



ACADEMIA ROMÂNĂ

Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii

– Divizia de Istoria Științei –

# STUDII ȘI COMUNICĂRI/DIS

Vol. XVII/2024

MEGA

# UN PIONIER AL COSMONAUTICII MONDIALE: NICOLAE VĂIDEANU

Lucian Ștefan COZMA<sup>1</sup>

lucian.stefan@yahoo.fr

**ABSTRACT:** The history of science and technology has rarely seen areas in which the evolution was so limited to the activity of individuals or small groups of people. Although the appearance of the rocket engine was thousands of years ago, the development of this field was very slow, perhaps due to the acute lack of specialists. It is also interesting that great leaps in the evolution of this field were caused by amateur researchers, driven only by their passion for rockets: Conrad Haas, Konstantin Eduardovici Tziolkovski, Hermann Oberth, Robert Goddard, Nicolae Văideanu. Of these, only Haas had a professional connection with the field of missiles, albeit indirectly. The others, however, entered this field on their own initiative, but they wrote important pages in the history of science and technology. Tziolkovski laid the foundations of the theory and calculation methods in cosmonautics; Oberth correctly estimated the evolution capability of cosmonautics in the 1920s; in the same period, Goddard built and tested the first rudimentary experimental models of liquid fuel rocket engines; in the 1940s, Nicolae Văideanu designed the first advanced models of liquid fuel rocket engines, much more advanced than the models built by the Nazis. Unfortunately, this great forerunner of worldwide cosmonautics is still so little known and recognized. The present work will seek to correct this injustice.

**KEYWORDS:** Nicolae Văideanu, Robert Goddard, cosmonautics, liquid fuel rocket engine.

## *Introducere*

Cu toate că domeniul propulsiei reactive este neașteptat de vechi, evoluția sa tehnologică s-a dovedit a fi foarte lentă, practic abia în prima jumătate a sec. XX înregistrându-se progrese importante, mai ales prin

---

<sup>1</sup> Doctor în științe militare, fizician, Universitatea Națională de Apărare (București), Universitatea București, Facultatea de Fizică (Măgurele). Membru colaborator al CRIFST, absolvent al Programului de „Inițiere în istoria și filosofia științei și tehnicii” – CRISFT al Academiei Române, 2023.

apariția motorului rachetă cu combustibil lichid [8], [9], [10], [11], [16], [28]. Istoria oficială acceptată atât de către mediul occidental cât și de către URSS/Federația Rusă și puterile asiatice actuale ne prezintă racheta Nell experimentată de americanul Robert H. Goddard în anul 1926 ca fiind primul motor-rachetă cu combustibil lichid din lume<sup>2</sup>, cu toate că se poate dovedi cu certitudine că un astfel de motor-rachetă fusese deja construit și experimentat de echipa formată din Alexandru Ciurcu și Just Buisson<sup>3</sup> [6], [15], [24], [25], [26], [27], [73].

Cei doi construiseră<sup>4</sup> un container din oțel de formă cilindrică în care era aprins un amestec mixt (lichid-solid) de combustibil format din 78% azotat de amoniu și 22% kerosen, cu un adaos de 7% cărbune activ, iar jetul reactiv era întrebuințat pentru propulsarea unei bărci care dispunea de o încărcătură de combustibil suficientă pentru 15 minute de funcționare precum și de mijloace tehnice care permiteau controlul presiunii în camera de ardere precum și orientarea jetului de reacție. Cei doi inventatori sus-menționați aveau în vedere echiparea unor dirijabile cu acest nou tip de sistem de propulsie. Avantajul era că amestecul mixt utilizat de Ciurcu și Buisson permitea stocarea separată a combustibilului și alimentarea camerei de ardere de la distanță prin intermediul unor conducte [73].

După cum se știe, în timpul experimentării sistemului de propulsie din data de 16.12.1886, în urma încercării de a mări presiunea de injecție motorul-rachetă a explodat iar Just Boisson și încă o persoană au fost uciși. Aceasta nu a făcut decât să dovedească faptul că motorul-rachetă cu combustibil lichid a prezentat de la bun început mari probleme tehnologice a căror depășire nu avea să se dovedească deloc ușoară în deceniile următoare [11], [16], [46], [53], [54], [57].

În această privință un rol important a fost jucat de către inventatorul român *Nicolae Văideanu* (1911–1981) [1], [2], [3], [4], [69], [70], [71], [72]. Lucrarea de față va analiza nu atât opera de inventică a acestuia, cât mai ales locul pe care îl ocupă Nicolae Văideanu în cadrul istoriei universale a științei și tehnicii. Pentru aceasta vom face înainte de toate o sinteză a

<sup>2</sup> Întâietatea lui Robert Goddard se referă mai precis la realizarea primului zbor al unei rachete echipate cu un motor-rachetă cu combustibil lichid. În mod eronat, uneori se merge mai departe afirmându-se despre racheta Nell (1926) a lui Goddard că ar fi fost vorba și de primul motor-rachetă cu combustibil lichid din lume.

<sup>3</sup> [73].

<sup>4</sup> Cf. Brevetului FR 179001 din data de 12.10.1886 cu titlul *Propulseur à Réaction*.

evoluției tehnologiei motorului-rachetă la nivel mondial, tocmai în sensul de a identifica în mod corect locul meritat de inventatorul român. Din acel moment va urma pentru mediul academic românesc o luptă pașnică dar fermă în sensul scoaterii la lumină a acestui inventator și a operei sale, implicând și recunoașterea acestora definitivă în mediul științific internațional.



**Fig. nr. 1** – Nicolae Văideanu (1911–1981) jurist ca pregătire de bază, dar totodată inginer autodidact și inventator prolific mai ales în perioada 1942–1945, pionier al cosmonauticii<sup>5</sup> mondiale având contribuții importante în dezvoltarea tehnologiei motorului-rachetă cu combustibil lichid [2], [4], [7].

<sup>5</sup> O discuție aparte ar trebui făcută (în mediul academic) asupra terminologiei. Mai ales în ultimii ani media a fost invadată de cuvinte și expresii de origine occidentală, în special de origine americană. Populația de regulă s-a grăbit să adopte vocabularul american fără a verifica dacă este corect sau bine utilizat în limba română. Cum se spune corect: „cosmonautică” sau „astronautică”? „cosmonaut” sau „astronaut”? Unii pretind că ar fi sinonime. În realitate, NU SUNT SINONIME, iar corectă este varianta *care are gradul cel mai mare de generalitate*. „cosmonautică” se referă la acea disciplină care studiază mijloacele și posibilitățile de zbor în spațiul cosmic. „cosmonaut” este acea persoană care zboară în spațiul cosmic. Pe de altă parte, „astronautica” este un subdomeniu al cosmonauticii și anume acela care studiază mijloacele și posibilitățile de zbor pe suprafața altor corpuri cerești, denumite „astre”. Prin urmare, gradul cel mai mare de generalitate îl prezintă COSMONAUTICA. Toate aceste erori de vocabular au apărut în 1961–1962 din pricina unor acțiuni propagandistice americane. În data de 12.04.1961 era lansat de către URSS primul cosmonaut din istoria Terrei: Yuri Gagarin și ulterior, al doilea cosmonaut al Pământului, Gherman Titov, în august 1961. Primul cosmonaut american (John Glenn) a zburat abia în februarie 1962. În acel moment enunțul corect ar fi fost: „John Glenn, al treilea cosmonaut al Pământului”. Propaganda americană a considerat inadmisibil un astfel de anunț și atunci a fost inventat un nou termen: „astronaut”, iar Glenn a devenit (nu-i așa?) „primul astronaut al Pământului”. Aceste manifestări

Lucrarea de față se referă la identificarea obiectivă și precizarea în regimul argumentației științifice a acelor personaje și momente hotărâtoare în istoria cosmonauticii mondiale, din această perspectivă căutând mai ales să sublinieze rolul și locul lui *Nicolae Văideanu* în istoria mondială a cosmonauticii, preponderent în ceea ce privește dezvoltarea motorului-rachetă cu combustibil lichid.

Înainte de toate va trebui să facem câteva precizări legate de problemele tehnologice specifice motoarelor-rachetă și prin aceasta să explicăm felul deosebit de lent în care a evoluat la nivel mondial tehnologia respectivă. Datele și informațiile din cadrul istoriei științei și tehnicii ne demonstrează faptul că motorul-rachetă era cunoscut în regiunea geografică a Chinei (de astăzi) încă de acum cca 3000 de ani, odată cu alte aplicații ale pulberii negre (praful de pușcă clasic) în acest fel pierzându-se în istoria îndepărtată momentul exact al descoperirii lor. Nu putem ști cu exactitate nici cine și nici când anume a descoperit și început fabricarea pulberii negre și cu atât mai puțin cine și când a realizat în teritoriul Chinei prima rachetă cu combustibil solid.

Ceea ce cunoaștem însă fără dubiu este faptul că realizarea unui motor-rachetă cu combustibil lichid, deși preconizată încă din sec. XVI, s-a lăsat mult așteptată. Aceasta din cauza următoarelor probleme tehnologice majore [9], [17], [22], [23], [28], [29], [30], [33], [34]:

– *temperatura mai mare de combustie și dificultatea de a proteja pereții camerei de ardere de contactul cu gazele arse* (în cazul motorului-rachetă cu combustibil solid, arderea are loc în centrul calupului de combustibil solid, gazele arse neintrând în contact cu pereții camerei de ardere, tocmai de aceea motoarele-rachetă cu combustibil solid se pot construi și din hârtie presată sau carton);

– *dificultatea de a realiza amestecul omogen al combustibilului și de aici instabilitatea arderii* (în cazul motorului rachetă cu combustibil solid amestecarea carburantului și comburantului se face cu mare grijă în momentul fabricării calupului de pulbere, iar nu imediat înainte de momentul inițierii combustiei, ca în cazul motorului-rachetă cu combustibil lichid)

– *dificultatea de a stoca în condiții de securitate componentele combustibilului* (carburantul și comburantul) în condițiile în care cel mai adesea aceste substanțe sunt instabile chimic/volatile (cum este cazul apei

---

ridicole ale propagandei americane au condus la stârnirea și menținerea confuziei cu privire la vocabularul și terminologia corectă.

oxigenate de concentrație înaltă), corozive (de pildă, acidul azotic fumans), uneori și foarte toxice (cum este cazul hidrazinei și tetraoxidului de azot) sau criogenice/nestocabile;

– *difficultatea tehnică de a realiza injectarea combustibilului în condiții de securitate și fiabilitate în cadrul camerei de ardere;*

– *tendența camerei de ardere de a fi supusă unor vibrații în anumite regi-muri de funcționare.*

Așa cum vom arăta în lucrarea de față, niciunul din specialiștii/cer-cetătorii americani, ruși sau de altă naționalitate nu au reșit să rezolve în regim rezonabil aceste probleme tehnologice în cadrul activității lor din perioada 1900–1956. Abia între anii 1939–1944, invențiile și rezultatele cer-cetărilor<sup>6</sup> întreprinse de Nicolae Văideanu aveau să ofere soluțiile tehnice corecte. Aceste soluții au fost preluate ilicit de către URSS la începutul anilor '50, prin aceasta explicându-se de altfel și avansul tehnologic pe care sovieticii l-au căpătat subit în raport cu inginerii germani și americani din aceeași epocă.

### ***Cosmonautica în istoria omenirii***

Într-un chip aparent ciudat sau cel puțin neașteptat pentru cei mai mulți, ideea zborului și a propulsiei reactive (terestre sau aeriene) ca de altfel și bazele fizice ale acestora au apărut încă din antichitate: *Arhimede din Siracuza* (287 î.Hr.–212 î.Hr.) unul dintre marii învățați ai Greciei antice [14], [37], [65] a întocmit importante lucrări în domenii precum fizică și astronomie, matematică și inginerie, filosofie etc. Arhimede a rămas însă cel mai cunoscut în istoria universală pentru faptul că a pus bazele teoretice ale hidrostatiei, iar în domeniul mecanicii a fundamentat legea pârghiilor, cu aplicații practice foarte importante în inginerie. În geometrie, Arhimede a determinat formulele de calcul pentru volumele și suprafețele unor corpuri de revoluție, a calculat aria unui arc de parabolă prin sumarea unei serii infinite, dar mai ales a calculat valoarea precisă a numărului  $\pi$  [14], [37].

<sup>6</sup> De la Nicolae Văideanu s-au păstrat cel puțin patru brevete importante: RO33269 din data de 05.12.1941, RO33354 din data de 19.05.1942, RO37723 din 23.12.1944 (perfecționare adusă la Brevetul RO33354/1942), RO38083 din data de 10.12.1945 (perfecționare la brevetele RO33354/1942 și RO37723/1944). Totodată, Văideanu a întocmit numeroase studii olografe precum și calculul a câtorva sute de rețete de combustibili lichizi. Aceste valoroase lucrări nu au fost niciodată publicate, iar locul unde au fost ele depozitate din anul (1981) al morții inventatorului este necunoscut.

În tehnologia zborului de mare importanță este legea fizicii cunoscută astăzi sub denumirea de *Principiul lui Arhimede*: orice corp scufundat într-un mediu fluid va fi împins de jos în sus de către acel fluid, exercitându-se o forță egală cu greutatea volumului de fluid dislocuit. Principiul acesta avea să se aplice mai târziu și în cazul aerostatelor, cu toate că inventarea acestora nu poate fi la ora actuală atribuită lui Arhimede.

Ceva mai târziu, importante contribuții în tehnica reactivă a avut savantul și inventatorul grec *Heron din Alexandria* (în sec. I î.Hr.) cel care a creat în Alexandria prima școală politehnică din lume și a avut importante contribuții în fizică, matematică, astronomie și tehnică; din multe puncte de vedere el fiind considerat un continuator al operei științifice aparținând lui Euclid și Arhimede. Tot el este cel care a definit noțiunea de *lucru mecanic* (foarte importantă mai ales în calculul grupurilor de forță și al sistemelor de propulsie) stabilind printre altele și ceea ce astăzi poartă denumirea de *regula paralelogramului* pentru însumarea forțelor, dar având și importante contribuții în optică [14], [37].

Heron din Alexandria ocupă însă un loc important în istorie mai ales pentru contribuțiile sale în tehnică: realizează primele automatizări incluzând ușile cu închidere/deschidere automată, *primul motor rotativ cu aburi*, prima fântână arteziană, diverse modele de turbine etc. Cu toate acestea nu avem la ora actuală informații nici despre Heron din Alexandria în sensul de a fi avut în mod direct (prin propunerea sau realizarea unor invenții, lucrări experimentale etc.) contribuții în realizarea tehnicii reactive destinate zborului<sup>7</sup>.

Totuși, se cunoaște în momentul de față faptul că încă din perioada antică în China erau fabricate diverse zmeie și baloane cu aer cald, unele dintre acestea de dimensiuni mari, totodată fiind cunoscut și întrebuințat atât praful de pușcă (pulberea neagră) cât și motorul-rachetă cu combustibil solid. Unele dintre aceste aparate de zbor erau întrebuințate (mai ales de către forțele armate) pentru semnalizare maritimă și terestră, dar și ca arme propriu-zise. Tot în China antică s-au realizat probabil și primele

<sup>7</sup> Este foarte probabil ca în momentul de față să nu dispunem decât de o parte din lucrările întocmite de acești vechi oameni de știință greci. Din această cauză nu putem ști precis ce fel de dispozitive tehnice au realizat în timpul activității lor. În mod sigur, Heron din Alexandria descoperise motorul cu aburi și turbina cu aburi, dar ce anume a făcut cu ele nu putem ști în situația în care nu s-au păstrat suficiente informații în acest sens.

încercări din istoria omenirii privind construirea unor aparate de zbor pilotate, însă până în acest moment nu avem dovezi istorice detaliate în acest sens<sup>8</sup>.

Se cunoaște faptul că în perioada împăratului chinez *Cheng Tang* sau *Tianyi* (sec. XV–XVI î.Hr.) cel care a fondat dinastia Shang (cca 1600–1046 î.Hr.) erau fabricate aparate de zbor de tip balon și zmeu de dimensiuni adecvate pentru a putea lua oameni la bord. De altfel, chiar Împăratul Cheng Tang ar fi ordonat realizarea unui asemenea aparat de zbor apt de a fi pilotat, dar în afară de aceste mențiuni în cadrul documentelor scrise nu s-au păstrat până în zilele noastre niciun fel de detalii istorice/tehnice privind rezultatele obținute. Zboruri cu astfel de aparate sunt totuși menționate în poemele scrise de *Chu Yun* (sec III î.Hr.) iar cartea realizată de *Mo Tzu* (468–376 î.Hr.) relatează despre utilizarea unor astfel de aparate de zbor asemănătoare deltapanelor de azi, precum și despre întrebuițări ale prafului de pușcă. De altfel și *Zhang Heng* (78–139 d.Hr.) a scris lucrări care conțin date și informații similare.

În cadrul lucrării dedicate istoriei Dinastiei Han, de asemenea sunt relatate experimente de zbor pilotat din primii ani ai noii ere (după Hristos). De pildă, istoricul *Zhaoxin* povestește despre întrebuițarea aparatelor de zbor în timpul răboiului din anul 202 î.Hr.; dar și lucrarea lui *Si Maguang* referitoare la istoria Dinastiei Chen relatează despre un zbor pilotat care ar fi fost realizat de un militar în anul 559 prin lansarea de pe panta unui munte cu ajutorul unui aparat care astăzi ar fi putea fi denumit deltaplan sau planor. Nu în ultimul rând, cronicile chinezești vechi menționează și despre întrebuițarea amestecurilor pirotehnice, inclusiv pentru obținerea de rachete/proiectile reactive.

Europenii au întâlnit astfel de tehnologii abia în momentul interacțiunii directe cu chinezii sau alte popoare asiatice, de pildă cu ocazia *Bătăliei de la Liegnitz* din primăvara anului 1241, atunci când mongolii au întrebuițat baloane cu aer cald și diverse mijloace pirotehnice, incluzând rachete cu încărcătură incendiară. Unul dintre primii oameni de știință europeni care s-a preocupat de asemenea tehnologii a fost renumitul *Leonardo da Vinci*, dar nu putem ști dacă el ar fi reușit să fabrice vreun prototip cât de mic și să experimenteze astfel de aparate; în mod sigur le-a conceput

<sup>8</sup> Deși există mai multe relatări provenind din surse și din epoci diferite, totuși nu s-au păstrat documentații tehnice prin care să se prezinte tehnica întrebuițată sau date referitoare la identitatea celor care au realizat astfel de lucruri.



teoretic și le-a desenat, lucrările sale fiind dovadă în acest sens. De la chinezi au parvenit în Europa atât ideea balonului cu aer cald cât și cea a motorului-rachetă, dar și tehnologia amestecurilor pirotehnice precum și diverse modele de arme de foc cu pulbere neagră.

Mărturii scrise precum și detalii despre un zbor în Europa cu balonul provin însă abia din anul 1709, când *Bartolomeu de Gusmão* din Lisabona ar fi realizat un astfel de zbor experimental utilizând un balon cu aer cald fabricat preponderent din hârtie. După 1766, experimentele realizate de *Joseph Black*, *Jacques Charles* și *Tiberius Cavallo* s-au referit în special la baloane umplute cu gaze mai ușoare decât aerul. În 1783 era construit și experimentat un balon cu hidrogen de către Jacques Charles și frații Robert. Aparatul cu diametrul de cca 4 metri (35 m<sup>3</sup> hidrogen) a zburat deasupra Parisului.

Mai târziu, frații *Joseph-Michel Montgolfier* (1740–1810) și *Jacques-Étienne Montgolfier* (1745–1799) realizau și ei un balon cu aer cald și ulterior, un balon cu un gaz mai ușor decât aerul, tot ei fiind creditați la ora actuală și pentru prima fabricare a unei parașute, cu toate că ideea a aparținut la originea sa în mod incontestabil lui Leonardo da Vinci, de la care ne parvin primele desene referitoare la parașută și modul de întrebuințare a acesteia de către oameni. Dacă în cazul chinezilor tehnologiile aparatelor de zbor și amestecurilor pirotehnice au fost de la bun început puse în legătură, în cadrul evoluției europene a acestor tehnologii ele nu aveau să se întâlnească decât mult mai târziu.

Încă din primăvara anului 1783 frații Montgolfier au fabricat un balon din in căptușit cu hârtie și umplut cu aer cald, acesta reușind să atingă înălțimea de cca 1500 metri. În toamna anului 1783, Montgolfier experimentează un balon care poartă în zbor niște animale domestice mici. Pentru ca în data de 21.11.1783, tot un balon cu aer cald avea să poarte în zbor primul echipaj oficial de aeronauți format din francezii Jean-François Pilâtre de Rozier și François Laurent d'Arlandes, care zboară aproape 25 de minute și în final aterizează cu bine. În data de 01.12.1783 este experimentat deasupra Parisului balonul umplut cu Hidrogen de către Jacques Charles, iar în data de 25.02.1784 același experiment este refăcut cu succes la Milano [6], [22], [33], [35], [40], [42], [43].

Tehnologiile armelor de foc și prafului de pușcă s-au dezvoltat în mod independent în Europa. Fără a avea deci în mod direct legătură cu tehnica zborului în perioada Evului Mediu au apărut în Europa și aplicațiile

pirotehniei. Așa cum am arătat, întrebuițarea rachetelor cu combustibil solid avea deja vechi tradiții în China antică, unde se întrebuițau mai ales săgeți prevăzute cu încărcături pirotehnice propulsive și utilizate totodată pentru producerea efectului incendiar la țintă. Încă din perioada Evului Mediu timpuriu, coreenii și mongolii întrebuițau diverse modele de rachete cu aplicații militare. Chiar și turcii au utilizat în anul 1526 artileria rachetă în aplicații militare, tehnica fiind preluată în mod indubitabil de la chinezi sau alte neamuri asiatice [9], [16], [22], [30].

În Europa, primele mențiuni detaliate privind tehnica rachetelor militare provin de la austriacul *Conrad Rudolf Haas* (1509–1576) funcționar în cadrul arsenalului din Sibiu, cel care în lucrarea sa olografă descria o serie de modele de rachete militare incluzând rachetele în trepte precum și ideile sale privind racheta pilotată. Multă vreme necunoscut, manuscrisul întocmit de Haas a fost cercetat în mod serios abia în anul 1961 de către istoricul român Dimitrie-Doru Todericiu<sup>9</sup> [38], [42].

În anul 1551, C. R. Haas lucra la arsenalul german din Sibiu, unde experimenta diverse modele de rachete descriind rezultatele acestor experimente în manuscrisele sale din anul 1529. La ora actuală, manuscrisul întocmit de Conrad Haas *constituie practic cel mai vechi document cunoscut în Europa referitor la istoria rachetelor*. Acest manuscris a fost întocmit de Conrad Haas între anii 1529 și 1556 și are 392 de file cuprinzând 203 ilustrații în culori, alături de 3 studii de artă militară de proveniență ceva mai veche. Haas descria în acest document *racheta în trepte* (în anul 1529), *bateria de rachete* (tot în 1529) dar și *racheta pilotată* (în 1536). O serie de date experimentale referitoare la rachetele cu mai multe trepte au fost puse pe hârtie în anul 1555, în același an fiind menționată și întrebuițarea stabilizatoarelor în configurație delta. Totodată, Haas a realizat studii referitoare la rețetele de combustibili solizi *preconizând posibilitatea de întrebuițare în viitor a combustibililor lichizi*, fără a menționa însă nimic despre eventualele

<sup>9</sup> Dimitrie-Doru Todericiu (1921–2008) devenit Pierre Carnac după emigrarea sa în Franța a fost un important istoric scriitor și cercetător român. Dimitrie-Doru Todericiu este cunoscut mai ales pentru descoperirea și studierea în perioada 1961–1962 a unui vechi manuscris aflat în Arhivele Statului din Sibiu și înregistrat sub codificarea „coligatul Varia II 374”, în care se aflau și notițele întocmite de Conrad Haas, un austriac rezident în Sibiu și care a avut funcția de conducător al Arsenalului din Sibiu. Dimitrie-Doru Todericiu a publicat în 1969 lucrarea *Preistoria Rachetei Moderne*. Manuscrisul de la Sibiu (1400–1569) la Editura Academiei Republicii Socialiste România din București. În anul 1970, Todericiu avea să emigreze în Franța, unde s-a și stabilit.

sale încercări de experimentare a unor astfel de combustibili. Din păcate, primele dovezi clare referitoare la experimentarea combustibililor lichizi ne parvin abia din prima parte a sec. XX odată cu lucrările întocmite de Konstantin E. Ţiolkovschi [50], [54], [55], [61], [62], [63], [66], [68].

Rachetele au avut mai ales aplicații militare începând cu modelele realizate de chinezi încă din antichitate. În Europa aceste aplicații militare au devenit destul de larg răspândite încă de la jumătatea sec. XVIII. Astfel de armamente reactive au fost cunoscute de europeni odată cu luptele la care au participat în Asia. Luptând împotriva britanicilor indienii au întrebuițat rachete în bătăliile de la Pollilur (1780) și respectiv, Srirangapatna (oraș din statul indian Karnataka denumit Seringapatnam sub ocupația britanică); în anii 1792 și 1799 în acest oraș au avut loc lupte între englezi și indieni acestia din urma întrebuițând rachete de cca 0,2 metri lungime cu diametrul de 0,076 metri și bătaia eficace de 900–1000 metri. Sultanul Hyder Ali (1720–1782) a condus regatul Mysore situat în partea de sud a Indiei de astăzi și s-a evidențiat prin rolul jucat în cadrul războaielor împotriva Imperiului Britanic, dar și prin cooperarea sa cu francezii în domeniul importului de armament greu (artilerie). Printre altele, sub conducerea lui Hyder Ali și a urmașilor săi, regatul Mysore și-a înzestrat forțele armate cu rachete fabricate din oțel și propulsate de combustibil solid, aceste arme dovedindu-se eficace pe câmpul de luptă. De altfel, britanicii au preluat acest model indian de artilerie-rachetă, ei înșiși fabricând ceva mai târziu (după anul 1805) rachetele militare Congreve. Concret, racheta militară britanică a fost proiectată de Sir William Congreve și avea masa totală cuprinsă între 11,4 și 27,2 kilograme, cu bătaia eficace cuprinsă între 800 și 3200 metri. Încărcătura de luptă putea fi incendiar sau brizant-fugasă.

Această realizare a britanicilor nu ar fi fost posibilă dacă ei nu ar fi capturat mai întâi rachetele indiene, iar realizarea modelelor britanice s-a făcut sub comanda generalului-locotenent Thomas Desaguliers, în acea epocă el fiind comandantul artileriei din Woolwich, puțin mai la sud-est față de Londra, loc în care se afla arsenalul britanic. Rachetele Congreve<sup>10</sup> au fost ulterior întrebuițate în războiul contra lui Napoleon Bonaparte

<sup>10</sup> Până în anul 1813 erau deja fabricate în regim de serie trei modele de rachete sol-sol Congreve: un model mare de lungime aproape 2 metri cu masa la start de 137 kg; un model mediu care avea lungimea de 1,5 metri și masa de cca 20 kg; dar și un model ușor care avea lungimea de cca 0,6 metri și masa la start de 8 kg. Aceste rachete dispuneau de încărcături de luptă diverse și aveau o bătaie medie de peste 1800 metri.

din perioada 1812–1815, dar și în Războiul din Burma desfășurat între anii 1824 și 1826. Începând cu anul 1813 în armata britanică lua naștere un corp de rachetiști în cadrul fiecărui regiment de artilerie, iar rachetele sol-sol Congreve căpătau dimensiuni mai mari având lungimea de cca 2 metri și masa totală la start de aproximativ 140 kg.

Îmbunătățind aceste rachete, inventatorul britanic *William Hale* (1797–1870) a obținut mai multe brevete referitoare la rachete militare începând cu anul 1827, pentru ca în anul 1844, el să vină cu invenția *rachetei autostabilizate giroscopic* (stabilizarea pe traiectorie prin autorotație, metodă larg aplicată și în momentul de față<sup>11</sup>); *racheta Hale* avea masa totală la start de cca 27 kg, lungimea cuprinsă între 180 și 250 mm, cu bătaia eficace de cca 1800 metri. Astfel de rachete au fost mai întâi importate de SUA și întrebuițate mai ales de către marina americană în războiul împotriva Mexicului din perioada 1846–1848. Rachetele Hale aveau să intre și în dotarea armatei britanice după anul 1867.

Prin urmare, la începutul sec. XX oameni de știință și inventatori precum Konstantin E. Țiolkovski, Friedrich Wilhelm Sander, Robert Goddard, Hermann Oberth, Werner von Braun, Robert Esnault-Pelterie, dar și Krafft Arnold Ehrlicke (pionier al tehnologiei motorului-rachetă cu combustibil lichid criogenic), Eugen Sänger (inventatorul primului avion rachetă orbital), Heinz-Hermann Koelle (cercetător devenit mai târziu director al sectorului Advanced Projects din cadrul NASA), Hans K. Kaiser (inginer rachetist în cadrul centrului nazist de la Peenemunde) Ernst Stuhlinger (inventatorul motorului-rachetă ionic) și Nicolae Văideanu (inventator și inginer autodidact din România) nu au pornit chiar de la zero, căci existau deja în Europa câteva sute de ani de experiență privind fabricarea motoarelor-rachetă și a rachetelor. Experiența celor câteva sute de ani de utilizare a motorului-rachetă cu combustibil solid a jucat un rol important, fără nicio îndoială [50], [54], [55], [63], [66], [68].

Cu toate acestea, savantul Țiolkovski [50], [68] a pus pentru prima oară bazele teoretice ale zborului cosmic, iar ingineri precum Oberth, Goddard și von Braun au îmbunătățit rachetele mai ales prin utilizarea combustibilului lichid, la început alimentarea fiind realizată prin dislocare (Goddard, Kaiser) și ulterior prin turbopompe (Oberth și von Braun, Văideanu) în cele din urmă ajungându-se, în schemele aplicate de

<sup>11</sup> Majoritatea grenadelor de aruncător, printre care și celebra RPG–7, aplică metoda stabilizării giroscopice.

Văideanu, la realizarea unor camere de ardere răcite eficiente și în care procesele de combustie aveau stabilitate fiind eliminate detonațiile și arderile incomplete [1], [2], [3], [4], [71].

Nicolae Văideanu a inventat [2], [3], [71] camerele de ardere multiple (cu suprafața de schimb termic mai mare cu 60% decât în cazul motoarelor-rachetă cu combustibil lichid realizate de ceilalți contemporani ai săi) aplicate în perioada postbelică (între anii 1954 și 1958) în cadrul motorului-rachetă sovietic RD-107, care a intrat ulterior în producție de mare serie și a suferit de-a lungul anilor numeroase îmbunătățiri. Un rol important în cosmonautică l-a avut Konstantin E. Țiolkovski [50], ca autor a peste 400 de lucrări științifice dintre care aproape 90 au fost în domeniul propulsiei reactive și ideii de explorare directă a spațiului cosmic prin intermediul rachetelor pilotate.

Țiolkovski a preconizat rachetele orbitale multitreaptă iar stațiile orbitale au fost corect preconizate de către inginerul ofiter slovac Herman Potočnik prin lucrarea sa din 1928: *Das Problem der Befahrung des Weltraums. Der Raketen-Motor /Problema călătoriei în spațiu. Motorul rachetei*, publicată sub pseudonimul Hermann Noordung la Berlin, cu data de 1929, de către editura Richard Carl Schmidt), ecluzele pentru activități extravehiculare în spațiul cosmic și, totodată, sistemele de climatizare în circuit închis, specifice navelor cosmice de mai târziu [50], [68].

Așadar, în câteva mii de ani de istorie tehnologia motorul-rachetă a evoluat lent înregistrând îmbunătățiri semnificative abia între sec. XVIII și XIX, incluzând preconizarea către finele sec. XIX a tranziției de la motorul-rachetă cu combustibil solid către acela utilizând combustibil lichid. În ciuda multelor idei inovatoare și încercări de îmbunătățire a motorului-rachetă, până aproape de jumătatea sec. XX nimeni nu reușise încă să obțină o schemă satisfăcătoare de motor-rachetă cu combustibil lichid, această lucrare tehnică dovedindu-se mult mai problematică decât se estimase inițial.

### ***Tehnologia motorului-rachetă cu combustibil lichid***

Cu toate că adoptarea motorului-rachetă cu combustibil lichid a constituit una din ideile de bază ale savantului rus Țiolkovski [68], în lucrarea de față nu vom insista asupra operei acestui pionier al cosmonauticii deoarece el nu a avut și realizări practice, în schimb având contribuții uriașe în activitatea teoretică de fundamentare a

cosmonauticii și punere la punct a metodelor matematice aplicate în cazul zborului cosmic [50], [55], [68].

Țiolkovski s-a remarcat mai ales prin accentul pe care l-a pus pe soluția tehnologică a rachetei în trepte, stabilind și ecuația de calcul a zborului unui astfel de rachete. Tot el a preconizat faptul că motorul-rachetă cu combustibil lichid criogenic va permite în cele din urmă lansarea sateliților artificiali. Modelul propus de Țiolkovski încă din 1903 se referea la întrebuințarea hidrogenului și oxigenului în stare lichefiată. Câteva decenii mai târziu, ideea avea să fie preluată de către Hermann Oberth și apoi de către Wernher von Braun<sup>12</sup> [22], [28], [30], [34], [42]. De altfel, racheta sovietică R-7 care a lansat în octombrie 1957 primul satelit artificial al Pământului era echipată cu motoare-rachetă RD-107<sup>13</sup> (cu combustibil lichid) și anume kerosen și oxigen lichid, în vreme ce primul lansator orbital american, racheta Juno I (care în data de 01.02.1958 a introdus pe orbita circumterestră joasă primul satelit artificial american, Explorer-1) avea prima treaptă echipată cu un motor-rachetă cu combustibil lichid utilizând oxigenul lichid și dimetil hidrazina nesimetrică [22], [28], [63].

Prin urmare, primele rachete orbitale au utilizat într-adevăr oxigen lichid așa cum preconizase Țiolkovski cu mai bine de jumătate de secol înainte [68].

Așadar, Țiolkovski a fost un mare teoretician, dar nu și un constructor sau experimentator de motoare-rachetă. Contemporan cu Țiolkovski, inginerul francez Robert Esnault-Pelterie (1881–1957) a avut contribuția sa importantă în domeniul cosmonauticii. Încă din anul 1908, pasionatul Esnault-Pelterie realiza primul său aeroplan proiectat încă din 1906. În 19.09.1906 el a reușit realizarea unui scurt zbor însă utilizând mijloace ajutătoare pentru decolarea aparatului. Ulterior, în data de 10.10.1907 a mai zburat pe distanța de cca 100 m, de această dată cu ajutorul unui aparat de zbor autonom denumit REP-1, echipat cu un motor termic (cu 7 cilindri) de concepție proprie și care dezvolta 30 CP. În 1908, neobositul Esnault-Pelterie realiza modelul REP-2 la bordul căruia a zburat

<sup>12</sup> În cadrul proiectului V-2 care se referea la construirea unei rachete balistice militare cu rază mare de acțiune, germanii au ales amestecul de combustibil format din soluție de 75% etanol (cu 25% apă) în masă de 3810 kg și respectiv, 4910 kg de oxigen lichid.

<sup>13</sup> Din confruntarea schemei acestui prim motor-rachetă sovietic cu schema din brevetul lui Văideanu (RO33354 din 1942) se poate vedea foarte clar că sovieticii au preluat modelul lui Văideanu de motor-rachetă cu camere de ardere multiple.

pe un parcurs de 1,2 km atingând o înălțime de aproape 30 metri. Lui Esnault-Pelterie i se atribuie în momentul de față inventarea sistemului de comenzi denumit joystick [8], [11], [22], [30], [42].

O componentă importantă a activității lui Esnault-Pelterie a constat în proiectarea, construirea și testarea unor sisteme de propulsie. Încă din anul 1913 el concepea o lucrare privind problema atingerii Lunii de către un vehicul cu reacție lansat de pe Terra. Astfel, el preconiza utilizarea energiei nucleare<sup>14</sup> pentru realizarea zborului spre Lună. În vara anului 1927, Robert Esnault-Pelterie susținea o comunicare științifică având titlul *L'exploration par fusée de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires / Explorarea cu ajutorul rachetei a atmosferei înalte și posibilitatea de realizare a călătoriilor interplanetare*.

Începând din 1930, Robert Esnault-Pelterie alături de un colaborator al său, Jean-Jacques Barré, solicita Ministerului Apărării din Franța întocmirea unor studii mai detaliate privind conceptul de rachetă balistică militară, iar odată cu 1931, Esnault-Pelterie trecea la activitatea experimentală a unor rachete de diverse dimensiuni și funcționând cu mai multe tipuri de amestecuri combustibile. În anul 1930 el publica lucrarea *Astronautica*, iar în 1934 a publicat o nouă ediție a lucrării în care a insistat asupra ideii utilizării energiei nucleare de către vehiculele cosmice. Lucrările lui Esnault-Pelterie le regăsim și în perioada imediat ulterioară încheierii celui de-al Doilea Război Mondial, dar destinate mai curând popularizării decât unor aplicații concrete.

În schimb, inginerii sovietici Serghei Koroliov (1907–1966) și Valentin Petrovici Glușko (1908–1989) aveau să se ocupe exact de problema construcției și testării în condiții reale a unor motoare-rachetă cu combustibil lichid. Între 1929–1930, inginerul Glușko a realizat în laboratorul din Leningrad nu mai puțin de 52 de modele experimentale de motoare-rachetă cu combustibil lichid realizându-se în perioada respectivă peste 100 de încercări experimentale privind diverse configurații de motor și totodată, diverse rețete de combustibili lichizi [9], [17], [34], [54], [55].

Concomitent cu activitatea lui Glușko din Leningrad, în Moscova își desfășura activitatea cercetătorul de origine letona Friedrich Zander (Georg Arthur Constantin Friedrich Zander, 1887–1933, în rusa: *Фридрих*

<sup>14</sup> Potrivit nivelului de cunoștințe existent la acea dată privind energia nucleară, Esnault-Pelterie propunea utilizarea radiului în sensul de a se colecta radiația emisă de acesta și a se face apoi transferul energiei nucleare în energie termică sau/și electrică.

*Артыровиц Цăндер*, romanizat: *Tsander*), care testa și el diverse modele de motoare-rachetă alimentate cu gazolină și aer comprimat, încercând să amplifice combustia prin tratarea gazolinei cu pulberi metalice de aluminiu și magneziu. Începând cu toamna anului 1931, sub conducerea lui Zander lua naștere organizația GIRD (Grupul pentru Studiarea Propulsiei prin Reacție) iar în primăvara anului 1932, tânărul Serghei Koroliov (viitorul comandant al programului spațial sovietic) devenea noul conducător al acestei organizații de cercetare. În vara anului 1933 avea să fie testată în zbor racheta GIRD-9 alimentată cu un amestec format din gazolină cu adaosuri solide și oxigen lichefiat [54], [55], [61].

Cum una din marile probleme tehnologice ale acestui tip de motor-rachetă (cu combustibil lichid) era asigurarea răcirii, încă din 1933 s-au testat de către sovietici mai multe scheme de asigurare a răcirii camerei de ardere prin utilizarea oxigenului lichid circulat în cadrul unei cămăși de răcire care era prevăzută în jurul camerei de ardere a motorului. Acesta a fost modelul denumit GIRD-X, care a fost testat cu succes în toamna anului 1933. Era vorba de o rachetă având lungimea de 2,2 metri și diametrul de 0,14 metri, cu masa totală la start de 30 kilograme. Acest model de rachetă experimentală ar fi trebuit să poată ridica la înălțimea de peste 5 km o sarcină utilă de cca 2 kilograme [54], [61].

Către finele anului 1933 grupurile de cercetători din care făceau parte Gluško și Zander au fost comasate în cadrul unui institut denumit Institutul de Cercetări pentru Reacție (RNII) deși grupurile inițiale în principiu și-au menținut activitățile aproape independente. Grupul lui Koroliov s-a preocupat mai mult de punerea la punct a unor rețete noi de combustibil lichizi pe bază de oxigen lichid și alcool în vreme ce, odată cu anul 1938, grupul lui Gluško a fost preluat de către un nou conducător, Leonid Dușkin, ocupându-se mai ales de punerea la punct a aparatului de interceptare Berezniak-Isaiev BI-1. Acesta era un aparat militar experimental, avion-rachetă monoloc având lungimea de 6,4, anvergura de 6,48 m, înălțimea de 2,06 m, suprafața portantă de 7 m<sup>2</sup>, cu masa totală la decolare de 1650 kg, masa gol de 805 kg, echipat cu un motor-rachetă cu combustibil lichid tip Dușkin D-1A-1100 care putea dezvolta o tracțiune de 10,79 kN (1100 kgf). Acest avion-rachetă ar fi trebuit să poată atinge plafonul de 12000 metri și viteza de 800 km/h având capacitatea de a intercepta bombardiere în stratosferă, întrebuițând două tunuri ȘVAK de cal. 20 mm, fiecare cu o rezervă de câte 45 lovituri, precum și



două rachete aer-aer RS-82. Acest aparat a fost construit în total în doar 9 exemplare, toate fiind prototipuri. Primul zbor de încercare a avut în data de 15.05.1942, iar în 09.03.1945 programul a fost anulat și cercetătorii implicați au fost redirecționați către alte activități. Rezultatele acumulate în trei ani au fost neconvingătoare, sovieticii nereușind să rezolve principalele probleme tehnice.

Interesant este faptul că până la finele celui de-al Doilea Război Mondial ca și în următorii cinci ani specialiștii sovietici nu reușiseră să rezolve majoritatea problemelor tehnologice specifice motorului-rachetă cu combustibil lichid:

- nu reușiseră să găsească o soluție privind stabilizarea procesului de combustie, în camerele de ardere având loc detonații sau arderi incomplete indiferent de rețetele de combustibili lichizi încercate;

- în permanență încărcarea termică excesivă a pereților camerei de ardere a constituit o problemă nerezolvată și care reprezenta o amenințare serioasă, limitând timpul de funcționare al motorului-rachetă și aducând noi probleme în ce privește stabilitatea arderii;

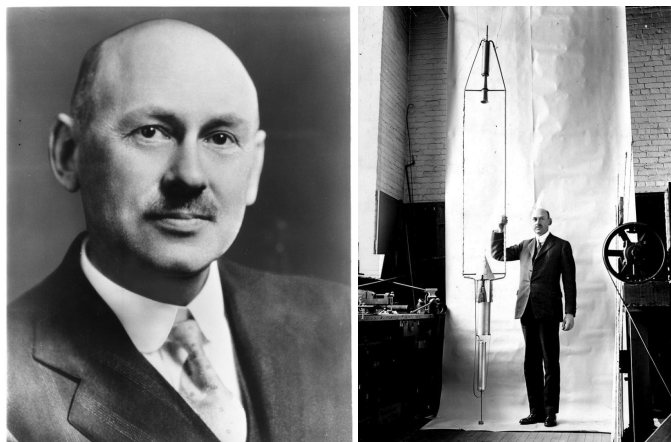
- nici metoda răcirii convective (prin circularea exterioară a unui lichid de răcire) nici metoda răcirii peliculare (prin injectarea unei pelicule interne de carburant în zona de strat limită a camerei de ardere întrebunțând pereți poroși) nu au dat rezultatele scontate;

- nu au reușit să pună la punct un model fiabil de turbopompă apt să lucreze cu majoritatea combustibililor lichizi, chiar și cu aceia corozivi sau criogenici;

- toate eforturile sovietice de realizare a motorului-rachetă cu combustibil lichid s-au redus la niște rezultate mediocre până spre anul 1952.

În acest timp, adică în perioada 1939–1945, în România s-a desfășurat activitatea de cercetare și inventică a lui Nicolae Văideanu [1], [2], [3], [4], [69], [70], [71], [72]. Interesant este faptul că Văideanu fără a deține niciun fel de infrastructură industrială și lucrând acasă în regim privat (ca și Konstantin E. Țiolkovski, de altfel...) a reușit să rezolve toate marile probleme tehnologice sus-menționate, iar prin intrarea Regatului României sub ocupație sovietică (începând cu august 1944) toată opera de inventică a lui Văideanu avea să fie preluată neoficial (și ilicit) de către URSS. Din acest motiv, aproape brusc prin 1956 sovieticii deja rezolvaseră toate problemele tehnologice legate de motoarele-rachetă cu combustibili lichizi și căpătaseră un avans considerabil față de evoluția tehnologică din SUA.

Interesant este faptul că în SUA nu au existat multă vreme preocupări ale statului în ceea ce privește dezvoltarea tehnologiei motorului-rachetă cu combustibil lichid. Ca și în cazul lui Țiolkovski (care a lucrat mai mult pe cont propriu, la domiciliul său) în teritoriul SUA activitatea de cercetare-dezvoltare pentru realizarea motorului-rachetă cu combustibil lichid a constituit multă vreme opera unui particular, la nivelul inițiativei private.



**Fig. nr. 2** – Robert Hutchings Goddard (1882–1945) cercetător și inventator american de la începutul secolului XX (stânga). Încă din perioada Primului Război Mondial preconizează necesitatea dezvoltării motorului-rachetă cu combustibil lichid. Construiește și experimentează în anul 1926 prima rachetă din lume echipată cu un motor-rachetă cu combustibil lichid (fotografia din dreapta). Racheta *Nell* nu a realizat vreo performanță de zbor deosebită dar a demonstrat fără tăgadă corectitudinea principiului de funcționare.

Cu mari greutate și înfruntând neîncrederea și chiar ostilitatea administrației de stat și opiniei publice, inginerul Robert Hutchings Goddard (1882–1945) a reușit să construiască și experimenteze un prim model de rachetă<sup>15</sup> cu combustibil lichid în data de 16.03.1926. Zborul experimental

<sup>15</sup> Așa cum am mai arătat în parcursul lucrării de față, racheta *Nell* construită și testată de Goddard în primăvara lui 1926 a fost la nivel mondial prima rachetă echipată cu motor-rachetă cu combustibil lichid, dar nu și primul motor-rachetă cu combustibil lichid care să fi fost construit și experimentat. În mod indubitabil, primul motor-rachetă cu combustibil lichid a fost acela experimentat în 1886 de echipa formată din Alexandru Ciurcu și Just Buisson. Este adevărat că amestecul combustibil întrebuințat de Ciurcu/Buisson era unul mixt: kerosen amestecat cu pulberi.

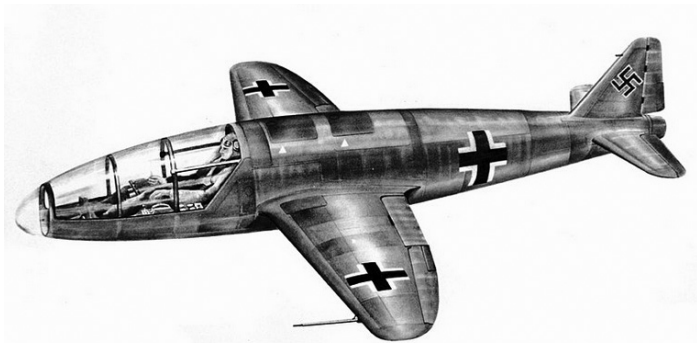
s-a desfășurat la Auburn (Massachusetts) iar motorul-rachetă era alimentat cu un amestec format din oxigen lichid și gazolină. Goddard a construit astfel un model experimental de lungime 3,429 metri și care avea masa totală la start de cca 4,7 kilograme, dezvoltând o tracțiune de 50 Newtoni (5 kgf). Aparatul experimental a reușit să se ridice la înălțimea de cca 14 metri cu viteza de cca 24 m/s (87 km/h). Acest zbor este considerat în momentul de față primul zbor la nivel mondial al unei rachete cu combustibil lichid [6], [7], [22], [42].

Activitatea privată a lui R. H. Goddard privind motorul-rachetă cu combustibil lichid începuse încă din perioada Primului Război Mondial, iar experimentele de laborator debutaseră încă din 1921. Un an mai târziu (1922) în Europa apărea și lucrarea semnată de Hermann Oberth, acesta opinând la rândul său faptul că motorul-rachetă cu combustibil lichid constituie o posibilă soluție tehnologică pentru realizarea zborului cosmic. Nu vom insista în această lucrare mai mult pe marginea activității lui Robert Goddard, deoarece el nu a reușit să experimenteze vreodată rachete de dimensiuni mari și nici nu a adus soluții tehnologice pentru marile probleme ale motorului-rachetă cu combustibil lichid, fiind fără dubiu un pionier al acestui domeniu, dar nu și persoana care să fi descoperit și aplicat soluțiile practice destinate producerii în serie a acestui tip de motor-rachetă. Mai mult, în aceeași perioadă cu Goddard, inginerii germani realizau prototipuri experimentale superioare și se bucurau de o susținere mai serioasă din partea statului, mai ales din momentul în care conducerea statului a fost preluată de naziști aceștia intuind în mod corect importanța strategică a tehnologiei motorului-rachetă.

Astfel, în Germania interbelică o serie de ingineri și cercetători s-au ocupat de problema motorului-rachetă cu combustibil lichid și au obținut rezultate foarte promițătoare. Acești oameni de știință făceau parte în cea mai mare parte a lor din cadrul uzinei OPEL<sup>16</sup> unde au format grupul Opel RAK destinat anume sistemelor de propulsie prin reacție. Grupul Opel RAK s-a înființat la finele anilor '20 în Rüsselsheim. A fost condus de

<sup>16</sup> Opel este o fabrică germană producătoare de mașini și având sediul în Rüsselsheim. A fost fondată în 1862 de către întreprinzătorul privat Adam Opel (1837–1895) având ca obiect de activitatea fabricarea mașinilor de cusut și respectiv, biciclete începând cu anul 1886. După 1898–1899 s-a trecut la fabricarea de automobile Opel în colaborare cu Frederich Lutzmann. Între anii 1929 și 2017 un important pachet de acțiuni Opel a fost deținut de General Motors.

Friedrich Wilhelm Sander (1885–1938) acesta reușind în primăvara anului 1929 să construiască și să testeze în zbor două rachete echipate cu motoare cu combustibil lichid. La ora actuală acest model experimental de rachetă este considerat primul de acest gen din Europa și al doilea la nivel mondial, după racheta Nell realizată și testată de Goddard în 1926.



**Fig. nr. 3** – Germanii sunt primii din lume care trec de la nivelul unor prototipuri rudimentare la motoare-rachetă apte de a fi produse în serie și aplicate mai ales în domeniul militar. În imagine avionul-rachetă experimental Heinkel He 176: avion-rachetă monoloc, monomotor cu aripa mediană eliptică; avea lungimea de 5,21 metri, anvergura de 5 metri, înălțimea de 1,435 metri, suprafața portantă de 5,4 m<sup>2</sup> și masa la start de 1620 kg, masa gol de 900 kg. Era echipat cu un motor-rachetă cu combustibil lichid de tip Walter HWK RI-203 care dezvoltă 5,88 kN (600 kgf) timp de maxim 50 secunde. Putea atinge viteza de 750 km/h, viteza ascensională de 60,6 m/s (avea capacitatea de a urca la înălțimea de 8000 metri în numai 2,5 minute) și avea o rază de acțiune de 109 km la un plafon de 9000 m. În ciuda performanțelor foarte bune astfel de aparate nu au depășit nivelul experimental.

Racheta experimentală construită de Opel RAK avea lungimea de 0,74 metri și diametrul de 0,21 m, cu masa la start de cca 16 kg și masa gol de 7 kg putând funcționa timp de 132 secunde și dezvoltând tracțiunea de 50 kgf. Interesant este faptul că testele nu s-au realizat la un stand vertical fix și nici prin construirea unei rachete, ci prin echiparea cu motor-rachetă a unui avion de tip GMG (firma Gebrüder Müller Griesheim). Compania GMG a fost înființată inițial ca un atelier de tâmplărie de către Georg Müller, dar care a ajuns la un moment dat să furnizeze piese pentru avioane construite de August Euler între anii 1911–1912. Frații Jacob și Philipp Müller au preluat prin 1920 atelierul tatălui lor și din 1924 i-au modificat

obiectul de activitate astfel încât deja în perioada 1927–1930 ei realizau nu mai puțin de 17 modele de avioane ușoare sub marca Gebrüder Müller Griesheim. Printre altele, unul din avioanele lor a fost întrebuințat pentru experimentarea primului model european de motor-rachetă cu combustibil lichid [7], [9], [16], [17], [23], [28], [30], [33], [34], [42].

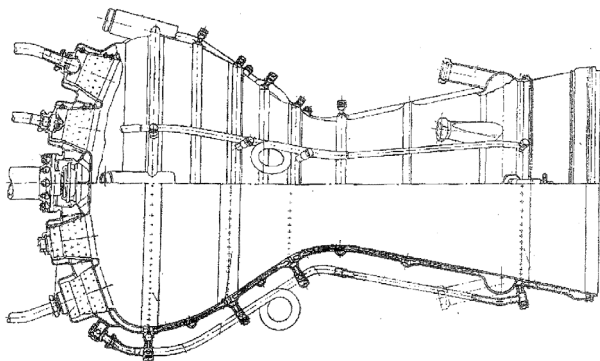
În aceeași perioadă, grupul german menționat a mai realizat și motorul-rachetă Opel RAK.1, care dezvoltă o tracțiune de maxim 300 kgf, dar apariția mării depresii din 1928–1929 a condus la încetarea acestor activități de cercetare-dezvoltare. După venirea regimului nazist, F. Sander a fost arestat în 1935 de către Gestapo și condamnat la 5 ani închisoare, pedeapsă pe care nu a mai putut-o ispăși căci a decedat în anul 1938. Ulterior, activitățile legate de motoare-rachetă cu combustibil lichid s-au desfășurat în Germania sub atenta îndrumare a Partidului Nazist și a trupelor SS, în această activitate fiind implicați deopotrivă Hermann Oberth și Wernher von Braun.

Remarcăm testarea de către naziști a avionului-rachetă He 176 potrivit proiectului întocmit în 1939 de către Hellmuth Walter. Mai târziu (1944–1945) avea să mai fie construit și testat avionul-rachetă Messerschmitt Me 163 Komet echipat cu un motor-rachetă cu combustibil lichid de tip Walter HWK 109–509, care putea dezvoltă maxim 1700 kgf.

Alte preocupări la începutul sec. XX pentru realizarea unui motor-rachetă cu combustibil lichid aveau să se mai înregistreze în America de Sud, în Peru. Inventatorul Pedro Paulet (Pedro Eleodoro Paulet Mostajo) propunea încă din anul 1902 un interesant aparat de zbor capabil de evoluții de zbor care și la ora actuală sunt considerate dificil de executat. În 1927, Pedro Paulet a pretins că ar fi experimentat un model de motor-rachetă cu combustibil lichid, dar nu s-au adus probe îndeajuns de clare în acest sens, iar subiectul rămâne unul controversat, opiniile istoricilor fiind foarte împărțite. Opiniile exprimate de Hermann Oberth și Wernher von Braun au fost în general favorabile lui Paulet dar fără să ofere informații clare referitoare la ceea ce ar fi realizat în mod concret acest inginer peruan.

După cum se vede din această scurtă descriere a istoriei tehnologiei motorului-rachetă cu combustibil lichid în sec. XX, niciunul din cei implicați sau preocupați de acest domeniu nu a reușit în mod categoric să identifice și să materializeze soluțiile tehnologice pentru marile probleme ridicate de motorul-rachetă cu combustibil lichid. Rușii nu au reușit până

la începutul anilor '50 decât să facă unele experimente cu diverse modele de motoare-rachetă de dimensiuni mici și care nu prezentau deloc fiabilitate și siguranță în funcționare. De cealaltă parte a Oceanului Atlantic, americanii (în sensul administrației de stat) s-au arătat multă vreme complet dezinteresați de motorul-rachetă cu combustibil lichid, singurele preocupări în această privință venind din partea unor întreprinzători particulari (Goddard și alții mai puțin vizibili) iar în momentul în care au înțeles importanța strategică a acestei tehnologii, nu au avut altă soluție decât să apeleze la foștii ingineri naziști care construiseră rachetele V-2 și motoarele-rachetă ce echipaseră avioanele-rachetă militare germane din al Doilea Război Mondial. În aceeași epocă, germanii au realizat o activitate mult mai laborioasă și mai eficace în sensul de realizare a unor modele fiabile de motoare-rachetă cu combustibil lichid, dar și aceștia au fost la un moment dat limitați în activitatea lor din cauza restricțiilor impuse de desfășurarea războiului și în cele din urmă de consecințele pierderii războiului de către Germania nazistă.



**Fig. nr. 4** – Primul model de motor-rachetă cu combustibil lichid realizat în producție de serie între anii 1942–1945 cu aplicații militare. A echipat racheta balistică V-2 utilizată în ultima parte a celui de-al Doilea Război Mondial; avea lungimea de 14,036 metri din care lungimea cofei aerodinamice de 2,285 metri, secțiunea fuselajului de 1,65 metri. Putea avea masa totală la start de 12980 kg din care încărcătura de luptă (Amatol) era de 750 kg, structura rachetei de 1750 kg, turbopompele aveau 450 kg, camera de ardere 550 kg, sistemele auxiliare 300 kg, combustibil 8750 kg iar combustibilul necesar turbopompelor avea 300 kg. Dezvolta la start tracțiunea de 25000 kgf și putea atinge o viteză maximă de 5580 km/h în porțiunea atmosferei înalte sau 2900 km/h viteza de croazieră pentru bombardament. Traectoria activă era de 97 km iar bătaia maximă era de 305 km.

Prin urmare, nici măcar germanii nu au ajuns într-o etapă superioară de îmbunătățire a motorului-rachetă cu combustibil lichid ci s-au limitat la primele modele de succes, apte pentru construcția de serie din perioada 16.03.1942 – 08.05.1945, câtă vreme s-a aflat în producție și serviciu racheta militară V-2.

### ***Rolul și locul lui Nicolae Văideanu în istoria cosmonauticii***

Inventatorul român Nicolae Văideanu a identificat la rândul său principalele probleme ale motorului-rachetă cu combustibil lichid:

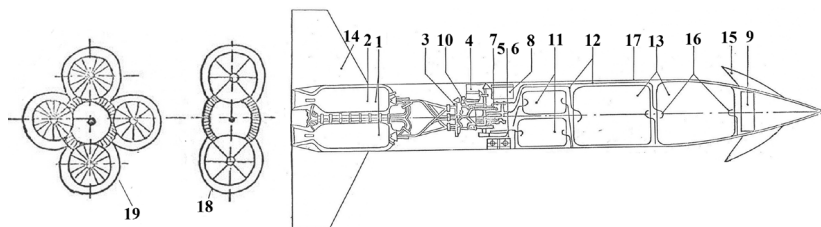
- răcirea camerei de ardere;
- stabilitatea și caracterul complet al combustiei;
- injectarea combustibililor cu un consum energetic cât mai redus;
- creșterea energiei de combustie;
- limitarea pierderilor de energie la nivelul camerei de ardere;
- limitarea vibrațiilor;
- creșterea vitezei finale de ejecție a agentului de lucru și deci, a tracțiunii.

Din analiza brevetelor lui Nicolae Văideanu putem constata că acest inventator român și-a dat seama că un motor-rachetă cu combustibil lichid, ca să devină cu adevărat fiabil, este necesar ca în schema lui o cât mai mare parte din energia degajată prin reacții (termo) chimice să fie întrebuințată pentru antrenarea gazelor arse în cadrul ajutorajului de evacuare, deci să avem funcționarea motorului-rachetă la un randament cât mai bun. Conceptul de *randament* presupune înainte de toate limitarea drastică a pierderilor, în acest caz pierderile principale fiind acelea prin *degajarea de căldură*.

El a observat necesitatea de a crește raportul de destindere/detentă prin lucrul la o presiune inițială (de injecție) relativ mare. În acest sens, Văideanu avea să inventeze propriile sale modele de turbopompe acționate tot prin reacție în cadrul unei scheme simple și eficiente.

Observând totuși faptul că presiunea de injecție nu poate crește nelimitat fără a genera alte mari probleme tehnice (eforturi mecanice mari, vibrații, consum energetic mare etc.) Văideanu a identificat soluția: *realizarea unor camere de ardere multiple* în cadrul aceluiași motor-rachetă.

Aceste camere de ardere nu trebuie să aibă dimensiuni mari (dacă ar fi de dimensiuni mari ar însemna să apară probleme tehnologice și mai dificile) iar presiunea de lucru în fiecare din camerele de combustie ar



**Fig. nr. 5** – Brevetul RO 33354 din data de 19.05.1942 acordat lui Nicolae Văideanu, potrivit desenului și textului original, cu unele relative inadvertențe de exprimare cauzate mai ales de modificarea vocabularului tehnic între anii 1942 și 2024, precum și a manierei de prezentare de atunci, foarte diferită în raport cu ce suntem obișnuiți actualmente: 1 – camere de ardere cuplate în funcționare; 2 – camera de ardere individuală constructiv; 3 – alternator pentru dirijarea propergolilor; 4 – releu de timp anexat alternatorului; 5 – turbina de gaz care antrenează pompele, alternatorul, releul de timp, delco-aprindere; 6 – turbina de gaz cu dublu tandem; 7 – pompe centrifugale pentru antrenarea propergolilor către camerele de ardere; 8 – dispozitiv delco pentru aprinderea amestecului componentelor în camerele de ardere; 9 – selectorul electromecanic al undelor herțiene pentru dirijarea pe traiectorie a rachetei; 10 – supapa de scurt-circuit pentru asigurarea dozajului corect al debitelor componente ale propergolilor trimiși în camerele de ardere; 11 – rezervoarele cu cei 2 componenți ai propergolului destinat turbinei de gaz; 12 – conductele pentru aducțiunea componentelor propergolului rachetei; 13 – rezervoarele pentru componenții propergolului rachetei; 14 – ampenajele stabilizatoare; 15 – aripioarele pentru dirijarea rachetei pe traiectorie și antene pentru undele radio; 16 – conducte de alimentare în legătură cu exteriorul; 17 – învelișul ansamblului rachetei; 18 – două camere de ardere; 19 – patru camere de ardere cuplate [1], [2], [3], [4], [69], [70], [71], [72].

putea avea o valoare medie, deci o valoare admisibilă. Mai mult decât atât, camerele de ardere multiple înseamnă și *creșterea suprafeței de schimb termic* ceea ce conduce la o răcire mult mai ușoară decât în cazul unei singure camere de ardere cu o încărcare termică foarte mare.

Divizarea camerei de ardere în patru unități egale și de dimensiuni mai reduse facilitează foarte mult procesul de răcire regenerativă (prin circularea carburantului -și, în anumite porțiuni cum ar fi secțiunile critice, chiar circularea comburantului- în cămașa exterioară a camerei de ardere înainte de injecție) și totodată ușurează mult sarcina instalației de alimentare cu combustibil.



Astfel, potrivit schemelor propuse de Văideanu între anii 1942 și 1945 erau aplicate următoarele soluții:

- *răcirea camerei de ardere* se făcea prin divizarea camerei de ardere a aceleiași motor-rachetă în patru camere de ardere legate între ele și având ajutaje orientate; suprafața mare de schimb termic conducea la o răcire eficientă și simplu de obținut din perspectiva cheltuielilor energetice;

- *stabilitatea și caracterul complet al combustiei* se obțineau prin proiectarea instalației de injecție astfel încât să asigure repartizarea omogenă a componentelor combustibilului și capacitatea de autoreglaj (reglaj automat în cadrul unor scheme simple) în timpul funcționării;

- *injecția combustibililor cu un consum energetic cât mai redus* era obținută grație lucrului cu mai multe camere de ardere de dimensiuni relativ mici;

- *creșterea energiei de combustie* era atinsă deopotrivă prin arderea omogenă și la o presiune de injecție îndeajuns de ridicată;

- *limitarea pierderilor de energie la nivelul camerei de ardere* se obținea mai ales ca urmare a stabilității procesului de ardere;

- *limitarea vibrațiilor* se obținea prin reducerea dimensiunii camerei de ardere și lucrul la o presiune de combustie de valoare medie, corelând între ei toți acești factori;

- *creșterea vitezei finale de ejecție a agentului de lucru* și deci a tracțiunii erau obținute prin proiectarea ajutajului de reacție astfel încât raportul de destindere să fie îndeajuns de mare chiar și în cazul în care motorul-rachetă lucra pentru scurtă vreme în regim dezadaptat, la presiunea ambientală de la nivelul mării.

Practic, Nicolae Văideanu a completat aproape tot ceea ce nu au reușit să facă ceilalți ingineri și cercetători de pe Glob care au fost implicați în realizarea și îmbunătățirea motorului-rachetă cu combustibil lichid. Spre diferență de americani (în speță, Goddard și echipa lui) Văideanu a obținut un model final de sistem de propulsie apt de a fi introdus în producție de serie, în vreme ce Goddard nu a reușit niciodată să depășească nivelul primar al modelelor rudimentare care doar demonstrau un anumit principiu de funcționare, fără a putea sta la baza unui model de producție industrială. Spre deosebire de ruși, Văideanu a identificat toate soluțiile tehnologice necesare depășirii problemelor fundamentale ale motorului-rachetă cu combustibil lichid. După cum s-a putut vedea din descrierea istoriografică a lucrării de față, activitatea rusă/sovietică nu a reușit decât să conducă la

obținerea unor modele care prezentau încă probleme mult prea mari pentru a fi admisă introducerea lor în producție și serviciu. Totodată, modelele de motor-rachetă cu combustibil lichid erau de putere încă prea redusă pentru a corespunde unor aplicații serioase în domeniul tehnicii militare sau al transporturilor. Spre deosebire de germani, care au atins în perioada celui de-al Doilea Război Mondial nivelul cel mai avansat de realizare a unor motoare-rachetă, Văideanu a oferit soluții care scădeau foarte mult cheltuielile și reducea dificultățile tehnologice, conducând totodată la importante creșteri de randament. Germanii nu au reușit să depășească nivelul tehnologic atins de V-2 în 1945. Chiar și după ce foștii naziști au devenit americani și au început să lucreze în cadrul NASA, multă vreme ei au fost limitați la modelul motorului-rachetă care echipase odinioară racheta militară nazistă V-2.

LOCUL lui Nicolae Văideanu în cadrul istoriei cosmonauticii este acela corespunzător primului om din lume care a dat soluții tehnologice realiste tuturor problemelor specifice motorului-rachetă cu combustibil lichid.

ROLUL lui Nicolae Văideanu în istoria cosmonauticii a fost acela de inventator/inovator prin a cărui operă de invenție s-a netezit drumul evoluției tehnico-științifice astfel încât motorul-rachetă cu combustibil lichid a putut face tranziția de la nivelul de prototip rudimentar la acela de produs de serie apt de a fi trimis către variate aplicații militare și industriale.

Rezultatele cercetărilor și invențiilor realizate de Nicolae Văideanu nu au fost trimise către mediul științific internațional, căci ne aflăm deja în contextul izbucnirii Războiului Rece, situație în care, prin intrarea Regatului României sub ocupație sovietică opera lui Văideanu a trecut abuziv în mâna sovieticilor. Aceștia au preluat fără niciun drept patrimoniul intelectual aparținând lui Văideanu iar după 1981 (anul morții lui Văideanu) au continuat să utilizeze patrimoniul intelectual/de invenție al României fără niciun drept. Ca o cumplită ironie a sorții, în primăvara anului 1981, s-a desfășurat zborul cosmic comun sovieto-român al echipajului format din Dumitru Prunariu și Leonid Popov, racheta purtătoare sovietică întrebunțând motoarele inventate de Nicolae Văideanu. Exact în perioada zborului cosmic respectiv, Nicolae Văideanu murea sărac și uitat în căsuța lui din Orăștie. După moartea sa bunurile aveau să-i fie ridicate și duse în direcții necunoscute iar casa avea să fie demolată, ca și cum s-ar fi vrut neapărat ștergerea completă din memorie a acestui om și

a activității sale de o viață întreagă. Nicolae Văideanu a fost practic înmormântat împreună cu invențiile sale.

Deoarece subiectul este mult prea pretențios pentru a putea fi acoperit în conținutul unui singur articol, ne propunem ca în cadrul unei viitoare lucrări să facem prezentarea mult mai detaliată a tehnologiei conținute de brevetele lui Văideanu pentru ca aceste date/informații să fie redade memoriei colective și cunoscute ca atare de către lumea științifică internă și internațională.

### Bibliografie selectivă:

#### *Brevete*

- [1] RO33269 din data de 05.12.1941 cu titlul *Selector electromecanic al undelor herziene* acordat lui Nicolae Văideanu.
- [2] RO33354 din data de 19.05.1942 cu titlul UDOVILUL („săgeata apei”) *rachetă cu camere de ardere multiple funcționând cu combustibili lichizi* acordat lui Nicolae Văideanu.
- [3] RO37723 din data de 23.12.1944 (perfecționare adusă la Brevetul RO33354/1942) cu titlul *Turbină de gaze cu cornete reactive* acordat lui Nicolae Văideanu.
- [4] RO38083 din data de 10.12.1945 (perfecționare la Brevetele RO37723/1944 și RO33354/1942) cu titlul *Turbină de gaze cu cornete reactive* acordat lui Nicolae Văideanu.
- [5] FR 179001 din data de 12.10.1886 cu titlul *Propulseur à Réaction*, acordat lui Alexandru Ciurcu.

#### *Autori români*

- [6] Andreescu Dumitru, Bădărău Eugen, Dumitrescu Dumitru, Martalogu Nicolae, Oncescu Mircea, Ciplea Liciniu, Mastacan Gheorghe, Spacu Petru George, Gîdea Suzana, Gheorghiu Traian, Cucurezeanu Ion, Damachi E., Nicolau Edmond, Condrea S., Toma V., Friedlander E., Vâlcovici V., *Din cuceirile științifice ale secolului XX*, Editura Științifică, București, 1965.
- [7] Andreescu Dumitru, Diaconescu Gheorghe, Șerbănescu E., *Dicționar de astro-nautică*, Editura Albatros, București, 1983.
- [8] Andreescu Dumitru, *Asaltul cosmosului*, Editura Tineretului, București, 1963.
- [9] Andreescu Dumitru, *Racheta, armă și vehicul*, Editura Militară, București, 1957.
- [10] Andreescu Dumitru, *Incursiune în tehnica spațială*, Editura Albatros, București, 1970.

- [11] Andreescu Dumitru, *Cosmonautica, o nouă știință*, Editura Militară, București, 1960.
- [12] Avram Valeriu, Gușă Ana Maria, Sandachi Paul G., *Contribuții românești în aeronautică la începutul sec. XX*, Fundația General Ștefan Gușă, București, 2001.
- [13] Balotescu Nicolae et al, *Istoria aviației române*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1984.
- [14] Cerchez Mihai, *Pitagora*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1986.
- [15] Crăciun Dumitru, Ucrain Constantin, *Icarii din Carpați*, Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1986.
- [16] Dorobanțu M.N., Olaru D.D., Popa N.A., *Racheta, vehicolul viitorului*, Editura Științifică, București, 1960.
- [17] Forțele Aviației Militare, *Conspect de motoare cu reacție* (pentru uz intern), Editura Tehnică, București, 1952.
- [18] Gheorghiu Constantin C., *Invenții și priorități românești în aviație*, Editura Albatros, București, 1979.
- [19] Gudju Ion, Iacobescu Gheorghe, *Pasărea de foc*, Editura Științifică, București, 1966.
- [20] Gudju Ion (autor), Șendrea Constantin, Firu Mihai (coordonatori) și autorii Iacobescu Gheorghe, Stoika Radu, Ucrain Constantin, Mocanu Vasile, *Aripi românești. Contribuții la istoricul aeronauticii*, Editura Militară, București, 1966.
- [21] Gudju Ion (autor), Ispas Ștefan, Niță Mihai M., Ioan Constantin Sabin (coordonatori) și autorii Iacobescu Gheorghe, Ionescu Ovidiu, *Construcții aeronautice românești 1905–1970*, Editura Militară, București, 1970.
- [22] Ionescu Demostene, Teodorescu Constantin, Zăgănescu Florin, *Satelii arti-ficiali la sfârșit de mileniu*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1988.
- [23] Ispas Ștefan, *Combustibilii sistemelor de transport spațiale*, Editura Tehnică, București, 1989.
- [24] Ispas Ștefan, *Contribuția poporului român la progresul aviației*, Editura Militară, București, 1969.
- [25] Moroianu Dinu, Ștefan I.M. (pe numele său adevărat Alexandru Sergiu Sragher), *Focul viu. Pagini din istoria invențiilor și descoperirilor românești*, Editura Științifică, București, 1963.
- [26] Nicolau Edmond, Ștefan I.M. (pe numele său adevărat Alexandru Sergiu Sragher), *Scurtă istorie a creației științifice și tehnice românești*, Editura Albatros, București, 1981.
- [27] Oroveanu Matei, *Începuturile creației tehnice aeronautice românești 1880–1918*, Editura Militară, București, 1981.
- [28] Pascaru Ion, *Racheta*, Editura Militară, București, 1959.

- [29] Pascaru Ion, *Zborul în cosmos*, Editura Tineretului, București, 1961.
- [30] Pascaru Ion, *Săgețile de foc de ieri și de azi*, Editura Militară, București, 1962.
- [31] Pascaru Ioan, *Rachetele sovietice cuceresc cosmosul*, Societatea pentru Răspândirea Științei și Culturii, București, 1959.
- [32] Popovici Călin (coordonator) și colectiv autori, *Dicționar de astronomie și astro-nautică*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1977.
- [33] Sălăgeanu Ioan, *Aviația modernă*, Editura Militară, București, 1965.
- [34] Sălăgeanu Ioan, Zăgănescu Florin, *Racheta. Trecut, prezent și viitor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1970.
- [35] Stoenescu Alexandru, *Omul nu va rămâne ținut pe Pământ*, Editura Științifică, București, 1963.
- [36] Ștefan I. M. (pe numele său adevărat Alexandru Sergiu Sragher), *Alexandru Ciurcu. Inventatorul, ziaristul, omul*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1989.
- [37] Teleman C., Vrânceanu Gheorghe, *Geometria euclidiană, geometrii neeuclidi-ene, teoria relativității*, Editura Științifică, București, 1965.
- [38] Todericiu Doru, *Preistoria rachetei moderne. Manuscrisul de la Sibiu 1400–1569*, Editura Academiei Române, București, 2008.
- [39] Trandafir Maria, *Roumains au debut de l'aeronautique mondiale. Romaninan beginners in World aeronautics*, ediție bilingvă franco-engleză, Per Omnes Artes, București, 2000.
- [40] Zarioiu Gheorghe, *Aviația Modernă. Realizări și perspective*, Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1980.
- [41] Zăgănescu Florin, *Viitorul aparține spațiului*, Editura Albatros, București, 1980.
- [42] Zăgănescu Florin, *De la Icar la cuceritorii Lunii*, Editura Albatros, București, 1975.
- [43] Zăgănescu Florin, *Aviația. Mici enciclopedii și dicționare ilustrate*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1985.

#### *Autori străini*

- [44] Academia de științe din URSS, *Primele fotografii ale părții invizibile a Lunii* (trad. din lb. rusă), București, 1960.
- [45] Agenția NOVOSTI, *URSS. 20 de ani ai Erei Cosmice* (apariție în lb. română), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1977.
- [46] Baev L.C., Merculov I.A., *Avionul-rachetă*, Editura Cartea Rusă, București, 1953.
- [47] Cerniașov Mihail, *Drumul spre stele* (apariție în lb. română), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1986.
- [48] Cerniașov Mihail, *Pe calea deschisă de Gagarin* (apariție în lb. română), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1986.

- [49] Cerniașov Mihail, *Pe orbitele lui Gagarin* (apariție în lb. română), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1981.
- [50] Cosmodemianschi A.A., *Ilustrul om de știință K.E. Tiolkovschi (1857–1935)* (trad. din lb. rusă), Editura Cartea Rusă, București, 1950.
- [51] Cotardiere Philippe de la, Penot Jean Pierre, *Dicționarul spațiului* (trad. din lb. franceză), Editura Univers Enciclopedic, București, 1998.
- [52] Engel Rolf, *Russlands vorstoss ins all. Geschichte der sowjetischen Raumfahrt* (apărut în lb. germană), Editura Bonn Aktuell, Stuttgart, 1988.
- [53] Ghilzin C.A., *Motoare rachetă* (trad. din lb.rusă), Editura Tehnică, București, 1953.
- [54] Glușko Valentin, *L'astronautique sovietique: questions et reponses* (ediția în lb. franceză), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1989.
- [55] Glușko Valentin Petrovici, *Encyclopédie soviétique de l'astronautique mondiale* (ediția în lb. franceză), Editura Mir, Moscova, 1971.
- [56] Lachnitt Jacques, *L'astronautique* (apariție în lb. franceză), Le Rayon de la Science, Editions du Seuil, Paris, 1962.
- [57] Liapunov B., *Racheta* (trad. din lb.rusă), Editura de Stat, București, 1949.
- [58] Lustiberg Villen, *Noi și cosmosul. Punctul de vedere al oamenilor de știință sovietici* (apărută în lb. română), Editura Agenției de Presă NOVOSTI, Moscova, 1981.
- [59] Marty Roger, *Armele secrete de la Peenemunde. Mărturia unui spion francez* (trad. din lb. franceză), Editura Pro Editură și Tipografie, București, 2007.
- [60] Mazokina G.P., *Astronautics* (ediția în lb. engleză), Editura Ministerului Apărării URSS, 1968.
- [61] Mozjorin A. (coordonator) și un larg colectiv de autori, *Kosmonavtika CCCP* album omagial color privind evoluția cosmonauticii sovietice (apariție în lb. rusă), Editurile Mașinostroenie și Planeta, Moscova, 1986.
- [62] Oberth Hermann, *Der Weltraumspiegel* (ediția în lb. română), Editura Kriterion Verlag, București, 1978.
- [63] Penny Clarke, *The Story of the exploration of space* (apărută în lb. engleză), Editura Book House, Brighton, 2007.
- [64] Petrov V., *Satelitul artificial al Pământului* (trad. din lb. rusă), Editura Militară, București, 1958.
- [65] Sergheev V. S., *Istoria Greciei antice* (trad. din lb. rusă), Editura de stat, București, 1951.
- [66] Thilliez Henri, *Pionniers du cosmos* (apărută în lb. franceză), Editura Hachette, Paris, 1970.
- [67] Titov Gherman Stepanovici, *70000 km în cosmos* (trad. din lb. rusă), Editura Societatea pentru Răspândirea Științei și a Culturii, București, 1961.

- [68] Țiolkovschi Kontantin Eduardovici, *The Call of the Cosmos* (ediția în lb. engleză), Foreign Languages Publishing House, Moscova, 1960.

*Articole și comunicări științifice*

- [69] Revista „Sport și Tehnică” nr.4/1968, articolul *UDOVILUL, racheta lui N. Văideanu*, autor neprecizat.
- [70] Zăgănescu Florin, comunicarea științifică *Original Researches on the Rocket Engine with Multiple Combustion Chambers, developed in Romania in the period 1940–1944*, în cadrul „International Astronautical Federation XXXI Congress”, 21–28.09.1980, Paper No. 80-IAA–10, Tokyo, 1980.
- [71] Zăgănescu Nicolae-Florin, Gheorghe Constantin-Marcian, Kalmutchi Peter, *Original Romanian Research for a Rocket Engine with Multiple Combustion Chambers during 1940–1944*, articol publicat în „INCAS BULLETIN”, vol.12, ne. 1/2020, pp. 229–241, totodată și comunicare științifică în cadrul celei de-a 38-a sesiuni a Conferinței de Mecanica Fluidelor și Aplicații Tehnice „Caius Iacob”, desfășurată între 07-08.11.2019 la București.
- [72] Nistorescu Cornel, *S-a întâmplat la Orăștie. Proprietarul unei iluzii*, articol în „Almanahul Flacăra” 1985, București, 1985, pp.278–283.
- [73] Zăgănescu Nicolae Florin, Gheorghe Constantin Marcian, „1886: experimentarea și brevetarea sistemelor de propulsie reactivă concepute și realizate de Alexandru Ciurcu”, articol apărut în revista „NOEMA” nr. XVII/2018, CRIFST (Academia Română), București, 2018.