiedzieli, że... A wiedzieli istotnie bardzo dużo, co nie oznacza wcale, iż teoria zawsze miała zastosowanie w powszechnej praktyce. Mówiąc precyzyjniej, potrafiono budować skomplikowane i pomysłowe mechanizmy, nawet bawiono się nimi, ale nie umiano lub raczej nie chciano stosować ich np. w rozbudowanym, masowym procesie produkcyjnym. Wynikało to z ograniczonych potrzeb niezbyt licznych społeczeństw i wystarczającej liczby niewolniczych rąk do pracy. W konsekwencji wynalazki starożytności trzeba było odkrywać ponownie po setkach, a nawet po tysiącach lat, gdyż nie weszły one do tzw. powszechnego obiegu. Innym skutkiem takiego stanu rzeczy są rozmaite teorie o rzekomym udziale przedstawicieli obcych, pochodzących z kosmosu cywilizacji w projektowaniu albo wykonywaniu skomplikowanych artefaktów i we wznoszeniu zdumiewających swym kształtem budowli. Niektórzy ciągle nie mogą po prostu uwierzyć w intelektualne i techniczne możliwości naszych przodków.

Współczesnym ludziom małej wiary niechaj da nieco do myślenia poniższy przegląd zaledwie kilku drobnych wynalazków starożytnych Greków, którzy z upodobaniem i z powodzeniem zaprzęgali do pracy w swoich machinach wodę. Inspiracją był dla nich dawny Egipt, ale potrafili wlać nowego ducha w stare formy i wiele też dodać od siebie. Chociaż byli to osobnicy zwykle bardzo praktyczni, to zdarzało się, że cały ich twórczy wysiłek dosłownie – jak para – szedł w gwizdek.

Grecka pomysłowość ujawniała się już w momencie pozyskiwania wody do celów domowych i gospodarczych. Najprostszym sposobem jej czerpania i podnoszenia na wyższy poziom było oczywiście zwyczajne drewniane koło z czerpakami na obwodzie. Dolną jego część zanurzano w rzece lub zbiorniku, a następnie siłą ludzkich mięśni wprowadzono w ruch obrotowy. Czerpaki nabierały wodę, podnosiły ją na wysokość średnicy koła i wlewały do przygotowanej rynny albo koryta.

W owych czasach potrafiąco oczywiście wyeliminować wysiłek człowieka, stosując koło specjalnej konstrukcji. Jego szprychom nadawano mianowicie kształt wiosł lub łopatek, które były popychane przez prąd rzeki, obracając tym samym cały krąg z czerpakami. Tego typu koła wodne stosowano zwłaszcza do stałego nawadniania pól, co wydaje się naturalne, ale trudno zrozumieć, że nie używano ich wówczas do napędzania rozmaitych urządzeń mechanicznych w warsztatach i młynach. Zapewne miały na to wpływ czynniki wspomniane na wstępie, a więc m.in. preferowanie taniej ręcznej pracy rzemieślników i niewolników. Wynalazek zyskał jednak uznanie i znalazł zastosowanie u Rzymian, którzy musieli przecież wyżywić i zaopatrzyć całe swoje imperium, a zwłaszcza darmozjadów w stolicy.

Oryginalnym pomysłem na szybkie przetaczanie wody była znana nam doskonale chociażby z maszyny do mięsa ślimacznica, czyli śruba Archimedesowa (III w. p.n.e.). W starożytnej Grecji budowano ją z drewna. Składała się z długiej rury, wykonanej z uszczelnionych smołą listew, wewnątrz której umieszczano śrubę w kształcie spirali, szczelnie przylegającą do wewnętrznej ścianki rury. Stabilność całości zapewniały odpowiednie podpory. Śrubę wprowadzano w ruch obrotowy za pomocą umieszczonej na jej górnym końcu korby, obsługiwanej przez robotników. Zakończony nasadką (ssawką) z niewielkim otworem dolny koniec ślimacznicy zanurzano w wodzie pod dokładnie obliczonym kątem (36 stopni i 52 minuty) i poprzez energiczne obroty korbą powodowano wypływ czerpanego i podnoszonego

łopatą śruby płynu przez górny otwór. Było to urządzenie przenośne, łatwe do zainstalowania i proste w eksploatacji, a więc stosowano je chętnie np. na statkach i w kopalniach do wypompowywania nadmiaru wody. Obecnie przenośnikami śrubowymi przemieszczane są materiały sypkie.

Najbardziej rozbudowaną konstrukcją charakteryzowało się koło z bocznym wylewem, zwane tympanum. Miało ono formę zabudowanego bębna o znacznej średnicy, podzielonego na komory z otworami umieszczonymi na obwodzie. Przez te otwory woda dostawała się do wnętrza komór podczas obrotu koła, skąd spływała do mniejszego bębna o pojemności odpowiadającej jednej komorze, umieszczonego z boku koła głównego, na osi jego obrotu. Z sukcesywnie napełnianego małego bębna woda odprowadzana była na zewnątrz. Całą maszynę wprawiał w ruch człowiek, dla którego przygotowano z drugiej strony koła głównego rodzaj drabiniastego kieratu pionowego (widujemy takie drabiniaste koła w klatkach dla lubiących szybko biegać zwierzątek). Ów nieszczęśnik, umieszczony na wewnętrznym obwodzie kieratu, wstępując na kolejne szczeble kolistej drabiny powodował swoim ciężarem obrót koła i zaczerpnięcie kolejnej porcji wody. Urządzenie to było bardzo wydajne, ale podnosiło wodę tylko na wysokość promienia koła głównego.

Gdy napełnione zostały już wszystkie zbiorniki i cysterny, przyszedła pora na eksperymenty. Oto na przykład gdzieś tak około 60 roku n.e. (a może było to w II w. p.n.e.?) przyszedł do głowy Heronowi z Aleksandrii, greckiemu matematykowi i mechanikowi, pomysł na zbudowanie... maszyny parowej, zwanej niekiedy banią Herona.

Genialna w swej prostocie instalacja składała się ze stojaka, przykrytego pokrywą kotła, umocowanego na nim kulistego pojemnika obrotowego (kuli), zestawu rurek oraz wspornika. Wypełniony wodą kocioł ustawiano na stojaku nad paleniskiem. Powstająca para trafiała do kuli poprzez zainstalowaną w pokrywie kotła rurkę, która na pewnej wysokości nad kotłem zgięta była pod kątem prostym i wnikała do wnętrza kuli,

tworząc jednocześnie przedłużenie jej poziomej osi obrotu. Po drugiej stronie, na tej samej wysokości, kulę stabilizowało zakończone bolcem i dopełniające oś obrotu ramię podobnie jak rurka wygiętego wspornika, umocowanego na pokrywie kotła. W samej kuli z kolei, w przeciwległych punktach obwodu, na płaszczyźnie prostopadłej do jej poziomej osi obrotu, umieszczono natomiast parowe dysze wydechowe z końcówkami wygiętymi pod kątem prostym w przeciwnych kierunkach. Para wypełniająca kulę wydostawała się z impetem przeciwbieżnie skierowanymi dyszami na zewnątrz, powodując – zgodnie z prawami fizyki – jej obrót wokół wspomnianej osi poziomej. Szybkość obrotów tej turbiny parowej małej mocy zależała od ciśnienia pary w kuli.

I tym razem – podobnie jak miało to miejsce w przypadku koła wodnego – zatrzymano się niejako w pół drogi, gdyż maszyna Herona nie znalazła praktycznego zastosowania w codziennym życiu, pozostając prawdopodobnie jedynie pomocą naukową w teoretycznych rozważaniach lub uruchamianą dla rozrywki zabawką. A przecież wystarczyło dodać jakiś wał napędowy, przekładnię, koło zamachowe, pas transmisyjny... No cóż, na przemysłową maszynę parową trzeba było jeszcze „trochę” poczekać.

Heron skonstruował także automatycznie otwierane drzwi. W tym przypadku działał na zamówienie kapłanów, pragnących wzbudzić podziw i lęk u nawiedzających świątynię wiernych. Wrota przybytku miały się mianowicie samoczynnie otwierać po zapaleniu ognia ofiarnego. Ukryty przed wzrokiem „maluczkich” mechanizm działał następująco: Ogrzane ogniem powietrze zwiększało swoją objętość i wypierało wodę z dużego zbiornika, połączonego rurką z mniejszym pojemnikiem, który zawieszony był na przeciągniętych przez rolki linach, oplatających drugimi końcami słupowe zawiasy obu skrzydeł drzwi. Woda stopniowo wypełniała ów wiszący pojemnik, zwiększając jego ciężar. Opadające naczynie poprzez wspomniane liny powodowało obrót słupów i otwarcie wrót. Ale było dziwowisko!

No i oczywiście wspomnieć jeszcze wypada o powszechnie znanej fontannie Herona. Składały się na nią trzy ustawione w pionie zbiorniki połączone rurkami. Z dużego, otwartego zbiornika górnego woda spływała do zbiornika dolnego, wypierając stamtąd powietrze do zbiornika środkowego, który wypełniała woda. Ciśnienie powietrza powodowało, że woda ta była z kolei wtłaczana do rurki z ujściem nad zbiornikiem górnym, tworząc tam fontannę.

O wiele bardziej pożyteczny okazał się niewątpliwie aparat gaśniczy, wynaleziony w III wieku p.n.e. przez Ktesibiosa, matematyka i konstruktora z Aleksandrii, o którym jeszcze usłyszymy. Sercem urządzenia były dwa metalowe cylindry z zaworami dennymi i z tłokami, czyli po prostu pompa ssąco-tłocząca. Działające na przemian tłoki zasysały wodę przez wspomniane zawory dolne, a następnie, poprzez system zaworów bocznych i górnych, podawały ją do sikawki – wówczas sztywnej rury. Giętkie węże sikawkowe powstały bowiem dopiero pod koniec I wieku n.e. Stało się to w Rzymie za sprawą Apollodorosa z Damaszku, budowniczego cesarza Trajana, który wykorzystał odpowiednio spreparowane jelita wołów.

Nieco radości czerpali zapewne starożytni Grecy z napędzanych wodą instrumentów sygnałowych i muzycznych. Sam wielki Platon, zapewne w chwili dobrego humoru, skonstruował ok. 400 r. p.n.e. piszczałkę wodną, która wydawała przeciągły świst po upływie określonego czasu. Z tego też względu urządzenie to nazywa się zwykle „budzikiem wodnym”. Zasada jego działania była dość prosta, ale budowa bardzo pomysłowa. Otóż w zamkniętej skrzynce pomieszczono dwa zbiorniki, górny i dolny, połączone zaworem, który zamykał pływak umieszczony w zbiorniku górnym. Na skrzynce stała zaopatrzona w pokrywę i sitko (zatrzymywało zanieczyszczenia mogące zahamować przepływ cieczy) pojemna klepsydra, czyli najprostszy zegar. Po jej napełnieniu, woda spływała powoli przez otwór do górnego zbiornika, aż uzyskała poziom, przy którym pływak podnosił się, otwierając zawór w jego dnie. W tym momencie woda

gwałtownie wpływała do zbiornika dolnego, powodując sprężenie znajdującego się tam powietrza, które przez rurkę ukrytą w przymocowanej z oboku skrzynki figurce grajka wdmuchiwane było do piszczałki, umieszczonej w ustach owej figurki. O sile i długości wydobywanego dźwięku decydowała pojemność zbiorników, a czas uruchomienia budzika regulowano przy pomocy klepsydry.

Sprężone powietrze i wodę z powodzeniem wykorzystał znany nam już Ktesibios w swoich organach wodnych. Instrument ów składał się z naciskanej nogą dźwigni, która poruszała tłok w metalowym cylindrze, zaopatrzonym w zawór ssący i zawór naciskowy. Zassane powietrze ulegało w cylindrze sprężeniu, a następnie poprzez zawór naciskowy i rurkę przedostawało się do metalowego dzwonu, umieszczonego w zbiorniku wypełnionym wodą. Po uzyskaniu odpowiedniego ciśnienia w dzwonie (woda w zbiorniku nie miała ujścia i wywierała coraz większy nacisk od dołu na wnętrze dzwonu), powietrze uchodziło do niewielkiego pojemnika z ręcznie sterowanym zaworem, na którym to pojemniku przymocowana była piszczałka o określonym tonie. Naciśnięcie odpowiedniego przycisku powodowało otwarcie zaworu w pojemniku i gwałtowne wtargnięcie powietrza do piszczałki, co owocowało wydaniem przez nią pożądanego dźwięku. Tak więc nieustannie pracując nogami i rękoma, można było grać na wodnych organach w sposób ciągły. Były one ponadto bardzo głośne.

Wspomnieliśmy wyżej o znanej już w starożytnym Egipcie (ok. 1500 lat p.n.e.) klepsydrze wodnej, służącej do odmierzania określonych odcinków czasu. Warto zgłębić nieco ten temat. Otóż greckie klepsydry przybierały – w zależności od przeznaczenia i czasu pracy – najrozmaitsze kształty, zwykle zresztą odmienne od znanej nam klasycznej formy klepsydry piaskowej. Często stosowano na przykład naczynie przypominające pękatą butelkę z bardzo długą i wąską szyjką. W dnie butelki znajdował się otwór, przez który, po zanurzeniu w zbiorniku, wlewano wodę, co było możliwe przy otwartej szyjce. Wyjętą ze zbiornika klepsydrę ustawiano tak, aby spowodować równomierne wyciekanie wody przez dolny otwór. Wyciek

wstrzymywano zatykając szyjkę. Całkowite opróżnienie butelki sygnalizowało, że upłynął właśnie czas przeznaczony na wykonanie danej czynności.

Prymitywna klepsydra nie zaspokajała oczywiście ambicji wynalazców i konstruktorów. Zaczęły zatem powstawać bardziej skomplikowane i wymyślne czasomierze. I w tej materii po raz kolejny zabłysnął swoim talentem niezastąpiony Ktesibios, budując zegar wodny, który wskazywał – zgodnie z ówczesną miarą czasu – dokładną godzinę dzienną w danej porze roku, a nawet w określonym dniu każdego miesiąca.

Zasada działania tego chronometru była następująca: Do niewielkiego pojemnika z pływakiem doprowadzano rurką wodę. Ciecz spływała powoli cienkim przewodem z owego pojemnika do dużego zbiornika poniżej, ale odpływ wody był mniejszy niż jej dopływ, skutkiem czego po pewnym czasie mały pojemnik wypełniał się, a pływak zamykał chwilowo wylot rurki dopływowej (rurka posiadała też zawór ręczny, którego zamknięcie oznaczało wyłączenie zegara). Po spłynięciu części wody, pływak automatycznie opadał i pozwalał uzupełnić zawartość pojemnika. Tymczasem woda gromadząca się w pojemnym zbiorniku dolnym podnosiła stopniowo umieszczony tam pływak wraz z prętem zakończonym figurką, dzierżącą we wzniesionej ręce wskazówkę, której koniec pokazywał aktualną godzinę na wykresie opasującym obrotowy walec. Ów walec mocowano obok głównego korpusu zegara. W swojej górnej części miał on umieszczone znaki zodiaku, wyznaczające pionowe pola, natomiast poziomo przebiegały linie podziałki godzinowej (12 godzin dziennych). Biegły one ukośnie względem siebie, gdyż godziny dnia letniego były wówczas dłuższe niż godziny dnia zimowego. Aby zegar wskazywał prawidłowo czas w danym okresie, należało ustawić walec na właściwy znak, tj. umieścić wybrane pole pionowe na wprost wskazówki. Niektóre zegary wyposażone były ponadto w godzinowe sygnalizatory dźwiękowe i wizualne, sterowane skomplikowanymi zestawami kół zębatych.

Z czasem Ktesibios udoskonalił mechanizm swojego zegara,

wprowadzając jeszcze dwa dodatkowe zbiorniczki na wodę, stabilizujące walec, ale dopiero Witruwiusz, rzymski architekt i inżynier z I wieku p.n.e., zastąpił pręt z figurką listwą zębatą oraz wprowadził podzieloną na dwanaście części tarczę zegarową. Zęby poruszającej się w pionie listwy nadawały ruch obrotowy kołu zębatemu z przytwierdzoną do niego wskazówką, która pokazywała czas na okrągłej tarczy. Całość uzyskała obudowę szafkową. Był to już zatem zegar o bardzo współczesnym wyglądzie.

W kręgu wody, ognia i powietrza realizowano – jak widzimy – nawet najbardziej fantastyczne pomysły, które miały bawić, przestraszać, a niekiedy uczyć i pomagać w codziennym życiu. Chociaż wiedza i będące do dyspozycji środki były bardzo ograniczone, to przecież i dzisiaj bez trudu znajdujemy wspólny język z dawnymi konstruktorami, dostrzegając na każdym kroku pokłosie ich wynalazczej myśli. A przecież przedstawiliśmy powyżej jedynie pobieżny i wybiórczy przegląd greckich osiągnięć, nie wspominając np. o znanych w starożytności odpowiednikach stosowanych obecnie szybkościomierzy, dozowników i automatów wydających po wrzuceniu monety określony produkt.

Wynalazki sprzed wieków cechowała logika działania i prostota budowy, a ich twórcy cenili sobie umiar, mieli respekt dla sił natury oraz posiadali wyczucie czasu i miejsca. Może to właśnie decydowało, że potrafili zatrzymać się w odpowiednim momencie? W dobie dzisiejszej, w obliczu manipulacji genetycznych, nieokiełznanej konsumpcji energii, rozwoju coraz trudniejszych do ogarnięcia systemów elektronicznych, eksploatacji pierwotnych pokładów kopalin, w świecie całej tej urbanizacji, mechanizacji, industrializacji, globalizacji i integracji, warto chyba zastanowić się choć przez chwilę, czy ktoś będzie jeszcze miał odwagę zakrzyknąć: Stop, ani kroku dalej!

Autor: Marek Żukow-Karczewski

Źródło: Ekologia.pl