

Plansza nr 15

Rakiety

Od marzeń o lotach na Księżyc, wyrażonych choćby przez Johanna Keplera w jego wspaniałym "Śnie", do urzeczywistnienia tych marzeń w praktyce, wiedzie długa droga rozwoju technik raketowych. Podróż, fizyczne przemieszczenie się na odległość, wiąże się z wysiłkiem, z nakładem energetycznym. Ta oczywistość została ukształtowana w świadomości ludzkiej w oparciu o doświadczenia w środowisku ziemskim, gdzie rządzi powszechne ciążenie. Ciężenie implikuje tarcie, bez którego np. nigdzie byśmy nie zaszli i nogi byłyby nam zbędne. Szkolny wzór na siłę tarcia, wyraża ją jako iloczyn współczynnika tarcia i siły nacisku: $T = f \cdot F_N$. Siła nacisku dla naszych stóp czy dla kół samochodu to nic innego jak przyciąganie grawitacyjne Ziemi. Człowiek wcześniej obmyślił sposoby jak sobie radzić z tą grawitacją, sprzeciwiającą się podróżom. Czy tego jest świadom czy nie, to przytoczony wzór pracuje (dosłownie!) na każdym kroku.

Grawitacja ziemiska nie tylko utrudnia (woła o pracę przeciwko siłom tarcia) ruchy na powierzchni Ziemi, ale także blokuje możliwość podróżowania w pionie. Wynoszenie ciał w górę jest znacznie bardziej uciążliwe, niż przemieszczanie ich w poziomie. Jak w takiej sytuacji myśleć o oderwaniu się od Ziemi dla osiągnięcia Księżyca? Nie wystarczy podskoczyć, największa katapulta nie pomoże. Z drabiną też się nie da. Ale człowiek nie odpuścił i dał radę!

Długo przed Newtonem zauważono coś, co dziś nazywamy trzecią zasadą dynamiki, a doświadczamy tego znowu (dosłownie!) na każdym kroku. Jeśli ciało A działa na ciało B z określoną siłą, to ciało B działa na ciało A z taką samą siłą, lecz skierowaną przeciwnie. W szkole każą nam sobie wyobrazić, że wyrzucamy z nieruchomej łódki ciężki kamień – kamień polecą w jedną stronę, łódka przesunie się w przeciwną. **Siła akcji równa się sile reakcji.** Siła akcji naszych stóp na podłoże (próba przepchnięcia tego podłoża) zaowocuje (choć nie na śliskim lodzie) odepchnięciem naszej stopy przez podłoże w kierunku przeciwnym. Ciśniemy do tyłu, a podłoże popycha nas do przodu. Prawo chodu, to tylko trzecia zasada dynamiki. Wszelkie pojazdy lądowe, morskie i powietrzne "chodzą" w ten sam sposób. Wykonują akcję do tyłu i w reakcji na nią poruszają się do przodu.

Około tysiąc lat temu Chińczycy wynaleźli proch strzelniczy i możliwość napędzania pocisków na zasadzie odrzutu. Pierwsze rakiety z X wieku przypominały dzisiejsze fajerwerki.

Rakieta – to pojazd latający, napędzany **silnikiem raketowym**. Silnik uzyskuje siłę ciągu dzięki spalinom wyrzucanym z dużą prędkością. Siła działająca na silnik raketowy jest znowu wynikiem trzeciej zasady dynamiki. Rakiety z samej swojej natury są pojazdami kosmicznymi. Nie potrzebują bowiem zewnętrznego medium, od którego się odepchną. Mogą latać w próżni, a przestrzeń kosmiczna jest niemal idealną próżnią. Silnik raketowy jest tym mocniejszy, im większą masę spalin wyrzuca w jednostce czasu. Im bardziej gwałtownie przebiega w silniku proces spalania, tym większe uzyskuje on siły ciągu. O ile w silnikach spalinowych siła napędowa bierze się z krótkotrwałych impulsów wybuchowych, o tyle w silniku raketowym kontrolowany wybuch trwa non stop. Kontrola nad takim rozciągniętym w czasie wybuchem nie jest łatwa i dlatego konstrukcja silników raketowych wymaga bardzo wysokich technologii. Komory spalania i dysze wylotowe silników raketowych muszą wytrzymać ogromne ciśnienia, temperatury i hałas. Wybuch nie może być "szarpany", bo wyniki gwałtowne torsje zniszczą silnik. Narzuca to wysokie wymagania nie tylko z zakresu ekstremalnej aerodynamiki, ale też co do rodzaju i jakości paliw. Eksperymenty z silnikami raketowymi zawsze należały do najbardziej niebezpiecznych.

W roku 1903 Konstantin Eduardowicz Ciołkowski ogłosił teorię ruchu i zasady budowy rakiety kosmicznej. Wiekopomny owoc życia nauczyciela matematyki z Kaługi. Wyprowadził podstawowy wzór w technice raketowej, opisujący zależność między prędkością rakiety, a jej masą i prędkością gazów wylotowych.

W warunkach próżni i nieważkości wzór Ciołkowskiego przybiera postać: $v = w \cdot \ln(m_0/m)$ gdzie: v – prędkość idealna końcowa rakiety, w – prędkość strumienia czynnika roboczego (gazów wylotowych) mierzona w układzie odniesienia związanym z rakieta, m_0 – masa początkowa rakiety z paliwem, m – masa końcowa rakiety, tj. bez paliwa.

Pierwsze rakiety zdolne latać w kosmos skonstruował Siergiej Pawłowicz Korolow, a silniki do nich stworzył Walentin Pietrowicz Głuszko. Silniki rakiety R-7, która wyniosła Gagarina na orbitę okołoziemską w 1961 roku, spalały naftę w ciekłym tlenie.



Konstantin Eduardowicz
Ciołkowski, herbu Jastrzębiec
(1857 – 1935)

Siergiej Pawłowicz Korolow
(1907 – 1966)



Walentin Pietrowicz Głuszko
(1908 – 1989)

Spektakularne mocarstwowe sukcesy w podboju kosmosu wynikły z opracowania stosownych technologii raketowych nie byłyby możliwe gdyby nie wcześniejsze wysiłki, często też ofiary życia, wielu osób, które swój intelektualny i fizyczny potencjał zainwestowali pośrednio lub bezpośrednio w tworzenie "ery kosmicznej". Czy Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski, skraplając w Uniwersytecie Jagiellońskim tlen, spodziewali się, że ta ciecz wyniesie człowieka w kosmos? Podobnie, podkarpacki pionier przemysłu naftowego Ignacy Łukasiewicz, mógł przypuszczać jaką karierę zrobi jego nafta? Podobne przykłady osób, żyjących w różnych czasach i miejscach na świecie, można by przywoływać bez końca. "W kosmos lata się na skrzydłach rozumu" (jak powiedział Gagarin), i wiele osób ma rozumowy przyczynek do tych "skrzydeł".

Techniki raketowe wciąż są doskonałe. Wiele współczesnych wynalazków natychmiast znajduje w nich zastosowanie. Poszukuje się lepszych paliw, lepszych materiałów, lepszych rozwiązań konstrukcyjnych, pewniejszej elektroniki i automatyki.



Prof. Jacek Walczewski (1931 – 2013).
Pionier polskiego raketnictwa eksperymentalnego.

Polskie współczesne raketnictwo eksperymentalne wciąż rośnie w siłę. Jest rozproszone po różnych instytucjach naukowych. Wiele osób działa w ramach Polskiego Towarzystwa Raketowego (PTR), wyrastającego z tradycji krakowskich lat 1956-1974. Kulturę raketową w Krakowie zainicjował astronom Kazimierz Kordylewski, a w praktyce przez wiele lat tworzył ją Jacek Walczewski. Walczewski, wraz z zespołem, doszedł do nie lada wprawy w budowaniu rakiet. Działał formalnie, z poziomu placówek państwowych (Akademia Górniczo Hutnicza). Kiedy jego rakiety potencjalnie mogły już dotknąć kosmosu, władze państwowe powstrzymały dalszy rozwój. W obecnych uwarunkowaniach raketnictwo eksperymentalne może być uprawiane nie tylko z poziomu państwa, ale również prywatnie lub w odpowiednich stowarzyszeniach. Krakowscy entuzjaści rakiet zaczęli budować silniki i testować je w przygodnych miejscach: garażach, piwnicach i w bunkrach. I szybko doszło do nieszczęśliwego wypadku.



Dr Tomasz Kobak (1973 – 2004)

W niedzielę (1 sierpnia 2004), w trakcie prób z rakieta w krakowskim Forcie "Mydlniki", w nieszczęśliwym wypadku zginął Tomasz Kobak, członek Klubu Garażowych Raketników i pracownik naukowy Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Miał 31 lat. (Relacja naoczego świadka: "Byłem tam z Tomkiem i wiem co się dokładnie wydarzyło, widziałem jego śmierć, niestety bardzo tragiczną. W forcie zmontowaliśmy hamownicę, tradycyjnie według pomysłu Tomka, na 4 linkach. Niestety, początkowy impuls był tak silny, że zerwał linki, korpus rakiety zoczył z kursu (bo miał lecieć jakby co w głąb fortu), uderzył w ścianę i gdzieś pod kątem 90 stopni się odbił i poleciał prosto dokładnie w głowę Tomka. Potem przeleciał jakieś 40 metrów i ugrzązał w krzakach.

Dla uniknięcia podobnych nieszczęść, we współpracy Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi i PTR, powstało na terenie obserwatorium bezpieczne stanowisko do testowania silników raketowych. Dziś testują tu swoje silniki zaawansowani pasjonaci raketnictwa z całej Polski, np. studenci AGH (zrzeszeni w *AGH Space Systems*) oraz członkowie PTR.

