

SPRAWY ŚCIŚLE TAJNE • UWAGA RAKIETY! • SPRAWY ŚCIŚLE TAJNE • SPRAWY ŚCIŚLE TAJNE

Niedawno jeden z konstruktorów bezpilotowych środków lotniczych stwierdził: „Prędkość i wysokość środków lotniczych są obecnie tak wysokie, że żywy pilot musi być zastąpiony elektrycznym mózgiem”.

Technika raketowa w latach 1944—56 poczyniła olbrzymie postępy. Liczne instytuty naukowe, a przede wszystkim wojskowe ośrodki badawcze, skupiające wybitnych specjalistów i przeznaczające na ten cel olbrzymie środki materialne, rozwijają technikę raketową. Oficjalne publikacje naukowe są jednak z tej dziedziny nieliczne. Dlaczego? Technika raketowa bowiem stanowi główne narzędzie powietrznego napadu oraz obrony i z tego to powodu postępy w tej dziedzinie nie są ujawniane szerszemu ogółowi ludzi. Wysoki stan techniki raketowej jest jednak sygnalizowany odbywającymi się ćwiczeniami wojskowymi ze stosowaniem broni raketowej oraz takimi niespodziankami, jakie się np. zdarzały ostatnio, mianowicie wylądowaniem dwóch „nieposłusznych“ rakiet, jednej w Ameryce Południowej, drugiej we Włoszech, co dało wiele do myślenia i wzbudziło zrozumiałą sensację. Mimo ścisłej tajności szczegółów możemy obecnie już określić podział typów rakiet, jak i pewne zasady ich konstrukcji.

ZASIĘG I WIELKOŚĆ

Środki raketowe, poza zastosowaniem krajowym, mogą być używane oczywiście do badań stratosfery, jak również dać podstawy do budowy statków międzyplanetarnych. Jednak najbardziej postąpił rozwój i budowa rakiet bojowych. Wyróżniamy kilka rodzajów broni raketowej.

Rakiety przeciwlotnicze prowadzone „ziemia — powietrze” to ra-

kiety małego zasięgu, ok. 20—30 km, o czasie lotu wynoszącym kilkadziesiąt sekund.

Rakiety średniego zasięgu „ziemia-ziemia” uzyskują odległość do 500 km i mają czas lotu wynoszący kilka minut.

Rakiety strategiczne dalekiego zasięgu „ziemia-ziemia” pokonują odległości do 8000 km, rozwijają wielkie prędkości i wznoszą się na bardzo duże wysokości. Są one zaopatrzone w urządzenia samosterujące. Do tego rodzaju należała jedna ze wspomnianych „zabłąkanych” rakiet.

Oczywiście waga i wielkość rakiety oraz jej system sterowania zależą od przynależności do wyżej wymienionych grup.

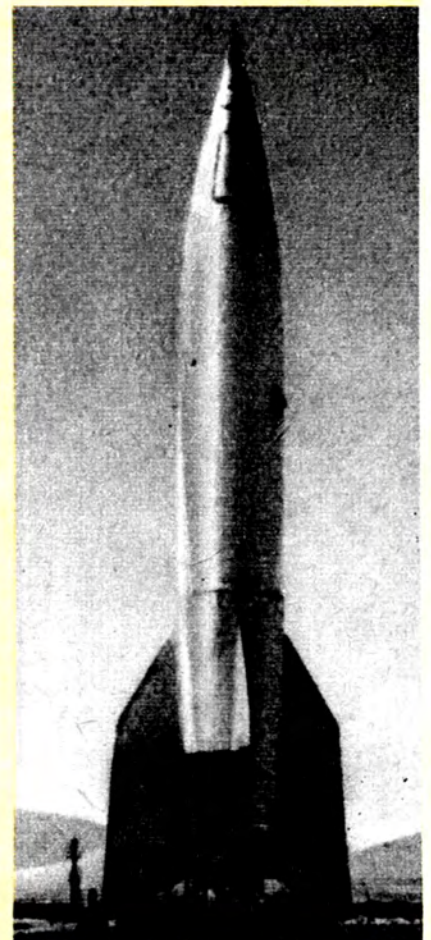
Na razie zainteresujemy się bliżej raketami strategicznymi o wyglądzie przedstawionym na rys. 1 i 2. Najciekawszym zagadnieniem w tego rodzaju raketach — to napęd, tor lotu i samosterowanie. Wieloletnie doświadczenia w tej dziedzinie były niezwykle kosztowne, gdyż niejednokrotnie model budowany przez wiele miesięcy wykonywał lot przez parę sekund i zniknął w przestworzach, aby się gdzieś roztrzaskać.

Zanim przejdziemy do dalszych rozważań, musimy sobie uzmysłowić, że ciężar takiego dalekosiężnego pocisku przekracza 10 ton. Ile wobec tego potrzeba energii, aby przenieść taką masę na inny kontynent, i to w czasie 30—40 min.? Zasięg i najkorzystniejsze wyzyskanie napędu zależy od dobrania właściwego toru lotu.

JAKIM TOREM LECI RAKIETA KONTYNTENTALNA?

Napęd rakiet, jak wiadomo, jest napędem odrzutowym. Do napędu odrzutowego raketowego nie po-

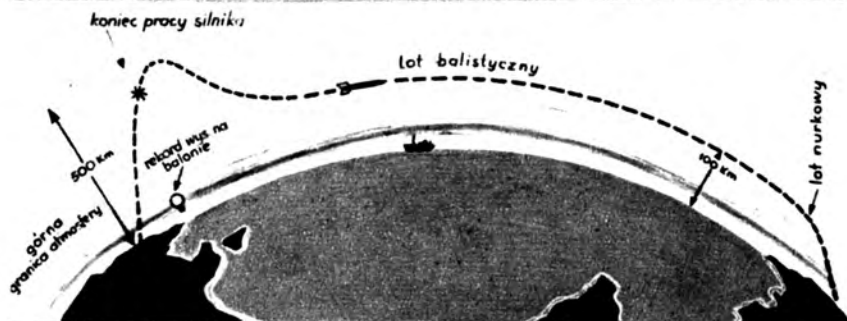
trzeba powietrza. Rakietę więc powinna wznieść się jak najprędzej ponad atmosferę i poruszać się w przestrzeni próżnej, unikając tym samym oporu powietrza i rozgrzewania się powłoki rakiety spowodowanego tarciem o powietrze. Ponieważ siła nośna powietrza zanika powyżej 80 km wysokości, płaty nośne (skrzydła) stają się zbędne. Rakietę startuje z pozycji pionowej. Zostaje napełniona paliwem, którego waga sięga 70%—80% całości ciężaru. Po zapłonie przez parę se-



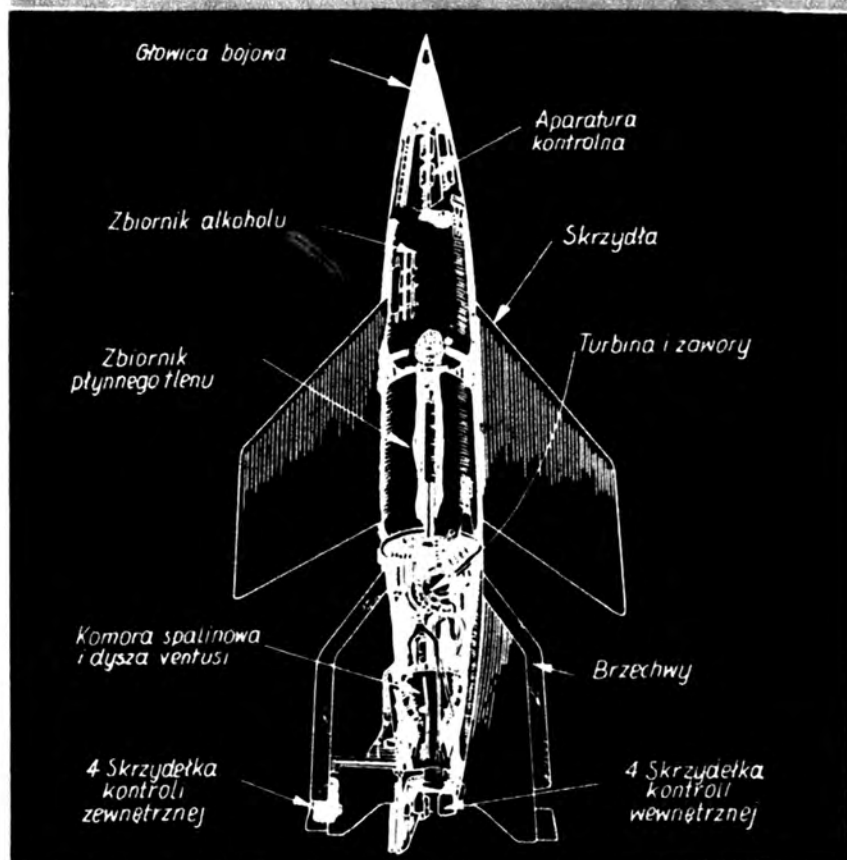
Rys. 1. Rakietę kontynentalną przed startem



Rys. 2. Rakieta uskrzydłona dalekiego zasięgu



Rys. 3. Tor rakiety dalekiego zasięgu



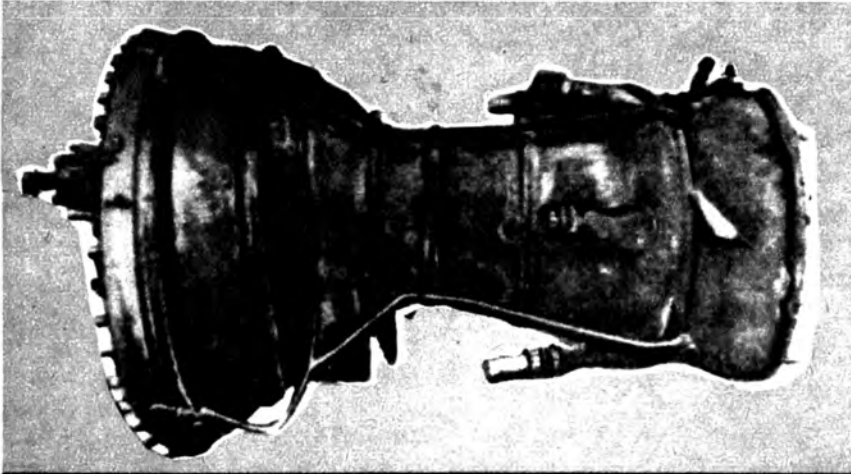
Rys. 4. Rozmieszczenie zasadniczych części rakiety kontynentalnej

kund trwa rozruch, po czym pocisk, uzyskując olbrzymie przyspieszenie, odrywa się od ziemi, lecąc płonowo do góry. W ciągu kilku sekund prędkość wzrasta do 5000 km/godz., pocisk pochyla się nieco w pożądanym kierunku lotu i w dalszym ciągu nabiera prędkości i wysokości. Po uzyskaniu wysokości powyżej 200 km paliwo się kończy. Rakieta jest teraz lekka i porusza się prawie w próżni. Lot jej jest teraz balistyczny i po osiągnięciu wysokości powyżej 500 km zaczyna się szybko spадanie, aż do granic atmosfery. Tam zaczyna odgrywać rolę uskrzydlenie, które wyrównuje spадanie na tor lekko pochylony o dużej prędkości lotu. W ten sposób zapewniony jest wielki zasięg. Na rys. 3 pokazany jest kształt toru. Dla osiągnięcia jeszcze większych wysokości właściwą rakieta umieszcza się w większej rakiecie startowej, „matce”, która wznosi się do wysokości kilkuset km i tam wypuszcza rakieta wtórną. Duże trudności konstrukcyjne sprawia nagrzewanie się pocisku przy przelocie przez atmosferę. W ciągu tych kilkunastu sekund pokrycie kadłuba nagrzewa się do 1200°. Aby ochronić urządzenia wewnątrz przed taką temperaturą stosuje się izolację cieplną z szklanej w podwójnych ściankach kadłuba.

#### NAPĘD RAKIETY

Srodki lotnicze o wielkich prędkościach i zasięgach mają, jak wiemy, napęd odrzutowy. Napęd odrzutowy może być typu strumieniowego i raketowego. W napędzie strumieniowym niezbędny do spalania tlen czerpany jest z otaczającego powietrza. W napędzie raketowym zarówno paliwo, jak i utleniacz dźwigane są przez rakieta. Oczywiście przy locie ponad atmosferę możliwy jest tylko napęd raketowy.

Przyjrzyjmy się bliżej budowie rakiety dalekiego zasięgu. Ma ona następujące zasadnicze elementy: kadłub opływowych kształtów, płaty nośne (skrzydła), usterzenie w postaci brzechw. W kadłubie najwięcej miejsca zajmują zbiorniki paliwa i silnik raketowy. W przedniej części umieszczona jest aparatura do sterowania i ewentualnie urządzenia radiotelemetryczne. Elementy te widoczne są na rys. 4. Paliwo raketowe może być stałe lub ciekłe. Jako paliwo ciekłe rakieta zabiera ok. 5 ton alkoholu lub aniliny. Utleniaczem jest najczęściej



Rys. 5. Silnik raketowy

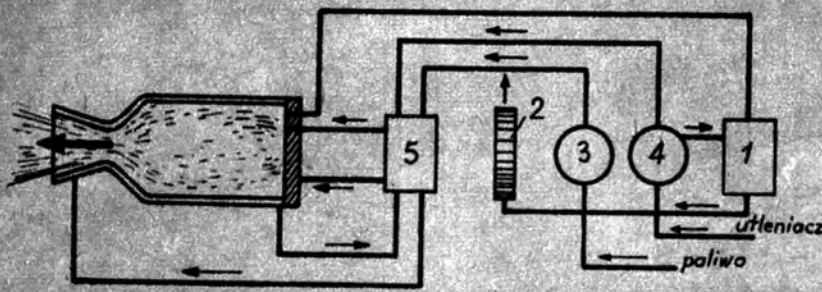
## JAK RAKIETA ZNAJDUJE DROGĘ DO CELU?

W miarę rozwijania się techniki raket-pocisków kierowanych udoskonalały się metody ich sterowania. Trzeba tutaj rozróżnić 3 podstawowe systemy.

**Sterowanie zdalne** polega na kierowaniu z ziemi lotem rakiety przez człowieka za pośrednictwem fal radiowych. Tor rakiety (czyli jej „posłuszeństwo”) jest nadawany zwrotnie na ziemię za pomocą telemetrii, co umożliwia sterującemu kontrolę lotu. Ten system jest celowy dla pocisków o niedużych zasięgach i prędkościach.

**Samonaprowadzanie** polega na automatycznym nakierowaniu się w końcowej fazie lotu na cel, bez udziału obsługi z ziemi. Jest to stosowane w rakietach przeciwlotniczych lub rakietach „ziemia-ziemia”.

**Samosterowanie** jest najdoskonalszym sposobem kierowania. Zgodnie z założonymi możliwościami system samosterowania winien prowadzić bez udziału człowieka rakietę do celu, mimo napotykanym w drodze przeciwności. System ten jest stosowany w rakietach dalekiego zasięgu. Przelatując olbrzymie przestrzenie, pocisk może zmienić kurs pod wpływem rozmaitych czynników, jak np. nierównomierna praca silnika, wpływ atmosfery i warunki



Rys. 6 Schemat działania silnika raketowego na paliwo płynne, w którym utleniacz spełnia równocześnie rolę czynnika chłodzącego; energia utleniacza rozgrzanego między podwójnymi ścianami komory spalania wykorzystana jest poprzez turbinę do napędu pomp paliwa i utleniacza. 1 — regulator utleniacza czynnika chłodzącego, 2 — turbina, 3, 4 — pompy paliwa i utleniacza, 5 — regulator paliwa i utleniacza podawanych do komory spalania

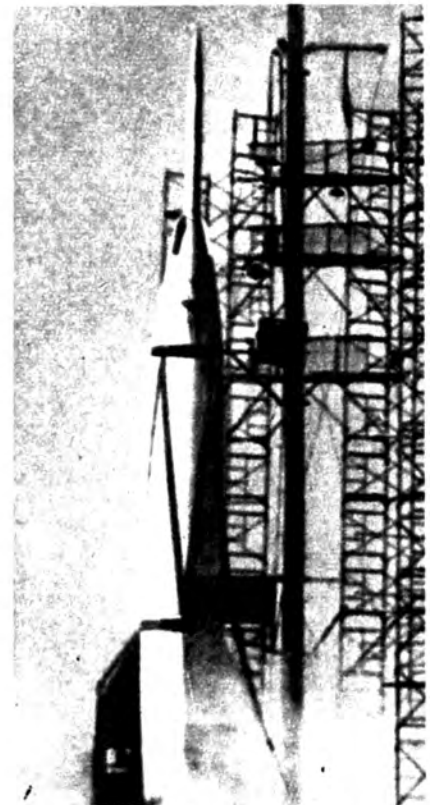
ciekły tlen, ozon lub kwas azotowy również w ilości paru ton. Przewodami paliwowymi przy pomocy turbin paliwowych paliwo i utleniacz przedostają się do rozpylaczy w komorze spalania silnika. Zmieszane paliwo i utleniacz spalają się w komorze spalania wywołując temperaturę około 3000° i ciśnienie 20 atmosfer. Gazy spalinowe wylatują przez gardziel i zwężoną dyszę wylotową z wielką prędkością, dając odrzut, czyli „siłę ciągu”. Rys. 6 pokazuje schemat silnika raketowego. Siła ciągu potężnej rakiety wynosić może nawet około 300 ton. Dzięki tej sile ciągu rakietę otrzymuje przyspieszenie dochodzące do 30 g. Wielkie zużycie paliwa przez silnik zezwala jednak na pracę tylko przez kilkadziesiąt sekund. Dalszy lot odbywa się więc dzięki uzyskanemu przyspieszeniu i wysokości.

Początkowy kierunek lotu nadaje rakiecie specjalne rusztowanie spełniające rolę wyrzutni (rys. 7). Krótko przed zapaleniem silnika sprawdzone zostają przyrządy sterujące, a stalowe zbiorniki rakietę wypeł-

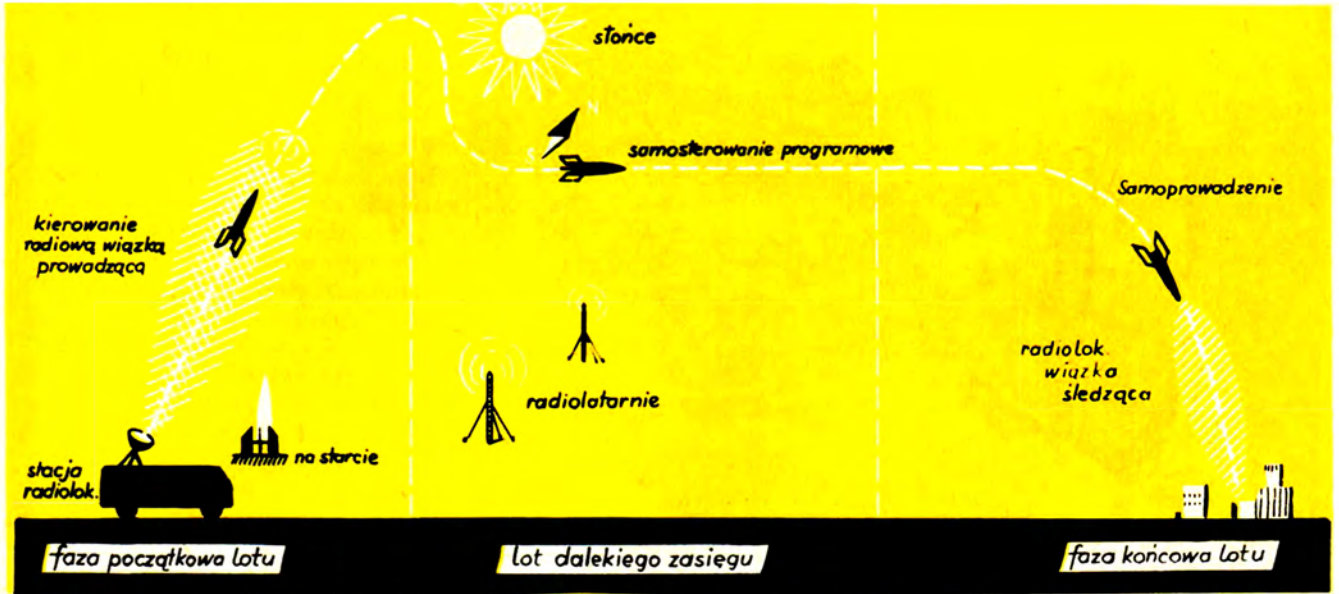
nia się paliwem. Wnętrze pocisku zostaje wygrzane gorącymi gazami z zewnętrznych kompresorów, aby ułatwić zapłon. Przy zapaleniu obsługa znajduje się w schronach, a rozruch silnika jest sterowany zdalnie.

Jaka powinna być siła ciągu silnika, jaki czas jego pracy i do jakiej wysokości powinien on wydźwignąć rakietę? — Oto poważne zagadnienia konstrukcyjne. Ich właściwe rozwiązanie i prawidłowy dobór da największy zasięg. Równomierne i zgodne z wyliczeniami działanie napędu decyduje też o celności. Urządzenia sterujące rakietę wpływają nie tylko na jej kierunek, lecz i na silnik przez regulację zaworami dopływu paliwa do komory spalania. Praca silnika jest więc w czasie lotu stale kontrolowana i regulowana.

Najwięcej wysiłku uczonych i najdłuższy okres rozlicznych wieloletnich prób pochłonęło uczynienie rakiety samodzielnym, dającym sobie radę pojazdem. Trzeba było stworzyć system sterujący — „mózg” rakiet.



Rys. 7. Rakietę przed startem



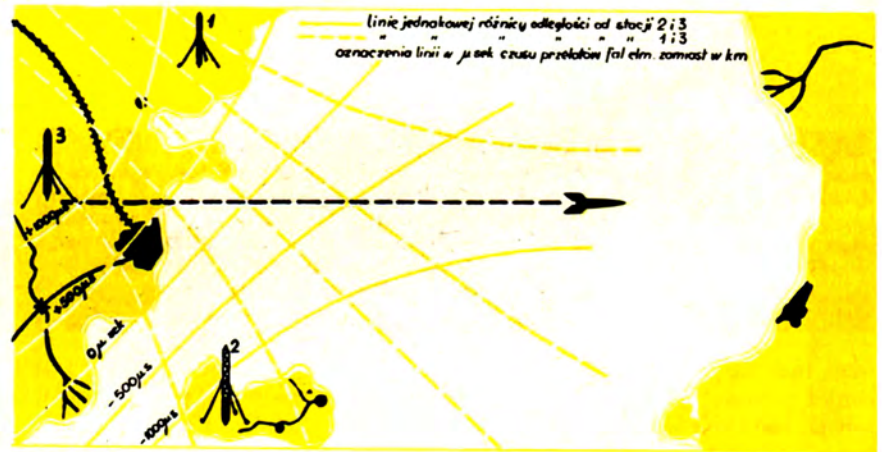
Rys. 8. Zasada sterowania wiązką prowadzącą

ków meteorologicznych, odmienny od założonego kształt toru pocisku, niewłaściwy kąt startu itp.

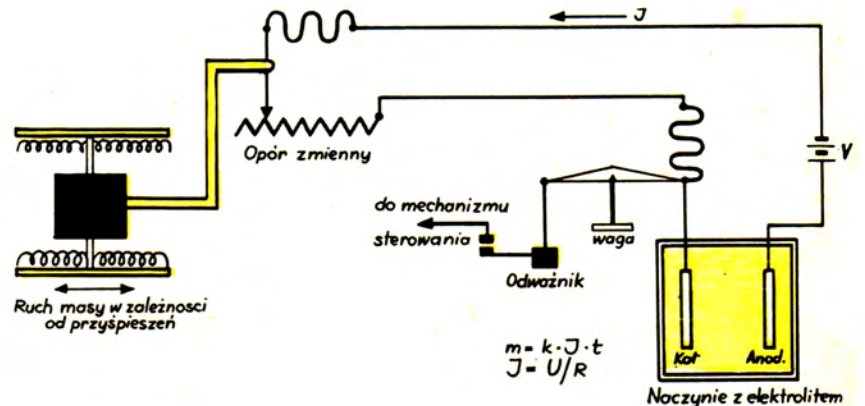
W rakietach kontynentalnych początkowa, stroma część lotu jest kierowana systemem sterowania zdalnego przy pomocy tzw. radiowej wiązki prowadzącej (rys. 8). W ten sposób możliwość przyjęcia niewłaściwego kąta startu jest ograniczona do minimum. Po wyjściu z wiązki prowadzącej rakietę przechodzi na samosterowanie. Przy zbliżeniu się do celu może być zastosowane samonaprowadzanie.

Urządzenia sterujące składają się z szeregu elementów. Najbardziej złożona jest aparatura radiowa odbiorcza i wzmacniająca, reagująca na sygnały wiązki prowadzącej i sygnały nawigacyjne. Dla zachowania stabilności płaszczyzn lotu służy układ żyroskopów. Zarówno żyroskopy, jak i elektryczne sygnały z aparatury radiowej oddziałują na serwomechanizmy, poruszające skrzydełkami kontrolnymi brzechw, widocznymi na rys. 4. Widzimy tu skrzydełka kontrolne zewnętrzne, które mają za zadanie sterować przy locie w atmosferze (bez pracy silnika). Skrzydełka kontrolne wewnętrzne umieszczone u wylotu dyszy są ognioodporne i sterują bardzo skutecznie w czasie pracy silnika w locie bez atmosfery. Przez swój obrót skrzydełka te zmieniają kierunek wylotu gazów z dyszy, wywierając duży wpływ na kierunek lotu.

Przy locie w wiązce prowadzącej rakietę nie wychodzi z pola wiązki dzięki odbieraniu radiowego sygnału wiązki przez odbiornik rakiety, który z kolei steruje skrzydełkami wewnętrznymi z takim wyliczeniem,



Rys. 9. Zasada radionawigacji systemem „różnicy czasów“



Rys. 10. Zasada elektrolitycznego kalkulatora drogi

aby zawsze nakierować pocisk na środek wiązki.

Gdy rakietka przejdzie na lot płaski, wyszła ona już z wiązki prowadzącej i rozpoczęło działać samosterowanie.

Proces samosterowania w tym wypadku można nazwać automatyczną dalekosięzną nawigacją. Lecz przecież nawigacja polega na orientowaniu toru według pewnych punktów odniesienia. Tymi punktami odniesienia są w pierwszej połowie podróży nazemne radiolaternie nawigacyjne, a dalej ziemskie pole magnetyczne i gwiazdy względnie słońce. Takie samosterowanie nazywa się programowe (czyli według z góry wyznaczonego toru), z korekcją astronomiczną. Nazemne radiolaternie nawigacyjne znajdują się w określonych punktach i dają synchronizowane impulsy. Urządzenie odbiorcze rakietki odbiera te impulsy z opóźnieniem. Opóźnienie to jest zależne od odległości od radiolaterni. W rakiecie opóźnienia odbioru sygnału od jednej i drugiej radiolaterni są porównywane. Jeżeli rakietka polecą po linii jednakowych odległości od obu radiolaterni, to ich impulsy będą odbierane z jednakowym opóźnieniem, czyli różnica czasów będzie zero. W ten sposób dzięki urządzeniu reagującemu na różnicę opóźnień od obu stacji naziemnych rakietka ma wyznaczoną trasę. Zasadę tego radiowego systemu nawigacji wyjaśnia rys. 9. Samosterowanie wg kursu wyznaczonego wyżej opisanym systemem jest skuteczne tylko w zasięgu odbioru sygnałów radiolaterni.

Przy dalszych zasięgach praca żyroskopów jest korygowana astro-

nomicznie. Jeżeli lot odbywa się w dzień o ściśle określonej porze, wtedy rakietka używa „oka” z lunetkami nastawionymi na krawędzie tarczy słonecznej. Luneta jest cały czas, w miarę pokonywania przestrzeni przez pocisk, odpowiednio ustawiona za słońcem wg obliczonych przedtem zależności ruchu słońca i rakietki. W lunetkach umieszczone są fotokomórki, które poprzez wzmacniacze oddziałują na serwomechanizmy skrzydełek. Cały ten układ przeciwdziała nieprzewidzianym zmianom kursu. Wystarczy odchylenie od założonego toru, a fotokomórki zostaną niejednakowo oświetlone przez słońce, co wywoła odpowiednią korekcję lotu mechanizmem sterującym. W czasie podróży ciekawe urządzenie elektrochemiczne oblicza odbytą drogę. W naczyniu z elektrolitem odbywa się wydzielanie np. srebra na katodzie. Ilość wydzielonego srebra zależy, jak wiadomo, od prądu elektrolizy i czasu. Prąd elektrolizy jest regulowany oporowym czujnikiem przyspieszeń i prędkości. Stąd waga wydzielonego srebra jest proporcjonalna do prędkości i czasu, czyli do odbytej drogi przez rakietkę. Zasadę tego „kalkulatora” drogi wyjaśnia rys. 10. Oprócz kontroli nawigacji przy pomocy słońca, zastosowano również kontrolę kursu przez busolę magnetyczną. Ponieważ znany jest z góry przebieg ziemskiego pola magnetycznego na drodze rakietki, więc wiadomo, jak winna ustawić się igła busoli w czasie lotu. Busola jest sprzężona z przekładnikiem pneumatyczno-elektrycznym (jak widać z rys. 11). Odchylenie od obliczonego kursu spo-

woduje otwarcie lub zamknięcie okienka przez igłę busoli i pneumatycznie włączają się styki elektryczne, uruchamiając we właściwym kierunku mechanizm sterujący, co da z kolei poprawienie kursu.

Mimo skonstruowania układów samoprowadzenia praca ich nie jest w zupełności pewna. „Mózg” rakietki nie potrafi rozumować. Szeregu funkcji, które może wykonać małe dziecko (np. znaleźć na niebie „Wielki Wóz”) nie wykona nawet bardzo rozwinięty układ samosterujący.

By ułatwić nawigację na wielkich odległościach, umieszczono na zakotwiczonych (w stałych punktach) statkach pokładowe radiolaternie. Dają one kierunek radiokompasowi wchodzącemu w skład urządzeń sterujących rakietki.

Szczególnie dogodną radiolaternią będzie planowany w najbliższych latach sztuczny satelita ziemi. Satelita ten winien oczywiście posiadać stałą radiostację.

Rakietka kontynentalna w końcowej fazie swojej podróży winna odnaleźć miejsce przeznaczenia. Jeżeli jest to rakietka bojowa z ładunkiem wybuchowym, wtedy następuje samoczynne uzbrojenie ładunku i rakietka przechodzi w lot nurkowy. Celność zostaje zwiększona urządzeniem samonaprowadzającym, które opiszemy w jednym z następnych numerów w oddzielnym artykule.

Nieliczone problemy konstrukcyjne stawiają technice raketowej wysokie wymagania. Pewność działania, minimalny ciężar i wymiary, wysoka wytrzymałość mechaniczna, stabilność pracy, rodzaj zasilania elektrycznego — oto niektóre z tych problemów. Wiele modeli w czasie prób uległo zniszczeniu. Jeszcze częściej na skutek nie zawsze zbadanych przyczyn rakietki zmieniają kurs i dolatują w niespodziewane miejsca, np. morze, dżungla, dokąd trudno jest dotrzeć, by zbadać wewnętrzne przyczyny i uszkodzenia. W zasadzie system sterujący przy silnej zmianie kursu winien wyłączyć obwód zapalników i równocześnie pironabojami albo zniszczyć rakietkę, albo co najmniej urządzenie samosterowania. Jak wiemy, ten właśnie element rakietki stanowi największą tajemnicę konstrukcji. Rozpoznanie systemu samosterowania zezwala na zastosowanie zakłóceń celem odchylenia rakietki od jej założonego toru.

Rys. 11. Busola magnetycznej kontroli kursu

