

ПЕРЕЛМАН



ЦІОЛКОВСЬКИЙ

Видавництво „Вільна Україна” Львів 1946

059
пзх

Я. І. ПЕРЕЛЬМАН

ПРОВЕРЕНО 1961 г.

ЦЮЛКОВСЬКИЙ

його життя, винаходи
та
наукові праці



ВИДАВНИЦТВО „ВІЛЬНА УКРАЇНА“
ЛЬВІВ — 1946 р.

Тн

02 Тн

Книжка Я. І. Перельмана, що ми її видаємо зараз, присвячена 75-річчю з дня народження видатного російського винахідника й ученого Константина Едуардовича Ціолковського. Ціолковському не судилося дожити до наших днів (він помер у 1935 р.), але його вчення і винаходи стали складовою частиною радянської науки про літакобудування.

Особливо велику роль відіграли винаходи Ціолковського в дні Великої Вітчизняної війни. Для сучасної реактивної авіації надзвичайно велику вагу має двигун, що працює на рідкому паливі. Такий двигун був уперше розроблений російським ученим Ціолковським. Зараз літаки з такими двигунами мчать із швидкістю 1000 кілометрів на годину.

Ціолковський перший у світі вказав фізико-механічний принцип, на якому може ґрунтуватися керований політ у безповітряний простір, за межами земної атмосфери, в міжпланетному просторі. На багато років раніше від учених Заходу російський учений математично розробив загальноприйняту тепер теорію руху ракети. У другій світовій війні ракетні гармати застосовували як союзники, так і німці, але нвйширше вони застосовувалися в Червоній Армії.

Про наукові праці і про основні події з життя видатного вченого розповідає в цій книжці Я. І. Перельман.

ВИДАВНИЦТВО

І. РИСИ З ЖИТТЯ ЦІОЛКОВСЬКОГО¹⁾

Ціолковський дуже неохоче подавав про себе біографічні відомості і тому дані про його особисте життя надто скупі. Коли двадцять років тому назад я вперше звернувся до нього з проханням про біографічні матеріали, я дістав від нього таку відповідь:

«З свого життя можу (з деяких причин) повідомити тільки таке:

«Я народився 1857 року. Був 33 роки вчителем і тепер ним перебуваю. Життя та сили витрачалися на важку працю заради шматка хліба, а на вищі прагнення залишалось мало часу й ще менше енергії. Моя вчительська праця (в спархіяльному училищі) оплачується мізерно, але я її все ж люблю. Життя несло мені багато туги, і лише радісний світ ідей допоміг мені її перенести. Найдорожче, що цікавило мене все життя, я ще не висловив у пресі.

«Пробачте за таку скороченість, моєї біографії ще ніде не було».

У 1928 році я повторив свою спробу дістати від Ціолковського його біографію. Але це закінчилось ще меншим успіхом. Ось що він мені відповів:

«Хотів був писати для Вас свою автобіографію і поцав добре, та не витримав — кинув. Гидко копатися в старому, не тому, що воно погане, а тому, що я рвуся вперед до нових робіт і досягнень».

І лише тепер, під час збирання матеріалів для цієї книги, мені пощастило дістати від нього коротеньку автобіографію. Наводжу її далі повністю, з доданням (у круглих дужках і підрядкових примітках) деяких відомостей, що їх я взяв з інших джерел.

¹⁾ К. Є. Ціолковський народився 1857 року і помер 19 вересня 1935 р.

«Я народився в 1857 році (5/18 вересня). Батько — вільнодумний поляк (з Волині) з тяжким характером, але дуже чесний, за що і терпів усе життя бідність. Мати — росіянка¹⁾, з «іскрою», як говорив батько. У батька був нахил до винахідництва (винайшов і збудував молотилку), до природознавчих наук (був викладачем природознавства, але, здається, через рік його звільнили) та філософії. З рідні матері були вправні майстри.

«Сім'я — величезна. Разом з померлими мати мала не менше як тринадцятеро дітей. Після мене народилося дві сестри; одна вмерла в дитинстві, друга (Марія) — недавно²⁾. Більше сестер не було.

«Мати померла незабаром після народження останньої дівчинки, — маючи не більше сорока років, батько — 61. Я народився, коли батькові було 37, а матері — 26 років.

«Жили в труднощах. Півжиття батько був без роботи або займав дуже маленькі посади³⁾. Багато поневірялись.

«Я народився у селі Іжевському (Спаського повіту, Рязанської губернії). З дитинства був дуже розумний і цікавий. Мене дуже любили та прозивали «птахом». Чому — не розумію, але дивний збіг... Коли мені пішов десятий рік, я від шкарлатини сильно оглух і отупів. Вже потім, працюючи викладачем, я в загальній бесіді, — наприклад в учительській кімнаті, — чув звуки, але не розбирав слів... У дитинстві глухота доставляла мені невимовні муки, бо я був дуже самолюбивий. Потім трохи звик, але ніколи вона не переставала мене мучити (хоч я добре усвідомлював, що оригінальністю своєї праці я зобов'язаний саме їй).

«Почав я розвиватися (розумово) з 14—15 років. У 17 років, по книгах, я вже пройшов курс диференціально-го й інтегрального обчислення та рішав задачі з аналітичної механіки, не маючи про неї й найменшого поняття, — рішав, як потім виявилося, вірно.

¹⁾ Але один із її предків був татарин.

²⁾ Роки 29 тому назвд. Від неї залишилась дочка. «Більше ні про яких родичів я відомостей не маю».

³⁾ Служив у лісному відомстві.

«Я — справжній самоук¹⁾. Права вчителя здобув по іспитах (екстерном у 1879 р.). Прослужив безперервно близько 40 років²⁾. У 1920 році пішов через хворість³⁾ у відставку. Через мої руки пройшло приблизно 500 учнів і і півтори тисячі учениць середньої школи. Я прочитав не менше 40 тисяч лекцій (зза глухоти я не любив запитувати і тому дотримувався лекційного методу, хоч і накликав за це немало нарікань).

«Бувало викличеш учня або ученицю 17—18 років, поставиш поряд себе коло лівого вуха і так слухаєш відповіді. А клас добродушно підсміюється.

«Учні та учениці дуже любили мене за справедливість, добрі оцінки й невтомність у поясненнях. Ну, а цікаві спроби я не скупився показувати, так що виходили справжні «вистави», на ці спроби йшла частина моєї платні.

«Викладав я математику або фізику (інколи й одне й друге), але траплялося читати лекції з космографії та хімії. Після революції читав лекції в народному університеті, а потім⁴⁾ був «шкрабом» (шкільним робітником) у радянській трудовій школі (другого ступеня). Були важкі часи: сиділи в шубах, без світла, діставали місячну зарплатню, якої не вистачало на те, щоб купити 5 фунтів чорного хліба. Мені призначили (з 1 жовтня 1921 року) академічний пайок, але я довго його не одержував. Голодували доволі. Потім, завдячуючи допомозі різних радянських установ, я не знав нестатків; підозріваю вплив або клопотання «Общества любителей мироведения» за почином Я. І. Перельмана⁵⁾.

¹⁾ Учителів, крім обмеженої кількості книг сумнівної якості, в мене не було. Я так звик до самостійної роботи, що читаючи підручники, вважав багато легшим для себе розв'язати теорему без книги, ніж вчитувати з неї розв'язку.

²⁾ Спочатку — з 1880 року в уїзному училищі м. Боровська, Калужської губ., потім з 1892 р. — у Калузі, в жіночому єпархіальному училищі, в реальному та ін. З цього часу Цюлковський не покидає Калузі.

³⁾ Сильно оглух і ослаб. Безперервна фізична праця, яку доводиться виконувати за сумісництвом, стала причиною спочатку пахової, а потім пупкової грижі. Тепер я ношу два бандажі й слухаю лише через трубу, яку сам зробив.

⁴⁾ З 1917 року.

⁵⁾ Згодом Цюлковський одержував персональну пенсію.

«У мене було багато дітей. Тепер залишилось тільки дві дочки. При мені живуть: старенька-дружина¹⁾, старша дочка (дівка 49 років), онук від померлої (у 1921 р. від туберкульозу) дочки та онука від другої дочки, що живе в далекому селі з великою сім'єю.

«Зрозуміло, що глухота з дитячих літ примусила мене уникати людей, позбавила мене з дитинства знання практичного життя, якого не маю й досі. Я мимохіть уникав його і знаходив задоволення лише в книгах і роздумуванні. Усе моє життя складалося з праці, а все останнє було неприступне²⁾».

«Це, — відмічає Цюлковський на берегах автобіографії, — родинний, інтимний бік життя. Але ось і нарис перших моїх спроб у технічній та науковій праці.

«Мені було 8—9 років, коли моя мати показувала нам, дітям, аеростат із колодіума. Він був крихтливий, надувався воднем і захоплював мене тоді, як іграшка. Я тягав його по двору, по саду і по кімнатах на ниточці. Років у чотирнадцять я дістав деяке теоретичне поняття про аеростат із фізики Гано³⁾. Спробував був надути воднем мішок із папіросного паперу, але дослід не вдався.

«Я тоді захоплювався механічним літанням за допомогою крил. Робив я також погані токарні верстати, на яких все ж можна було точити; будував різні машини і, між іншим, візок, який міг їздити в усі боки при допомозі вітру. Модель чудово вдалась і ходила по даху, по дошці, проти вітру. Одночасно ходила в мене по підлозі й друга модель: візок, який рухався при допомозі парової машини турбінної системи.

«Літанням, особливо газовим, я займався тоді мало. Років у 15—16 я познайомився з початковою математикою і тоді міг серйозніше взятися до фізики. Більш за все я захоплювався аеростатом і вже мав досить даних, щоб вирішити питання: яких розмірів має

бути повітряний шар, зроблений із металевої оболонки відповідної товщини для того, щоб підійматися в повітря з людьми. Я розумів, що товщина оболонки може зростати в міру збільшення розмірів аеростата. З цього часу думка про металевий аеростат засіла в мене в мозку. Часом вона мене втомлювала, і тоді я місяцями займався іншим, але врешті знов повертався до неї.

«Систематично я вчився мало, особливо останнім часом: я читав лише те, що могло допомогти мені розв'язати питання, які цікавили мене, які я вважав за важливі. Можна сказати, що я вчився творячи, — хоч часто-густо невдало й з запізненнями.

«Так, вчення про відцентрову силу мене цікавило тому, що я думав пристосувати її до підняття у космічні простори. Був момент, коли мені здалося, що я розв'язав це питання (у 16 років). Я був остільки схвилюваний, що цілу ніч не спав, ходив по Москві і все думав про великі наслідки мого відкриття. Але вже під ранок я переконався у хибності мого винаходу. Розчарування було таке ж сильне, як зачарування. Ця ніч залишила слід на всьому моєму житті. Через десять років я ще іноді бачу уві сні, що піднімаюся до зірок на моїй машині та відчуваю таке ж захоплення, як у ту пам'ятну ніч...

«Думка про зв'язок із світовим простором ніколи не залишала мене. Вона примусила мене зайнятися вищою математикою. Потім (1895 р.) я висловив обережно свої думки з цього приводу в творі «Мрії про землю та небо¹⁾» і далі (1898 р.) в праці «Дослідження світових просторів реактивними приладами», надрукованій в «Научном обозрении» (1903). Друкування цієї праці не було закінчене через несподівану смерть редактора та припинення виходу журналу²⁾.

«Астрономія захоплювала мене тому, що я вважав і вважаю до цього часу не лише Землю, але частково і всесвіт здобутком потомства. Моє оповідання «На місяці»,

¹⁾ Багато думок, висловлених у цій оригінальній книзі, сформувалися в голові Цюлковського ще у 1897 р., коли авторові минуло 21 рік. У мене є подарований мені Цюлковським його юнацький зошит, в якому зарисовано багато парадоксів тяжіння, викладених потім у «Мріях».

²⁾ Продовження статті було надруковане у 1911—1912 рр. у журналі «Вестник воздухоплавания».

¹⁾ «Лише на два роки молодша за мене. Все життя ми обоє (я і дружина) працювали і служниця ніколи не мали. Дружина варила, обшивала мене й дітей. Нам тільки носили воду, прали білизну та мили підлоги, але й те не завжди».

²⁾ Цюлковський ніколи ні в які гри не грав.

³⁾ Російський переклад цього розповідного французького підручника випущений відомим видавцем Ф. Павленковим (він же і перекладач) витримав дев'ять видань. Підручник відрізнявся повнотою змісту і великою кількістю ілюстрацій, що робило його дуже зручним для самонавчання.

надруковане в журналі «Вокруг света» (1893 р.¹), і мої чисто наукові статті: «Тяжіння як джерело світової енергії» (1893 р.) і «Тривалість промінювання зірок» (1897 р.), а також «Чи може колинебудь Земля заявити жителям інших планет про існування на ній розумних істот?» й інше, доводять мій неослабний інтерес до астрономії.

«І багато інших питань цікавило мене, побуджуючи розпочинати важкі та головоломні роботи.

«Років 23 — 24, вже працюючи учителем, я подав свої рукописні роботи до Петербурзького фізико-хімічного товариства. Поставились до мене досить співчутливо. Роботи ці: «Теорія газів», «Механіка тваринного організму» (якій професор Сеченов²) дав добру оцінку), «Тривалість променювання зірок». Мене одноголосно обрали членом, але через недосвідченість я не відгукнувся та не вніс членського внеска.

«Років у 25—28 я дуже захоплювався удосконаленням парових машин. В мене була металева і навіть дерев'яна (циліндр дерев'яний) парова машина, обидві погані, але все ж діючі. Поряд із цим я робив непогані повітродувки і різні насоси, які я нікому не продавав, а робив лише з цікавості та як спроби, а також для паяння та кування. Через кілька років я все це кинув, тому що ясно побачив, оскільки я безсилий щодо техніки й почасти, щодо реалізування своїх ідей; тому у 1885 році, коли мені було 28 років, я твердо вирішив віддатися повітроплавству й теоретично розробити аеростат, який управлявся б механічно. Два роки я працював майже безперервно. Я був завжди пристрасним вчителем і приходив із училища дуже стомлений, бо більшу частину сил залишав там. Лише надвечір я міг братися за свої обчислення та досліді. Часу і сил було мало. Я вирішив вставати з зорею і, вже попрацювавши над своїм твором, йшов до училища.

«Після такого дворічного напруження сил я цілий рік відчував біль у голові. Але хоч як важко було, навесні 1887 року я зробив перше публічне повідомлення про металевий керований аеростат у Москві, в Політехнічному музеї, при Товаристві любителів природознавст-

ва. Поставились до мене співчутливо. Професор Столетов передав мій рукопис на розгляд професорові Жуковському.

«Я просив в інтересах справи перевести мене до Москви. Мені це обіцяли, але переведення з різних причин так і не відбулося. Я був зовсім хворий, втратив голос; пожежа знищила мою бібліотеку і мої моделі, — але рукопис знаходився тоді у проф. Жуковського і зберігається в мене й досі. Зветься він: «Теорія аеростата». Через рік моє здоров'я трохи поліпшилося і знову я взявся за роботу».

У чому полягала ця та інші наступні праці Ціолковського і яка була їх доля, ми розповімо в дальших розділах нашої книжки.

¹) Перевидано «Молодой Гвардией» у 1929 р.

²) Робота ця ще досі не надрукована.

II. ДИРИЖАБЛЬ МАЙБУТНЬОГО

Повітряний транспорт

«Найзручніший шлях — повітряний. Він найкоротший, не замерзає, не вимагає ремонту, найбільш безпечний, існує для всієї суші та всіх морів. Швидкий рух атмосфери дає змогу вигідно транспортувати дешеві вантажі за вітром».

Так — коротко, але виразно — характеризує Цюлковський переваги повітряного транспорту. Але рухатися в повітрі можна двома засобами: на літаку (аероплані) і на повітряному кораблі (дирижаблі). Якому ж із них слід віддати перевагу?

Порівняймо дирижабль з літаком. Перший плаває в повітрі, мов риба у воді, він тримається в атмосфері й тоді, коли його мотори не працюють. Літак же тримається у повітрі лише доти, доки справно діє його двигун, який швидко несе його вперед; він подібний не до риби у воді, а до птаха у повітрі. На випадок, коли зіпсується мотор літака, льотчик поспішає знизитися на землю — інакше машина впаде сама і розіб'ється. Коли ж зіпсується мотор дирижабля, корабль продовжує пливати в повітрі й із зіпсованим двигуном. Це — не єдина перевага дирижабля над літаком. Щодо витрати пального, наприклад, повітряний корабель теж економічніший за літак. Далі: щоб злетіти вгору або спуститися, дирижабль не потребує особливого підготовленого для розгону майданчика, який так необхідний для літака. Швидкість дирижабля можна міняти: він може пливати і швидко, і дуже поволі, і навіть зовсім зупиняється, висячи непорушно в повітрі; літак же під час повільного руху падає вниз. Вантажність дирижабля та радіус дії значно більший, ніж для літака. Повітряний корабель, в порівнянні з літаком, має більш плавкий хід і надає своїм пасажирам більш вигідні умови.

Протилежно всьому цьому літак переважає дирижабль своєю більшою швидкістю, у півтора рази перевищуючи середню швидкість повітряного корабля. Ще важливше те, що літак коштує значно дешевше за дирижабль. Приміщення для літаків (ангари) також значно дешевші, ніж приміщення для дирижабля (елінги). Ці переваги, а, особливо, різноманітне військове пристосування літаків, висунуло їх на перше місце в сучасному повітряному транспорті. Між тим, для мирних цілей, як засіб сполу-

чення на більших відстанях, першість безумовно повинна належати дирижаблям — якщо буде здешевлена їх побудова та удосконалена їх конструкція.

Дирижабль Цюлковського

Раніш, ніж говорити про долю дирижабля Цюлковського, поговоримо про те, що являє собою цей винахід. Не слід думати, що дирижабль Цюлковського (проект якого, нагадуємо, з'явився в пресі раніше за проект першого цепеліна) тотожний повітряному кораблеві закордонного винахідника, відрізняється він від нього лише другорядними подробицями. Дирижабль Цюлковського, не зважаючи на зовнішню подібність, у принципі відрізняється від повітряних кораблів існуючих систем і має перед ними ряд важливих переваг. Розгляньмо їх:

«Цепелін» складається з металевого каркаса, обтягненого матерією. Йому надається «добре обтічна» форма, тобто така, при якій він легко розсікає повітря, зустрічаючи з його боку порівнюючи невеликий опір. «Проте, — відмічає Цюлковський, — форма ця зберігається дуже складним, дорогим металевим каркасом. Досить глянути на ілюстрацію цепелінової верфі з каркасом, що там будується, щоб злякатися складності і високій вартості споруди. Каркас поділений дротяними сітками на 15—20 відділень, які вміщують звичайні кулі з гелієм. Крім того, там же знаходяться мішки з горючим газом (для двигунів) такої ж густоти, як повітря або менше. І ще залишається величезний простір, зайнятий повітрям. Увесь каркас обтягнений одним чи двома шарами брезенту».

Зовсім інакше збудований новий повітряний корабель за проектом Цюлковського. Перш за все це — дирижабль цілнометалевий, тобто має оболонку, цілком зроблену з металу (хромової сталі). Дирижаблі з суцільною металевою оболонкою останніми роками почали будувати вже на Заході (в Америці), але за своєю конструкцією вони помітно відрізняються від дирижабля Цюлковського і позбавлені більшості його переваг.¹⁾

¹⁾ В металевих (або, як їх називають, твердих) дирижаблях існуючих систем газ не наповнює безпосередньо їх оболонку, а вміщується в особливих газових камерах з органічного матеріалу (зшиті кишки тварин), що знаходяться всередині каркаса дирижабля. Обсяг і форма зовнішньої оболонки твердих дирижаблів не змінюється, бо цьому перешкоджає міцний каркас.

Основна особливість дирижабля Ціолковського, що різнить його від твердих повітряних кораблів існуючих систем, — та, що обсяг металевої оболонки його корабля легко змінюється, в наслідок чого підймальна сила дирижабля лишається постійною.

Щоб уявити собі форму, якої Ціолковський надає оболонці свого дирижабля, досить поглянути на плесканий чемодан, видовжений і звужений до країв. Уся оболонка зроблена з листів хвилястого металу. Завдяки цій хвилястості, а також в наслідок шарнірного з'єднання боків з основами, дирижабль Ціолковського, не маючи каркаса, розтягується: він може вільно та нешкідливо змінювати свій обсяг і форму в залежності від тиснення газу, що його наповнює, і від зовнішнього повітря.

«Зміна його форми та обсягу не супроводжується при цьому виниканням складок, неправильностей або збільшенням опору повітря при поступальності або вітряного корабля». Коли внутрішнє тиснення дирижабля знижується, бокові стінки стискаються; коли воно збільшується, — боки розходяться, аеростат роздувається.

Друга особливість дирижабля — регулювання температури газу, що наповнює його. «Продукти горіння з моторів направляються в трубу, звідки вони частково спрямовуються всередину оболонки по металевій трубці, нагрівають легкий газ і саму оболонку і тоді вже виходять назовні. Решта ж продуктів горіння спрямовується в іншу трубу й виходить безпосередньо в атмосферу. Заслінка, яку приводить у рух рука пілота, більш або менш закриває або відкриває отвір в одну з труб, відкриваючи або закриваючи водночас отвір другої труби. Звичайно, обидва отвори частково прикриті, отже в оболонці встановлюється якась середня температура, наприклад у 30°; пересуванням заслінки цю температуру можна знизити до нуля (точніше — до температури зовнішнього повітря) або підвищити до 60°.

Це нагрівання та охолодження нічого не коштують, бо створюються продуктами горіння, які віддають мотори, що служать для поступального руху дирижабля». Зміна температури газу, роздуваючи або стискаючи оболонку, дають тим самим змогу дирижаблеві підійматися або опускатися.

Не зупиняючись на другорядних подробицях конструкції, відмітимо цінні переваги дирижабля Ціолковського:

1. Неспалюваність. Ні в оболонці, ні в гондолі нема нічого, що могло б зайнятися. «Газ (водень) сам по собі не дає вибухів, а тільки горить. Коли б утворилися невеликі отвори в оболонці й випадково загорівся газ, що виходить назовні, то запалилися б спокійні вогні, звернені назовні, бо тиснення з середини чинило б опір повітрю, входити до оболонки; змішування не буде, не буде й вибуху. Оболонка не загориться, не розтопиться, а горітиме лише газ. Дирижабль спокійно знижуватиметься, втрачаючи потроху підймальну силу. Як це не схоже на картину катастрофи та неминучої паніки під час пожежі на сучасних дирижаблях, коли повітряний корабель, охоплений полум'ям, гине за кілька хвилин. Так було з дирижаблем Цепеліна у 1908 р., з італійським дирижаблем «Рома», який поховав у 1922 р. під час вибуху 34 чоловік, і з англійським дирижаблем «R-101», який у 1930 р. згорів, маючи в гондолі 45 чоловік. Небезпека пожежі на дирижаблі існує завжди; вона може виникнути навіть від електричної іскри, викликаной тертям або атмосферною електрикою. «М'які частини куль, — говорить Ціолковський, — то стискаючись, то поширюючись, труться одна об одну та можуть дати електричну іскру, що запалить газоподібне пальне. Вогневі мотори, бензин або нафта, необережність команди або пасажирів також загрожують загибеллю від пожежі».

Те, що дирижабль наповнюють замість пального водню непальним гелієм, зовсім не забезпечує корабель від небезпеки пожежі, бо в оболонці є запаси газоподібного пального, є повітря та легко запалювальні перетинки. Від всього цього буде забезпечений дирижабль Ціолковського.

2. Непроникливість оболонки, відсутність обміну газів через неї. Металевому дирижаблю нічого боятися того, що він втратить підймальну силу через втрату газу (який неминуче просочується через неметалеву оболонку). Тому «хуртовина, ураган, вихор, негода, неможливість спуску на землю — не страшні: завжди можна піднятися у спокійні шари атмосфери, де добра погода і безтурботно світить сонце. У цих висотах можна перебувати скільки завгодно та спуститися у вигідний момент у зручному місці абсолютно безпечно».

Нагадуємо ще, що небезпеку запалювання являє не чистий водень, а водень, змішаний з киснем повітря.

3. Негігроскопічність металевої оболонки, тобто, її нездатність просочуватися вологою. Завдяки цьому повітряний корабель Ціолковського не робитиметься важчим в дощ або від вологи в повітрі.

4. Довговічність. Залізна оболонка, відповідно оброблена, може служити безмежно довго. «Металеві оболонки великих дирижаблів майже вічні».

5. Дешевизна. Залізна оболонка у 50 разів дешевша за прогумовану тканину. А беручи до уваги значну довговічність, вогнестійкість і т. інш., слід визнати металевий дирижабль дешевший у тисячу разів. «Обчислення показують, що перевезення вантажів і людей на моїх дирижаблях, — пише Ціолковський, — у десятки разів дешевші, ніж по залізниці та пароплавами.

6. Тривкість. Міцність матеріалу дає можливість спорудження дирижаблів висотиною у 300 метрів. Такий дирижабль був би спроможний підняти населення цілого міста.

7. Блискуча поверхня металевої оболонки мало нагрівається від сонця та менше охолоджується від нічного випромінювання. Це має величезне значення: зміна температури газу, що наповнює дирижабль, примушує його то підніматися, то опускатися; щоб протидіяти цьому, доводиться або випускати дорогий газ, або ж викидати баласт, яким слід запастися в достатній мірі (це збільшує мертвий груз дирижабля).

8. Підігрівання газу. Ми вже говорили, як цього досягають; тут же відмітимо, що за вказівками винахідника:

а) висока температура збільшує підймальну силу газу;

б) вона не дає замерзати і застоюватись воді та снігу на оболонці на випадок подорожі взимку або у полярних країнах;

в) зміна температури дає змогу змінювати й підймальну силу дирижабля у величезних розмірах. Так, наприклад, можна спустити на землю всіх пасажирів або всі корисні вантажі й дирижабль після цього не понесеться бомбою в хмари, лише завдяки штучному зниженню температури газу;

г) зміна підймальної сили дає дирижаблю можливість підніматися й опускатися без будьякої втрати газу та баласту і легко боротися з природними коливаннями температури газу від дії сонця й інших причин. Коли,

наприклад, газ нагрівається сонячними променями, температура штучно знижується і рух дирижабля вгору паралізується.

У 1928 році Ціолковський придумав для свого дирижабля дуже простий і дотепний регулювач нахилу поздовжньої осі. Але тому, що ця деталь являє собою занадто спеціальний інтерес, ми не будемо її тут описувати.

Ми розглянули лише головні переваги дирижабля системи Ціолковського. Решту переваг можна побачити з даних, наведених у його книзі «Проект металевого дирижабля на 40 чоловік» (1930 р.), яка має такі основні положення:

Цілком металевий, дешевий, міцний матеріал. Відсутність втрати газу. Довговічність. Змінність обсягу без порушення плавкості форми, тривкості та збереженості оболонки. Простота конструкції. Наповнення воднем без попереднього підняття. Відсутність верфів та ангарів для переходування, непотрібність причальної башти, бо дирижабль не має каркаса, пружний (досить невисокої щогли). Не потрібні повітряні відділення й переділки. Підігрівання внутрішньої частини оболонки продуктами горіння та природне її охолодження позбавляє від баласту і втрати газу. Успішна боротьба з метеорологічними впливами. Зміна височини нічого не коштує, отже, віддаляє від хуртовин, громовиць, качки. Простота побудови та легкість побудови. Двигуни, повітряний гвинт тощо побудовані приблизно так, як у звичайних дирижаблів.

Поряд з переліком переваг дирижабля Ціолковського повчально розглянути перелік недоліків у сучасних повітряних кораблях, — перелік, складений Ціолковським (1918 р).

1. Дорожнеча прогумованої тканини та всього апарату.

2. Надмірна ламкість апарату дирижабля під час спусків.

3. Недовговічність тканини, що незабаром зумовлюється через зіпсуття гуми, яка починає пропускати газ.

4. Величезна втрата водню через дифузії й особливо від впливів сонця та інших елементів погоди.

5. Обтяжливий баласт.

6. Складність і ніжність конструкцій.

7. Великий опір повітря від оперіння, тяжів і неправильної форми, з неминучими зморшками оболонки;

звідси — недостатня швидкість поступального руху або ж величезна енергія моторів і незмірно більша витрата палива.

8. Жахлива небезпека від вогню.

9. Небезпека змішання газу з повітрям, а від цього і можливість вибуху; третю частину дирижабля дають непомітну з гондоли електричну іскру, яка запалює водень, що де-не-де просочується, зразу ж за ним запалюється оболонка, а часом вибухають і суміші газів.

10. Мала вантажопідймальність.

Металевий дирижабль Ціолковського вільний від усіх цих вад. Які ж розміри кораблів, що він їх проектує? Вони коливаються в досить широких межах, а саме — височина від 10 до 50 метрів; довжина від 60 до 300 метрів.

У залежності від величини, вони зможуть підіймати від 5 до 610 чоловік (з розрахунком на кожного по 100 кілограмів багажу). Вага пасажирів становить $\frac{1}{6}$ частину загальної підймальної сили дирижабля, що коливається між $2\frac{1}{2}$ і 32 тоннами. Швидкість передбачається від 6 до 100 кілометрів на годину.

Вартість дирижабля Ціолковського вираховується згідно проекту, в сумі від 3300 карбованців — для корабля малих розмірів — до 400000 (золотих) для найбільшого. «При розвитку справи, — відмічає Ціолковський, — ціни можуть бути знижені в десять разів. З другого боку, під час перших будов вони потребують, очевидно, видатків у 10 разів більше, особливо маленькі дирижаблі, з яких неминуче почнуть будування».

Нарешті, корисна річна робота металевих дирижаблів середніх розмірів, вважаючи, що рік 5000 годин, — 2700000 тонно-кілометрів.

Що дають нам дирижаблі Ціолковського?

Створюючи свій винахід, граф Цепелін мав на увазі виключно військові цілі. Ціолковський, навпаки, робить головний натиск на мирну службу повітряних кораблів. Дешеві дирижаблі повинні з часом у корні змінити всю картину транспорту й тим надати країні зовсім нового вигляду. За розрахунками Ціолковського вартість повітряної подорожі не буде більшою за одну копійку з лю-

дини за кілометр шляху, тобто в 10 — 20 разів дешевше, ніж сполучення залізницею і пароплавом. «Навколосвітові подорожі обійдуться не дорожче 40 карбованців; добратись до найбільш віддаленого пункту земної кулі — 20 карбованців, шлях від середньої широти, тобто від нас до екватора — 5 карбованців, від полюса до екватора — 10 карбованців; від Москви до Ленінграда — 50 копійок. Такий дешевий проїзд буде до послуг людей завжди, в усякий час і в кожному місці земної кулі.

Таке ж дешеве — на великих дирижаблях у сотні разів дешевше, ніж тепер — буде і перевезення вантажів. Завдяки цьому «всі куточки Землі зробляться доступними, будуть заселені, вивчені та використані».

До того ж сама подорож на дирижаблях незрівняно приємніша, ніж при якомунебудь іншому засобі транспорту; «Вона спокійна, без трясанини та колихання, що викликає нудоту; вона відбувається в бажаній прохолоді або теплі з разючою швидкістю, в просторі, комфорті, без пилу та небезпеки заразитися бактеріями вогких екваторіальних місцевостей. Смішно порівнювати повітряний рух з подорожжю на слонах, верблюдах, конях тощо. Подорож ця прекрасна завдяки чудовим краєвидам земної поверхні з різної височини та величезному обрію. Практичне знання географії надзвичайно пошириться та розповсюдиться».

Дешевизна транспорту, звичайно, значно знизить ціни на багато товарів, особливо колоніальні. Доставка 100 кілограмів овочів з екватора до нас обійдеться не дорожче 5 карбованців, по 5 копійок за кілограм. «Це — на швидкохідних дирижаблях; на інших ще вдесятеро дешевше. Не потрібне ретельне пакування товарів і витрати на переміщення їх з коня на корабель, з корабля на верблюда, з верблюда на залізницю тощо. Продукти, що легко псуються — фрукти, м'ясо — можна перевозити на такій висоті, на якій вони найкраще зберігаються. Підіймаючись, можна дістати навіть влітку усяку низьку температуру; на екваторі, наприклад, на височині 4 — 5 кілометрів температура нижче нуля».

Такі багаточисленні переваги обіцяють нам введення в технічний побут людства металічні дирижаблі Ціолковського. Винахідник не шкодує зусиль, уяви й думок, щоб простежити далі за всіма тими змінами у нашому житті, які будуть наслідком здійснення його ідей.

Дозволю собі тут навести довгий уривок із однієї його брошури, де змальовується картина після введення металевих дирижаблів (або, як він їх називав, «аеронатів») у життя:

«Що за чорна смужка видніється вдалині на обрії? Це металевий повітряний корабель. Ось він ближче і ближче: темна рисочка поволі росте, довшас і товстішас; часом поблискують її частини; видніються вікна довгої каюти, оперіння. Доноситься гуркіт машини. Блищить прозоре коло гребного гвинта. З вікон дивляться цікаві пасажери.

«Мало хто вже звертає увагу на часто пролітаючих повітряних гігантів. Набагато більшою увагою обдаровують пароплави та поїзди, бо вони вже десь у стороні, у глибині, і їх видно значно рідше.

«Часом видніється цілий гурт дирижаблів. Одні летять зовсім низько, і можна розглянути всі подробиці їх побудови, навіть пізнати знайомих, якщо вони там; другі ледве помітні, бо летять на п'ятикілометровій височині, а в хмарну погоду їх зовсім не видно, бо відбиваються лише їх довгасті та рухливі тіні у хмарах, що пливають нижче; треті летять на середній височині і то ховаються у хмари, то виходять з них, поблискуючи на сонці.

«Ось аеронат зупиняється поблизу міста... Пасажери виходять, сідають у трамвай, мчать додому. З міста їдуть їм назустріч ті, що вирушають у повітряну подорож. Купують квитки по десять копійок за сто кілометрів. Поспішають зайняти місце, ближчі до вікон, щоб насолоджуватися картиною з висоти птичого польоту... Дивилися й раніше, та надивитися не можуть. Сідають, розкладають багаж, знайомляться, вихваляють винахід. Але ось пролунав останній дзвінок, всі замовкають і спрямовують погляди у прозорі вікна; заколихався аеронат (дирижабль), непомітно здіймається; здається, що земля тікає униз.

«Затремтіла машина, злегка затремтіли вікна та каюта.

«Вдалині тягнуться блакитні стрічки річок; поблискують, мов зачаровані, віддалені міста і селища. Оповіті блакитним серпанком, вони сповнені таємничої краси. Пасажирів сперечаються про те, що, бачать: називають ліси, ріки, озера, містечка, шляхи.

— «Бувало трясешся у візку: всю спину розломить; курява, спека, змучишся, а проїдеш мало. А що бувало

у негоду — то й згадувати моторошно! Та й по залізниці, наче червак, повзеш: рідко побачиш красиві пейзажі. Щодо вагонного повітря, особливо вночі, коли пасажери сплять, краще не говорити. На пароплаві, по річці, ще гірше: тут вже просто їдеш у ямі. Повітря добре, але бачиш воду та стіни тієї ями. На пароплаві чудово, але тільки не після повітряної подорожі.

«На океані бачимо воду та небо; це ще прекрасніше; але аеронат і понад океаном бачить більше: те ж небо, але обрії значно більший. На ньому більше суден; буває часом видно і морське дно, якщо воно не глибоке і погода добра. З введенням аеронатів у життя, краса природи стане доступніша і помітніша.

«У каюті дирижабля завжди чудова погода: бажана температура, абсолютно чисте, без пороку повітря, світло, комфорт, простір; ні вогко, ні сухо, всі вигоди щодо гігієни, харчування, відпочинку та розваг. Якщо ви літаєте в жакливу спеку в екваторіальній країні, — спеки для вас не існує: підняття на один, на два кілометри знижує температуру цілком достатньо; унизу спека, а ви їдете в холодку. Навіть холоду полярних країн немає, немає 70° холоду, як було в Верхоянську; каюту завжди можна нагріти та перегріти, завдячуючи могутнім двигунам, що віддають звичайно масу тепла просто до атмосфери. Це опалення у полярній країні, або в люти морози нічого не коштує, — хоч здимай одяг у каюті.

«Є дирижаблі, які літають завжди невисоко, хоча це часом і невігідно; на них поїздка трохи дорожча; вони призначені для людей, що не зносять розрідженого повітря.

«Один пасажир розповідає, як він страждав від морського кохання та проклинав пароплав і хвилі: слухачі із вдячністю подивилися на стінки своєї спокійної гондоли... Другий пасажир оповідає про морську бурю, як усе валилося та розбивалося; не можна було ні лежати, ні ходити, ні стояти; натерпілися жаху; не можна забути його — увісні сниться... Двох магросів змилі водою. Корабель потерпів на десять тисяч. А як оцінити страждання сотень людей, втрату здоров'я, душевної рівноваги, втрату життя!..

«У цей час аеронат здригнувся, гондола почала колихатися і тремтіти; співбесідники стривожились; почувалися іронічні вигуки: «Ось тобі й хвалений аеронат!»; по-

чалася прочуханка, хоч і трохи інша. Вирази здивовання, жаху і розгубленості з'явилися на обличчях пасажирів.

«Між тим управитель повітряного корабля дав розпорядження вивести дирижабль з небезпечної висоти. Його знизили за п'ять хвилин, і аеронат, як і раніш, поплив плавно, ніби стояв на місці. Очевидно це він був потрапив на межу супротивних повітряних течій, що їх утворили вихри та інші криволінійні та нерівномірні рухи повітря.

«Іноді спокійний шар з рівномірною течією знаходиться вище, і тоді аеронат підіймають.

«Ось переваги дирижабля! — Почулись з різних боків вигуки подорожніх; — була буря і нема її, зникла, мов дим. А куди піде пароплав від хвилювання моря? Ні вгору, ні вниз він пірнути не може... Зате може напоротись на скелі, на рифи, на мілину, на корабель, на затоплені і невидимі його уламки...

«Якщо дирижаблі летять у різних напрямках, то кожний обирає підходящу височину, щоб користуватися найбільш вигідною атмосферною течією. Аеронати, що ідуть в один бік, здебільшого плывуть на одному рівні...

«Вночі небо буває перерізане конусами променів прожекторів, що знаходяться на дирижаблях. Тоді небо являється фантастичне видовище...

Оживають і простори над морями та океанами. Над ними, крім птахів, будуть ширяти найбільші аеронати. Спостерігаючи з великої височини картину вод, вони можуть дати неабияку користь мореплавцям.

«Ми рідко бачимо автомобілі, ще рідше аероплани. Автомобілі існують давно, але більшість країн і їх місцевостей майже не знають про них. Інша справа повітряний корабель. Він у сотні разів вигідніший за пароплав і тому стане популярніший за останній. Висота польоту «всюдисутнього» аероната робить його також досить відомим. Рідніше дирижабля для нас нічого не буде. Ніколи не стомляться дивитись на них, не стомляться цікавитись ними.

«Трапляється, що гігантська хвиля так високо підіймає пароплав, що він ламається навпіл. Буває, що перекидається пароплав від хвилювання... Тут, у глибині повітряного океану, ми можемо наскочити лише на подібний до нашого аеронат, аероплани ж рідко бувають тут. Та й то, заради вигідності швидшого переміщення,

дирижаблі, що мають різні напрями, не літають на одній висоті, так що й зіткнутися не можуть. Туманам же можна запобігти, піднявшись вище чи опустившись нижче.

«Вдалині видніється мета подорожі: рідне місто. Ось воно ближче і ближче; пізнаємо його околиці; ще декілька хвилин, і аеронат опускається біля самого міста... Легкий пружний поштовх, і він міцно прив'язаний до землі. Дивляться на годинник. Завдяки ходовому вітру, 400 кілометрів пролетіли за 3 години. Зовсім непомітно пробіг час; не встигли навіть захотіти їсти. Неохоче залишають люди своє затишне приміщення; лишається жагуче бажання продовжити повітряну подорож. Аджеж вона тепер така доступна! Ще політаємо...

«Скрізь розсіяні аеронати, по всій землі. Одні стоять, дожидаючи пасажирів і вантажів; другі стоять на ремонті, треті знаходяться у повітрі, в русі. Їх сотні тисяч. Кожний — гігант, що підіймає 1000 і більше людей, величезні вантажі... Значно рідше розсіяні верфі, де будуються ці металеві громадини. Багато місцевостей, що їх захищають від бур гори, служать надійним сховищем для повітряних кораблів і їх верфів у недобру погоду. Та вони завжди у безпеці; ще безпечніше їм у повітрі, на відповідній височині; її легко знайти. Це — шар атмосфери з рівною течією...

«Які б глухі та дики не були сховища аеронатів, їм все одно: глухе місце для них так само доступне, як і всяке інше. Дике місце вони оживлюють: незабаром життя переливається до нього з інших сповнених частин країни, і воно стає людним і пожвавленим...

«Людина проникає в усі країни, заселяє всі пустелі, використовує всі багатства землі, бо сполучення зробилося зручне, швидке, дешеве і приємне...

«Де ми живемо? Чи не на березі океану, біля самої гавані? Ні. Наше місто значно зручніше, хоч навколо, на великій відстані немає ні річок, ні озер, ні морів; немає й сухопутних шляхів. Один повітряний шлях все замінив, все дав...

«До морської пристані треба спуститися, підвезти туди тоари та пасажирів; а коли морським шляхом приїхали до другої гавані, — везіть їх далі, часом поганими шляхами, іноді зовсім без шляхів...

«Чи замерзає атмосфера, як судоплавні річки? Чи має вона пороги, мілини, рифи, криги, підводні скелі, як

водні шляхи?.. Якби вся земля була зрізана незчисленною кількістю незамерзаючих глибоких і широких каналів, то і тоді її жителі не мали б тих переваг, які дає описане повітроплавання навіть «бездорожньої» землі... Якби такі неможливі, фантастичні канали і були споруджені, то що ж коштувало б це спорудження і що коштувало б утримання їх у порядку! Неможливі вони, тому, що, звичайно, не можуть іти через гірські хребти і обслуговувати всі без винятку містечка. Тому ніякі канали, ніякі шляхи не можуть замінити дирижаблів».

Доля проекту Ціолковського

Ціолковського називають іноді «російським Цепеліном». Таке порівняння зовсім неправдиво характеризує долю нашого винахідника: він з народження не граф, не був генералом, не володів капіталами та маєтками, не мав друзів серед титулованої знаті. Швидше можна було б зрівняти Ціолковського з Едісоном, який так само, як і він, походив з трудящих, так само не вчився в школі і був «самоуком чистої крові» і до всього цього, так само був з дитинства тугий на вухо. Але якщо Ціолковський — російський Едісон, то Едісон поза Америкою поза оточенням бурхливого молодого американського капіталізму, що тільки-но розвивався, який забезпечив успіх винаходів Едісона. Таким позбавленим підтримки Едісоном залишався Ціолковський більшу частину свого життя, доки радянська влада і радянська громадкість не прийшли йому на допомогу.

Ми бачили, з якими труднощами досяг успіху навіть Цепелін, який мав, у порівнянні з Ціолковським, виключно добрі умови. І коли відомому німецькому винахідникові, який мав великі багатства та звання, нелегко далася перемога над недовір'ям спеціалістів; якщо для того, щоб добитися успіху, йому потрібна була залізна настирливість і могутня воля випробуваної у боях військової людини, — то не важко зарані вгадати долю зусиль нашого винахідника, скромного і невідомого працівника-вчителя, якого доля закинула в сурових умовах життя царської Росії у глухе місто. Майже ніде і ні в кому не знаходив він співчуття і підтримки. Про умови його життя наприкінці 80 і 90-х років минулого століття образно розповідає відомий електротехнік

П. М. Голубицький у статті, надрукованій у 1897 році в «Калужском вестнике». Наводжу її з незначними скороченнями:

«Я тільки-но прочитав замітку у «Калужском вестнике» (від 11 жовтня) «Немає пророка в батьківщині своїй». У замітці розповідається, що в закордонній пресі, на мови якої перекладена частина важливіших праць Ціолковського, ім'я його відоме, роботи його визнані цінними; а у нас, в Росії, про Ціолковського нічого й не чути.

«Ці правдиві рядки глибоко схвилювали мене. Я переконаний, що Ціолковському не тільки треба, але соромно не допомогти відповідними коштами, бо він працює на користь рідної землі.

«Я познайомився з Ціолковським у місті Боровському у 1887 році, куди потрапив випадково декілька років тому назад, і дуже зацікавився оповіданнями місцевих людей про божевільного винахідника Ціолковського, який запевняє, що настане час, коли кораблі понесуться по повітряному океану з шаленою швидкістю, куди схочуть. Я рішив відвідати винахідника.

«Перше враження при моїх відвідинах гнітюче мене вразило: маленька квартира; у ній велика сім'я — чоловік, дружина, діти — і злидні, злидні з усіх щілин приміщення; — посередині — різні моделі, які доводять, що винахідник дійсно трохи причинний: подумайте, у такій обстановці батько родини береться до винаходів!

«Проте, коли б люди ніколи не займалися подібними «витівками», то у нас не було б ні пароплавів, ні залізниць, ні телеграфу, ні інших винаходів, якими збагачене людство.

«Бесіди з Ціолковським глибоко зацікавили мене: з одного боку мене вражала надзвичайна простота прийомів, проста дешева будова моделей і, з другого — важливість висновків. Мимоволі згадувалося, що великі вчені: Ньютон, Майєр і багато інших, дуже часто з нічого не вартото досліді приходили до наукових висновків не оціненої важливості. Та, втім, хто не знає, що справа не у вартості скрипки, а в хисті музиканта?

«Незабаром мені вдалося побачити професора Московського університету А. Г. Столєтова. Я розповів Столєтову, що Ціолковський — учитель, знає вищу математику, ставить науково і серйозно до своїх праць і бажав би познайомити з ними інших.

Завдяки Столетову, для Ціолковського створили такі умови, які дали йому можливість обнародувати декілька повідомлень у Москві на наукових і технічних зборах і надрукувати свої праці.

«Нагадаю, щоб далі не говорити на цю тему, що Столетов визнав серйозність праць Ціолковського і їх науковий характер.

«І от тепер праці Ціолковського опубліковані, але зі смертю Столетова він втратив могутню моральну підтримку і безвиїзно сидить у Калузі.

«Нещодавно я був у Калузі і провів увесь вечір у Ціолковського.

«Ціолковський показав мені нові прості прилади, які дають змогу визначити залежність опору повітря від форми аеростата.

«Я пішов від Ціолковського з важкими думками. З одного боку, — думав я, — тепер дев'ятнадцяте століття, століття великих винаходів і відкриттів, перехідний ступінь, як пророкував Столетов, від доби електрики до доби ефіру, а з другого боку — відсутність усякої можливості для бідного трудівника познайомити зі своїми працями тих осіб, які могли б цікавитися ними. Пройдуть роки, нестатки створять сухоти, від яких помре Ціолковський, і після його смерті, можливо, пройдуть сотні років, доки знову народиться самовідданий винахідник, який своїми працями наблизить той момент, коли люди мчатимуться по повітряному океану, так, як тепер носяться по земній поверхні. У те століття нас, прикутих до землі, порівнюватимуть із слимаками, прикованими до скоюк. Ціолковський, звичайно, не розв'язав своєї задачі цілком, але дуже можливо, що його праці, його висновки становлять неминучий щабель у тій драбині, по якій людство підіймається до експлуатації повітряного океану. В усякому разі Ціолковський гаряче і самовіддано любить галузь своїх дослідів, його висновки наукові і багаточінні, а тому, щоб там не було, доки працює його мозок, йому треба створити умови для роботи.

«Мушу відзначити, що Ціолковський зовсім не шукає особистого збагачення, йому б хотілося зробити лише особистий внесок у ту скарбницю знань, сума яких приведе людство до панування над повітряними океанами. Хай не здаються дивними мої заклики на користь

винахідника Ціолковського. Вже не раз висловлювались про те, що в Росії немає відповідних умов для винахідників.

«Ціолковський мені говорив:

« — Мене ані скільки не жахає критика моїх праць, але мене жахає моя абсолютна самотність, замовчування і моє безсилля».

У 1890 році Ціолковський надіслав знаменитому хіміку Менделєєву (який займався також і питаннями повітроплавання) свою роботу про дирижабль і паперову модель його складної оболонки. «Не знаю, чи вплинув мій лист чи модель, — розповідає Ціолковський, — чи згадав найдобріший професор трагічну історію винахідників і мислителів, яка ганьбить людство, але він звернувся з моїм рукописом і моделлю до сьомого (повітроплавного) відділу Технічного Товариства, до Є. В. Федорова, з проханням зробити доповідь у товаристві. Доповідач повідомив, що ідея будувати аеростати з металу заслуговує на увагу, бо метал не пропускає газу і тому здешевлює польоти і сприяє довготривалості повітряного корабля. Далі він говорить, що розрахунки винахідника цілком вірні¹⁾, — однак, побудова аеростата з металу зустрінє великі труднощі. Якщо згодом і будуватимуть металеві оболонки, то все це буде цілком марно — навіть шкідливо, бо „аеростат повинен назавжди, силою речей, залишитись іграшкою вітрів“. Під час зупинки і розвантажування некерованого аеростата, зробленого з металу, його оболонка зімнеться й стане непридатною до дальшого вживання²⁾».

¹⁾ Доповідач прямо визнавав, що «Ціолковський згодом зможе зробити значні послуги справі повітроплавання».

²⁾ Слід відмітити, що перші повітряні кораблі були дійсно «іграшкою вітрів», бо їх самостійна швидкість була менша за швидкість навіть помірного вітру (6 метрів за секунду або 22 кілометри на годину). Так, «керований» аеростат Жіффара мав швидкість 2–3 метри на секунду, Дюпон де Лома — таку ж, Ренара і Кребса, а також Сантос-Дюмона — близько 6,5 м на секунду. І лише дирижабль бр. Лебеді та «Цепелін І» могли рухатися із швидкістю 14–15 м. на секунду, тобто здатні були боротися з сильним вітром (4 бали). Споруджений у 1911 р. «Цепелін І» був ще не в силі поборювати хуртовини, бо самостійна його швидкість була 21 м. на секунду. Щоб не зробитися іграшкою бурі, дирижабль повинен мати швидкість не меншу за 25–30 м на сек. (90–110 км на годину).

Цей категоричний присуд, як бачимо, відноситься не до одного лише дирижабля Цюлковського, але і взагалі до некерованих аеростатів, засуджених, нібито на завжди лишатися іграшкою вітрів. Усім відомо, як блискуче спростувало життя це передбачення.

Ще суворішою була пізніша оцінка комісії московського «Товариства сприяння успіхам дослідних наук і їх практичним застосуванням імені Х. С. Леденцова». Оцінка була дана у 1914 році, коли Цюлковський надіслав товариству металеву модель оболонки свого дирижабля з хвилястого заліза, — модель, яка була побудована на кошти цього ж товариства. Комісія зробила нищівний висновок, всі пункти якого, однак, винахідник спростував переконливими доводами та фактичними вказівками.

Не будемо наводити інших випадків, коли недовіря та вузький світогляд спеціалістів стояли на шляху здійснення ідей Цюлковського. Відмітимо лише, що невдачі не ослабили його наполегливості, не позбавили його віри в свої сили, навіть не порушили його спокійного, повного гідності ставлення до супротивників.

«Щодо моїх суддів, — пише він, — я завжди був дуже коректний. Мій розбір їхніх творів був лише вказівкою на їх математичні помилки. Ніколи не дозволяв я собі бути таким голосливим, як вони. Чому ж і вони не зазначають моїх помилок у засадах чи обчисленнях?» «У моїх творах, присвячених металевому дирижаблю, — пише він у другому місці, — декілька тисяч розрахунків і формул вищої математики. Жодної помилки в цих працях шановні консультанти не зуміли мені вказати. У цих працях розібрані всі піднесені ними питання і розв'язані задовільно. Не я винний у тому, що мої праці не були досить уважно розглянуті моїми суддями».

Ми бачили, в якому достатку припливали грошові кошти до графа Цепеліна, який і сам був досить заможний. Порівняймо ж тепер з цим ту грошову підтримку, яку діставав від товариства Цюлковський.

«Леденцовське товариство, після задовільної оцінки проф. Жуковського, видало мені 400 карбованців на побудову моделі, — писав Цюлковський у 1913 році. — Були спроби з боку громадськості та преси дати мені кошти на побудову металевих аеронатів (тобто дирижаблів). Так, газета «Русское слово» (московська) у 1904

році, під впливом колективної заяви більш ніж десятка інженерів і математиків, відкрила підписку на побудову металевого аероната мого імені. Було зібрано близько 500 карбованців, а потім підписка ослабла й замовкла зовсім.

Цікаво, що навіть і ці гроші не потрапили до рук Цюлковського:

«Зараз (1913 р.) ці гроші лежать у газеті, і вона не знає, що з ними робити. Один із моїх знайомих був у конторі газети і запропонував їх віддати мені для продовження моїх праць. У конторі вважали це за неможливе; однак, сказали, що гроші зберігаються і лише потроху витрачаються на неминучі канцелярські витрати по їх збереженню і звітності. Можливо, — іронічно закінчує Цюлковський, — що тепер вони вже витратились».

Не маючи можливості здійснити когонебудь власними силами мрію про дирижабль, Цюлковський готовий був навіть продати патенти. На обкладинці однієї з його брошур (1911р.) читаємо таке оголошення:

«Я винайшов металеву оболонку для дирижабля. Опис — у спеціальній брошурі, яку можна вислати. Заявка винаходу в різних країнах почалася з 1910 року. Патенти одержані в Німеччині, Франції, Італії, Англії, Бельгії (зазначені номери). Патенти дозволені також у Росії та Австрії, сподіваюсь дістати їх днями.

Готовий продати недорого один або декілька патентів. Були б у мене кошти, я б сам випробував свій винахід. Якби хтонебудь знайшов мені покупця на патенти, я видав би йому 25% від одержаної суми».

«Однак, — пише Цюлковський у другому місці, — коштів від свого винаходу я не дістав ніяких. Виявилось, що і самий продаж патентів вимагає попередніх витрат. Мені лишається діяльність майже теоретична. Не буду нехтувати і нею».

Свої заслуги в справі дирижаблебудування Цюлковський двадцять років тому назад визначив так:

«Все життя я працював над керованими металевими аеростатами. Такі аеростати не введені ще в життя (у 1913 р.) і тому в загальному оцінка цих праць зараз неможлива. Але деякі мої висновки справдилися уже

зараз. А саме, — що аеростатами можна керувати, але що вони ненадійні, доки будуються не з металу.

У своїх працях я теоретично визначив форму поперечного перерізу довгастого аероната (дирижабля) і показав, як легко її вирисувати. Ніхто до мене не розв'язав цієї математичної задачі. Ще у 1886 році я розв'язав ту ж задачу емпірично. Багато інших розв'язаних мною задач стосуються не лише до металевих, але й до всякого дирижабля і тому не може не мати загальнонаукового значення».

Справжнє визнання і дійсну допомогу Ціолковський дістав лише за наших часів від радянської громадськості та уряду. Раднарком призначив йому персональну пенсію; йому відпускалися кошти на проведення дослідів. Підтриманий Тсоявіахімом, Ціолковський виготовив у 1931 році досить велику — в 10 метрів завдовжки — модель оболонки свого дирижабля. Нарешті, Всесоюзне товариство цивільного повітряного флоту включило до своєї програми спорудження дирижабля Ціолковського та розпочало попередні дослідні роботи в цій галузі.

«Недавно закінчена, — писав Ціолковський у статті, вміщеній у газеті восени 1931 року, — модель металевої оболонки дирижабля із сталі в 1 метр висоти та 7 метрів завдовжки. Звичайно, у кожній новій справі зустрічаються труднощі; були вони і тут, але все це в найближчі дні, очевидно, ліквідується. І їді за цією моделлю підуть оболонки більших і більших розмірів, які приведуть до першого дирижабля. Під час дослідів були зроблені істотні нововведення, яких немає ще й за кордоном.

«Я певний, що коли наші спеціалісти по-серйозному візьмуться за металеве дирижаблестроєння, то протягом десятиріччя в СРСР, де техніка іде великими кроками, такі кораблі вдасться випустити тисячами. Безсумнівно, — вони будуть корисніші для транспорту, ніж паровози та пароплави.

«Вартість металевих дирижаблів буде (передбачається масове виробництво) дуже низька. Залізна оболонка у п'ятдесят разів дешевша за прогумовану тканину, а тривкість матеріалу дозволяє будувати такі вантажопідіймальні дирижаблі, що на них можна буде посадити, мабуть, і 200 чоловік. Металеві дирижаблі служитимуть сотні років».

«Перший дирижабль буде невеликий, — сказав Ціолковський газетному працівникові, — чоловік на 25 — 30. Але в мене готові проекти і рисунки більш потужних кораблів.

«Вирішили, — додає газета, — спочатку збудувати чотири послідовно збільшені моделі, потім перейти до побудови дирижабля. Необхідні заявки на матеріали, замовлення на устаткування вже зроблені. Цей дослідний дирижабль радянської конструкції буде повністю побудований силами радянських робітників, техніків і інженерів із вітчизняних матеріалів».

На закінчення ще раз підкреслимо, яке величезне значення повинен мати для нас уже найближчим часом дешевий, надійний транспорт при допомозі великих повітряних кораблів. Знаменитий німецький спеціаліст, будівник останніх цеплінів і прославлений капітан «LZ-127» доктор Еккенер сприводу цього сказав:

«Величезні простори Радянського Союзу — від Балтійського до Охотського моря — настійно вимагають сучасних повітряних кораблів як засобу сполучення. Фізичні особливості всієї країни, відносно невелике число опорних пунктів вимагають саме повітряного корабля більшого кола дій; цій умові відповідає зараз і на найближчий час лише дирижабль. Я певний того, що незабаром дирижаблі обслуговуватимуть сполучення між Москвою, Якутськом і Ніколаєвськом».

Довідка

- Цільнометалевому дирижаблеві системи Ціолковського присвячені такі його роботи:
- 1892 р. «Аеростат металевий, керований» (83 стор.)
Те ж саме, випуск 2 (116 стор.)
«Чи можливий металевий аеростат?»
(У журналі «Наука и жизнь»).
 - 1896 р. «Залізний керований аеростат на 200 чоловік».
 - 1898 р. «Просте вчення про повітряний корабель» (102 стор.)
 - 1900 р. «Успіхи повітроплавання у XIX столітті».
(У журналі «Научное обозрение»).
 - 1901 р. «Питання повітроплавання» (там же).
 - 1905 р. «Металевий повітряний корабель».
(У журналі «Знание и искусство»)

- 1906 р. «Аеростат і аероплан» (у журн. «Воздухоплавание»).
- 1910 р. «Металевий мішок, що змінює свій об'єм і форму, в застосуванні до керованого аеростата» (у журналі «Всемирное техническое обозрение»).
- «Металевий аеростат, його вигідність і переваги».
- 1911 р. «Захист аероната».
- 1913 р. «Перша модель чистометалевого аероната з хвилястого заліза».
- 1914 р. «Найпростіший проект чистометалевого аероната з хвилястого заліза».
- 1915 р. «Таблиця дирижаблів із хвилястого заліза».
- «Додаткові технічні дані до побудови металевої оболонки дирижабля без дорогої верфі».
- «Оцінка Леденцовського товариства про мій дирижабль».
- 1918 р. «Повітряний транспорт».
- «Гондола металевого дирижабля та органи його керування».
- 1924 р. «Історія мого дирижабля».
- 1928 р. «Нове про мій дирижабль».
- «Дирижабль з хвилястої сталі».
- 1930 р. «Сталевий дирижабль».
- «Проект металевого дирижабля на 40 чоловік».
- 1931 р. «Дирижаблі».
- «Атлас дирижабля з хвилястої сталі».

Крім цих праць, що друкувалися на протязі майже чотирьох десятиліть, у Ціолковського був ще ряд неопублікованих творів і винаходів.

III. ЯК ТРЕБА ВІНАХОДИТИ.

Метод роботи Ціолковського

Глибоко помилковим було б гадати, що «самоук чистої крові», як називає себе Ціолковський, створював свої проекти по-кустарному, дилетантськи, працюючи більше «на око», за щасливим натхненням, ніж на основі суворого наукового розрахунку. Ні, його технічні ідеї — результат систематичних роздумів, ретельних шукань, багаторазових дослідів і математичних обчислень. Щодо цього Ціолковський може бути зразком для всіх винахідників, з далеко більшим правом, ніж його більш щасливий американський брат Едісон. Едісон також працював над своїми винаходами з надзвичайним трудолюбством; кожний його успіх — то, — за його висловом, — «один процент творчості і 99 процентів поту». Але Едісон звичайно йшов напромацки, чисто дослідним шляхом (емпірично), тоді як Ціолковський на цих дослідях будував узагальнену теорію, яка дозволяла йому передбачити результати дальшого експериментування. Так працюють, звичайно, не дилетанти, а справжні вчені високої кваліфікації.

Лабораторія його винахідницької діяльності виступає в усій яскравості на прикладі його першого дітища — дирижабля. Проект повітряного корабля власної системи зародився в Ціолковського не як випадкова думка, а в наслідок настійної дослідної роботи. Звичайно, первісний поштовх творчій думці надало зусилля уяви. «Спочатку неминуче йдуть думка і фантазія. За ними йде науковий розрахунок. І вже насамкінець виконання завершує думку. Не може не бути ідеї: виконанню передує думка, точному розрахунку — фантазія» — так харак-

теризує Цюлковський послідовні етапи винахідницької роботи. Коли він вперше почав роздумувати про свій «аеронат» (слова «дирижабль» ще не існувало) і про добродійні наслідки його введення в наше господарське життя, в уяві винахідника малювалась картина майбутнього.

«Тисячі блискучих повітряних кораблів, мов птаці, в усіх напрямках перегинають атмосферу. Кожне містечко, кожне сільце стають немов портовим містом, бо до вигод суходолу прилучаються вигоди океану».

Ця ідея, що з'явилася в голові Цюлковського ще в «період поголівного заперечення керованості аеростатів», дістає в нього пізніше солідне наукове обґрунтування. Він досліджує проблему керованого повітроплавання аеродинамічно, тобто намагається обґрунтувати її законами опору повітря. Відомо, що, рухаючись через повітря, предмети зустрічають з його боку опір, який виявляється в уповільненні руху. Величина уповільнення, залежить від цілого ряду причин, виявленням яких і займається особлива наука — аеродинаміка. У ті роки, коли з цими питаннями зіткнувся Цюлковський, розробленого вчення про опір повітря майже не існувало. Йому довелося відшукувати закони аеродинаміки самостійно.

Опір повітря

Хто не знайомий з законами повітряного опору, тому може здатися, що перепона, яку чинить повітря рухомим тілам, не така велика, щоб варто було на неї серйозно зважати. Наскільки подібні думки похапливі, показують такі приклади. Спробуйте передбачити, яке з двох тіл зустрічає з боку повітря більший опір: кругла пластинка (що рухається перпендикулярно до своєї площі), чи куля з таким же поперечником? Багато-хто відповість, напевне, що більший опір у повітрі зустрічає куля, поверхня якої, як відомо з геометрії, вдвічі більша, за поверхню нашої пластинки. Дослід же доводить зовсім інше: повітря чинить опір руху кулі в шість разів менший, ніж рухові пластинки.

Далі, для якого тіла повітряний опір більший: для кулі чи для тіла у формі сигари з таким же поперечним перерізом (при чому «сигара» рухається продовжно)?

Виявляється, що тіло, витягнене у формі сигари, зустрічає під час продовжного руху у п'ять разів менший повітряний опір, ніж куля такого ж перерізу (і, значить, у 30 разів менше, ніж наша кругла пластинка). Ви бачите вже звідси, як важливо знати закони аеродинаміки для вибору найвигіднішої форми повітряного корабля.

Ось ще приклад, — на цей раз з галузі авіації. Якщо стійки аероплана мають круглий переріз 4 сантиметри в діаметрі і два метри у височину, то при швидкості аероплана 250 кілометрів на годину, кожна стійка дістає з боку повітря опір у 30 кілограмів. Досить, однак, надати перерізу стійок яйцевидної форми з загостренням на вузькому кінці, щоб опір упав до $1\frac{1}{2}$ кілограма, тобто зменшився в 20 разів!

Досліди над опором повітря проводились спочатку так: тіло — наприклад, кулю, пластинку, модель корпус літака або оболонки дирижабля — примушували рухатись через повітря; при цьому, з допомогою досить складних приладів, виміряли величину лобового опору, що його чинить повітря. Проте, згодом відмовились від цього, досить незручного засобу (дуже важко виміряти сили на рухомому візку), і так би мовити «перетворили» явище: замість того, щоб рухати тіло в спокійному повітрі, почали, навпаки, вивчати дію рухомого потоку повітря на спокійне тіло, бо виникаючі сили в обох випадках однакові. Здійснюється це так, що тіло, яке досліджують, закріплюється непорушно поблизу отвору широкої труби, з якої, під дією сильного вентилятора (повітродувної машини), виривається потік повітря. У сучасних лабораторіях будуються такі «аеродинамічні труби» величезних розмірів. У нашому Центральному аеро-гідродинамічному інституті в Москві («ЦАГІ») є з 1925 року труба діаметром у 6 м і довжиною у 50 м — одна з найбільших у світі. При допомозі такої установки можна випробувати («обдувати») не лише моделі або крупні деталі, але й цілі машини в натурі, наприклад, автомобілі.

Першу аеродинамічну трубу в нас побудував у 1902 році проф. Жуковський при Московському університеті. Цюлковський же робив свої систематичні дослідження над опором повітря далеко раніше і, не зважаючи на дуже примітивні обставини, досягнув вельми цінних результатів.

Спочатку Ціолковський робив досліді над тілами, що рухалися у закритому приміщенні, погім почав користуватися природним вітром і, нарешті, самостійно винайшов і спорудив аеродинамічну трубу, звичайно, невеликих розмірів. «Як повітродувки, так і вимірні прилади, — розповідає він, — були оригінальні і дуже чутливі, що дозволило одержати нові і цікаві висновки. Згодом до таких же висновків прийшли й інші експериментатори. Докладна праця з великим атласом рисунків, таблиць і описом найбільш досконалих апаратів ще досі не видана».

Слід відзначити, що все це робилося на мізерні кошти. Послухаймо, як він сам розповідає про свої роботи.

«Теоретики вважали опір повітря для аеростата величезним. Мої досліді показали, що він далеко не такий значний і що коефіцієнт опору зменшується зі збільшенням швидкості руху аеростата. Досліді я провадив почасти в кімнаті, почасти на даху, під час сильного вітру. Пригадую, як я був радісно схвилюваний, коли коефіцієнт опору під час сильного вітру виявився малий: я ледве не скотився з даху і землі під собою не чув.

Співчуття преси до моїх праць супроводжувалось пожертвуваннями від різних осіб на справу повітроплавства (припливові грошей сприяла згадана раніше стаття Голубицького в «Калужском вестнике»). Всього було одержано 55 карбованців, які я використав на проведення нових дослідів з опору повітря... Але, на жаль, не зважаючи на досить великий галас, що його підняли газети, сума виявилася занадто мізерною. Так, Пітер, (Ленінград) прислав 4 карбованці. Як би то не було, спасибі громадськості й за це. Я багато що пояснив собі проведеними дослідіми, які описав так само, як і побудовані мною прилади в «Вестнике опытной физики» у статті «Тиснення повітря на поверхні, введені до штучного повітряного потоку» (1899). Цю роботу я надіслав до Академії наук. Академік Рикачев зробив з приводу неї прихильну доповідь Академії, яка, завдяки цьому, видала мені, на моє прохання, 470 карбованців на продовження дослідів. Через півтора року, я надіслав до Академії докладну доповідь, що містила в собі 80 писаних аркушів і таблиць - рисунків. Короткий витяг із цієї доповіді

був пізніше надрукований під заголовком «Опір повітря і повітроплавство». Після цієї роботи я деякий час продовжував свої досліді, які, пов'язані з різними обчисленнями, поступово пояснили мені істину опору повітря».

У другому місці Ціолковський так розповідає про свої аеродинамічні дослідження:

«Академія дала моїм працям прихильну оцінку, але зважаючи на велику кількість оригінальних відкриттів, зроблених мною, поставилась до моїх праць з деяким сумнівом. Телер (1913 р.) Академія може радіти з того, що не помилилася в мені та не викинула грошей на вітер. Завдяки останнім дослідіам Ейфеля, найдивніші мої висновки підтвердились».

Результати дослідів і шукань Ціолковського викладені в таких його друкованих працях, коротку характеристику яких склав він сам:

1898 рік. «Самостійний горизонтальний рух керованого аеростата». (У журн. «Вестник опытной физики»).

В ній доводиться, що газовим повітряним кораблем можна керувати і те, що зі збільшенням швидкості, коефіцієнт опору середовища зменшується. Прості досліді, 1899 рік. «Тиснення повітря на поверхню». (У тому ж журналі).

Більш складні та багаточисленні досліді опору повітря. Емпіричні закони тертя. Досліді проводилися заради захисту керованого аеростата, бо представники Технічного товариства теоретично давали величезні коефіцієнти опору навіть для тіл кращої, ідеальної форми.

1903 рік. «Опір повітря» (у журн. «Научное обозрение»).

Досліді опору і тертя повітря з більш складними та покращеними приладами. Все робилося руками Ціолковського — і паяння, і токарні, і столярні, і слюсарні роботи.

1927 рік. «Опір повітря і швидкий поїзд».

Подані нові формули опору повітря птахоподібним тілам. Їх можна застосувати і до рідин, наприклад, до води, лише коефіцієнт потрібний інший. Він легко визначається дослідом. Коефіцієнт опору виявляється залежним не тільки від форми тіла і його швидкості, але і від його абсолютних розмірів.

Щождо «швидкого поїзда», то, ймовірно, це справа віддаленого майбутнього або виключного застосування. Поїзд складається з вагона доброї форми, але з плос-

кою основою (без коліс), яка близько прилягає до рівної площі колії. Під основу вагона накачується повітря, яке підіймає вагон на декілька міліметрів і майже запобігає тертю. Повітря (або пара), що виринається позаду вагона, примушує його швидко рухатися по колії. При великій швидкості та деяких літальних пристосуваннях поїзд перескакує через рови, річки та гори, не потребуючи ні мостів, ні тунелів.

1930 рік. «Тиснення на площину при її нормальному рухові в повітрі».

1931 рік. «Стискувач газів».

Теорія приладу для одержання потоку стисненого повітря. Таблиці та формули, вміщені в праці, можна з найбільшим успіхом застосувати для стратоплану (див. розд. IV).

З коротких анотацій автора важко, однак, судити про справді багатий зміст цих праць. Працю 1898 року Цюлковський характеризує, наприклад, трьома рядками, але ось як реферує ту ж роботу рецензент журналу «Научное обозрение».

«Автор знайомить з результатами своїх теоретичних досліджень відносно залежності між опором повітря, розмірами аеростата, його швидкістю та іншими факторами, що обумовлюють рух аеростата. Форма аеростата, що служила авторові моделлю під час дослідів і яку він мав на увазі під час своїх досліджень, — тіло обертання дуги кола навколо своєї хорди. Автор розглядає опір повітря, що складається з двох частин, — опір від інерції (повітря розштовхується і захоплюється аеростатом) і опір від тертя. Опір від інерції, за дослідженням автора, прямо пропорціональний квадратові швидкості поступального руху аеростата, прямо пропорціональний площі поперечного перерізу і обернено пропорціональний квадрату його довгастості. Відзначимо, що «довгастістю» або «гостротою» аеростата зветься відношення його довжини до найбільшого поперечного розрізу. Опір від тертя прямо пропорціональний поверхні аеростата і першому ступеню швидкості його поступного руху. Спільний коефіцієнт опору аеростата (відношення опору аеростата до опору його поперечного перерізу), при постійній довгастості, обернено пропорціональний швидкості поступного руху, а при дуже великих швидкостях можна вважати коефіцієнт опору незалежним від швидкості і обернено про-

порціональним до квадрату довгастості. При невеликих швидкостях і значній довгастості можна знехтувати опором від інерції, і тоді коефіцієнт опору змінюється обернено пропорціонально швидкості поступного руху і прямо пропорціонально довгастості. Нарешті, автор підніс питання, якою має бути довгастість аеростата, щоб коефіцієнт опору був найменший, — і вважав, що довгастість має бути пропорціональна кубічному корню з швидкості поступного руху, що проектується для аеростата. Цікава залежність між швидкістю поступного руху аеростата і розмірами поверхні лопастей гребного гвинта; чим менша швидкість, тим більша відносна поверхня лопастей (у порівнанні з площею поперечного перерізу).

«Підіймальна сила аеростата зростає пропорціонально $\frac{1}{3}$ степені поперечного розміру аеростата. Сила двигуна повинна збільшуватись пропорціонально $\frac{19}{6}$ степені проректованої швидкості».

Взагалі у цих працях Цюлковського величезне наукове багатство, яке заслуговує на найпильнішу увагу спеціалістів.

Ми бачимо тепер, на якому солідному фундаменті засновані проекти Цюлковського і його міркування щодо авіації та повітроплавства. Нічого подібного не спостерігаємо ми в працях німецького винахідника повітряних кораблів графа Цепеліна, який йшов наомацки, всліпу і досить часто допускався помилок, яким легко можна було запобігти. Оцінюючи перші досягнення Цепеліна, Цюлковський писав:

«Цепелін у 1900 році, на рубежі XX століття, досягає порівняно незначного результату зі своїм циліндром, розгородженим поперечними переділками, які робили опір ще сильнішим. Коли б Цепелін зробив обчислення, спираючись на дуже дешеві досліди, то переконався б, що його грандіозний розмірами повітряний корабель не може мати швидкості більшої за 25 кілометрів на годину, — що згодом і виявилось на ділі. Лише той повітряний корабель можна буде назвати керованим, який має значну самостійну швидкість, не меншу за 50 кілометрів на годину.»¹⁾

¹⁾ Тобто може рухатися із швидкістю сильною вітру (4 бали за метеорологічною шкалою — близько 14 метрів на сек.). Я. П.

Метод винахідницької роботи Ціолковського — підведення ґрунтовної теоретичної та експериментальної бази під кожний крок, під кожний висновок — може бути, повторюємо, зразком для всіх винахідників: ось, як треба винаходити!

IV. НА ШЛЯХУ ДО ЗІРОК

Ми підходимо тепер до найдивнішого, найсміливішого витвору творчого розуму Ціолковського — до його теорії ракетного апарату для керованого польоту у світовий простір. На десятиліття випередив він у цих працях своїх західних однодумців, «патріарх зореплавства» був свідком того, як посіяні ним думки давали сходинки в Америці, в Німеччині, та його власній батьківщині, і перші непевні кроки на визначеному ним шляху служили запорукою майбутнього здійснення його задумів.

У 1903 році, перед тим, як надіслати до журналу «Научное обозрение» свою першу роботу про ракети, Ціолковський писав редакторові:

«Я розробив деякі сторони питання про те, як піднятися у простір з допомогою реактивного приладу, подібного до ракети. Математичні висновки, обґрунтовані на наукових даних і багато разів перевірені, вказують на можливість з допомогою таких приладів підійматися у небесний простір і, можливо, засновувати поселення за межами земної атмосфери. Пройдуть, очевидно, сотні років перше ніж висловлені мною думки будуть здійснені і люди скористаються з них, щоб розселитися не лише на поверхні землі, але і по всьому всесвіту».

Отака ідея, що спонукала Ціолковського на цілий ряд праць, присвячених проблемі літання в світовому просторі. Ніхто раніш за нього навіть не вважав подібну проблему за таку, що її можна принципіально розв'язати сучасними технічними засобами. Лише самі белетристи наважилися обрати цю тему сюжетом фантастичних романів, розроблюючи її більш або менш дотепно, але завжди безґрунтовно. Ціолковський перший правильно розв'язав це питання, — не тільки проголосив принцип,

що лежав в основі «зореплавства»,¹⁾ але дав також його математичну розробку і далеко простежив етапи його розвитку.

Ідеї Ціолковського про можливість зореплавства, не зважаючи на запоморочливі горизонти, які відкривало здійснення їх довгий час залишалися у нас непомітними. Причина та, що відповідні друковані праці Ціолковського були дуже мало розповсюдженими, та й до того ж їх ніяк не можна назвати загальнодоступними: вони були розраховані на добре підготовленого читача, яких у нас не багато. В очах же спеціалістів сміливі висновки Ціолковського були не більше, як дотепні фізичні парадокси. Лише приблизно з 1915 року ці ідеї починають набирати популярності серед широких кіл, а одночасно з тим стає популярним і саме ім'я Ціолковського, знайоме досі лише поодиноким його прихильникам. Деяку роль у цьому, за визнанням самого Ціолковського, відіграла моя книга «Міжпланетні подорожі», в якій загальнодоступно розглядається проблема заатмосферних польотів у дусі ідей Ціолковського.²⁾

Чому летить ракета?

Щоб зрозуміти, чому саме Ціолковський покладав на ракету завдання по розв'язанню проблеми заатмосферного літання, треба уяснити собі принцип руху ракети. Візьмемо спочатку звичайну піротехнічну ракету, вникнемо в її побудову і вияснимо причину її польоту.

Слово «ракета» — італійське і означає «трубка»; ракета — трубка, набита порохом. У картонну трубку щільно набивають порох так, що під час підпалювання з одного

¹⁾ «Зореплавство» — керований рух апарату («Зорельоту») в світовому просторі. Обидва терміни запропоновані мною, і були схвалені Ціолковським, який і скористався ними в останніх своїх друкованих працях. Я. П.

²⁾ У своїй передмові до 6-го видання моєї книги Ціолковський писав: «Широким колам читачів ідеї мої зробилися відомі лише з того часу, як за їх пропаганду взявся автор «Занимательной физики» Я. І. Перельман, який випустив у 1915 р. свою популярну книгу «Міжпланетні подорожі». Цей твір був першою у світі серйозною, хоч і цілком загальнодоступною книгою, що розглядає проблему міжпланетних перельотів і поширює правильні відомості про космічну ракету». Ідеї Ціолковського я пропагував і в періодичній пресі (понад 50 статей у журналах і газетах), а також у публічних виступах.

кінця маса заряду не запалюється вся зразу, а горить поступово. З одного кінця трубка закрита, з другого лишається відкритою; тут робиться лише звуження про-світу трубки. Проти отвору трубки в щільній масі поро-ху вдавлюється подовжній отвір — це так званий «про-льотний простір». Ракету запалюють з допомогою шнура, введенного через отвір. Порохова маса запалюється, і ракета навалюно мчить закритим кінцем вгору.

Чому? Досить розповсюджено неправдиве старовинне пояснення польоту ракети: вона відштовхується від повітря струменем порохових газів, що витікають з неї. Таке поняття абсолютно помилкове. Ракета під час руху зовсім не спирається на повітря, що оточує її; підпалена ракета може летіти і в безповітряному просторі. Досліди (американського фізика проф. Годдарда) довели, що в порожнечі ракета летить навіть краще, ніж у повітрі, яке своїм опором сповільнює її політ. Справжня причина руху ракети зовсім інша. Під час горіння порохової маси всередині її в прольотному просторі утворюються газу-ваті продукти горіння. Стиснуті в тісному об'ємі поро-хові гази давлять у всі сторони у боки, вгору, вниз. Бо-кові тиснення нікуди не можуть зрушити ракету — вони один одного врівноважують. Але натиск угору не врів-новажується натиском униз, бо стінка внизу має отвір; отже, натиск на неї значно менший — частина газів вільно виривається назовні, і натиск втрачається. Тому тиснення вгору, перемагає і надмірний натиск тягне ракету вгору.

Звідси зрозуміло, що ракета рухається натиском не того газу, який з неї витікає, і не того, що знаходиться під нею, а того газу, який міститься в її середині. Ось чому ракета здатна до керованого польоту за межами атмосфери, і ось чому на ракетні апарати покладається завдання завоювання світового простору.

Аероплан, дирижабль так або інакше спираються на повітря, поза атмосферою ними не можна не тільки ке-рувати, але вони навіть триматися там не можуть. Ракет-ний корабель, тобто, величезна ракета з каютою для лю-дей — єдиний апарат, який може, керуючись, рухатись у безповітряному просторі.

В ракетного апарата є ще одна важлива особливість, що також має вирішальне значення в проблемі, яку ми розглядаємо. Вилетіти за межі атмосфери зміг би з часом, мабуть, і гарматний снаряд; відомо, що родоначальник

наукової фантастики Жюль Верн мріяв про політ на місяць всередині снаряду велетенської гармати. Але коли б гармата й змогла б коли-небудь закинути ядро на місяць, в ньому не уцілили б люди; вони неминуче загинули б у момент самого пострілу, бо людський організм не може знести такого струсу. Людині всередині снаряду, — як усвідомлював ще і Жюль Верн — загрожує під час пострілу така ж небезпека, як коли б вона знаходилась біля жерла гармати, направленої прямо на неї... Навальний перехід від стану спокою до швидкого руху (а для вильоту в світовий простір потрібна величезна швидкість) є лише іншим означенням того, що ми називаємо струсом.

У ракетному кораблі ми матимемо цілком інші умови. Він летить з неменшою швидкістю, ніж гарматне ядро, але величезна його швидкість набирається поступово: перехід від спокою до навального руху відбувається плавно, не загрожуючи здоров'ю пасажирів.

Заслуга Ціолковського полягає не лише в тому, що він вказав на ракету, як на зброю майбутнього заатмосферного транспорту, але і розробив теорію реактивного (ракетного) руху, встановивши математичну залежність між швидкістю ракети і іншими факторами. Він довів, що ракета може дістати найліпшу, і як завгодно велику швидкість, коли в ній згорить достатня кількість пального речовин: чим більше згорить пального і чим більшу швидкість має струмінь витікаючих газів (продуктів горіння), тим значнішою виявиться швидкість ракети по закінченні горіння. Точна залежність поміж цими трьома величинами (кількістю спожитого пального, швидкістю витікання газів і швидкістю самої ракети), виражена математично («рівняння ракети»), вперше була встановлена Ціолковським і тепер вона є основою теорії реактивного руху.

Характер цієї залежності можна відчувати, між іншим, і без формул, на основі такого міркування Ціолковського.

«Уявімо для простоти висновку, що ваги немає. Відзначимо масу ракети без вибухових речовин через 1. Хай і кількість вибухових речовин буде така ж. Рівні маси взаємно відштовхуються і набирають рівні швидкості. Отже, коли швидкість витікання продуктів вибухання, скажімо, 5 км на секунду, то і ракета набирає швидкість на секунду 5 км. Якщо ракета візьме з собою

3 частини вибухових речовин на 1 частину власної ваги, то швидкість її, як легко довести, мусить подвоїтись. Дійсно, викидаючи спочатку 2 частини пального, ми надаємо останній частині ракети (рівної маси) швидкість у 5 кілометрів. Викидаючи згодом ще одну частину пального, що є в нас, ми надамо ракеті (рівної маси) додаткової швидкості у 5 км, тобто кінець кінцем 10 км на секунду. Взагалі, коли братимемо послідовно запаси пального

1, 3, 7, 15, 31 частину,

то остаточні швидкості ракети будуть

5, 10, 15, 20, 25 км»

Але числа першого рядка є послідовні степені числа 2, зменшені на 1:

$$1 = 2 - 1$$

$$3 = 2^2 - 1$$

$$7 = 2^3 - 1$$

$$15 = 2^4 - 1$$

$$31 = 2^5 - 1$$

Стає зрозумілим, що зі зростанням відносної кількості вибухових речовин в геометричній прогресії (приблизно) швидкість ракети зростає в прогресії арифметичній.

Пальне для ракет

Яке ж пальне слід обрати для заряду майбутнього ракетного корабля? Це питання Ціолковський так само ретельно вивчив. Він дійшов висновку, що порох далеко не найкраща речовина для заряду ракети. Поперше, він занадто небезпечний, часто вибухає не лише в момент підпалювання ракети, розриваючи її на скалки, але навіть і в процесі її зарядження. Якщо так легко вибухають ракети невеликих розмірів, то чи можна покладатися на безпеку велетенських ракет, з зарядом у сотні і тисячі тонн? Подруге, вибухові речовини, подібні до пороху; недосить «енергомісткі». Помилково гадати, що порох під час згорання розвиває величезну кількість енергії в порівнянні з іншими пальними речовинами. Якщо б ми надумали палити наші кімнатні печі порохом (практично це можливо без руйнування печей), то зразу помітили б, яке не вигідне подібне паливо в порівнянні навіть з осиковими дровами. Дрова, вугілля, спирт, нафта розвивають під час згорання значно більше енергії,

ніж різні види пороху. Єдина перевага пороху — швидкість його згорання, тому ми й говоримо, що він не горить, а «вибухає». Але швидкість згорання, остільки важлива у вогнепальній зброї, не має, як показав Ціолковський, майже ніякого значення в ракеті. Чи згорить заряд ракети швидко або поволі, зразу чи з перервами — остаточна швидкість, якої набуває ракета, буде одна й та сама.

Ця важлива вказівка Ціолковського відкриває шлях до заміни пороху в ракеті такими порівнюючи безпечними паливними рідинами, як спирт, бензин, нафта та інші. Ціолковський пропонував для заряду зріджений водень (або який-небудь рідкий вуглеводень), що мав змішуватися в камері згорання із зрідненим киснем: без кисню горіння таких речовин неможливе (порох містить джерело кисню в своїх складових частинах). Він же накреслив і схему побудови воднево-кисневої ракети для вильоту з пасажирами за атмосферу, тобто, справжнього ракетного корабля.

Зореліт

Схематичний опис ракетного корабля, зроблений Ціолковським на моє прохання ще в 1913 році, не претендує на те, щоб бути зображенням детального розміщення частин корабля, а швидше являє собою графічний рисунок логічного розчленування ідеї винахідника.¹⁾ Ось опис, яким Ціолковський супроводив рисунок:

«Труба і камера з тривкого і туготопкого металу покриті всередині ще більш туготопким матеріалом, наприклад, вольфрамом або ущільненим вуглецем.

Насоси, що накачують рідкий кисень і вуглеводи до камери вибухання.

Руль з двох взаємно перпендикулярних площин, як грубий засіб керування ракетою. Вибухові розріджені й охолоджені гази, завдяки площинам руля, змінюють напрям свого руху і таким чином повертають ракету.

«Під час десятихвилинного (або більш короткочасового) вибухання люди знаходитимуться в такому стані, що на керування вручну сподіватися неможливо. Необхідний автоматичний, зарані випробуваний прилад.

¹⁾ Цього не зрозуміли деякі іноземні автори, що внесли до рисунка конструктивні «поліпшення» і які надрукували його під виглядом проекту «ракетного корабля Ціолковського». Такий міфічний проект фігурує і в деяких російських виданнях.

«Ракета ще має другу зовнішню туготопку оболонку. Між обома оболонками є проміжок, в який спрямовується рідкий кисень, що випаровується, у вигляді дуже холодного газу. Він перешкоджає надмірному нагріванню обох оболонок від тертя при швидкому русі ракети (в земній) атмосфері.

«Рідкий кисень і такий же вуглевод відокремлені один від одного непроникливою оболонкою.

«Труба, що веде випарований холодний кисень у проміжок поміж двома оболонками. Він викидається через отвір.

«Після кількох вибухів ракета набирає якогось стійкого стану, наприклад, вона стає супутником Землі, як Місяць. Тут починається найголовніше. Ракета вільна від тягіння (явище позірне, відносне), вона оточена потоком світла, але навколо жодної молекули газу. Відчиняються віконниці, висуваються та складаються герметично зачинені оранжерії, з дуже розрідженими газами та парою, з ґрунтом і рослинами. Ці рослини мають правити, за засоби живлення і дихання для розумних істот у ракеті.»

Доповнимо ці короткі пояснення ще деякими даними Ціолковського у другому місці:

«Апарат має зовні вигляд безкрилої птиці, що легко розсікає повітря. Більша частина внутрішнього простору зайнята двома речовинами у рідкому стані: воднем і киснем. Вони поділені перетинкою і з'єднуються поміж собою лише помалу. Інша частина камери, меншої місткості, призначена для приміщення спостерігача та різного роду апаратів, необхідних для збереження його життя для наукових спостережень і для керування. Водень і кисень, змішуючись у вузькій частині труби, яка поступово поширюється, з'єднуються хімічно і утворюють водяну пару при досить високій температурі. Вона має величезну пружність і виривається з широкого отвору труби з жахливою швидкістю в напрямі труби або подовжньої осі камери. Напрямок тиску пари і напрям польоту снаряду прямо протилежний».

Міжпланетні подорожі

Ціолковський не лише заклав фундамент ракетної механіки, не лише розробив питання про паливе для ракетних апаратів, але обговорював і численні сторони самої міжпланетної подорожі, тобто, займався проблема-

ми зоряної навігації. Він обчислював швидкість, яку повинен мати ракетний корабель для того, щоб покинути Землю, зробитися супутником земної кулі; для того, щоб досягнути Місяця, тої або іншої планети, визначив шляхи прямування і т. д. Після читання його робіт, переконливо підкріплених точними обчисленнями, в читача не залишається сумнівів, що привабливі мрії про досягнення інших світів, про подорож на Місяць, на астероїди, на Марс можуть згодом перетворитися в реальну дійсність.

Висадка на Місяць, на малу планету або на один з дрібних супутників великих планет, — якщо тільки їх поверхня в такому стані, що робить висадку можливою, — буде лише упиратися в достатню кількість палиних речовин. Відповідно направленими вибухами можна зменшити величезну швидкість снаряда настільки, щоб його падіння відбулося плавко та безпечно. Але треба мати ще в запасі достатню кількість пального, щоб знову покинути це тимчасове пристановище, подолати силу притягання планетки та вирушити в поворотний шлях з необхідним запасом для спуску на Землю.

У спеціальних непроникливих костюмах, на зразок водолазних, майбутні моряки всесвіту, досягнувши планети, зможуть ризикнути вийти з небесного корабля. З запасом кисню в металічному ранці за плечима ходитимуть вони по ґрунту невідомого світу, робитимуть наукові спостереження, досліджуватимуть його природу, мертву і — якщо така є — живу, збиратимуть колекції... А більш далекі екскурсії зможуть робити в наглухо зачинених автомобілях, привезених з собою. «Стати на ґрунт астероїдів, підняти рукою камінь з Місяця, спостерігати Марс з відстані кількох десятків кілометрів, висадитися на його супутникові або навіть на саму його поверхню, — здається, що може бути фантастичніше? Однак, лише з моменту застосування ракетних приладів почнеться нова велика ера в астрономії: епоха більш докладного вивчення неба» (Ціолковський).

Як це здійсниться?

Ці думки, викладені Ціолковським в його перших працях по зореплаванню («Дослідження світових просторів реактивними приладами», науково-фантастичний роман «Поza землею» та ін.), врешті були ним уточнені і при-

звели до стрункого плану розвитку заатмосферного літання. Наведемо тут його істотні риси.

Відліт міжпланетної ракети з Землі відбудеться де-небудь у високій гірській місцевості. Повинна бути підготовлена пряма, рівна дорога для розбігу, що йде нахилом вгору під кутом 10—20 градусів. Ракету кладуть на екіпаж, що сам рухається, наприклад, на автомобіль, що мчить з найбільшою для нього швидкістю. Діставши таким чином початковий розбіг, ракета починає свій самостійний висхідний політ під впливом вибухаючих у ній палих речовин. В міру зростання швидкості, крутизна злітання поступово зменшується, шлях ракети стає все більш пологим. Виринувши за атмосферу, апарат набирає горизонтального напрямку і починає кружляти навколо земної кулі на відстані 1—2 тисячі кілометрів від її поверхні, подібно до супутника.

За законами небесної механіки, це можливо при швидкості 8 кілометрів на секунду. Ця швидкість досягається поступово: вибухання регулюють так, щоб секунд-не пришвидшення не занадто перебільшувало звичне нам пришвидшення земної ваги (10 метрів). Завдяки цій обережності, штучна вага, що виникає в ракеті під час вибухів, не становить небезпеки для пасажирів.

Так досягається перший і найважчий етап міжпланетної подорожі — перетворення ракети в супутника Землі. Щоб примусити тепер ракету віддалитися від Землі на такій відстані, як Місяць, або ще далі — в інші зони нашої сонячної системи, — треба лише додатковим вибухом збільшити у $1\frac{1}{2}$ — 2 рази швидкість тієї ж ракети.

Ми сказали раніше, що початковий розбіг надається ракеті автомобілем. Але для цього придатні взагалі усі транспортні засоби: паровоз, пароплав, аероплан, дирижабль. Замість колісного екіпажу Ціолковський пропонує скористатися для розбігу другою ракетою. Цю допоміжну ракету він називає «земною», — на відміну від «космічної», призначеної для міжпланетного рейсу. Космічна ракета має бути тимчасово поміщена всередині земної ракети, яка, не відриваючись від ґрунту, надасть їй належної швидкості і в належний момент звільнить для самостійного польоту в світовий простір.

Земна ракета під дією вибухів ковзатиме без коліс по спеціально змащених рейках. Втрата енергії на тертя (ослаблене мастилом) сильно зменшується при досить

великих швидкостях. Щождо опору повітря, то його можна довести до мінімальної величини, надавши ракеті досить довгастої, легкообтічної для повітря форми. Коли б можна було побудувати ракету в сто разів довшу за її товщину, опір повітря був би настільки мізерний, що ним можна було б зовсім знехтувати. Довжину земної ракети не можна, однак, практично робити більшою за 100 метрів, а оскільки товщина її має бути не меншою за кілька метрів, то ракета виявляється всього у 20—30 разів довшою за свій поперечник. А втім, і при таких умовах загальний опір руху земної ракети складатиме всього декілька процентів енергії її руху.

Отже, відкрита спереду земна ракета з вкладеною в неї космічною навалюю рухається по підготовленій для неї дорозі. Надходить час, коли треба звільнити космічну ракету і пустити її в світовий простір. Яким чином це зробити? Ціолковський вказує досить простий спосіб: треба загальмувати земну ракету — космічна вирветься тоді з неї по інерції і при одночасному пусканню вибухового механізму, почне самостійно рухатись із зростаючою швидкістю. Земну ж ракету гальмують тим, що кінцеву ділянку дороги залишають незмащеною: збільшене тертя уповільнює і, нарешті зовсім припиняє рух допоміжної ракети без додаткової витрати енергії. Ще кращий спосіб гальмування полягає в тому, що з земної ракети висуваються перпендикулярні до неї гальмуючі плани: при значній швидкості повітря чинить їм величезний опір, і ракета швидко зупиняється.

Як пальні речовини можна буде, очевидно, використати бензин або нафту, як речовини недорогі, що дають газуваті продукти горіння, які витікають із труби з досить значною швидкістю. Звичайно, значно вигідніший для вибухів чистий рідкий водень, але ця речовина досить дорога. Необхідний для горіння і дихання кисень береться у зрідженому вигляді. Перевага, що її віддають рідином перед сильно стисненими газами, цілком зрозуміла. Стиснені гази необхідно було б зберігати в герметичних товстостінних резервуарах, маса яких у кілька разів перевищує масу їх вмісту; запасати кисень у такому ж вигляді — означало б обтяжувати ракету мертвим вантажем. Зріджений же газ тисне на стінки посудини порівнюючи мізерно (якщо зберігають його, як звичайно, у відкритому резервуарі). Низька температура

рідкого кисня — близько 180°C — може бути використана для безперервного охолодження розжарених частин вибухової труби.

Одна з найвідповідальніших частин ракети — вибухова труба.

В космічній ракеті Ціолковського вона повинна мати близько 10 метрів завдовжки та 8 сантиметрів у вузькій її частині, вага її приблизно 30 кілограмів. Вибухові рідини накачуються в її вузьку частину мотором аеропланного типу, потужністю близькою до 10.000 к. с. Температура на початку труби доходить до 3000°C , але поступово падає, в міру наближення до відкритого кінця. Нахилена частина труби, як ми вже говорили, охолоджується рідким киснем.

Може здатися дивним, що космічна ракета, призначена для руху в порожнечі світового простору, матиме рулі: горизонтальний руль височини, прямовисний руль напрямку і руль бокової стійкості. Але не слід випускати з уваги, по-перше, того, що ракеті під час спуску на Землю доведеться знижуватися в атмосфері без вибухання, подібно літакові. По-друге, рулі придадуться і поза атмосферою, в порожнечі, для керування ракетою: швидкий струм газів, що витікають з труби, зустрічаючи руль, ухиляються вбік, викликаючи тим самим поворот ракети. Тому рулі розміщують безпосередньо біля вихідного отвору вибухової труби.

Слідуючий етап міжпланетної подорожі, — спуск на планету — має значно більше труднощів, ніж це може здатися спочатку. Ракета мчить з величезною, космічною швидкістю: пристати прямо до планети — значить, піддати ракету розтрощувальному удару і неминучій загибелі. Як запобігти удару, як зменшити швидкість настільки, щоб можливе було безпечне спускання на планету? Не забуваймо, що це ж саме утруднення виникне і під час повернення на нашу рідну планету. Необхідно винайти засіб його перемогти.

Тут є два шляхи. Перший — той до якого вдається машиніст, що бажає швидко зупинити паровоз, який мчить вперед; він дає «контр-пару», тобто, дає машині зворотний хід. Ракета теж може дати «контр-пару», повернувшись отвором труби до планети і пускаючи в дію вибухи. Нова швидкість, що має напрям, зворотний існуючому, буде відніматися від останньої і поступово

зведе її до нуля (звичайно, лише щодо планети). Це призводить, однак, до потреби витратити, — а значить і брати з собою — величезну кількість пального. Значно легше відвідувати крупні планети, бо ці планети оточені атмосферою, якою можна скористатися як своєрідним повітряним гальмом. За проектом Ціолковського, ракета може описувати спіраль навколо планети, що поступово звужується, прорізуючи щоразу частину її атмосфери і втрачаючи тому з кожним новим обертом деяку частину своєї швидкості. Достатньо зменшивши навальність руху, ракета поступово знижується на поверхню планети, обравши для більшої безпеки місцем спуску не суходіл, а море.

Така в головніших своїх обрисах картина завоювання світового простору, що їх уявляв собі дослідник в даліні майбутнього. Практика, без сумніву, внесе в неї більш або менш значні зміни. Тому не слід надавати абсолютного значення накиданому тут нарису. Це лише попередній, орієнтовний план. «Я ніколи не претендував, — пише Ціолковський, — на повне розв'язання питання. Більш ніж хто-небудь розумію я прірву, що відділяє ідею від її здійснення, поскільки на протязі мого життя я не лише думав і обчислював, але і виконував, працюючи руками».

Перші кроки

Нам залишається сказати про те, як стоїть справа з розв'язанням проблеми зореплавства у нас і за кордоном. На протязі майже двох десятиріч Ціолковський був єдиною людиною, що плідотворчо розробляла питання ракетного літання. Потім у нього з'явилися однодумці, що незалежно від нього, працювали в тому ж напрямі та прийшли до однакових з ним висновків. Це перш за все проф. фізики Годдард в Америці та проф. Оберт в Німеччині. Проф. Годдардові вдалося навіть спорудити і пустити в хід невелику пробну ракету з рідким паливом (очевидно, на водні з киснем: подробиці зберігаються в таємниці), а послідовникам проф. Оберта — побудувати невелику (2 метри завдовжки) ракету на бензині з рідким киснем. Останню пускали вже близько ста разів і вона благополучно спускалася на парашуті¹⁾.

Таким чином спорудження ракети з рідким зарядом, про яку свого часу віщував Ціолковський, вже здійсни-

лось. Сподіватимемось, що недовго доведеться чекати здійснення і інших його передбачень в галузі зореплавства.

Щодо праць в тому ж напрямку у нас, в СРСР, то їх провадив (з 1931 р.) спеціальний відділ Тсо-авіахіму, що мав назву «Групи вивчення реактивного руху». Центр «Групи вивчення реактивного руху» — в Москві, відділи — там же в Москві, в Ленінграді, в Тбілісі, Харкові, Архангельську, Новочеркаську, Брянську. Перед працівниками цих груп, що нараховують у своїх лавах близько тисячі членів, стоять завдання підготовки кадрів людей, знайомих з основами ракетної справи, пропаганда ідеї ракетного літання, проектування, спорудження та випробування реактивних апаратів».

Праці Ціолковського не пропали марно. Завдяки їм ми маємо тепер зародження нового виду транспорту, зброєю якого буде ракетний корабель, а місцем застосування — безмежний простір всесвіту.

Довідка

Ракеті та зореплавству присвячені такі друковані праці Ціолковського:

1903 р. (і 1924 р.) «Ракета в космічному просторі».

1911 — 1912 рр. «Дослідження світових просторів реактивними приладами» (Друга частина попередньої роботи). В журналі «Вестник воздухоплавания».

1914 р. Під тим же заголовком доповнення до двох попередніх праць.

1917 р. — 1920 р. «Поза землею». Науково-фантастична повість.

1926 р. «Дослідження світових просторів реактивними приладами» (перевидання праць 1903 і 1911 рр. зі змінами та доповненнями).

1927 р. «Космічна ракета. Дослідна підготовка».

1928 р. «Космічні реактивні поїзди».

¹⁾ Подробиці — в моїй книзі «Міжпланетні подорожі», вид. 7-е 1932 р. «Техніко-теоретичне видавництво».

1929 р. «Мета зореплавства».

1930 р. «Зореплавцям».

Зміст більшої частини перелічених праць докладно реферований у книзі проф. Н. А. Риніна «К. Е. Ціолковський» (Ленінград, 1931 р.).

Аероплани висот

До перелічених праць належать дві брошури Ціолковського:

1930 р. «Реактивний літак».

1932 р. «Стратоплан напівреактивний».

Перша праця, що являє собою короткий витяг із великого рукопису, описує придуманий Ціолковським особливий літальний апарат, перехід від літака до ракети. «Цей літак, — пише Ціолковський, — відрізняється від звичайного тим, що зовсім не має гребного або повітряного гвинта. Його дія змінюється віддачею (реакцією) продуктів горіння в звичайних авіаційних моторах. Останні вимагають при цьому деякого перетворення та доповнення. Так, вони спалюють багато пального, при чому дають порівняно невелику роботу (разів у 10 меншу, ніж слід до кількості палива). Вони роблять велику кількість обертів; продукти горіння спрямовуються через конічні труби назад, до кормової частини літака... Головна мета двигуна — реактивна дія залишків продуктів горіння, а пропелера немає. Одержуємо швидкість руху, неможливу для літака з гвинтовим пропелером. За ерою літаків гвинтових повинна наступити ера літаків реактивних — літаків стратосфери». Щождо напівреактивного стратоплана, про який писалося в другій брошурі, то цей літак рухається і силою повітряного гвинта, і відданням продуктів горіння; він може літати в найрозрідженіших шарах повітря.

Слід відзначити ще статтю Ціолковського в «Іскрах науки» 1930 р. «Від літака до зорельоту», де дається побіжний огляд завдань і можливих досягнень літання в атмосфері і за її межами. У цій статті говориться за стратоплан таке:

«Спробуймо перетворити звичайний літак у стратоплан, тобто аероплан великих висот. Гвинтовий його пропелер ми повинні викинути, бо він розривається при великій швидкості обертання.

«Однак, реактивна дія газів аероплана далеко недостатня, щоб надати йому рух. Обчислення доводять, що віддачу треба збільшити принаймні в 10 разів, щоб піднятися у повітря. Як же це зробити при тій же вазі мотора?

«Для прикладу припустимо вагу стратоплана з повним устаткуванням у 100 кг. Звичайно потрібна сила двигуна буде 100 метр. сил, а вага його близько 100 кг.

«Щоб дістати достатню віддачу, треба збільшити згорання пального в 10 разів, потужність же мотора може збільшитись, а може лишитись й попередньою. Звичайно, мотор може працювати надаремне; число обертів від цього зростає, а одночасно зростає і кількість спаленого пального. Але, поперше, деяка, хоч би й мала, робота нам необхідна на висотах для стиснення розрідженого повітря, подруге число обертів і при холостому ході все ж у 10 разів не збільшиться. Отже, неминуче збільшити не лише кількість пального, але й роботу двигуна (саме з метою більше спалити пального).

«Якщо ми вживемо при самому початку польоту біля рівня океану, стиснуте у декілька разів повітря, розширені клапанні отвори і такі ж провідні труби, то можливо нам і вдасться збільшити роботу мотора в кілька разів, а кількість спалюваного пального навіть у 10 разів. Останнє нам важливіше за все. При цьому на мотори ми можемо асигнувати не 100, а 200 — 300 кг. Вживання пального у вигляді зрідженого водню, який дуже швидко змішується з повітрям, може також сприяти збільшенню кількості обертів мотора, а разом з тим і кількості вжитого пального. Завдання вже не таке важке, якщо над ним добренько поміркувати.

«При десятиразовому пришвидшенні згорання вихлопна дія газів остільки значна, що стратоплан спочатку котиться, а потім підіймається у повітря і мчить із швидкістю, що досягає 50 — 100 метрів на секунду.

«Але де ж космічні швидкості, де взагалі збільшення швидкості?

«Це збільшення виявляється у вищих шарах атмосфери, в міру розрідження повітря і особливо в той час, коли ракета перемаже земне притягання і буде мчатися у безповітряний простір.

«Відзначимо, — що, якщо кількість спаленого пального, завдяки компресору, на всіх висотах постійна, то й ре-

активна дія, або тяга також лишається постійна. Таким чином, робота, що її використовує літак, буде пропорційна швидкості його поступального руху, тобто, у скільки разів збільшиться робота, у стільки ж разів зросте швидкість, і навпаки.

«Як доводять мої обчислення, при постійній тязі на висоті, де повітря у чотири рази рідше (12 км), швидкість літака буде вдвічі більша; де в 9 разів атмосфера рідша, там швидкість у три рази більша, і т. д.

На висоті, де повітря рідше в 100 разів, швидкість досягає 3600 км на годину (1 км на секунду). Таким чином від наших широт (припустімо 45°) до екватора можна буде пролетіти протягом 1,4 години, від полюса до екватора — за 2,8 години, від полюса до полюса — за 5,6 години. Навколо Землі — за 11,1 години».

V. ІНШІ ПРАЦІ ЦІОЛКОВСЬКОГО

Ми розглянули головні наукові праці та винаходи Ціолковського, — ті, що відносяться до повітряного та заатмосферного транспорту. Але діяльність його виходить далеко за окреслені рамки, він займався також різними питаннями астрономії, фізики, біології, взяв патент на вдосконалену друкарську машинку власної системи, винайшов міжнародний алфавіт і інше. Розглянути все це в нашій книжці просто неможливо. Обмежимося лише переліком тих із його наукових праць, що були надруковані:

З астрономії та фізики:

- 1891 р. «Як охоронити ніжні речі від поштовхів»*)
- 1893 р. «На Місяці» (науково-фантастична повість).
Перевидана у 1927 році.
«Тяжіння як джерело світової енергії».
- 1895 р. Мрії про землю та небо і ефекти всесвітнього тяжіння».
- 1896 р. «Чи може Земля заявити жителям інших планет про існування на ній розумних істот».
- 1897 р. «Тривалість випромінювання зірок».
- 1915 р. «Утворення Землі і сонячної системи».
- 1919 р. «Кінетична теорія світла».
- 1920 р. «Багатства всесвіту».
- 1925 р. «Причини космосу».
«Утворення сонячних систем».
- 1928 р. «Минуле землі».
«Майбутнє Землі та людства».
- 1929 р. «Сучасний стан Землі»

*) Зірочкою відзначені газетні та журнальні статті

- 1911 р. «Побудова літального апарату птахів і комах»
 1922 р. «Зародження життя на Землі».
 1924 р. «Тягар і життя». — *
 «Біологія карликів і велетнів». *
 1929 р. «Рослини майбутнього».

Кілька слів про друковані праці Ціолковського взагалі. З їх величезної кількості лише три видані в Москві не за його рахунок, — а саме:

«На Місяці». Видавництво товариства І. Д. Ситіна. Стор. 48 (згодом, у 1929 р., перевидана в Ленінграді «Молодая гвардия», з передмовою Я. І. Перельмана).

«Мрії про Землю і небо». Вид. А. Н. Гончарова, стор. 143. Ціна 1 крб.

„Історія мого дирижабля». Вид. Всеросійської асоціації натуралістів (Стор. 16).

Решту праць Ціолковський видавав у Калузі і майже всі на власний рахунок у вигляді книг або брошур різного формату і розміру. Перші свої видання Ціолковський намагався продавати (на них позначена ціна: 75 коп., 50 коп., 20 коп., 15 коп., 10.), але пізніше він став розповсюджувати свої друковані твори безплатно, посилавши їх на запити усіх бажаючих. Він не діставав не тільки авторського гонорару за них, але навіть не повертав своїх видавничих витрат, які брав із своїх обмежених коштів. Щоб заощадити гроші на друкування творів, Ціолковський надміру обмежував свій бюджет.

Через вбоге устаткування друкарень провінціального міста, калужські видання творів Ціолковського дуже бідні і досить примітивно оформлені. Гірш за все те, що через відсутність математичних символів і знаків у місцевих друкарнях, математичні твори його дуже важко читати: Ціолковському доводилося придумувати особливу математичну мову з літер російського алфавіту замість загально вживаних латинських літер¹⁾.

¹⁾ Наприклад, щільність газу позначається в нього «Плг», щільність повітря «Плв», прискорення земного тяжіння «Уз», площі більшого і меншого перерізу «Пщб» і «Пщм» і т. д. Ось зразок його формули.

$$\text{Сок.} = \sqrt{\frac{2 \text{ Уз. Кр.}}{\text{Плм. Пр.}}}$$

У загальноприйнятих позначеннях вона мала б такий вигляд:

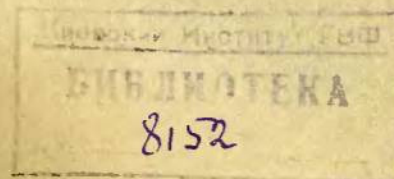
$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot R}{\delta - k}}$$

На закінчення нашого нариску про життя і діяльність Ціолковського наведемо таке місце з його творів:

«Основний мотив мого життя — зробити щонебудь корисне для людей, не прожити даремно життя, просунути людство хоч трохи вперед. Ось чому я цікавився тим, що не давало мені ні хліба, ні сили. Але я сподіваюсь, що мої праці — можливо, невдовзі, а можливо, і в далекому майбутньому, — дадуть суспільству гори хліба і велетенську могутність».

З М І С Т

	Стор.
I. РИСИ З ЖИТТЯ ЦІОЛКОВСЬКОГО	3
II. ДИРИЖАБЛЬ МАЙБУТНЬОГО	10
Повітряний транспорт	—
Дирижабль Ціолковського	11
Що дадуть нам дирижаблі Ціолковського?	16
Доля проекту Ціолковського	22
Довідка	29
III. ЯК ТРЕБА ВИНАХОДИТИ	31
Метод роботи Ціолковського	—
Опір повітря	32
Аеродинамічні праці Ціолковського	34
IV. НА ШЛЯХУ ДО ЗІРОК	39
Чому летить ракета?	40
Пальне для ракет	43
Зореліт	44
Міжпланетні подорожі	45
Як це здійсниться?	46
Перші кроки	50
Довідка	51
Аероплани висот	52
V. ІНШІ ПРАЦІ ЦІОЛКОВСЬКОГО	55



Я. И. Перельман
«Циолковский, его жизнь, изобретения
и научные труды»
(на украинском языке)

Редактор Н. Нечаева
Обкладинка художника Д. Гринця
Коректор Я. Грабовський

БГ 01154, замов. № 442, друк. аркуш. 4, автор. арк. 3. Підписано до
друку 16/XI. — 1946 р., тираж 20.000.

Жовківська міська друкарня Львівського обласного управління в справах
поліграфії та видавництва м. Жовква, вул. Горького № 1.
