

Subotowicz, Mieczysław

Kazimierz Siemienowicz i jego wkład do nauki o raketach

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 2/3, 485-514

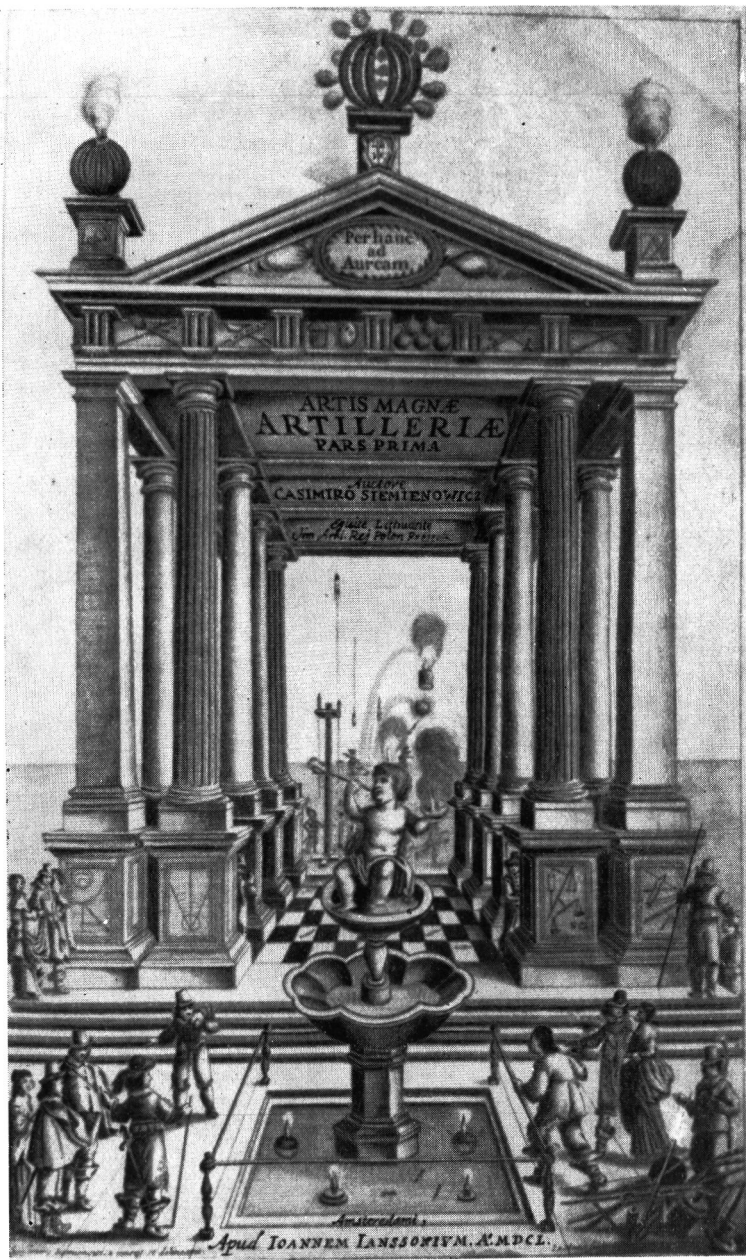
1957

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.





Rys. 1. Fotografia karty tytułowej z dzieła Siemienowicza *Artis Magnae Artilleriae...*, 1650 r.

Mieczysław Subotowicz

KAZIMIERZ SIEMIENOWICZ I JEGO WKŁAD DO NAUKI O RAKIETACH*

Rakieta o dalekim zasięgu należy do wybitnych osiągnięć technicznych naszego wieku. W niedalekiej realizacji lotów kosmicznych zasadniczą rolę odegra właśnie rakieta. Posiada ona dwie podstawowe zalety: umożliwi osiągnięcie największych prędkości, jakie zdołał człowiek uzyskać środkami technicznymi, oraz stanowi jedyny silnik przydatny do poruszania się lotem napędowym w przestrzeni pustej.

Oprócz tego na współczesnym etapie rozwoju techniki i stosunków polityczno-społecznych rakieta stanowi obiekt stałego zainteresowania kół wojskowych jako pocisk o największej prędkości i największym zasięgu. W polu niszczącego działania takiego pocisku, zdolnego do transportu broni termojądrowych, znajduje się praktycznie każde miejsce na kuli ziemskiej. Takie jest znaczenie i rola współczesnej rakiety. Sama ona jednak jest aparatem mającym dawną i długą historię. W historycznym rozwoju problematyki raketowej znakomite zasługi położył przeszło 300 lat temu Polak, Kazimierz Siemienowicz.

Niniejsza praca poświęcona będzie przede wszystkim omówieniu znaczenia raketowych pomysłów konstrukcyjnych Siemienowicza. Mniej miejsca poświęcono sprawom technologicznym, związanym

* Opracowanie tematu było możliwe dzięki zapoznaniu się z tłumaczeniem na język polski pracy K. Siemienowicza *Artis Magnae...*

Za udostępnienie tekstu tłumaczenia autor wyraża niniejszym podziękowanie prof. gen. St. Okęckiemu.

z produkcją rakiet, a tylko marginesowo zajęto się działalnością Siemienowicza jako teoretyka oraz jednego z twórców nauki o artylerii.

ROZWOJ RAKIET DO POŁOWY XVII WIEKU

Najwcześniejsze wiadomości o raketach pochodzą jeszcze od starożytnych Chińczyków oraz Indusów. Rakietę według nienależycie potwierdzonych źródeł znana była w Chinach ponoć trzy tysiące lat przed naszą erą. Używano jej w postaci rakiety prochowej do sztucznych ogni podczas uroczystości religijnych i zabaw. Początek i rozwój rakiety musiał więc być poprzedzony wynalazkiem prochu, a o tym wiemy tylko tyle, że znany był w Chinach już w czasach Aleksandra Wielkiego.

Poeta rzymski Claudiusz pisze o użyciu rakiet w Mediolanie w r. 399. naszej ery. W końcu IX wieku wyrobem rakiet miał się zajmować Leon Filozof.

Najstarsza kronika chińska, w której znajdujemy wzmianki o raketach, mówi o oblężeniu Pekinu przez Mongołów w r. 1232 naszej ery. Chińczycy użyli wtedy nowej broni, zwanej „strzałami latającego ognia“. Były to właśnie rakiety.

W Europie rakiety były użyte do celów bojowych po raz pierwszy prawdopodobnie w bitwie pod Lignicą w r. 1241. W osiem lat po bitwie pod Pekinem pisze już o raketach uczony arabski Ibn-Albait-har, zaś około roku 1280 Hassan Alrammah podaje dokładne przepisy wyrabiania prochu strzelniczego oraz produkowania ulepszonych rakiet. Na Półwyspie Pirenejskim Arabowie użyli rakiet w r. 1249. W r. 1288 Walencja była bombardowana pociskami raketowymi. Raketom nadawano nazwę „latających ogni“ albo — „dzikich ogni“.

O sposobach wyrabiania rakiet pisze w r. 1260 Roger Bacon, a w 1265 r. Albert Wielki. Opis techniczny rakiety daje w r. 1379 Włoch Muratori. Pierwsze obszernie monograficzne opracowania produkcji rakiet do celów wojskowych, napisane nie przez Arabów, pojawiły się w Europie w XV wieku.

Technika produkcji rakiet stale się polepszała i już w r. 1405 niemiecki inżynier wojskowy Konrad Keyser von Eichstädt pisze w dziele *Bellifortis* o trzech typach rakiet. Szereg ciekawych i ambitnych projektów raketowych zawierają szkice włoskiego inżyniera, Joannes de Fontana, opublikowane w r. 1420 w dziele *Bellitorium instrumentorum liber*. Fontana jest też twórcą prototypu współcze-

snego samolotu o napędzie odrzutowym, czyli rakiety zaopatrzonej w płaty nośne, zwanej przez współczesnych „gołębiem“.

W okresie tym coraz poważniejszym konkurentem rakiet staje się jednak działo — bardziej wówczas precyzyjny mechanizm burzenia. Rakietka zostanie też wkrótce wyparta przez działo z pola walki na paręset lat.

Kilka dzieł z XVI wieku przynosi informacje o rakietach, jak księga Vannoccia Biringuccio *De la Pirotechnia* (1540 r.), prace Leonharta Fronspergera z Frankfurtu nad Menem (1557 r.), Johanna Schmidlapa z Norymbergii (1591 r.) oraz Hanzeleta (1598 r.). Pierwszym Polakiem piszącym o rakietach był — jak się zdaje — Marcin Bielski (1569 r.). O rakietach zaopatrzonych w spadochron pisał w nieopublikowanych manuskryptach Reinhard v. Solms w 1547 r., a o rakietach eksplodujących pod wodą — von Nassau w r. 1610, też nie publikując manuskryptu.

Z początku XVII wieku pochodzi pierwsza rosyjska publikacja zajmująca się rakietaми. Jest to Onisima Michajłowa: *Ustaw ratnych, puszczonych i drugich dzieł, kasajuszczichsia do wojennej nauki* z lat 1607—1621.

Autor pisze tam o produkcji rakiet i możliwości użycia ich do transportu pocisków wypełnionych materiałem wybuchowym.

Z polskich publikacji na tematy rakietaowe przed Siemienowiczem — poza wspomnianym wyżej Bielskim — należy wymienić drobne wzmianki o rakietach w anonimowych zapiskach polskiego autora z r. 1624, w rękopisie Wenecjanina na polskiej służbie, Dell Aqua z r. 1623 oraz w tłumaczeniu na język polski (r. 1643) dzieła hiszpańskiego autora, Diego Uffano.

Polskim autorem pierwszego obszernego opracowania zagadnień rakietaowych jest Kazimierz Siemienowicz.

ZYCIORYS KAZIMIERZA SIEMIENOWICZA

Kazimierz Siemienowicz pochodził z terenów Wielkiego Księstwa Litewskiego. Nazwisko jego jest wymienione w *Herbarzu rodów litewskich* Kojalowicza.

Siemienowicz zdobył gruntowne wykształcenie humanistyczne, znajomość historii starożytnej oraz głęboką znajomość sztuki wojskowej. Świetna łacina, jaką napisane jest dzieło Siemienowicza *Artis Magnae...*, oraz gruntowne ujęcie tematu wskazują na jego zna-

jomość literatury greckiej, rzymskiej oraz późniejszej, w tym także — współczesnej, dotyczącej interesującego go tematu.

Aby bliżej zapoznać się z całością problematyki artyleryjskiej, Siemienowicz opanował (jak pisze) „szereg sztuk wyzwolonych i mechanicznych“: arytmetykę, geometrię, mechanikę, statykę, hydraulikę, pneumatykę, architekturę cywilną i wojskową, fortyfikację, grafikę, optykę i taktykę. „Przyswoiłem sobie także — powiada — pewne wiadomości z fizyki i chemii“. Aby zaś być biegłym nie tylko w dyscyplinach teoretycznych, ale i praktycznych, poznaje dokładnie potrzebne mu rzemiosła: snycerstwo, rytownictwo oraz sztukę odlewniczą.

Siemienowicz wiele podróżował po obcych krajach. Nie jest wykluczone, że pierwszą podróż odbył w latach młodzieńczych wspólnie z królewiczem Władysławem (1624-25 r.), który zwiedził wówczas Belgię, Nadrenię, Austrię, Bawarię, Szwajcarię i Włochy. Pewne jest natomiast, że był za granicą w latach późniejszych, przede wszystkim w Holandii, gdzie specjalizował się w artylerii. Związane to było zapewne z akcją Zygmunta III Wazy, a w szczególności — Władysława IV, mającą na celu unowocześnienie wojska polskiego, między innymi poprzez modernizację artylerii (założenie szkoły puzkarzy, budowa ludwisarni). Dalszym etapem tego procesu było założenie przez Władysława IV Korpusu Artylerii.

W okresie pobytu za granicą Siemienowicz zapoznaje się z ówczesną literaturą wojskową, przede wszystkim dotyczącą artylerii, oraz przeprowadza gruntowne studia teoretyczne i praktyczne w interesującej go dziedzinie. W tym okresie przychodzi mu myśl napisania monografii poświęconej artylerii. Przyczyną, dla której napisał swe dzieło, była „chęć przysłużenia się ojczyźnie i swoim rodakom, którzy z tak wielkim zapalem pożądają wiadomości z zakresu tej sztuki i najwyżej ją cenią przed innymi zawodami wojskowymi“. Siemienowicz stwierdza bowiem, że dotąd przetłumaczone na język polski dzieła z zakresu artylerii są „bardzo nieudolne i nie omawiają całości wiedzy“.

Poczynione w okresie pobytu za granicą badania i notatki staną się po powrocie do kraju obiektem zainteresowania kanclerza Ossolińskiego i króla Władysława IV. Dzięki ich poparciu będzie mógł opracować największe dzieło swego życia, dokonując dalszych badań teoretycznych i eksperymentalnych zarówno w kraju, jak i poza jego granicami, szczególnie w Holandii, dokąd wyprawia go król „upatrzwszy w nim wielką sposobność do nauki artylerji“.

Siemienowicz brał czynny udział w odsieczy smoleńskiej w latach 1633-34 i w oblężeniu Białej. W latach następnych zajmuje się organizacją polskiej artylerii, wspólnie ze specjalistami tej miary co Paweł Grodzicki („starszy nad armatą“ — później — generał artylerii), Krzysztof Arciszewski, generał artylerii, Mikołaj Arciszewski, synowiec Krzysztofa, Sebastian Aders czy Fryderyk Getkant. Siemienowicz wspomina, że w r. 1644 brał udział w bitwie z Tatarami pod Ochmatowem. W roku 1647 wymieniany jest jako jeden spośród 106 osób, należących do „roty ludzi w artylerij Koronnej“. Siemienowicz wchodzi też w skład pięcioosobowego sztabu korpusu artylerii, kierowanego przez gen. Krzysztofa Arciszewskiego.

W tym czasie — jak pisze historyk polskiej artylerii K. Górski — „Siemienowicz sprzeniewierzył się w szafowaniu groszem publicznym“. Górski usprawiedliwia go jednak pisząc, że „...żołd Siemienowicza, otrzymującego 1200 złp, był zapewne za szczupły i to mogło pchnąć go do sprzeniewierzenia się“.

O sprawie tej znamy bezpośrednią relację Krzysztofa Arciszewskiego. W czasie bitwy pod Pilawcami Siemienowicz pobrał z kasy artylerii 6 700 złotych polskich na opłacenie 35 furmanów pilawieckich za transport broni i dział. Pieniądze te Siemienowicz przywłaszczył sobie, nie opłacając furmanów. Arciszewski pisze: „nim ten miesiąc przeszli i nim do płacenia go doszło, wojsko pilawskie 23 septembris (23 września) rozproszone było, furmani jedni byli pobici, drudzy byli zabrani w niewolę. Siemienowicz rozumiejąc, że wszyscy zginęli, udał przed panem Armatnym, że im wszystko popłacił, skąd pan Arciszewski tę ekspensę (wydatek) za ten czas w rachunku od niego przyjął. Interim (jednak) prędko potem zjawili się furmanów kilkanaście, którzy przychodzili do Warszawy i do Krakowa na koronację skarżyć się, że im nie zapłacono. Zaczynając instytuować actis (ustanowił aktami) pan Arciszewski przed pany marszałki temu Siemienowiczowi, żeby liczbę czynił, lecz ten do skończenia liczby nie był przymuszony. Owszem podetknięto subrepticie (podstępnie) królowi Jegomości do podpisu kwit, że go od służby jego artyleryjskiej bez oddania rachunków uwolnił i do Niderlandu mu odjechać pozwolił“. Arciszewski zarzuca również, że Siemienowicz przed wyjazdem za granicę prócz pieniędzy „furmańskich“ pobrał jeszcze z kasy dalszych „tysiąc pięćdziesiąt i pięć złotych, groszy pięć, pieniędzy sześć, z której reszty się nie rachowawczy precz pojechał“¹.

¹ Tekst zapisków Arciszewskiego podano za publikacją M. R u s i n k a: „Wódz i wygnaniec“ — rzecz o Krzysztofie Arciszewskim — Warszawa 1957, s. 251.

Sprawa nadużyć i przyczyn oraz terminu wyjazdu jest — jak wiadać z przytoczonych tekstów — niejasna i pełna sprzeczności.

Z zamieszczonej uwagi Arciszewskiego należałoby wnioskować, że zezwalając w roku 1648 na wyjazd Siemienowicza do Holandii król Władysław IV nie wiedział lub nie chciał wiedzieć o nadużyciach autora wybitnej pracy o artylerii.

Jako znawca artylerii Siemienowicz był ceniony nie tylko w Polsce, ale i w Europie zachodniej, o czym świadczą jego odznaczenia orderami zagranicznymi.

Z daleko zaawansowaną monografią o artylerii wyjeżdża więc Siemienowicz w r. 1648 do Holandii, mając — jak wynika ze „Wstępu“ do „*Artis Magnae...*“ — zapewnione finansowe poparcie króla Władysława IV w publikacji dzieła, który „rozkazał podać je do druku“. Niestety król umiera w tym samym roku. Siemienowicz kończy pierwszą część swej pracy i pisze drugą, jednak aby je wydać — musi szukać nowego protektora. Został nim arcyksiążę Leopold Wilhelm, wicekról Belgii i Burgundii. Jemu dedykuje Siemienowicz wydaną w r. 1650 pierwszą część swego dzieła o artylerii: *Artis Magnae Artilleriae Pars Prima...*

Siemienowicz umiera zapewne niedługo potem; nie zdążył bowiem opublikować drugiej części dzieła, o której w wydrukowanej części pierwszej pisze, że jest „już przygotowana i ukaże się niebawem“.

DZIEŁO SIEMIENOWICZA

Pełny tytuł wydanej po łacinie w r. 1650 w Amsterdamie monografii Siemienowicza brzmi: *Artis Magnae Artilleriae Pars Prima. Studio et opera Casimiri Siemienowicz, Equitis Lithuani olim Artilleriae Regni Poloniae Propraefecti, Amsterdami, apud Joannem Janssonium, A^o MDCL* (rys. 2).

Część I podzielona jest na 5 ksiąg, posiada 304 strony i 206 rysunków, zamieszczonych na 22 tablicach, oraz kartę tytułową wykonaną osobiście przez Siemienowicza (miedzioryt ← rys. 1).

Obszerny, 11-stronicowy Wstęp („*Lectori*“) poprzedza pięć ksiąg dzieła Siemienowicza.

Księga 1 *De regula calibrae* traktuje o działomiarze, jego budowie i zastosowaniach. Prócz tego podaje autor szereg informacji

o metodach i stopach, o jednostkach miary i wagi oraz o narzędziach do ważenia.

W księdze 2 *De materis et materialibus in pyrotechnia usurpari solitis* zajmuje się autor technologią prochu oraz materiałów używanych w artylerii.

Księga 3 *De rochetis* poświęcona jest w całości budowie, produkcji oraz własnościom rakiet. Wysuwa tu autor szereg nowych projektów: rakiety proste i złożone, ogonowe i bezogonowe, wodne i biegnące na linkach.

W księdze 4 *De globis* omawia Siemienowicz pociski używane w celach rozrywkowych i do zabawy (sztuczne ognie, fajerwerki) oraz stosowane w wojsku (granaty, kule itp.).

Księga 5 zajmuje się urządzeniami do sztucznych ogni i do celów wojennych. Przedmiotem jej są m. in. maszyny i budowle pirotechniczne oraz sprzęt wojskowy (tarcze, szable, kordelasy, miecze, zerdzie, laski, maczugi).

O tym, jak znakomite było to dzieło Siemienowicza, świadczą liczne jego przekłady na obce języki.

Przekład francuski ukazał się po upływie roku od wydania łacińskiego oryginału, a więc w r. 1651. Pełny tytuł brzmi: *Grand art d'Artillerie par Sieur Casimir Siemienowicz Chevalier Lituanien, Lieutenant General de l'Artillerie dans le Royaume de Pologne mise de Latin en François par Pierre Noiset Marcerien*. Przekład francuski liczy 410 stron.

Przekład niemiecki wyszedł w r. 1676, uzupełniony drugą częścią pióra Daniela Elricha, tłumacz nie wiedział więc o istnieniu tej części dzieła Siemienowicza. Pełny tytuł tego przekładu jest *Ausführliche Beschreibung der grossen Feuerwercks — oder Artillerie — Kunst Casimiri Siemienowicz itzo mit dem Zweitetheil vermehrt von Daniel Elrich. Francfurt am Mayn, bey Johann David Zünnern im Jahr 1676*.

Tytuł wydania angielskiego, które ukazało się jeszcze w 79 lat po oryginale, brzmi: *The Great Art of Artillery of Casimir Siemienowicz, Formerly Lieutenant-General of the Ordnance to the King of Poland. Translated from the French, by George Shelvocke, Jun. Gent. Illustrated with 23 Copper Plates, London, printed for J. Tonson at Shakespeare's Head in the Strand, 1729, fol. p. 404, Tables 22*.

Tłumacz pisze, że przekładał z tekstu francuskiego, bo łaciński jest wielką rzadkością i Polacy chowają go jak skarb. Zaznacza też, że sztuka pirotechniczna stoi w Polsce bardzo wysoko.

Przekład holenderski ukazał się podobnie jak i angielski w roku 1729; nie udało się ustalić pełnego tytułu tego przekładu.

Można się dziwić, że brak tłumaczenia dzieła Siemienowicza na język polski. Ma ono wyjść dopiero obecnie, niestety już tylko jako hołd dla znakomitego Polaka.

Janocki (*Janociana*, III) wspomina, że rękopis części drugiej dzieła Siemienowicza znajdował się w bibliotece książąt Sanguszków w Lubartowie pod Lublinem, następnie zaś — w bibliotece Załuskich w Warszawie i wraz z tą biblioteką został wywieziony do Rosji. Estreicher wspomina, że w „Przeglądzie Bibliotecznym“ (II—322) pisze redakcja: „Przed kilku laty p. Bronisław Gembarzewski spostrzegł w Bibliotece Muzeum Artylerii w Petersburgu rękopis, oznaczony jako Siemienowicza, a po pierwszym przejrzaniu uznany z zawartości swej za padający w obręb wojskowości“. „O spostrzeżeniu swym p. Gembarzewski — pisze dalej Estreicher — zawiadomił Akademię Umiejętności, która wszakże dotychczas żadnej pracy przygotowawczej do wydania, o ile wiemy, nie podjęła“.

Autor niniejszej pracy próbował dowiedzieć się w r. 1954 w Bibliotece Narodowej w Warszawie, czy manuskrypt drugiej części dzieła Siemienowicza był rewindykowany po I wojnie światowej. Ze względu jednak na częściowe zniszczenie Biblioteki Narodowej w Warszawie w 1944 roku, nic na ten temat powiedzieć nie można. Pozostaje spróbować sprawdzić w Muzeum Wojskowym w Leningradzie, czy znajduje się tam jeszcze rękopis Siemienowicza. Gdyby odpowiedź była pozytywna, warto byłoby wydać drukiem i tę część.

We *Wstępie* do części pierwszej *Artis Magnae...* Siemienowicz wymienia tytuły siedmiu ksiąg drugiej części swego dzieła.

Księga pierwsza *De tormentis* zajmowała się budową machin wojennych. Autor dodaje, że do tej księgi „dojdą bardzo liczne zagadnienia z zakresu fizyki, dotyczące wyładowania dział i niezliczonych innych spraw“, jak na przykład rozważania, jak „mając dany kąt wzniesienia działa można się dowiedzieć, na jaką odległość doleci armatnia kula“. W księdze drugiej *De mottarioris* pisze autor o moździerzach, w księdze trzeciej *De petardis* — o produkcji min, w księdze czwartej *De lectis* — o łożach dział różnych typów, w księdze piątej *De cunicularis et tribunaliis* zajmuje się Siemienowicz sposobami budowania i zakładania podziemnych min oraz kopców i wzgórków pod działa. W księdze 6 *De armamentariis* omawia autor budowę arsenałów, w księdze 7 zaś — zajmuje się uniwersalnym

przyrządem pirotechnicznym, będącym własnym wynalazkiem Siemienowicza.

Można przypuszczać, że druga część monografii Siemienowicza o artylerii zawiera równie cenne pomysły i uwagi, jak opublikowana I część *Artis Magnae Artilleriae*...

Charakteryzując najogólniej pierwszą część dzieła Siemienowicza, należy potraktować ją jako pierwszą w świecie poważną próbę zbudowania nowej nauki, za jaką uważał Siemienowicz ulubioną przez siebie artylerię. Do owego czasu była ona bowiem oparta w znacznej mierze na recepturze rzemieślniczej.

Siemienowicz zdaje sobie sprawę z tego, że jego „przedsięwzięcie jest nowe, ponieważ nikt przed nim nie przedstawił go w tej kolejności przy pomocy takiej metody i takich reguł“. Jest w dziele wiele rzeczy, które „wynaleźli inni“, jednak poważną część książki zajmuje dorobek własny Siemienowicza. Autor spodziewa się, że jego pionierski trud będą chcieli przyswoić inni, traktując dokonane przez niego dzieło jako twórcze własne. Skoro bowiem nowe dzieło zostanie rozpoczęte, „powstaje zbiegowisko i wszyscy, znajdujący się na końcu, garną pod siebie chwałę poprzedników“. Tak było w istocie i z dziełem Siemienowicza.

Siemienowicz zupełnie świadomie opiera artylerię na szeregu nauk podstawowych, jak arytmetyka, geometria, mechanika, chemia, hydraulika, budownictwo, optyka, balistyka itd. Recepturę empiryczną usiłuje zastąpić recepturą naukową. Zdając sobie sprawę z wartości własnego dzieła, pisze je po łacinie, by służyło wszystkim. Posiadanej wiedzy nie tai, a stara się wszystko wyłożyć w sposób najbardziej jasny i poprawny. Tą postawą naukowca i badacza wyróżnia się od pirotechników — praktyków, którzy — jak pisze —

najusilniej się troszczą, żeby nie stało się rzeczą jawną dla wszystkich to, co od innych otrzymali jako największe tajemnice.

I dalej dodaje:

Będzie moim zamiarem podać wskazówki (zwłaszcza że wiem, iż nikt z pirotechników nie zrobił tego przede mną), w jaki mianowicie sposób i w jakim stosunku winno się łączyć materiały stanowiące skład mieszanin do rakiet, ażebyśmy mogli się cieszyć korzyściami płynącymi z właściwego ich połączenia.

Zazdrośnie strzeżone przez puszkarzy przepisy technologiczne publikuje Siemienowicz, ulepszając je zarazem w oparciu o własne spostrzeżenia i badania. Podawane recepty skrupulatnie sprawdza:

Nie wcześniej zastosowałem w praktyce którąkolwiek mieszaninę, aż poddałem ją dokładniejszemu obliczeniu arytmetycznemu i poprowadziłem dowody geometryczne oraz ustaliłem ją na podstawie zasad fizyki.

Siemienowicz wykazuje gruntowną znajomość dotychczasowej literatury. Przy opracowywaniu książki o raketach korzystał z dzieł 25 pisarzy zajmujących się pirotechniką. Cytuje on prace Brechteliusa, Uffanusa, Hanzeleta, Fronsbergera, Hieronima Cotaneusa oraz Hieronima Ruscellego. Siemienowicz wykazuje też znaczną erudycję zarówno wtedy, kiedy określa jednostki miary i długości oraz wylicza gęstości ciał stałych, cieczy czy proszków, jak i wtedy, gdy zajmuje się określeniem składu prochu strzelniczego zależnie od jego przeznaczenia. Zna się na wielu szczegółach i drobiazgach. Przejrzystość oraz zakres wykładu i poruszonych zagadnień wskazują, że całość problematyki artyleryjskiej oraz zastosowań artylerii do celów militarynych była mu doskonale znana.

KSIEGA III *DE ROCHETIS* DZIEŁA SIEMIENOWICZA I JEGO POGŁĄDY FIZYCZNE

Choć cała działalność Siemienowicza jako wybitnego teoretyka artylerii zasługuje na szczegółową analizę, zagadnieniem tym nie będziemy się w tej pracy zajmować. Przejdziemy natomiast do bliższego omówienia osiągnięć Siemienowicza w dziedzinie raketowej, gdyż zasługi jego z punktu widzenia współczesnego rozwoju raket rysują się jako zdumiewające.

Aby mieć pewien pogląd na ogólną treść książki poświęconej raketom (rys. 3), zajmującej 28 stron i ilustrowanej kilkudziesięcioma rycinami, wymienimy tytuły jej rozdziałów:

- I. *O formach albo modelach, tak drewnianych jak i metalowych do konstrukcji raket małych i średnich,*
- II. *O formach albo modelach do konstrukcji dużych raket,*
- III. *O przyrządach do formowania, wiązania i napełniania różnego rodzaju raket,*
- IV. *O materiałach i zestawach napędowych, służących do napełniania różnych raket,*
- V. *O wierceniu otworów w raketach i przyrządach do ich kontroli,*
- VI. *O raketach z ogonami latających w przestrzeni,*
- VII. *O raketach bezogonowych latających w przestrzeni,*

VIII. O rakietach startujących z wody,

IX. O rakietach biegnących po sznurze,

X. O uszkodzeniach rakiety oraz ich przyczynach i o prawidłowej konstrukcji rakiety.

Księga *De rochetis* stanowi częściowo przegląd stanu techniki rakiety w połowie XVII wieku, częściowo zaś zawiera samodzielny dorobek Siemienowicza, zarówno teoretyczny, jak i doświadczalny.

Z osiągnięć teoretycznych Siemienowicza należy wymienić poza nowymi typami rakiety — następujące pozycje: opracowanie składu mieszanin pędnych do rakiety, sprawę stosowania i wiercenia otworów w mieszaninie pędnej, nową podstawę klasyfikacji rakiety (średnicę rakiety, a nie jej długość), nowe opracowanie ważnego parametru konstrukcyjnego rakiety, jakim jest stosunek długości do średnicy, zależny od rozmiarów i ciężaru rakiety. Sprawami tymi nie będziemy się tu dłużej zajmować, gdyż dotyczą one technologii rakiety, która może być interesująca tylko dla historyka pirotechniki.

Natomiast ogólniejsze znaczenie ma wyjaśnienie zasady ruchu rakiety, o czym mimochodem wspomina Siemienowicz w związku z wierceniem otworów w zestawach napędowych. Otwory te spełniają rolę dyszy, zwiększając zarazem powierzchnię spalania stałego materiału pędnego (prochu). Siemienowicz pisze:

...taki kształt wylotu płomienia zapewnia łatwiejsze wygryzanie materii, która zwraca swą moc, kiedy wypływa i z dużą siłą rzuca rakiety.

Na uwagę w tym sformułowaniu zasługuje fakt, że czynnikiem poruszającym rakiety są, według Siemienowicza, wylatujące gazy. Siemienowicz mówi o „zwracaniu przez nie swej mocy“, dziś powiedzielibyśmy o odrzucie lub sile odrzutu, z jaką wylatujące z dyszy gazy działają na resztę rakiety. Jak widzimy, Siemienowicz nie popełnia częstego w jego czasie błędu, który i dziś jeszcze się zdarza przy niepoprawnym objaśnianiu zasady ruchu rakiety, a polegającego na przypuszczeniu, że rakieta „odpycha się“ od otaczającego ośrodka (powietrza). Wiemy, że rakieta może poruszać się lotem napędowym także i w przestrzeni pustej, a ciąg uzyskuje jedynie z procesu wyrzucenia gazów z dyszy, dzięki odrzutowi tych gazów. Istotę tego zjawiska sformułował Newton w swej III zasadzie dynamiki w r. 1687. Wydaje się, że w odniesieniu do szczególnego przypadku — ruchu rakiety — Siemienowicz rozumiał już trzecią zasadę dynamiki Newtona, aczkolwiek niezbyt jasno ją precyzował.

Znajdują się jednak w tekście Siemienowicza i takie sformułowania dotyczące zasady ruchu rakiety, które wskazują, że nie zawsze mógł się on uwolnić od pojęć panujących w jego epoce. Tak na przykład omawiając sprawę otworów w zestawie napędowym rakiety i uzasadniając ich konieczność, pisze on, że inaczej

...ogień nie dotarłby do wnętrza w celu zapalenia materiału, a właściwością jego natury jest to, iż wszystko, co poddane jest jego władzy, ze sobą zabiera, odchodząc do swojej siedziby, i z tego powodu rurę rakiety z wszelkimi dodatkami podnosi i pędzi w powietrze, jak długo wystarcza wypełniającego ją materiału.

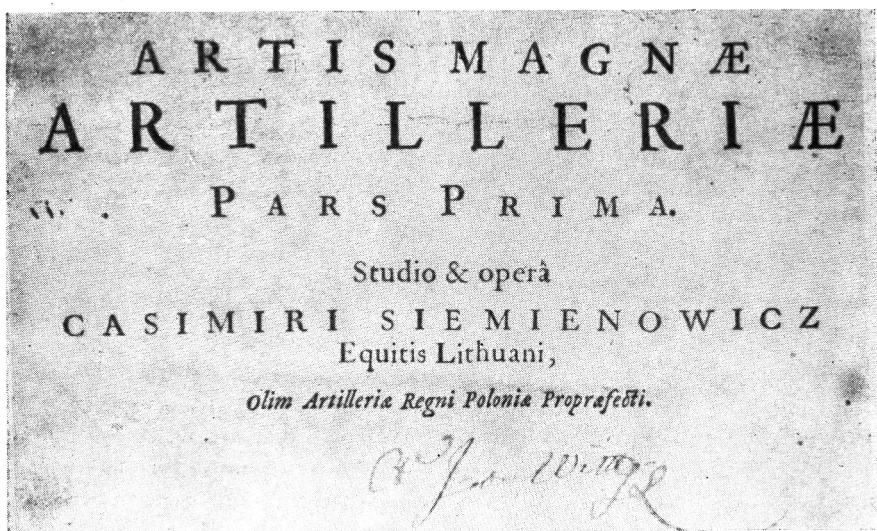
W podanym objaśnieniu ruchu rakiety dostrzegamy ślady poglądów Arystotelesa. Żywioły dążą do właściwej sobie sfery. Sfera ognia znajduje się ponad sferą powietrza. Dostrzegany przy spalaniu prochu ogień uchodząc do właściwej sobie sfery porywa z sobą rurę i resztę rakiety, unosząc ją w górę.

W zakresie mechaniki interesujące są również rozważania Siemienowicza o „mocy“, z jaką uderzają młotki o różnych ciężarach, przyspieszone do prędkości tyle razy większej jedna od drugiej, ile razy ciężar jednego młotka jest mniejszy od drugiego. Siemienowicz twierdzi, że młotek o mniejszym ciężarze i większej prędkości uderzy z większą „mocą“ niż młotek cięższy, o odpowiednio mniejszej prędkości. Jeżeli pod terminem „moc“ będziemy rozumieli energię uderzenia, to Siemienowicz rzeczywiście ma rację: energia kinetyczna bowiem zależy od pierwszej potęgi masy (u Siemienowicza jest mowa o ciężarze) i od drugiej potęgi prędkości. A oto sformułowanie Siemienowicza:

Im trzonek młota będzie dłuższy i im rakielnik mający uderzać młotem wyżej podniesie ręce, młot z większą siłą i mocą uderzy w niżej położony stempel, tak że potężniej będzie walił młot o wadze 10-funtów niż drugi 10 razy cięższy, lecz mający długość trzonka 10 razy mniejszą niż pierwszy. Przyczyn tego należy szukać w zasadach mechaniki.

Trzeba dodać, że dziesięciokrotnie dłuższy trzonek, jak się domyślamy intencji Siemienowicza, pozwala uzyskać przy identycznej prędkości kątowej dziesięciokrotnie większą prędkość liniową młotka.

Polemizuje przy okazji Siemienowicz z wyrażanymi współcześnie poglądami, że wynik oddziaływania jednego ciała na drugie przy zderzeniu zależy od tego, jak silnie zgęszcza ciało uderzające powietrze między sobą a ciałem uderzanym. Cytujemy argumentację Siemienowicza:



Rys. 2. Pełny tytuł dzieła Siemienowicza; fotografia

ARTIS
MAGNÆ ARTILLERIÆ
PARTIS PRIMÆ
LIBER III.
DE ROCHETIS.



Mnium artificialium ignium, primum sibi vendicant locum Rochetæ, vel *Pyroboli* ex Græco (tametsi id improprie usurpetur ad nostras Rochetas: cum *ουροβόλη* tela ignita denotet; de quibus infra) Italis *Rochette & Raggi*, Gallis *Fusees*, Germanis *Steigende Kasten*, vel *Ragetten*, & *Dracheten*, nobis vero Polonis *Race* dicitur. Harum constructio perantiqua, & omnibus Pyrobolistis nota fatis: quæ licet facilis, laboriosa tamen, & accuratam preparantis requirit sedulitatem. Pyroboliæ vero operam dari, ab his initium fumunt: nec incongruè sanè, cum omnes recreativi ignes artificiales, omnes Machinæ: ut sunt Tubi, Rotæ ignitz, Gladii, Semispathæ, Globi, cæteraque his similia Pyrobolica inventa, absque Rochetis, vix esse possint. Igitur hoc tertio libro illarum præparandarum modum, varias formas, figuras, & usum sufficienter proponemus.

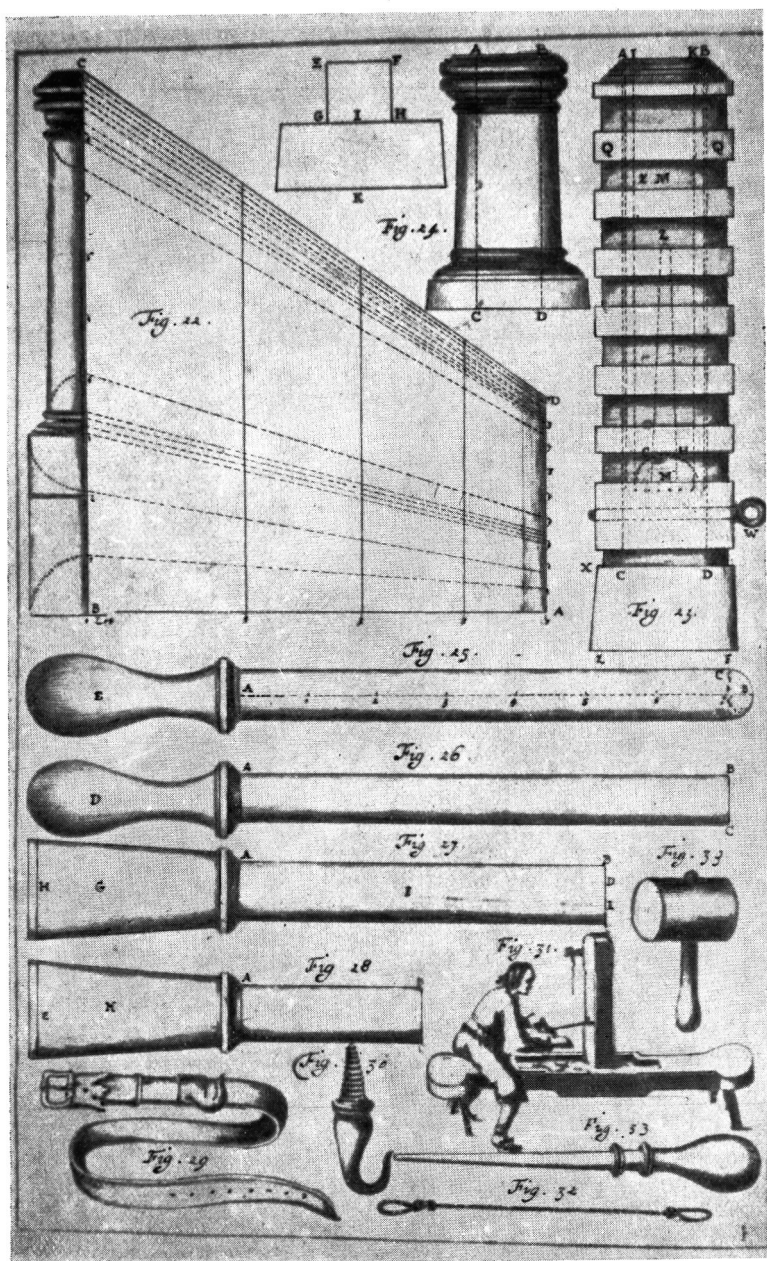
CAPVT I.

De Formis seu Modellis, tam Ligneis quàm Metallicis, ad construendas Rochetas Parvas, & Mediocres.

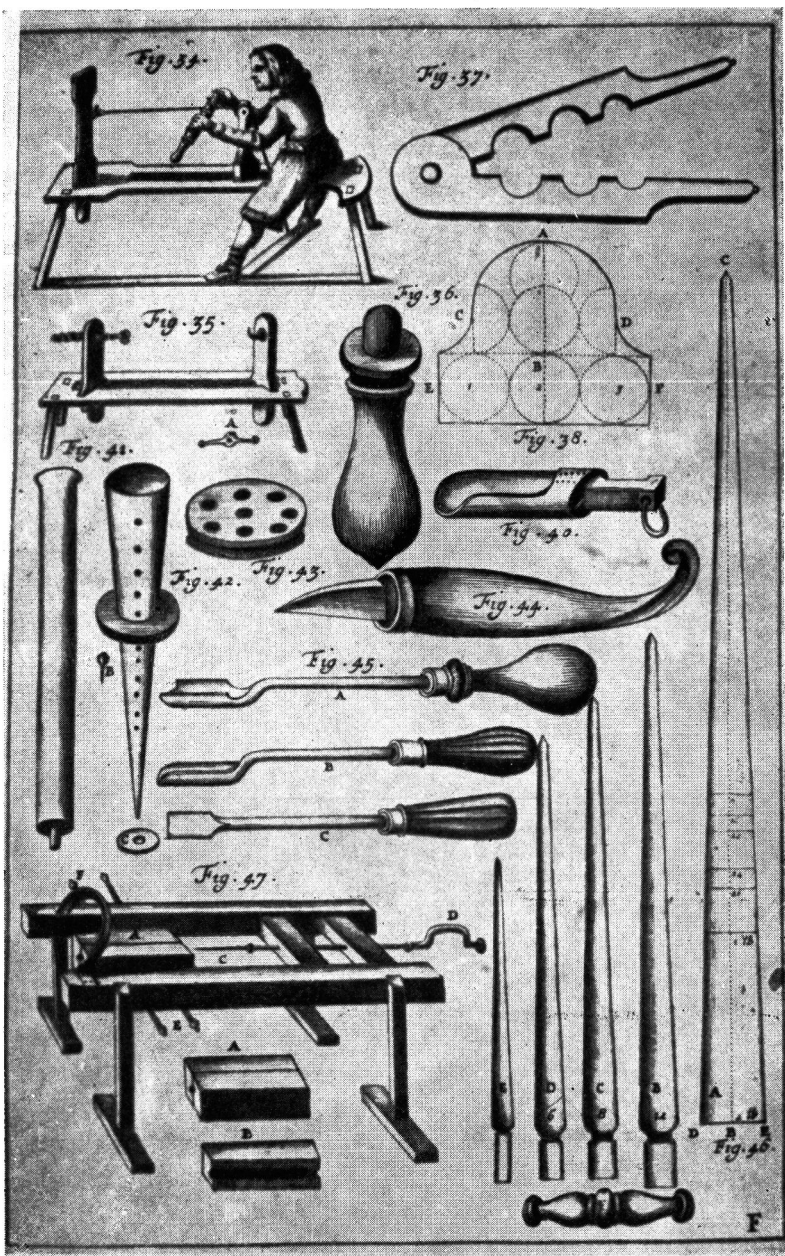
Modus. 1.

Formæ, siue Modelli ad constuendas Rochetas, tum ex ære fusili vel aurichalio, tum ex lignis solidioribus: ut sunt Cupressus, Palma, Castanea, Buxus, Nux Italica, Juniperus, Prunus sylvestris, & aliis hisce similibus, immo ex Ebore, & lignis Indicis, parari, & quam politissimè ab intus, & ab extra tornari solent. Proportio tam altitudinis, quam crassitiei, & ornamentorum, variat apud artifices; juxta illud, quot capita, tot sensus. Quantum ad formas in quibus Parvæ & Mediocres Rochetæ construuntur. (Parvas Rochetas autem voco, quæ in orificiis aliquot uncialium globorum plumbeorum diametros habent; sed unam libram non excedunt: Mediocres vero quæ sunt 1^{ss}, & 2; trium verò vix concesserim: Majores denique à 2^{ss}, usque ad 100^{ss} fumi possunt) Istarum duos modos hic exponam: Majorum vero sequenti capite rationes docebo. Primus itaque modus est hic. In Figura N. 20, finximus diametrum orificii formæ A B, esse 1^{ss} plumbei globi (usu enim apud Pyrobolistas receptum est, ut orificia formarum & Rochetarum mensurerentur diametris globorum plumbeorum) Altitudo formæ ab Y, usque in E, est 7 diametrorum orificii: ab E vero usque in G, est altitudo Stylobatæ, qui subponitur formæ dum Rocheta oneratur 1 diametri cum: Hæc habet in medio Cylindrum, qui erasus est per diametrum C D: Altus verò 1 diametrum orificii. Huic Cylindro, insitit dimidius Globus I O P M, cujus diameter L M est; ejusdem

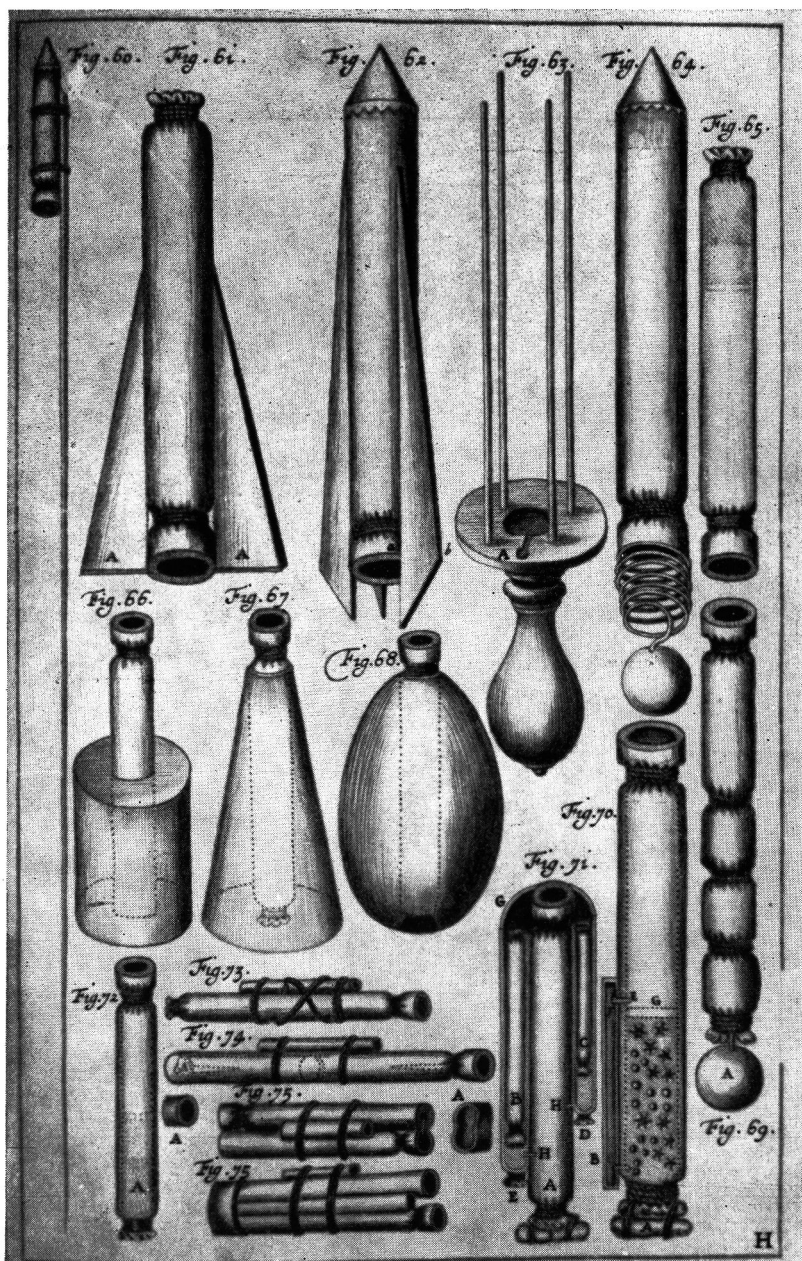
Rys. 3. Fotografia pierwszej strony z III księgi dzieła Siemienowicza poświęconej rakiетom. We wstępie Siemienowicz pisze, że w języku polskim rakiety nazywamy „racami“



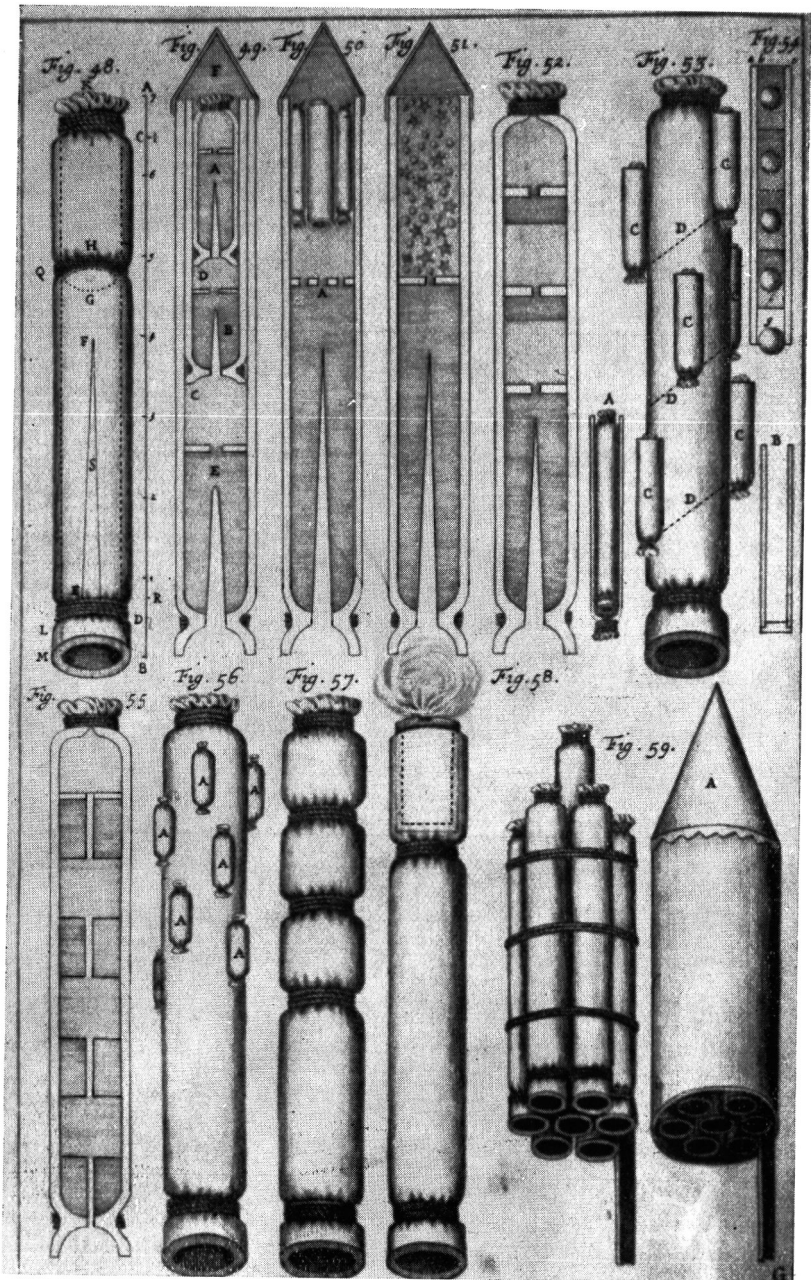
Rys. 4a. Narzędzia do wyrobu rakiet w połowie XVII wieku, wg Siemienowicza (tablica E)



Rys. 4b. Narzędzia do wyrobu rakiet w połowie XVII wieku wg Siemienowicza (tablica F)



Rys. 5. Tablica H z dzieła Siemienowicza. Fig. 61 stanowi pomysł rakiety trójstopniowej zaopatrzonej w skrzydła typu delta. Fig. 61, 62, 64 i 69 przedstawiają pomysły Siemienowicza rakiet bezgonowych z wykorzystaniem różnych metod stabilizacji rakiety w locie. Fig. 60 — rakieta z żerdzią ogonową dla stabilizacji lotu — przedstawia taki sam rysunek, jak zamieszczony w książce G. P. Suttona (1949); Sutton zaznacza jednak, że jest to typ rakiety Congreve'a z okresu 1800 r.



Rys. 6. Tablica G z dzieła Siemienowicza, zawierająca szkice różnych rakiet. Szkic oznaczony jako Fig. 49 stanowi pomysł rakiety trójstopniowej, dwa rysunki, oznaczone jako Fig. 59 przedstawiają pomysł rakiety złożonej typu baterii raketowej, zaś Fig. 50 — pierwszą wersję kombinowanej rakiety złożonej, której jeden ze stopni jest baterią raketową

Na podstawie poglądu niektórych załączam tę uwagę, że wszystkie ciała gwałtownie rzucone jakimkolwiek sposobem posiadają większą moc i bardziej oddziałują na ów przedmiot, na który są skierowane, im bardziej zgęszczają powietrze leżące między nimi a ciałem, które ma być uderzone; zgęszczają zaś powietrze tym bardziej, im prędzej będą się poruszać. Szybszy zaś staje się ruch tego przedmiotu, który porusza się po kole (o takim tylko ruchu teraz mówię) w punkcie odleglejszym od środka swego ruchu niż tego przedmiotu, który od tego środka mniej jest oddalony. Wobec tego prędkość lub łatwość ruchu ma się tak do drugiej prędkości, jak promień koła i jego okrąg do promienia i okręgu drugiego koła. Jeśliby zatem wzięto dłuższy trzonek młotka jako promień koła, którego środek znajduje się w ramionach uderzającego raketnika, wtedy łatwiej i prędzej będzie się poruszał młot i w następstwie będzie daleko skuteczniej oddziałował niż drugi młot, którego trzonek będzie krótszy, chociaż miałby większy od tamtego ciężar, lecz poruszałby się wolniej z tego powodu, że ma krótszy trzonek. To zaś wygodniej można odnieść do dźwigni i łatwiej zgodziłbym się na to, że wcale tego nie może tutaj sprawić zgęszczone powietrze, aby młot z większą mocą uderzał o stempel, na który opada, ponieważ w tak małej przestrzeni przebywanej przez młot poruszany w koło mało znajduje się powietrza i, choć byłoby w dużej ilości, rozrzedza się przez częste ruchy coraz bardziej, a owa zwartość i spójność jego cząstek, jaką posiadało na początku, zanim odbywał się ruch młota, rozprasza się i niknie.

Tak więc nie zgęszczanie powietrza, a znaczna prędkość uzyskana przez młot jest decydującym czynnikiem o „mocy“ uderzenia. Sama argumentacja Siemienowicza nie jest jednak jasna, szczególnie kiedy mówi o malejącej zwartości i spójności cząstek powietrza przy wielokrotnych ruchach młota.

Przytoczymy jeszcze jedno sformułowanie Siemienowicza, z którego wynika, iż zdawał on sobie do pewnego stopnia sprawę z tego, że siła powoduje przyspieszenie ciała („zwiększenie prędkości poruszającego się młotka“). Sformułowanie to brzmi:

...siła mocnego ramienia wiele dodaje prędkości poruszającemu się młotkowi i wskutek tego więcej udziela mocy, którą oddziałuje na przedmiot podany działaniu.

Rozumiejac pod terminem „moc“ — energię uderzającego ciała, moglibyśmy poprawnie wyrazić myśl Siemienowicza w sposób następujący: siła poruszającego ramienia przyspiesza poruszający się młotek i na skutek tego udziela mu większej energii, z którą uderza młotek. Rezultat uderzenia zależy, według Siemienowicza, od „mocy“ młotka, a więc — jakbyśmy to dziś poprawnie sformułowali — od jego energii.

Trzeba podkreślić, że zastanawiając się nad sprawą ruchu rakiety w powietrzu, Siemienowicz kładzie duży nacisk na znaczenie, ja-

kie posiada kształt rakiety ze względu na opory powietrza. Dziś powiedzielibyśmy, że kształt poruszającej się w powietrzu rakiety musi być aerodynamiczny celem zmniejszenia oporów ośrodka. Interesujące nas sformułowanie Siemienowicza, gdzie wysuwa on zasadę aerodynamiczną, brzmi:

Nie należy zmuszać raket do podnoszenia w górę ogromnych i nieproporcjonalnych do ich sił ciężarów. I chociażby one były nawet proporcjonalne, to w taki jednak sposób powinny być do raket doczeplone i taki mieć kształt, iżby się nadawał do łatwego przerywania powietrza i doznawał niewiele przeszkody i oporu ze strony tegoż przy prostym wznoszeniu się (które dla wszystkich gwałtownie wyrzuconych i pchniętych ciał jest bardzo trudne). Im zaś większe będą rakiety, tym bardziej należy tego przestrzegać, aby z przyczepionymi ciężarami miały postać ostrosłupa lub stożka, ponieważ ciała o tym kształcie doznają mniejszego oporu ze strony powietrza niż wszystkie inne, a w czasie lotu mają otwartą drogę, aczkolwiek bryła w kształcie kuli daleko jest odpowiedniejsza do dokonywania w powietrzu obrotów, ponieważ ze wszystkich stron objęta jest jednakową powierzchnią.

Z przeglądu myśli Siemienowicza, gdzie wypowiada on w formie jeszcze niejasnej i zawilej pewne prawa fizyki lub istnienie ich przeczuwa, widać jego docieklivy umysł i postawę przyrodnika-badacza. Siemienowicz streszcza tę postawę w słowach: „Badacz przyrody znajdzie tu (w dziedzinie artylerii) subtelne zagadnienia przyrodnicze“.

TECHNIKA PRODUKCJI RAKIET WEDŁUG SIEMIENOWICZA

Rysunki i szkice Siemienowicza od fig. 22 do 47 (rys. 4a i 4b) przedstawiają szczegółowo poszczególne etapy produkcji rakiety. Przedstawiona na fig. 22 forma, odlana ze spiżu, posiadała wewnątrz bolec pionowy, ustawiony centralnie. Umieszczona wewnątrz formy łuska była wypełniana prochem, silnie ubijanym za pomocą coraz to krótszych drążków (fig. 26, 27 i 28). Łuskę otrzymano z papieru przez owijanie drewnianego wałka (fig. 25). Przewiązanie łuski wypełnionej prochem za pomocą specjalnego sznura (fig. 32), dokonywane na przyrządzie przedstawionym na fig. 31, zabezpieczało przed wysypaniem prochu z rakiety. Dzięki obecności bolca w formie spiżowej ładunek posiadał długi otwór stożkowy. Otwór ten zabezpieczano podczas przewiązywania, wkładając drewniany trzepień (fig. 36), który następnie usuwano. Przód rakiety zamykano okrągłą tarczą drewnianą lub metalową (fig. 43), posiadającą szereg otworków, dzięki którym w końcowym etapie spalania prochu ogień mógł zapalić ładunek oświetlający lub zapalający, umiesz-

czony w górnej części pocisku. Przedstawiona na fig. 47 wiertarka służyła do wiercenia otworów w tylnej części ładunku prochu węgla, gdy forma do sporządzania rakiet nie posiadała bolca. Wiertła różnych rozmiarów używane w tym celu przedstawia fig. 46. Przedstawione na tych rysunkach urządzenia do produkcji rakiet przetrwały w niezmienionej formie przez przeszło 200 lat.

Wspomnieliśmy wyżej o stosowaniu przez Siemienowicza długich otworów w zestawach napędowych: otwory te spełniają rolę dysz, zwiększając zarazem powierzchnię spalania masy pędnej (prochu). O wierceniu otworów w zestawach napędowych, a więc o potrzebie istnienia w rakiecie dyszy nie pisał nikt przed Siemienowiczem. Powiada on:

Skrętnie przeglądawszy dzieła, ile ich tylko mogłem mieć po dawniejszych pirotechnikach, nie znalazłem zgoła nic o wierceniu rakiet.

I dalej dodaje:

...tego bowiem rodzaju kształt otworu jest bardzo dogodny i odpowiedni dla promieni ognia; łatwiejsza także jest wtedy możność pochłaniania materii ze wszystkich stron, a w następstwie większa moc do podniesienia rakiety.

Siemienowicz gdzie indziej wspomina, że jest niemożliwe, aby nikt przed nim nie wpadł na pomysł wiercenia otworów (dysz) w zestawach napędowych, fakt ten był jednak ukrywany jako bardzo istotny szczegół technologiczny w produkcji rakiet.

Tak więc nie możemy uważać Siemienowicza za pierwszego, który zaprojektował i budował rakiety, zaopatrzone w dysze. Jednak jest on niewątpliwie pierwszym, który opublikował tę myśl i podał szczegółowe dane konstrukcyjne i technologiczne, jak takie dysze w rakietach należy robić. Oczywiście mowa tu o dyszach w rakietach na paliwo stałe.

W zakończeniu księgi III podaje Siemienowicz szereg wad rakiet. Przytoczymy te, które są istotne także i dziś:

...pierwszym i zasadniczym błędem rakiet jest to, że pękają albo w samej chwili podpalania, albo też po wznieśieniu się w powietrze na wysokość jednej, dwóch lub trzech żerdzi... ..rakiety... zatoczywszy łuk kołowy wracają na ziemię, chociaż jeszcze nie wypalił się cały materiał... ..rakiety wznosząc się wśród drgań tworzą linię spiralną i kręcą się na kształt bluszczu lub świdra... ..rakiety unoszą się powoli i zbyt ociężale, jak gdyby nie chcąc i wzdragając się przed wzbiciem się w górne regiony...

Wśród przestróg, jakie daje Siemienowicz, aby udany był start rakiety, przytoczymy jedną, dziś także aktualną:

...w chwili podpalania rakiet — noc deszczowa, chmurna, burzliwa, również gwałtowny wicher i zmienne wiatry — szczególnie zwykły niweczyć pożądane efekty...”

Mając zaś na uwadze trudności konstrukcyjne i technologiczne przy budowie rakiet, rzuca Siemienowicz uwagę, którą i dziś warto pamiętać:

Nie można tych natychmiast obwiniać o nieznamość sztuki (artylerii), u których kiedyś rakiety nie dały takich wyników, jakich się spodziewano i życzone sobie...

RAKIETOWE OSIĄGNIĘCIA KONSTRUKCYJNE SIEMIENOWICZA

Przedstawione na rysunkach (rys. 5 i 6) szkice Siemienowicza od fig. 48 do fig. 75 stanowią szereg różnych rozwiązań konstrukcyjnych, z których wiele jest oryginalnym pomysłem Siemienowicza. W dalszym ciągu omówimy różne typy rakiet, wychodząc od najbardziej interesujących rozwiązań Siemienowicza, jakimi są niewątpliwie jego rakiety złożone oraz rakiety bezogonowe ze stabilizacją za pomocą skrzydeł o kształcie litery delta.

W tym celu jednak musimy przeprowadzić ogólną dyskusję nad zależnością między parametrami współczesnej rakiety a jej zasięgiem i prędkością. Pozwoli to bowiem zrozumieć istotne znaczenie pomysłów konstrukcyjnych Siemienowicza, wskazując zarazem na jego głęboką znajomość możliwości, jakie posiada rakietka.

Trzecia zasada dynamiki Newtona objaśnia pochodzenie siły odrzutu, a więc i ciągu rakiety. Ruch rakiety stanowi przy tym przykład ruchu ciała o zmiennej masie. Podczas lotu napędowego (przy pracującym silniku) zmienia się masa rakiety; zmniejsza się ona o masę wyrzucanych z dyszy gazów, stanowiących tak zwaną masę odrzutową. Ciąg rakiety nie zależy od otaczającego ośrodka i może być uzyskany także w przestrzeni pustej. Rakietka bowiem transportuje na „pokładzie“ zarówno paliwo, jak i środek utleniający.

Niech mierzona względem rakiety prędkość wylatujących z dyszy gazów jest stała i wynosi w . Przyjmując, że rakietka porusza się w przestrzeni bezgrawitacyjnej i wolnej od oporów oraz że w chwili startu ($t = 0$) masa startowa rakiety wynosi m_0 , otrzymamy na prędkość v , którą rakietka osiągnie po spaleniu części paliwa, kiedy jej masa wraz z resztą paliwa wynosi m , wyrażenie: $v = w \cdot \lg m_0/m$. Jeżeli całkowita masa rakiety pustej jest m_k , zaś masa zabranego paliwa wynosi m_p , to $m_0 - m_p = m_k$. Prędkość, jaką rakietka osiągnie

w polu bezgrawitacyjnym i bez oporu po spaleniu wszystkiego paliwa, nazywamy prędkością charakterystyczną lub graniczną

$$v_p = w \cdot \lg \frac{m_o}{m_k}$$

Wzór ten został wyprowadzony przez Ciołkowskiego (1903). Wyrażenie m_o/m_k stanowi jeden z ważnych parametrów charakteryzujących rakietę i nosi nazwę stosunku mas.

Pisząc ten wzór w postaci $\lg \frac{m_o}{m_k} = \frac{v_p}{w}$ widzimy, że praktycznie na prędkość rakiety v_p większy znacznie wpływ wywiera prędkość w wypływających gazów aniżeli ich masa. Tak na przykład, aby masie 1 kg nadać prędkość $v_p = 12$ km/sek przy szybkości wypływu gazów z dyszy $w = 1$ km/sek., masa paliwa musi wynosić około 160 000 kg. Jest rzeczą oczywistą, że praktycznie masa rakiety wraz ze zbiornikami oraz urządzeniami nie może być 160 tysięcy razy mniejsza niż masa paliwa. Stosunek mas m_o/m_k przestaje być tak niekorzystny, skoro tylko wzrośnie prędkość wypływu gazów. I tak przy prędkości wypływu gazów z dyszy $w = 12$ km/sek prędkość końcowa rakiety będzie równa 12 km/sek. wtedy, gdy $m_o/m_k = 2,718$.

Sens podanego przykładu jest zupełnie jednoznaczny: aby zwiększyć prędkość rakiety, należy dążyć do wzrostu prędkości wypływu gazów z dyszy. Jest to tym bardziej oczywiste, że ze względów technicznych stosunek mas rakiety nie może być zbyt duży. Masa rakiety pustej wraz z pustymi zbiornikami i urządzeniami oraz użytecznym ładunkiem nie może być mniejsza od masy transportowanego paliwa więcej niż 7-9 razy przy bardzo optymistycznych założeniach konstrukcyjnych. Tak więc nie wydaje się, aby dla rakiety jedno-stopniowej stosunek mas m_o/m_k mógł być większy niż 10. Widzimy, że istnieją bardzo ograniczone możliwości wzrostu stosunku mas dla rakiety jedno-stopniowej. Możliwe dziś do osiągnięcia prędkości wypływu gazów z dyszy są także ograniczone do 3 czy 3,5 km/sek. W sumie oznacza to, że prędkość końcowa rakiety jedno-stopniowej jest także ograniczona do paru km/sek.

Prędkość rakiety międzykontynentalnej musi wynosić około 5—7 km/sek., rakiety zaś zdolnej do ustawienia sztucznego satelity Ziemi — blisko 8 km/sek. Lot na Księżyc możliwy jest przy tzw. prędkości ucieczki wynoszącej około 12 km/sek. Chcąc uzyskać podobne prędkości i zmniejszyć niekorzystny stosunek mas m_o/m_k , trzeba zwiększyć prędkość wypływu gazów spalinowych z dyszy. Prowa-

dzi to jednak natychmiast do nowych trudności. Większa prędkość wypływu gazów z dyszy oznacza zarazem wyższą temperaturę w komorze spalinowej i — na ogół — wyższe ciśnienie. Na razie nie dysponujemy dostatecznie żaroodpornymi materiałami. Tak więc trudności materiałowe i konstrukcyjne ograniczają w sposób zasadniczy stosowanie rakiet jednostopniowych dla dużych prędkości. Zagadnienie to można jednak rozwiązać przez zbudowanie rakiety wielostopniowej, stanowiącej jeden z wariantów rakiety złożonej.

Rozróżniamy dwa czyste typy rakiety złożonej: rakietę wielostopniową, gdzie poszczególne silniki są umieszczone jeden za drugim i pracują niejednocześnie, oraz baterię rakietową (rakietę wielodyszową), gdzie oddzielne mniejsze silniki rakietowe stanowiące elementy większego zespołu są umieszczone obok siebie i wszystkie pracują jednocześnie. Trzecim możliwym wariantem rakiety złożonej jest kombinacja obu wymienionych typów. Będzie to rakietę złożoną kombinowaną. Jeden lub więcej stopni rakiety wielostopniowej stanowią wtedy baterie rakietowe.

Problem rakiety złożonej ogromnie się zaktualizował w związku z możliwościami lotu kosmicznego poza obszar atmosfery oraz budową pocisków o dużym zasięgu pionowym, a przede wszystkim — poziomym (rakietę międzykontynentalne) i rakietę do obrony przeciwlotniczej. Zasada wielu stopni polega na tym, że rakietę mniejszą stanowi ładunek rakiety większej, te dwie rakietę stanowią ładunek jeszcze większej itd. Startująca z Ziemi duża rakietę wyrzuca na pewnej wysokości niesiony ładunek będący mniejszą rakietę, zaopatrzoną we wszystkie urządzenia i paliwo. Ta rakietę kontynuuje dalej samodzielny lot, nie obciążona zbędnym balastem zbiorników i urządzeń rakiety-matki oraz mając znaczną prędkość początkową. Rakietę-córka może podnieść wyżej jeszcze mniejszą rakietę, zaopatrzoną we własny silnik i paliwo itd., aż zostanie osiągnięta żądana prędkość. Tak na przykład rakietę trzystopniowa może uzyskać w przybliżeniu trzykrotnie większą prędkość niż rakietę jednostopniowa.

Dla przykładu porównajmy charakterystyki zbudowanej w r. 1949 rakiety dwustopniowej V-2 + WAC Corporal, zwanej „Bumper“. Niech pracuje ona raz jako układ jednostopniowy, drugi zaś — jako dwustopniowy. Jeżeli silniki obu stopni pracują jednocześnie (co technicznie byłoby zapewne trudne do zrealizowania, chodzi jednak o ilustrację zasady), to po wyczerpaniu paliwa prędkość tego jednostopniowego układu wyniosłaby teoretycznie 2 760 m/sek. Niech

z kolei rakietą naszą pracuje jako zespół dwustopniowy: najpierw zostaje uruchomiony silnik rakiety V-2, na pewnej wysokości — po wyczerpaniu paliwa — powłoka V-2 odpada i dalszy lot kontynuuje samodzielnie po uruchomieniu silnika rakietą WAC Corporal. Po wyczerpaniu paliwa jej prędkość wynosi tym razem według teoretycznych wyliczeń — aż 4 600 m/sek. Korzyści ze zwielokrotnienia rakiet są oczywiste — prawie dwukrotny wzrost prędkości końcowej.

Autorem pomysłu rakiet wielostopniowej jest Kazimierz Siemienowicz.

Szkic jego przedstawiony na fig. 49 stanowi bowiem pierwszą w historii wersję rakiet wielostopniowej. Rysunek przedstawia raketę trójstopniową. Każdy ze stopni stanowi samodzielną raketę, zaopatrzoną w paliwo, dyszę i zapalnik. Całość tworzą trzy zsunięte rury. Trzeci stopień jest ładunkiem drugiego, zaś drugi — pierwszego stopnia. Proponowane przez Siemienowicza masy rakiet odpowiednich stopni są: 820 gramów, 307 gramów, 128 gramów, stosunek mas stopni wynosi więc 6,4 : 2, 4 : 1, każdy z poszczególnych stopni pracuje kolejno. Zwielokrotnienie rakiet służyć miało zwiększeniu jej zasięgu pionowego i poziomego.

Ideę użycia rakiet wielostopniowej do podróży kosmicznej wysunął jako pierwszy Konstanty Ciołkowski w latach 1917-18. Nie potrafimy powiedzieć, czy Siemienowicz nie tylko projektował, ale i budował prochowe rakiety wielostopniowe. Dlatego za pierwszą technicznie zrealizowaną raketą wielostopniową na paliwo stałe uchodzi niemiecki pocisk sterowany z okresu drugiej wojny światowej, „Rheinbote“. Pierwszą zbudowaną i wystrzeloną raketą wielostopniową na paliwo ciekłe był wspomniany wcześniej zespół „Bumper“; w samodzielnym locie każda z rakiet tworzących ten zespół, V-2 i WAC Corporal, może z osobna osiągnąć wysokość — odpowiednio — 183 km i 70 km. W zespole dwustopniowym rakiet WAC Corporal wzniosła się w r. 1949 na wysokość 402 km, zaś w r. 1954 — na wysokość 425 km.

Przy obecnie rozporządzanych paliwach chemicznych wydaje się, że prędkość ucieczki niezbędną dla ustawienia sztucznego satelity można będzie uzyskać przy pomocy rakiet trójstopniowej.

K. Ciołkowski, zastanawiając się nad sposobami uzyskania możliwie dużego ciągu przy użyciu będących do dyspozycji paliw, wysunął — z myślą o locie kosmicznym — inne jeszcze rozwiązanie techniczne niż rakiet wielostopniowa. Rozwiązaniem tym jest bateria ra-

kietowa, gdzie kilka raketowych jednostek pędnych jest umieszczonych nie jedna za drugą — jak przy realizacji zasady wielu stopni — lecz jedna obok drugiej. W odróżnieniu od rakiety wielostopniowej wszystkie silniki mają przy tym pracować jednocześnie.

Bateria raketowa stanowi zespół pędny zdolny do uzyskania bardzo dużego ciągu, a więc i bardzo znacznych przyspieszeń, przy jednoczesnym ominięciu trudności, jakie niesie ze sobą olbrzymia komora spaliniowa. Każdy bowiem z elementów zespołu pędnego stanowi tu silnik raketowy średniej wielkości z „normalną“ komorą spaliniową i dyszą. Budowa takiego zespołu jest prostsza, gdyż pojedyncze silniki stanowią produkt seryjnego wytwarzania; są więc znacznie tańsze niż pojedyncze silniki - olbrzymy, będące w istocie — prototypami.

Według pomysłu Ciołkowskiego, wysuniętego po pierwszej wojnie światowej, poszczególne rakiety tworzące zespół baterii raketowej lecą obok siebie, spalając paliwo jednocześnie. Rakiety zewnętrzne odpadałyby w miarę wznoszenia się w górę, po uprzednim przepompowaniu reszty znajdującego się w nich paliwa do innych rakiet, stanowiących rdzeń baterii. Układ taki pozwoliłby osiągnąć bardzo znaczne przyspieszenie pod warunkiem, że uda się przepompować do innych rakiet resztę paliwa dostatecznie szybko. Identyczne warianty baterii raketowej zgłosili w ostatnich latach prof. G. Crocco oraz dr W. von Braun.

Idea baterii raketowej pochodzi również od Siemienowicza.

Przedstawiony jako fig. 59 szkic Siemienowicza stanowi pierwszą wersję baterii raketowej. Bateria ta składa się z siedmiu rakiet prochowych. Jest to rakiet typu sygnalizacyjnego lub do transportu materiału wybuchowego. Elementy jej złączone w jedną całość tworzą układ jednostek pędnych pracujących wszystkie jednocześnie.

Fig. 50 dzieła Siemienowicza stanowi przykład rakiety kombinowanej, wariantu często obecnie wysuwanego w związku z projektami pojazdów przeznaczonych do wykonania lotu kosmicznego. Rakiet kombinowana jest układem wielostopniowym, którego jeden lub więcej stopni stanowią baterie raketowe. Szczególnie celowe jest użycie baterii raketowych jako pierwszego stopnia rakiet wielostopniowych, gdzie chodzi o duży ciąg, a istnieją znaczne trudności technologiczne i techniczne w wyprodukowaniu olbrzymiej pojedynczej jednostki pędnej.

Kombinowana rakiet Siemienowicza jest układem dwustopniowym. Drugi stopień tworzy bateria składająca się z dwóch rakiet.

Umieszczona między nimi tulejka drewniana wypełniona jest świecącymi kulami (fig. 54), które kolejno wypadają podczas lotu drugiego stopnia, dając piękne zjawisko świetlne.

Aż do rozpoczęcia działalności Siemienowicza i długo jeszcze po nim rakiety były zaopatrywane w żerdź ogonową (fig. 60), która utrzymywała ją w równowadze podczas lotu, przeciwdziałając zakłóceniom wywołanym zmianą rozkładu ciężaru w rakiecie na skutek postępującego spalania się ładunku. Siedmio- lub ośmiokrotnie dłuższy od rakiety drewniany ogon umożliwiał stateczny lot rakiety. Wyrzutnię rakiety ogonowej stanowiło stosunkowo duże rusztowanie. Siemienowicz, wykonując szereg doświadczeń, doszedł do wniosku, że problem stabilnego lotu rakiety może być rozwiązany bez stosowania niewygodnej w użyciu żerdzi ogonowej. Znajduje on znakomite rozwiązanie, polegające na zaopatrzeniu rakiety w brzechwy lub płetwy-stateczniki, posiadające kształt litery delta. Niewielkie rakiety o masie 100 do 250 gramów proponuje on zaopatrzyć w płetwy-skrzydła umieszczone krzyżowo w tylnej części rakiety. Żerdź ogonowa może być zastąpiona przez dwie (fig. 61) lub trzy (fig. 62) brzechwy. Długość statecznika powinna wynosić $\frac{2}{3}$, szerokość — $\frac{1}{6}$ długości rakiety, grubość zaś — od $\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{8}$ średnicy otworu rakiety.

Zaopatrzenie rakiety w skrzydła-stateczniki umożliwiło znaczne uproszczenie wyrzutni raketowej, którą tworzy obecnie niewielki krążek i cztery pręty drewniane wbite pionowo (fig. 63). Startująca rakietka znajdowała się w momencie zapalania w pozycji pionowej.

Użycie skrzydeł-stateczników do stabilizacji lotu rakiety stało się powszechne dopiero w naszym stuleciu, gdyż jeszcze w XIX wieku używano rakiet ogonowych. O korzyściach, jakie dają skrzydła-stateczniki, świadczy następujący przykład. Używana przez Niemców podczas drugiej wojny światowej rakietka V-2 posiadała zasięg poziomy około 300 km. Po wojnie, podczas prób dokonywanych nad pozostawionymi przez Niemców rakietami, zmieniono nieco konstrukcję V-2: zaopatrzone ją mianowicie w skrzydła kształtu litery delta. Pozwoliło to zwiększyć poziomy zasięg rakiety niemal dwukrotnie. W skrzydła typu delta zaopatrywane są obecnie samoloty na prędkości naddźwiękowe. Również rakiety, które będą w przyszłości transportować pasażerów ze stacji kosmicznej (sztucznego satelity) na ziemię, będą zaopatrzone w skrzydła o kształcie litery delta. Pomysł Siemienowicza nowego rozwiązania stabilizacji lotu rakiety bez żerdzi ogonowej był więc niezwykle istotny.

Problem ten rozwiązywał Siemienowicz również inaczej. Stateczny lot rakiemie zapewniać ma też doczepiona z tyłu rakiety (fig. 64) kula żelazna na metalowej linie, zwiniętej w spiralę.

Niektóre inne szkice raket Siemienowicza są także interesujące. Najprostsze typy raket przedstawiają fig. 48 i 51. Część tylna jest wypełniona ładunkiem nośnym, przednia zaś — substancją dającą efekty świetlne. Rakieta o zwolnionym spalaniu przedstawiona jest jako fig. 52.

Na rakiemie pokazanej na fig. 53 umieszczone są na łusce wzdłuż linii spiralnej mniejsze rakiety; wywołują one obrót dookoła osi podczas lotu rakiety.

Rakiety fig. 66, 67, 68, 70, 71, 72 przystosowane są do pływania po wodzie i startowania z wody, a rakiety z fig. 73, 74 i 75 mogą ślizgać się po sznurze, przenizanym przez rurkę umocowaną do rakiety. Jeżeli związane są dwie rakiety, mające dysze zwrócone w przeciwną stronę, to po spaleniu się paliwa w jednej rakiemie, druga umożliwia ruch po sznurze w stronę przeciwną. Rakiety takie służyły wyłącznie celom rozrywkowym.

SPRAWA PRIORYTETU SIEMIENOWICZA

Przedstawiony dorobek Siemienowicza w dziedzinie techniki raketowej jest imponujący. Wydaje się, że dopiero działalność w tej dziedzinie Anglika Congreve'a (początek XIX wieku) można — i to do pewnego stopnia — traktować jako dalszy postęp w porównaniu z dziełem Siemienowicza, nieprześcignionym co najmniej przez 150 lat. Używany przez Józefa Bema w wojsku polskim Królestwa Kongresowego zestaw narzędziowy do produkcji raket jest niemal identyczny z tym, jaki zaprojektował Siemienowicz. Pomysły konstrukcyjne Siemienowicza należy traktować jako wzory klasyczne. Forma bowiem budowanych dziś raket nie uległa — co do swej zasady — zmianie; nie wniesiono dotychczas żadnych istotnie nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Rzeczywisty postęp w tej dziedzinie w czasach dzisiejszych polega przede wszystkim na wprowadzeniu paliwa ciekłego zamiast paliwa stałego (prochu) stosowanego przez Siemienowicza. Dalszą nowość stanowią rakiety jonowe i fotonowe, dziś jednak są one jeszcze w stadium wysoce hipotetycznych projektów.

Analogiczne rozwiązania konstrukcyjne, jakie znajdujemy już u Siemienowicza, projektuje niezależnie od niego Konstanty Cioł-

kowski, twórca nowoczesnej astronautyki; robi to jednak o przeszło 250 lat później.

Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że rozwiązania konstrukcyjne Siemienowicza dotyczą małych rakiet prochowych, używanych w celach rozrywkowych lub wojskowych. Wysuwane przez Ciołkowskiego oraz autorów późniejszych projekty rakietowe związane były z problematyką astronautyczną lub z szerokimi militarnymi zastosowaniami rakiet. Nam jednak nie chodzi tu o przeznaczenie takich czy innych konstrukcji rakietowych, a tylko — o samo sformułowanie rozwiązań konstrukcyjnych.

Z tego punktu widzenia dziwić się należy, że znakomita twórczość Siemienowicza uszła prawie całkowicie uwadze współczesnych nam historyków techniki rakietowej, podczas gdy rakiety w formie po raz pierwszy wysuniętej właśnie przez Siemienowicza budowane są zarówno w celach militarnych, jak i z myślą o dokonaniu lotu kosmicznego.

W literaturze obcej autorstwo pomysłu rakiety wielostopniowej przypisuje się ludziom, którzy żyli znacznie później niż Siemienowicz. W piśmiennictwie radzieckim jako autora projektu rakiety wielostopniowej wymienia się zwykle K. E. Ciołkowskiego (1857—1935). Ideę wielostopniowej rakiety kosmicznej wysuwa Ciołkowski w swej powieści fantastyczno-naukowej *Poza Ziemią*, napisanej w r. 1917, a drukowanej w czasopiśmie „Przyroda i Ludzie“ w r. 1918. Matematyczną analizę „rakietowego pociągu kosmicznego“ (rakiety wielostopniowej) opublikował Ciołkowski w r. 1929.

Dla zilustrowania znaczenia, jakie przypisuje się wysunięciu pomysłu rakiety wielostopniowej, przytoczymy uwagę z książki kand. nauk technicznych Gilzina *Putieszestwija k daliokim miram* (Moskwa 1956): (wobec trudności uzyskania prędkości ucieczki za pomocą rakiety jednostopniowej)... „geniusz Ciołkowskiego podpowiedział mu znakomite rozwiązanie. Wypowiedziana po raz pierwszy w świecie przez Ciołkowskiego idea rakiet wielostopniowych... polega na tym, aby podczas lotu uwalniać się od tych części rakiety, które stały się zbędne. Jak każdy wybitny pomysł, koncepcja Ciołkowskiego łączy w sobie wyjątkową prostotę z niezwykłą skutecznością“.

W istocie słowa te należałoby odnieść do Siemienowicza...

Willy Ley w swej książce, ujmującej szeroko problematykę rakietową także od strony historycznej, *Rockets and space travel* (1948 r.) wymienia tylko dzieło Siemienowicza w bibliografii, nie pisząc o nim

nic w tekście. Zamieszcza natomiast rysunki i cytuje znacznie mniej wybitnych autorów wcześniejszych oraz późniejszych od Siemienowicza. Ley powiada, że zarówno Goddard (amerykański badacz rakiety, żyjący w końcu ubiegłego i prawie do połowy bieżącego stulecia), jak i Oberth (żyjący jeszcze niemiecki specjalista w dziedzinie rakiety i astronautyki) doszli do zasady rakiety wielostopniowej w swych pierwszych pracach teoretycznych. Ley dodaje jednak, że już „patent belgijski wydany dr André Bing w r. 1911 opisuje zasadę rakiety wielostopniowej“. Dalej pisze Ley, że „można znaleźć rysunki i opisy rakiety wielostopniowych w książkach poświęconych fajerwerkom, wydanych jeszcze w latach 1700 i wcześniej“.

H. E. Ross w artykule opublikowanym w „Journal of the British Interplanetary Society“ w r. 1954 pisze:.... „zarówno V-2, jak i kombinacja A-9 z A-10 (rakietą dwustopniową) stanowią realizację idei wysuniętej przez Obertha jeszcze w 1922 roku. Jednak zasadę rakiety wielostopniowej znajdujemy na rysunku francuskiego oficera, Montgéry, w 1827 r.“.

Przykłady podobnych sformułowań moglibyśmy mnożyć.

Należy podkreślić, że o pracach Siemienowicza w dziedzinie rakiety prawie nic się nie pisze w fachowej literaturze na ten temat w językach obcych. Być może, iż powodem są trudności znalezienia monografii Siemienowicza.

O Siemienowiczu jako autorze pomysłu rakiety wielostopniowej wspominają jednym zaledwie zdaniem: A. B. Szerszewski w książce *Die Rakete für Fahrt und Flug* (Berlin 1929) oraz A. Szternfeld w swej monografii: *Wwiedienije w kosmonawtiku* (Moskwa 1937). Trzy ilustracje z książki Siemienowicza, grające zresztą marginesową rolę ciekawostek, o których nie wspomina się w tekście, zamieścił w swym artykule w miesięczniku „Inter Avia“ w r. 1953 prof. T. v. Kármán.

I to wszystko. Reszta bogatej literatury współczesnej na tematy rakiety w językach obcych pomija Siemienowicza, nie wspominając o jego zasługach, przypisując jego pomysły autorom znacznie późniejszym od Siemienowicza.

Tak na przykład G. P. Sutton wspomina w swej książce *Rocket Propulsion Elements* (London 1949) o wczesnym etapie rozwoju techniki rakiety, wiążąc go z Congreve'em. Na s. 23 swej książki zamieszcza rysunek, przedstawiający rakiety prochową z żerdzią ogonową, i zaopatruje go w następujący podpis: „Wczesny pocisk ra-

kietowy — około 1800 r.“ Rysunek jest identyczny z podanym przez Siemienowicza jako fig. 60 szkicem rakiety ogonowej.

Myśl zaopatrzenia rakiety w skrzydła przypisuje Gilzin (1956 r.) radzieckiemu konstruktorowi Canderowi (lata dwudzieste naszego stulecia). W istocie myśl tę wysunął jeszcze w r. 1420 włoski konstruktor J. Fontana, który zaopatrzył raketę w „tradycyjne“ skrzydła, nadając pojazdowi kształt przypominający swym wyglądem samolot z jego wcześniejszych stadiów rozwoju. Natomiast pomysł skrzydeł typu litery delta jako elementu stabilizującego i nośnego pochodzi od Siemienowicza.

Warto dodać, że o zasługach Siemienowicza i jego koncepcjach raketowych ukazała się w roku 1955 notatka autora niniejszej pracy w brytyjskim czasopiśmie Towarzystwa Międzyplanetarnego (British Interplanetary Society).

Z powyższych uwag wynika, że w dziedzinie konstrukcji raketowych przysługuje Siemienowiczowi priorytet w wysunięciu trzech możliwych wariantów rakiety złożonej: wielostopniowej, baterii raketowej oraz rakiety kombinowanej, podobnie jak — w wysunięciu koncepcji zaopatrzenia rakiety w skrzydła typu delta.

Autorowi niniejszej pracy nie jest wiadome, aby wspomniane pomysły wysunął ktokolwiek inny w literaturze światowej przed rokiem 1650, a więc przed Siemienowiczem.

LITERATURA

1. J. B e m, *Doświadczenia nad zapalającymi raketami Congreve'a zebrane w Królewskiej Polskiej Artylerii do roku 1819*, Weimar 1820.
2. F. B e n t k o w s k i, *Historia literatury polskiej* t. II, Warszawa 1814, s. 361.
3. C h o d y ŋ i c k i, *Dykcyonarz Uczonych Polaków* t. III, 1833, s. 106.
4. K. C i o ł k o w s k i, *Sobranije soczinienj* t. I — 1951, t. II — 1954, Moskwa.
5. K. C i o ł k o w s k i, *Wnie Ziemi*, 1918, w czasopiśmie „Priroda i Liud!“.
6. *Encyklopedia Orgelbranda* t. 23, 420.
7. *Encyklopedia powszechna Gutenberga* t. 16, 37.
8. *Encyklopedia wojskowa*, Warszawa 1933.
9. *Enciklopedičeskij słowar*, 1900, t. 57, 431.
10. E s t r e i c h e r, *Bibliografia polska* t. 28, 24.
11. K. A. G i l z i n, *Putieszestwie k daliokim miram*, Moskwa 1956.
12. R. G o d d a r d, *Methods of reaching extreme altitudes*, 1919.
13. K. G ó r s k i, *Historia artylerii polskiej*, Warszawa 1902, 148.
14. J a n o c k i (*Janociana*) t. III, 299.

15. M. J a h n s, *Geschichte des Krieges von der Urzeit bis Renaissance*, Leipzig 1880.
16. T. v. K á r m á n, *Inter Avia* nr 11, 628. 1953.
17. K o r z o n, *Dzieje wojen* t. III, 50-51.
18. W. L e y, *Rockets and Space Travel*, London 1948.
19. Ł u k a s z e w i c z, *Historia szkół* t. I, 441.
20. T. N o w a k, *Polska sztuka wojenna w czasach Odrodzenia*, Warszawa 1955, 126-133.
21. H. O b e r t h, *Wege zur Raumschiffahrt*, München 1929.
22. S t. P r o b u l s k i, *Technika Lotnicza* vol. 10, nr 3, 66, 1955.
23. S t. P r o b u l s k i, „Problemy“ 1955, nr 9.
24. *Roczniki Towarzystwa Warszawskiego PNT*, IX-218, XVIII-150.
25. H. E. R o s s, „*Journ. Brit. Int. Soc.*“ vol. 13, 245, 1954.
26. A. B. S c h e r s c h e v s k y, *Die Rakete für Fahrt und Flug*, Berlin 1929.
27. K. S i e m i e n o w i c z, *Artis Magnae Artilleriae Pars Prima*, Amsterdam 1650.
28. M. S u b o t o w i c z, „*Journ. Brit. Int. Soc.*“ vol. 14, 245, 1955.
29. M. S u b o t o w i c z, „Problemy“ 1955, nr 9.
30. M. S u b o t o w i c z, *Loty międzyplanetarne*, Warszawa 1955.
31. M. S u b o t o w i c z, *Silniki odrzutowe i loty międzyplanetarne*, Warszawa 1950.
32. M. S u b o t o w i c z, *Astronautyka*, PWN, Warszawa, w druku.
33. G. P. S u t t o n, *Rocket propulsion elements*, London 1949.
34. A. J. S z t e r n f e l d, *Wiedzenie w kosmonawtyce*, Moskwa 1937.
35. T. Ż e b r a w s k i, *Bibliografia mat. i fiz.*, Kraków 1873, s. 294-296.
36. M. R u s i n e k, *Wódz i wygnaniec*, Warszawa 1957.

КАЗИМЕЖ СЕМЁНОВИЧ (XVII В.) И ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ НАУКИ О РАКЕТАХ

Казимеж Семёнович написал монографию об артиллерийском искусстве, которую опубликовал в Голландии в 1650 году под заглавием „*Artis Magnae Artilleriae, Pars Prima; Studio et Opera Casimiri Siemienowicz, Equitis Lithuani, olim Artilleriae Regni Poloniae Propraefecti, Amsterdami, apud Joannem Janssonium, 1650*”.

Этот труд состоит из 5 книг, содержит 305 печатных страниц и 206 рисунков, выполненных собственноручно Семёновичем.

Семёнович умер после 1651 года и поэтому вторая часть его труда не была издана. Рукопись второй части хранилась сначала в библиотеке князей Сангушко в Любартове близ Люблина а затем и библиотеке Залуских в Варшаве. В конце XIX столетия она находилась в Петербурге.

О достоинствах и значении труда Семёновича свидетельствует тот факт, что он был еще при его юности и впоследствии переведен с латынского языка на западноевропейские языки. Французский перевод появился в 1651 году, немецкий — пополненный Даниелем Эльрихом в 1676 году, а переводы на голландский и английский язык вышли в 1729 году.

Третья книга монографии полностью посвящена ракетам. Семёнович занимался ракетами, предназначенными для военного дела и для фейерверков. В связи со своими исследованиями он разработал проекты сложных ракет, в том числе также проект многоступенчатой ракеты.

В статье помещены репродукции рисунков, находящихся в книге Семёновича. Среди них мы видим трехступенчатую ракету без крыльев. Каждая из ступеней являет собой отдельную ракету снабженную собственным горючим (порохом), взрывателем и соплом.

В вышедших за последнее время работах и статьях разработка первого проекта многоступенчатой ракеты приписывается разным авторам, жившим значительно позже Семёновича. По мнению Росса (1954) эту идею выдвинул Оберт (1922) наряду с другими, но самые ранние рисунки многоступенчатой ракеты принадлежат Французу Монжери (1827). В. Лей (1948) пишет, что Годдард и Оберт разработали проект многоступенчатой ракеты независимо друг от друга, но что уже в 1921 году был выдан бельгийский патент на конструкцию многоступенчатой ракеты. Лей добавляет, что рисунки и проекты такой ракеты появились в XVIII столетии а даже раньше.

Вполне понятно, что проект многоступенчатой ракеты не мог быть выдвинут в XVII столетии с мыслью о космических полетах. В связи с астрономической проблематикой идею многоступенчатой ракеты впервые сформулировал К. Циолковский в своей фантастической книге „Вне Земли“. Однако приоритет в выдвигании самого решения конструкции, какой является многоступенчатая ракета, без сомнения принадлежит Семёновичу (1650).

Трудно сказать, действительно ли Семёнович строил ракеты этого типа. По мнению Дорнбергера (1954) первой в мире построенной многоступенчатой ракетой твердого топлива была немецкая ракета Rheinbote в ...1944 году.

Многоступенчатая ракета, в которой отдельные ракетные двигатели расположены один за другим и работают не одновременно а поочередно один после другого, является одним из возможных вариантов сложной ракеты. Другой вариант — это батарейная ракета, в которой несколько ракетных двигателей помещены рядом один возле другого и все они работают одновременно.

Среди рисунков Семёновича находятся также проекты ракетной батареи и проект комбинированной сложной ракеты, являющейся комбинацией многоступенчатой ракеты и ракетной батареи. Вторая ступень двухступенчатой ракеты является в проекте Семёновича ракетной батареей, состоящей из двух расположенных рядом пороховых ракет, которые работают одновременно.

Горизонтальная дальность ракеты V-2 составляла 350 км. После второй мировой войны некоторые ракеты V-2 были снабжены крыльями типа

дельта. Благодаря этому горизонтальная дальность ракеты увеличилась до 650 км. Следует добавить, что одна из ракет Семёновича была также снабжена крыльями типа дельта.

Сэттон (1948) в своей книге считает, что некоторое конструктивное решение хвостовых ракет принадлежит англичанину Конгреве и помещает рисунки этих ракет. Такие же рисунки можно найти в книге Семёновича, следовательно они были созданы на 150 лет раньше, чем проекты Конгреве.

Насколько известно автору статьи, только Штерифельд (1937) и Шершевский (1929) указывали на то, что первый проект многоступенчатой ракеты принадлежит Семёновичу. В изданных недавно книгах Лейа (1948) и Штеммера (1952) имя Семёновича приведено лишь в библиографии, но о его проектах в них не упоминается.

Настоящая статья содержит также краткую библиографию Семёновича и описание истории развития ракетной техники до XVII в. В связи с конструктивными проектами Семёновича охарактеризована зависимость скорости и дальности ракеты от параметров современной ракеты.

KAZIMIERZ SIEMIENOWICZ (XVII CENTURY) AND HIS CONTRIBUTION TO THE ROCKET-SCIENCE

Kazimierz Siemienowicz wrote a monograph on the art of artillery, which was published in Holland in 1650 under the title: „*Artis Magnae Artilleriae, Pars Prima; Studio et Opera Casimiri Siemienowicz, Equitis Lithuani, olim Artilleriae Regni Poloniae propraefecti, Amsterdam, aqud Joannem Janssonium 1650*”.

This first part is divided into 5 chapters and contains 306 pages and 206 pictures, all drawn by K. Siemienowicz himself.

Siemienowicz died after 1651, and although he was not able to publish the second part of his work, the manuscript was preserved in the Library of Count Sanguszko at Lubartow near Lublin, then later in the Zaluski-Library in Warsaw. At the end of the nineteenth century it was in St. Petersburg.

A French translation of the book was published in 1651, a German translation, completed by Daniel Elrich, in 1676, and Dutch and English translations appeared in 1729.

The third chapter in the monograph is a treatise on rockets. Siemienowicz took an interest in war rockets and fireworks and conceived the idea of a compound rocket, i. e. the multi-stage rocket.

Pictures reproduced in this article are taken from this book, and show what is obviously a three step rocket without wings. Each of the steps is an independent rocket with its own gunpowder fuel, fuse, and nozzle.

In an recent article H. E. Ross (1954) stated, that both V-2 and the A-9/A-10 combination are realizations of ideas advanced by Oberth as far back as 1922. However, the principle of the step rocket itself is attributed

by one cutting to a French officer, Montgéry, in 1827. This is also mentioned by Ley in his book (1948) who states that both Goddard and Oberth had arrived at the principle of the step rocket in their first theoretical studies, although the idea was not new, and adds: „the step principle is described in a Belgian patent granted to one Dr André Bing in 1911. It was used for display purposes without any profound theoretical reasoning by the fireworks makers of 300 years ago“.

It is clear that, in the seventeenth century the idea of the multi-step rocket as a means of space-flight was not proposed. This connection was first advanced by K. Ziolkovsky in 1917 in his fantastic book "Behind the Earth", but the priority for actually planning the first multi-stage rocket clearly rests with Siemienowicz in 1650.

We cannot say with certainty, however, whether Siemienowicz actually did construct his multi-stage rockets. Dornberger (1954) states that the German rocket "Rheinbote" was the first solid-fuel multi-stage rocket constructed ... in 1944.

The step rocket where separate rocket motors are placed one behind the other to work in succession, is only one of the possible variants of the compound rocket. The second variant is the rocket battery, where several rocket propulsion units are placed next to each other, and all the rockets work simultaneously.

Now among the pictures of K. Siemienowicz we find also a rocket battery. Among the pictures of K. Siemienowicz we find also a combination of the step rocket and the rocket battery. The second stage of the step-rocket is the rocket battery, which consists of two gun-powder rockets.

The horizontal range of the V-2 was about 350 km and after World War II some of these rockets were provided with delta-wings increasing their horizontal range to about 650 km. It is worth noting that one of the Siemienowicz rockets has delta-wings too.

In his book G. P. Sutton (1949) mentions one stage of early rocket technique which was closely associated with the work of Congreve, an Englishman, in the period around 1800. In Sutton's book (page 23) there is a picture entitled "Early rocket projectile around 1800", which is identical with that given in Siemienowicz's book "Artis Magnae...", 1650.

As far as is known to the author only two writers have so far acknowledged Siemienowicz's priority in designing the step-rocket, i. e. A. Sternfeld (1937) and A. B. Schershevsky (1929). The name of Siemienowicz is mentioned only in the bibliography in the books of Ley (1948) and Stemmer (1952), though three of Siemienowicz's pictures are published by prof. T. von Kármán in 1953.

This article is supplemented with a short biography of Siemienowicz and the history of the rocket technique progress up to XVII century. In connection with the construction conceptions of Siemienowicz there are analysed the relations between the parameters of the modern rocket and its velocity and horizontal range.

