

(Część II)

W pierwszej części cyklu „Na granicy zabawy i techniki” omówiliśmy sposób wykonania modelu pojazdu jednokołowego. Ten, kto wykonał model pojazdu mógł przeprowadzić kilka interesujących doświadczeń, a poza tym z pewnością przygotował ciekawą zabawkę. Rozwiązanie modelu, zaprezentowane w pierwszej części, nie jest oczywiście jedyne. Można, np. zbudować model pojazdu jednokołowego z kołem zamachowym. Należy też przypuszczać istnienie innych możliwych rozwiązań i dobrze się stało, jeśli ktoś z Czytelników rozważał odmienne konstrukcje, niż proponowana. Tak w ogóle to najciekawsze tkwi w realizacji własnych pomysłów. A że o niebanalne pomysły niełatwo, to już zupełnie inna sprawa. W każdym razie pomysł jest coś wart dopiero wówczas, jeżeli sam w sobie nie jest sprzeczny z prawami fizyki, a w szczególności zasadą zachowania energii.

W kolejnych odcinkach zajmiemy się uzyskiwaniem ruchu, korzystając pośrednio z energii zgromadzonej w polu grawitacyjnym. Ponieważ jednak sugerujemy Czytelnikom realizację ich własnych pomysłów, mamy w tym miejscu obowiązek przypomnieć im o fakcie zachowawczości sił grawitacyjnych. Jak wykazuje historia maszyn, właśnie na gruncie wykorzystania sił grawitacyjnych (sił pochodzących od grawitacji), wielu niedoszłych twórców usiłowało konstruować „wieczne motory”, znane powszechniej jako perpetuum mobile. Żeby się ustrzec powtarzania błędów warto pamiętać o tym, że praca na przemieszczenie ciała (masy) w polu grawitacyjnym, po dowolnym torze zamkniętym, jest równa zero (rys. 1).

Sensowne jest zatem konstruowanie modeli, które w jakiś sposób wykorzystują zamianę energii potencjalnej grawitacyjnej w energię ruchu, bądź odwrotnie. W najlepszym razie sprawność takiego przetwarzania energii może wynosić 100%, a praktycznie jest znacznie mniejsza od 100%. Idąc tym kierunkiem skonstruowano wiele maszyn praktycznie użytecznych, np.: koło wodne, zegary „wagowe”, turbiny wodne, maszyny parowe typu Newcomena itd. Zwykle też maszyny wykorzystujące przemianę energii potencjalnej pola w energię kinetyczną mają własne nazwy, nie sugerujące związku z polem grawitacyjnym, np. turbina wodna, kafar, wiatrak itp.

Doświadczenia

Wykorzystując pośrednio pole grawitacyjne najpierw wkładamy pracę w pole, a potem tę pracę odbieramy z pola.

Rozważmy następujące doświadczenie. Do szklanki z wodą wdmuchujemy przez cienką rurkę plastikową pęcherzyki powietrza. W momencie wejścia pęcherzyka w ciecz wzrasta energia potencjalna wody w szklance – podnosi się środek ciężkości wody (znikomą masę pęcherzyka możemy zaniedbać). Na pęcherzyk działa siła wyporu, równa ciężarowi wypartej cieczy, zgodnie z prawem Archimedesesa. Skutkiem siły wyporu jest ruch pęcherzyków gazu pionowo ku górze. W miarę wędrowki pęcherzyka do góry obniża się środek masy wody. Obniżanie środka masy może być nieoczywiste, ponieważ poziom wody w szklance nie zmienia się, pomimo wędrowki pęcherzyka. Na rys. 2 zilustrowano przemieszczanie się środka ciężkości wody w cylinderku, w którym zanurzono nieważki pęcherzyk gazu (masa pęcherzyka do pominięcia).

W normalnych warunkach pęcherzyki gazu w wodzie wędrują ruchem jednostajnym ku powierzchni, ze względu na opór wody, co staje się widoczne przy większych wysokościach naczynia. Graniczna prędkość wędrowki pęcherzyków w wodzie sięga około 2 metrów na sekundę. Oczywiście na małych głębokościach (w płytkich naczyniach) ruch pęcherzyków jest przyspieszony.

A teraz zmodyfikujmy nasze doświadczenie.

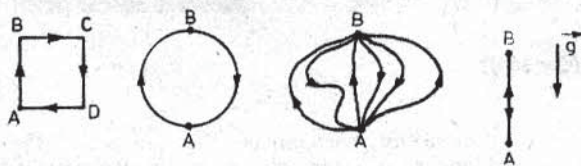
Do pustego pojemnika po dezodorancie (rys. 3) przymocujemy gumkami-recepturkami odpowiednio ukształtowany pasek cienkiej blachy tak, aby powstała odmianna równi pochyłej. W części nachylonej wyginamy pasek blachy w kształcie litery U tak, aby powstała rynienka, prowadząca pęcherzyki – rys. 4.

Pojemnik z naszą „równią” puszczaamy na wodę, np. w umywalce lub w miednicy. Po uspokojeniu wody, przez rurkę plastikową wdmuchujemy pod rynienkę pęcherzyki powietrza. Pęcherzyki powietrza „zsuwają” się po równi i pojemnik zaczyna płynąć w kierunku przeciwnym do ruchu pęcherzyków.

Doświadczenie od razu się udaje, ale żeby uzyskać wskazówki praktyczne odnośnie konstrukcji pędnika w kształcie równi, trzeba trochę poeksperymentować. Można tutaj zmieniać kąt nachylenia i długość równi oraz kształt rowka prowadzącego pęcherzyki.

Okazuje się, że nasz pędnik jest niezmiernie prosty i skuteczny w zastosowaniu. Tym niemniej należy zdawać sobie sprawę z faktu, iż uzyskiwana siła pchająca pojemnik jest bardzo mała. Nie-

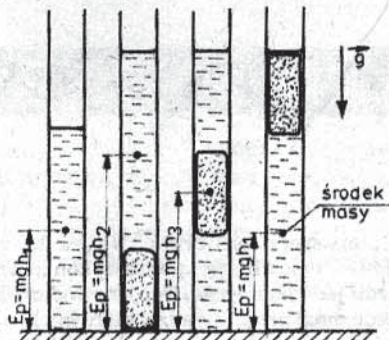
Pole grawitacyjne



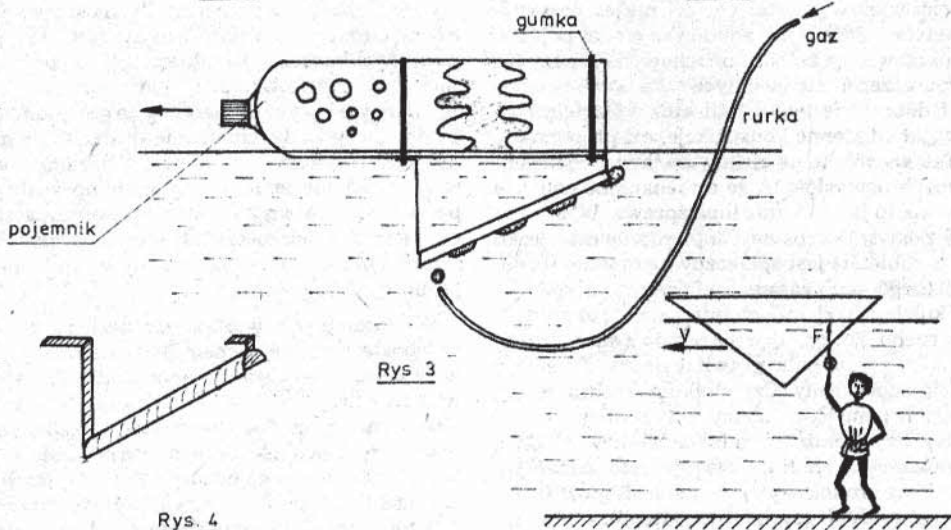
$$W_{AB} + W_{BA} = 0$$

Ziemia

Rys. 1

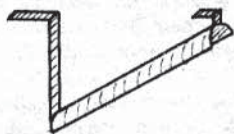


Rys. 2

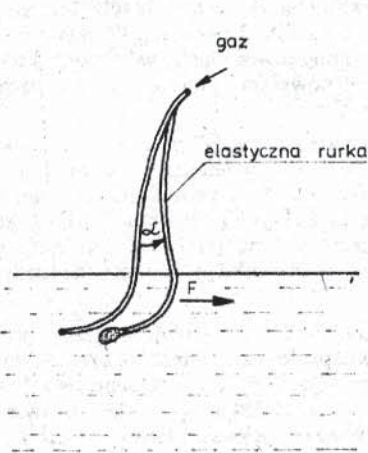


Rys. 3

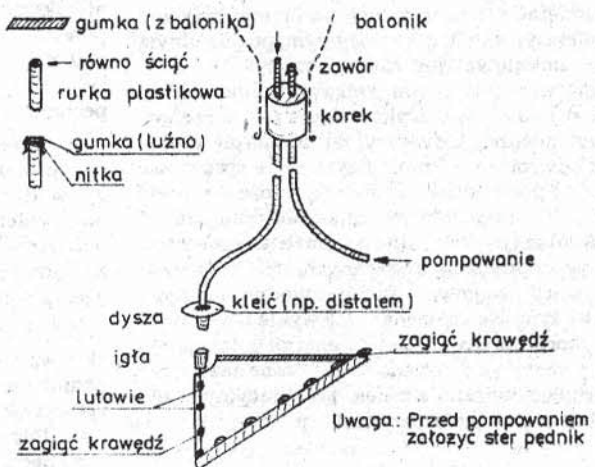
Rys. 5



Rys. 4



Rys. 6



Rys. 7

stety, fizyczna analiza omówionego napędu jest dość skomplikowana i to na tyle, że trudno będzie określić wielkość siły pchającej w sposób ilościowy. Komplikacja naszego, zdawałoby się prościutkiego, doświadczenia wynika z bardzo złożonych zjawisk hydrodynamicznych, zachodzących w cieczy. Właśnie dlatego sugerowaliśmy eksperymentalne badanie pędnika. Nie wystarczy jednak samo stwierdzenie faktu występowania siły pchającej. Dobrze byłoby przynajmniej rozumieć dla czego taka siła się pojawia.

Wyobraźmy sobie, że na dnie zbiornika siedzi „krasnoludek”, który naciska na naszą równię, podnosząc rękę (rys. 5). W wyniku tego równia odsuwa się, zaś krasnoludek pozostaje w miejscu. W zbliżony sposób działa na równię wznoszący się pęcherzyk gazu. Oczywiście efekt jest tutaj znacznie mniejszy, ponieważ pęcherzyk gazu nie znajduje bezpośredniego oparcia o dno, znajdując jedynie opór wody. Od razu łatwo wywnioskować, że sprawność pędnika pęcherzykowego jest niewielka. Niewielką sprawność pędnika można jednak zwiększyć. W tym celu należy ustawić wylot rurki prowadzącej powietrze przeciwnie do zwrotu prędkości pływadełka i, rzecz jasna, samą rękę przymocować do równi.

W celu zrozumienia tego faktu wystarczy mocno wdmuchnąć powietrze pod wodę, umieszczając rękę wylotem równoległe do powierzchni wody. O ile rurka jest dostatecznie elastyczna, to odchyli się ona o pewien kąt (rys. 6). W tym przypadku, pęcherzyki powstające u wylotu rurki, napotykały opór wody, skutkiem czego powstaje siła, odchylająca rękę.

Połączenie obu efektów daje pędnik o lepszej sprawności. Łódki, mające napęd od poziomo wypływających pęcherzyków, były swego czasu produkowane, jako odmiana modeli motorówek parowych (patrz. „MT” 1/1972, str. 76). W naszym przypadku zastosowanie pary wodnej nie wchodzi w rachubę ponieważ para skrapla się tuż za wylotem rurki. Po prostu pęcherzyk parowy bardzo szybko skrapla się, zanikając w chłodnej wodzie.

Modele pływające z napędem powietrznym

Nietrudno się domyślić, że model pływający z omówionym napędem musi zawierać zbiornik sprężonego gazu. Ciśnienie gazu, wypływającego pod pędnikiem, powinno nieznacznie przewyższać ciśnienie słupa wody o wysokości kilku, najwyżej kilkunastu centymetrów, co wynika z głębokości zanurzenia pędnika.

W praktycznym rozwiązaniu napędu jako zbiornik powietrza zastosowano gumowy balonik, który umieszczono we wnętrzu plastikowego modelu motorówki.

Od balonika, poprzez zamykający go korek, prowadzą dwie cienkie rurki plastikowe. Jedna rurka z zaworkiem zwrotnym służy do pompowania balonika, zaś druga rurka doprowadza powietrze do pędnika poprzez dyszę i igłę lekarską. Dysza jest wykonana ze ściętego końca plastikowej strzykawki (jednorazówki), natomiast użyta igła ma nasadkę metalową.

Wykorzystując dyszę, przyklejoną do dna modelu, oraz igłę lekarską, uzyskano możliwość nasażenia pędnika połączonego z igłą na końcówkę strzykawki (dyszy), pod dowolnym kątem do osi podłużnej modelu. W ten sposób pędnik może pełnić jednocześnie funkcję steru, co znakomicie ułatwia problem sterowania modelem. Sama igła pełni jednocześnie i inną funkcję, a mianowicie funkcję dławika ciśnienia. Obniżenie ciśnienia powietrza z balonika przez zdławienie jest konieczne, ponieważ ciśnienie w baloniku wielokrotnie przewyższa ciśnienie słupa wody nad pędnikiem. Dla dostatecznego zdławienia ciśnienia powietrza średnica rurki igły jest zbyt duża i dlatego igłę należy silnie spłaszczyć szczypcami.

Na rys. 7 zamieszczono szkic pędnika ze zbiornikiem balonikowym.

Ster-pędnik składa się ze spłaszczonej igły lekarskiej, której wylot jest skierowany do rynienki w kształcie litery U, z rynienki, oraz z trójkątnej płetwy sterowej.

Ster wykonujemy z cienkiej blachy (np. z puszeki), lutując rynienkę wraz z płetwą sterową i igłą lekarską. Dodajmy, że pocynowanie rurki igły lekarskiej jest możliwe jedynie przy użyciu wodnego roztworu chłorku cynku.

Dla bardziej zaawansowanych majsterkowieców polecamy wykonanie zbiornika powietrza np. z pustego pojemnika po aerozolu, który bez obawy można napompować pompką, do znacznego ciśnienia, przez zaworek zwrotny. Ten sam zaworek może służyć jako wylot powietrza (pomyśl jak). Sztynny zbiornik ma jednak poważną wadę – w elastycznym baloniku utrzymuje się prawie stałe ciśnienie.

Zasięg pływania modelu z balonikiem nie powinien być mniejszy niż 20–25 metrów, dla jednokrotnego napełnienia. Można uważać, że pędnik jest dobry, jeżeli z objętości balonika około ćwierci litra uzyskamy czas pracy rzędu 3–4 minut.

Pędniki zasilane ze sztywnych zbiorników ciśnieniowych mogą przemieścić model nawet na odległość 200–250 metrów. Zabawa z opisanymi modelami może się odbywać tylko na spokojnej wodzie, a więc przy pogodzie bezwietrznej. Dodatkowym efektem napędu pęcherzykowego jest wyraźny dźwięk, imitujący pracę silnika. Życzymy przyjemnej zabawy i dalekosiężnych rejsów.

W następnym odcinku omówimy interesujące modele silników grawitacyjnych.