

И. А. МЕРКУЛОВ



СЕРИЯ IV № 8—9

*Искусственные  
спутники —*

ТОРЖЕСТВО

ИДЕЙ К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО

**ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО  
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ**

---

Председатель Научно-технического комитета реактивной техники  
Центрального аэроклуба СССР имени В. П. Чкалова

**И. А. МЕРКУЛОВ**

**ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ —  
ТОРЖЕСТВО ИДЕЙ  
К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»**

---

**Москва**

**1958**





К. Э. Циолковский





4 октября 1957 года человечество сделало первый шаг в мировое космическое пространство. Ученые, инженеры и рабочие нашей Родины создали первый в мире искусственный спутник Земли. Это было величайшее научное событие, знаменовавшее собой начало эпохи полетов в космическое пространство.

Вслед за первым искусственным спутником менее чем через месяц — 3 ноября 1957 года — был запущен второй советский спутник Земли.

Две новые звезды, созданные советскими людьми, засияли над земным шаром.

Выступая на сессии Верховного Совета СССР 22 декабря 1957 года, первый секретарь ЦК КПСС тов. Н. С. Хрушев сказал:

«Этот год ознаменовался поистине историческим подвигом наших славных ученых, инженеров, техников и рабочих, создавших первые в мире искусственные спутники Земли, совершающие полеты вокруг нашей планеты. Они прославляют успехи нашего народа, торжество идей социализма, возвещают о прогрессе советской науки и техники».

Возможность полета в мировое пространство была теоретически доказана трудами нашего замечательного ученого Константина Эдуардовича Циолковского.

Труды К. Э. Циолковского по теории движения реактивных аппаратов явились фундаментом для развития теории межпланетных сообщений. На их основе развивается современная реактивная авиация и ракетная техника.

Полстолетия работают ученые и инженеры нашей страны над тем, чтобы претворить в жизнь научные идеи Циолковского. И вот сейчас упорный, вдохновенный труд советских людей увенчался успехом. Наша страна создала первые в мире искусственные спутники Земли.

Запуск искусственных спутников Земли является подлинным торжеством нашего социалистического общества. В эти радостные дни советский народ с чувством глубокого уважения вспоминает имя ученого, отдавшего всю свою жизнь служению народу, пламенной борьбе за развитие реактивной техники, за осуществление полетов в мировое пространство. Наш

народ по праву гордится научными открытиями К. Э. Циолковского и в тысячах реактивных самолетов, в сотнях взлетающих в небо ракет, в летящих в мировом пространстве искусственных спутниках Земли видит торжество научных идей этого великого ученого.

---

## Научный подвиг

Советская общественность 17 сентября 1957 года широко отмечала 100-летие со дня рождения выдающегося ученого нашего времени — Константина Эдуардовича Циолковского.

К. Э. Циолковский более полвека тому назад создал основы теории движения реактивных летательных аппаратов и доказал возможность полета на ракетах в мировое космическое пространство. В своей классической работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами», напечатанной в журнале «Научное обозрение» (№ 5 за 1903 г.), ученый писал:

«...в качестве исследователя атмосферы предлагаю реактивный прибор, т. е. род ракеты, но ракеты грандиозной и особенным образом устроенной».

Широкое применение в прошлом веке пороховых военных ракет не могло не привлечь изобретателей к этому типу летательных приборов. Многие из них, и в первую очередь русский революционер Н. И. Кибальчич, предугадывали в пороховых ракетах прообраз будущих реактивных кораблей. Но для развития этих идей, для того чтобы открыть перед ракетными двигателями бескрайние просторы воздушного океана, а затем и космоса, была необходима теория движения ракет, или, как теперь говорят, теория реактивного движения. Именно эту задачу и решил Циолковский. Сам ученый так писал о своем открытии: «Мысль не новая, но вычисления, относящиеся к ней, дают столь замечательные результаты, что умолчать о них было бы недопустимо». И, действительно, сейчас мы ясно видим, какие замечательные результаты дает созданная Циолковским теория реактивного движения. Она является фундаментом развития ракетной техники, основой для решения проблемы полетов в мировое пространство. Циолковский в своих работах рассмотрел все основные вопросы теории реактивного движения и в том числе решил основную задачу теории движения ракет. Математически исследовав полет ракеты как тела переменной (убывающей) массы, ученый вывел формулу ее движения. Он получил уравнение, которое переводит физическое явление — полет ракеты — на строгий и точный язык математики. Это уравнение по праву называется сейчас уравнением Циолковского.

Классическая формула Циолковского имеет следующий вид:

$$V = 2,3 W \cdot \lg \frac{G_0}{G_k}$$

где  $V$  — скорость ракеты в конце горения топлива (т. е. скорость в конце активного участка полета);  
 $W$  — относительная (относительно ракеты) скорость истечения газов;  
 $G_0$  — начальный вес ракеты;  
 $G_k$  — вес ракеты в конце горения, равный начальному весу за вычетом веса израсходованного топлива.

Из этой формулы можно вывести, что, например, при отношении  $G_0 : G_k = 10$  и при скорости истечения газовой струи из сопла двигателя  $W = 2500$  м/сек ракета в безвоздушном пространстве может достичь скорости полета  $V = 5750$  м/сек.

Замечательный ученый проявил себя и как талантливый изобретатель. Он дал оригинальные решения ряду важнейших задач ракетной техники.

В первую очередь К. Э. Циолковский обратил внимание на энергетическую основу ракетной техники. Источником энергии для работы реактивного двигателя является топливо. Поэтому ученый в первых же своих работах в качестве центральной задачи поставил проблему топлива для реактивных двигателей. До Циолковского были известны лишь пороховые ракеты. Константин Эдуардович показал, что для ракет дальнего действия необходимо применять более эффективные жидкие топлива, и выдвинул идею создания реактивного двигателя, работающего на жидком топливе. Весь ход последующего развития ракетной техники показал правильность идей Циолковского. Ученые нашего времени, подтверждая этот вывод Циолковского, писали о том, что вопрос о рациональном топливе имеет первостепенную важность. Прежде чем приступить к разработке реактивного двигателя, необходимо произвести выбор наиболее подходящего топлива. В зависимости от того, насколько будет удачен этот выбор, стоит качество разрабатываемого двигателя, а иногда и успех всей работы.

К. Э. Циолковский уделил много внимания разработке основных вопросов конструкции ракеты. В любой современной ракете можно найти оригинальные идеи Циолковского. Например, большинство современных ракет дальнего действия имеют жаростойкие рули управления, помещенные в поток газов, выходящих из сопла, — так называемые газовые рули. Идея создания газовых рулей была выдвинута Циолковским. Им были даны принципиальные решения задачи непрерывного питания реактивного двигателя жидким топливом и надежного охлаждения двигателя, в камере сгорания которого температура газов может достигать 3—4 тыс. градусов. Он рассмотрел вопросы подъема и спуска ракет, удобного и безопасного размещения экипажа в ракете и целый комплекс других проблем.

Для осуществления космических полетов К. Э. Циолковский предложил применить многоступенчатые ракеты. Такая ракета должна состоять из нескольких ракет, укрепленных одна на другой. При взлете с поверхности Земли сначала работают двигатели нижней ракеты. Когда все запасенное в ней топливо будет израсходовано, нижняя ракета отцепляется от верхних ракет. В этот момент включаются двигатели второй ракеты. Так каждая ступень ракеты последовательно увеличивает скорость полета, а последняя, верхняя, ступень достигает в безвоздушном пространстве необходимой расчетной скорости.

К. Э. Циолковскому принадлежит идея создания с помощью ракет в космическом пространстве искусственного спутника Земли. По мысли ученого, искусственные спутники, или, как их называл сам Константин Эдуардович, эфирные острова, могут служить не только научными лабораториями, но и запорочными станциями на пути движения кораблей.

Идея Циолковского о целесообразности создания искусственного спутника Земли в качестве промежуточной станции для межпланетных кораблей является сейчас общепризнанной. Большинство ученых, рассматривающих перспективы перелетов на другие планеты, считают, что для их осуществления необходимо создание искусственного спутника Земли. По крайней мере это необходимо для космических ракет с реактивными двигателями, работающими на химическом топливе.

В кратком изложении невозможно дать сколько-либо полное описание того громадного вклада в теорию реактивного движения и в ракетную технику, который сделал наш соотечественник. Оценивая его труды в этой области, профессор А. А. Космодемьянский пишет в вступительной статье ко второму тому академического издания сочинений К. Э. Циолковского:

«В работах Константина Эдуардовича виден подлинный новатор, созидатель новых путей исследования, смелый и оригинальный творец прогрессивного направления в науке...

Именно Циолковский дал ракетодинамике тот широкий революционный размах и глубину заключений, которые характерны для бессмертных творений человеческого ума. Это есть бесспорный вклад русской науки в сокровищницу человеческой «культуры».

Проблеме реактивного движения и межпланетных сообщений К. Э. Циолковский посвятил свои наиболее выдающиеся труды.

С 1885 года К. Э. Циолковский начал заниматься вопросами воздухоплавания. Он разработал проект цельнометаллического дирижабля, объем которого мог изменяться в полете. Результаты своих первых научных исследований в области воздухоплавания Циолковский изложил в обстоятельном сочинении «Теория и опыт аэростата», в котором приводятся обосно-

вание конструкции дирижабля с тонкой металлической оболочкой. В дальнейшем ученый собственноручно изготовил несколько моделей таких дирижаблей.

Исключительно большой вклад внес Циолковский и в область авиации. Еще в 1894 году в статье «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина» он дал описание и чертежи моноплана, в котором предвосхищены основные черты современных самолетов. Им выполнен ряд интересных научных работ по аэродинамике, для проведения которых ученый построил первую в России аэродинамическую трубу.

Работы Циолковского в области реактивного движения, воздухоплавания и авиации выдвинули его в число передовых специалистов того времени. Печатаемая одна из его статей, редакция журнала «Вестник воздухоплавания» в 1911 году писала: «Ниже мы приводим интересную работу одного из крупных теоретиков воздухоплавания в России К. Э. Циолковского».

В течение своей многолетней трудовой жизни Циолковский обращался к исследованию самых различных областей науки. Совершенно самостоятельно, независимо от иностранных авторов, он разработал кинетическую теорию газов, опубликовал ряд трудов по астрономии, физике, истории и многим другим вопросам, в том числе и вопросам философского характера.

Но из всего богатства научных работ Циолковского наибольшее значение имеют его труды по реактивному движению и по межпланетным сообщениям. Сейчас, когда приближается время первого полета людей в мировое пространство, народы всего мира видят, какой великий вклад в развитие науки сделал этот человек. Закладывая теоретические основы astronautики, пылкий исследователь ясно понимал, какую грандиозную проблему он поднимает, какой титанический труд придется совершить людям прежде, чем они смогут направить полет своих космических кораблей к орбитам других планет. Скромно оценивая свой вклад в astronautику, ученый считал, что им сделан только первый шаг на пути к звездам. «...моя работа, — писал Циолковский, — далеко не рассматривает всех сторон дела и совсем не решает его с практической стороны относительно осуществимости; но в далеком будущем уже виднеются сквозь туман перспективы до такой степени обольстительные и важные, что о них едва ли теперь кто мечтает».

А сам Циолковский уже мечтал об этих обольстительных перспективах. Вскоре после издания указанной работы он писал своему другу Б. Н. Воробьеву, бывшему в то время редактором журнала «Вестник воздухоплавания»:

«Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

Разработав теорию реактивного движения, доказав воз-

возможность межпланетных сообщений, Константин Эдуардович Циолковский со всей страстностью подлинного ученого стал пропагандировать развитие реактивной техники.

В те далекие годы, когда появились только первые самолеты, в условиях царской России, без помощи правительственных учреждений, без достаточной поддержки со стороны ученых и при явном пренебрежении официальных деятелей науки, Циолковский самоотверженно боролся за свои смелые научные идеи.

Мы высоко ценим Циолковского, как выдающегося ученого — творца теории реактивного движения, основоположника науки о межпланетных полетах, родоначальника реактивной авиации. Но не меньшего, а, может быть, большего признания заслуживает беззаветная борьба Циолковского за торжество прогрессивных идей, за развитие его замечательных открытий, за счастье всего человечества.

Много лишений принесла Циолковскому его борьба за развитие авиации и реактивной техники, много незаслуженных обид пришлось перенести ученому. В 1914 году в одной из своих брошюр Константин Эдуардович писал: «Тяжело работать в одиночку многие годы при неблагоприятных условиях и не видеть ниоткуда просвета и содействия». Но ничто не могло сломить его воли. Несмотря на все лишения, одиночество и, казалось, перушимую стену равнодушия, воздвигнутую вокруг ученого чиновниками от науки, Циолковский упорно шел по своему пути. И он дождался того радостного дня, когда весь наш народ оценил его труды.

Окруженный заботой Коммунистической партии и Советского правительства, Константин Эдуардович Циолковский с новой энергией отдался любимому делу — развитию и пропаганде реактивного движения.

Вся жизнь Циолковского являет собой пример упорного, напряженного труда, последовательного выполнения поставленной задачи. Неутомимый ученый показал, с каким самоотвержением нужно работать на пользу общества. Его жизненный путь, большая часть которого прошла в тяжелых условиях дореволюционной России, наглядно показывает, с каким терпением скромного труженика выносил этот величайший человек все жизненные невзгоды и с какой радостью он приветствовал рождение новой общественной формации, с увлечением отдавая творчеству на пользу развития социализма.

«СССР идет усиленно, напряженно по великому пути индустриализации страны и построения бесклассового общества, и я не могу этому не сочувствовать и горячо не приветствовать борцов за это дело...» — так закончил Циолковский описание своей жизни.

Целью всей его жизни, целью всех его научных трудов было, как пишет сам Циолковский, горячее желание «своими



трудами хоть немного продвинуть человечество вперед». Научные труды Циолковского послужили основой для всех успехов современной реактивной авиации. Созданная им теория реактивного движения является научным фундаментом ракетной техники. По указанному им пути идет человечество в исследовании мирового пространства.

Величие ученого, его заслуги перед народом определяются тем, какую пользу обществу принесли его труды, как широко применяются в жизни людей, в народном хозяйстве, в культуре его научные исследования, как сбываются на практике его теоретические прогнозы.

Достаточно взглянуть на успехи современной авиации, на развитие ракетной техники, на искусственные спутники Земли, чтобы ясно представить себе все величие творчества Циолковского.

За много десятилетий до наших дней Циолковский пропагандировал развитие реактивной техники. С полным убеждением в правильности своих научных идей он говорил о том, что «за эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных». И теперь, когда на воздушных парадах мы видим стремительный полет советских реактивных самолетов, когда эти серебристые машины, ведомые нашими славными летчиками, со сверхзвуковой скоростью проносятся над нашей головой, мы с чувством глубокого уважения вспоминаем имя Циолковского — человека, отдавшего всю свою жизнь развитию авиационной науки, развитию реактивной техники.

Выдающиеся успехи достигнуты в настоящее время и в ракетной технике. Еще в 1911 году Константин Эдуардович писал о том, что «с момента применения реактивных приборов начнется новая, великая эра в астрономии», когда человек сможет «стать ногой на почву астероидов, поднять рукой камень с Луны, устроить движущиеся станции в эфирном пространстве, образовать живые кольца вокруг Земли, Луны, Солнца, наблюдать Марс на расстоянии нескольких десятков верст, спуститься на его спутники или даже на самую его поверхность...». И сейчас приближается день, когда начнут осуществляться эти научные мечты Циолковского. Высотные ракеты уже поднимаются на сотни километров для исследования воздушного океана. Вокруг земного шара летают искусственные спутники.

Приближается время полетов людей на другие планеты, о котором так страстно мечтал Циолковский.

И недаром сейчас творчество и борьбу, жизнь этого человека называют научным подвигом.

Именно подвиг! Славный подвиг во имя счастья людей совершил наш великий соотечественник Константин Эдуардович Циолковский.

## Жизнь ученого

Константин Эдуардович родился 17 сентября 1857 года в селе Ижевском Спасского уезда Рязанской губернии. Отец его, поляк по происхождению, был лесничим и, имея большую семью, постоянно испытывал нужду и лишения. По отношению к царскому правительству в семье всегда царило оппозиционное настроение, поэтому и у детей вырабатывалось определенное мировоззрение. В частности, Константину Циолковскому впоследствии неоднократно приходилось испытывать за свое вольнодумство неприятности со стороны начальства.

Недостаток средств не позволял отцу Константина Циолковского дать детям школьное образование, и Константин, так же как и его братья, учился лишь у матери. В дальнейшем он пополнял свои знания жадным чтением книг.

Десяти лет маленький Костя перенес скарлатину, последствием которой явилась глухота, наложившая отпечаток на всю его последующую жизнь.

«Понятно, что моя глухота с детского возраста,—пишет Циолковский,—лишив меня общения с людьми, оставила меня с младенческим знанием практической жизни, с которым я пребываю до сих пор. Я поневоле чуждался ее и находил удовлетворение только в книгах и размышлении. Вся моя жизнь состояла из работы, остальное было недоступно». К этому несчастью вскоре прибавилось тяжелое горе—потеря матери. Оставленный без родительской заботы, без товарищей-сверстников, Костя был предоставлен самому себе и занимался тем, что мастерил различные механические игрушки. «К 14—16 годам потребность к строительству проявилась у меня в высшей форме. Я делал самодвижущиеся коляски и локомотивы»,—рассказывает Циолковский об этом периоде своего детства. Затем Константин стал все больше и больше тянуться к книгам; с их помощью он изучал арифметику, физику и всячески старался применить полученные знания для устройства различных приборов, например автомобиля, движущегося струей пара, бумажного аэростата с водородом и целого ряда других. «Более всего,—пишет Циолковский,—я увлекался аэростатом и уже имел достаточно данных, чтобы решить вопрос, каких размеров должен быть воздушный шар, чтобы подниматься на воздух с людьми. Мне было ясно, что толщина оболочки может возрастать беспредельно при увеличении аэростата. С этих пор мысль о металлическом аэростате засела у меня в мозгу».

Когда Константину исполнилось 16 лет, отец послал его учиться в Москву, где он прожил три года, занимаясь самостоятельно своим образованием, главным образом в различных библиотеках, так как отсутствие средств и глухота не позволяли ему поступить в школу или нанять учителя. Свою жизнь в Москве Циолковский характеризует следующими сло-

вами: «Отец вообразил, что у меня технические способности и меня отправили в Москву. Но что я мог там сделать со своей глухотой? Какие связи завязать? Я получал из дома 10—15 рублей в месяц. Питался одним черным хлебом, не имея даже картошки и чаю. Зато покупал книги, трубки, реторты, ртуть, серную кислоту и прочее». О своих учебных занятиях в Москве Константин Эдуардович говорил следующее: «Я проходил первый год тщательно и систематически курс начальной математики и физику. Часто, читая какую-нибудь теорему, я сам находил доказательство. И это мне более нравилось и было легче, чем проследить объяснение в книге».

После трехлетнего пребывания в Москве Циолковский вынужден был уехать обратно к отцу, так как последний не мог более высылать сыну денег. Приехав в провинцию, Константин Эдуардович стал давать частные уроки по физике и математике, а в 1879 году сдал экстерном экзамен на звание учителя и вскоре был назначен преподавателем арифметики и геометрии в Боровское уездное училище. К этому времени относится начало его самостоятельной научной работы. Все свое время и все свои средства Циолковский отдает преподаванию в училище и проведению научных опытов. Он на свои деньги покупает приборы для физического кабинета в училище, чтобы демонстрировать различные опыты с целью оживить преподавание и вызвать интерес у учащихся. В свободное от занятий время Константин Эдуардович занимается различными изобретениями, из которых на первом месте стоит проект цельнометаллического дирижабля.

В 1887 году, разработав подробно свой проект, Циолковский едет с ним в Москву и делает о нем первый доклад в Обществе любителей естествознания при Политехническом музее. Но, несмотря на благосклонное отношение со стороны некоторых московских ученых, например Столетова, большинство специалистов не понимало его замечательного проекта, отвергая его целесообразность. Циолковский неоднократно обращался в различные учреждения с просьбой об оказании ему помощи для проведения исследований в области воздухоплавания. Однако это не дало никаких практических результатов. Так, например, в воздухоплавательном отделе технического общества на проект дирижабля, или, как его называл тогда Циолковский, металлического управляемого аэростата, дали отзыв, в котором говорилось: «Аэростат должен навсегда, силою вещей, остаться игрушкой ветров».

Судьба проекта цельнометаллического дирижабля Циолковского была типична для всех новых изобретений в условиях царской России. Единственным результатом поездки Циолковского в Москву и многократных обращений к ученым был его перевод из Боровска, хотя и не в Москву, как он просил, но все-таки в губернский город Калугу, где Циолковский был

преподавателем казенного реального училища. На новом месте Циолковский еще энергичнее продолжает свои исследования, строит модели аэростата и разрабатывает проект аэроплана, идеей которого он занялся еще в Боровске. Произведенный Циолковским расчет аэроплана и сделанные к нему чертежи явились талантливym предвидением будущего развития авиации.

За девять лет до первого полета братьев Райт, т. е. в 1894 году, Циолковский опубликовал в журнале «Наука и жизнь» свое исследование по авиации под названием «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина». Не найдя поддержки, Циолковский продолжал один работать над своим аэропланом, так же как работал один над проектом своего дирижабля. Встретившись с необходимостью определять силу сопротивления воздуха, которую должно испытывать крыло аэроплана, Циолковский начал производить первые в мире аэродинамические опыты по определению давления воздуха на движущуюся в нем пластинку, а затем и на другие тела более сложной формы. Сначала он выставлял для этой цели пластинку на ветер и измерял давление воздуха. Но вскоре, стремясь создать около пластинки более равномерное течение воздуха, ученый пришел к идее аэродинамической трубы, которую построил у себя в Калуге, производя в ней многочисленные аэродинамические опыты. Эта аэродинамическая труба, или, как называл сам Константин Эдуардович, воздуходувка, была первой не только в России, но и во всем мире. О своих опытах в воздуходувке Циолковский говорит следующее: «Как воздуходувка, так и измерительные приборы были оригинальны и очень чувствительны, что позволило получить новые интересные выводы. Впоследствии к таким же выводам пришли и другие экспериментаторы».

Все работы по аэродинамическим исследованиям Циолковскому приходилось проводить самому и на свои скудные средства. Несколько опубликованных в печати статей о его работах привлекли внимание, и разными лицами были сделаны пожертвования на дело воздухоплавания, но всего была собрана ничтожная сумма в 55 рублей. Несмотря на мизерность этой поддержки, Циолковский с неослабевающей энергией продолжал свою работу и пытался даже заинтересовать ею Академию наук. Вот что пишет об этом сам изобретатель:

«Я много разъяснил себе произведенными опытами, которые описал так же, как и устроенные мною приборы в «Вестнике опытной физики», в статье «Давление воздуха на поверхности, введенные в искусственный воздушный поток» (1899 г.). Работа эта была представлена мною в Академию наук. Академик Рыкачев сделал о ней благоприятный доклад, состоящий из 80 писчих листов и таблиц-чертежей». О том, как отнеслась Академия наук к его работам, Циолковский рассказывает сле-

дующим образом: «Академия дала о моих трудах благосклонный отзыв, но ввиду множества сделанных мною оригинальных открытий отнеслась к моим трудам с некоторым сомнением. Теперь (1913 г.) Академия может порадоваться, что не обманулась во мне и не бросила денег на ветер. Благодаря последним опытам Эйфеля самые странные выводы мои подтвердились».

И действительно, производимые Циолковским исследования были настолько новы и смелы, что косная мысль того времени не могла и не хотела понять их, оставляя без всякой поддержки одинокого ученого, который с беззаветной преданностью научным исследованиям творил свое великое дело.

Не была замечена и ставшая впоследствии классической работа Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованная в журнале «Научное обозрение» (№ 5 за 1903 г.). В этой замечательной работе Циолковский впервые в мире дал теорию движения ракет, основы ракетоплавания и доказал полную возможность полета человека за пределы земной атмосферы. Но и эти его труды в то время не встретили никакой поддержки.

Так без всякой помощи, проводя систематические научные исследования и занимаясь преподавательской деятельностью, под косыми взглядами начальства, проводил жизнь К. Э. Циолковский в Калуге с 1892 по 1917 год.

Наступившая Великая Октябрьская социалистическая революция в корне изменила отношение общества к смелым идеям талантливого ученого. Поэтому понятна та радость, с которой встретил К. Э. Циолковский рождение нового социального строя.

«Только после революции, когда я попал в трудовую советскую школу второй ступени, отношение ко мне переменилось, и я почувствовал радость свободной работы в условиях нормальных взаимоотношений», — пишет Константин Эдуардович. Но подорванное здоровье и истощенные силы заставили его прекратить педагогическую работу. «В 1920 году, — вспоминает Циолковский, — общая слабость здоровья заставила меня оставить советскую школу, после чего я отдал все мои силы научным работам и исследованиям». Особым постановлением правительства Циолковскому была назначена персональная пенсия. Советская общественность проявила большое участие к судьбе талантливого ученого и все возрастающий интерес к его изобретениям и научным трудам. Это придало новые силы неутомимому труженику и вызвало большой подъем его научного творчества.

«При советском правительстве, обеспеченный пенсией, я мог свободно отдаться своим трудам и, почти незамеченный прежде, я возбудил теперь внимание к своим работам», — с радостью замечает Циолковский. В этот период творчества Циол-

ковский изобрел реактивный аэроплан, стратоплан, полуреактивный гидроплан и разработал много других проектов.

После революции Циолковским было издано около 100 печатных трудов и статей, что вместе с изданными ранее составляет около 150 работ. Кроме этого, в архиве ученого сохранилось около 100 рукописей, посвященных самым разнообразным вопросам из многих областей науки: аэродинамические исследования, теория газов, исторические статьи, ряд заметок по философии, описания его многочисленных изобретений, в том числе по авиации и ракетоплаванию, и т. д.

Все это колоссальное литературное наследие знаменитого ученого было оценено советской общественностью, окружившей заботой и вниманием Константина Эдуардовича в его научной деятельности и повседневной жизни. «О моих трудах и достижениях появилось много статей в газетах и журналах, — с удовлетворением констатирует Циолковский. — Мое семидесятилетие было отмечено прессой. Через пять лет мой юбилей даже торжественно отпразднован в Калуге и Москве».

Юбилей Циолковского был отмечен торжественным заседанием в Колонном зале Дома союзов 17 сентября 1932 года. Центральный совет Осоавиахима, явившийся одним из первых инициаторов реализации идей Циолковского, организовал к этому времени в ряде городов нашей страны группы изучения реактивного движения, начавшие воплощать в жизнь мечты Циолковского о ракетоплавании. Специальным постановлением цельнометаллический дирижабль Циолковского был признан особо важным изобретением и принят к немедленной реализации. Сознание, что два важнейших его изобретения, две основные темы, которым он посвятил всю свою жизнь, реализуются усилиями всего общества, придало Циолковскому новый прилив энергии и сделало для него празднование его 75-летнего юбилея особенно торжественным.

Отмечая выдающиеся заслуги Циолковского, Советское правительство наградило ученого орденом Трудового Красного Знамени, установило ему повышенную персональную пенсию и переименовало улицу Брута, на которой жил Циолковский в Калуге, в улицу имени Циолковского. Московский областной исполнительный комитет предоставил Циолковскому новый дом, в котором Константину Эдуардовичу были обеспечены все условия для спокойной жизни и научной работы.

В новом доме, куда Циолковский переехал из своего старого домика на окраине Калуги, где прожил 40 лет, он по-прежнему продолжал упорную научную работу и вел обширную переписку со своими многочисленными учениками и последователями. До самых последних дней своей жизни следил замечательный ученый за воплощением в действительность своих идей и высказывал новые мысли, развивал и дополнял свои грандиозные проекты.

В конце своей жизни, полной трудов и лишений, полной упорной и вдохновенной работы, великий человек обратился с замечательным письмом в Центральный Комитет нашей партии. В этом письме К. Э. Циолковский свои научные труды завещал нашему народу и Коммунистической партии. Он закончил его словами: «Все свои труды по авиации, ракетоплаванию и межпланетным сообщениям передаю партии большевиков и Советской власти—подлинным руководителям прогресса человеческой культуры. Уверен, что они успешно закончат эти труды».

Прошло около четверти века. Наш народ успешно выполняет заветы великого ученого. Тысячи реактивных самолетов летают над просторами нашей Родины. Ракеты с научной аппаратурой и животными поднимаются к границам воздушного океана. Осуществлены запуски искусственных спутников Земли. Эти выдающиеся успехи реактивной техники являют собой торжество научных идей К. Э. Циолковского.

Познакомимся подробнее, как в настоящее время претворяются в жизнь труды К. Э. Циолковского в области авиации, ракетной техники и межпланетных сообщений.

### **Жидкостные реактивные двигатели**

На основе трудов К. Э. Циолковского советские ученые и инженеры создали реактивные двигатели, работающие на жидком топливе, так называемые жидкостные реактивные двигатели (ЖРД).

Главной частью ЖРД служит камера сгорания (рис. 1). Здесь горючее вступает в реакцию с окислителем. В результате химической реакции выделяется большое количество тепла, которое идет на нагревание продуктов сгорания. Чем больше объем газов, образующихся при горении, и чем выше их температура, тем большую силу тяги способен развить реактивный двигатель.

Как возникает тяга реактивного двигателя и чему она равна?

Заклученные в небольшом объеме камеры сильно нагретые газы имеют высокое давление. Стремясь расшириться, они давят на стенки камеры. Эта сила давления газа и используется для движения реактивного двигателя. Если бы камера была замкнутой со всех сторон, то давление газа на ее стенки взаимно уравновешивалось и камера осталась бы неподвижной. Для того чтобы давление газа создало силу тяги двигателя, в одной из стенок камеры делают отверстие для выхода газа. Для обеспечения плавного вытекания газа из камеры к ней присоединяют насадок, называемый соплом. Через сопло газ с большой скоростью устремляется из камеры в атмосферу. При этом давление газа уже не уравновешивается и создает силу тяги реактивного двигателя. Величина этой силы

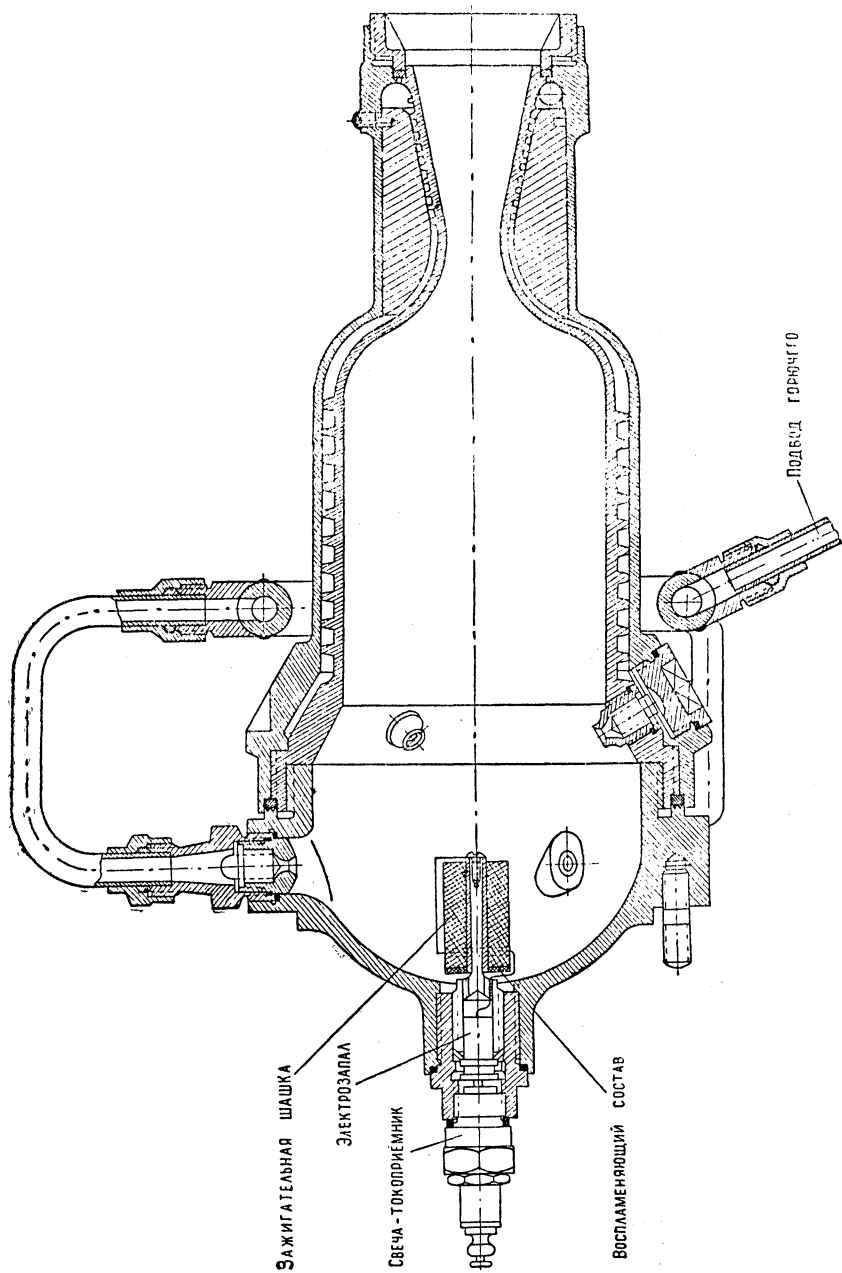


Рис. 1. Камера сгорания жидкостного реактивного двигателя.



является равнодействующей всех сил избыточного давления газа на стенки камеры сгорания и сопла.

Теоретическим путем вычислить силу тяги по давлению газа весьма сложно. Но имеется другой способ точного и простого вычисления силы тяги.

Из механики известно, что всякое действие вызывает равное по величине и направленное в противоположную сторону противодействие. Значит, с какой силой газ давит на стенки камеры, с такой же силой стенки камеры давят на газ.

Давление газа на стенки камеры обуславливает появление силы тяги и движение реактивного двигателя вперед. А давление стенок камеры на газ обуславливает движение газа, т. е. его истечение из двигателя. Так как силы, действующие на стенки камеры и на газ, равны и время их действия одинаково, то по движению газа можно точно определить и силу тяги. Величина ее численно равна произведению массы газов, вытекающих за одну секунду, на скорость их истечения из сопла.

Величину тяги жидкостного реактивного двигателя можно вычислить по формуле:

$$P = m \cdot W,$$

где  $m$  — масса газа, вылетающая из сопла двигателя в одну секунду,  $W$  — скорость истечения газа.

Если в выходном сечении сопла давление газа больше атмосферного давления на той высоте, где происходит полет, то надо учесть и эту силу избыточного давления, действующего на двигатель. В этом случае тягу ЖРД вычисляют по формуле:

$$P = mW + F_c (P_c - P_n),$$

где  $F_c$  — площадь выходного сечения сопла,  $P_c$  — давление газа в выходном сечении сопла,  $P_n$  — атмосферное давление на заданной высоте.

Реактивные двигатели обладают характерным свойством, отличающим их от других тепловых двигателей. Как известно, поршневые двигатели и турбины работу, воспринятую от газа, передают на вал, который вращает какой-нибудь промежуточный механизм: воздушный винт на самолете, гребной винт на пароходе, колеса в автомобиле. С помощью этого промежуточного механизма, называемого движителем, совершается движение воздушных и морских судов или наземного транспорта.

Реактивный двигатель не нуждается ни в каких промежуточных механизмах. Ему не нужны дополнительные движители. Давление газа на стенки камеры без промежуточных механизмов заставляет реактивный двигатель перемещаться вперед.

Все реактивные двигатели, в том числе и жидкостные реактивные двигатели, в отличие от поршневых авиационных двигателей, всегда характеризуются величиной тяги, а не мощностью. Но легко подсчитать и их мощность. Полезная мощность ЖРД, так же как и других авиационных силовых установок, равна произведению тяги на скорость полета. Так, при скоро-

сти самолета 1 тыс. км/час полезная мощность двигателя, развивающего тягу 3 тыс. кг, составит 11 тыс. л. с. Мощность того же двигателя на самолете, летящем со скоростью 3 тыс. км/час. достигнет уже 33 тыс. л. с.

А если такой ЖРД установить на ракете, летящей со скоростью, равной скорости искусственного спутника, то он разовьет мощность более 300 тыс. л. с.

Таким образом, чем быстрее полет, тем более эффективным окажется реактивный двигатель, тем большую мощность он будет развивать при том же весе и при одинаковом расходе топлива.

Реактивный двигатель это двигатель больших скоростей. Циолковский теоретически доказал, что коэффициент полезного действия реактивных летательных аппаратов растет с увеличением скорости полета и достигает максимальной величины, когда скорость полета становится равной скорости истечения газов из сопла реактивного двигателя.

В современных реактивных двигателях, работающих на жидком топливе, скорость истечения продуктов сгорания составляет 7—9 тыс. км/час, и пока самолет с ЖРД не достигнет таких скоростей, коэффициент полезного действия реактивной установки будет расти с увеличением скорости полета. С увеличением скорости полета более 9 тыс. км/час коэффициент полезного действия реактивного аппарата начинает снижаться, но весьма незначительно.

На малых скоростях полета применение реактивного двигателя нецелесообразно.

Удельный вес жидкостного реактивного двигателя во много раз меньше, чем поршневых авиационных двигателей. Например, при скоростях полета 3 тыс. км/час удельный вес ЖРД становится около 0,003 кг/л. с. Это почти в 200 раз меньше, чем у винто-моторных установок.

Двигатели космических ракет будут развивать мощность в несколько тысяч лошадиных сил на один килограмм своего веса. Следовательно, их удельный вес составит менее 0,001 кг/л. с.

Жидкостные реактивные двигатели могут работать на любых высотах не только в сильно разреженных слоях атмосферы, но даже и в безвоздушном пространстве.

Замечательные свойства жидкостных реактивных двигателей открыли широкие перспективы применения их в скоростной авиации и в ракетной технике. Поэтому, начиная с 20-х годов нашего века, работы по созданию ЖРД стали проводиться во многих странах мира.

Какие же основные задачи надо было решить конструкторам жидкостных реактивных двигателей?

В камерах реактивных двигателей температура достигает 3 500 и даже 4 000°.

Наиболее надежным средством предохранения камеры реактивного двигателя от прогорания является охлаждение ее стенок с внешней стороны. Этот способ, предложенный еще Циолковским, успешно применяется в современных реактивных двигателях. Для охлаждения стенок камеры чаще всего используется горючее. Прежде чем попасть в камеру, оно проходит по рубашке сопла и камеры, омывая их стенки и тем самым охлаждая их.

В камере ЖРД давление газов достигает 30—40, а в некоторых двигателях даже 100 атм. Подавать в камеру жидкое топливо надо под высоким давлением. Проще всего подавать горючее и окислитель в камеру сгорания с помощью сжатого газа. Этот газ из специального баллона впускается при запуске двигателя в баки с топливом и вытесняет горючее и окислитель через трубопроводы питающей системы в камеру сгорания.

Однако при баллонной подаче топливные баки находятся под высоким давлением, что приводит к значительному увеличению их веса. Поэтому ЖРД с такой подачей, как правило, применяются лишь для непродолжительной работы, когда объем баков для топлива сравнительно невелик.

В большинстве ЖРД в настоящее время применяется более совершенный способ питания с помощью высокопроизводительных центробежных насосов, создающих необходимый напор горючего и окислителя перед поступлением их в камеру сгорания. Насосы приводятся в действие специальной турбиной, которая работает на газах, образующихся в вспомогательной камере (так называемом паро-газогенераторе).

При турбонасосном способе подачи баки с горючим и окислителем не испытывают высокого давления и поэтому могут быть выполнены очень легкими. За счет уменьшения веса конструкции может быть увеличено количество топлива, и, следовательно, в этом случае достигается значительно большая продолжительность работы двигателя.

Эффективность всякого теплового двигателя тем выше, чем больше энергии выделяется при сгорании топлива. Поэтому подбор топлива имеет важнейшее значение для ЖРД и определяет его основные свойства и характеристики. Советские ученые при создании реактивных двигателей в первую очередь обращали внимание на правильный выбор топлива.

В 1935 году В. П. Глушко (член-корреспондент Академии наук СССР) разработал фундаментальную теорию топлива для ЖРД, изложенную в его книге «Жидкие топлива для реактивных двигателей».

Основное требование, предъявляемое к топливу, — высокая теплотворная способность. Она измеряется количеством калорий (кал), выделяющихся при сгорании 1 кг вещества. Например, при сгорании 1 кг спирта выделяется 6 тыс. кал. Теплот-

ворная способность керосина 10 700 кал. При сгорании 1 кг водорода выделяется еще больше тепла — 28 700 кал. При сравнении теплотворной способности различных горючих необходимо учитывать, что они требуют для своего горения подачи окислителя. Так, например, на 1 кг керосина требуется около 3,5 кг кислорода. Если отнести выделенную при горении энергию не к весу горючего, а ко всему топливу, то на каждый килограмм топливной смеси придется значительно меньшая энергия. Поэтому топливо, состоящее, например, из спирта и кислорода, имеет теплотворную способность всего 2 030 кал. Смесь керосина и кислорода при сгорании дает 2 200 кал, а при горении водорода в кислороде калорийность топливной смеси составляет 3 030 кал.

Необходимо также, чтобы топливо было безопасным в эксплуатации и при хранении, а также недефицитным и недорогим. Кроме того, топливо должно быть пригодно для охлаждения двигателя. Наконец, топливо для ЖРД не должно вызывать коррозии — разъедания частей двигателя.

При выборе топлива для реактивного двигателя необходимо учитывать все его свойства. Так, водород в смеси с кислородом по калорийности превосходит все остальные жидкие топлива, но пока еще не нашел применения в реактивной технике из-за неудобства обращения с ним. Водород сжижается при температуре  $-240^{\circ}$  и имеет даже в жидком состоянии очень малый удельный вес (всего 0,07), поэтому для его размещения на борту самолета потребовались бы громадные баки.

Наиболее удобное горючее для ЖРД — керосин. Другим горючим, получившим большое распространение в реактивной технике, является спирт. Он менее калориен, чем керосин, зато для сгорания 1 кг спирта требуется всего 2,1 кг кислорода. Поэтому калорийность спиртового топлива лишь немногим меньше керосинового.

В качестве окислителя в ЖРД часто употребляется жидкий кислород. Хорошо налаженное производство жидкого кислорода делает его весьма доступным и недорогим. Однако в эксплуатации кислород неудобен, так как при нормальных условиях он является газом. Поэтому для сохранения кислорода на самолетах в жидком виде его приходится держать при температуре ниже минус  $180^{\circ}$ . Неудобство употребления жидкого кислорода заставило искать другие окислители, которые были бы жидкими при нормальных условиях. Такими окислителями в современных ЖРД служат азотная кислота и перекись водорода. Это вещества, богатые кислородом, который в процессе работы двигателя идет на окисление горючего. Однако оба эти окислителя, помимо кислорода, содержат другие вещества, которые в горении не участвуют и являются балластом.

К. Э. Циолковский выдвинул идею применять в ракетах не кислород, а озон, так как соединение горючих веществ с

озоном характеризуется более сильным экзотермическим эффектом, чем соединение с кислородом. В настоящее время уже проводятся исследовательские работы, направленные к практическому осуществлению этой идеи. Развивая теорию Циолковского, советские ученые выдвинули много ценных предложений по выбору наивыгоднейших топливных смесей для ЖРД. Инженер М. К. Тихонравов выдвинул и обосновал мысль об использовании в ЖРД не только реакций горения, но и других экзотермических (т. е. сопровождающихся выделением тепла) реакций, например реакции соединения с фтором. Талантливые русские изобретатели Ю. В. Кондратюк и Ф. А. Цандер разработали предложение об использовании в реактивных двигателях металлического горючего. Эта смелая идея в последние годы привлекает к себе большое внимание специалистов, поскольку при горении ряда металлов выделяется на каждый килограмм продуктов сгорания значительно больше тепла, чем при горении керосина или спирта.

Первые экспериментальные работы с жидкостными реактивными двигателями начались в нашей стране в конце 20-х годов. Эти работы проводились двумя коллективами, руководимыми Ф. А. Цандером и В. П. Глушко.

Фридрих Артурович Цандер занялся изучением проблемы реактивного движения еще будучи студентом Рижского политехнического института, при котором в 1908 году было организовано «Первое рижское студенческое общество воздухоплавания и техники полета». Цандер был одним из деятельных участников этого Общества, и уже тогда он ставил вопрос о разработке летательных аппаратов для межпланетных полетов. После окончания Политехнического института Цандер занялся более глубоким изучением этой интересной проблемы. Основываясь на теоретических трудах К. Э. Циолковского, Ф. А. Цандер разрабатывал вопросы реактивного летания.

Официальные круги старой России не поддержали смелых идей Циолковского, Цандера и других отечественных ученых, начинавших работать в области реактивного движения. Поэтому только после революции Цандеру удалось развернуть свою работу. В 1920 году им было сделано первое сообщение о проекте его межпланетного корабля. Межпланетный корабль Цандера представлял собой крылатую ракету, в которой в качестве силовой установки использовались винтомоторная группа для движения в атмосфере и жидкостный ракетный двигатель для полета в безвоздушном пространстве.

Эта идея Цандера о применении на ракетах двигателей различных типов является в высшей степени ценной. Претворяя в жизнь идею Цандера, можно создать космический корабль, достигающий заданной скорости при значительно меньшем расходе топлива. Полеты в плотных слоях атмосферы такой корабль будет совершать с помощью воздушно-реактив-

ных двигателей, использующих для процесса горения кислород окружающего воздуха и, следовательно, не требующих для своей работы громадных запасов окислителя. После вылета в разреженные слои атмосферы и далее, при полете в космическом пространстве, на корабле будут включаться жидкостные реактивные двигатели.

Проект Цандера вызвал большой интерес советской научной общественности. В. И. Ленин, познакомившись с этим проектом, заинтересовался им и дал хороший отзыв о деятельности Цандера. Воодушевленный вниманием и заботой великого вождя, Цандер с удвоенной энергией принялся работать над реализацией своих проектов. Вспоминая отзыв В. И. Ленина, Цандер говорил: «Я после этого работал более интенсивно дальше, желая представить наиболее совершенно разработанные проекты...». Главной задачей в то время было создание надежно работающего жидкостного реактивного двигателя. На решение этой задачи он и направил свои усилия.

Работая в ЦАГИ, Ф. А. Цандер вместе со своими помощниками построил и успешно испытал в 1930 году реактивный двигатель ОР-1. Этот двигатель работал на бензине и воздухе. Воздух подавался в камеру в сжатом виде из баллона. Таким образом этот экспериментальный образец реактивного двигателя работал на жидком горючем и газообразном окислителе. Его еще нельзя было рассматривать как полноценный жидкостный реактивный двигатель. Но, как указал М. К. Тихонравов в предисловии к книге Ф. А. Цандера «Проблема полета при помощи ракетных аппаратов», эта установка имела большую ценность, как «модель, на которой была доказана практическая возможность получения реактивной силы при вполне удовлетворительном к. п. д.». По принципу своей работы, по термодинамическому циклу, который описывает рабочее тело, построенная Цандером модель относилась к двигателям ракетного типа, т. е. к таким реактивным двигателям, которые используют для своей работы горючее и окислитель, запасенные на борту летательного аппарата. После успешных опытов с двигателем ОР-1 Цандер спроектировал двигатель ОР-2.

Постройка этого двигателя была закончена 23 декабря 1932 года, и огневые испытания начались 18 марта 1933 года. Двигатель ОР-2 работал на бензине и жидком кислороде. Он развивал тягу в 50 кг. Этот двигатель предназначался для установки на опытный реактивный самолет. Преждевременная смерть (28 марта 1933 года) Фридриха Артуровича Цандера прервала плодотворную работу этого талантливого изобретателя.

Выдающихся успехов в создании советских жидкостных реактивных двигателей достиг коллектив ученых, возглавляе-

мый одним из пионеров ракетной техники Валентином Петровичем Глушко.

На основании теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в 1929—1930 годах, в СССР разработан в 1930 году первый отечественный жидкостный реактивный двигатель ОРМ-1 (первый опытный реактивный мотор). Этот двигатель работал на жидком горючем и жидком окислителе. В качестве горючего применялся толуол, а в качестве окислителя — азоттетроксид или жидкий кислород. Это был первый советский жидкостный реактивный двигатель в полном смысле этого слова.

Двигатель ОРМ-1 был изготовлен и испытан в 1931 году. При испытаниях на стенде он развивал тягу до 20 кг. Таким образом, 1931 год следует считать годом создания и успешного испытания первого советского ЖРД.

Двигатель ОРМ-1 имел цилиндрическую стальную камеру сгорания, покрытую изнутри тонким листом меди, и сменные стальные, также покрытые медью, цилиндрические сопла с диаметрами критического сечения в 10, 15 и 20 мм. Герметизация места соединения камеры с соплом достигалась благодаря ножевому уплотнению с помощью двух стальных колец. В головке камеры сгорания на одной окружности было расположено шесть струйных форсунок — по три для окислителя и для горючего, чередующихся между собой. Для предохранения от коррозии медные ниппели форсунок были позолочены по всей поверхности. Подвод жидких компонентов топлива к форсункам осуществлялся по дюралевым трубопроводам. На входе в форсунки были установлены дюралевые обратные клапаны с сетчатыми фильтрами. Камера сгорания с прилегающими к ней трубопроводам была заключена в рубашку, наполненную водой для охлаждения камеры.

Весь двигатель состоял из 93 деталей.

При испытаниях на стенде двигатель устанавливался соплом вверх. Зажигание топлива осуществлялось с помощью смоченной спиртом ваты, заранее укладываемой в камеру сгорания и поджигаемой бикфордовым шнуром через сопло.

В 1931 году был построен и испытан на стенде экспериментальной ЖРД, работающий на однокомпонентном жидком топливе, т. е. на топливе, состоящем из одной жидкости. Эта жидкость представляла собой смесь горючего и окислителя: горючим служил бензин, бензол или толуол, а окислителем — азоттетроксид. Камера сгорания этого ЖРД была снабжена электродами для подключения зажигания, предохранительным клапаном и крешерным прибором для замера давления.

В последующие годы в СССР была проведена большая экспериментальная работа с ЖРД, в результате которой были разработаны способы надежного зажигания топлива в

жидкостных ракетных двигателях и методы их безударного запуска. В качестве одного из способов надежного зажигания в двигателях, построенных в то время, применили запальные пороховые шашки, создающие мощный очаг пламени, обеспечивающий быстрое воспламенение топливной смеси. В 1931 году были предложены очень эффективные способы зажигания, получившие в настоящее время широкое распространение в ракетной технике—это химическое зажигание, т. е. воспламенение топлива с помощью какого-нибудь химического вещества, которое подается в камеру сгорания ЖРД и при соприкосновении с горючим или окислителем дает вспышку, и применение самовоспламеняющегося топлива. Для того чтобы компоненты топлива при соприкосновении мгновенно воспламенялись без какого-либо дополнительного воздействия, необходимо добавить к ним соответствующие присадки. Имеются такие горючие и окислители, которые и без специальных присадок воспламеняются при соприкосновении. Самовоспламеняющиеся топлива применяются в настоящее время в большинстве ЖРД.

Большое внимание уделялось вопросу обеспечения длительной надежной работы ЖРД. Для этого в первую очередь требовалось разработать надежную систему охлаждения камеры сгорания и сопла. Претворяя в жизнь идеи К. Э. Циолковского об охлаждении ракетных двигателей одним из компонентов топлива, В. П. Глушко сконструировал ЖРД с такой системой охлаждения. Эти двигатели могли работать в течение длительного времени.

В 1933 году было спроектировано целое семейство жидкостных ракетных двигателей (от ОРМ-23 до ОРМ-52). Они работали на керосине и азотной кислоте. Азотная кислота применялась в качестве окислителя как в чистом виде, так и в смеси с оксидами азота. Эти двигатели прошли более 100 огневых испытаний на стенде. Один из них — ОРМ-50, имеющий химическое зажигание, при испытаниях в 1933 году развивал тягу в 150 кг. Он предназначался для экспериментальной ракеты конструкции М. К. Тихонравова. В том же году прошел стендовые испытания двигатель ОРМ-52, развивавший тягу в 300 кг и предназначавшийся для более мощной высотной ракеты и для морской торпеды.

В период с 1934 по 1936 год была разработана серия еще более совершенных двигателей (от ОРМ-53 до ОРМ-66). В 1936 году состоялись официальные стендовые испытания одного из лучших ЖРД того времени — ОРМ-65. Этот двигатель работал на керосине и азотной кислоте. Его тяга могла регулироваться в диапазоне от 50 до 175 кг. На номинальном режиме при работе у земли тяга составляла 155 кг. При этом экономичность двигателя была весьма высокой. На номинальном режиме, при давлении в камере 22 атм он расходовал



0,738 кг топлива в секунду. Следовательно, на каждый килограмм топлива приходился импульс, так называемый удельный импульс, равный  $210 \frac{\text{кг/сек}}{\text{кг}}$ .

На режиме максимальной тяги, при давлении в камере 25 атм, расход топлива составлял 0,9 кг/сек и удельный импульс был равен  $195 \frac{\text{кг/сек}}{\text{кг}}$ .

Топливо подавалось в камеру сгорания с помощью баллонной системы. Давление подачи достигало на максимальном режиме 35 атм. Зажигание применялось пиротехническое, т. е. с помощью пороховой шашки, воспламеняемой электрозапалом. Камера сгорания и сопло охлаждались азотной кислотой с внешней стороны. Головка камеры сгорания охлаждалась изнутри поступающими в камеру компонентами топлива.

Двигатель ОРМ-65 весил всего 14,26 кг и имел 465 мм в длину. Диаметр камеры составлял 175 мм. Максимальный диаметр двигателя, включая присоединенные к камере трубопроводы, равнялся 345 мм. Камера сгорания имела объем 2,015 л.

Конструктивные особенности этого жидкостного ракетного двигателя были показаны на рис. 1. Как видно из рисунка, камера сгорания состоит из трех стальных основных частей: головки, камеры-сопла и рубашки, соединяемых между собой на резьбах и взаимноуплотняемых по асбестовой прокладке. Головка камеры — с внутренним охлаждением; рабочая температура поверхности головки 300—400°. Камера-сопло имеет наружное охлаждение; для усиления теплоотдачи на двух участках камеры-сопла сделано винтовое оребрение. Необходимый зарубашечный зазор на сопле обеспечивается установкой двух алюминиевых вкладышей, фиксируемых друг относительно друга двумя штифтами и относительно рубашки — стопорным винтом.

Сопло снабжено компенсатором — свинцовой прокладкой, прижимаемой резьбовым кольцом. Компенсатор не препятствует температурному удлинению камеры-сопла (при этом свинец вытекает в кольцевой зазор между рубашкой и камерой-соплом) и в то время обеспечивает герметичность уплотнения. После каждого испытания прижимное кольцо должно быть подтянуто для восстановления герметичности.

Компоненты топлива впрыскиваются в камеру сгорания через форсунки центробежного типа (три форсунки окислителя и три форсунки горючего).

Форсунки окислителя установлены в передней части камеры-сопла под углом 60° к оси и направлены в сторону головки. Форсунки горючего установлены на головке нормально к ее оси. В окружном расположении форсунки окислителя череду-

ются с форсунками горючего через каждые 60°. Шнековые завихрители форсунок закрепляются в корпусах форсунок посредством нарезанной на винтовых ребрах (имеющих правое направление) короткой левой резьбы — для предупреждения самоотвинчивания при работе.

На корпусах форсунок окислителя со стороны торца предусмотрены крестообразно расположенные прорезы для завинчивания корпусов в камеру. Форсунки уплотняются в головке алюминиевыми и в камере-сопле свинцовыми прокладками. Подводящие трубки уплотняются свинцовыми прокладками.

Зажигательное устройство состоит из свечи-токоприемника, патронника с электрозапалом и зажигательной пиротехнической (нитратной) шашки.

В электрозапале имеется сопротивление, перегорающее при замыкании цепи и воспламеняющее бездымный порох, содержащийся в электрозапале. Раскаленные пороховые газы выходят через каналы в патроннике и воспламеняют с торца зажигательную шашку. От горящей зажигательной шашки происходит воспламенение компонентов топлива, поступающих в камеру через форсунки. Подача компонентов производится только при надежном воспламенении зажигательной шашки. Это достигается тем, что в цепь зажигания параллельно с контрольной лампочкой, установленной на пульте управления, или автоматом пуска включен шунт малого сопротивления, пропущенный через отверстие в шашке. При перегорании шунта лампочка загорается в полный накал, что служит сигналом для открытия топливных клапанов при ручном пуске либо приводит в действие автомат пуска. Расстояние шунта от торца шашки с воспламеняемым составом подобрано так, чтобы его перегорание происходило через 4 секунды, когда шашка достаточно разгорится.

К моторной раме камера сгорания крепится с помощью трех шпилек, ввернутых в головку камеры. Двигатели ОРМ-65 выдерживали многократные пуски.

В 1937 году был создан еще ряд жидкостных ракетных двигателей, работавших на керосине и азотной кислоте с тягой 150—300 кг, и два двигателя с тягой 80 и 100 кг, работавших на керосине и тетранитрометане.

В 1943 году сконструирован жидкостный ракетный двигатель РД-1, который был установлен в качестве дополнительной силовой установки на самолете Пе-2.

В 1945 году прошел официальные стендовые испытания жидкостный ракетный двигатель РД-1ХЗ. Этот двигатель работал на керосине и азотной кислоте. Его тяга могла изменяться от 150 до 300 кг. Удельный импульс достигал  $210 \frac{\text{кг/сек}}{\text{кг}}$ .

В двигателе было применено химическое зажигание. Топливо подавалось в камеру сгорания с помощью насосов. Давление

газа в камере составляло 22,5 атм. Двигатель РД-2ХЗ мог многократно запускаться в работу и имел весьма большой для того времени ресурс работы — свыше часа. Он предназначался для установки на самолеты в качестве вспомогательного двигателя для облегчения старта, увеличения максимальной скорости полета и повышения потолка самолета. Этот ЖРД был установлен и успешно испытан на самолетах Су-6 конструкции П. О. Сухого и Пе-2 конструкции Петлякова.

В 1945 году был успешно испытан трехкамерный жидкостный реактивный двигатель РД-3 с тягой 300 кг (рис. 2).

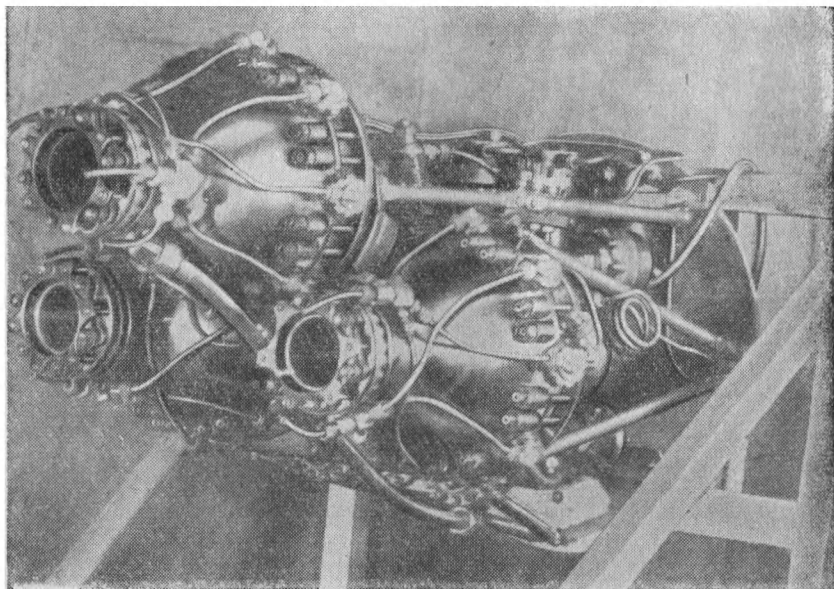


Рис. 2. Трехкамерный жидкостный реактивный двигатель РД-3.

Успешно работал и конструкторский коллектив, руководимый Л. С. Душкиным. Этот коллектив создал ЖРД, которые были установлены на планере конструкции С. П. Королева и самолете конструкции В. Ф. Болховитинова. На этих летательных аппаратах наши замечательные летчики В. К. Федоров и Г. Я. Бахчиванджи совершили успешные полеты в 1940 и 1942 годах.

По мере развития ракетной техники в работы по созданию ЖРД включались новые коллективы конструкторов, которые своей творческой работой способствовали достижению тех замечательных успехов в области ракет, которыми гордится наша Родина.

Советские конструкторы, окруженные заботой Коммунистической партии, создали высокоэффективные и надежные в работе жидкостные ракетные двигатели, решив тем самым основную задачу реактивного движения, поставленную полвека назад в смелых теоретических трудах К. Э. Циолковского.

### Реактивные самолеты

Вся история развития авиации характеризуется непрерывной борьбой за скорость полета. Большая скорость — это главное преимущество воздушного транспорта перед всеми другими средствами сообщений. Особенно больших успехов в борьбе за скорость достигла авиация в последнее десятилетие. Об этом ярко говорят характеристики современных самолетов. Если в конце второй мировой войны самые быстроходные самолеты-истребители имели скорость порядка *700 км/час*, то сейчас в печати имеется описание боевых машин, обладающих скоростью *1500—2000 км/час*.

Значительные успехи в повышении скорости полета имеет и гражданская авиация. Перед войной скорость пассажирских самолетов не превосходила *400 км/час*. А в наше время построены пассажирские самолеты, обладающие скоростью порядка *1 000 км/час*.

Что же явилось основой для столь больших успехов в борьбе за скорость полета?

Главным в борьбе за скорость полета является энергетическая сторона вопроса—мощность двигателей, устанавливаемых на самолетах.

Полет с большой скоростью требует затраты большой мощности. Величина мощности, потребной для движения самолета, растет пропорционально кубу скорости и при полете у поверхности земли со скоростью *1000 км/час* даже для небольших одноместных самолетов достигает десятка тысяч лошадиных сил. С дальнейшим увеличением скорости полета, по мере ее приближения к скорости звука (*1224 км/час* при  $15^{\circ}$  Ц), величина потребной мощности растет еще быстрее.

Таким образом, для осуществления полетов с большими скоростями требовался двигатель, способный при малых размерах и весе развивать большие мощности. Появление такого двигателя и его практическое применение и послужило основой для всех замечательных успехов скоростной авиации. Эти успехи обусловлены в первую очередь тем, что на смену поршневым авиационным двигателям пришли двигатели нового типа — реактивные двигатели.

Теория реактивного движения Циолковского явилась фундаментом для развития всей современной реактивной техники. В наши дни на основе его классических трудов строятся все реактивные летательные аппараты.

Вслед за Циолковским над развитием теории реактивных двигателей и реактивных летательных аппаратов стали успешно работать многие советские и зарубежные ученые. В числе первых продолжателей трудов Циолковского надо отметить талантливого советского изобретателя Ю. В. Кондратюка, конструктора первой советской жидкостной ракеты инженера М. К. Тихонравова, автора фундаментального труда по топливам для реактивных двигателей, конструктора первого советского ЖРД члена-корреспондента Академии наук СССР В. П. Глушко, французских ученых Робера Эно-Пельтри и Мориса-Руа, немецкого профессора Германа Оберта, американского профессора Роберта Годдарда, австрийского инженера Макса Волье и других.

За истекшую после появления первых трудов Циолковского половину столетия наиболее ценный вклад в эту область науки внесли академик Б. С. Стечкин, создавший теорию воздушно-реактивных двигателей; инженер Ф. А. Цандер — конструктор советских ракетных двигателей, работающих на жидком топливе; профессор В. П. Ветчинкин, разработавший динамику реактивных самолетов; немецкий ученый профессор Е. Зенгер — автор ряда интересных работ по сверхскоростной дальней реактивной авиации.

В результате широкой научно-исследовательской работы, дружного труда многих коллективов научных институтов и лабораторий накоплен богатейший теоретический и экспериментальный материал, на основе которого конструкторы смогли построить современные высокоэффективные реактивные двигатели.

Кто же открыл новую главу в истории авиации? Кто совершил первые полеты на аппаратах с реактивными двигателями?

Решение этой задачи выпало на долю советских летчиков

Первые полеты человека на самолете с жидкостным реактивным двигателем были совершены в нашей стране. Эти исторические полеты выполнил летчик В. К. Федоров в феврале 1940 года. Летным испытаниям предшествовала большая подготовительная работа. Спроектированный инженером Л. С. Душкиным двигатель прошел всесторонние заводские испытания на стенде. Затем он был установлен на планер конструкции С. П. Королева. В октябре 1939 года двигатель успешно прошел наземные испытания на планере. После этого было решено приступить к летным испытаниям. Чтобы полнее испытать работу двигателя в воздухе и сделать для этого полет возможно более продолжительным, реактивный самолет буксировали обычным самолетом на высоту 2 км. На этой высоте летчик Федоров произвел отцепку и перешел на самостоятельный полет. Отлетов на достаточное расстояние от буксировщика, Федоров включил реактивный двигатель. Он устойчиво работал до полного израсходования топлива. По оконча-

нии моторного полета летчик благополучно спланировал и приземлился на аэродроме.

Эти летные испытания явились важной ступенью на пути создания скоростного реактивного истребителя.

В 1941 году конструктор В. Ф. Болховитинов спроектировал реактивный самолет-истребитель с двигателем Л. С. Душкина (рис. 3).

Самолет Болховитинова представлял собой свободное несущий среднеплан смешанной конструкции с убирающимися шасси. В носовой части фюзеляжа были расположены две 20-миллиметровые пушки, боезапас к ним и радиоаппаратура. За этим отсеком находилась кабина летчика, закрытая фонарем, и

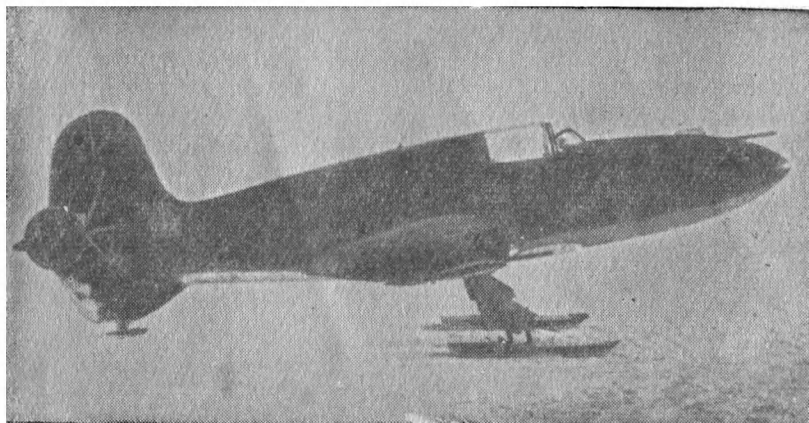


Рис. 3. Самолет с ЖРД, построенный в 1941 году.

отсек топливных баков. В хвостовой части фюзеляжа располагался жидкостный реактивный двигатель.

Летные испытания нового самолета начались в сентябре 1941 года. Сначала производилось испытание аэродинамических качеств самого самолета, без включения реактивного двигателя. Для этого он поднимался в воздух на буксире за бомбардировщиком Пе-2.

15 мая 1942 года летчик-испытатель Г. Я. Бахчиванджи совершил первый полет с работающим реактивным двигателем. Самолет под действием силы тяги реактивного двигателя взлетел с аэродрома и быстро набрал большую высоту. Выполнив полет по заданному маршруту, Бахчиванджи благополучно совершил посадку. Вслед за ним и другие летчики совершили полеты на этом первом в мире реактивном истребителе.

В годы Великой Отечественной войны советские самолетостроители работали еще над несколькими типами истребителей

с жидкостными реактивными двигателями. Например, конструкторский коллектив, руководимый Н. Н. Поликарповым, работал над реактивным истребителем, названным за свои малые размеры «Малюткой». Другой коллектив создал под руководством М. К. Тихонравова реактивный самолет.

Одновременно с испытаниями самолетов с жидкостными реактивными двигателями в Советском Союзе проводились работы по созданию авиационных воздушно-реактивных двигателей. Первыми вышли на летные испытания прямоточные двигатели. В 1939 году два прямоточных двигателя, спроектированные автором настоящей работы, были установлены в качестве дополнительных моторов на самолете-истребителе И-15-бис конструкции Н. Н. Поликарпова. Полеты проводил опытный летчик-испытатель П. Е. Логинов. Поднявшись в воздух, летчик набирал заданную высоту, выходил на режим максимальной скорости и включал реактивные двигатели. В 1939 году были отработаны запуск двигателя в полете и устойчивость процесса горения. Летчик мог в течение полета несколько раз включать и выключать реактивные двигатели и регулировать их тягу.

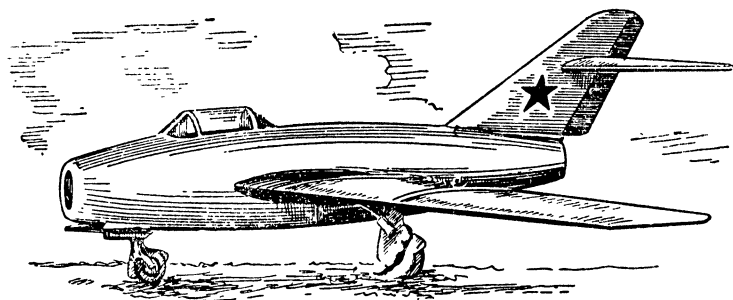


Рис. 4. Советский реактивный истребитель.

В 1940 году на другом самолете Н. Н. Поликарпова—истребителе И-153 были испытаны прямоточные двигатели большого размера. Вслед за П. Е. Логиновым в испытаниях приняли участие летчики-испытатели Н. А. Сапошко, А. В. Давыдов и А. И. Жуков. Полеты этих летчиков в 1939—1940 годах были первыми в мире полетами на самолете с воздушно-реактивными двигателями.

В годы войны советские изобретатели и конструкторы успешно работали над созданием воздушно-реактивных двигателей и их летными испытаниями.

Смелым новатором в развитии воздушно-реактивных двигателей выступил выдающийся советский авиаконструктор А. М. Люлька. Работая над ними с 1934 года, он разработал ряд проектов воздушно-реактивных двигателей с компрессо-

ром и газовой турбиной (ТРД). А. М. Льюлька определил технические характеристики этих двигателей и показал, что они являются наиболее эффективными авиационными двигателями на ближайший период времени. Разработанный им в 1937 году проект турбореактивного двигателя с осевым компрессором и кольцевой камерой сгорания на несколько лет опередил появление подобных проектов за рубежом.

В мае 1941 года в Англии состоялся первый полет опытного самолета Глостер с турбореактивным двигателем Уитла.

В настоящее время турбореактивный двигатель является самым распространенным авиационным двигателем.

Успешным работам по созданию воздушно-реактивных двигателей с газотурбинной установкой способствовал ценный вклад советских ученых в теорию газовых турбин и компрессоров. Особенно велики заслуги в этой области академика Б. С. Стечкина, профессоров В. М. Маковского, В. В. Уварова, А. В. Квасникова, Г. С. Жирицкого, В. И. Дмитриевского и ряда других. На основе трудов советских ученых наши коллективы авиационных двигателестроителей создали ряд замечательных образцов отечественных турбореактивных двигателей.

Во время Первомайских воздушных парадов миллионы советских людей с радостью смотрят на колонны реактивных самолетов-истребителей и бомбардировщиков (рис. 4, 5 и 6).

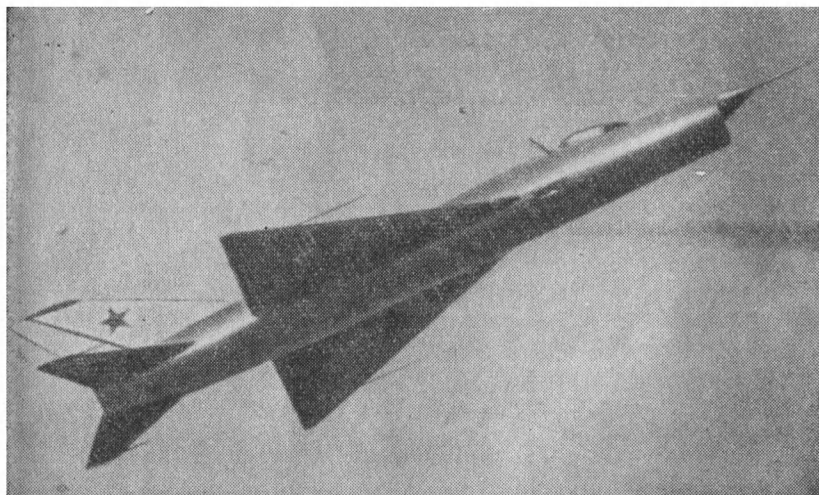


Рис. 5. Сверхзвуковой реактивный самолет.

Яркой демонстрацией могущества советской реактивной авиации являются воздушные парады на Тушинском аэродроме в Москве в День воздушного флота СССР. Эти парады



олицетворяют мощь Советской страны — великой авиационной державы. Они наглядно показывают мастерство наших доблестных летчиков, прогресс отечественной авиационной науки и техники.

Всеобщее восхищение присутствующих на парадах всегда вызывает высший пилотаж на реактивных истребителях, которые со сверхзвуковой скоростью пронесаются над аэродромом.

Величественную картину представляет стремительный полет реактивных бомбардировщиков. Эти исполинские машины обладают невиданной ранее скоростью и высотой полета. Они оснащены надежным навигационным оборудованием и могут летать на дальние расстояния при любой погоде, на больших высотах.



Рис. 6. Реактивные бомбардировщики.

Какой же скорости достигли реактивные самолеты в наше время? Какой дальностью и грузоподъемностью обладают эти стремительные машины?

Авиационная литература содержит описание большого количества советских и иностранных самолетов. Приведем характеристики некоторых зарубежных машин, наиболее полно освещенных в печати.

В качестве одного из примеров современных истребителей может служить реактивный истребитель с тонким трапецевидным крылом. Размах крыла 6,68 м. В месте крепления крыла фюзеляж имеет ширину 2,1 м, так что консоли крыла выступают из фюзеляжа всего лишь на 2,29 м. Крыло изготовлено из сплошной металлической плиты. Передняя и задняя кромки крыла очень острые. Для безопасности персонала при наземном обслуживании на крылья надевают войлочные чехлы. Длина самолета 16,9 м. Он имеет взлетный вес около 8 т. На нем установлен турбореактивный двигатель, способный разви

зять тягу до 7 т. Максимальная скорость этого истребителя во время одного из полетов в 2,8 раза превышала скорость звука.

Один из средних бомбардировщиков со взлетным весом 68 тонн имеет четыре турбореактивных двигателя. Длина фюзеляжа этого самолета достигает почти 30 м, размах крыльев равен 16,5 м. Потолок самолета 15 км. При полете на высоте 10 км самолет развил скорость более 2000 км/час.

Реактивные двигатели применяются и на тяжелых бомбардировщиках. Например, на одной из таких машин со взлетным весом 170 т установлено восемь турбореактивных двигателей с тягой по 5 т каждый. Они расположены попарно в четырех гондолах, которые укреплены на пилонах под крыльями. Стреловидные крылья этого самолета имеют размах около 60 м. Их площадь 400 кв. м. Максимальная скорость самолета 1 050 км/час, потолок—15 км, дальность полета с бомбовой нагрузкой в 5 тонн составляет 12 800 км. За счет сокращения запасов горючего самолет может поднять бомбовую нагрузку до 34 т.

1956 год ознаменовался крупным, поистине историческим событием в развитии нашей авиации — на линии гражданского воздушного флота СССР поступили реактивные пассажирские самолеты.

Первым реактивным самолетом, который начал регулярные пассажирские рейсы над необъятными просторами нашей Родины, явился двухдвигательный самолет ТУ-104 (рис. 7), созданный коллективом авиационных конструкторов под руководством академика Андрея Николаевича Туполева. В 1957 году этот же коллектив построил еще больший пассажирский реактивный самолет ТУ-110 с четырьмя турбореактивными двигателями конструкции А. М. Люлька. Новый воздушный корабль способен брать на борт до 100 человек и пролетать с ними 3 500 километров со скоростью 800 км/час. Его максимальная скорость равна 1 000 км/час.

Применение реактивных двигателей привело не только к количественному изменению скорости полета. Оно вызвало глубокие качественные изменения в самолетах. Летные испытания и эксплуатация реактивных самолетов выявили ряд больших проблем, решение которых было необходимо для успешного развития авиации. Среди них на первом месте стоят проблемы аэродинамики скоростных самолетов. Для полета со скоростью, близкой к скорости распространения звука, потребовалось изыскивать иные формы самолетов, отличные от тех, которые они имели при малых дозвуковых скоростях полета. Мы видим, что большинство реактивных самолетов имеет стреловидные или треугольные крылья и сильно скошенное назад хвостовое оперение. При этом горизонтальное оперение обычно высоко поднято вверх или сильно опущено вниз, чтобы вывести

его из зоны возмущенного крылом воздушного потока. Обширные аэродинамические исследования потребовалось провести для того, чтобы решить вопросы устойчивости самолета и работы его органов управления при полете с околозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями, создать методы расчета аэродинамических нагрузок на элементы самолета для того, чтобы можно было произвести расчет прочности его конструкции.

Важнейшей задачей, вставшей перед конструкторами скоростных реактивных самолетов, было обеспечение нормальных условий для пассажиров и экипажа. Поскольку полет на околозвуковых и сверхзвуковых скоростях происходит обычно на больших высотах в разреженных слоях атмосферы, потребовалось строить непроницаемые герметические кабины с непрерывной подачей кислорода для дыхания людей. Внутри этих кабин необходимо поддерживать нормальную температуру, что при больших сверхзвуковых скоростях полета явится сложной проблемой.

Для того чтобы в случае аварии летчик смог покинуть борт реактивного самолета, на большинстве современных истребителей устанавливается так называемое катапультируемое сиденье, которое в случае необходимости выстреливается с помощью порохового заряда из кабины и уносит летчика на безопасное расстояние от гибнущего самолета.

Управление самолетом при больших скоростях потребовало применения специальной автоматической аппаратуры. Разработка аппаратуры управления самолетом и регулирования двигателя явилось одним из важнейших вопросов обеспечения надежной эксплуатации реактивных машин.

Немало других важных и сложных задач пришлось решить конструкторам при создании реактивных самолетов.

В целях проверки лабораторных исследований и получения опыта, необходимого для постройки надежных реактивных машин, строятся экспериментальные самолеты, которые не предназначаются для практического использования, а служат только своего рода «летающими лабораториями». Они являются как бы «разведчиками» в борьбе за скорость.

Современная авиация идет к освоению новых, все больших и больших скоростей полета. Недалек тот день, когда в эксплуатацию поступят самолеты, обладающие скоростью в 3—5 тыс. км/час. При таких скоростях наиболее эффективны прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД).

Сейчас прямоточные двигатели еще не стали на службу авиации так широко, как турбореактивные. Их экономичность на дозвуковых скоростях полета оказывается весьма низкой. Самолет с ПВРД должен быть оборудован дополнительным двигателем для взлета и набора высоты, эффективно работающим на малых скоростях.

Весьма перспективным окажется сочетание прямоточного

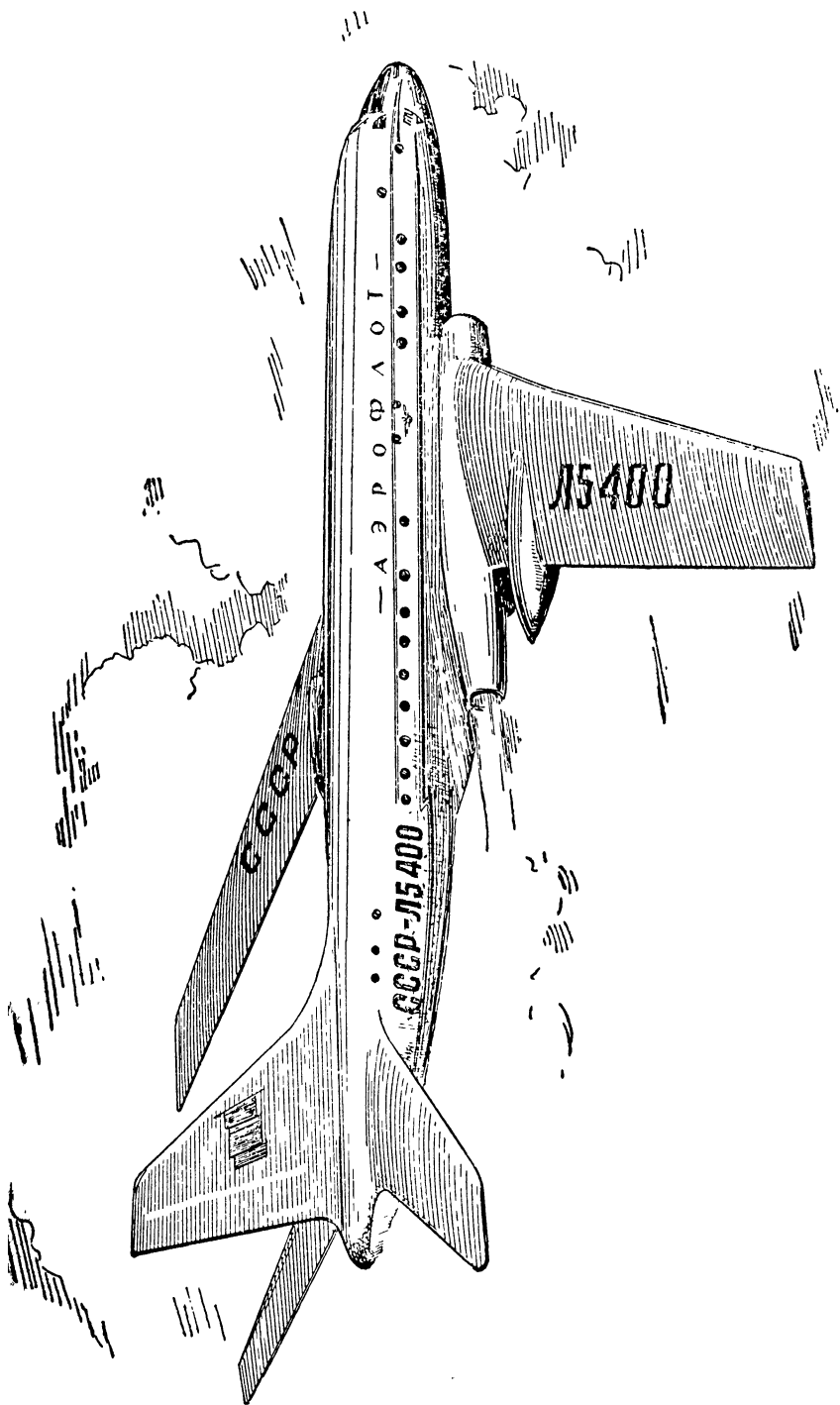


Рис. 7. Пассажирский реактивный самолет ТУ-104

ВРД и ТРД. Самолет с такой комбинированной силовой установкой будет взлетать и набирать скорость за счет тяги турбореактивного двигателя. На большой скорости будут работать оба двигателя или один ПВРД. Большой эффект дадут самолеты, имеющие в качестве двигателей ЖРД и ПВРД. Взлет такого самолета должен происходить с помощью ЖРД. Затем будет включаться ПВРД. Совместная работа двигателей продолжится до тех пор, пока будет достигнута скорость, при которой прямоточный двигатель будет настолько эффективен, что сможет один обеспечить полет.

В настоящее время ведутся широкие работы в области создания самолетов с прямоточными воздушно-реактивными двигателями.

Эксплуатация пассажирских машин с прямоточными воздушно-реактивными двигателями на воздушных магистралях нашей необъятной Родины будет иметь огромное народнохозяйственное значение. Весь путь от Москвы до Крыма или Кавказа они смогут преодолеть в течение получаса. И даже полет от Москвы до Владивостока на таких самолетах потребует всего около 2 часов.

Еще большие скорости полета могут обеспечить ЖРД. Работы по созданию и опробованию опытных самолетов с ЖРД ведутся во все возрастающих масштабах.

Один из американских самолетов имел четырехкамерный реактивный двигатель, работающий на жидком кислороде и спирте. Подача топлива в камеру двигателя осуществлялась турбонасосным агрегатом. Величина тяги могла регулироваться путем последовательного включения отдельных камер. Каждая работающая камера развивала тягу 680 кг. Самолет цельнометаллический. Полный полетный вес — около 8 т. Самолет расходовал много горючего, поэтому продолжительность полета с включенными двигателями была весьма ограничена — всего 4,5 минуты. Для проведения испытательных полетов эта машина предварительно поднималась на несколько километров, будучи подвешена к мощному многомоторному самолету.

Во время одного из испытательных полетов на высоте 21 км этот самолет достиг скорости 2 650 км/час, что примерно в 2,5 раза превосходит скорость звука. Человек на этом самолете летел быстрее, чем снаряд трехдюймового орудия. Этот же самолет достиг высоты в 27 км.

Другой экспериментальный самолет с ЖРД более поздней постройки, по сообщению авиационной печати, на небольшом участке развил скорость, значительно превышающую 3 тыс. км/час. На такой машине была достигнута высота 37 км.

Дальнейшее усовершенствование ЖРД позволит сделать более эффективным их применение на самолетах. В настоящее время на каждый килограмм сжигаемого в секунду топлива

ЖРД развивает тягу примерно 250 кг. Когда конструкторы реактивных двигателей в содружестве с химиками изыскивающими новые эффективные топливные смеси, смогут увеличить эту цифру до 400, то продолжительность, а следовательно, высота, скорость и дальность полета самолетов с ЖРД неизмеримо возрастут. При таком повышении удельной тяги самолет с ЖРД, имея запас топлива в количестве 75% от взлетного веса машины, сможет достигнуть дальности полета до 10 тыс. км и его максимальная скорость будет доведена до 15 тыс. км/час.

Полет подобных машин будет необычен — он будет отличаться от полета современных самолетов. Оторвавшись от земли, самолет с ЖРД круто устремится вверх, чтобы возможно быстрее очутиться в разреженных слоях атмосферы, где он сможет развить огромные скорости. При этих скоростях реактивный двигатель будет работать с высокой эффективностью. Полет с набором высоты в ряде случаев будет продолжаться до тех пор, пока не окажется израсходованным все топливо. После прекращения работы двигателя самолет сможет некоторое время продолжать набор высоты по инерции. Такой полет в сильно разреженных слоях атмосферы будет походить на движение артиллерийского снаряда. Преодолев значительное расстояние, самолет спустится в слои воздуха с большей плотностью. Здесь его крылья начнут создавать достаточную подъемную силу, и он, перейдя на планирование, сможет пролететь еще многие сотни километров.

При планировании и посадке самолета с ЖРД его крылья, несмотря на малые размеры, окажутся весьма эффективными. Так как к началу безмоторного полета вес машины в результате сжигания топлива уменьшится в несколько раз, то соответственно значительно сократится нагрузка на крыло.

Создание подобных реактивных кораблей — большая и сложная задача. Для ее осуществления предстоит разрешить немало трудных научно-технических проблем. Главное — вопросы обеспечения нормальных условий для пассажиров. Весьма ответственная роль в развитии реактивной авиации отводится приборам контроля работы двигателя и управления самолетом.

Управление самолетом при столь больших скоростях полета потребует применения специальной автоматически действующей аппаратуры. Разработка аппаратуры управления реактивным самолетом и регулирования работы всех его агрегатов явится одним из важнейших вопросов обеспечения его надежной эксплуатации.

Реактивные корабли будущего позволят совершать перелеты из Москвы до самых отдаленных городов Советского Союза в течение менее одного часа. Они станут могучим средством развития экономической и культурной жизни нашей Родины.

## Ракеты

Ракета представляет собой сигарообразное тело, в передней заостренной части которого размещается переносимый ракетой полезный груз. У боевых ракет это обычно взрывчатое вещество, атомный или термоядерный заряд; у исследовательских ракет—разнообразные приборы или живые существа.

Позади отсека с полезным грузом располагаются приборы управления полетом ракеты, баки с топливом и двигательная установка.

Внешними органами стабилизации и управления полетом ракеты является оперение с аэродинамическими рулями и так называемые газовые рули, помещаемые в струе вытекающих из сопла двигателя газов. С помощью газовых рулей можно управлять полетом ракеты в безвоздушном пространстве. В некоторых конструкциях ракет для управления полетом укрепляют двигатели на шарнире так, что их можно отклонять на небольшой угол относительно продольной оси ракеты. При этом линия действия реактивной силы проходит мимо центра тяжести ракеты, в результате чего создается некоторый момент, поворачивающий ракету в желаемом направлении.

Первые ракеты с жидкостными реактивными двигателями были построены и испытаны в воздухе в начале 30-х годов нашего столетия. 17 августа 1933 года в Советском Союзе состоялся первый полет ракеты М. К. Тихонравова. Эта ракета имела диаметр 180 мм и длину более 2,5 м (рис. 8). В 1936 году проводились испытания ракеты, построенной Стратосферным комитетом ЦС Осовиахи-

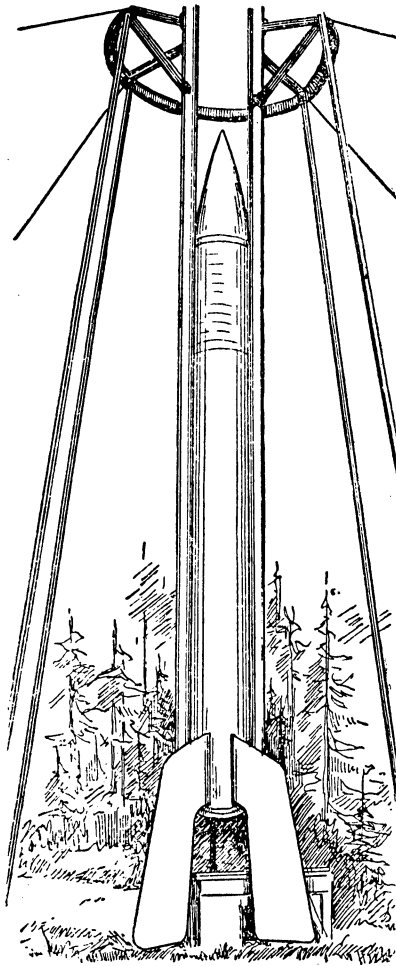


Рис. 8. Ракета конструкции М. К. Тихонравова.

ма по проекту А. И. Полярного. Двигатель ракеты А. И. Полярного работал на спирте и жидком кислороде.

В это же время по проекту инженеров Мачинского и Штерна Ленинградская группа изучения реактивного движения построила ракету оригинальной конструкции. В те же годы в США проводились испытания ракет Годдарда, в Германии — ракет Винклера, Риделя, Небеля и других конструкторов.

В 1939 году в СССР были проведены испытания составной двухступенчатой ракеты. Первой ступенью служила пороховая ракета. В качестве второй ступени была использована ракета с воздушно-реактивным двигателем, изготовленная по проекту автора настоящей работы.

Первые ракеты поднимались всего на несколько километров. Они не имели практического применения. Но постройка и испытание этих ракет позволили проверить на практике возможность создания реактивных двигателей и летательных аппаратов с такими двигателями. При этом были выявлены основные задачи для конструкторов ракет и те трудности, которые предстояло преодолеть.

После первых испытаний работы в области ракетной техники сосредоточились на исследовании реактивных двигателей, на изучении процессов горения жидких топлив, запуска двигателя, охлаждения камер сгорания, на создании систем подачи топлива и регулирования двигателя. Ряд крупных работ был посвящен динамике ракет, решению вопросов их устойчивости в полете.

В течение последующих десяти лет работы в области ракетной техники, как правило, не выходили за пределы лабораторий, опытных конструкторских бюро и испытательных полигонов. За эти годы был накоплен богатый экспериментальный материал, на основании которого примерно с середины 40-х годов начали строиться ракеты с жидкостными реактивными двигателями для военных целей и для исследования атмосферы.

О широких работах, проводимых в Советском Союзе по исследованию верхних слоев атмосферы при помощи ракет, было рассказано на торжественном собрании Академии наук в Колонном зале Дома союзов 17 сентября 1957 года и на научно-технической конференции 18—19 сентября 1957 года, а также в статье академика А. А. Благонравова.

Изучение космических лучей при помощи ракет было начато у нас в 1947 году коллективом научных работников под руководством члена-корреспондента АН СССР С. Н. Вернова. В 1949 году был осуществлен подъем специально приспособленной ракеты, позволившей получить некоторые данные о состоянии атмосферы на высотах до 100 км. На основании результатов этого эксперимента удалось сформулировать четкие требования к методике исследований и аппаратуре для них. После этого по заданию Академии наук СССР были разработаны специальные ракеты. Затем по заданию Центральной аэрологической обсерватории были сконструированы и постро-



ены так называемые «метеорологические ракеты». Эти ракеты, начиная с 1951 года, стали применяться для систематических исследований атмосферы. По мере накопления опыта производилось усовершенствование конструкции ракет и поднимаемых ими приборов. В настоящее время советская наука располагает совершенными техническими средствами для исследований верхних слоев атмосферы Земли.

Познакомимся с устройством одной из советских метеорологических ракет.

Ракета состоит из корпуса длиной 5 м и головной части длиной 2 м. В корпусе ракеты находятся баки с горючим и окислителем, баллон со сжатым воздухом для подачи топлива в двигатель и жидкостный реактивный двигатель. С внешней стороны в нижней части корпуса укреплено оперение для стабилизации полета ракеты. Вес корпуса составляет 220 кг.

В головной части ракеты помещается измерительная аппаратура, парашют для спуска ее на землю и пороховой двигатель для отделения головной части ракеты от корпуса.

Запуск ракеты производится с 13-метровой стартовой вышки. Эта вышка состоит из четырех спиралевидных направляющих, благодаря чему при запуске ракеты последней сообщается вращательное движение вокруг продольной оси. Вышку устанавливают на четырех ножках на металлической плите, лежащей на грунте. Снаружи вышки имеется спиральная лестница, обеспечивающая легкий доступ к любому месту ракеты.

При взлете ракеты работает пороховой двигатель. Он разгоняет ее до скорости 170 м/сек. В начале полета устойчивость ракеты обеспечивается вращением ее вокруг своей оси. Постепенно вращение затухает и устойчивость полета обеспечивается стабилизаторами, эффективность которых возрастает по мере увеличения скорости.

После выгорания всего порохового заряда стартовая ракета отделяется и вторая ступень продолжает подниматься вверх под действием ЖРД, достигая на высоте 30 км скорости более 110 м/сек. К этому времени иссякают запасы топлива и дальнейший подъем ракета совершает по инерции.

На высоте около 70 км головная часть отделяется от корпуса. При этом на обеих частях ракеты раскрываются парашюты. Головная часть с раскрытым парашютом продолжает лететь вверх до высоты 80—90 км. Во время этого подъема летящий за ракетой парашют стабилизирует ее положение и, следовательно, помогает сохранить положение измерительных приборов в пространстве. Воздушные стабилизаторы, вследствие своих малых размеров на такой большой высоте в разреженных слоях атмосферы уже не могут оказывать эффективного действия.

Достигнув максимальной высоты, головная часть ракеты начинает падать вниз. Раскрытый парашют снижает скорость

падения, и ракета приземляется со скоростью 4—5 м/сек. При такой скорости приземления головная часть ракеты и вся находящаяся в ней измерительная аппаратура сохраняются целыми и используются для следующих полетов. Сменяются лишь источники электропитания и шпиль, которым ракета врезается при посадке в грунт.

Корпус ракеты также спускается на парашюте и после промывания двигателя и ремонта стабилизаторов используется для следующих запусков.

Нашим ученым удалось решить задачу приземления ракеты вблизи места старта. При спуске ракеты на парашюте с большой высоты обе части ракеты относятся ветром далеко в сторону. Чтобы приблизить место посадки к месту старта, ракета запускается не строго вертикально, а под некоторым наклоном навстречу ветру.

Для того чтобы точно рассчитать полет ракеты, перед ее запуском производят ветровое зондирование атмосферы и, соответственно направлению и скорости ветра на разных высотах, рассчитывают угол наклона пусковой вышки. Вылетев из

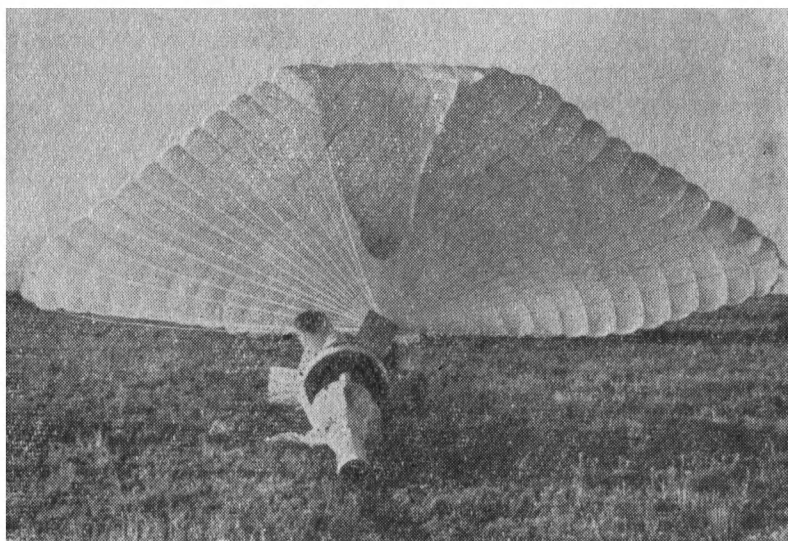


Рис. 9. Головная часть метеорологической ракеты.

вышки, ракета до высоты 70 км поднимается вверх под небольшим углом к вертикали. После отделения головной части от корпуса обе части ракеты летят навстречу ветру. При спуске ракета относится ветром назад к месту старта. Таким образом удается осуществлять приземление частей ракеты вблизи пус-

ковой вышки. На рис. 9 показана приземлившаяся головная часть метеорологической ракеты.

В работах по изучению атмосферы принимали участие коллективы различных научно-исследовательских институтов. Общая координация всей работой осуществлялась Академией наук СССР.

Физический институт имени П. Н. Лебедева занимался исследованиями состава и свойств первичного потока космических лучей. Результаты измерений передавались с борта ракеты по каналам радиотелеметрической системы. Таким путем были получены достаточно точные данные об изменении интенсивности излучения на различной высоте.

Исследования, проводившиеся геофизиками Академии наук СССР, ставили своей целью определение состава воздуха, измерение его плотности, величины атмосферного давления, температуры.

При этом было установлено, что состав отбираемых на высоте проб воздуха загрязняется следами газов, которые как бы прилипают к поверхности ракеты. При всех последующих измерениях, кроме приборов, устанавливаемых на ракете, использовалась аппаратура, собранная в специальном контейнере, помещавшемся в мортире на борту ракеты. Контейнер выстреливался из мортиры на восходящей ветви траектории ракеты (после окончания работы двигателя) под некоторым углом к оси ракеты и совершал самостоятельный полет. При движении контейнера вниз к Земле на высоте около 4 км вскрывался отдельный отсек, содержащий парашютную систему, чем обеспечивалось приземление контейнера со скоростью, гарантирующей целостность приборов.

Получение проб воздуха с различных высот представляло одну из весьма сложных технических задач. Для этой цели применялись стеклянные баллоны, в которых устанавливался вакуум порядка одной миллионной доли миллиметра ртутного столба. Для уничтожения каких-либо включений внутренние слои оболочки предварительно подвергались специальной обработке. Баллоны снабжались герметическим затвором, который устанавливал сообщение их внутренней полости с внешней средой по истечении заданного времени с момента старта ракеты и вновь герметически закрывал их через несколько секунд. При каждом эксперименте в контейнере монтировалось несколько баллонов для взятия проб воздуха на различных высотах. Высота забора проб воздуха исчислялась на основе обработки данных о скорости полета ракеты в момент выброса контейнера и его траектории, фиксировавшейся кинотеодолитами. Во время полета ракет производилось также измерение атмосферного давления на высотах от 50 до 110 км.

Аналогичные измерения были проведены другой группой научных работников с помощью метеорологической ракеты

Центральной аэрологической обсерватории. Эта ракета, меньшего веса и размеров, также имела отделяющийся в полете приборный отсек. Она позволяла производить зондирование атмосферы до высоты 80 км. Атмосферное давление измерялось по всему вертикальному разрезу атмосферы.

Представляют интерес материалы о распределении температуры в атмосфере. Несмотря на расхождение отдельных данных о температуре, полученных в разное время суток и года, следует отметить надежно зафиксированное положение максимума температуры на высоте около 46 км, колеблющегося в пределах 280—307° абс, и минимума — на высоте около 80 км. Выявлена также устойчивость градиента температуры в пределах высот 50—70 км (2,5 гр/км).

Исследование воздушных течений на разных высотах было организовано Институтом прикладной геофизики АН СССР. Определение скорости ветра проводилось главным образом при помощи кинотеодолитного наблюдения за движением дымовых облаков, поставленных одновременно на различных высотах. Для этого был создан специальный контейнер, также выстреливаемый из другой мортиры в сторону, противоположную той, на которой закреплялась мортира приборного контейнера. Второй контейнер был снаряжен пятью дымообразующими зарядами, которые взрывались последовательно через заранее установленные интервалы времени при движении контейнера. Первый взрыв происходил при достижении контейнером вершины его траектории. Такой способ давал возможность следить за движением небольших, но резко очерченных облаков до высоты 80 км в течение 15 секунд, после чего наблюдения становились менее точными вследствие размывания облаков. При исчислении скорости движения воздуха учитывалось отставание облака от течения. Выше 80 км этот способ не давал надежных результатов из-за быстрого размыва облаков.

Для определения воздушных течений применялся акустический метод. Для той же цели был испытан также другой способ, заключающийся в наблюдении за столбом дыма, испускаемого непрерывно при движении контейнера, начиная от вершины его траектории.

Из других исследований следует упомянуть регистрацию солнечного спектра в ультрафиолетовой его части при помощи специального спектрографа, укрепляемого в носовой части ракеты. Как известно, ультрафиолетовая часть спектра поглощается слоем озона и потому недоступна при наблюдениях в нижних слоях атмосферы. Во время полета ракеты регистрировались встречи с микрометеоритами. Были испытаны приборы для измерения ионной концентрации в иносфере.

Широкому изучению подверглись физиологические условия полетов на ракетах, что имеет большое значение для решения проблемы космических путешествий.

В опытах, проводившихся в течение 1951—1957 годов, использовались собаки. Руководил этими исследованиями А. В. Покровский. Вот что он рассказывает об этих интересных экспериментах:

«Свои исследования мы проводили в два этапа. Вначале собак, а также необходимую аппаратуру, мы размещали в герметическом отсеке головной части ракеты. Необходимые условия для жизни животных во время полета были созданы в герметической кабине системой регенерации воздуха.

Установленные в ракете приборы позволяли автоматически регистрировать во время полета температуру и давление воздуха в кабине, измерять температуру кожи животных, а также частоту дыхания и пульса.

Исследованиям в полете предшествовали длительные эксперименты в барокамере на самолете и в самой ракете на стенде. Мы проводили электрокардиографию животных, изучали у них условно-пищевые рефлексы. Во время полета велась киносъемка поведения животных в кабине ракеты.

Первые опыты были поставлены на девяти собаках. Три из них — Альбина, Козявка и Малышка — совершали полеты дважды. Максимальная высота полета ракеты была 100 км, скорость полета достигала 1 170 м/сек, ускорения не превышали 5,5 м/сек.

Поведение животных и их состояние во время полета существенным образом не изменились. Отмечались лишь небольшие отклонения в частоте пульса и характере дыхания. В период движения вверх по инерции и во время свободного падения у большинства животных отмечалось снижение частоты пульса на 10—20 ударов в минуту. Температура тела животных оставалась практически постоянной. По данным киносъемки, животные чувствовали себя во время полета относительно спокойно, некоторые из них даже спали. Условные рефлексy после полета сохранялись в полном объеме.

В последующие после полета дни собаки находились в обычном для них состоянии. После повторных полетов на ракете никаких изменений в их организме также обнаружено не было». В 1957 году ракеты с собаками поднимались на высоту более 20 км.

Применение ракет для исследования верхних слоев атмосферы позволило получить за истекшие 10 лет богатый научный материал о строении стратосферы и ионосферы, о космическом излучении, о влиянии высотных условий на живые организмы. Оценивая большое значение ракет для научных исследований, академик А. А. Благонравов пишет:

«Современная ракетная техника обеспечила науке широкую возможность проведения прямых методов исследования земной атмосферы путем размещения соответствующей аппаратуры как на самих ракетах, так и в специальных контейне-

рах, доставляемых ракетами на нужную высоту, а затем отделяемых от ракеты...».

В течение Международного геофизического года (июль 1957 — декабрь 1958 г.) в Советском Союзе предполагается осуществить запуск 125 ракет для исследования верхних слоев атмосферы. Они будут взлетать из арктической и среднеширотной зон СССР, а также из Антарктики, из района поселка Мирного. Изучение атмосферы с помощью ракет намечено провести также в США, Англии, Франции, Австралии и Японии. Всего в течение Международного геофизического года в разных пунктах земного шара предполагается запустить более 600 высотных ракет.

В ряде стран на вооружении состоит значительное количество управляемых ракет как для целей нападения, так и для обороны.

Каждая из управляемых ракет является сложным комплексом, состоящим из агрегатов, различных приборов и устройств, включая емкости с топливом, боевую часть с взрывчатыми веществами. Все это заключено в единую оболочку—корпус с хорошими аэродинамическими формами.



Рис. 10. Ракетная техника на параде.

Ракеты различаются по тактическим характеристикам, конструкции и аэродинамической схеме, по системам управления, способам наведения, типу носителя и ряду других качеств.

Все известные в настоящее время образцы управляемых ракет по месту расположения установки для их запуска, по ха-

рактору целей, для поражения которых они предназначены, разделяются примерно на четыре класса: для поражения с земли наземных целей, для поражения с земли воздушных целей, для поражения с воздуха наземных целей и для поражения с воздуха воздушных целей.

Наиболее широкие работы ведутся по созданию зенитных управляемых ракет (ЗУРов), предназначенных для защиты городов и других важных пунктов от воздушного нападения, и баллистических ракет для поражения наземных объектов противника.

На военном параде в честь 40-й годовщины Великой Октябрьской революции в Москве на Красной площади участвовали части Советской Армии, вооруженные различными типами ракет (рис. 10 и 11).

Особое место среди баллистических ракет занимают межконтинентальные ракеты, способные переносить заряды на расстояния в несколько тысяч километров.

Баллистические ракеты, как правило, стартуют отвесно. Получив некоторую поступательную скорость в вертикальном направлении, они с помощью специального программного механизма, аппаратуры и органов управления постепенно переходят из вертикального положения в наклонное, т. е. делают разворот в сторону цели. К концу работы двигателя продольная ось ракеты получает угол наклона, отвечающий заданной дальности ее полета, а скорость становится равной строго установленному значению, обеспечивающему эту дальность.

После прекращения работы двигателя весь дальнейший путь ракета совершает по инерции, описывая почти строго эллиптическую траекторию. На вершине траектории скорость полета ракеты имеет наименьшее значение. Верхние участки траектории ракет обычно находятся на высоте нескольких десятков, а иногда и сотен километров от поверхности земли, где благодаря малой плотности атмосферы сопротивление воздуха весьма незначительно или почти отсутствует.

На нисходящем участке траектории скорость полета ракеты за счет потери высоты постепенно увеличивается. При дальнейшем снижении ракета входит в плотные слои атмосферы с огромной скоростью. Вследствие сжатия воздушного слоя перед носовой частью ракеты ее обшивка сильно нагревается, и если не будут приняты необходимые предохранительные меры, может произойти ее разрушение или даже взрыв боевой части.

Почему такая ракета носит название баллистической?

Дело в том, что автоматическое управление ракеты действует только на сравнительно небольшом начальном отрезке ее пути. Дальнейшее движение ракеты происходит, подобно артиллерийскому снаряду, по плавной дуге, точно высчисленной заранее по законам механики. Она называется баллистической

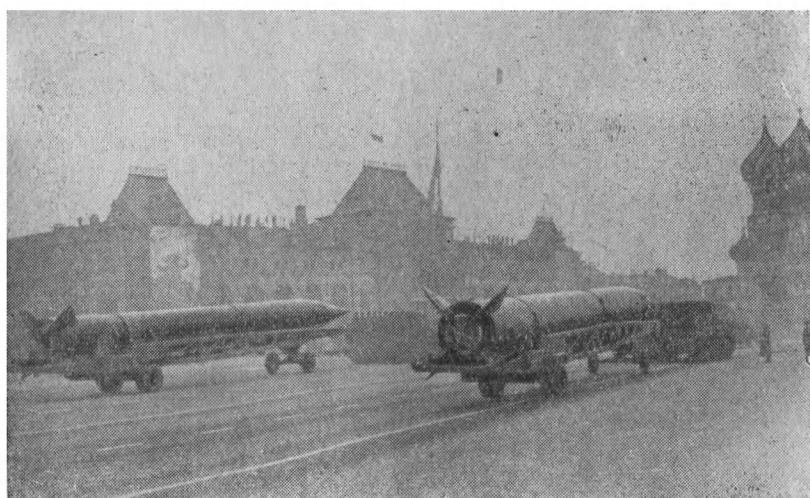


Рис. 11. Ракетная техника на параде.



кривой. Вот почему и сама ракета носит название баллистической.

Для увеличения дальности полета ракет применяются многоступенчатые баллистические ракеты.

На рис. 12 показана схема трехступенчатой ракеты, а также указаны скорости, достигаемые к концу работы двигателей каждой ступени.

В августе 1957 года в Советском Союзе успешно был осуществлен запуск сверхдальней, межконтинентальной многоступенчатой баллистической ракеты.

Испытания ракеты прошли успешно. Они полностью подтвердили правильность предварительных расчетов и выбранной конструкции. Полет ракеты происходил на очень большой высоте, какой еще не достигал ни один летательный аппарат. Пройдя в короткое время огромное расстояние, ракета попала в заданный район.

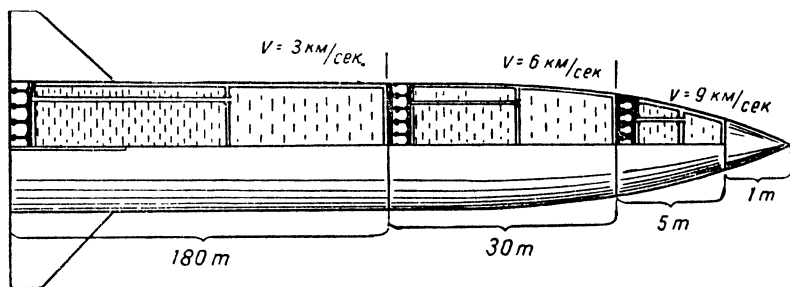


Рис. 12. Схема многоступенчатой ракеты.

Полученные результаты показали, что имеется возможность пускать ракеты в любой район земного шара. Решение проблемы создания межконтинентальных баллистических ракет позволит достичь удаленных районов, не прибегая к стратегической авиации.

Сообщение ТАСС об успешных испытаниях советской межконтинентальной баллистической ракеты привлекло исключительное внимание всей мировой печати. Большинство центральных иностранных газет поместило это сообщение как информацию величайшей важности на самом видном месте под крупными заголовками. Английские газеты писали в те дни, что Советский Союз — первая держава, создавшая «мировую ракету», как ее называет большинство газет. Американская газета «Нью-Йорк геральд трибюн» писала: «Успешное создание Россией межконтинентальной ракеты раньше Соединенных Штатов значительно меняет соотношение сил на мировой арене. Русская военная мысль сделала гигантский бросок впе-

ред...». Печать демократических стран оценила запуск советской межконтинентальной ракеты как важное событие в интересах мира и безопасности народов. Она подчеркивала те места в сообщении ТАСС, где говорится, что Советский Союз, имея в своем распоряжении современное ядерное оружие и межконтинентальные ракеты, будет продолжать в интересах мира и безопасности народов настойчиво добиваться соглашения о прекращении испытаний и запрещении атомного оружия, по проблеме разоружения в целом.

### Первые искусственные спутники Земли

Выдающиеся успехи современной науки и техники и прежде всего новейшие достижения в области авиации и ракетной техники позволили приступить к практическим работам по осуществлению дерзновенной мечты человечества—полетам в мировое космическое пространство. Первым шагом в решении этой грандиозной научной проблемы явился запуск искусственных спутников Земли.

Первые искусственные спутники Земли представляют собой небольшие летающие лаборатории с разнообразной автоматической аппаратурой для научных исследований и передачи результатов измерений на Землю по радио с помощью так называемой телеметрической системы.

Техническими средствами для запуска искусственных спутников Земли являются многоступенчатые ракеты.

Советские ракеты, с помощью которых спутники были брошены и выведены на орбиту, обладают высоким, непревзойденным нигде в мире конструктивным совершенством.

Наши специалисты успешно разрешили сложнейший комплекс стоящих перед ними принципиально новых научно-технических проблем. Это стало возможным лишь благодаря исключительно высокому уровню советской науки и техники. Создание в столь короткие сроки двигательных установок, систем автоматического управления ракетами, конструкций ракет в целом и, наконец, самого искусственного спутника было обеспечено, наряду с высоким уровнем научно-технического потенциала в нашей стране, четкой и организованной совместной работой научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и промышленных предприятий. Успешный запуск спутника полностью подтвердил правильность математических расчетов и основных технических решений, принятых при создании спутника и ракеты, обеспечившей доставку его на орбиту.

Что же представлял собой первый советский искусственный спутник Земли? Наш первый спутник имел форму шара диаметром 58 см и весом 83,6 кг (рис. 13). В герметичном кор-

пусе, выполненном из алюминиевых сплавов, размещалась вся аппаратура спутника вместе с источниками питания. Поверхность шара была тщательно отполирована и подвергнута специальной обработке. Перед запуском спутник заполнялся газообразным азотом. На внешней поверхности шара закреплялись четыре стержневые антенны длиной от 2,4 до 2,9 м. Имелись два радиопередатчика, излучавшие сигналы с длиной волн 15 и 7,5 м. Большая мощность радиопередатчиков позволяла принимать сигналы со спутника на весьма значительных расстояниях, порядка нескольких тысяч километров. Были зафиксированы случаи приема радиосигналов спутника на расстояниях до 10 тыс. км.

Принудительная циркуляция азота внутри спутника позволяла поддерживать необходимый температурный режим внутри шара и предохранять расположенные в нем приборы от колебаний температуры при прохождении спутника над освещенной Солнцем и затемненной сторонами Земли. Защите от сол-

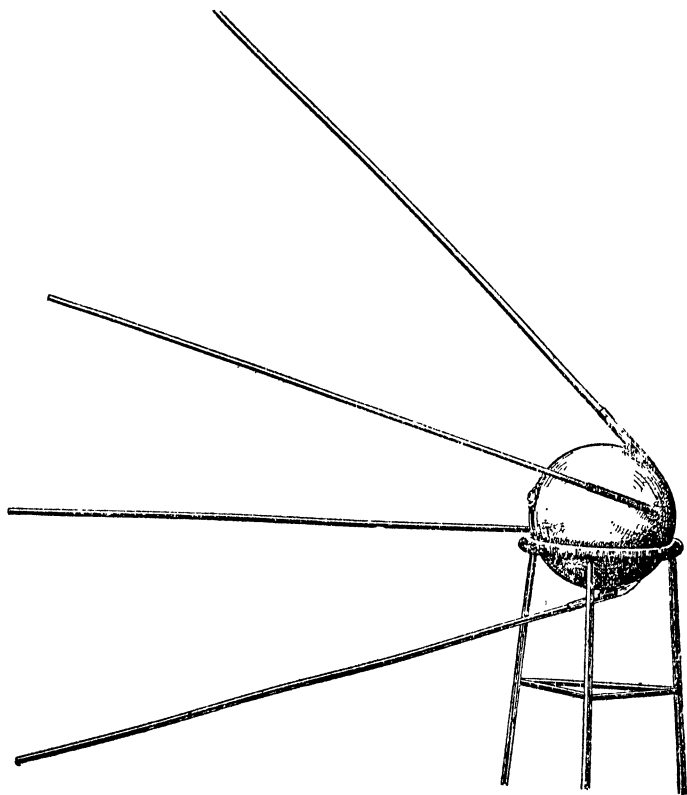


Рис. 13. Первый советский искусственный спутник Земли.

нечной радиации и от космических лучей способствовала специально обработанная поверхность шара.

Орбита спутника представляла собой эллипс, один из фокусов которого находился в центре Земли. Высота полета спутника в связи с этим периодически изменялась, достигая наибольшего значения, примерно в 900 км.

Схема движения нашего спутника показывает, что он пролетал над всеми континентами, что было весьма удобно для наблюдения за ним.

Период обращения советского спутника вокруг земного шара в первые дни его полета составлял 96 минут. Поскольку плотность земной атмосферы на тех высотах, где двигался спутник, точно не была известна, то нельзя было заранее дать точный прогноз времени его существования.

В течение примерно трех недель, т. е. до израсходования энергии аккумуляторов, спутник посылал на Землю радиосигналы, которые использовались для наблюдения за его орбитой и решения ряда научных задач. На спутнике были установлены чувствительные элементы, которые регистрировали процессы, происходившие на нем, и изменяли частоты радиосигналов. Эти сигналы после их расшифровки и анализа дадут богатейший научный материал.

С помощью искусственных спутников, которые будут запущены в течение Международного геофизического года, советские ученые произведут многочисленные наблюдения и расширят познания о нашей планете. Наряду с изучением атмосферы будет проведено изучение природы корпускулярного излучения Солнца, первичного состава и вариации космических лучей, излучения планет и т. д.

Об исключительно ценных исследованиях, которые будут выполнены с помощью искусственных спутников Земли, рассказывают наши ученые. Академик Д. И. Щербаков говорит:

«Искусственные спутники Земли при помощи автоматических спектральных установок помогут изучить не только состав верхней части газовой оболочки Земли, но и космическую пыль, которая носится в межзвездном пространстве. В результате этого, вероятно, подтвердятся многие остроумные догадки ученых и будет собран новый ценнейший материал для суждения и о химическом составе Земли, и об изменениях этого состава, связанных с возникновением ряда новых изотопов, химических элементов под влиянием различных космических излучений. Несомненно, также будет расшифрована природа этих излучений, их интенсивность и экранирующее значение верхних частей газовой оболочки Земли, которая предохраняет все живое на Земле от губительного влияния чересчур сильных излучений, идущих из беспредельных пространств вселенной.

Трудно сразу даже в самых общих чертах оценить те замечательные новые возможности, которые открывает перед наукой великая победа человеческого разума, воплощенная в искусственном спутнике Земли. Мы стоим у порога новой эры завоевания человеком межзвездного пространства».

Член-корреспондент Академии наук СССР Г. А. Тихов, много лет работающий над изучением проблемы жизни на других планетах, пишет:

«Первый искусственный спутник Земли создан гением советского человека, и это вызывает у нас чувство законной гордости за нашу науку. Я очень обрадован тем, что и в этом деле Советский Союз вышел на первое место в мире.

Запуск искусственного спутника Земли приближает нас к решению проблем о жизни на других планетах солнечной системы, и в первую очередь на Марсе. Трудями сектора астроботаники Академии наук Казахской ССР можно считать уже доказанным существование растительности на планете Марс. Но говорят, что надо посетить Марс для окончательного доказательства существования на нем жизни. Теперь эта возможность становится реальной, может быть, даже для нынешнего поколения.

У нас создана станция по наблюдению за искусственным спутником Земли. В наблюдениях принимают участие, кроме ученых, и студенты университета».

На каждой высоте движение спутника по круговой орбите должно происходить с некоторой, вполне определенной скоростью. Если скорость спутника будет меньше необходимой, то вследствие притяжения Земли траектория спутника искривится по направлению к Земле, и он начнет снижаться. Это снижение спутника может оказаться весьма сильным. Спутник войдет в плотные слои атмосферы и, потеряв свою энергию вследствие сопротивления воздуха, будет спускаться все ниже, раскалится и сгорит в атмосфере.

Таким образом, для того чтобы спутник мог двигаться по орбите на заданной высоте, скорость его должна быть вполне определенной. Создать спутник, движущийся по той же самой орбите, но с иной скоростью, невозможно.

Чтобы спутник двигался по круговой орбите, ему надо сообщить так называемую «круговую» скорость, величина которой определяется по формуле:

$$V_{кр} = \sqrt{g_0 \cdot \frac{R^2}{R+H}},$$

где  $g_0 = 9,81 \text{ м/сек}^2$  — ускорение силы тяжести на поверхности Земли,  $R = 6\,378\,000 \text{ м}$  — радиус Земли,  $H$  — высота спутника над поверхностью Земли. На небольшом расстоянии от поверхности Земли величина круговой скорости приближенно равна  $8 \text{ км/сек}$ .

Как видно из приведенной формулы, чем дальше находится спутник от поверхности Земли, тем меньше величина скорости, необходимой для его движения. Это не означает, что запустить спутник на большой высоте легче, чем на малой. Надо иметь в виду, что приходится затрачивать энергию не только на то, чтобы сообщить спутнику требуемую скорость, но и на преодоление силы тяготения Земли при подъеме его на высоту. Общий расход энергии с увеличением высоты полета спутника увеличивается.

Если скорость спутника при его отделении от ракеты-носителя значительно больше круговой скорости, то он может подняться на весьма значительную высоту, намного большую той, на которую он был первоначально выведен ракетой.

Так произошло с нашим спутником. В соответствии с предварительными расчетами спутник в момент отделения от ракеты-носителя имел скорость большую, чем та, которая необходима для движения по круговой орбите, и поэтому мог набирать высоту, совершая движение по эллиптической траектории.

Если скорость ракеты превысит  $11,2$  км/сек, то она навсегда уйдет в межпланетное пространство.

Скорость  $8$  км/сек называется первой космической скоростью, она необходима для создания спутника, движущегося по круговой орбите вблизи Земли. Скорость  $11,2$  км/сек называется второй космической скоростью. Она необходима для того, чтобы межпланетный корабль, запущенный вблизи Земли, мог преодолеть притяжение Земли и начать движение в межпланетном пространстве в качестве нового тела солнечной системы. При скорости больше первой и меньше второй космических скоростей спутник будет двигаться по эллиптическим орбитам, перигей которых будет вблизи Земли, а апогей будет на значительном расстоянии от нее. При этом орбиты будут тем более вытянутыми и тем дальше уходить от Земли, чем больше будет начальная скорость, сообщенная спутнику ракетой-носителем.

Движение искусственных спутников, запущенных в Советском Союзе, происходит на большой высоте, где плотность воздуха крайне незначительна по сравнению с плотностью у поверхности Земли, и все же при огромной скорости движения спутника сопротивление атмосферы отражается на его движении. Вследствие сопротивления атмосферы и потери энергии высота апогея орбиты будет постепенно уменьшаться. Период обращения спутника вокруг Земли убывает. Сокращение периода обращения спутника и для первого спутника составляло в первый месяц его движения около 3 секунд за сутки.

Вместе с первым искусственным спутником Земли в течение примерно двух месяцев совершала полет и доставившая его ракета-носитель. Эта ракета тоже стала искусственным спутником нашей планеты. Можно сказать, что 4 октября 1957 года

у Земли появилось два искусственных спутника —металлический шар с научной аппаратурой и корпус ракеты-носителя. Они оба получили скорость около 8 км/сек и стали двигаться по эллиптическим орбитам вокруг Земли.

Как же происходил запуск спутника?

Спутник был помещен в передней части верхней ступени ракеты и закрыт защитным конусом. После старта последовательно работали двигатели всех ступеней, поднимая ракетный поезд все выше и выше. Сначала ракета поднималась вертикально, а затем при помощи программного устройства ось ракеты постепенно начала отклоняться от вертикали. Отработавшие ступени с пустыми баками отцеплялись и, пролетев некоторое время по инерции вверх, затем падали на землю. Самая верхняя ступень с находящимся в ней спутником поднялась за пределы атмосферы, достигла там первой космической скорости и несколько превысила ее. После выхода верхней ступени, т. е. ракеты-носителя, на заданную орбиту защитный конус был сброшен и из ее корпуса с помощью автоматически действующей аппаратуры был выброшен с небольшой относительной скоростью искусственный спутник. Отделившись от ракеты-носителя, спутник стал двигаться впереди нее. Вслед за ним летели ракета-носитель, а также и защитный конус. Ввиду малых размеров защитного конуса о нем практически можно не говорить, хотя он тоже превратился в спутника Земли.

Имея скорость несколько большую, чем ракета-носитель, искусственный спутник вначале стал уходить от нее вперед, удалившись на несколько тысяч километров. Затем произошло следующее. Искусственный спутник и ракета-носитель, двигаясь по эллиптическим орбитам, то удалялись от поверхности Земли на расстояние более 900 км, то приближались к ней на расстояние около 300 км. В моменты удаления от Земли оба тела двигались в такой области пространства, где сопротивления воздуха практически нет. А когда они приближались к Земле, то оказывались на тех высотах, где еще имеются следы воздуха. При той колоссальной космической скорости, которой обладают спутник и ракета, даже чрезвычайно разреженный газ оказывает заметное сопротивление. Поэтому скорости спутника и ракеты стали постепенно уменьшаться. Вследствие уменьшения скорости форма и размеры орбит спутника и ракеты постепенно изменялись. Высота апогея убывала быстрее высоты перигея, и орбита все более приближалась к круговой. При этом ракета испытывала большее сопротивление, чем спутник, и ее скорость в области перигея уменьшалась быстрее. Соответственно с падением скорости ракета двигалась по все более близкой к Земле и, следовательно, более короткой орбите. Двигаясь по более короткому пути, ракета-носитель делала полный оборот быстрее спутника. Поэтому она вскоре догнала

спутник и стала перегонять его по числу оборотов. К концу первого месяца движения ракета-носитель обогнала спутник на два полных оборота.

4 ноября 1957 года, т. е. за месяц своего полета, первый искусственный спутник Земли сделал 454 полных оборота вокруг нашей планеты, пройдя расстояние в 20 млн. км. Ракета-носитель к этому же времени сделала 456 оборотов, пройдя примерно такой же путь.

Двигаясь с космической скоростью, искусственный спутник за короткое время, измеряемое минутами, проходил громадные расстояния. Краткие сообщения ТАСС о прохождении спутника над различными городами мира кажутся фантастической сказкой. Чтобы оценить величину скорости полета спутника, достаточно посмотреть на его маршрут над земным шаром хотя бы за один день. Например, 9 октября 1957 года в 0 часов 19 минут искусственный спутник находился над столицей нашей Родины Москвой. Через 14 минут он уже летел над Хабаровском, а еще через 4 минуты—над Токио. Совершив полет над просторами Тихого и Атлантического океанов, спутник в 1 час 59 минут появился над Архангельском. За 6 минут он прошел расстояние от Архангельска до Енисейска и еще через 4 минуты был уже над Улан-Батором. Только 3 минуты потребовалось спутнику, чтобы долететь от столицы Монгольской Народной Республики до Пекина. В 3 часа 38 минут он снова был над Архангельском. За следующие 5 минут спутник долетел до Омска, а еще через 18 минут он летел уже над островом Борнео.

Продолжая свой стремительный полет, спутник в 5 часов 18 минут оказался над Горьким. За 4 минуты он долетел до Аральска и еще за 4 минуты до Кабула. Полет от Кабула до Дели занял лишь 2 минуты. В тот же день в 6 часов 56 минут спутник вновь пролетел над Москвой и через минуту был над Киевом. Полет от Москвы до Киева — за одну минуту! Этого не могла представить даже самая пылкая фантазия романистов прошлого. А теперь это стало действительностью. Полеты, о которых ранее нельзя было и мечтать, в наше время осуществляются благодаря созданию ракет и запуску с их помощью искусственных спутников Земли.

Во всех странах мира ведут наблюдение за движением советских искусственных спутников.

Плотность атмосферы на больших высотах известна в настоящее время недостаточно точно. Анализ движения первых искусственных спутников позволит существенно уточнить наши сведения о плотности верхней атмосферы. Полученные данные дадут возможность производить более точное определение времени существования спутников, запускаемых в дальнейшем на различную высоту.

Имеющиеся данные о границе верхних слоев атмосферы



позволяют утверждать, что при современном уровне ракетостроения вполне реально говорить о запуске спутника, время существования которого будет составлять десятки и сотни лет. Такой спутник, запущенный в безвоздушное пространство, практически станет постоянным спутником Земли. Его положение на небе можно будет рассчитывать заранее на большой срок вперед с высокой точностью.

Орбиты искусственных спутников Земли будут весьма многообразны. Одни из них полетят по окружности, путь других будет представлять собой эллипс, в одном из фокусов которого находится центр земного шара. Спутники, движущиеся в плоскости земного экватора, будут все время пролетать над одними и теми же экваториальными областями, а запущенные вдоль меридиана будут последовательно облетать все районы земного шара. Скорость полета спутников и время облета ими Земли определяется высотой, на которую их запустят. Чем выше находится спутник, тем меньше его угловая скорость и длительнее время полного оборота вокруг нашей планеты. Искусственные спутники, находящиеся на высоте 300—400 км от поверхности Земли, совершат полный оборот примерно за полтора часа. А те из них, которых забросят на расстояние 42 тыс. км от Земли, считая от центра земного шара, будут облетать Землю ровно за 24 часа. Их угловая скорость сравняется с угловой скоростью вращения Земли, поэтому спутник, запущенный вдоль экватора, будет все время находиться над одним и тем же местом нашей планеты. Наблюдателям с Земли будет казаться, что он неподвижно висит в небе. В дальнейшем в числе спутников появятся и такие, которые будут двигаться по сильно вытянутым эллиптическим орбитам, то приближаясь к Земле на расстояние менее тысячи километров, то удаляясь от нее на много десятков и даже на сотни тысяч километров. В моменты наибольшего удаления от Земли такие спутники будут близко подходить к орбите Луны, открывая возможности для наблюдения нашего природного спутника с близкого расстояния.

Запуск искусственных спутников в СССР — яркое свидетельство превосходства социалистической системы над капиталистической. Прогрессивные силы всего мира приветствуют его как огромное событие. Эта славная победа советских ученых наряду с другими достижениями трудящихся страны социализма в промышленности и сельском хозяйстве — прекрасный подарок к 40-й годовщине Октября.

Факт существования спутников имеет не только научное, но и большое политическое значение. Их головокружительный полет развеял в прах распространенную на Западе легенду о технической отсталости и военной слабости Советского Союза.

Уже первые сообщения об успешном запуске нашей межконтинентальной ракеты заставили замолчать многих северо-

атлантических генералов, любивших похвастать и грозившихся стереть нашу страну с лица земли. Правда, некоторые из них объявили сообщение ТАСС «пропагандой». Но теперь уже никто не сомневается в том, что межконтинентальная многоступенчатая баллистическая ракета существует. Доказательство тому — успешный запуск советских спутников Земли.

Первый секретарь ЦК КПСС Н. С. Хрущев в беседе с представителем американской газеты «Нью-Йорк таймс» Дж. Рестомом заявил: «Думаю, что не выдам никаких военных секретов, если скажу Вам, что у нас сейчас есть все необходимые ракеты: дальнобойные ракеты, ракеты среднего радиуса действия, ракеты ближнего боя... Когда мы объявили об успешном испытании межконтинентальной ракеты, некоторые государственные деятели США нам не поверили; Советский Союз, мол, выдает за действительность то, чего у него нет. Теперь же, когда мы успешно осуществили запуск спутника Земли, только технически неграмотные люди могут сомневаться в этом».

Запуск первого в мире искусственного спутника Земли явился триумфом советской науки и техники, торжеством нашего социалистического общества. Искусственный спутник — это результат творческого труда всего нашего народа, вдохновляемого на трудовые подвиги великой Коммунистической партией.

Все советские люди с чувством огромной радости встретили известие о создании первого искусственного спутника.

«У каждого народа, — писала «Правда», — есть законное чувство национальной гордости. И мы, советские люди, гордимся тем, что не только первыми указали путь к социализму, но и первыми в мире запустили искусственный спутник Земли. Земли, на которой, как говорил Н. С. Хрущев, живем все мы жители планеты, и должны ужиться на ней без войны, в мире и дружбе».

Работы по созданию первого искусственного спутника получили восторженную оценку всех передовых ученых мира. Великой победой советской науки назвал запуск спутника главный ученый секретарь президиума Академии наук СССР академик А. В. Топчиев. «4 октября 1957 года, — писал академик Топчиев, — займет особое место в истории человечества: в этот знаменательный день на небе появился первый искусственный спутник Земли. Спутник этот создан советскими учеными, сконструирован и запущен советскими инженерами, техниками и полетел по орбите, точно указанной ему советскими людьми».

Выражая восхищение замечательным достижением советских ученых, инженеров и рабочих, талантом организаторов этой грандиозной комплексной работы, ученые наших дней с глубокой благодарностью вспоминают имена пионеров этой

величественной проблемы, тех людей, которые своими трудами заложили основы науки о полетах в мировое пространство, основы радиотехники, аэродинамики и других отраслей наших знаний, которые явились теоретическим фундаментом работ по созданию искусственного спутника Земли. И среди этих корифеев науки люди всего мира с величайшим уважением произносят имя К. Э. Циолковского.

«Еще совсем недавно вопрос о межпланетных путешествиях являлся предметом фантастики, — пишет академик А. Е. Арбузов.—Наш замечательный соотечественник выдающийся ученый К. Э. Циолковский одним из первых в мире доказал научно, что полеты в космосе с помощью ракет — дело недалекого будущего.

И это будущее стало днем сегодняшним. Запуском искусственного спутника открылась новая эпоха реального освоения межпланетных пространств».

Академик С. А. Христианович пишет в газете «Правда»: «Запуск первого в мире искусственного спутника Земли, произведенный 4 октября, — это событие такого огромного значения, которое трудно переоценить.

Нужно сказать, что создание искусственного спутника Земли представляет собой сложнейшую научно-техническую задачу. Ее успешное решение еще раз на деле убедительно показывает мощь советской науки и техники.

В нашей стране исследования в области ракетного дела, радиотехники и аэродинамики имеют славные традиции. Основы этих наук были заложены трудами замечательных русских ученых Циолковского, Попова, Жуковского и Чаплыгина. Советские ученые и инженеры еще раз выдержали серьезнейший экзамен и показали себя достойными своих великих предшественников.

Запуск искусственного спутника открывает новую страницу в истории покорения природы человеком. Это очень крупный шаг к осуществлению межпланетных сообщений. Радостно сознавать, что это сделано советскими людьми в канун годовщины Великой Октябрьской социалистической революции, поднявшей творческие силы народных масс к строительству новой жизни».

В связи с запуском советских спутников многие иностранные ученые и общественные деятели выступили со специальными заявлениями, в которых дается высокая оценка развитию науки в Советском Союзе.

Вице-президент Академии наук Китайской Народной Республики Чжу Ке-чжен заявил:

«Над нашей планетой сейчас стремительно проносится первый в истории человечества искусственный спутник Земли. Это — огромная победа, одержанная советскими учеными. старт к открытию человеком вселенной...

Успешный запуск в СССР первого в истории человечества искусственного спутника не только знаменует собой высокий уровень развития разных отраслей науки в Советском Союзе, но и свидетельствует о тесном и замечательном сотрудничестве разных отраслей науки при социалистическом строе, что недостижимо ни в одной капиталистической стране мира...

Это событие нас особенно радует еще и потому, что Советский Союз всегда являлся и является оплотом мира...».

Выдающийся французский ученый Фредерик Жолио-Кюри заявил по поводу создания искусственного спутника Земли: «Это — великая победа человека, которая является поворотным пунктом в истории цивилизации».

В своем письме в «Правду» Дж. Притт пишет: «Английский народ великодушно и сердечно приветствовал запуск первого искусственного спутника Земли, произведенный советскими учеными, как в свое время он приветствовал великую победу Советского Союза во время войны». Английский астроном профессор Г. Джонс сказал, что «русская искусственная луна — это потрясающее достижение. Это неопределимый вклад в Международный геофизический год и в науку вообще».

Профессор Лакпаусского университета в Индии доктор Р. П. Растоджи пишет: «Запуск искусственного спутника Земли явился великой вехой в развитии науки. Он блестяще подтверждает великолепные достижения советской науки и свидетельствует о ее всестороннем развитии. Искусственный спутник Земли позволит получить научные данные огромной важности. Запуск спутника приблизил возможность межпланетных сообщений... Он отмечает наступление века ракет. Путешествие на Луну и другие планеты теперь является реальностью».

Из Восточной Африки житель города Момбаса Н. У. Амин пишет в Москву: «Мы приносим наши сердечные поздравления выдающимся русским ученым, которые создали искусственный спутник Земли и подготавливают в недалеком будущем полеты на другие планеты. Вы открыли новую главу в истории развития человечества».

Итальянский публицист Маурицио Феррара говорит в своем письме, опубликованном в газете «Правда»: «Когда на Запад обрушилось сообщение о том, что с советской Земли взлетел искусственный спутник, люди почувствовали, что наступило нечто новое, что в структуре старого мира что-то изменилось».

Спутник вынудил людей выйти за пределы «земного» понимания науки. Спутник не только является добавлением к Земле, но он исследует космос, живет среди того, что до сего времени люди пугливо называли пустотой. Началось покорение вселенной».

Горячо приветствует Советский Союз с замечательным достижением, которое как бы подводит итог развитию советской

науки за 40 лет, печать стран социалистического лагеря. Так, китайская газета «Жэньминьжибао» справедливо подчеркивает, что запуск искусственного спутника Земли это не только триумф советских ученых, но и гордость всего человечества.

Советские искусственные спутники Земли оказались в центре внимания печати не только стран социалистического лагеря, но и капиталистических стран. Авторы огромного количества статей и комментариев, напечатанных в буржуазной прессе после запуска первого спутника в СССР, вынуждены признать, что их самонадеянная уверенность в превосходстве США лопнула как мыльный пузырь.

«Можно считать, — пишет американская газета «Нью-Йорк геральд трибюн», — что сегодня русские превосходят Запад решимостью сделать свою систему самой могущественной и преуспевающей в мире». Далее автор этой статьи признает, что спутник «представляет собой самую замечательную витрину в холодной торговой войне, какую только могут пожелать себе русские, лучшую рекламу, свидетельствующую о том, как коммунизм выполняет свои обещания в борьбе за существование, основанное на соревновании».

Выходящая в Нью-Йорке газета «Дейли ньюс» с горечью напоминает: «Наша машина пропаганды рисовала Россию как отсталую страну... Теперь нас грубо разбудили». Эту же мысль высказывает корреспондент газеты «Нью-Йорк таймс» Миддлтон. По его мнению, Советский Союз «произвел прорыв на фронте научных и технических знаний человечества, проникнув в новую область». «Москва, — пишет «Нью-Йорк таймс», — внезапно напомнила нам, что ее ученые и инженеры способны на великие технические достижения».

Газета «Вашингтон пост» опубликовала большую статью обозревателя Эдвина Даймонда, высоко оценивающего достижения советской науки. «После запуска советского спутника Земли, — пишет Даймонд, — американские ученые подвели новые итоги того, что сделано как в американской, так и в советской ракетной технике, и они пришли к следующему выводу.

Русские имеют надежную ракету, более мощную, чем любые ракеты, созданные Соединенными Штатами. Русские, возможно, решили также сложные проблемы, связанные с использованием новых «экзотических» видов топлива и новых жароупорных металловсплавов. Ракетные двигатели русского спутника поразили Запад...

Успешный запуск русского спутника означает, что построенный русскими электронный мозг работал безупречно в моменты полета под энергетическим усилием, корректируя любые отклонения и бесперебойно отделяя части ракеты-носителя».

Журнал американских деловых кругов «Бизнес уик», под-

черкивая, что «Запад зашатался под бременем спутника», пишет о мрачных настроениях, господствующих в правительственных кругах США. «Бизнес уик» не скрывает, что «значительная часть» официальных представителей Вашингтона испытывает «мучительное разочарование, так как ранее эти представители основывали свою политику на предположении о «советской слабости».

Не менее откровенно признание профессора Гарвардского университета Киссингера, напечатанное в «Нью-Йорк геральд трибюн». «Советская техника, — заявляет Киссингер, — развивается по восходящей. Каждое изобретение означает, что уже есть другие изобретения, которые ждут воплощения в жизнь». Киссингер приходит к выводу, что Соединенные Штаты в политическом плане «теряют одну позицию за другой».

В последнее время США испытали целую серию ракет небольшой и средней дальности полета. Выложили на стол, как говорится, все, что могли, лишь бы заглушить и нейтрализовать сообщения о советском спутнике Земли. И если раньше такие предварительные испытания проходили в обстановке строгой секретности, то теперь представители военного командования США буквально ловили корреспондентов, дабы они явились очевидцами американских «достижений». «До появления спутника, — пишет газета «Нью-Йорк пост», — получение из Пентагона информации и о наших собственных научных достижениях было трудным делом... Спутник изменил все это. Теперь, если судить по целой куче сообщений из Пентагона, можно подумать, что в ожидании запуска американского спутника чиновники... пытаются проникнуть в космическое пространство посредством слов...».

Американскую пропагандистскую машину явно лихорадит: а вдруг русские преподнесут новый сюрприз? С нескрываемой тревогой газета «Вашингтон пост» высказывает предположение, что в ближайшее время Советский Союз может дать миру новое, еще более эффективное доказательство своего научно-технического превосходства. Газета предполагает, что СССР запустит новый спутник «гораздо больших размеров». А вдруг новый спутник сфотографирует поверхность Земли? — тревожится «Вашингтон пост». Ведь может случиться, что через несколько дней «Правда» опубликует фотографию базы стратегической авиации вблизи Омахи, заснятую спутником. А вдруг Советы возьмут да и запустят многоступенчатую ракету на Луну? Такие вопросы особенно волнуют сейчас «Вашингтон пост» и другие газеты.

Успешный запуск советского спутника отрезвляюще подействовал на многих представителей агрессивных кругов в империалистических странах. И это понятно! Чем больших успехов добиваются советские люди в различных областях науки, техники и производства, тем сильнее становится наша

социалистическая держава и тем труднее врагам мира развязать новую войну. Наши успехи на фронте мирного труда, научные открытия, сделанные в нашей стране, подрывают устой капитализма, укрепляют дело мира во всем мире, вселяют надежды на лучшее будущее всему миролюбивому человечеству.

Искусственный спутник Земли, запущенный в СССР 4 октября 1957 года, явился лишь первым шагом на пути к освоению межпланетного пространства.

3 ноября 1957 года весь мир облетела весть о том, что в нашей стране произведен запуск второго искусственного спутника Земли. Народы всех стран рассматривают это как новую выдающуюся победу советской науки и техники, как ярчайшее свидетельство гигантских успехов первого в мире социалистического государства.

На сороковом году Великой Октябрьской социалистической революции в развитии советской науки и техники достигнуты блестящие результаты.

В сообщении ТАСС о запуске второго советского искусственного спутника говорится:

«В соответствии с программой Международного геофизического года по научным исследованиям верхних слоев атмосферы, а также изучению физических процессов и условий жизни в космическом пространстве 3 ноября в Советском Союзе произведен запуск второго искусственного спутника Земли.

Второй искусственный спутник, созданный в СССР, представляет последнюю ступень ракеты-носителя с расположенными в ней контейнерами с научной аппаратурой.

На борту второго искусственного спутника имеется:

— аппаратура для исследования излучения Солнца в коротковолновой ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра;

— аппаратура для изучения космических лучей;

— аппаратура для изучения температуры и давления;

— герметичный контейнер с подопытным животным (собакой), системой кондиционирования воздуха, запасом пищи и приборами для изучения жизнедеятельности в условиях космического пространства;

— измерительная аппаратура для передачи данных научных измерений на Землю;

— два радиопередатчика, работающие на частотах 40,002 и 20,005 (длина волны около 7,5 и 15 м соответственно);

— необходимые источники электроэнергии.

Общий вес указанной аппаратуры, подопытного животного и источников электропитания составляет 508,3 кг.

По данным наблюдений, спутник получил орбитальную скорость около 8000 м в секунду.

Согласно расчетам, которые уточняются прямыми наблю-

денями, максимальное удаление спутника от поверхности Земли превышает 1700 км, т. е. на 800 км выше первого спутника; время одного полного оборота спутника составляет около 1 часа 42 минут; угол наклона орбиты к плоскости экватора равен примерно 65 градусам.

По данным измерений, получаемым с борта спутника, функционирование научной аппаратуры и контроль за жизнедеятельностью животного протекают нормально...

Сигналы радиопередатчика спутника на частоте 20,005 мегагерц имеют вид телеграфных посылок длительностью около 0,3 секунды с паузой такой же длительности. Радиопередатчик на частоте 40,002 мегагерц работает в режиме непрерывного излучения.

Успешным запуском второго искусственного спутника Земли с разнообразной научной аппаратурой и подопытным животным советские ученые расширяют исследования космического пространства и верхних слоев атмосферы. Неизведанные процессы явлений природы, происходящие в космосе, будут становиться теперь более доступными человеку.

Коллективы научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, испытателей и заводов промышленности, создавшие второй советский искусственный спутник Земли, по-

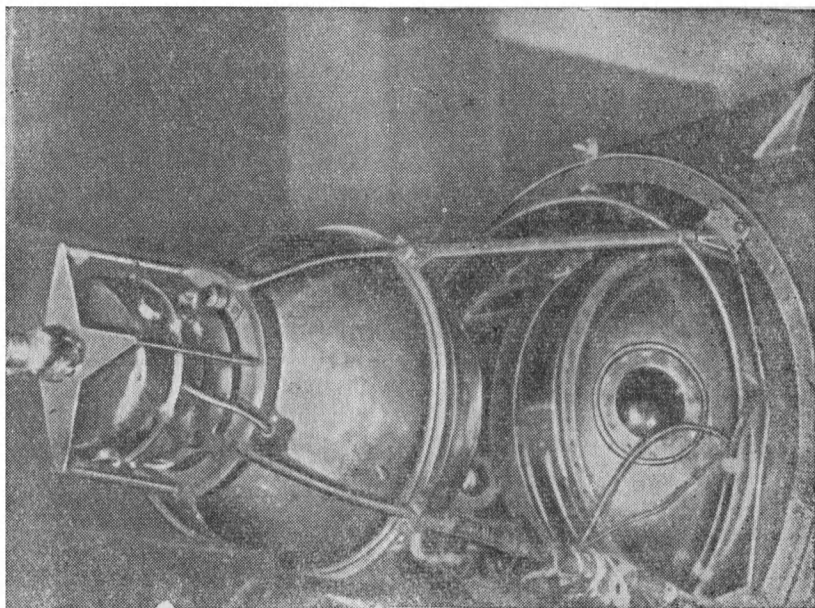


Рис. 14. Установка научной аппаратуры на втором искусственном спутнике Земли.



свящают его запуск 40-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции».

Народы нашей Родины с восхищением следят за полетом нового искусственного спутника Земли. Период его обращения вокруг Земли на 6 минут больше, чем период обращения первого спутника в момент начала его движения.

Наземная радио-телеметрическая аппаратура принимает и регистрирует данные научных наблюдений, производящихся на борту спутника. На рис. 14 показана установка научной аппаратуры на втором искусственном спутнике.

В соответствии с программой Международного геофизического года на втором искусственном спутнике проводится, в частности, изучение ряда важных медикобиологических вопросов, возникающих в связи с проблемами межпланетных полетов. Для этих целей в специальной герметической кабине спутника помещалось животное — собака «Лайка». С помощью особой аппаратуры осуществлялась регистрация показателей основных физиологических функций животного.

Как показали данные обработки телеизмерений, животное в первые дни полета вело себя спокойно, а его общее состояние было удовлетворительным. Наземные станции регистрировали также показания приборов, предназначенных для исследования космических лучей и излучения Солнца в коротковолновой, ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра. Материалы научных наблюдений обрабатываются.

Радиостанция спутника работала нормально, и ее сигналы на частотах 20 и 40 мегагерц принимались всеми радиотехническими средствами, участвовавшими в наблюдениях, и радиолюбителями.

Все народы Советского Союза выражают законную патристическую гордость тем, что первые искусственные спутники Земли созданы в нашей стране, в наших научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро, на наших заводах.

Достижения советских ученых, открывшие новую эру в развитии мировой науки, являются вполне закономерными. Они вытекают из самого характера социалистического строя, базирующегося на строго научных основах и создающего наиболее благоприятные условия для развития научно-технической мысли.

Запуск второго искусственного спутника является большим подарком всему советскому народу ко дню 40-й годовщины Октябрьской революции. Вместе с советским народом этому выдающемуся событию радуется все прогрессивное человечество. Величие этого события признает весь мир. Сообщение о нем немедленно облетело весь земной шар.

«Мир покорен и восхищен успехами советской науки», — заявил президент Польской академии наук Тадеуш Котарбинский.

Президент Чехословацкой академии наук Зденек Неedly сказал:

«Запуск нового искусственного спутника Земли — это, несомненно, новая крупнейшая победа советских ученых. Мне кажется, что для советских ученых нет сейчас ничего такого, что бы они не сумели сделать для победы человека над силами природы».

Английские ученые высказывают восхищение новым достижением советской науки и техники. Вице-президент Британского общества межпланетных сообщений Кеннет Гэтленд заявил: «Это просто фантастично; и это означает, что русские могли бы завтра же запустить на Луну ракету с довольно большим грузом». Гэтленд добавил: «Русские, видимо, ушли вперед еще дальше, чем мы думали».

Высокую оценку запуску второго искусственного спутника дала печать всего мира. Одна из парижских газет писала 3 ноября 1957 года:

«Подлинно решающим ударом гонга, известившим на расвете о том, что русские стали абсолютными победителями в завоевании пространства, было сообщение о том, что в новом спутнике находится живое существо... Громадный вес второго спутника свидетельствует о том, что русские ракеты обладают поистине фантастической мощностью».

На языках всех народов мира, устами людей разных возрастов и профессий, на всех континентах нашей планеты выражается глубокое восхищение новой победой Советского Союза, уверенно идущего к коммунизму.

\* \* \*

С успешным запуском искусственных спутников Земли наука и техника делают новый качественный скачок, перенося прямые методы научных измерений в ранее недоступное нам космическое пространство и прокладывают широкие пути будущим межпланетным путешествиям. Перед нами распахнулось окно в будущее и открылись широкие горизонты для новых дерзаний. Сейчас трудно охватить мыслью все то, что сулит это величайшее научное достижение, но уже первые дни существования новой «маленькой Луны» и результаты наблюдения за нею вооружают нас точными знаниями о той части космоса, которую мы начали покорять.

Запуск спутников Земли является первым шагом в межпланетное пространство, приближает нас к заветной цели человека — осуществить космический полет на другие небесные тела.

В сообщении ТАСС от 5 октября 1957 года говорится: «Искусственные спутники Земли продолжают дорогу к межпланетным путешествиям, и, по-видимому, нашим современникам суждено быть свидетелями того, как освобожденный и сознательный труд людей нового, социалистического общества делает реальностью самые дерзновенные мечты человечества».

---

## ЛИТЕРАТУРА

- К. Э. Циолковский. — Собрание сочинений. Т. 1—2. Изд-во АН СССР 1951—1954.
- Ф. А. Цандер. — Проблема полета при помощи реактивных аппаратов ОНТИ. 1932.
- Ю. В. Кондратюк. — Завоевание межпланетных пространств. Новосибирск. 1929.
- М. К. Тихонравов. — Ракетная техника. ОНТИ. 1935.
- В. П. Глушко. — Жидкое топливо для реактивных двигателей. 1936.
- А. А. Благонравов. — Исследование верхних слоев атмосферы при помощи высотных ракет. «Вестник Академии наук СССР» № 6 за 1957 год
- С. П. Королев. — Ракетный полет в стратосфере. Воениздат. 1934
- А. А. Штернфельд. — Введение в космонавтику. ОНТИ. 1937.
- Б. Н. Воробьев. — Циолковский. Изд-во «Молодая гвардия». 1940.
- А. А. Космодемьянский. — Знаменитый деятель науки К. Э. Циолковский Воениздат. 1954.
- Воспоминания о Константине Эдуардовиче Циолковском. Изд-во газеты «Знамя». Калуга. 1957.
- Г. Б. Сиярев и М. В. Добровольский. — Жидкостные ракетные двигатели. Оборонгиз. 1957.
- В. И. Феодосьев и Г. Б. Сиярев. — Введение в ракетную технику. Оборонгиз. 1956.
- Ю. А. Победоносцев. — Искусственный спутник Земли. Изд-во «Знание» 1957.
- Советский искусственный спутник Земли. Изд-во «Правда», 1957.
- Второй советский искусственный спутник Земли. Изд-во «Правда». 1957
- А. А. Штернфельд. — Искусственный спутник Земли. ГТТИ. 1956.
- В. П. Казневский. — Разведчики межпланетного пространства. Изд-во ДОСААФ. 1957.
- К. А. Гильзин. — Воздушно-реактивные двигатели. Воениздат. 1956.
- В. П. Петров. — Управляемые снаряды и ракеты. Изд-во ДОСААФ. 1957
- В. В. Добронравов. — Космическая навигация. Изд-во «Знание». 1956
- А. Г. Карпенко. — Проблемы космических полетов. Изд-во «Знание». 1955
- И. А. Меркулов — Космические ракеты. Изд-во «Знание». 1955.
-

## СОДЕРЖАНИЕ

*Стр*

|   |    |
|---|----|
| Научный подвиг . . . . .                      | 7  |
| Жизнь ученого . . . . .                       | 13 |
| Жидкостные реактивные двигатели . . . . .     | 18 |
| Реактивные самолеты . . . . .                 | 31 |
| Ракеты . . . . .                              | 42 |
| Первые искусственные спутники Земли . . . . . | 53 |
| Литература . . . . .                          | 70 |

---

## К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство «Знание» Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний просит присылать отзывы об этой брошюре по адресу: Москва, Новая площадь, д. 3/4.

Автор  
**Игорь Алексеевич Меркулов**

Редактор **Т. Ф. Исланкина**  
Техн. редактор **М. И. Губин**  
Корректоры **Л. С. Малышева** и  
**Н. М. Краснопольская**

---

А00773 Подписано к печати 26/III 1958 г. Тираж 75000 экз. Изд. № 281.  
Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>—2,25 бум. л.=4,5 п. л. Учетно-изд л. 4,49. Заказ 4405.

---

Типография Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний, Новая площадь, д. 3/4.

**1 руб. 20 коп.**