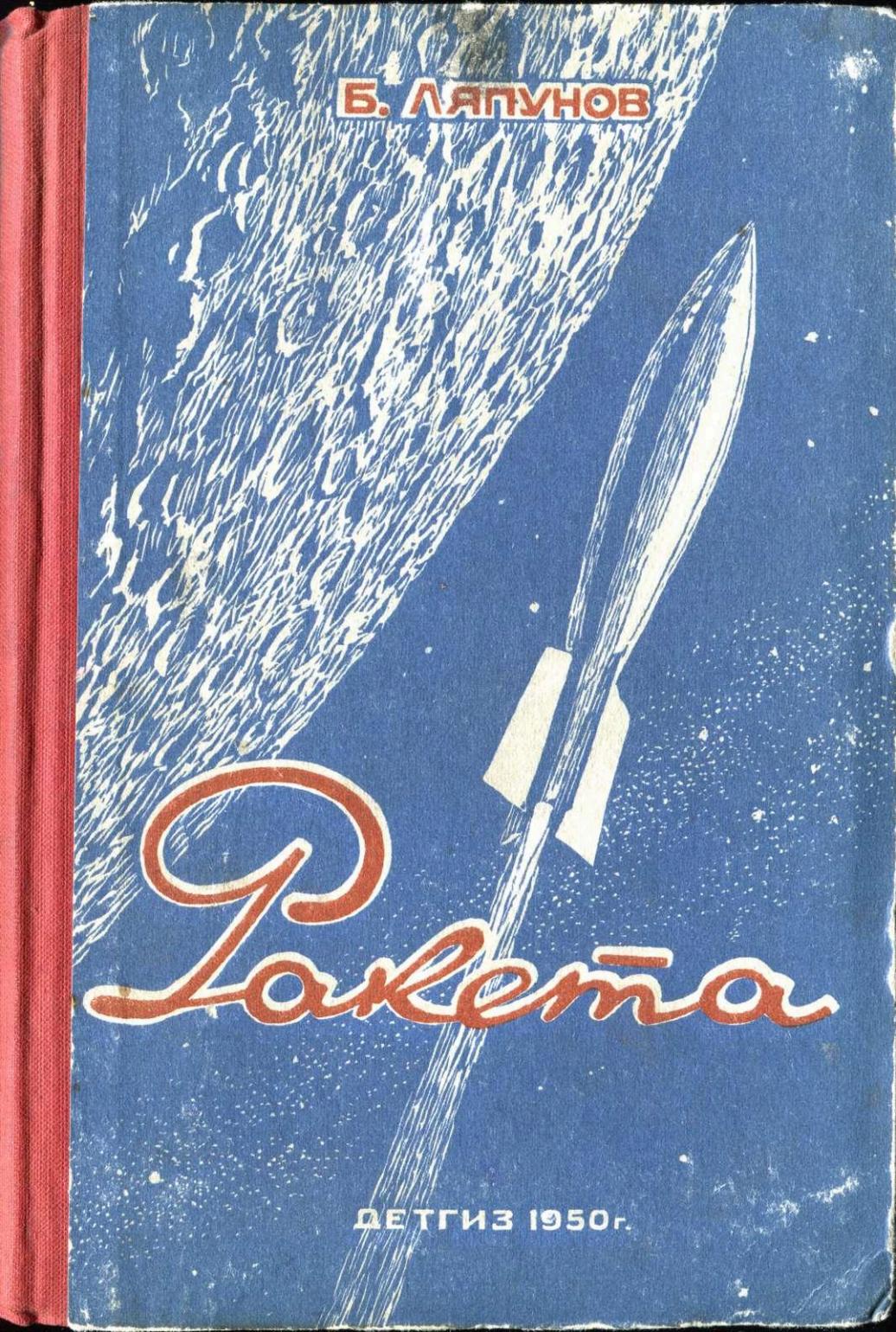


Б. ЛЯПУНОВ



Ракета

ДЕТГИЗ 1950г.

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

Л-97

Б. ЛЯПУНОВ

РАКЕТА



Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1950 Ленинград

Обложка и рисунки Н. Кольчицкого

Перерисовки А. Петрова

Чертежи А. Катковского

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга написана об одном из самых интересных технических достижений наших дней — о реактивных двигателях и ракетах.

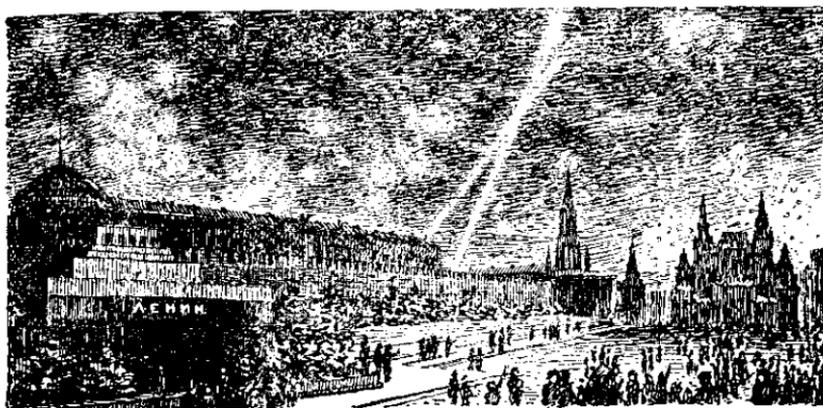
Мы гордимся достижениями нашей отечественной ракетной техники. Грозные гвардейские минометы «катюши» громили врага во время Великой Отечественной войны. Реактивные самолеты нашей сталинской авиации — лучшие в мире.

Но реактивная авиация и реактивная артиллерия появились не сразу. Огромный творческий труд был затрачен, прежде чем ракета стала мощным двигателем и грозным оружием. Работы замечательных русских ученых и изобретателей — Константинова, Кибальчича, Циолковского, Цандера и многих других, о которых рассказывается в этой книге — вызывают законное чувство гордости за нашу отечественную науку и технику. Это их труды обеспечили развитие ракетной техники.

Сейчас перед реактивными двигателями открывается широкое будущее. Скоростная авиация, сверхвысотные полеты, а в дальнейшем и межпланетные путешествия — таково это будущее. Реактивные двигатели помогут нам летать выше, дальше, быстрее, помогут освоить огромные высоты и раскрыть новые тайны природы. И в этом будет неопределимая заслуга нашей отечественной науки, которая первой дала миру и научную теорию полета — основу авиации, и научную теорию реактивного движения — основу ракетной техники и будущих межпланетных путешествий.

И вот о том, как это было и как будет — как начала свой путь боевая ракета, как ракета-снаряд превратилась в ракету-двигатель, как ракета из оружия войны становится оружием науки и как ракета поможет нам завоевать межпланетные пространства, — вы прочтете в этой книге.

И, быть может, многие из вас, прочитав ее, заинтересуются ракетной техникой и будут потом работать над тем, чтобы советская ракета и впредь была лучшей в мире.



Глава 1

РАКЕТА

В дни праздничных салютов небо над столицей расцветает яркими разноцветными огнями фейерверков. Желтые, красные, зеленые, они рассыпаются дождем над нашими головами.

Фейерверочная ракета — простейшая из ракет. Это картонная трубка, набитая пороховым составом (слово «ракета» в переводе с итальянского и значит «трубка»); с одного конца она открыта, с другого — закрыта.

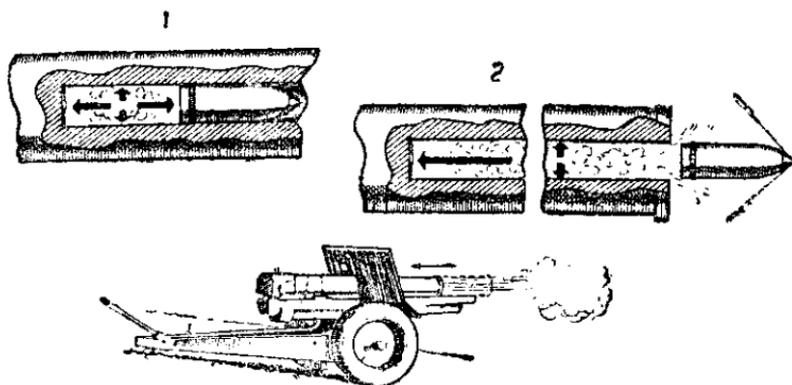
Когда порох в ракете горит, пороховые газы вырываются через открытый конец трубки в одну сторону, толкая всю ракету — в другую. Ракета поднимается вверх.

Какие же законы управляют полетом ракеты?

Посмотрим сначала, что происходит при выстреле из орудия.

Выстрел! Воспламеняется пороховой заряд. Порох сгорает, и образуются пороховые газы.

Сила пороховых газов, которая давит на снаряд при



Отдача при выстреле из орудия:

1 — в момент выстрела образуются пороховые газы, действующие на снаряд и орудие; 2 — когда снаряд под давлением газов вылетает вперед, ствол откатывается назад.

выстреле, огромна. Но та же самая сила давит и на орудие. Значит, и орудие должно было бы полететь, как и снаряд, только в обратную сторону. Но масса пули или снаряда во много раз меньше массы ружья или орудия. Поэтому и действие силы пороховых газов на ружье или орудие гораздо меньше. Но все же, как ни мало это действие, оно ощутительно дает себя знать: оно толкает ружье или откатывает орудие. Это знакомая нам сила отдачи. Она возникает из-за того, что движение может появиться только тогда, когда есть отталкивание. И реактивная сила возникает тогда же — это такая же сила отдачи. Разница только в том, что в ракете эта сила движет самый снаряд, а здесь она движет орудие.

Каждый из множества маленьких «снарядиков» — частиц газа, вылетая из ракеты, толкает ее вперед. И, складываясь вместе, толчки от каждой частички создают общее усилие, общую отдачу — реактивную силу. Она будет действовать до тех пор, пока горит порох, образуются пороховые газы и их струя вытекает из ракеты.

Но, может быть, эта сила появляется только при горении пороха?

Если спросить, почему двигается автомобиль, то мно-

гие, не задумываясь, ответят, что автомобиль двигает автомобильный мотор. Ответ неверен. Мотор не двигает автомобиль, а только вращает его колеса.

И получается на самом деле вот что: топливо сгорает в цилиндре мотора и двигает поршень; шатун поршня вращает коленчатый вал; коленчатый вал через передачу вращает ведущие колеса автомобиля; колеса отталкиваются от земли и двигают автомобиль вперед. Вот какой длинный путь передач движений происходит, прежде чем автомобиль сдвинется с места. Выходит, что мотор — это двигатель не автомобиля, а двигатель колес.

Но что же все-таки это за сила, которая двигает автомобиль? Она возникает оттого, что колеса автомобиля отталкиваются от земли. Это та же сила отдачи, реактивная сила.

Земля — твердое тело. От нее можно оттолкнуться. А можно ли оттолкнуться от воздуха? Что, например, двигает самолет? Теперь, пожалуй, вы уже не ответите на этот вопрос сразу, что самолет двигает авиационный двигатель.

В самом деле, как и у автомобиля, у самолета работает мотор, вращаются вал и воздушный винт. Винт загребает воздух, отбрасывает его назад.

В одну секунду винт современного самолета отбрасывает огромное количество воздуха. Отталкиваясь от воздуха, винт и движет весь самолет.

И здесь та же сила отталкивания, сила реакции.

Оказывается, реактивная сила возникает буквально на каждом шагу. Где есть действие, там есть и противодействие. Таков один из основных законов механики.

Он объясняет возникновение реактивной силы. Реактивная сила — это сила противодействия.

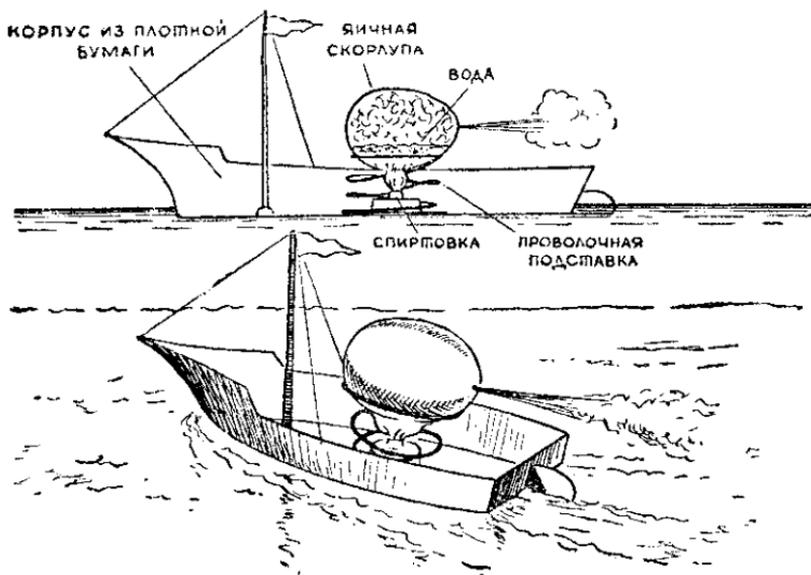
Иногда ее трудно увидеть сразу. Так было с автомобилем и самолетом. Тогда обязательно существуют посредники — колеса между автомобилем и землей, воздушный винт между самолетом и воздухом. Движение получается не прямой реакцией.

В ракете реактивная сила видна сразу. Реактивный двигатель создает струю газов, которая двигает вперед ракету. Здесь движение получается прямой реакцией.

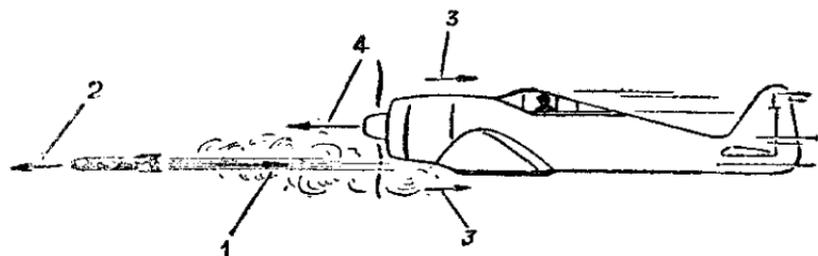
В том, что реактивная сила действительно существует, можно убедиться с помощью простой модели реактивного пароходика, изображенной здесь на рисунке.

Воздушный винт отталкивает большую массу воздуха, но сравнительно с небольшой скоростью. Наоборот, реактивный двигатель выбрасывает сравнительно небольшую массу газов, но с очень большой скоростью, обходясь без посредника — воздушного винта.

Мы сказали, что фейерверочная ракета — самая простая из ракет. Это пороховая ракета (или пороховой ракетный двигатель), потому что горючим в ней служит порох. Пороховые ракеты могут быть не только фейерверочными. Вместо звездочек ракета может поднимать светящийся состав; тогда это будет осветительная ракета. Пороховая ракета может перебрасывать и боевой груз — зажигательный или разрывной снаряд; это будет тогда боевая ракета. Вместо пороха в ракете может сгорать жидкое горючее. Кислород для сгорания можно запасти в ракете (тогда это будет ракета на жидком топливе). Можно воспользоваться кислородом из воздуха (тогда это будет воздушно-реактивный двигатель).



модель реактивного пароходика.



Силы, движущие самолет и ракету:

1 — струя газов; 2 — реактивная сила; 3 — воздух, отбрасываемый воздушным винтом; 4 — тяга винта.

Пороховые и жидкостные ракетные двигатели применяются в артиллерии, а воздушно-реактивные — в авиации.

**
*

Возможность избежать в движении посредника особенно привлекала изобретателей. Еще в древности был построен первый реактивный двигатель. Это был шар с двумя изогнутыми трубками, который вращался силой отдачи вырывающегося из трубок пара.

На уроках физики в школе показывают сегнерово колесо. Вода вытекает через две изогнутые трубки, направленные в противоположные стороны, и заставляет трубки вращаться. Это реактивное колесо устроил изобретатель Сегнер в 1750 году.

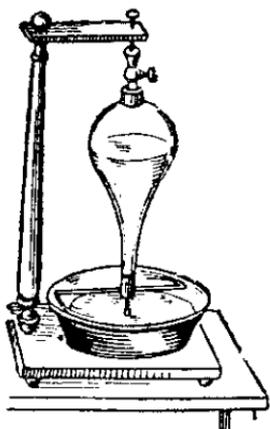
Идея применения реактивного способа для передвижения возникла одновременно с появлением других типов двигателей.

Когда появились лодки с первыми гребными колесами и винтами, появились и реактивные суда.

Вода всасывалась через отверстие в носовой части, проходила через насос и выбрасывалась через трубу в кормовой части, толкая все судно вперед.

Первое реактивное судно показало скорость около 7 километров в час.

Через несколько лет состоялось большое состязание гребного винта и реактивной установки. Построено было большое судно с мощной паровой машиной, приводившей



Сегнерово колесо.

в движение насос. В испытаниях участвовали также два обыкновенных винтовых судна таких же размеров, как и реактивное. Реактивное судно показало скорость уже около 18 километров в час. И все же этого было мало. Судно с винтом легко обгоняло соперника.

Но изобретатели реактивных судов не прекращали борьбы. Они стремились всячески уменьшить потери энергии, которые происходили на пути воды внутри судна. Они совершенствовали насосы. Они сделали реактивное судно поворотливым: трубы, из которых вода вытекала, могли поворачиваться в любую сторону и изменять направление движения судна. Когда это было сделано, они снова вызвали винт на соревнование... и снова потерпели поражение. Реактивное судно оказалось гораздо менее выгодным, чем обыкновенное, потому что в нем терялось слишком много энергии.

Изобретатели предлагали применить реактивный способ и для передвижения летательных аппаратов. Их привлекала возможность использовать то, что проще и дешевле всего.

Для судна это была вода, для летательного аппарата — воздух. Воздух должен был засасываться в аппарат, сжиматься и выбрасываться в атмосферу, создавая реактивную тягу. Таких проектов появилось больше всего. Все они очень похожи друг на друга. Разница была только в том, каким способом предлагали сжимать воздух.

Одни предлагали вращать весь аппарат мотором: тогда воздух центробежной силой отбрасывался бы от оси вращения к краям и, вытекая вниз, создавал бы реактивную тягу.

Другие предлагали ставить для сжатия воздуха особый вентилятор.

Третьи предлагали просто забирать с собой сжатый воздух с земли в баллонах.

Русские изобретатели неоднократно пытались использовать реактивный принцип для движения аэростатов. Этому способствовало то, что в России ракетная техника стояла на очень высоком уровне и в области ракетостроения Россия в середине XIX века была на одном из первых мест.

«О способах управлять аэростатами» — так назывался труд русского изобретателя полевого инженера штабс-капитана Третесского, предложившего в 1849 году проект реактивного аэростата. Реактивная сила, двигающая аэростат Третесского, должна была возникать в результате выхода пара, газа или сжатого воздуха через отверстия на корме аэростата. Третесский назвал свои аэростаты паролетами, газолетами или воздухо-летами.

«Воздушный корабль должен лететь способом, подобным тому, как летит ракета», — так рассуждал русский изобретатель капитан первого ранга Соковнин, предложивший еще в 1866 году проект реактивного дирижабля. Дирижабль должна была двигать реактивная сила струи сжатого воздуха, выпускаемого из изогнутых труб. Поворачивая эти трубы, можно было, по мысли изобретателя, управлять движением корабля и обойтись без руля.

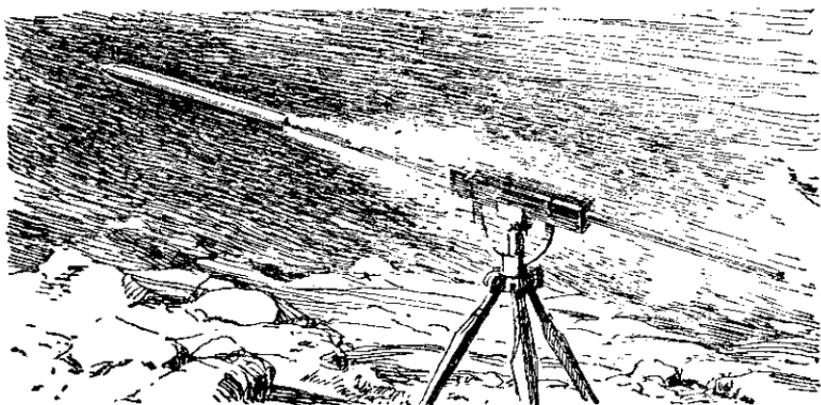
Русский изобретатель Федоров в своей книге предложил идею реактивного аппарата, который передвигался бы силой отдачи сжатого воздуха или газа. Книга Федорова называлась «Новый способ воздухоплавания, исключаящий атмосферу как опорную среду».

Федоров указал на реактивный двигатель как на средство полета вне атмосферы, в межпланетном пространстве.

Эти проекты, хотя и были неосуществимы, показывали, что русские изобретатели глубоко интересовались идеей реактивного полета и упорно над ней работали.

Множество изобретателей работало над идеей реактивного полета, пытаясь использовать реактивную силу пара или горячих газов, образующихся при сгорании топлива, как в ракете.

Появление теории реактивного движения, созданной Циолковским, намного облегчило задачу изобретателей, указав им правильный, научно обоснованный путь.



Глава 2

ИЗ ИСТОРИИ РАКЕТЫ

История не сохранила имени первого изобретателя ракеты. Жизнь ее началась с появлением пороха.

Великое часто начинается с малого. К планеру и самолету пришли от бумажного змея. Предок современной боевой ракеты — фейерверочная ракета тоже служила для забавы. Но вскоре ракета перестала быть только забавой. Ее начали применять на войне.

Упоминания о ракетах встречаются у разных народов еще в глубокой древности. Китайцы называли ракету «огненной стрелой». Они применяли ее для осады укреплений. Когда огненный хвост и шум ракеты перестали пугать неприятеля, ракету сделали поджигателем — китайцы стреляли зажигательными ракетами из луков, чтобы вызвать пожар в лагере неприятеля.

Ракета была известна и в Европе. В книгах средневековых ученых мы находим описание различных ракет и способов их приготовления.

Прошло, однако, еще много лет, прежде чем ракетное оружие получило признание.

Только в конце XVIII века появились в Индии первые ракетные войска. Легкая бамбуковая трубка, набитая порохом, с длинным деревянным хвостом — вот и все их оружие. Но это оружие оказалось по тем временам достаточно грозным. Индусы применяли его против английских захватчиков.

Познакомившись с действием ракет и оценив все их достоинства, английский генерал Конгрев объявил себя на весь мир «изобретателем» нового ракетного оружия. На самом деле Конгрев ничего не изобрел, а лишь использовал то, что было уже сделано до него. Он даже ухудшил старое. Зажигательные ракеты Конгрева имели небольшую дальность и плохую меткость. Он лишил ракетное оружие главного его преимущества — легкости и подвижности, так как для пуска его ракет нужен был тяжелый станок.

Во всех государствах Европы заинтересовались ракетным оружием. В войсках стали организовывать ракетные части. Появились пиротехнические лаборатории и ракетные заведения, изучавшие свойства пороха и изготовлявшие разнообразные ракеты: с гранатами, картечью, осветительные и другие.

И каждое из государств доказывало, что честь изобретения боевых ракет принадлежит именно ему. Англичане называли боевые ракеты не иначе, как конгревовыми. Австрийцы уверяли, что их ракеты всегда были лучшими в мире. Однако первые европейские боевые ракеты были очень несовершенны. Они имели, как и прежде в Китае и Индии, совсем простое устройство. Только вместо бамбуковой трубки стали применять металлическую гильзу.

Артиллеристы-ракетчики заметили, что скорость и дальность полета ракеты тем больше, чем больше газов образуется при сгорании заряда. Это, в свою очередь, зависит от величины поверхности горения.

В первых ракетах заряд горел только с наружной поверхности. Если же высверлить канал внутри порохового состава, то заряд будет гореть не только снаружи, но и внутри — по поверхности канала.

В пороховом заряде ракеты стали делать углубленные — пролетное пространство, и ракета стала летать быстрее и дальше.

В головной части ракеты помещался зажигательный или разрывной снаряд. Длинный деревянный хвост прикрепляли к гильзе сбоку, чтобы ракета не кувыркалась в полете. И все же полет оставался неустойчивым, да и прикреплять хвост к гильзе было неудобно.

Для маленьких осветительных или сигнальных ракет этот хвост был и пусковым станком: ракету просто втыкали хвостом в землю, а затем поджигали заряд.

Но боевые фугасные или зажигательные ракеты стали постепенно увеличиваться в весе и размерах. Ракеты стали весить десятки килограммов, а снаряд — около 10 килограммов и даже больше. Калибр ракеты (то-есть диаметр гильзы) увеличился с 5 до 12 сантиметров.

Такие ракеты нельзя было пускать, втыкая хвостом в землю. Нужен был пусковой станок. Сначала станки были самые простые — деревянный желоб на козлах. Но стрелять из такого желоба было не всегда удобно. Тогда вместо него сделали трубу на треноге. Для прицеливания трубу можно было опускать или поднимать и поворачивать в стороны.

Но как ни просто были устроены ракеты, изготавливать их было нелегко. То в одном, то в другом ракетном заведении неожиданно происходили взрывы.

Представим себе, что мы рассматриваем порох в гильзе при большом увеличении. Пороховые зернышки показались бы нам тогда орехами, насыпанными в стакан. Между отдельными орехами остается воздух, который заполняет промежутки. Если зажечь порох, то пламя быстро проберется по воздушным каналам и заряд сразу сгорит весь, целиком, — произойдет вспышка.

Но порох в ракете должен сгорать постепенно, чтобы ракета могла работать дольше и не взорвалась. Для этого порох нужно уплотнить. Тогда отдельные зернышки сблизятся, а воздушные пространства между ними уменьшатся. Пламя не сможет сразу охватить весь заряд, который будет теперь сгорать постепенно, а не вспыхивать. Однако при уплотнении пороха воздух внутри заряда, не успевая найти выхода, тоже сжимается, а сжимаясь, нагревается.

Набивка ракет производилась вручную. Часто случалось, что воздух при этом нагревался так сильно, что порох вспыхивал и газы разрывали гильзу. К тому же

быстрое уплотнение пороха вызывало трение отдельных зернышек друг о друга, и одного неосторожного удара было достаточно, чтобы произошел сильный взрыв.

Но бывало и так, что даже изготовленные ракеты взрывались совсем не тогда, когда было нужно — на пусковом станке или по пути к цели. Противники ракет мрачно шутили по этому поводу, что ракета приспособлена больше для того, чтобы вредить своим войскам, чем войскам неприятеля. В этом была доля правды. Конечно, далеко не все ракеты взрывались не во-время, но такие случаи были. И солдаты нередко с недоверием и опаской смотрели на новое оружие.

Другими недостатками ракеты являлись малая дальность полета и плохая точность стрельбы.

Но у ракеты были и свои достоинства. Ракетное орудие легче и проще пушки — им лучше маневрировать. Легкими ракетными орудиями очень удобно вооружить подвижные войска — кавалерию, а также небольшие военные суда. Большую пользу ракетные орудия могли принести в горной войне.

Если нужно, несложные ракетные станки легко можно было перебрасывать с места на место в большом количестве. Боевая ракета была самым дешевым из артиллерийских снарядов. Ее можно было изготовить гораздо быстрее, чем снаряд обычной артиллерии.

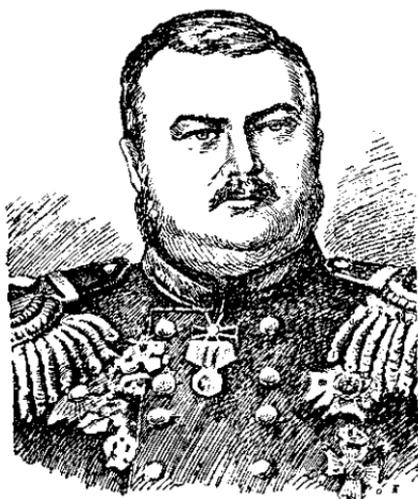
Ракета производила сильное впечатление на противника, незнакомого с ее действием. Она летела к цели со свистом, оставляя за собой сноп огня. Нередко ракета рикошетировала, отскакивала от земли, как бы выскивая себе жертву.

Французские солдаты, впервые увидевшие ракеты в Испании в 1814 году, так испугались, что бросились в воду в полной амуниции, и многие из них потонули.

Особенно сильное впечатление производили ракеты на кавалерию. Кавалерия оказалась самым слабым противником ракеты. Иногда от одной-двух ракет атакующая кавалерия поворачивала обратно.

Ценные боевые качества ракеты привлекли к ней внимание артиллеристов. Но ракета еще не была настоящим оружием.

Французский маршал Мармон говорил, что ракеты «доставят успех и покроют славой гения, который пре-



Константин Иванович
Константинов.

жде других достигнет их важность и извлечет из них все выгоды, какие от них можно ожидать».

Этим гением оказался русский ученый.

В вестибюле главного корпуса Артиллерийской академии висит мраморная доска, на которой золотыми буквами написаны имена ученых-артиллеристов — воспитанников академии, прославивших своими трудами русскую артиллерийскую науку. Первым среди них стоит имя генерал-лейтенанта Константина Ивановича Константинова.

Константинов блестяще окончил в 1838 году Артиллерийскую академию и посвятил все свои силы развитию ракетного оружия. Его справедливо можно назвать творцом русского ракетного оружия.

Константинов изучил историю ракет и побывал за границей, чтобы познакомиться с производством и применением ракет в иностранных армиях.

В иностранных армиях все в большем числе появлялись ракетные части. В военном флоте ракетами вооружались различные суда. Строились ракетные заводы и пиротехнические лаборатории.

И все же у ракет было еще очень много недостатков. Но недаром Константинов был отличным инженером, ученым и изобретателем. Он был русским артиллеристом и правильно оценил большое значение ракет для русской артиллерии. Он не преувеличивал роли ракет и понимал, что артиллерийское орудие и ракета — не враги, а друзья, но друзья-соперники. Над ракетой необходимо было еще очень много работать. Нужно было сделать ракету более меткой и дальнобойной и в то же время возместить ее сравнительно небольшую точность стрельбы большей силой огня — научиться производить

ракеты в большом количестве и безопасными способами. С этой мыслью вернулся Константинов в Россию.

Славная история русской ракеты началась около двухсот лет назад, задолго до работ Константинова.

Еще Петр Первый интересовался ракетами и, по свидетельству современников, сам изготовлял ракеты в ракетном заведении. Сигнальная ракета, изготовленная при Петре, применялась без изменений почти двести лет. Но до боевой ракеты тогда было еще далеко. Зажигательная ракета была все же только поджигателем.

Ею не уничтожишь конницу, не подожжешь солдат врага. Она нужна при осаде городов и крепостей, но в полевой, горной войне она только пугает, но не разрушает.

Первую русскую боевую ракету создал Александр Дмитриевич Засядко в начале прошлого века.

Засядко видел, что за границей много внимания уделяется боевым ракетам, и он решил заняться созданием русской боевой ракеты. Рассчитывать на помощь со стороны царского правительства не приходилось, и Засядко в 1815 году на вырученные от продажи имения деньги приступил к опытам.

Ракетное дело в России стояло тогда уже на высоком уровне. Имелись большие мастерские для производства ракет, с разнообразным оборудованием. Выпускались книги о способах изготовления ракет. Но производились в то время только сигнальные и фейерверочные ракеты.

После двух лет упорной работы Засядко создал боевые ракеты различных образцов. Засядко сделал ракету



Александр Дмитриевич
Засядко.

снарядом. Ракета стала перебрасывать боевой заряд, она превратилась в оружие — помощника артиллерии.

Дальность полета ракет Засядко была больше, чем у зарубежных.

Засядко создал также и станок для пуска ракет.

Ракеты, созданные генералом Засядко, были приняты на вооружение русской армии.

Засядко, «не делая из своего открытия тайны, не требуя вознаграждения за издержки, представил начальству полное описание своего изобретения и изложил пользу для Отечества, которая может быть» от боевой ракеты в армии.

Боевое крещение русские ракеты получили в войне с Турцией, которая началась в апреле 1828 года.

Засядко сам следил за применением ракет в осаде крепостей, обучал солдат и офицеров.

Русские войска готовились овладеть крепостью Варна, которая была ключом к обороне турок.

«Наступил рассвет 25 сентября 1828 года. Русская армия закончила последние приготовления к штурму. Артиллеристы заняли свои места у орудий. В одном из оврагов в полной готовности были выстроены и ракетные станки: расставлены треноги, в железные трубы вставлены ракеты, фейерверкеры уже зажгли фитили, чтобы по первой команде поднести их к ракетам. Командир роты скомандовал: «Сигнальную!» С правофлангового станка взметнулась ввысь сигнальная ракета.

В дело вступила русская артиллерия. Она подавила противостоящие турецкие орудия и открыла путь пехоте. Несколько выстрелов сделали ракетчики, но уже не сигнальными, а боевыми ракетами.

Под натиском русских войск пал первый бастион. Ракетные станки быстро продвинулись вперед и открыли огонь по крепости, зажигая ее деревянные строения, наводя панику на ее защитников»¹.

Ракеты Засядко показали хорошие боевые качества. Особенно удачным было применение их при осаде крепостей. Ракетами вооружали также суда Черноморского флота и Дунайской флотилии. Для перевозки ракет в горах были изготовлены специальные выюки.

¹ М. Сонкин, Русская ракетная артиллерия (Исторические очерки), М., Всениздат, 1949, стр. 26—27.

Командующий армией потребовал расширить производство ракет. В Тирасполе было организовано ракетное заведение. В 1829 году война с Турцией была окончена. Ракетное заведение было отправлено в Санкт-Петербург.

Прошло всего восемнадцать лет. В 1846 году, по требованию наместника Кавказа князя Воронцова, на Кавказ были направлены первые ракеты. А еще десять лет спустя Воронцов написал военному министру:

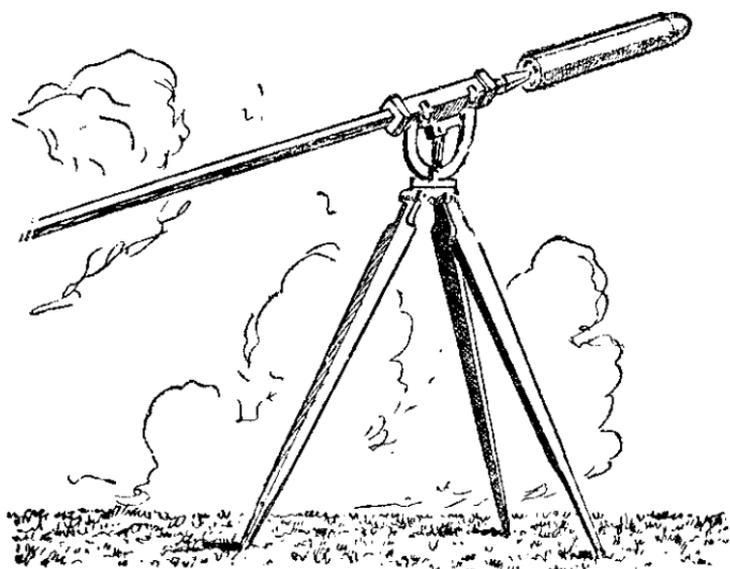
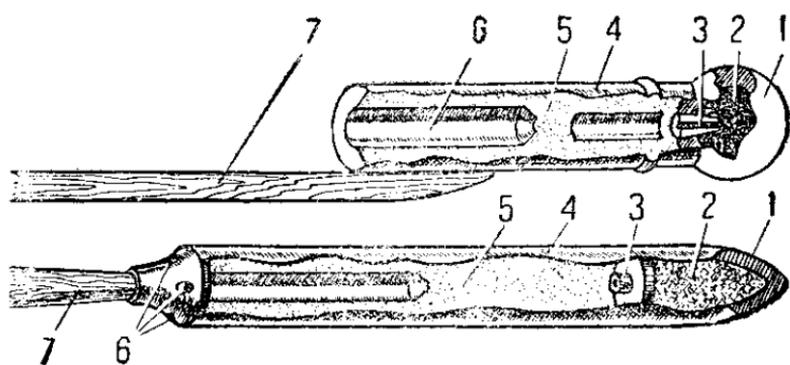
«Увидев употребление... ракет, мне тотчас показалось, что они могут быть, особенно в горах, одним из полезнейших орудий в войне... Малые ракеты суть артиллерия, конечно, не самая лучшая, но которую можно иметь всегда и сколько угодно там, где всякую другую иметь или трудно, или опасно, или даже невозможно, и количество оной далеко заменит некоторый недостаток в качестве».

Но ракетные заведения попрежнему оставались маленькими кустарными мастерскими, работать в которых было чрезвычайно опасно. А между тем спрос на ракеты непрерывно возрастал. Ракеты требовались уже не десятками и сотнями, а тысячами.

Став командиром Санкт-Петербургского ракетного заведения, Константинов начал с того, что сделал работу по изготовлению ракет более безопасной.

Как только не старались пиротехники, чтобы избежать частых взрывов при набивке ракет! Сначала они стали искать такой состав пороха, который воспламенялся бы при более высокой температуре. Затем попробовали смачивать пороховую набивку спиргом для той же цели. Но такие «мокрые» ракеты должны были перед употреблением несколько недель сушиться. Наконец попробовали делать в колодушке для набивки пороха отверстие для выхода воздуха, чтобы избежать его сжатия и нагревания. Но все это не помогало.

Единственным выходом было заменить ручную набивку более безопасной — машинной. Константинов придумал специальный автоматический пресс для набивки ракет, в котором можно было регулировать давление. Он сконструировал также машину для пробивки гильзовых листов, машину для высверливания отверстий в пороховом составе и другие приспособления, улучшающие и упрощающие производство ракет. Ракетное заве-



Русские боевые ракеты XIX века:

1 — корпус снаряда; 2 — разрывной заряд; 3 — гранатная трубка;
 4 — гильза (ракетная камера); 5 — ракетный заряд; 6 — отверстия
 для выхода газов; 7 — хвост.

дение стало настоящим машинным производством. И скоро Константинов с удовлетворением заявил, что одно Санкт-Петербургское ракетное заведение может уже обеспечить потребность в ракетах всех военных округов русской армии, которые в них нуждались.

Так решил Константинов первую задачу, стоявшую перед ракетным оружием: наладил массовое изготовление ракет и сделал его безопасным.

Константинозу удалось также повысить дальность полета и легкость ракет, не увеличивая в то же время их веса. Результаты этой работы не замедлили сказаться: русская боевая ракета стала летать в четыре раза дальше, чем раньше.

Но Константинов не ограничился этим. Он придумал простые и удобные станки для пуска ракет и устройства для их перевозки. Для кавалерии он изобрел легкий ракетный станок, не тяжелее пехотного ружья. Предложенная Константиновым предохранительная трубка для боевых ракет сделала обращение с ними более безопасным.

Так решил Константинов вторую задачу, стоявшую перед ракетным оружием: сделать ракету более дальноточной и удобной в обращении.

Ракетным делом в армии занимались теперь все больше: появились ракетные батареи и даже целые ракетные корпуса. Для них нужны были люди, хорошо знакомые с ракетным делом. Таких людей готовил Константинов в Санкт-Петербургском ракетном заведении. Для обучения артиллеристов ракетному делу он изобрел специальную учебную ракету.

Многие офицеры русской армии учились производству и применению ракет. При артиллерии Отдельного гвардейского корпуса был сформирован ракетный дивизион. Константинов предложил создать учебную ракетную бригаду, а затем и корпус, где могли бы учиться ракетному делу артиллеристы из всех частей армии, имея для практики все виды ракетной артиллерии: полевую, пешую, конную, осадную и крепостную.

Константинов неустанно знакомил русских артиллеристов с новым оружием. Ракета переставала быть диковинкой. Командиры полков просили разрешить им организовать ракетные батареи. Суда флотилии Азовского казачьего войска было решено вооружить ракетами. В артиллерийских частях производились опыты с ракетами, учебные стрельбы.

Везде, где приходилось действовать русской боевой ракетой, встречались ученики Константинова.

Из пожелтевших листов старых боевых донесений и воспоминаний участников боев перед нами встанут успехи русского ракетного оружия.

«Действие ракетных команд, находившихся во время сражения на правом фланге нашей первой линии при казачьих сотнях, было весьма успешно», писал начальник артиллерии отдельного Кавказского корпуса о боях с турками под Кюрюк-Дара в 1854 году.

«Употребление ракет под Силистрией... производилось в таких случаях, в которых не предстоит возможности иметь даже полевую артиллерию», писал «Артиллерийский журнал» в 1855 году.

«Кавалерия, стоявшая твердо под картечью и пулями, не могла выстоять под ракетами. Ракеты разом остановили натиск и произвели беспорядок в турецких колоннах», писал участник боев с турками в 1854 году Н. Поливанов.

Так решил Константинов третью задачу, ставшую перед ракетной артиллерией: подготовить людей, владеющих боевой ракетой.

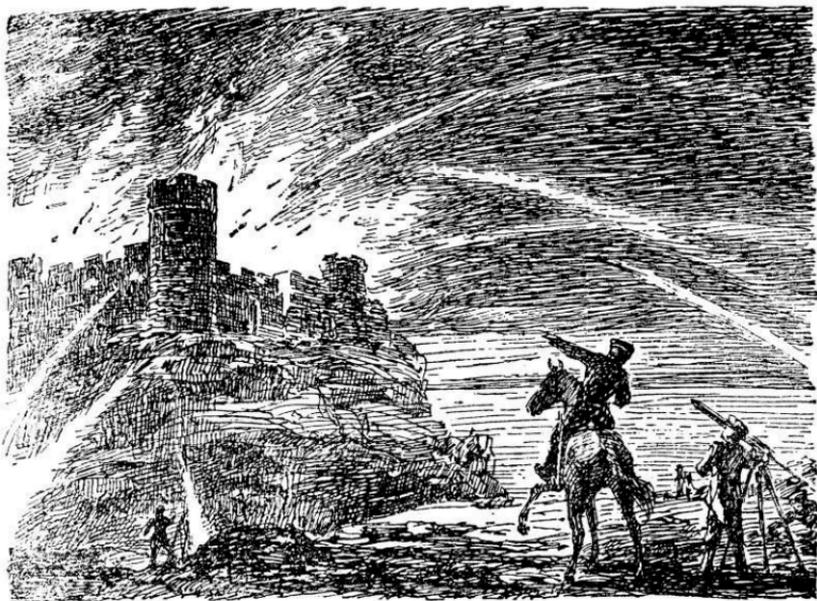
Но Константинову пришлось работать в обстановке равнодушия и раболепства царских чиновников перед всем иностранным. Так например, в 1848 году англичане предложили русскому правительству приобрести «новое мощное оружие» — вращающуюся ракету.

Константинов убедительно доказал, что эти ракеты хуже современных русских. Но царские чиновники не посчитались с этим. Когда же были произведены сравнительные испытания, то наглядно подтвердились бесспорные преимущества русских ракет и полная неосновательность претензий англичан, потребовавших «за открытие секрета» непомерную сумму — 189 тысяч рублей серебром.

К середине прошлого века ракетная артиллерия накопила большой опыт. Константинов на основе этого опыта показал, где и как нужно применять ракету. Он создал то, что называется тактикой этого нового вида оружия.

И его книга о боевых ракетах, его лекции, статьи и изобретения стали широко известны во всем мире.

«Оборудование для производства ракет должно быть изготовлено по методу Константинова», требовали



Обстрел осажденной крепости ракетами.

иностранные правительства, заказывая в России машины для своих ракетных заведений.

Работы К. И. Константинова, высоко поднявшего славу русского оружия, получили мировое признание. Об этом свидетельствовали многочисленные русские и иностранные ордена, которыми он был награжден за работу над ракетами.

Еще одну задачу поставил перед собой Константинов как техник и ученый.

Работая над конструкцией и производством ракет, читая лекции, создавая книги, он неустанно наблюдал, копил факты, ставил опыты.

Константинов построил остроумный прибор — электробаллистический маятник, который давал возможность изучать работу ракеты.

«Баллистический маятник доставил нам многие указания, относящиеся к работе ракет», говорил Константинов в своих лекциях.

Наблюдения указывают на возможность создания

математической теории конструкции ракет. К такому выводу пришел Константинов, изучая обширные материалы, собранные в результате своих опытов.

«Но это еще наука, которую надобно создать», писал он незадолго до смерти.

Эту науку Константинов создать не успел. Он умер в 1871 году.

Ее создал другой замечательный русский ученый — Цюлковский.

**
*

Успехи артиллерии в конце прошлого века заставили артиллеристов-ракетчиков напрячь все силы, чтобы ракета не отстала от пушки.

Укрытую близкую цель лучше поразить, накрыв ее сверху. А для этого нужно бросить снаряд круто вверх. Это делает гаубица.

Открытую дальнюю цель лучше поразить, бросив снаряд невысоко, но на большое расстояние. Это делает пушка.

И ракеты тоже стали делать двух видов. Одни из них сразу развивали большую скорость, летя круто вверх и накрывая цель сверху. Это были навесные ракеты.

Другие набирали скорость постепенно и пролетали большие расстояния, поражая далекие цели. Это были настильные ракеты.

Артиллерия стреляла все более точно. Совершенствовались нарезные орудия, которые, выбрасывая снаряд, заставляли его вращаться с огромной скоростью вокруг продольной оси. Когда тело вращается, оно устойчивее. А чем устойчивее снаряд в полете, тем меньше он отклонится от цели, тем более меткой будет стрельба.

И ракеты тоже заставили вращаться в полете. Такие ракеты уже не имели хвоста. В заряде были сделаны наклонные или винтовые каналы для выхода газов. Газы двигали ракету вперед и одновременно вращали ее, вроде сегнерова колеса.

Все же ракета стала отставать от пушки. Сначала она не уступала в дальности снаряду. Но артиллерия добивалась все новых успехов. И постепенно, уступая

снаряду в точности стрельбы и дальности, ракета стала применяться все реже.

Однако ракета хотя и редко, но продолжала помогать артиллерии.

Осветительные ракеты, например, применялись в русско-японскую войну. Вот что пишет об этом писатель А. Степанов в исторической повести «Порт-Артур»:

Солдаты-ракетчики «...выволокли переносные станки, вложили в каждый по ракете и зажгли фитили... Огонек медленно пополз вверх по нитке, и ракеты, зашипев и выбрасывая сноп искр, взвились к небесам. Рассыпавшись в воздухе на тысячи огненных звездочек, они ярко осветили впереди лежащую местность».

Осветительные ракеты пускали и по-другому:

«Два стрелка выползли в ров с небольшими ракетами в руках. К ракетам был прикреплен белый бенгальский огонь. При взлете ракеты он загорался и освещал местность. Ракеты спускались низко над землей, «ползли гадюкой», как говорили стрелки, и, пролетев около сорока-пятидесяти шагов, падали. С бруствера укрепления следили за «гадюками» и обстреливали залпами обнаруженные цели».

Применялись ракеты и во время первой мировой войны.

Один из участников этой войны — И. Н. Шухов — рассказывает, что он и его солдаты с успехом применяли тогда боевые ракеты.

На вооружении русской армии были только осветительные ракеты длиной около метра, с деревянным трехметровым хвостом. Были и специальные станки для пуска этих ракет.

Для того чтобы получить боевую ракету, солдаты заменяли светящийся состав в головной части ракеты ручными гранатами.

Такие ракеты служили и как разрывные и как зажигательные. Они с успехом применялись против врага, особенно во время «позиционной» войны, когда расстояние между противниками было невелико.

Ракеты хорошо работают под водой. Поэтому их пытались приспособить для движения морских торпед.

Оказалось, что ракетная торпеда двигается гораздо

быстрее, чем обыкновенная, которая приводится в движение сжатым воздухом, вращающим гребной винт.

Предложили построить и реактивную воздушную торпеду. В ней использовали старые идеи на новый лад.

Раньше, чтобы заставить ракету вращаться, в заряде делали наклонные каналы.

Впоследствии, чтобы заставить вращаться большую ракету — торпеду весом в полтонны, — одних каналов оказалось недостаточно. Поэтому перед каналами устроили камеру, в которой сначала собирались газы. А чтобы ракета лучше летала, пробовали даже поставить на пути газов целую турбину, действующую наподобие гироскопа.

Русский ученый Поморцев незадолго до первой мировой войны производил опыты с ракетами. Его ракеты отличались от обычных. Внутри оболочки находилось отделение для воздуха, сжатого до 100—125 атмосфер. В ракеты вводили горючее — бензин или эфир. В задней части ракеты, позади ее корпуса, Поморцев укреплял на распорках стальное кольцо. Ракеты с таким приспособлением достигали уже дальности в 8—9 километров.

Ракетами раньше вооружали легкие морские суда. Когда появились воздушные суда — дирижабли, пробовали и их вооружить ракетами. А в конце первой мировой войны попытались вооружить ракетами и самолеты.

Десяток ракет, помещенных в трубы, прикреплялся к расчалкам самолета-биплана. Это первое авиационное реактивное оружие, однако, не получило широкого применения: ракеты летали недалеко и плохо попадали в цель.

Зажигательными ракетами пытались вооружать самолеты-истребители, действовавшие против морских судов.

Ракетами же поджигали и привязные аэростаты.

Но меткость ракетных морских и воздушных торпед все еще была плохой.

Получилось так, что за время первой мировой войны о ракетах почти ничего не было слышно, в то время как артиллерия и авиация шагнули далеко вперед.

Самолеты к концу первой мировой войны стали летать со скоростью около 200 километров в час. Само-

леты вооружали бомбами, пулеметами и пытались вооружить даже пушками.

Артиллерия стреляла уже на 30—40 километров. В конце войны появились даже орудия, стреляющие на 120 километров.

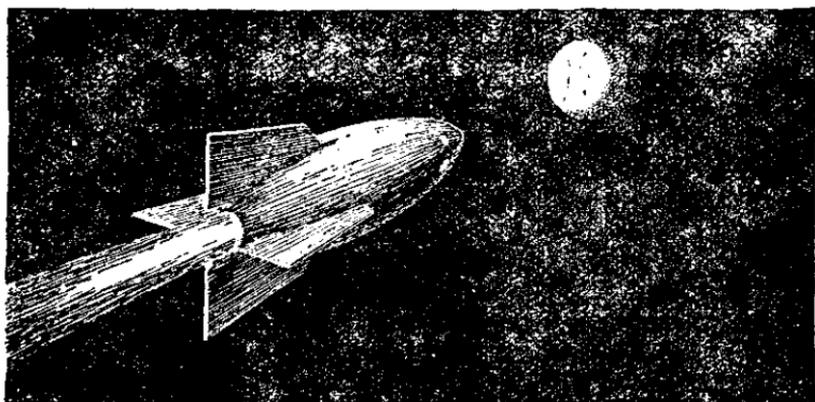
Но эти успехи дорого стоили артиллерии. Дорого даже в буквальном смысле: каждый выстрел из гигантской сверхдальнобойной пушки стоил несколько десятков тысяч рублей золотом. Ствол быстро изнашивался, а меткость орудия значительно уменьшалась уже после первых двух-трех десятков выстрелов. Если подсчитать, сколько времени служит такое орудие, то получим поразительную цифру: две с половиной секунды! В самом деле: время выстрела у сверхдальнобойного орудия составляет 0,05 секунды; помножив его на количество выстрелов — пятьдесят, — получим продолжительность рабочей жизни орудия в 2,5 секунды. После каждых пятидесяти-семидесяти выстрелов ствол выходил из строя и его нужно было менять. Гигантскую тяжелую пушку легко было обнаружить, а обнаружив — уничтожить. Для нового врага пушки — самолета — это было нетрудно.

И все-таки стрелять нужно было как можно дальше.

Пушка, забравшаяся на самолет, тоже чувствовала себя там неважно. Вернее, неважно чувствовал себя сам самолет: ведь у пушки есть отдача. Во время войны на один французский самолет поставили крупнокалиберную пушку. Самолет рассыпался в воздухе после первых же выстрелов — так велика оказалась отдача для самолета.

К пушке среднего калибра — той, которая должна поддерживать пехоту в бою — предъявляли два прямо противоположных требования: с одной стороны, нужно было дать мощный огонь, чтобы помочь наступать пехоте; с другой — нужно было орудия маскировать, делать их легкими и подвижными.

На пути дальнейшего развития артиллерии возникли большие трудности. Справиться с этими трудностями артиллерии помогла соперница пушки — ракета, науку о которой создал замечательный русский ученый Константин Эдуардович Циолковский.



Глава 3

ТВОРЦЫ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

Огромный вклад внесли в развитие ракеты русская наука и техника.

Засядко и Константинов были создателями русского ракетного оружия XIX века.

Труды Кибальчича и Циолковского открыли нам новую ракету — ракету-двигатель.

Над нею работали в России многие талантливые инженеры, ученые и изобретатели.

Об этих выдающихся деятелях русской ракетной техники мы и расскажем.

«Нет в мире более трудной техники, чем дело реактивного движения», писал Циолковский.

Вся история ракеты-двигателя подтверждает эти слова Циолковского.

Попытки использовать ракету для полета начались очень давно — почти одновременно с появлением самой ракеты.

Древняя китайская легенда рассказывает о том, как на ракете безуспешно пытались полететь. Со временем боевые ракеты были усовершенствованы настолько, что

могли перебрасывать тяжелые снаряды на довольно большое расстояние. И естественно, что мысль изобретателей снова и снова возвращалась к ракете как средству для полета.

В числе тех, кто обратил внимание на ракету как на средство полета, был русский изобретатель Кибальчич. Он также предложил воспользоваться пороховой ракетой для полета в воздухе. Кибальчич правильно оценил одну из сильных сторон ракеты: возможность управлять ее полетом. Идеи Кибальчича, к сожалению, оставались неизвестными до



Николай Иванович Кибальчич.

Великой Октябрьской социалистической революции. Кибальчич первым подошел к ракете как к аппарату, действие которого основано на строгих физических законах.

Николай Иванович Кибальчич был революционером, участником покушения на царя Александра II, совершенного 1 марта 1881 года. Кибальчич и его товарищи были приговорены к смертной казни. Ожидая исполнения приговора в тюремной камере, Кибальчич занимался своим проектом. Он не думал о том, что его ожидает смерть. Он хотел успеть закончить работу, чтобы принести пользу своему народу. Однако царские чиновники спрятали проект Кибальчича, не исполнили последней его просьбы — дать проект на рассмотрение ученых. Так пролежал он в архивах царской охранки до Великой Октябрьской социалистической революции.

**
*

Исследование полета ракет с помощью ясного и четкого языка математики, подобно тому как теперь исследуется полет самолета и снаряда, началось в конце прошлого века.

Русский ученый Иван Всеволодович Мещерский исследовал математически движение тел переменной массы.

Ракета как раз и есть такое тело, потому что масса ее в полете уменьшается за счет выгорания горючего.

Циолковский создал теорию реактивного движения, которая стала фундаментом новой — реактивной — техники.

Циолковский был не только ученым. Он был и изобретателем и обладал своим, особым стилем изобретательской работы. Путь, которым шел Циолковский в своих исканиях, начинался с фантазии.

Люди веками мечтали о полетах на планеты. Романисты создали множество фантастических романов о межпланетных путешествиях. Кто не знает увлекательных романов Жюль Верна и Уэллса о полетах на Луну!

Каких только способов не предлагали романисты в своих книжках!

Среди них — пушка и вулкан, выбрасывающие снаряды с огромной скоростью; вещества, защищающие от тяжести; световое давление; центробежные машины и десятки других самых разнообразных способов. Общее у них было только одно: все они никуда не годились.

Циолковский еще юношей мечтал о полетах на планеты и придумывал различные способы межпланетных путешествий.

Первую свою книжку он написал о тяжести, удерживающей человека на Земле. Он проектировал удивительные лаборатории — падающую вагонетку и гигантскую карусель, пользуясь которыми можно менять тяжесть по желанию.

Он рисовал картины жизни на астероидах — маленьких планетках, где достаточно оттолкнуться ногой, чтобы улететь в мировое пространство — так слаба на них тяжесть.

В мечтах он переносился на Луну и рисовал картины лунного мира.

«Сначала неизбежно идут мысль и фантазия. За ними шествует научный расчет» — так писал он о работе изобретателя.

И вслед за мечтой появился научный расчет.



Константин Эдуардович Циолковский.

Ракета способна развить такую скорость, которая недоступна никакому другому двигателю.

Ракета способна развить эту скорость постепенно.

Ракета способна работать в пустоте.

Вот что показали расчеты, сделанные Циолковским.

Ученые производили интересный опыт. Они помещали ракету в трубку, из которой был откачан воздух. Динамометр — прибор, измерявший тягу ракеты — неизменно показывал, что в пустоте тяга ракеты была больше, чем в воздухе.

Циолковский был прав: ракета может лететь в пустоте, и не хуже, а лучше, чем в воздухе.

Так мечта превратилась в науку. То, о чем другие догадывались, Циолковский доказал.

Но он не ограничился этим. Он создал теорию ракет — то, чего не успел сделать Константинов.

Формулы, выведенные Циолковским, показали, что скорость ракеты тем больше, чем больше скорость истечения газов, которая зависит от теплотворной способности топлива.

Поэтому порох, который столько веков применялся в ракетах, совсем не наилучшее топливо.

Если расположить горючие и взрывчатые вещества в порядке убывания их теплотворной способности, то порох займет одно из последних мест — далеко позади бензина, керосина, нефти. Быстрое сгорание — вот что делает порох незаменимым для артиллерии. Но для ракеты вовсе не требуется быстрого сгорания. «Окончательная скорость ракеты в пустоте не зависит от времени и порядка взрывания, — установил Циолковский. — Происходит ли оно равномерно или нет, длится ли секунды или тысячелетия — это все равно».

Для ракет, рассчитанных на длительную работу, порох не годится — слишком мал запас его энергии. На самолете его пришлось бы запастись поэтому столько, что самолет не смог бы даже взлететь. Но это и к лучшему: полет на такой «пороховой бочке» был бы весьма опасным.

Будущее показало, что Циолковский был прав. Теперь для ракет дальнего действия и авиационных реактивных двигателей применяют лишь жидкое топливо.

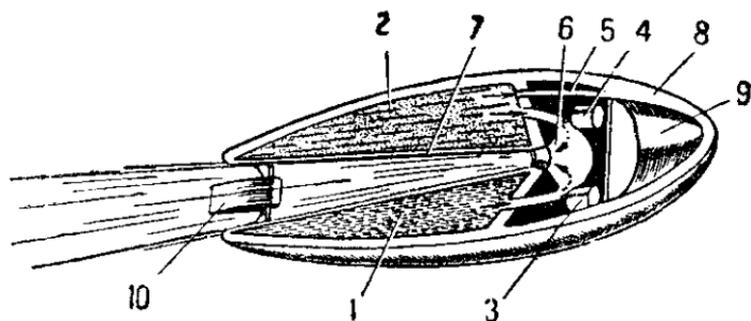
Формулы, выведенные Циолковским, показали, что ракета выгодна лишь при большой скорости полета. Это предполагал еще Константинов, считавший, что применение ракет на аэростатах, сухопутных экипажах и судах невыгодно. Циолковский же это доказал.

Формулы, выведенные Циолковским, показали, что если ракету устроить составной — из нескольких простых ракет, — то скорость и высоту полета можно значительно увеличить.

Станут возможными сверхдальние и сверхвысотные перелеты, межпланетные путешествия — победа над пространством и временем.

Можно уже сейчас построить такую составную ракету, которая сделается спутником Земли, достигнув скорости около 8 километров в секунду.

Веками служила ракета одной цели — уничтожать. Только в проектах изобретателей появлялась перед нами



Ракета Циолковского:

1 — жидкое горючее; 2 — жидкий кислород; 3 — насос для подачи жидкого горючего; 4 — насос для подачи жидкого кислорода; 5 — подача жидкого кислорода для охлаждения стенок ракеты; 6 — камера сгорания; 7 — сопло; 8 — корпус ракеты; 9 — пассажирская каюта; 10 — газовый руль.

другая ракета — ракета-двигатель, помогающая человеку победить расстояние. Наука, созданная Циолковским, дала жизнь этой новой ракете — ракете на жидком топливе. Циолковский сделал первый набросок большой пассажирской ракеты с жидким топливом. Позднее он разработал схему жидкостного реактивного двигателя. Все современные жидкостные реактивные двигатели работают по этой схеме.

Какую бы современную большую ракету мы ни взяли — дальнобойный ракетный снаряд или высотную метеорологическую ракету, реактивный истребитель или реактивную воздушную торпеду, — везде мы найдем то, что предвидел Циолковский задолго до появления современного реактивного двигателя.

Ракета Циолковского была новой ракетой. Она поставила перед техникой и новые задачи.

В пороховой ракете не нужно было заботиться о подаче топлива: оно находилось в самой камере сгорания.

Теперь топливо хранилось отдельно, и его нужно было подавать. Циолковский указал возможные способы подачи. Они и сейчас применяются в ракетной технике.

В пороховой ракете не нужно было заботиться об охлаждении ее частей: ракета работала совсем недолго и сильно нагреваться не успевала.

Жидкостный реактивный двигатель должен был работать гораздо дольше, поэтому его нужно было охладить. Циолковский указал возможные способы охлаждения. Они и сейчас применяются в ракетной технике.

В пороховой ракете не нужно было заботиться об управлении ею в полете. Теперь ракета стала летать дольше, и ею нужно было управлять. Циолковский указал возможные способы управления ракетой. Они и сейчас применяются в ракетной технике.

В пороховой ракете не нужно было заботиться о спуске ракеты. В боевых ракетах это и не требовалось. А там, где нужен был медленный спуск — например, для осветительных ракет, — применяли парашют. Для больших ракет, а в будущем для межпланетных ракет, это не всегда возможно. Нужно было придумать способы спуска ракет. Циолковский указал эти возможные способы. Они и сейчас применяются в ракетной технике.

По пути, намеченному Циолковским; от опытных ракет к ракетному самолету и ракетному стратоплану — самолету больших высот, пришла теперь ракета.

Но Циолковский работал не только для современной ракетной техники. Он работал для ракетной техники будущего.

За три месяца до смерти Константина Эдуардовича его посетил корреспондент московской газеты. Константин Эдуардович коротко рассказал ему о своей работе:

— Теперь много говорят о полетах в стратосферу. Наши отважные пилоты достигли уже двадцати двух километров. Геройский подъем!.. Моя новая работа касается главным образом основ построения заатмосферных летательных машин. Продолжатели стратостатов — реактивные аппараты... Такие аппараты могут быть двух родов: поднимающиеся вертикально, без крыльев, с обратным возвращением саморегистрирующих приборов, и как самолеты с таким же управлением, поднимающиеся под углом, с кабиной для пилота. Кабина может быть закрытой, или же пилоты должны носить особые скафандры. Такие реактивные аппараты несколько не зависят от степени разрежения атмосферы и могут летать не только в стратосфере, но и за ее пределами.

Циолковский немного помолчал и задумчиво прибавил:

— Мой новый труд — результат многолетних предыдущих работ... Но сделано еще далеко не все. Надо еще много и много трудиться, чтобы окончательно завоевать стратосферу и выбраться наконец за ее пределы. Это можно осуществить только у нас, в Советском Союзе.

«Вне Земли» — так назвал он свою книгу о будущих межпланетных полетах на ракетах. В ней он мечтал о том, как постепенно люди завоюют беспредельные просторы Вселенной.

И вслед за мечтой появились научный расчет и техническая идея.

Можно только удивляться тому, как тщательно и разносторонне работал Циолковский над межпланетной ракетой.

Он предложил десять типов межпланетных ракет — от небольшой опытной ракеты до огромной составной, на десятки пассажиров.

Он предложил аппараты для тренировки будущих межпланетных путешественников.

Он разработал способ старта межпланетной ракеты. Он рассмотрел условия жизни при полете в межпланетной ракете и предусмотрел всё, вплоть до связи с Землей.

Он придумал способ безопасного спуска ракет на Землю.

И только теперь, когда ракета полетела быстрее, чем самая быстрая из машин, созданных человеком, можно оценить смелость мысли гениального русского ученого, увидевшего в ракете будущего победителя непокорной силы природы — силы тяжести.

**

Юношей Юрий Кондратюк увлекался научной фантастикой.

Грандиозные и необычные проекты, о которых он читал, натолкнули его мысль на работу в области завоевания мировых пространств.

Самостоятельно Кондратюк начал заниматься математикой, физикой, техникой, изобретательством.

Очень интересен путь, которым он пошел в своих исследованиях ракетного полета.



Юрий Васильевич
Кондратюк.

Надо сказать, что долгое время он думал, что является первым и единственным исследователем в этой области.

Когда его работа уже подходила к концу — в 1925 году — Кондратюк познакомился с работами Циолковского. «Я хотя и был отчасти разочарован тем, что основные положения открыты мною вторично, — писал он потом, — но в то же время с удовольствием увидел, что не только повторил предыдущее исследование, но сделал также и новые важные вклады

в теорию полета». Начал Кондратюк с такого оригинального проекта.

Пушка выстреливает из себя ядро, которое, в свою очередь, является пушкой, выстреливающей ядро, и так далее — пока последнее ядро не наберет нужной космической скорости.

Результат получился невероятный: такая пушка, стреляющая пушками, должна была бы быть чудовищных размеров!

Тогда Кондратюк попробовал вторую пушку-ядро, которая выстреливается из первой, повернуть дулом назад и заставил ее стрелять в обратную сторону более мелкими ядрами. Пушка снова получилась чудовищно большой. Но тут он заметил, что чем больше выбрасывается этих ядер, тем размеры пушки меньше, а скорость ее больше.

Отсюда нетрудно уже было перейти к чистой ракете, которую можно рассматривать как пушку, стреляющую холостыми зарядами.

Кондратюк исследовал математически полет межпланетной ракеты и выдвинул ряд новых интересных идей.

Он предложил воспользоваться горением различных веществ в озоне — трехатомном (а не двухатомном, как обычно) кислороде.

Он первым доказал, что ракета, не сбрасывающая и не сжигающая своих баков во время полета, взлететь с Земли в мировое пространство не может — слишком большим получается необходимый запас топлива. Это подтвердили дальнейшие расчеты других ученых.

И чтобы облегчить задачу межпланетного полета, Кондратюк подробно занимался крылатой ракетой, разрабатывал спуск на Землю за счет сопротивления атмосферы и выдвинул идею межпланетной базы и связи с нею.

При этом Кондратюк предложил межпланетную базу сделать не спутником Земли (как другие ученые), а спутником Луны. Тогда «внеземная станция» не будет тормозиться остатками земной атмосферы, что могло бы привести к падению станции на Землю.

Идея Кондратюка теперь, когда ракетная техника шагнула далеко вперед, очень близки к осуществлению.

«Принимая во внимание, что Ю. В. Кондратюк не получил высшего образования и до всего дошел совершенно самостоятельно, можно лишь удивляться талантливости и широте взглядов русских механиков-самоучек», говорит профессор В. П. Ветчинкин.

Кондратюк мечтал о покорении Вселенной и тех грандиозных возможностях, которые откроются тогда перед человеком — хозяином Земли.

Кондратюк мечтал о том, как человечество овладеет неисчерпаемыми запасами солнечной энергии. Это поможет ему перестроить лицо Земли, преобразовать природу, изменить климат целых континентов.

И здесь он как бы перекликается со словами другого замечательного русского ученого:

«Реактивные приборы завоюют людям беспредельные пространства и дадут солнечную энергию в два миллиарда раз большую, чем та, которую человечество имеет на Земле» (К. Циолковский).



«Мальчиком я читал с особым вдохновением книги и рассказы из области астрономии и межпланетных путешествий... В 1908 году мне совершился 21 год от роду, я стал официально взрослым, получил некоторое количество денег и первым делом закупил себе астрономическую трубу... Я часто говорил товарищам, что нам нужно было бы поработать над вопросом о перелете на другие планеты... впервые сделал попытку работать в области межпланетных сообщений...» — так вспоминал о начале своей работы советский инженер-изобретатель Цандер.

Шли годы. Цандер производил расчеты, конструировал, делал опыты, выступал с лекциями и докладами.

Интерес к работам Цандера был велик.

Он рассказывал о своем проекте межпланетной крылатой ракеты-аэроплана с винтовым и ракетным двигателями.

Чтобы облегчить задачу межпланетного полета, он предложил аэроплан-ракету сделать разборным, а ставшие ненужными после взлета части аэроплана сжигать как горючее.

«Комбинацией ракеты с аэропланом, а также использованием строительного материала аэроплана в качестве горючего в ракете устраняется... препятствие к межпланетным полетам», говорил Цандер.

Он разрабатывал способы использования лучистой энергии Солнца для межпланетных полетов.

Он рассчитывал пути будущих ракетных перелетов, проектировал двигатели для ракетных кораблей.

В 1932—1933 годах Цандер, работая в группе изучения реактивного движения, строил свои ракетные двигатели. В них он практически воплотил идеи Циолковского и свои о ракетном двигателе на жидком топливе.

Цандер не дождался испытания своего двигателя: он умер в марте 1933 года.

Но начатое им дело продолжали его товарищи, другие энтузиасты ракетного полета. И скоро в воздух поднялась первая советская ракета на жидком топливе.

Обращаясь к группам изучения реактивного движения, созданным Осоавиахимом, Циолковский писал:

«Вы проявили такую деятельность, что я не считаю себя вправе более молчать. Удивляюсь и радуюсь вашей энергии. Несомненно, одолению заатмосферного пространства предшествует овладение разреженными слоями атмосферы — стратосферой. Деятельность ваша необычайно полезная...

Я могу сказать: только моя пролетарская великая страна, только моя Родина может поддерживать и воспитывать людей, которые смело ведут новое человечество к счастью и радости».

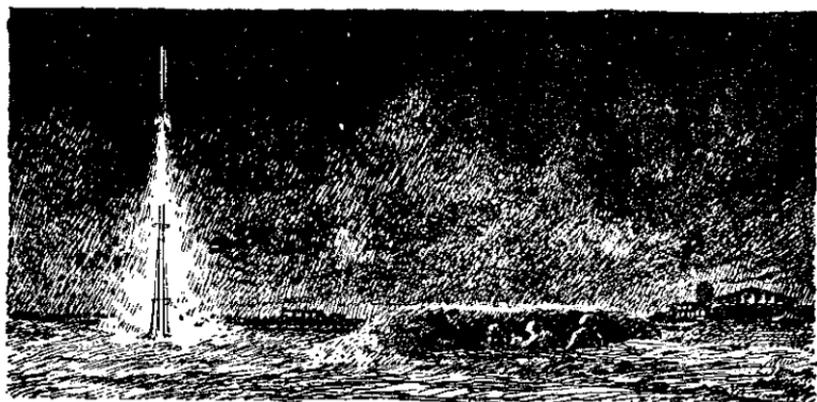
Работы Ф. А. Цандера, М. К. Тихонравова, В. П. Ветчинкина, В. П. Глушко, С. П. Королева, Б. С. Петропавловского, В. И. Дудакова, В. А. Артемьева, Н. И. Тихомирова и других инженеров и ученых сыграли большую роль в развитии советской ракетной техники.

В истории ракеты наступил новый, особо ответственный период. Ракета готовилась к войне.

Трудами советских ученых и конструкторов было создано грозное реактивное оружие, которое успешно применялось на фронтах Великой Отечественной войны. Это оружие показало всему миру высокий уровень и мощь советской ракетной техники.



Фридрих Артурович
Цандер.



Глава 4

РОЖДЕНИЕ НОВОЙ РАКЕТЫ

Ракета, работающая на жидком топливе, оказалась на четверть века моложе самолета.

Самолет появился тогда, когда была создана авиационная наука и техника.

Жидкостная ракета появилась тогда, когда была создана наука о ракете, а ракетная техника уже выросла и окрепла.

И самолет и ракета служили одной цели — помочь человеку подняться над землей.

На самолете человек стремился овладеть воздушными просторами.

На ракете человек стремился подняться еще выше — туда, куда не может залететь ни один самолет.

Первая мировая война выдвинула новое оружие — авиацию.

Вторая мировая война выдвинула новое оружие и двигатель — ракету на жидком топливе.

Общими усилиями целой армии ученых и техников создавалась ракета. Их работа походила на сражение. Во главе армии шли разведчики — ученые. Они открыва-

ли пути, по которым надо идти, ставили задачи, которые надо решить. За ними шли передовые части — изобретатели. Они придумывали, как эти задачи решить. Потом в бой вступали главные силы — инженеры, техники, исследователи, конструкторы. Они ставили опыты, пробовали, искали, конструировали, испытывали.

Как в бою, менялась здесь обстановка. Одна задача выдвигала другую, но все они вели к одной цели — ракете, которая могла бы быстро, высоко и далеко летать.

Но прежде чем такая ракета поднялась в воздух, прошло почти четверть века с того времени, как появилась наука о ракете, созданная Циолковским на рубеже двух веков.

Много трудностей нужно было победить.

Прежде всего нужно было найти жидкое топливо для ракеты.

Горение — это соединение горючего вещества с кислородом. Поэтому топливо должно состоять из двух частей. Одна часть — кислород или какое-либо вещество, содержащее много кислорода. Ее называют окислителем. Другая часть — горючее, которое мы будем сжигать в кислороде.

Топливо должно иметь высокую теплотворную способность. Оно должно иметь возможно больший удельный вес, чтобы объем баков был меньше.

Топливо должно кипеть при высокой температуре, чтобы не испариться раньше времени от встречного тепла на пути в камеру сгорания.

Обе части топлива — горючее и окислитель — должны хорошо смешиваться в камере. Топливо должно быстро воспламеняться и быстро сгорать.

Наконец, оно должно быть дешевым и доступным.

Из множества горючих и окислителей стали составлять такие смеси, которые лучше всего подходят для ракеты. А для этого пришлось произвести сотни опытов и тысячи расчетов.

В настоящее время в ракетах применяют спирт, бензин — как горючее, жидкий кислород, азотную кислоту — как окислители.

В воздушно-реактивных двигателях применяют керосин.

Лучшим топливом было бы водородно-кислородное.

Но у него есть недостаток — небольшой удельный вес. Оно занимает поэтому большой объем и требует огромных, а значит, тяжелых баков.

Вот если бы не нужно было возить водород и кислород с собой!

Как же так?

Пока это, конечно, еще фантастика — водородно-кислородный двигатель для подводной лодки, который описал в научно-фантастическом романе «Тайна двух океанов» писатель Г. Адамов.

Водорода и кислорода в воде морей и океанов сколько угодно — надо только уметь их добывать. Для этого нужно воду разложить на ее составные части — водород и кислород. Самый простой способ — разлагать воду электролизом, пропуская через нее электрический ток. Смешивая затем водород и кислород, можно получить гремучий газ.

Водород и кислород из баллонов идут к ходовым соплам, которые расположены на самом конце подводной лодки. Они направлены отверстиями своих растресбов назад. В камере сгорания оба газа соединяются, смешиваются и образуют гремучий газ. При взрыве гремучего газа получается водяной пар, который и устремляется с большой скоростью наружу через сопла. Лодка получает скорость хода до 150 километров в час.

Но чтобы разлагать воду, нужен мощный источник электрической энергии. Пока еще нет таких легких, маленьких, но мощных аккумуляторов электрической энергии, которые описаны в этом романе.

А когда они появятся — возможно, фантазия писателя и осуществится. Может быть, на помощь нам придет атомная энергия.

Однако выбрать топливо — это еще не все. На этом трудности не кончались.

Топливо сгорает, и давление в камере быстро растет.

То же происходит и в цилиндре обычного двигателя. Но там давление периодически поднимается и падает. Когда давление снизится, можно вводить топливо.

А в ракете камера сгорания работает непрерывно, давление в ней все время велико, и топливо подавать труднее. Для подачи топлива предложили воспользоваться каким-нибудь сжатым газом, поместив его в бал-

лоне над баком. Расширяясь, газ проталкивал бы топливо в камеру.

Но такой способ оказался невыгодным для больших ракет. Бак находится под большим давлением — стенки его толстые, тяжелые. На это обратил внимание еще Циолковский. Он предложил воспользоваться топливным насосом. Тогда стенки бака можно сделать тоньше и бак будет легче.

Реактивный двигатель расходует огромное количество топлива — в десятки раз больше, чем обычный авиатор. Только насос и может справиться с задачей — подавать топливо в двигатель сотнями килограммов в минуту. Справиться с топливом в самой камере сгорания оказалось тоже нелегко. Пришлось много поработать над тем, чтобы горючее и окислитель хорошо перемешивались и топливо сгорало быстро и без остатка.

Предложили, например, камеру устроить из двух частей. В первой части струи топлива смешиваются и начинают сгорать, а во второй — догорают полностью. Чтобы топливо при этом лучше перемешивалось, его еще заставляют вращаться по пути.

Трудно было и зажечь топливо.

Первые ракеты чаще всего взрывались в момент пуска.

Каких только способов здесь не испробовали — от самого простого, с помощью зажженной тряпки на палке, до электрического и химического зажигания.

Здесь помог опыт многолетней работы с двигателями внутреннего сгорания. И эта задача была решена.

Топливо подано в камеру и сгорело. Тут появляется новый враг — теплота. Температура в камере доходит до 3000 градусов. При этой температуре многие материалы не только плавятся, но даже кипят. Тяжело приходится не только камере. Сопло — насадок, через который вытекают горячие газы — тоже нагревается и истирается. Ведь газы вытекают с огромной скоростью — около 2000 метров в секунду!

Циолковский указал, что камеру сгорания и сопло нужно делать из самых прочных, жаростойких сплавов. Но даже и этого может оказаться мало. Камеру и сопло нужно еще охладить.

И Циолковский указал простой способ: применить для

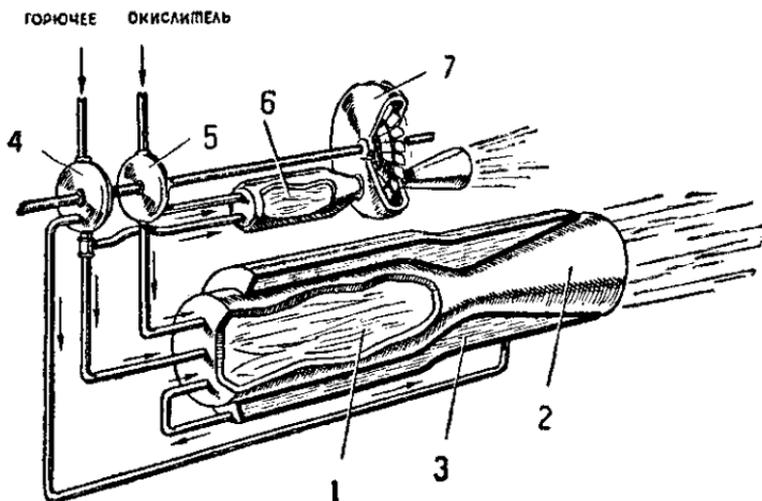


Схема реактивного двигателя на жидком топливе:
 1 — камера сгорания; 2 — сопло; 3 — рубашка охлаждения горючим
 камеры сгорания и сопла; 4 — насос для подачи горючего; 5 — на-
 сос для подачи окислителя; 6 — камера для питания вспомога-
 тельной турбины газами; 7 — вспомогательная турбина, приводящая в
 действие насосы.

охлаждения само топливо. Оно отнимет тепло от нагретых частей двигателя и поступит в камеру сгорания уже нагретым — его легче будет зажечь. Так решили и эту задачу.

Сначала камера ракеты работала всего около минуты, а впоследствии появились жидкостные ракетные двигатели, работавшие так долго, что их можно было уже использовать как двигатель на самолете. Таков результат упорной работы между двумя войнами.

Газы вытекают из сопла, толкают ракету, и она быстро летит вперед.

Но ракетой в полете нужно управлять.

Циолковский предложил поместить позади сопла, в потоке газов, рули — вроде тех, что имеются на самолете, только изготовить их из жаростойких материалов.

Если отклонить их в сторону, изменится направление движения газов, изменится и полет ракеты. Рули можно отклонять автоматом.

Так и управляются теперь большие ракеты, имеющие специальные графитовые рули. Это газовые рули; они стоят в потоке вытекающих из ракеты газов.

Но большие ракеты появились сравнительно недавно.

А первые жидкостные ракеты были совсем маленькие. Они никуда не летали. Их закрепляли на станке и наблюдали, какую они дают тягу. Но на первых порах даже и с этими маленькими ракетками случались большие неприятности: то разрывало бак, то прогорала камера.

Когда стали строить ракеты побольше, то пришлось придумать множество предосторожностей. Двигатель включали на большом расстоянии, а наблюдали за ним, как на войне за противником: в бинокли и стереотрубы. Наблюдатели находились за толстой бетонной стеной. При испытаниях часто гремели взрывы, и обломки неслись по воздуху, совсем как на войне.

Но вот наступил день, когда было выиграно первое сражение. Жидкостная ракета советского инженера М. К. Тихонравова совершила ряд удачных полетов. «Полет ракеты, — сообщали газеты, — представляет собой исключительно красивое зрелище. Сигарообразное серебристое тело ракеты устанавливается на пусковом станке высотой в несколько метров. Запуск ракеты производится при помощи включения рубильника, находящегося в полукилometре от места старта. Когда включается рубильник, раздается сильный гул, и в тот же самый момент из нижней части ракеты вырывается узкий язык пламени яркожелтого цвета. Ракета скользит по направляющим рельсам пускового станка и взлетает в воздух. Когда же ракета достигает наибольшей высоты, над ней раскрывается белый купол парашюта, и она плавно опускается на землю».

Это было почти пятнадцать лет назад. Теперь подобные ракеты поднимаются на высоту нескольких сот километров. И это для них не предел.

У жидкостной ракеты все же оказался большой недостаток: она расходует очень много горючего. Если поставить такую ракету на самолет, то самолету придется везти лишний груз — кислород. Но кислород можно забирать из окружающего воздуха. Эта идея была широко использована впоследствии, и такие двигатели стали

называться воздушно-реактивными. Воздушно-реактивный двигатель нуждается в запасе только одного горючего и потому менее прихотлив в выборе топлива, чем жидкостный реактивный двигатель.

Один изобретатель предложил сделать такой своеобразный воздушно-реактивный двигатель: он присоединил к цилиндрам поршневого мотора выхлопные насадки. Через них газы из цилиндров вытекали в атмосферу, давая реактивную тягу.

Еще в восьмидесятых годах прошлого века великий русский ученый, отец русской авиации Н. Е. Жуковский написал работу о реактивном действии вытекающей струи жидкости.

Вопросы реактивного движения интересовали Жуковского, и к ним он неоднократно возвращался в своих научных трудах.

Академик Лейбензон рассказывает: «Николай Егорович считал, что главное затруднение состоит в устройстве достаточно легкого мотора. «Сердце аэроплана — это его мотор», говорил он. Поэтому он придумал реактивный двигатель. Такой двигатель устанавливался на конце каждой лопасти винта. Воздух поступал в головную часть двигателя при вращении винта и смешивался там со спиртом, который подавался по трубке от втулки винта. Под действием электрического запала горючая смесь взрывалась, и продукты горения вытекали через сопло, находившееся в хвостовой части реактивного прибора. Получающаяся при этом реакция, направленная вдоль оси реактивного прибора, приводила винт во вращение».

Развивая работы Жуковского, член-корреспондент Академии наук Б. С. Стечкин разработал теорию воздушно-реактивного двигателя. Жуковский рассматривал реактивное действие вытекающей струи жидкости, то есть работу реактивных судов. Стечкин изучил реактивное действие струи воздуха при подводе к ней тепла, то есть работу авиационного реактивного двигателя.

И в воздушно-реактивном и в обычном поршневом моторе сгорает смесь горючего с воздухом. Этим они похожи друг на друга.

В поршневом моторе сжимается смесь горючего с воздухом. Сжатая смесь тут же в цилиндре и сгорает. Газы

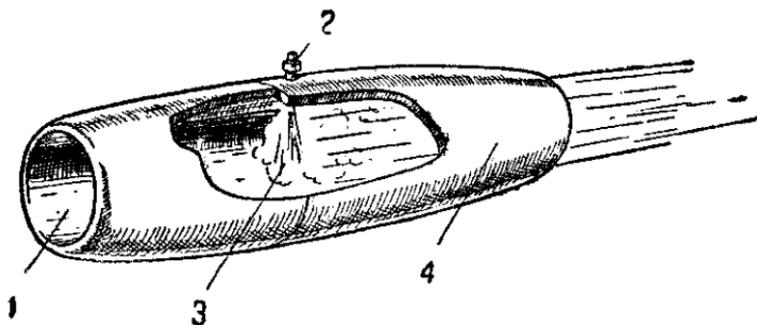


Схема прямогочного воздушно-реактивного двигателя:
1 — входная часть; 2 — подача горючего; 3 — камера сгорания;
4 — выходное сопло.

расширяются, толкают поршень, и поршень вращает вал с воздушным винтом.

В воздушно-реактивном двигателе сжимается не смесь горючего с воздухом, а чистый воздух. Сжатый воздух проходит в камеру сгорания и смешивается с топливом. В этом есть сходство с дизелем — в цилиндре дизеля тоже сжимается чистый воздух, а потом впрыскивается горючее.

Но все же воздушно-реактивный двигатель отличается от обычных моторов. Газы вытекают из камеры сгорания через сопло и толкают двигатель, а с ним самолет вперед.

Для того чтобы воздушно-реактивный двигатель хорошо работал, воздух нужно сжимать.

Изобретатели разделились. Одни из них пошли по самому простому пути. Ведь самолет движется в воздухе с большой скоростью, и воздух перед ним сжимается. Этим можно воспользоваться для работы простейшего воздушно-реактивного двигателя. Проще такого, как его назвали — прямогочного, двигателя ничего нельзя и придумать. При полете воздух входит в канал двигателя и благодаря большой скорости сжимается. Сжатый воздух смешивается затем с горючим, а газы выходят через сопло. Но такой двигатель начнет работать только тогда, когда скорость полета будет достаточно велика.

Пробовали воздушно-реактивный двигатель устроить и по-другому: отделить камеру сгорания от входной ча-

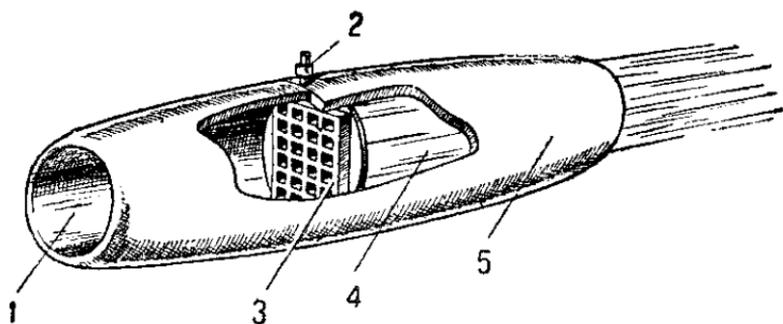


Схема пульсирующего воздушно-реактивного двигателя:
 1 — входная часть; 2 — подача горючего; 3 — решетка с клапанами;
 4 — камера сгорания; 5 — выходное сопло.

сти канала стенкой с клапаном. Смесь сгорает, давление в камере поднимается, и клапан закрывается. Газы вытекли, давление упало — клапан открылся. Тут-то и нужно подать топливо.

Это так называемый пульсирующий двигатель, похожий на тот, о котором говорил Циолковский. Он сложнее прямоточного, но его можно запустить на месте.

Но оба эти двигателя невыгодны при небольших скоростях полета.

Предлагали еще один тип простейшего воздушно-реактивного двигателя. Воздух можно сжать центробежной силой, которая тем больше, чем дальше от оси вращения. У воздушного винта самую большую скорость имеют концы лопастей. Если лопасть сделать полой и пустить в нее воздух, то при вращении винта он сожмется. Останется только подать горючее — и воздушно-реактивный двигатель заработает. Но все-таки и здесь сжатие воздуха оказывается небольшим.

Другие изобретатели пошли по иному пути, более сложному, но и более выгодному.

Заставить воздух вращаться — вот что предложили эти изобретатели, только сделать это так, чтобы воздух при этом сжимался гораздо сильнее, чем в полем винте. Это может сделать особая машина — компрессор.

Компрессор сжимает воздух, но для этого его нужно вращать.

Компрессор можно вращать обычным авиамотором.

Русский изобретатель Горохов предложил самолет с таким двигателем еще в 1912 году.

Этот самолет, хотя на нем и имелся обыкновенный мотор, выглядел совсем необычно. Винта у него не было. Мотор вращал не винт, а компрессор. Но здесь все же остался обычный мотор. Вместе с ним остались и его недостатки.

Тогда изобретатели решили заменить мотор новым двигателем — газовой турбиной и заставить ее вращать компрессор.

Первый проект газовой турбины появился очень давно. Автор его ставил перед турбиной скромные задачи: «...вращать вертел, мотать пряжу, звонить в колокола, качать колыбель и удовлетворять прочие нужды домашнего хозяйства...»

Но вышло так, что газовая турбина выросла из этих скромных рамок и получает самое разнообразное применение в технике.

Появилась газовая турбина и на самолете.

Проект газотурбинного реактивного двигателя для самолетов, близкого к современным, разработал советский изобретатель В. И. Базаров еще в 1924 году.

Если на пути газов, выходящих из камеры сгорания воздушно-реактивного двигателя, поставить колесо турбины, газы заставят его вращаться. Потом их можно выпустить через сопло в атмосферу. На одном валу с турбиной сидит компрессор. Турбина будет его вращать, а компрессор сжимать воздух.

Лопатки турбины сильно нагреваются да к тому же вращаются с огромной скоростью.

Для ротора и лопаток турбины пришлось создать особо прочную, жаростойкую сталь, которая при высокой температуре в сто раз прочнее, чем обычная. Эта сталь и дала жизнь в годы второй мировой войны газовой турбине, а с ней и авиационному реактивному двигателю.

**
*

После первой мировой войны не забыта была и наша старая знакомая — пороховая ракета.

Люди разных специальностей трудились над ракетой. Химики нашли новые, лучшие сорта пороха.

Металлурги дали новые материалы для ракеты — прочные легкие сплавы.

Артиллеристы снабдили ракету взрывателями. Вместе с аэродинамиками они изучили движение ракеты и ее устойчивость в полете.

Чтобы сделать ракету устойчивой в полете, предлагали множество способов. Часто среди них были очень оригинальные. Предлагали ракету снабдить складными крыльями: при выстреле под действием пружин они раскрывались. Пытались сделать крылья винтообразными: при полете встречный поток воздуха вращал бы ракету. Один изобретатель предложил даже... раскручивать перед выстрелом ракету при помощи электромотора.

Наконец ракета получила стабилизатор, похожий на тот, что имеется у самолета. От самолета крупные ракеты получили и крылья.

Постепенно создавалась новая пороховая ракета, по сравнению с которой прежняя ракета выглядела так, как первый паровоз выглядит по сравнению с современным.

История оружия — это непрерывная дуэль защиты и нападения: снаряда и брони, бомбы и железобетона.

Чтобы разрушить современное бетонированное или бронированное сооружение, бомба должна обладать очень большой скоростью. Поэтому ее приходится сбрасывать с большой высоты. Но при этом ухудшается меткость. Тогда предложили ракетную авиабомбу. Ракета заставляет бомбу падать быстрее. Впоследствии появились ракетные авиационные бомбы, которые могут разбить танк, как яичную скорлупу.

Ракету решили приспособить не только для вооружения самолета, но и для борьбы с ним. Появились проекты зенитных ракет.

Пороховую ракету предложили применять не только в артиллерии, но и в авиации — для взлета тяжелых самолетов, которые с трудом отрывались от земли.

У ракеты появились новые обязанности. Ее применили для борьбы с градом. После двух-трех ракет, выпущенных в градовую тучу, вместо града шел дождь. Взрыв ракеты перемешивал воздушные массы, предотвращая выпадение града.

Ракеты применялись для установления связи через реки, ущелья и для связи корабля с берегом в полосе

прибоя. Спасательные ракеты, которые перебрасывают трос на тонущий корабль, получили широкое применение еще в XIX веке. Константинов изобрел свою систему спасательной ракеты, которая оказалась намного лучше, чем английская. На побережье Балтийского моря были оборудованы под его руководством четыре станции со спасательными ракетами.

Лет десять назад в коллекциях филателистов появилась необыкновенная марка. Ее наклеивали на письма, которые развозил необычный почтальон — почтовая крылатая ракета. Ракета перебрасывала около шести тысяч писем на расстояние в полкилометра.

Ракетный «почтальон» может быть применен для связи в труднодоступных районах, например в горах. Ракета сбросит парашют с грузом писем над тем местом, куда их нужно доставить.

В горах ракета могла бы помочь альпинистам при восхождении на крутой склон: на корпус ракеты намотан трос, а головная ее часть имеет форму якоря, концы которого при падении глубоко зарываются в землю. Такой якорь перебрасывает трос на несколько сот метров.

**
*

Теория Циолковского была полностью подтверждена опытом.

От опытов на месте перешли к опытам в движении.

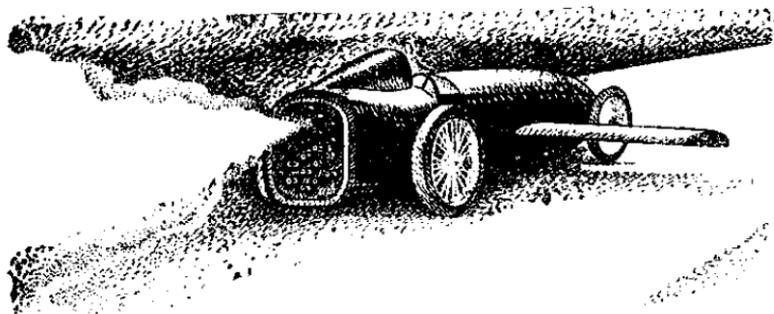
Их производили сначала с пороховыми реактивными двигателями, как более простыми и испытанными.

Строили ракетные автомобили, ракетные дрезины, ракетные сани, ракетные мотоциклы и даже ракетные велосипеды.

Залп батареи в два десятка ракет — и в облаке дыма, извергая пламя, с грохотом мчится ракетный автомобиль по треку. Он мчится так быстро, что пришлось снабдить его крыльями, чтобы он не взлетел в воздух: крылья перевернуты и не поднимают автомобиль, а прижимают его к земле. Несколько секунд бешеного бега — автомобиль замедляет ход и останавливается.

Мировые рекорды скорости побивались один за другим.

Это были очень дорогие гонки. Часто дрезины или



Ракетный автомобиль.

автомобили взрывались. И ездить на них было нельзя. Можно было только промчаться несколько сот метров, как будто машину выбросили из пушки.

Управлять таким автомобилем было невозможно. По существу, это был реактивный выстрел. И хотя реактивный автомобиль не походил на снаряд жюль-верновской «колумбиады», но пассажир его чувствовал себя не многим лучше героев Жюль Верна: большое ускорение прижимает человека к спинке сиденья, а через несколько секунд автомобиль уже останавливается.

Пороховой реактивный двигатель оказался одним из самых невыгодных двигателей для передвижения человека по земле.

Если расположить все двигатели в ряд, начиная от самых выгодных, то он окажется в самом конце, около первой паровой машины.

Циолковский был прав: ракета выгодна только на больших скоростях, а на земле получить их трудно.

Это можно сделать только в воздухе. Естественно, что ракету попытались применить и на самолете.

Сначала на самолете попробовали установить пороховой реактивный двигатель. Но полет на таком самолете, как и езда на автомобиле, продолжался очень недолго — это также было похоже на выстрел. Затем на самолете пытались установить жидкостный реактивный двигатель. Но наиболее широкое применение на самолетах получил в дальнейшем воздушно-реактивный двигатель.

Появлялись снова проекты реактивных судов и дирижаблей,двигающихся реакцией воды или воздуха.

Обтекаемый корпус судна, — предлагал один изобретатель, — должен иметь спереди большое круглое отверстие, напоминающее пасть кита. В это отверстие сильными насосами всасывается вода. Потoki воды, выбрасываемые из труб сбоку и сзади судна, должны заставить его идти вперед.

Воздух следует засасывать через отверстия в трубы, проложенные вдоль корпуса дирижабля, — доказывал другой изобретатель. Гигантские винтовые лопасти в этих трубах с силой выталкивают воздух через отверстие в корме воздушного корабля. Такой дирижабль, — думал изобретатель, — мог бы продержаться в воздухе несколько дней — пока хватит горючего для вращения винтов.

У этого реактивного судна и дирижабля общее одно: реактивная сила создается винтами, помещенными внутри, а не снаружи корпуса, как обычно.

В этом их недостаток. Воздух или воду нужно сначала ввести внутрь корпуса, а затем вывести наружу. Для этого нужны каналы. И какой бы простой формы они ни были, неизбежно появятся потери энергии за счет трения.

Техника стремится как раз к обратному: уменьшить потери за счет трения. Вспомним глиссер — судно, которое скользит по воде лишь небольшой частью корпуса.

Чтобы уменьшить потери, входные и выходные каналы в реактивном судне или дирижабле должны быть возможно короче.

Самыми выгодными будут поэтому каналы, длина которых равна нулю.

Это значит, что винт должен быть помещен не внутри корпуса, а снаружи, как у обыкновенного судна или дирижабля.

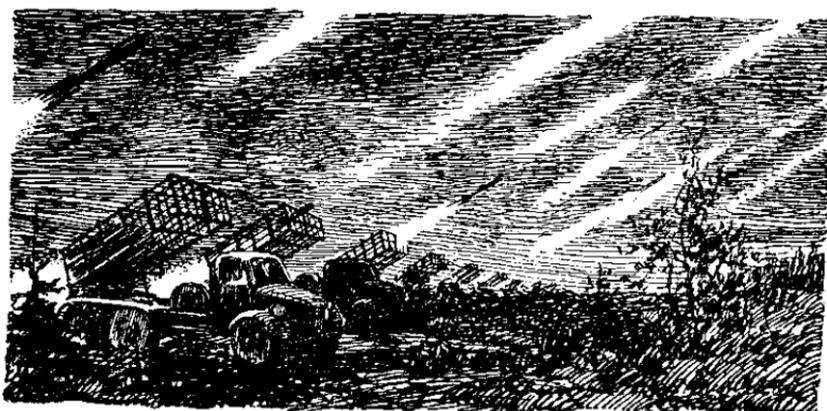
Но наружное расположение винта в обычном судне тоже имеет свои недостатки. Наружный винт может задевать за какое-либо препятствие, и очень важно защитить его от повреждений. Внутреннее расположение винта на реактивном судне позволяет избежать этих недостатков. Всасывающие воду отверстия можно снабдить приспособлениями, которые защищают двигатель от различных находящихся в воде крупных твердых предметов. Реак-

тивные водяные двигатели можно удобно располагать в корпусе судна. У реактивного судна есть и другое достоинство. Главная часть реактивного водяного двигателя — это мощный водяной насос, который годится для откачки воды в случае пробоины и для тушения пожара.

Работая над судовыми реактивными двигателями, изобретатели стремились уменьшить насколько возможно потери энергии на трение. Полностью устранить их не удается, но там, где этот недостаток реактивного судна окупается его достоинствами — например, при плавании по мелководным засоренным рекам, где обычный пароход неизбежно ломает гребные колеса или винт, — реактивное судно может успешно применяться.

В 1946 году в Москве было построено несколько буксирных судов с реактивными водяными двигателями, которые можно назвать водометами. Водометы помещены в камерах по бокам судна. Двигатель вращает вал, и лопасти водомета с силой отбрасывают воду назад, за корму, а реактивная сила струи двигает судно вперед.

Иначе обстоит дело в воздухе. Реактивная сила воздушной струи будет достаточной для передвижения воздушного корабля лишь тогда, когда струя выходит с большой скоростью. Воздух нужно разогнать в двигателе, а сделать это насосом невозможно. Есть только один способ: нагреть воздух, сжигая в нем топливо. Тогда струя газов, вытекая из камеры сгорания с очень большой скоростью, даст необходимую реактивную силу. Так и делают в современных авиационных воздушно-реактивных двигателях.



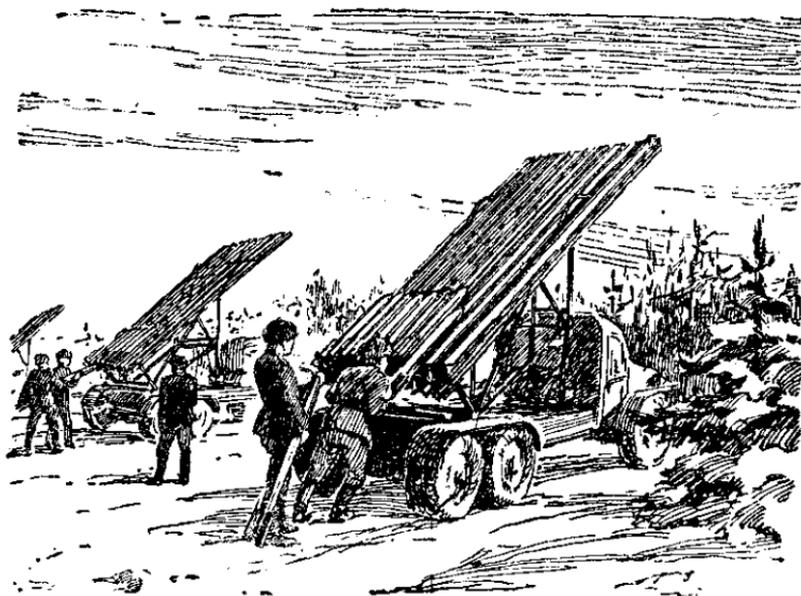
Глава 5

РАКЕТА-СНАРЯД

В начале Великой Отечественной войны на фронте появилось новое оружие. В то время даже среди артиллеристов мало кто знал о нем. Оно совсем не походило на обычное орудие, а напоминало скорее какой-то подъемный кран. В самом деле, разве может быть орудие без ствола, без затвора, без лафета?! Но вот новое оружие заговорило. Залп! Длинные огненные языки понеслись в сторону врага, за ними еще и еще... Сталь и огонь обрушились на врага неожиданным всепоглощающим ударом.

«Это был кошмар. Не только наши солдаты были охвачены паникой, но и те, кто находился далеко в стороне от нас, спасались бегством. Казалось, что стреляли сразу сотни орудий...» — так рассказывали пленные о новом оружии.

Внезапный массированный огонь, маневренность — вот в чем была сила нового оружия. Взлетали в воздух остатки бетонных укреплений и проволочных заграждений, разрушались дзоты и блиндажи, засыпались тран-

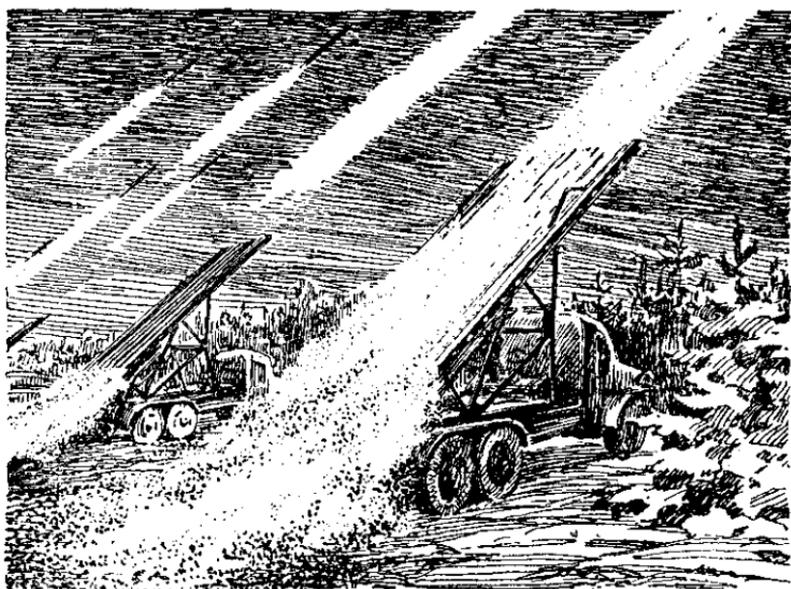


Реактивный миномет.

шей. Противник нес огромные потери. Немногие оставшиеся в живых долго не могли притти в себя. Ничто не могло спасти вражеские гарнизоны: ни блиндажи и дзоты в десять накатов, ни сплошные проволочные заграждения, ни густые минные поля.

Так было под Сталинградом и Брянском, Орлом и Курском, Одессой и Белгородом. Так было и в Германии, в боях за Берлин.

Однажды гвардейские минометные полки, сосредоточившиеся на направлении главного удара, получили приказ: за ночь сменить огневые позиции. Утро застало их на новом месте — за 50 километров от прежних позиций, готовыми к бою. С утра началась артиллерийская подготовка. Противник был твердо уверен, что советские войска начнут наступление на прежнем направлении. Внезапно на него обрушилась лавина огня и металла совсем не там, где ожидали наступления. Это было началом конца. Управление было потеряно, артиллерия выведена из строя. Бои завязались в глубине обороны



Реактивный миномет в действии.

противника, и в прорыв неудержимым потоком хлынули наши новые части. Наступление началось.

Так было везде, где появлялись гвардейские минометы — «катюши». Они со славой закончили свой боевой путь в Берлине.

Советская реактивная артиллерия была создана по инициативе и под руководством товарища Сталина. «В годы войны товарищ Сталин детально занимался вопросами разработки и внедрения новых, более совершенных видов боевой техники, — писал маршал Советского Союза Н. А. Булганин в день семидесятилетия товарища Сталина. — В августе 1941 года, когда шли ожесточенные бои под Смоленском, на одном из участков фронта залпом наших, тогда еще малораспространенных реактивных минометов («катюш») был уничтожен вражеский батальон, шедший самоуверенно и нагло в атаку. Эффективность этого вида оружия навела на гитлеровцев панику. Товарищ Сталин, узнав об этом случае, сразу же дал указание всячески развивать этот

новый вид вооружения. Реактивные минометы за короткое время получили в нашей армии самое широкое распространение».



Ракета появилась на поле боя после полувекового перерыва. Эти полвека не прошли для нее даром. Новая военная ракета воплотила в себе все достижения современной техники.

И вместе с тем новая ракета многое унаследовала от своей предшественницы — русской боевой ракеты XIX века.

Осталась прежней общая схема ракеты, но все составные части реактивного снаряда выглядят теперь совсем по-другому.

У современной ракеты также есть пороховая камера (пороховой ракетный двигатель) и боевая часть с разрывным снарядом. Но если раньше в пороховых ракетах применялся черный дымный порох, то теперь применяется бездымный.

При сгорании бездымного пороха не образуется твердых частиц, то-есть дыма, давление же газов получается бóльшим, чем при сгорании черного пороха. Больше давление — значит, больше скорость истечения газов, а следовательно, больше скорость ракеты. Теперь ракету уже нельзя делать из железа, как раньше. Современные ракеты изготовляют из стали, которая может выдержать большое давление.

Раньше порох запрессовывали в ракету сплошным цилиндром, с пролетным пространством внутри.

Теперь порох изготовляют в виде шашек, которые укладываются в камеру ракеты. Вместо поддона с отверстием внизу ракеты пороховая камера теперь закрывается диафрагмой с множеством отверстий, а ракета оканчивается соплом, через которое вытекают пороховые газы.

Раньше для устойчивости в полете ракету снабжали длинным хвостом. Теперь ракеты делают вращающимися или оперенными.

В стволе артиллерийского орудия взрыв порохового заряда создает огромное давление, которое выбрасывает снаряд из ствола. Это давление так велико, что снаряд

за ничтожные доли секунды приобретает огромную скорость. Поэтому ствол орудия и корпус снаряда приходится делать толстыми и прочными. Совсем другое происходит в камере сгорания реактивного снаряда. Она открыта с одного конца, порох в ней не взрывается, а постепенно сгорает. Поэтому и давление в ней получается примерно в десять раз меньше, чем в стволе орудия. Это дает возможность сделать камеру более легкой и менее прочной, чем снаряд. Так например, толщина стенок 85-миллиметрового реактивного снаряда составляет всего 2 миллиметра!

Ствол реактивного орудия совсем не испытывает давления пороховых газов и потому может быть заменен простым пусковым устройством — легкой трубой или направляющим рельсом. В одной установке можно соединить несколько десятков таких «орудий», чего, конечно, нельзя сделать с пушками.

В этом разница между ракетой и пушкой. Ракета — самодвижущийся снаряд, ее движет реактивная сила, а обычный снаряд получает от пушки лишь начальный толчок.

Не всякий порох годится для боевой ракеты. Надо помнить главное: горение ракетного пороха должно быть не мгновенным, а продолжительным. Нужно, чтобы ракетный порох сгорал равномерно, иначе полет ракеты будет неправильным, а это уведет снаряд от цели.

Производство ракетного пороха является поэтому очень сложным делом.

Высокие требования предъявляются не только к ракетному пороху. Как бы ни был хорошо приготовлен заряд, он никуда не будет годиться, если его поместить в плохую ракетную камеру.

Казалось бы, ничего не может быть проще: взять металлический цилиндр, просверлить в доньшке отверстие — и ракетная камера готова. Но такая простая камера будет работать плохо.

Нет такой машины, в которой не было бы потерь. Размеры потерь определяются по коэффициенту полезного действия. Он сразу говорит нам, сколько энергии пропадает в машине даром.

Чем выше коэффициент полезного действия, тем мень-

ше потери. Можно сказать, что усовершенствование всякой машины есть прежде всего борьба с потерями.

Такую борьбу пришлось вести и во всех машинах, где происходит течение струи пара или газа очень высокой скорости: в турбинах, скоростных аэродинамических трубах, реактивных двигателях. Она завершилась созданием сопла — специального насадка, через который вытекает пар или газ. Сопло позволяет увеличить скорость выходящего газа и лучше использовать его энергию.

Вот почему ракетная камера имеет насадок — сопло.

С огромной скоростью устремляются горячие газы из камеры в сопло. Газы нагревают и истирают сопло да вдобавок еще и разъедают его.

Чтобы увеличить срок его службы, внутренние стенки сопла в ракетных двигателях обтачивают, шлифуют и даже полируют. Кроме того, сопло во время работы двигателя иногда еще дополнительно охлаждают.

Зарядная камера снабжена взрывателем, от успешной работы которого зависит действие снаряда у цели. Это важная часть снаряда. В дальнобойных ракетах ставят для надежности даже не один взрыватель, а несколько — целую систему автоматически действующих взрывателей.

Иногда приходится стрелять по целям, летящим с большой скоростью. Скоростной истребитель, например, делает в секунду около 250 метров.

Для борьбы с самолетами устанавливают в ракетах радиовзрыватели. Это целая приемно-передаточная радиостанция очень малых размеров. Отражаясь от цели, радиоволны воспринимаются приемником взрывателя. Когда снаряд приближается на расстояние 15—20 метров к самолету, принятые радиосигналы, усиленные особым устройством, приводят в действие механизмы взрывателя.

Но и в неподвижную цель попасть сразу тоже нелегко. Как бы точно ни были изготовлены два ракетных снаряда, они никогда не попадут в одно и то же место. Какое-то, хотя бы и ничтожно малое, различие в силе заряда в них всегда будет. К тому же на полет снаряда

действует еще ветер; на полет влияет и состояние воздуха — теплый он или холодный, плотный или разреженный. На полет ракетного снаряда влияет еще и то, что вес его непрерывно уменьшается, так как движущий заряд постепенно сгорает.

Задача устойчивости в полете оказалась для ракетного снаряда очень трудной. Но для кон-

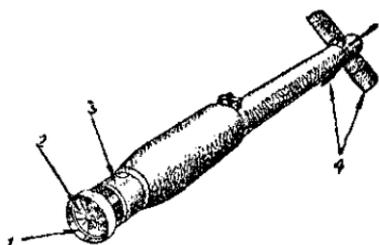
структоров эта задача не была совершенно новой. Для обычного снаряда или пули эту задачу помог решить волчок. В винтовке сделали винтовые нарезы, и пуля, вылетая из ствола, стала вращаться, как волчок, с огромной скоростью — до трех тысяч оборотов в секунду.

Волчок помог и ракетному снаряду. В направляющей трубе реактивного орудия стали делать спиральные пазы, которые заменяют нарезы в канале ствола обычного орудия. Использовали и одно старое изобретение, сделанное около девятиста лет назад. Снаряд стал сам себя вращать в полете. Для этого в ракетной камере устроили боковые выходы для газов, и снаряд завертелся, как своеобразное сегнерово колесо.

Но это вращение не производится, конечно, даром. На него тратится часть энергии движущего заряда, а значит, на движение вперед энергии остается меньше. Дальность полета снаряда уменьшается.

Тогда в старое изобретение внесли новую поправку. Тот самый воздух, который мешает лететь снаряду, стал помогать ему точнее лететь к цели. Воздух заставили врываться в винтовые нарезы на поверхности снаряда и вращать его.

Не для всех реактивных снарядов годится этот способ. Появились реактивные снаряды весом в тонну и больше. Сколько же надо затратить энергии, чтобы вращать такой снаряд с большой скоростью? Тут нехватит ни силы пороховых газов, ни силы воздушной струи. Для таких снарядов, а также во всех других случаях, когда



Ракетный снаряд с радиовзрывателем:

1 — антенна; 2 — ветрянка; 3 — радиовзрыватель; 4 — оперение.

вращать снаряд неудобно, применяют хвостовое оперение. К таким ракетам применимо древнее название: «огненная стрела».

С огромной быстротой, как фантастические огненные птицы, взлетают реактивные снаряды. Вспыхивают огненные полосы, а там, где птицы клюнули добычу, грохочут взрывы, и масса стали и огня обрушивается на врага.

Это стреляют реактивные минометы.

Удивительное оружие — миномет! Легкая стальная труба укреплена на треноге. С одного конца труба закрыта, с другого — открыта. На дне трубы жало — ударник. Прицел позволяет навести трубу под нужным углом. Мина опущена в трубу. Скользя в трубе под действием собственного веса, она натывается на ударник. Воспламеняется вышибной заряд. Выстрел! Мина круто летит вверх. И пока одна мина летит на врага, вторая начинает такой же полет, за ней третья, четвертая... Десять-двенадцать мин в минуту может выпустить миномет — настоящий дождь мин.

Реактивный миномет может дать уже не дождь, а ливень мин. Несколько стволов в реактивном миномете соединены вместе. Залп — и не одна мина, а целый десяток мин летит в воздух.

Существуют минометы с двенадцатью, шестнадцатью, двадцатью и даже с шестьюдесятью стволами.

Точность ракетных снарядов меньше орудийных, но их много, и это восполняет недостаток меткости.

Но не только огромной мощностью огня грозны реактивные минометы. Установленные на автомашину, они приобретают еще одно ценное качество — подвижность. Тогда реактивные минометы могут сопровождать кавалерию и механизированные войска в далеких рейдах по тылам врага, помогая конникам и танкистам наносить внезапные удары.

Реактивные минометы — это не только оружие пехоты, как и вообще миномет.

Реактивными минометами можно вооружать и танки. Все это возможно благодаря простоте устройства реактивного миномета.

Танкисты одной части узнали, что летчики успешно применяют реактивные снаряды, и решили использовать

их опыт. Они укрепили на башне танка два направляющих рельса — и реактивная установка была готова. Когда снаряды израсходованы, а запас их пополнить нельзя, то такую реактивную установку можно легко сбросить с танка.

В дальнейшем многоствольные реактивные установки появились на вооружении танковых частей.

Ракеты стали применять не только на танках, но и против танков.

Поединок ракеты с танком начался еще давно — когда предложили использовать ракеты как авиационные бомбы, предназначенные для поражения бронированных целей.

Но оказалось, что ракетой можно поразить танк не только с воздуха. Здесь и пригодился реактивный миномет. Так появились противотанковые реактивные минометы.

Противотанковый реактивный миномет должен быть легким, чтобы с ним было удобно обращаться на поле боя.

Он стреляет легкими минами — весом немного больше килограмма. Но такая мина может пробить броню в 15 сантиметров толщиной!

По силе огня противотанковый миномет не уступает 105-миллиметровой пушке, но пушка весит в сто с лишним раз больше миномета.

Противотанковое реактивное ружье весит еще меньше. Оно лишь немного тяжелее, чем обычная винтовка, и обращение с таким реактивным ружьем не сложнее, чем с обычной винтовкой. Только стреляет оно иначе, чем винтовка.

Нажат спусковой крючок противотанкового реактивного ружья. Включается ток, и искра воспламеняет заряд. Язык пламени вылетает из открытого отверстия ствола, мина помчалась навстречу танку...

Трудной и сложной оказалась проблема вооружения авиации оружием крупных калибров. Калибр — это вес. А лишний вес — это меньше полезного груза, меньшая скорость, меньшая дальность полета.

И еще один враг стоял на этом пути — отдача.

Мы уже рассказывали о том, что произошло с самолетом, на который поставили тяжелое орудие: после

первого же выстрела самолет рассыпался на куски. Это сделала отдача, на которую самолет не был рассчитан.

Для борьбы с отдачей предлагали самые различные способы. Пытались, например, построить пушку, стреляющую одновременно двумя снарядами — настоящим и фальшивым. Настоящий снаряд летел в цель, а фальшивый, легкий снаряд, поглощая отдачу, выбрасывался в обратную сторону на небольшое расстояние.

На дуле орудий поместили дульный тормоз — цилиндр с кривыми каналами в стенках.

В автоматическом оружии вредную силу отдачи заставили выполнять полезную работу: перезаряжать оружие и выбрасывать стреляные гильзы. Но вес автоматического орудия довольно велик.

Ракетные орудия, не имеющие отдачи, помогли решить задачу вооружения самолета, и притом без увеличения веса. Так легкий военный самолет получил еще один вид вооружения.

Было время, когда военный самолет не имел никакого вооружения.

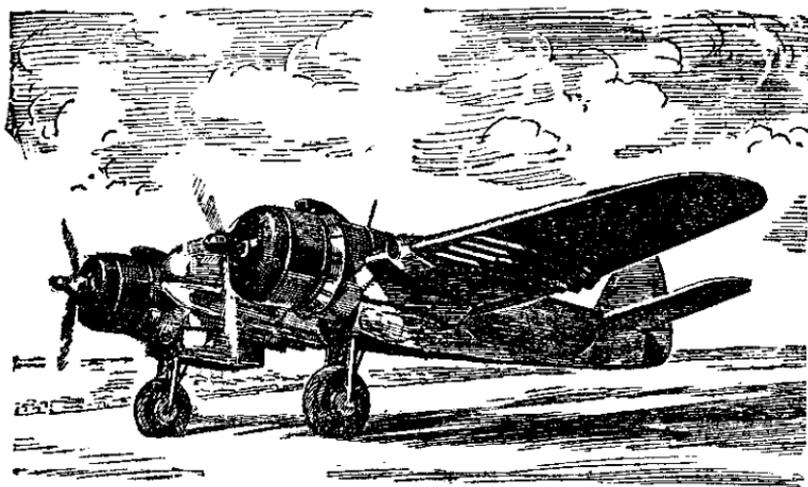
Теперь пулеметы, пушки, бомбы стали обязательной принадлежностью военного самолета.

И такой же обязательной принадлежностью самолета стали легкие направляющие рельсы или трубы под крыльями. Это ракетные орудия.

Самолет приближается к цели. Вот она, эта цель: скопище танков и бронемашин, или темное пятно железнодорожного узла с узкими змейками рельсовых путей, или караван судов, охраняемый военными кораблями.

Самолет устремляется вниз — пикирует. Все ближе земля, все быстрее несется самолет. Вот цель в перекрестьи прицела. Нажим кнопки — электрическая искра, взрыв, легкий толчок, и снаряд соскользнул с направляющих рельсов и несется все быстрее и быстрее.

Ракетные орудия легки и просты. Их стволы — направляющие полозья или трубы — толщиной всего в несколько миллиметров. Провода от системы зажигания ведут в кабину летчика. Нажимая кнопку, он может стрелять отдельными снарядами или залпом — выпустить сразу все снаряды.



Ракетные снаряды на самолете.

Но даже и легкие металлические стволы ракетных орудий показались конструкторам тяжелыми.

Появились реактивные орудия со стволами из пластмассы, хорошо сопротивляющейся действию огня.

Вес ствола из пластмассы в три раза меньше, чем из стали.

Ракетные снаряды на самолете успешно выполняют свою задачу — поражать отдельные наземные цели. На небольшом расстоянии ими стреляют достаточно метко.

Во время войны самолеты с ракетными установками часто обстреливали суда. Когда один корабль, обстрелянный с самолетов из реактивных орудий, выбросился на мель, оказалось, что из каждых десяти снарядов шесть попали в цель.

В конце войны появились гидробомбы с реактивными двигателями. Бомба сбрасывается с бомбардировщика, летящего на небольшой высоте. При падении бомбы в воду включается запальная свеча, которая воспламеняет твердое топливо ракеты, и бомба, направляемая гироскопом, быстро движется к кораблю под водой.

Но чтобы повредить большой корабль, нужно много реактивных снарядов. Весь боезапас реактивного ору-

для самолета — всего шесть-восемь снарядов. Нужно очень много самолетов, чтобы добиться успеха в поединке с кораблем.

Противовоздушная оборона корабля тоже не бездействует. Шквал огня бушует около самолетов. Корабль огрызается — он живуч, и справиться с ним не легко.

Нельзя ли перехитрить корабль? Не подходить к нему близко, а пустить снаряд издалека, как делают самолеты-торпедоносцы?

Торпеда — вот то средство, которое позволит решить задачу. Только это не обычная торпеда, которая подкрадывается к кораблю под водой, а воздушная торпеда. Она похожа скорее на маленький самолет, чем на артиллерийский снаряд. У нее есть крылья и хвостовое оперение, а в фюзеляже она несет около тонны взрывчатого вещества.

Небольшим самолетам-истребителям торпеды уже не поднять. Тяжелый многомоторный бомбардировщик поднимает ее и выпускает в воздух на высоте нескольких километров.

Торпеда начала свой полет. Но это не все. Ее нельзя предоставить самой себе. Торпеда — самолет, а самолетом нужно управлять.

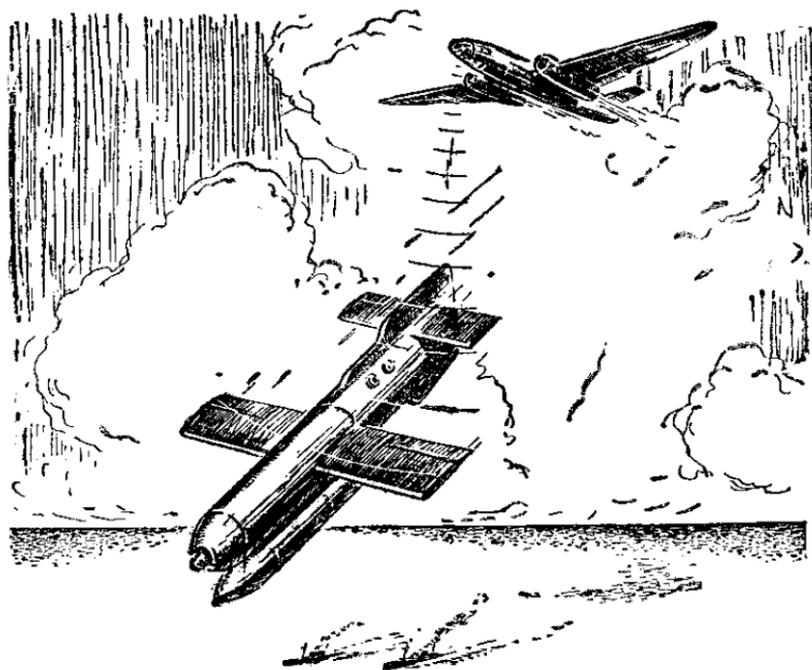
О самолетах, управляемых на расстоянии — по радио, — думали давно. В зарубежных фантастических романах даже описывались налеты целых эскадрилий, перелетающих тысячи километров и сбрасывающих свой смертоносный груз в далеком тылу противника.

Были построены управляемые по радио самолеты, которые могут подниматься, лететь в воздухе на небольшое расстояние и садиться. Самолет при этом управляется по радио с другого самолета.

Радио стали использовать также для управления реактивными воздушными торпедами.

Сбросив торпеду с большой высоты, летчик посылает радиосигналы механизмам управления торпеды, наводя ее на цель.

На некоторых торпедах имеются телевизионные установки, которые позволяют пилоту видеть цель так, как ее видно с торпеды.



Реактивная воздушная торпеда, управляемая по радио.

Реактивные снаряды стали применять не только для вооружения самолетов, но и для борьбы с самолетами.

Воздушные реактивные торпеды применяли против соединений бомбардировщиков. Они сбрасывались с самолетов и управлялись по радио. Реактивные снаряды начала применять и зенитная артиллерия.

Появились самонаводящиеся снаряды, которые преследуют самолет, и снаряды, управляемые по радио.

Другие снаряды служат для постановки воздушного заграждения. Есть снаряды, которые ставят в воздухе настоящие «проволочные заграждения». Они несут с собой тонкие стальные тросы, которые медленно опускаются на парашютах. Тросы ломают крылья и винты самолетов, налетающих на преграду.

Появились такие реактивные снаряды, которые на за-

данной высоте выбрасывают десятки мелких снарядов, покрывающих осколками огромную площадь.

Зенитными реактивными установками вооружаются корабли. На корабле мало свободного места, а чтобы страшить атаку самолетов, нужен огонь большой плотности. Поэтому многоствольные реактивные установки для кораблей особенно удобны.

Они удобны не только для больших кораблей. Небольшие десантные суда тоже стали вооружать многоствольными реактивными установками.

**
*

В марте 1918 года фронт проходил в 100 километрах от Парижа. Лишь редкие ночные налеты немецких самолетов напоминали о том, что фронт недалеко. И вдруг на улицы города упал снаряд, другой, третий... Но воздух чист, самолетов не видно. Не стреляет зенитная артиллерия. А взрывы таинственных снарядов следуют один за другим.

Парижане терялись в догадках. Неужели противник за одну ночь прошел сотню километров?!

Разгадка тайны находилась в 120 километрах от Парижа. Здесь находилась батарея сверхдальнобойных немецких орудий, обстреливавших Париж.

Удивительно выглядели эти орудия, напоминавшие каких-то доисторических чудовищ. Каждое орудие весило целых 150 тонн, а бетонная платформа — 200 тонн!

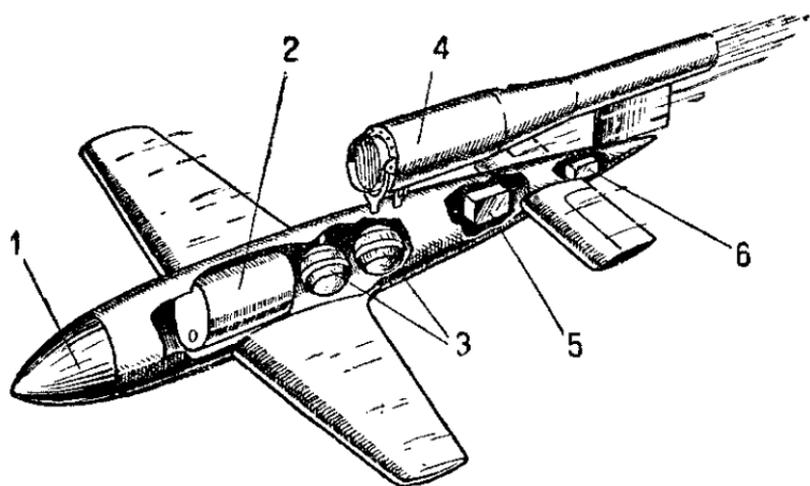
Снаряд такого орудия весил больше 100 килограммов, а заряд — вдвое больше снаряда. Пушка забрасывала снаряд в почти безвоздушное пространство — на высоту около 40 километров.

Но это огромное сооружение, стоявшее бешеных денег, было очень недолговечным. Его жизнь была в двести пятьдесят раз короче жизни обычного орудия, и потому каждый выстрел стоил десятки тысяч рублей.

Тогда стали искать другие способы сверхдальнобойной стрельбы.

Появились проекты электрических орудий.

Такое орудие представляет собой гигантский соленоид, разгоняющий снаряд электромагнитными силами. Но



Самолет-снаряд:

1 — зарядное отделение; 2 — бак с горючим; 3 — баллоны со сжатым воздухом; 4 — реактивный двигатель; 5 — автопилот; 6 — вспомогательный двигатель для рулей высоты и кия.

когда подсчитали, сколько энергии потребуется для электрической пушки, то оказалось, что для одного выстрела нужно затратить мощность в 500 тысяч лошадиных сил. Это мощность огромной электростанции.

Электромагнитная пушка оказалась тоже дорогостоящей, да и трудноосуществимой.

Главный секрет сверхдальнобойной стрельбы — забросить снаряд как можно выше, чтобы он летел в очень разреженном воздухе.

Есть только один двигатель, способный развить большую скорость в разреженном воздухе. Это реактивный двигатель.

Так возникла идея сверхдальнобойной реактивной артиллерии.

Появились реактивные воздушные торпеды, которые летали уже много дальше обычных реактивных снарядов.

Они еще больше походили на самолеты, чем те торпеды, которые нападали на корабли в море. Это были

настоящие реактивные самолеты, только маленькие. Даже двигатель у них был не такой, как у реактивного снаряда, а скорее авиационный — воздушно-реактивный двигатель. И все же это был снаряд, потому что пассажиром этого самолета был боевой груз — тонна взрывчатого вещества.

Эти воздушные торпеды так и прозвали: самолеты-снаряды.

Над корпусом самолета-снаряда укреплена длинная труба. В передней части трубы — решетка, прикрываемая клапанами. Встречный воздух во время полета устремляется в трубу, смешивается с топливом, и смесь сгорает. Давление в камере резко возрастает и прижимает к решетке клапаны, которые преграждают путь воздуху. Когда газы вытекли, давление падает, клапаны открываются, и воздух снова врывается в камеру сгорания. Все начинается сначала. Это происходит так быстро, что пока вы успеете сказать «раз» — одна секунда, — сорок пять раз открылись и закрылись клапаны, форсунки подали топливо и пульсирующий поток газов устремился наружу, сливаясь в одну сплошную мощную струю.

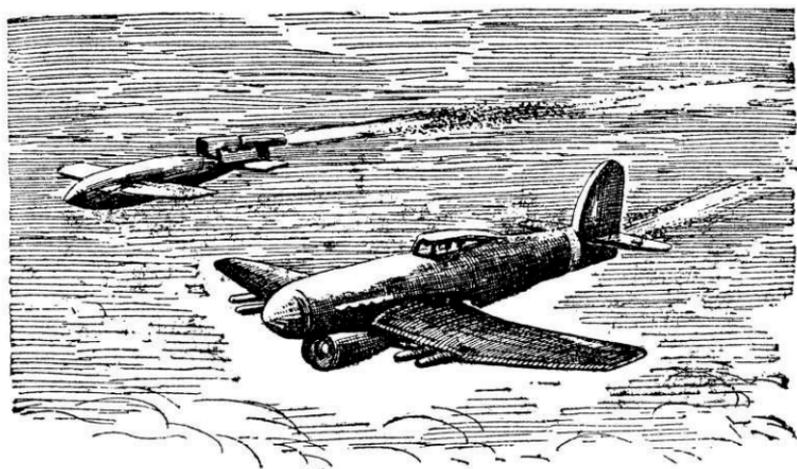
Автоматический пилот ведет самолет-снаряд по заданному курсу. Воздух вращает ветрянку в носу самолета-снаряда. Когда ветрянка сделает определенное число оборотов, прибор-автомат переводит снаряд из горизонтального полета в пикирование. Так устроен самолет-снаряд.

В июне 1944 года на западном фронте было затишье. Противников разделял Ла-Манш. Лишь изредка происходила дуэль между береговыми батареями.

Не прекращалась лишь война в воздухе, упорная и ожесточенная. Фашистам определенно не везло. Нехватало самолетов для регулярных бомбардировок английских городов.

На советском фронте фашисты к этому времени потеряли более шестидесяти тысяч самолетов. Нехватало летчиков. А каждый налет стоил десятков бомбардировщиков. Тогда они пустили в ход эрзац-бомбардировщик — самолет-снаряд.

Появление этого «секретного оружия» фашисты обставили с большим шумом. Ежедневно на Лондон от-



Борьба с самолетом-снарядом.

правлялось до сотни и более самолетов-снарядов. Фашисты рассчитывали, что город скоро будет разрушен.

Но... до этой цели было так же далеко, как и до появления нового «секретного оружия». Ведь и здесь происходила извечная дуэль защиты и нападения. Если можно изобрести новое оружие, то можно изобрести и средство борьбы с ним.

Нашлось такое средство и против самолетов-снарядов.

Скорость самолета-снаряда сравнительно невелика — немного меньше скорости современного истребителя. Самолет-снаряд беззащитен в полете. Догнав самолет-снаряд, истребитель расстреливал его из пулеметов. Успешно боролась с самолетами-снарядами и зенитная артиллерия. Бомбардировщики разрушали стартовые площадки самолетов-снарядов.

К тому же у самолета-снаряда нашлась своя ахиллесова пята. При стрельбе на большие расстояния попасть в цель нелегко. Для самолета-снаряда это оказалось почти невозможным.

Вероятность попадания в отдельную намеченную цель равнялась для него одной пятнадцатимиллион-

ной. Попробуйте вытащить, не глядя, из пятнадцати миллионов белых шаров один черный!

Единственной подходящей целью для самолетов-снарядов является только площадь не меньше нескольких квадратных километров — город. Но это уже стрельба на-авось: может быть, попадешь куда-нибудь, а может быть — нет.

Если сравнить самолет-снаряд с бомбардировщиком, то чтобы заменить один бомбардировщик, добравшийся до цели, понадобилось бы тысяча самолетов-снарядов, и то при условии, что все они долетят до цели. А к концу войны борьба с самолетами-снарядами была столь успешной, что из каждых двадцати пяти снарядов долетал только один. Остальные сбивались в пути истребителями и зенитной артиллерией. Значит, для замены одного бомбардировщика в действительности потребуется не тысяча, а двадцать пять тысяч самолетов-снарядов.

**

Однажды в одном из районов Англии раздался оглушительный взрыв, гораздо более сильный, чем взрыв самолета-снаряда. Его слышали все: рабочие на заводах, солдаты в казармах, прохожие на улицах. «Что это? — спрашивали они друг друга. — Самолет-снаряд? Взрыв на заводе?»

Но это было ни то, ни другое.

Это было новое оружие — сверхдальнобойная ракета.

Такая ракета устроена гораздо сложнее, чем пороховые ракеты и торпеды с воздушно-реактивными двигателями. Весит она более 10 тонн. Длина ее — 14 метров.

В этой ракете двигатель работает на жидком топливе, причем горючее и окислитель хранятся отдельно. Горючим служит спирт, а окислителем — жидкий кислород.

Горючее и окислитель нужно подать в камеру сгорания. Нужны насосы и двигатель для насосов. Реактивный двигатель работает довольно долго. Нужно его охладить. Наконец, двигателем нужно управлять.

Ракета установлена на бетонной платформе. Запу-

скается двигатель насосов, качающих горючую смесь в камеру сгорания. Смесь воспламеняется электросвечой. Растет тяга двигателя, и ракета отрывается от земли. С громовым гулом она исчезает в небе, оставляя за собой густые клубы дыма.

Через минуту после старта ракета уже на высоте в 30 километров. Автоматически выключается двигатель. Автоматический механизм переводит ракету с вертикального полета на наклонный. Теперь ракета ничем не отличается от обычного снаряда. Ничем, кроме скорости и высоты. Ее скорость достигает в момент прекращения работы двигателя 5700 километров в час. Выше ракеты не поднимался ни один снаряд: она поднимается на высоту около 100 километров. Даже звуку не угнаться за ракетой — она летит в несколько раз быстрее его. На такой скорости оболочка ракеты разогревается до красного каления от трения о воздух.

Вот ракета ударилась о землю. Взрыв! И только потом страшный рев — это шум от полета ракеты: ведь она летела быстрее звука. Во все стороны несутся осколки ракеты. И, как ни странно, на некоторых из них толстый слой льда. Красное каление — и вдруг лед! Это остатки жидкого кислорода.

Так действует ракета.

Но и у этого, страшного на первый взгляд оружия есть свое слабое место. Ракета не вращается в полете, и точность попадания у нее очень низка, а заменить точность количеством нельзя, потому что эта ракета — необычайно дорогой и сложный механизм.

Дальность полета этой ракеты невелика. Она летит всего пять минут, пролетая около 300 километров. Если



Ракета в полете.

дальность увеличить, придется значительно уменьшить боевой заряд и увеличить запас горючего, и снаряд станет фактически почти безвредным.

У этой ракеты нашелся враг — бомбардировщики. Они успешно разрушали стартовые площадки, откуда выпускались ракеты.

Подведем теперь итоги.

У пушки есть свои недостатки. Она тяжела, и с отдачей приходится возиться, да и к тому же все равно, как ни старайся, из пушки дальше чем на 100—150 километров не выстрелишь.

Для ракеты не нужно тяжелого ствола, нет отдачи, а дальнобойная ракета летит гораздо дальше пушечного снаряда.

Зато у пушки есть и много достоинств. И самое главное ее достоинство — хорошая меткость, чего нет у ракеты.

Для сверхдальнобойной стрельбы появились теперь мощные бомбардировщики.

Но и у бомбардировщиков есть свои недостатки. Кроме самолетов, нужно еще изготовить запасные части, бомбы, вооружение. Нужно топливо, очень много топлива. Нужны аэродромы с их сложным оборудованием. Нужны учебные самолеты для тренировки. Нужны летчики, механики, техники.

С ракетами дело обстоит проще. Только одни ракеты и нужно производить. Топливо для них нужно лишь при боевых полетах. Техников и механиков для обслуживания ракет требуется меньше, а летчики и вовсе не нужны. К тому же ракеты можно пускать в любую погоду и в любое время.

Зато у бомбардировщиков есть и достоинства. Ракету можно использовать только один раз. Выпустил ракету — и попала она в цель или не попала, а обратно ее не вернешь. А бомбардировщик сбросил бомбы и вернулся обратно.

Мы разобрали достоинства и недостатки ракет и сравнили их с другими видами оружия.

Перед нами ирошла вся история военной ракеты — от китайской «огненной стрелы» до сверхдальнобойной ракеты. Мы видели, как создавалась военная ракета, с какими трудностями пришлось бороться и как побежда-

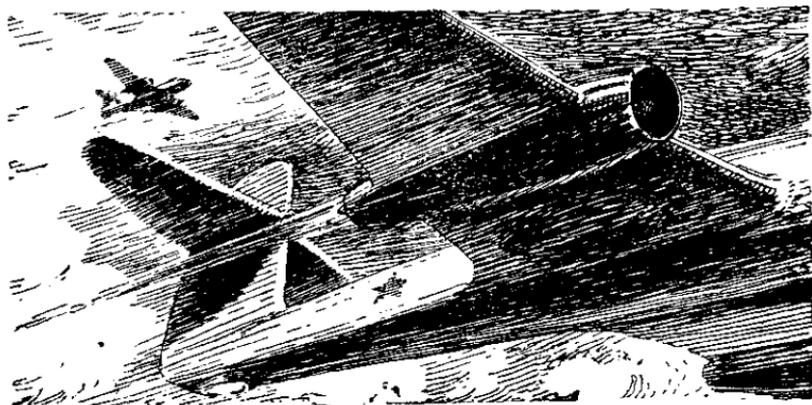
лись эти трудности. Мы видели, какое широкое применение получила военная ракета в современной войне — от реактивных пехотных минометов до дальнобойных реактивных воздушных торпед.

Мы видели, как шло соревнование между пушкой и ракетой.

Чем же оно кончилось? Кто победил? На этот вопрос можно ответить только так: победили и пушка и ракета.

Пушка и ракета, ракета и бомбардировщик — разные виды оружия.

У каждого из них свои достоинства и свои недостатки. У каждого из них свои задачи. Успешно решая эти задачи, они дополняют друг друга. Пушка и ракета — не враги, а друзья. И вместе они составляют то, что называют артиллерией — «богом войны».



Глава 6

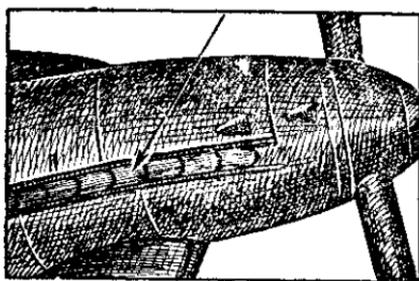
НОВЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Посмотрим теперь, как работает обычный поршневой мотор.

Сгорела горючая смесь в цилиндре. В маленьком пространстве образовалось так много газов, что давление в цилиндре резко возросло. Газы толкают тогда поршень вниз. Невелик путь поршня — всего какой-нибудь десяток сантиметров, и этот короткий путь поршень не проходит, а пролетает в ничтожную долю секунды. Затем поршень снова идет вверх, выталкивая перед собой газы, которым открыт теперь свободный выход: выхлопной клапан освободил им дорогу из цилиндра. Давление газов еще велико, горячие газы устремляются наружу. Что же получилось? Сгорела смесь горючего с воздухом, газы расширились и с огромной скоростью устремились наружу из камеры сгорания. Струя газов создает реактивную силу, которую можно использовать для создания дополнительной тяги.

Теперь почти на всех самолетах стали применять реактивные выхлопные системы, которые помогают винту и увеличивают скорость полета.

Реактивная выхлопная система похожа на реактивный двигатель. Камерой сгорания в ней служит цилиндр мотора, а соплом — реактивный выхлопной патрубок, через который выбрасываются отработанные газы. Таких «реактивных двигателей» на моторе может быть столько, сколько имеется в нем



Реактивные выхлопные патрубки на самолете.

цилиндров: каждый цилиндр имеет свой выхлопной патрубок. Работа выхлопных патрубков очень напоминает работу пульсирующего воздушно-реактивного двигателя, так как сгорание смеси в цилиндре мотора не происходит непрерывно.

Можно устроить сдвоенные патрубки для каждой пары соседних цилиндров. Иногда через одно сопло выпускают выхлопные газы из многих цилиндров, собирая их сначала в особом сборнике — коллекторе. Тогда при большой частоте выхлопов в многоцилиндровом моторе пульсирующий поток выравнивается, и газ вытекает непрерывной струей.

На самолете может быть еще один своеобразный воздушно-реактивный двигатель.

Радиатор мотора жидкостного охлаждения помещается на самолете в особом тоннеле. По тоннелю проходит охлаждающий воздух. Горячий радиатор передает свое тепло воздуху, и воздух нагревается. Скорость воздуха поэтому увеличивается, и возникает реактивная тяга — правда, очень небольшая, потому что воздух нагревается незначительно. Она помогает двигателю самолета. Такая тоннельная радиаторная установка похожа на прямоточный воздушно-реактивный двигатель, только камеру сгорания у нее заменяет радиатор.

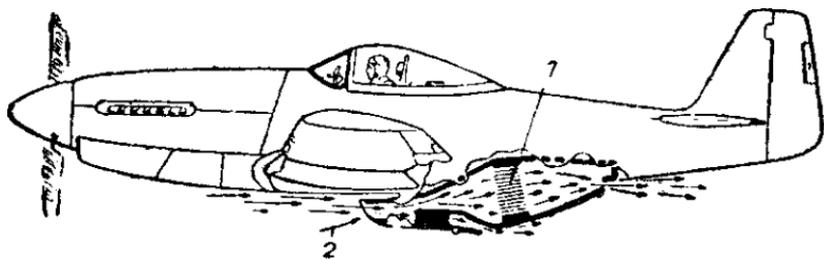
На обычных самолетах можно встретить и ракеты — пороховые и жидкостные. Они начали применяться еще задолго до того, как были построены первые реактивные самолеты.

Авиационных конструкторов давно уже занимал вопрос: как помочь самолету взлететь в воздух? Чтобы подняться в воздух, самолет должен разбежаться. Для этого истребителю нужно 500 метров, среднему бомбардировщику — около километра, а тяжелому бомбардировщику — «летающей крепости» — нужна дорожка длиной в несколько километров. И не просто дорожка, а настоящая автострада: бетонное шоссе шириной в несколько десятков метров!

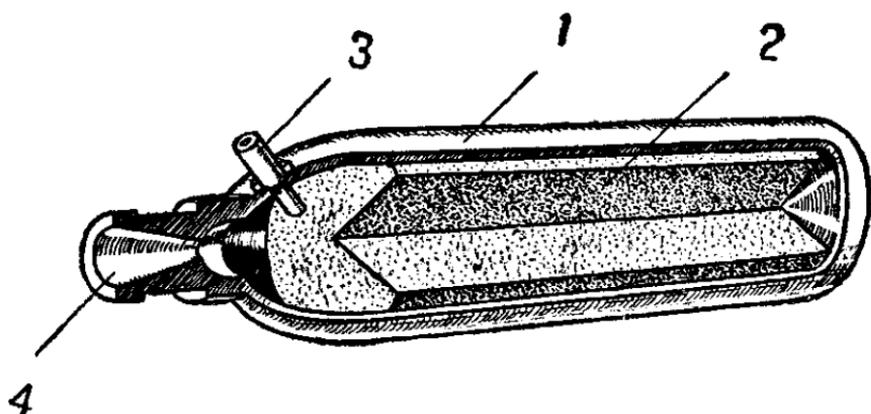
Сократить длину разбега самолета очень важно, когда самолет взлетает с фронтального аэродрома, с палубы авианосца. Если сократить длину разбега, аэродром для тяжелых самолетов можно значительно уменьшить в размерах. Чтобы этого добиться, конструкторы пошли по трем путям. Первый — увеличить не надолго, на время старта, мощность мотора. Для этого в цилиндры двигателей впрыскиваются специальные горючие смеси. Второй — увеличить тягу винта, а для этого сделать его побольше. Третий — выбрасывать самолет в воздух специальной катапультной.

Все эти три способа были не вполне удачными.

Первый способ вредно действовал на двигатель, второй сильно увеличивал вес винта и ухудшал его работу; третий способ оказался непригодным в боевых условиях: в бою часто бывает необходимо поднять в воздух сразу много самолетов, а катапультами этого не сделаешь.



Тоннельный радиатор:
1 — радиатор; 2 — вход воздуха в тоннель радиатора.



Стартовая пороховая ракета:
 1 — корпус ракетной камеры; 2 — ракетный заряд; 3 — воспламенитель; 4 — выходное сопло.

На помощь самолету пришли здесь боевые ракеты. Правда, это не совсем обычные боевые ракеты.

У них нет боевого заряда, и ими никто не стреляет. Укрепленные на самолете, они толкают его вперед, помогая винту, пока самолет не оторвется от земли. Батареи стартовых ракет помогают сократить пробег самолета перед взлетом почти наполовину. Вес этих ракет сравнительно невелик. Ракеты могут помогать стартовать и планерам.

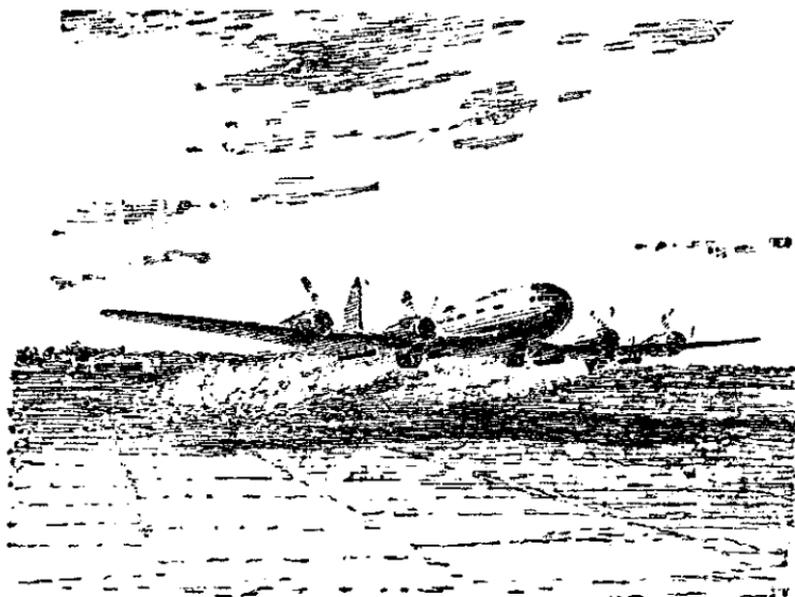
Четырехмоторный транспортный самолет со стартовыми ракетами стал разбегаться вчетверо быстрее.

Всего несколько секунд работают стартовые ракеты. Но большего от них не требуется — они успевают сделать свое дело.

Самолет поднялся в воздух — ракеты больше не нужны. Их можно сбросить на парашютах, а потом зарядить и использовать снова.

Таким образом, идея еще одного русского изобретателя вошла в жизнь. В 1911 году, на заре авиации, русский изобретатель Черкавский предлагал облегчить взлет самолета, используя энергию взрыва порохового заряда.

Существуют и жидкостные стартовые ракеты. Они сложнее пороховых, так как имеют еще отдельные баки



Самолет со стартовыми ракетами.

для топлива. Такой ускоритель устанавливается под крылом или под фюзеляжем. Ракетный ускоритель может помочь самолету не только при взлете, но и в полете, когда нужно быстрое кратковременное увеличение скорости.

Пилот включает зажигание — и сила в полтонны приходит на помощь моторам.

Все быстрее и быстрее разбегается самолет.

Вот он уже в воздухе. Поворот рукоятки — и под белым куполом парашюта реактивный ускоритель опускается на землю.

Сила в полтонны — немалая сила! А если установить несколько таких жидкостных ракет? Тогда и мотор не нужен.

Самолет с жидкостным реактивным двигателем оказался удивительным самолетом. Он обладает очень важным для самолета свойством — большой скороподъемностью.

Город в далеком тылу. Он опоясан кольцом зенитных батарей. Прожекторы, звукоуловители, зенитные пулеметы и орудия — все наготове. Патрулируют в воздухе истребители. Дежурят на аэродромах истребители-перехватчики, готовые устремиться в ночное небо на схватку с врагом. Здесь дело решают секунды.

Истребитель-перехватчик с жидкостным реактивным двигателем оставил далеко позади винтомоторные истребители. За три с половиной минуты он набирает высоту в 10 километров. Обычному истребителю нужно для этого втрое больше времени. И чем выше, тем труднее приходится обычному истребителю, а реактивному самолету — чем выше, тем легче. За одну минуту он поднимается с высоты в 6 000 метров на высоту в 12 000 метров.

На десятикилометровой высоте он может подниматься вертикально со скоростью 100 метров в секунду — в четыре-пять раз быстрее обычных истребителей.

Он может развивать скорость около тысячи километров в час!

Но у такого самолета есть большой недостаток. Жидкостный реактивный двигатель расходует огромное количество топлива — 5 килограммов в секунду, и чтобы подавать его, приходится устанавливать специальный насос. Запаса топлива хватает самолету всего на девять-десять минут полета.

Можно, правда, включать двигатель с перерывами. Тогда самолет сможет продержаться в воздухе подольше. Получится уже не самолет, а планер с реактивным двигателем. Длинная полоса белого дыма остается за таким планером-самолетом на взлете. Вот она исчезла — мотор выключен; потом появилась вновь и снова исчезла. Самолет как бы чертит пунктир в воздухе. Но даже и при такой работе двигателя полет не продлится больше полчасика, а это очень мало.

Теперь получает все более широкое распространение новый тип реактивного двигателя, который лишен этого недостатка. Появилось много разновидностей таких двигателей, но все они похожи друг на друга.

Их называют турбокомпрессорными двигателями, потому что одна из основных частей такого двигателя —

воздушный компрессор, сжимающий воздух. Иначе их называют газотурбинными двигателями, потому что другая основная часть двигателя — газовая турбина, приводящая во вращение компрессор.

Наконец, их называют еще воздушно-реактивными. Реактивными — потому, что среди основных частей двигателя — камера сгорания и сопло, и воздушно-реактивными — потому, что кислород для сгорания они получают из окружающего воздуха.

Камера сгорания и сопло такого двигателя — это обычный жидкостный реактивный двигатель. В нем нет никаких движущихся частей.

Компрессор и газовая турбина — это газотурбинная установка, все движущиеся части которой вращаются. В ней есть части, делающие десятки тысяч оборотов в минуту, во много раз больше, чем вал самого быстроходного авиационного двигателя!

Мы уже знаем, как работает жидкостный реактивный двигатель. Значит, с одной частью турбокомпрессорного реактивного двигателя мы знакомы.

Займемся теперь другой его частью — турбокомпрессорной установкой, состоящей из газовой турбины и компрессора.

Газовая турбина — один из самых замечательных тепловых двигателей.

В ней нет поступательно движущихся частей. Есть только вращение. В этом причина необычайной компактности турбины.

Современный двигатель внутреннего сгорания чрезвычайно сложно устроен. Особенной сложностью отличаются мощные авиационные двигатели. А сколько бесполезной работы приходится делать двигателю! Из четырех тактов — всасывание, сжатие, расширение и выхлоп — лишь один ход рабочий: расширение. Только в течение этого хода газы и совершают полезную работу, двигая поршень.

В турбине есть лишь один непрерывный рабочий ход — расширение газов и вращение диска. И все время, пока совершается этот единственный ход, производится полезная работа.

Производя непрерывно работу, при больших скоро-

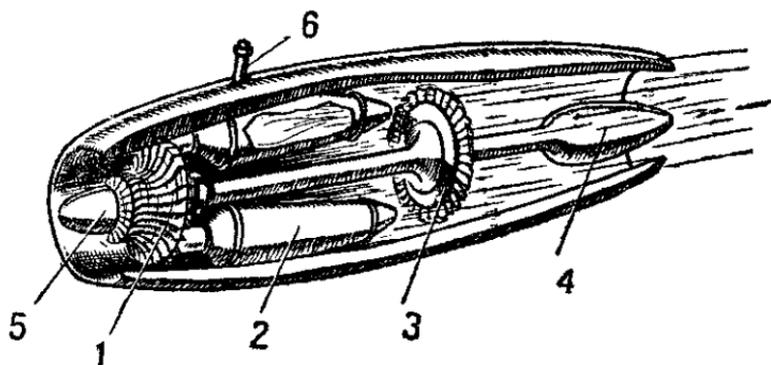


Схема газотурбинного реактивного двигателя с центробежным компрессором:

1 — центробежный компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — газовая турбина; 4 — конус выходного сопла; 5 — пусковой моторчик; 6 — подача горючего.

стях вращения, турбина способна развить огромные мощности.

И при этом компактная турбина весит сравнительно немного. Авиационная газовая турбина — один из самых легких двигателей.

Компрессор — это, по существу, турбина, но турбина «наоборот»: в ней давление не понижается, как, например, в паровой турбине, а повышается. Как и в турбине, главная часть компрессора — диск с расположенными на нем лопатками. Вращаясь, лопатки отбрасывают воздух от оси к краям диска. Воздух при этом становится плотнее, и давление его повышается. Так работает центробежный компрессор. Воздух движется в нем по радиусу — от центра диска к краям. Поэтому такой компрессор и называется центробежным.

Осевой компрессор имеет барабан с насаженными на нем рядами изогнутых лопаток. Лопатки захватывают и отбрасывают воздух, который при этом сжимается и попадает на следующий ряд лопаток (ступень компрессора), где снова сжимается, и так далее. Число таких ступеней может быть очень велико. Есть компрессоры, имеющие двенадцать и даже семнадцать ступеней сжатия.

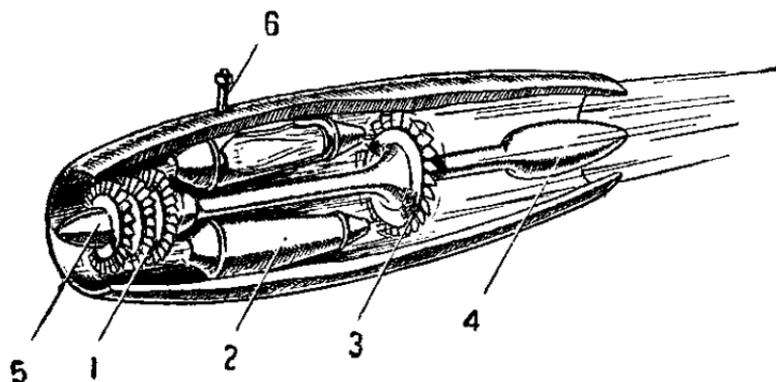


Схема газотурбинного реактивного двигателя с осевым компрессором:

1 — осевой компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — газовая турбина; 4 — конус выходного сопла; 5 — пусковой моторчик; 6 — подача горючего.

Так работает осевой компрессор, в котором воздух движется от ступени к ступени.

Между каждой парой рядов вращающихся лопаток расположены неподвижные изогнутые лопатки, прикрепленные к корпусу двигателя. Они выпрямляют поток воздуха, который движется вдоль оси. Поэтому такой компрессор и называется осевым.

Производительность компрессора должна быть очень велика.

Обычный двигатель современного истребителя расходует один килограмм воздуха в секунду, а воздушно-реактивный — в двадцать раз больше!

Компрессор повышает давление воздуха в три — три с половиной раза. Такое давление нужно для того, чтобы подать в двигатель для горения десятки кубометров воздуха в секунду и обеспечить достаточную тягу.

Вот зачем нужен компрессор реактивному двигателю.

Но, может быть, можно приводить в движение компрессор не от газовой турбины, а от какого-нибудь другого двигателя, например обычного авиадвигателя?

Такие двигатели называются мотокомпрессорными.

Но они все же чересчур громоздки, тяжелы. Вот почему обратились к газовой турбине, как наиболее пригодному для наших целей двигателю, и газотурбинный двигатель стал основным авиационным реактивным двигателем.

У обычного авиационного мотора было, правда, одно преимущество: его возраст. Он давно применяется и испытан в работе. Газовая турбина очень молода и только начинает развиваться. Но зато она намного проще и выгоднее.

Турбина, как и компрессор, — это диск с лопатками. Дисков может быть несколько; тогда, как и в компрессоре, они разделяются рядами неподвижных лопаток.

С огромной скоростью устремляется поток горячих газов на лопатки турбинного диска. Газы расширяются, давление их падает. Часть их энергии идет на вращение диска, остальная часть — на создание реактивной тяги.

В исключительно тяжелых условиях работает диск турбины. При вращении турбины с большой скоростью центробежная сила все время стремится разорвать диск.

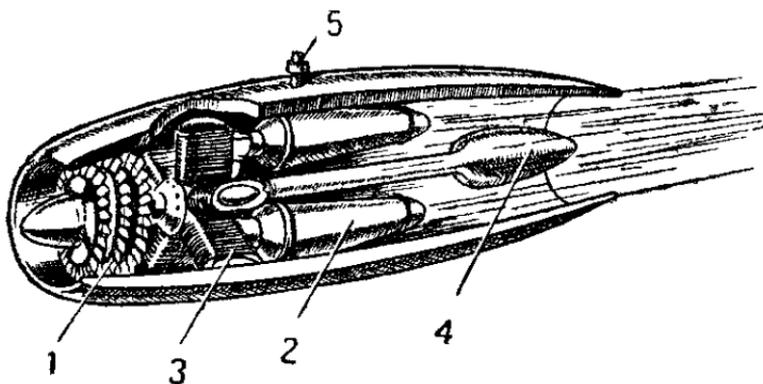


Схема мотокомпрессорного реактивного двигателя:
1 — компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — поршневой мотор; 4 — конус выходного сопла; 5 — подача горючего.

Но то же самое происходит и в компрессоре, и, однако, он успешно работает и не разрушается.

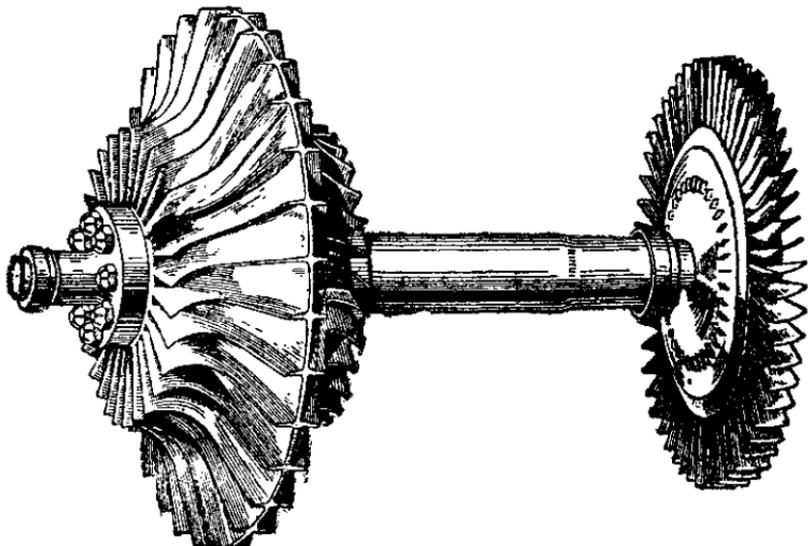
Компрессору, пожалуй, необязательно иметь десятки тысяч оборотов в минуту. Но он сидит с турбиной на одном валу: на одном конце диск турбины, на другом — диски компрессора. Между ними небольшое расстояние — всего около 2 метров, но насколько различны условия на концах одного и того же вала!

На переднем конце — чистый воздух; при своем движении он, конечно, нагревается, но не намного. На заднем конце — струя газов с температурой около 800 градусов.

Турбинный диск не только вращается, но и нагревается чуть не до красного каления.

В этом оказалась главная трудность в развитии газовой турбины. В этом причина того, что хотя идея газовой турбины появилась очень давно, первая газовая турбина была построена только в 1897 году. Ее построил русский изобретатель П. Д. Кузьминский.

В самом деле, ни один обычный материал, из которо-



Газовая турбина и компрессор.

Такие двигатели называются мотокомпрессорными.

Но они все же чересчур громоздки, тяжелы. Вот почему обратились к газовой турбине, как наиболее пригодному для наших целей двигателю, и газотурбинный двигатель стал основным авиационным реактивным двигателем.

У обычного авиационного мотора было, правда, одно преимущество: его возраст. Он давно применяется и испытан в работе. Газовая турбина очень молода и только начинает развиваться. Но зато она намного проще и выгоднее.

Турбина, как и компрессор, — это диск с лопатками. Дисков может быть несколько; тогда, как и в компрессоре, они разделяются рядами неподвижных лопаток.

С огромной скоростью устремляется поток горячих газов на лопатки турбинного диска. Газы расширяются, давление их падает. Часть их энергии идет на вращение диска, остальная часть — на создание реактивной тяги.

В исключительно тяжелых условиях работает диск турбины. При вращении турбины с большой скоростью центробежная сила все время стремится разорвать диск.

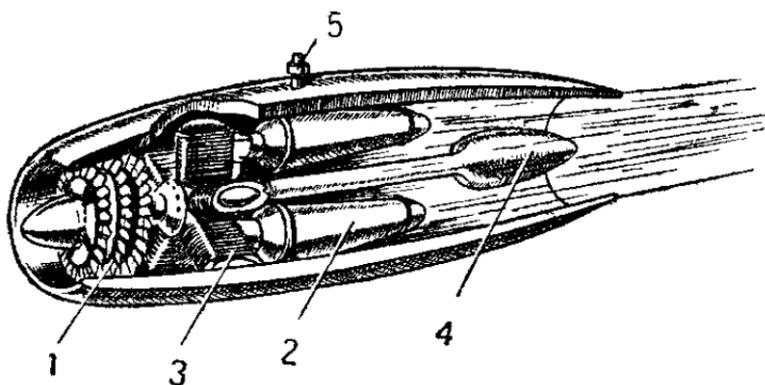
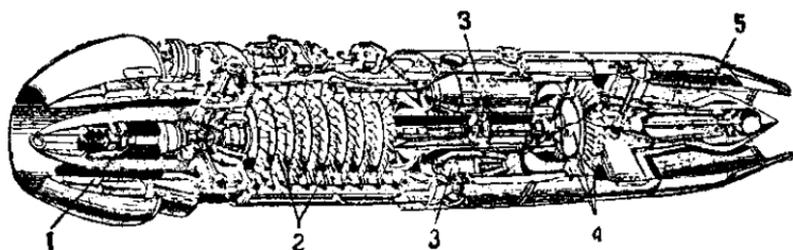


Схема мотокомпрессорного реактивного двигателя:
1 — компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — поршневой мотор; 4 — конус выходного сопла; 5 — подача горючего.



Газотурбинный реактивный двигатель:

1 — пусковой моторчик; 2 — компрессор; 3 — камеры сгорания; 4 — газовая турбина; 5 — выходное сопло с конусом.

Изготавливать лопатки стали также литьем, причем здесь использовали опыт... ювелирной промышленности. Дело в том, что сложная форма лопатки требует очень точного ее изготовления. Чтобы изготовить мелкие детали — ювелирные украшения, мелкие художественные изделия — применяют литье высшей точности. Для этого в металлическую форму заливают под давлением воск. Он хорошо заполняет все углубления в форме. Восковую деталь заливают специальным, быстро твердеющим формовочным материалом. При нагревании формы воск вытекает, а в форму вместо воска заливают под давлением металл. Когда металл остынет, форму разбивают и литье очищают. Изделия получаются настолько точными, что часто совершенно не нуждаются в дальнейшей обработке; например, изделие длиной в 10 сантиметров можно сделать с точностью до 0,25 миллиметра. Такой способ стали применять для изготовления лопаток газовых турбин.

Так же тщательно изготавливается и диск турбины.

Теперь на очереди новая задача: соединить диск и лопатки. Это тоже не простое дело, потому что соединение должно сохранить прочность при очень тяжелых условиях работы.

В некоторых газовых турбинах лопатки привариваются к диску, но можно поступить и иначе. Хвостовую часть лопатки, которой она крепится к диску, делают в форме елки, в диске же устраивают соответствующие елочные

пазы. Лопатки плотно вставляют в пазы, выравнивают и обжимают.

При производстве газотурбинных реактивных двигателей пригодились большой опыт авиационного моторостроения и обработки металлов.

Но газотурбинные реактивные двигатели оказались в изготовлении выгоднее поршневых.

Весит газотурбинный двигатель примерно в три раза меньше, чем поршневой. Число деталей у него значительно меньше. Смазывать эти двигатели проще и легче, так как в них мало трущихся, нагреваемых деталей. Поэтому для производства реактивных двигателей нужно меньше материала, оборудования, рабочих, и изготовить их можно быстрее.

Посмотрим теперь, как ведет себя двигатель в полете, как им управлять.

Маленький пусковой моторчик раскручивает вал турбины. Турбина начинает вращаться, вращает компрессор, и в камеры сгорания поступает сжатый воздух.

Затем двигатель нужно прогреть. Пусковое топливо подается в камеры, растет температура, и увеличиваются обороты турбины. Восемьсот, тысяча, две тысячи оборотов...

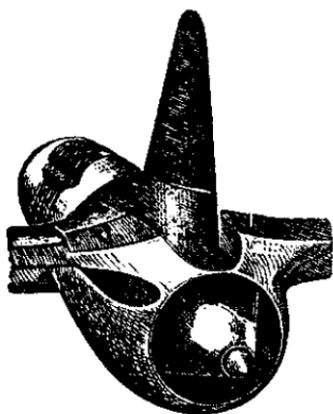
Отключается пусковой мотор, и двигатель начинает работать на основном топливе. Еще больше оборотов — и самолет начал разбег.

Более десяти различных приборов и ручек для управления мотором расположено перед летчиком в кабине обычного истребителя.

Один единственный рычаг — сектор газа — перед летчиком на реактивной машине. Вместо восьми контрольных приборов всего три.

Как же так? — спросите вы. Ведь самолет не летит все время одинаково: меняются высота и скорость полета, а значит, и двигатель должен работать неодинаково. Одним рычагом тут не справишься! Нужно следить и за оборотами турбины, и за подачей топлива, и за тягой.

Это правильно. И для реактивного двигателя даже более важно, чем для поршневого. Мы уже знаем, как тяжело приходится турбине при ее работе. Если подать больше топлива, чем нужно, резко возрастет температу-



Конус выходного сопла.

ра и прогорят лопатки. Двигатель выйдет из строя раньше срока. А срок службы реактивного двигателя пока еще не так уж велик. Обычный мотор живет намного дольше. Поэтому обращаться с реактивным двигателем нужно очень осторожно.

Что же делать?

На помощь приходят автоматы, помогающие управлять двигателем.

Посмотрим, как могут они работать.

Растет скорость полета, а вместе с нею и давление воздушного потока. Компрессор забирает воздух, уже немного сжатый. Число оборотов его не меняется, и, значит, компрессор начинает делать лишнюю работу: давать воздуха больше, чем нужно. Температура газов перед турбиной снижается: они разбавлены лишним воздухом. Но это недопустимо: турбина не сможет работать! Надо срочно помочь двигателю.

Посмотрите на сопло реактивного двигателя сзади, и вы увидите в нем небольшой конус, который может перемещаться вдоль своей оси вперед или назад. Конус смирно сидит на месте, не мешая выходу газов, пока скорость полета невелика. Но вот скорость увеличилась, и... конус ожил. Он пополз к выходному отверстию и частично прикрыл его. Газы выходят теперь через небольшое кольцевое отверстие. Поток газов через двигатель уменьшился. Уменьшилась и скорость. Двигатель снова работает нормально.

Растет высота полета. Все меньшей становится плотность окружающего воздуха. Меньше воздуха поступает в двигатель, и температура перед турбиной растет. И это недопустимо: турбина может выйти из строя. Скорее дать больше воздуха! Конус уползает внутрь, как улитка в раковину, и поток газов возрастает. Двигатель снова работает нормально.

Кто же передвигает наш умный конус?

Автомат. Это он заботливо следит за двигателем и приходит к нему на помощь, когда нужно, передвигая конус. Автомат этот устроен очень просто.

Мозг автомата — маленькая anerоидная коробочка, похожая на барометр. По существу, это и есть барометр, только измеряет он не просто давление окружающего воздуха, а разность давлений. С одной стороны к нему подведен воздух от компрессора, а с другой — наружный воздух.

Изменилось давление перед компрессором, то-есть изменилась скорость полета, или наружное давление стало больше или меньше — коробочка прогнулась, потянула пружину и через систему тяг включила маленький электромоторчик, передвигающий зубчатую рейку, на которой сидит наш конус.

Что же делает летчик сектором газа? Сектор газа управляет подачей топлива, а значит, режимом работы двигателя и режимом полета. Сектором газа летчик настраивает второй автомат — регулятор числа оборотов.

Топливо подается в двигатель помпой, приводимой в движение от вала турбины. Чем быстрее вращаются зубчатки помпы, тем больше она забирает топлива.

Регулятор, поддерживая заданное летчиком число оборотов, обеспечивает нужную подачу топлива.

Полет подходит к концу. Летчик ведет самолет на посадку. Посадка — сложное дело и на обычном самолете. Самолет сначала планирует, потом выравнивается и летит горизонтально, постепенно замедляя скорость. Большое искусство — правильно посадить самолет. Когда скорость уменьшится настолько, что подъемная сила крыльев уже станет недостаточной и не сможет поддерживать его в воздухе, самолет парашютирует и должен опуститься на землю, коснувшись ее колесами и хвостовым костылем — «на три точки», как говорят летчики. После этого самолет начинает послепосадочный пробег.

Посадка на реактивном самолете отличается от посадки на обычном самолете. После выключения двигателя требуется еще значительное время, чтобы погасить скорость самолета. Достигнув такой скорости, на кото-

рой можно выпустить шасси, летчик должен пойти на посадку с очень точным расчетом. Если на обычном самолете после неудавшейся посадки летчик может уйти на «второй круг», то-есть зайти на посадку снова, то на реактивном самолете это сделать очень трудно, потому что запустить вновь двигатель в полете сложно. Реактивный двигатель в несколько раз медленнее, чем поршневой, переходит с малого на полный газ. Поэтому посадка, как и атака реактивного самолета, должна быть удачной с первого раза.

Для самолетов с газотурбинными двигателями применяются трехколесные шасси — с носовым колесом, — обеспечивающие безопасность посадки при увеличенной посадочной скорости. Для самолетов с жидкостно-реактивными двигателями вместо обычного колесного шасси применяются шасси-лыжи.

**
*

Создание реактивных двигателей — сложная и трудная работа. Это борьба с трудностями, каждую из которых нужно преодолеть, чтобы добиться слаженной и надежной работы всего двигателя. Приходится много раз испытывать, переделывать и снова испытывать, пока наконец двигатель не сдаст успешно экзамен на земле и в воздухе, проработав положенное количество часов.

Одной из главных трудностей были подача и сгорание топлива. Инженеры, работавшие над созданием газовых турбин, встретились при испытании опытного реактивного двигателя с неприятной неожиданностью: двигатель не слушался управления. Турбина давала лишь половину необходимого числа оборотов. Оказалось, что форсунки плохо подавали топливо: пружина у форсунки перегревалась и переставала пружинить. Топливо плохо сгорало. Когда подача топлива увеличивалась, то топливо начинало сгорать не там, где нужно, — не в камере сгорания, перед турбиной, а за турбиной.

После переделки камеры сгорания турбина прибавила обороты, но до нужного числа оборотов было еще далеко.

Неприятности со сгоранием продолжались и в следующем опытном двигателе. Лопатки турбины разрушались из-за чрезмерно высокой температуры газа и нагрузки от вращения. Различные камеры сгорания стали испытывать отдельно, пока не получили хороших результатов. Но стоило поставить эти испытанные камеры на двигатель, и снова начинались неприятности. По нескольку раз приходилось переделывать камеры, улучшать подачу топлива.

Другой трудностью была плохая работа компрессора. Компрессор упорно не давал нужного давления. Попробовали изменить его конструкцию... и неожиданно ухудшилось сгорание. Когда начали искать причину, то оказалось, что газы из камеры сгорания стали проникать в компрессор. Просверлили маленькое отверстие в кожухе компрессора — и из него появилось пламя. Однажды при испытании одного компрессора лопатки начали тереться о кожух и часть из них поломалась. За ними сорвались все остальные лопатки — и за тридцать секунд были уничтожены плоды восемнадцати месяцев труда. Наконец, третий опытный двигатель с переделанным компрессором прибавил еще тысячу оборотов. Но тут появилась следующая трудность: оказалось, что лопатки турбины при ее работе расшатывались и выпадали из диска. Пришлось придумать другой способ крепления их к диску.

Когда обнаруженные недостатки были устранены, снова испытали весь двигатель в целом... и снова потерпели неудачу.

И лишь после многих новых переделок и испытаний двигатель начал работать как следует.

**

У газотурбинного реактивного двигателя есть целый ряд достоинств. Часть из них мы уже узнали раньше. Этот двигатель легче, проще в устройстве, управлении и производстве, чем поршневой.

Он и по размерам гораздо меньше поршневого. Так например, турбореактивные двигатели морского истребителя имеют диаметр всего лишь в полметра. Это позволяет расположить их в крыльях.

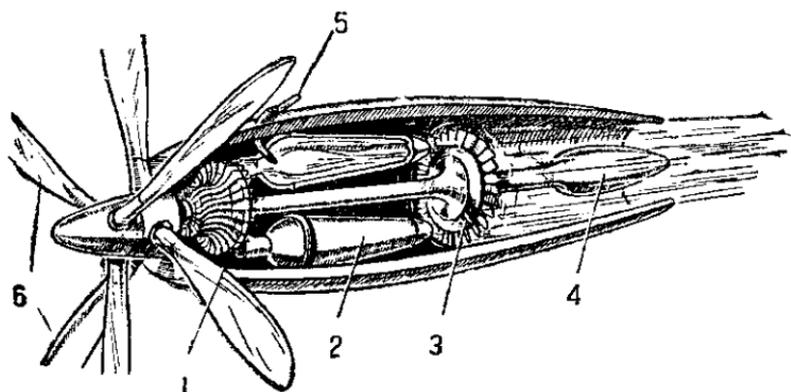


Схема газотурбинного винтового двигателя:
 1 — компрессор; 2 — камера сгорания; 3 — газовая турбина; 4 — ко-
 нус выходного сопла; 5 — подача горючего; 6 — воздушные винты.

К этому можно добавить еще несколько преимуществ.

Воздушно-реактивный двигатель неприхотлив в выборе горючего. Для него годится не только бензин, но и более дешевые сорта горючего — керосин, нефть, дизельное горючее.

Реактивный двигатель не имеет воздушного винта. А винт при очень больших скоростях полета начинает работать плохо. Кроме того, реактивный двигатель можно удобно расположить в самолете, и летчик будет иметь хороший обзор. У летающих лодок отсутствие винта позволяет уменьшить высоту их корпусов.

Но есть у реактивного двигателя и недостатки. О них мы уже немного говорили.

Реактивный двигатель пока еще очень недолговечен. Этому недостатку конструкторы объявили беспощадную войну. Они стремятся улучшить работу двигателя, увеличить его тягу, как можно лучше использовать тепло, развивающееся в двигателе.

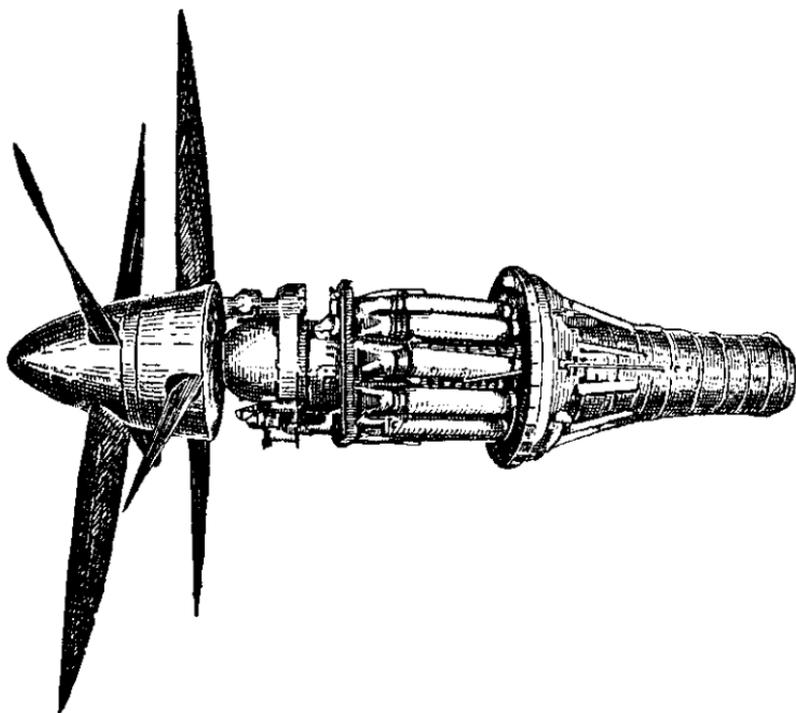
Реактивный двигатель слишком медленно разгоняется от малого до полного газа — в пять-шесть раз медленнее, чем поршневой. Если же быстро дать газ, то двигатель можно перегреть. Когда летчик переводит мотор

на полный газ — перестраивает регулятор на самое большое число оборотов, — то подача топлива растёт, а воздуха ещё нехватает, поэтому растёт и температура.

Это очень опасно для двигателя. Каждый градус сверх нормального нагрева — это потеря одного процента прочности материала.

Чтобы увеличить надёжность двигателя, придумали специальный автомат. Он допускает увеличение подачи топлива только тогда, когда одновременно возрастает подача воздуха и предохраняет лопатки турбины от перегрева.

И ещё много других хитроумных способов придумано, чтобы сделать двигатель лучше, надёжнее, экономичнее.



Газотурбинный винтовой двигатель.

Мы расскажем еще об одном интересном двигателе — турбовинтовом.

У поршневого двигателя коэффициент полезного действия с увеличением скорости сначала растет, а потом падает; у газотурбинного реактивного двигателя он все время возрастает. Чем быстрее летит самолет, тем экономичнее становится двигатель.

У поршневого двигателя тяга с увеличением скорости сначала несколько растет, а затем падает; у газотурбинного реактивного двигателя тяга с ростом скорости сначала несколько падает, а затем начинает расти.

У поршневого двигателя тяга с увеличением высоты сначала растет, а затем падает; у газотурбинного двигателя она все время падает, но медленнее, чем у обычного мотора.

У поршневого двигателя расход топлива с увеличением высоты сначала уменьшается, а потом возрастает; у газотурбинного двигателя в тех же условиях он быстро уменьшается.

Что же получается?

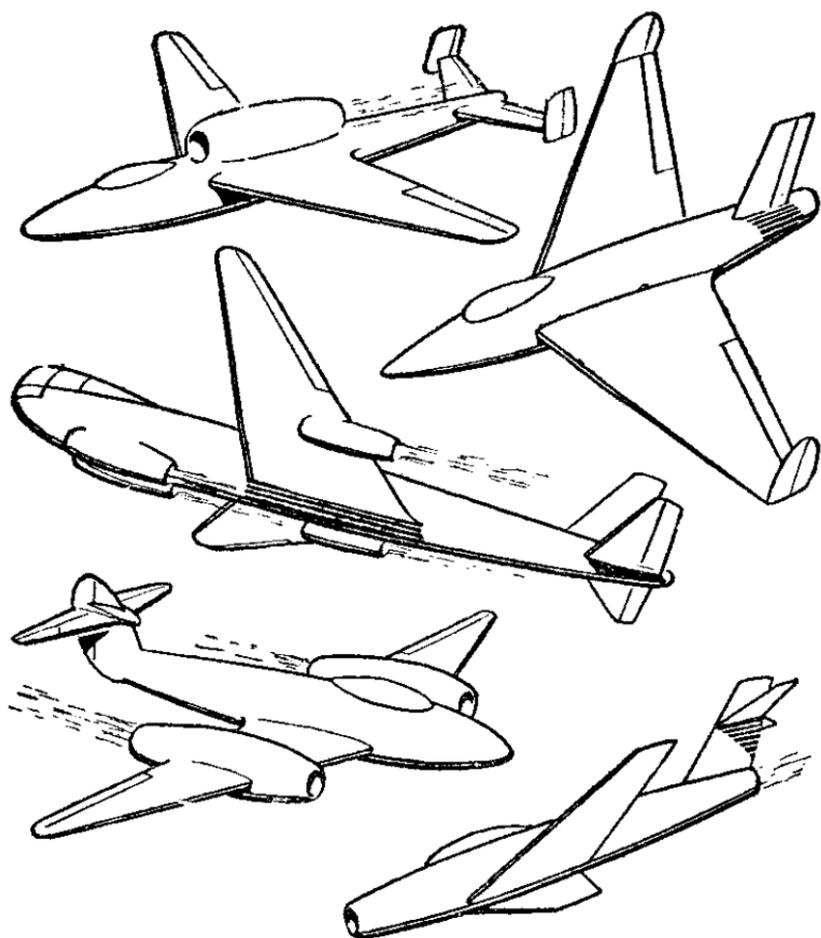
Поршневой двигатель на небольших скоростях и высотах ведет себя как нельзя лучше: развивает большую тягу на взлете — именно тогда, когда она больше всего нужна; топлива расходует сравнительно немного и хорошо слушается летчика при запуске. Но зато на больших скоростях и высотах он начинает капризничать: тяга его падает, «аппетит» увеличивается — растет расход топлива.

Реактивный двигатель ведет себя как раз наоборот. На небольших скоростях и высотах тяга его падает, расход топлива у него очень большой — раз в десять-двенадцать больше, чем у обычного мотора. А на больших скоростях он работает все лучше и лучше: растет тяга, уменьшается расход топлива.

Воздушный винт обеспечивает обычному двигателю хорошую работу при небольших скоростях. Но тот же самый винт начинает плохо работать на больших скоростях. И как бы ни старался мотор, винт не дает ему возможности проявить себя как следует.

Но все эти неприятности начинаются только при скоростях около 900 километров в час.

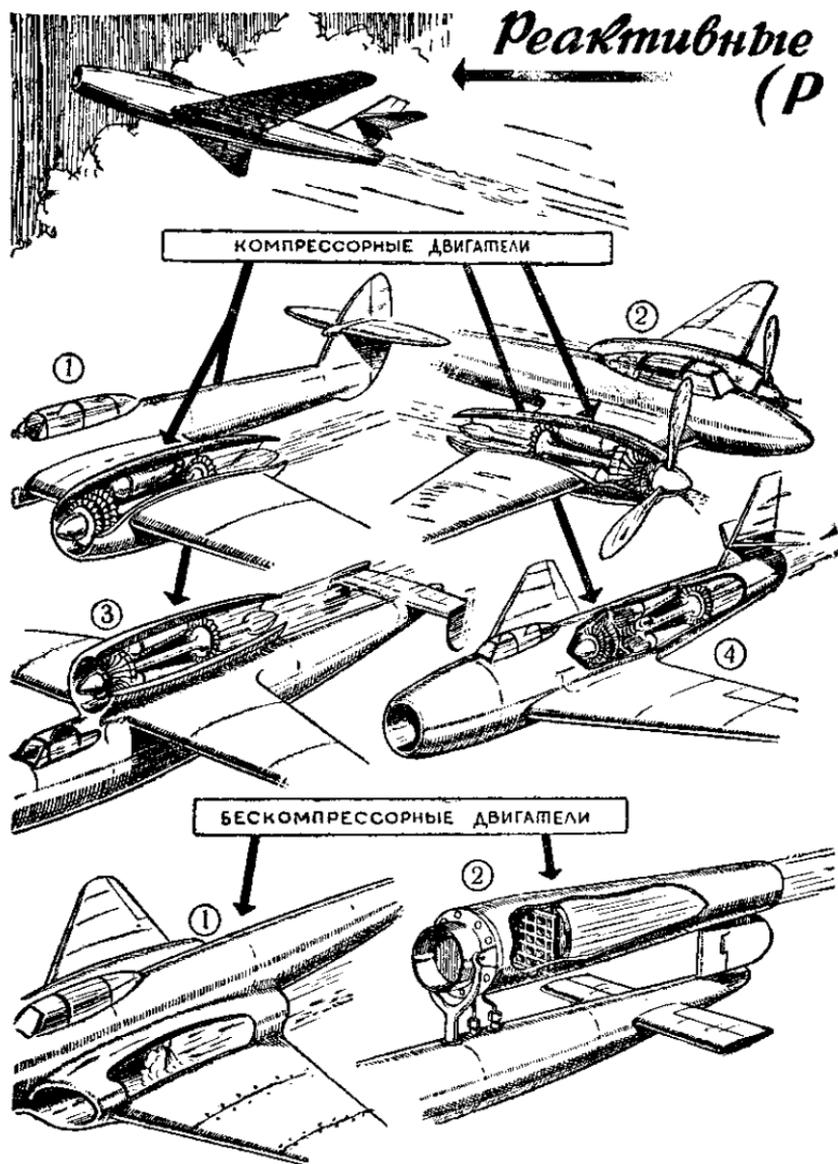
Нельзя ли использовать винт и для реактивного дви-



Формы современных самолетов.

гателя? Ведь не все же время приходится летать с большими скоростями. А взлет и посадка? Тут винт очень пригодился бы.

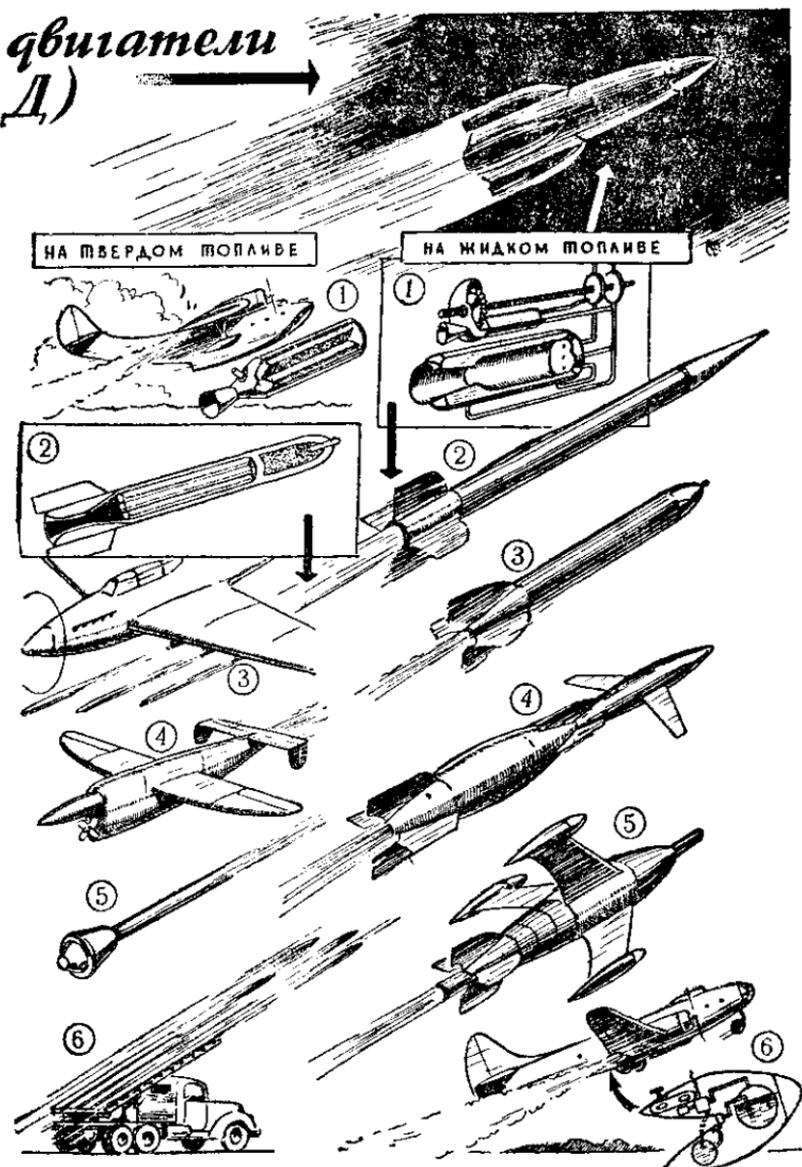
Газотурбинный винтовой двигатель очень похож на те реактивные двигатели, с которыми мы уже знакомы. И только на валу газовой турбины и компрессора у него сидит еще воздушный винт.



Воздушно-реактивные двигатели.
 Компрессорные: 1 — с осевым компрессором; 2 — турбовинтовой;
 3 — с центробежным компрессором; 4 — мотокомпрессорный. Бес-
 компрессорные: 1 — прямоточный; 2 — пульсирующий.

двигатели

Д)



Ракетные двигатели.

На твердом топливе: 1 — ускоритель; 2 — ракетный снаряд; 3 — авиационные снаряды; 4 — воздушная торпеда; 5 — мина; 6 — ракетный миномет.

На жидком топливе: 1 — схема двигателя; 2—4 — ракеты: стратосферная, боевая, составная; 5 — воздушная торпеда; 6 — ускоритель.

Но газовая турбина дает огромное число оборотов — свыше десяти тысяч в минуту (оно может доходить и до тридцати тысяч), и, значит, скорость конца лопасти будет в несколько раз больше скорости звука. А когда самолет полетит, она будет еще больше. Никакой винт не выдержал бы колоссальной нагрузки, которая развивается центробежной силой при таких оборотах: даже при обычном числе оборотов, которое делает винт, на его лопасти действует сила в десятки тонн.

Поэтому между валом турбины и винтом поставлен редуктор — зубчатая передача, понижающая число оборотов.

В такой газотурбинной установке можно регулировать мощность, идущую на создание реактивной тяги и на вращение винта.

На взлете и малой скорости дают побольше мощности на винт, на большой скорости — побольше мощности на создание реактивной тяги.

Это особенно важно потому, что позволяет сократить длину разбега и увеличить скороподъемность.

На очень большой скорости можно вообще выключить винт — поставить его вдоль потока, как флюгер. Тогда двигатель превратится в простой газотурбинный двигатель.

Реактивный двигатель предъявил к самолету новые требования. Он потребляет много горючего, и поэтому пришлось увеличить баки.

На реактивных самолетах стали устанавливать даже дополнительные баки для горючего, которые сбрасываются после опорожнения.

Реактивные двигатели можно по-разному расположить в самолете.

Можно установить двигатель в фюзеляже.

Реактивные двигатели можно поместить в отдельную гондолу, а гондолу укрепить где удобнее: под крыльями, или фюзеляжем, или над ними. Тогда фюзеляж будет меньше и сопротивление его тоже будет меньше. Кроме того, в фюзеляже останется достаточно места для горючего.

Так как у реактивных двигателей нет винтов, то на многомоторном самолете можно поместить такие двигатели вплотную по бокам фюзеляжа или разместить под

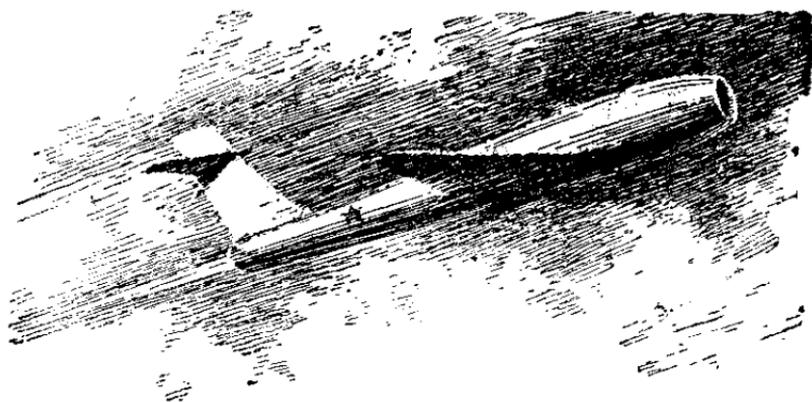
крыльями по два. Можно на двухмоторном самолете реактивный двигатель расположить сзади в фюзеляже, а поршневой мотор с винтом — на своем обычном месте, в передней части самолета. На таком комбинированном — винтовом и реактивном — самолете турбореактивный или жидкостно-реактивный двигатель придается в помощь поршневому мотору как ускоритель.

**

*

Новые авиационные двигатели вызвали к жизни и новые самолеты — реактивные.

О них мы расскажем в следующей главе.



Глава 7

ТЫСЯЧА КИЛОМЕТРОВ В ЧАС

Ученые и инженеры давно уже пытались осуществить мечту Циолковского — построить самолет с реактивным двигателем.

Успех выпал на долю советских конструкторов: они первые построили такой самолет, а советский летчик первым в мире поднялся на нем в воздух. Об этом подвиге советского летчика рассказывает С. Вишенков в своей книге «Испытатели».

Было это в начале Великой Отечественной войны.

В глубоком тылу на одном из заводов строился новый, необычный самолет. Он был предназначен для полетов с огромными скоростями. Много трудностей пришлось преодолеть коллективу завода, прежде чем был построен самолет. Вместе с рабочими и инженерами работала в цехах и тот, кому выпала честь первому испытать новую сверхскоростную машину, — летчик-испытатель капитан Григорий Яковлевич Бахчиванджи.

Но вот машина построена, двигатель испытан.
Наступил исторический день.

«Стартер поднял флажок. Бахчиванджи двинул рычаг. Грохочущая огненная струя с бешеной скоростью вырвалась из-под хвоста машины. Самолет ринулся вперед. С непривычно большой скоростью понеслись назад и вниз бетонные плиты взлетной дорожки. Машина неслась так быстро, точно глотала пространство... Полет был очень приятен... Самолет... летел точно по курсу... Но вот время истекло, и летчик повел самолет на посадку.

...Люди стояли в благоговейном молчании. Они даже не сразу побежали навстречу машине, замедлявшей бег. В их ушах все еще стоял необычный рокот нового самолета, торжественно возвестивший о том, что советские люди открыли новую эру в развитии авиации...»

Прошло немного времени, и многие советские летчики пересели на реактивные самолеты.

18 августа 1946 года впервые после войны огромное летное поле Тушинского аэродрома заполнили тысячи москвичей. Страна праздновала День сталинской авиации.

В парадном строю проходили над тушинским полем бомбардировщики, штурмовики, истребители, «летающие крепости» — дальние бомбардировщики.

И вдруг в привычный гул авиационных моторов вошел новый звук.

С ошеломляющей быстротой пронеслись необычные машины — без воздушных винтов. Мгновение — и они исчезают в небе, и только полоска дыма, еще висящая в воздухе, напоминает о пролетевших самолетах.

Это пронеслись над аэродромом новые, реактивные самолеты.

«Машина несется с непривычной быстротой, — рассказывает летчик-испытатель подполковник Галлай о своих полетах на реактивном самолете. — Начав разгонять самолет, я не чувствовал увеличения скорости. Когда мой взгляд упал на доску приборов, я не поверил тому, что увидел. С большой высоты летчику обычно кажется, что наземные ориентиры едва ползут. Теперь деревни, леса, поля мелькали, как на экране. Вскоре показался мой аэродром. Он мгновенно остался позади...

Полет на реактивном самолете напоминает скорее полет на планере. Нет тряски, машина идет спокойно. Нет шума моторов. Вместо оглушительного рева — сравнительно тихий свист.

Реактивный двигатель проще поршневого. На машине меньше всевозможных приборов. Управлять машиной легко. Отличная машина!» заключает летчик.

Прошел год. Столица снова праздновала День Воздушного флота. Снова над Тушинским аэродромом показали свое блестящее мастерство советские летчики.

И как только стих привычный гул моторов, над трибунами послышался резкий свист, напоминающий звук летящего снаряда.

Со скоростью, близкой к скорости звука, над аэродромом пролетел реактивный самолет конструкции Героя Социалистического Труда А. С. Яковлева. Машина стремительно взмывала вверх и проделывала сложнейшие фигуры. Еще ни один летчик в мире не осуществлял на реактивной машине высшего пилотажа, как это делал советский летчик. Отважные советские летчики умеют в совершенстве владеть самой сложной новой техникой.

Еще три реактивных самолета показались над летным полем. На огромной скорости, в плотном строю они подошли к аэродрому и... почти мгновенно исчезли в высоте. Секунда — и звено реактивных машин снова над центром аэродрома. Они молниеносно вычерчивают в небе целый каскад фигур.

Реактивные самолеты участвовали и в показательном воздушном бою, разыгравшемся над аэродромом.

А когда начался парад военной авиации, то вслед за мощными бомбардировщиками, за «воздушными танками» — штурмовиками, за прославленными в боях Великой Отечественной войны истребителями «Яковлевыми» и «Лавочкиными» снова показались самолеты с реактивными двигателями — новое выдающееся достижение советской авиационной техники.

Летчик-испытатель генерал-майор авиации П. М. Стефановский провел группу истребителей «Лавочкин» с реактивными ускорителями. Они мгновенно пролетели над аэродромом и исчезли в небе.

Еще не затих мощный звук пролетавших машин, как

один за другим пронесли реактивные самолеты, созданные прославленными авиационными конструкторами лауреатами Сталинской премии Микояном, Яковлевым, Лавочкиным, Гуревичем и другими.

«Мне как летчику-испытателю часто приходится выполнять полеты на реактивных машинах, — рассказывает летчик-испытатель инженер-майор А. Г. Терентьев. — Скорость этих самолетов велика. Она приближается к скорости звука.

Во время воздушного парада мы летели на реактивных самолетах сомкнутым строем. Не успеваешь по карте вести детальную ориентировку в полете. Вот промелькнули водохранилище, Истра, Тушинский аэродром. Не преувеличивая, скажу: все это произошло в минуту.

...Случалось мне вести тренировочный воздушный «бой» на винтовом самолете с реактивным самолетом. В этом «бою» сказались все преимущества реактивной машины. Летчик-испытатель товарищ Манучаров, который вел реактивный самолет, быстро победил меня. Я не успел сделать ни одного попадания фотокинопулеметом — настолько велики преимущества новой машины. Высокого класса вождения реактивных самолетов добились наши летчики! Нет такой фигуры высшего пилотажа, которой не делали бы советские пилоты на современных реактивных машинах».

Подполковник И. П. Полунин первым в мире выполнил высший пилотаж на реактивном самолете:

«Кажется, это было совсем недавно, когда я получил задание совершить впервые в мире на реактивном самолете петлю Нестерова. Конструкторы и ученые, летчики-испытатели и техники вели горячую дискуссию на тему: как будет вести себя реактивный самолет при исполнении фигуры высшего пилотажа, что может произойти с двигателем, как будет чувствовать себя летчик? Испытания прошли отлично. Петля Нестерова была выполнена мною на реактивном самолете. В 1946 году я выступал на авиационном празднике в Тушине и продемонстрировал серию фигур высшего пилотажа на реактивном самолете.

Я был очень счастлив, что смог показать качества советского реактивного самолета, его отличные технические свойства, его огромную скорость.

Прошло три года. Теперь высший пилотаж на реактивных самолетах выполняют очень многие летчики».

На воздушном параде 1949 года мы видели серебристый самолет, очень похожий на стрелу. С откинутыми назад крыльями, весь устремленный вперед, он пронесется с такой быстротой, что зрители не успевают проследить за его движением. Вот «стрела» уже в облаках. Вы следите за полетом по доносящемуся звуку, но звук так отстает от реактивного самолета конструкции А. И. Микояна, что вскоре вы теряете ориентировку — звук слышен в одном месте, а самолет показывается в другом. Он пикирует, вертикально взмывает вверх, выплывает петлю, летает вверх колесами.

Групповой пилотаж на реактивных самолетах впервые в мире осуществили советские летчики под руководством полковника Храмова.

На воздушном параде 1949 года летчики демонстрировали групповой пилотаж сначала на трех, затем на пяти и, наконец, на девяти реактивных самолетах. Все девять машин мчались в едином порыве, крыло в крыло, словно управляемые одним человеком. Девяткой этих чудесных машин руководил подполковник Шульженко.

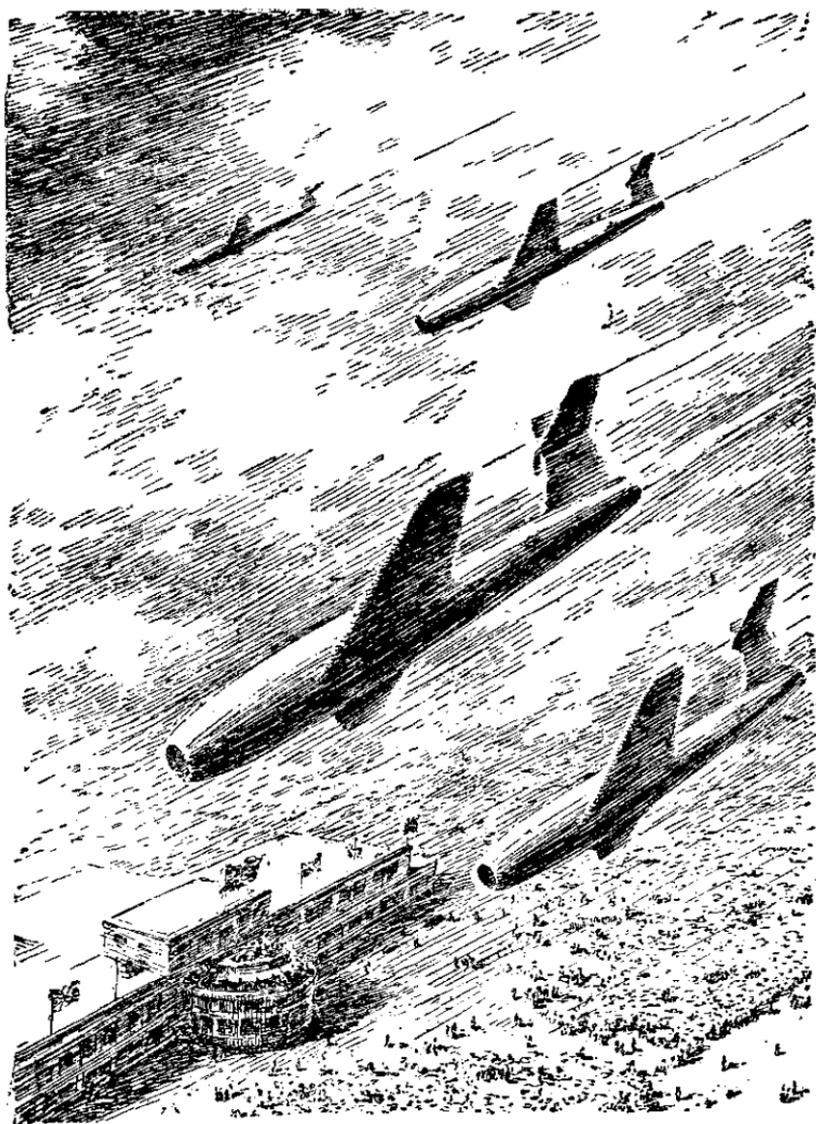
Много летчиков за освоение новой боевой техники, больших скоростей полета, высшего пилотажа на новых типах самолетов удостоено высоких правительственных наград.

**

Как происходит полет на реактивном самолете? Вот как описывает свои впечатления корреспондент «Пионерской правды»:

«...На горизонте, над кромкой синеющего леса, показалась черная точка.

Через мгновение эта черная точка превратилась в маленький юркий самолет. Он вихрем промчался над нами, сделал разворот и, почти не сбавляя огромной скорости, идет на посадку. Машина приземляется так ровно и стремительно, что кажется: со снежной горы высотой в несколько километров несутся какие-то диковинные сани. Первый, едва ощутимый толчок... Колеса



Реактивные самолеты на воздушном параде.

коснулись земли... еще... еще толчок... Машина плавно катится по бетону.

Теперь самолет стал похож на бешено мчащийся гоночный автомобиль. Струя беловатого газа, издали напоминающая пыль, еще более увеличивает это сходство. Стихает гул двигателя...

...Подошли техники в синих комбинезонах и стали готовить нашу машину к полету. Один проверил приборы в кабине летчика, осмотрел каждую пядь маленьких, сильно вытянутых назад крыльев. Второй исследовал сигарообразный, обтекаемый корпус машины. Третий техник внимательно осмотрел сопло. С помощью длинного шланга самолет заправили горючим. И старший техник доложил, что все готово.

Мы застегиваем ремни парашютов, садимся в кабины и привязываем себя к сиденью. На головах у нас кожаные шлемы, подбитые мехом. В каждом наушнике скрыта небольшая круглая трубка телефона — такая же, как в радионаушниках. На шее каждый из нас застегивает узкий ремешок с двумя небольшими черными кружками — ларингофонами. Когда мы разговариваем, колебания наших голосовых связок передаются мембране этих приборов и преобразуются в звук.

При помощи телефона и ларингофона мы можем разговаривать и друг с другом и с командным пунктом на аэродроме. Над нашими головами задвинулась прозрачная полукруглая крыша из плексигласа — небьющегося стекла... «К запуску! — говорит летчик. — От сопла!» — и поворачивает маленький черный переключатель — тумблер. Слышится ровный гул.

— Вылет разрешаю... — слышен в наушниках голос дежурного.

— Понял, — ответил летчик, и сразу же гул усилился.

Потом раздался легкий шипящий звук — это летчик отпустил пневматические тормоза. Самолет вздрогнул и сначала медленно, а потом все быстрее и быстрее понесся по бетонной дорожке... Трава, кустарник, домики, люди проносятся перед глазами. Скорость возрастает еще и еще; теперь уже ничего невозможно различить, все превращается в одну сплошную серо-зеленую ленту... Тело плотно прижимается к сиденью... Дух захватывает

от такой «езды». И вдруг глухой рев двигателя становится тонким, звенящим, как струна. Мы в воздухе. Земля убегает вниз, потом поворачивается, как блюдце. Это летчик сделал разворот.

Вдруг снова нарастает грозный гул низкого тона, а на плечи наваливается страшная тяжесть. Становится трудно дышать. Кажется, что нет такой силы, которая могла бы оторвать тело от сиденья. В окно видно, как удаляется земля. Самолет резко набирает высоту. Но все это длится одно мгновение. Тяжесть спадает, становится легко и приятно.

Мы стремительно летим в ясном синем небе. С такой высоты отлично видна земля. Вот тоненькая черная ниточка железной дороги. Идет поезд. Очевидно, он мчится на всех парах, но нам кажется, что он стоит на месте.

Автомобили, как крошечные черные букашки, пунктиром рассыпались по шоссе... Вот что-то серебристое мелькнуло внизу... Это речка, догадываемся мы.

Многочисленные домики внизу.

— Вы знаете, что это? — говорит летчик и называет пункт, который находится за несколько десятков километров от аэродрома.

Уже?! А ведь прошло всего каких-нибудь три-четыре минуты!

Внезапно земля стала приближаться. Невольно хочется уцепиться за ремни в кабине. Кажется, что стремглав летишь в бездну. Пол кабины как бы уходит из-под ног.

Уже видна какая-то дорога... кусты... трава. Но вот самолет вышел из пике и пошел бреющим полетом в 10—15 метрах от земли. Затем снова летчик набирает высоту и, почти не снижая скорости, идет на посадку...

Мы выходим из кабины. Какая тишина!

Полет закончен. За 25 минут мы пролетели несколько сот километров».

**
*

Наша Родина впервые дала миру научную теорию полета, а затем теорию реактивного движения, лежащую в основе современной реактивной техники. Совет-

ский Союз — великая авиационная держава. Новые машины, созданные советскими конструкторами, советской авиационной промышленностью, показали растущую мощь нашего Воздушного флота, мастерство наших сталинских соколов.

Русская наука предвидела пути совершенствования самолета.

«За эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных». Когда К. Э. Циолковский писал эти пророческие слова, реактивных самолетов еще не существовало.

О работе над реактивным двигателем мы рассказали. Расскажем теперь о работе над формой и конструкцией самолета, на котором этот двигатель установлен. Особая заслуга принадлежит здесь авиационной науке — аэродинамике.

Аэродинамика — наука о движении тел в воздухе. В последнее время приобретает все большее значение газовая динамика — аэродинамика больших скоростей.

В 1902 году приват-доцент Московского университета Сергей Алексеевич Чаплыгин блестяще защитил докторскую диссертацию. Диссертация Чаплыгина называлась «О газовых струях». В ней была подробно разработана теория, позволяющая подсчитать, какое сопротивление оказывает воздух телу при околосзвуковых скоростях.

Когда Чаплыгин писал свою работу, авиация еще только зарождалась.

В 80-х годах русским изобретателем А. Ф. Можайским был построен первый в мире самолет.

А работа Чаплыгина, прославившая русскую аэродинамику, послужила началом новой науки — газовой динамики. Газовая динамика необходима для расчетов современных скоростных самолетов и ракет, турбин и реактивных двигателей.

Работа академика Чаплыгина стала фундаментом, на котором строятся расчеты скоростных самолетов.

С увеличением скорости полета стало возрастать значение формы самолета. Если вначале на это обращали мало внимания, то теперь вопрос о форме самолетов стал одним из самых важных для авиации.

Оказалось, что при полете с очень большой скоро-

стью самолет ведет себя совсем иначе, чем на малых скоростях.

«При испытании самолета я ввел самолет в пикирование и стал наблюдать за скоростью полета, — рассказывает летчик-испытатель. — На скорости около тысячи километров в час я увидел волну сжатого воздуха, переливающуюся в лучах солнца. Она напоминала целлофановую полоску и располагалась по всему крылу, начиная с фюзеляжа. Когда скорость увеличивалась, волна двигалась назад, а при замедлении скорости — вперед, к передней кромке крыла. Когда самолет вышел из пике, она исчезла».

Так подтвердилось то, что ученые-аэродинамики давно уже предвидели и изучили.

По образному выражению одного французского ученого, «ударная волна впервые появилась на кончике пера теоретиков».

Но и не видя волны сжатого воздуха — ударной волны, как ее называют, — летчик получает от самолета сигнал: «Внимание! Скорость самолета приближается к скорости звука». Летчик чувствует эту близость, ощущает ее по поведению самолета.

Самолет начинает лихорадить. Он вибрирует, сотрясаясь всем корпусом. Меняется устойчивость самолета, и чтобы управлять им, нужны огромные усилия. Ручка, которую легко было двигать на небольших скоростях, становится вдруг неповоротливой, как будто какая-то огромная тяжесть навалилась на нее. Вдруг ручка начинает сама двигаться из стороны в сторону, и притом с такой силой, что летчик не в состоянии ее удержать.

Наконец самолет неудержимо начинает стремиться вниз — пикировать, как будто впереди невидимое упругое препятствие, не позволяющее ему лететь дальше.

Что же происходит? Почему воздух, который на небольших скоростях помогает самолету лететь, вдруг начинает мешать полету?

Чтобы ответить на этот вопрос, потребовалось много лет упорного труда, вычислений, опытов, исследований.

Когда знаменитый русский ученый С. А. Чаплыгин заинтересовался этим вопросом, наука занималась либо очень небольшими дозвуковыми скоростями, с которыми двигаются на земле и по воде различные машины, либо

очень большими сверхзвуковыми скоростями, с которыми летают артиллерийские снаряды.

Чаплыгин установил теоретически, что при больших дозвуковых скоростях сопротивление воздуха движению тела значительно возрастает.

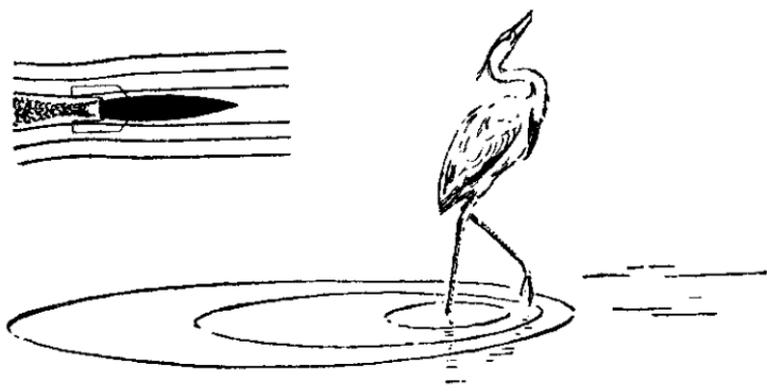
Так и оказалось в действительности. Когда крыло движется в воздухе с небольшой скоростью, то воздух плавно его обтекает. Летящее крыло создает в воздухе возмущения — воздушные волны, как звучащая струна — и этим как бы сообщает о себе воздуху на своем пути. Воздух же, получив этот сигнал, освобождает крылу дорогу. Он раздвигается впереди идущей волной, и крыло, двигаясь по проторенной дороге, испытывает сравнительно небольшое сопротивление.

«Сигнал» о летящем крыле имеет одну удивительную особенность: он посылается самим крылом и движется со скоростью, равной скорости распространения звука. Это и понятно: звук тоже вызывается повышенным давлением воздуха, которое создается источником звука и распространяется вокруг него в виде волн — как круги на воде от брошенного камня.

Когда крыло движется в воздухе с большой скоростью, близкой к скорости звука или равной ей, то плавного обтекания крыла уже не происходит. Воздух не успевает получить «сообщение» о летящем крыле и раступить перед ним. Воздух, который при небольших скоростях можно считать несжимаемым, как жидкость, теперь сжимается. Возникает ударная волна — волна сжатого воздуха, которая не помогает крылу лететь, подготавливая ему дорогу, а наоборот, двигаясь вместе с ним, мешает ему. Крылу гораздо труднее теперь двигаться, так как сопротивление его полету резко возрастает.

Так меняется картина работы крыла при сверхзвуковых скоростях.

Фюзеляж и крыло самолета имеют плавные, удобообтекаемые формы. Каждый выступ на их поверхности (например заклепка) удлиняет путь частиц воздуха, и им приходится двигаться быстрее, чтобы не отстать от других частиц, у которых путь короче. Каждая заклепка может образовать свою собственную ударную волну, поэтому приходится обращать внимание, помимо формы, на качество отделки наружных частей самолета.



Цапля движется медленнее, чем распространяется волна. Волны расходятся, не догоняя друг друга. При движении тела в воздухе возникают волны, распространяющиеся со скоростью звука. Когда тело движется медленнее, чем звук, волны обгоняют тело.



Цапля движется с такой же скоростью, как и волна. Гребни волн соединяются в один волновой гребень. Когда тело движется со скоростью звука, волны не могут обогнать тело, и образуется ударная волна — волна сжатого воздуха, которая движется вместе с телом.



Цапля движется быстрее, чем распространяется волна. Она обгоняет волну. Когда тело движется быстрее звука, то порождаемые им волны отстают от него и, складываясь, образуют сзади него коническую волну.

Горизонтальное оперение — это маленькое крыло, и то, что мы говорим о настоящем большом крыле, относится и к нему.

С увеличением скорости ухудшаются условия работы хвостового оперения, от которого зависят устойчивость и управляемость самолета. В этом и заключается причина странного поведения самолета при больших скоростях.

Сжимаемость воздуха влияет не только на работу крыльев — несущих поверхностей самолета. Она сильно влияет на работу воздушного винта. Это ученые узнали также задолго до того, как скорости самолетов начали приближаться к звуковым. Воздушный винт похож в сечении на маленькое крыло: как и у крыла, у лопасти одна поверхность ровная, а другая выпуклая. Воздух обтекает лопасть винта так же, как и крыло. Только винт движется гораздо быстрее, чем сам самолет, так как он не только движется вместе с самолетом, но еще и вращается с большой скоростью. Например, при скорости полета самолета в 900 километров в час крайние точки лопастей, которые расположены дальше от оси и вращаются поэтому быстрее остальных, будут иметь скорость в полтора раза больше скорости звука.

Возникающие при больших скоростях (около 900—1000 километров в час) ударные волны вызывают дополнительное сопротивление; когда лопасть достигает этих скоростей, винт начинает работать хуже, с большими потерями.

Авиационная наука нашла возможность изучать явления, происходящие с самолетом и воздушным винтом в полете с большой скоростью.

Самолет летит в воздухе с большой скоростью. Трудно измерить и проследить все, что делается с ним в это время. Правда, теперь научились это делать. Но легче сделать наоборот: пусть воздух движется, а самолет остается неподвижным. За неподвижным самолетом гораздо легче наблюдать. Так делается в аэродинамических трубах, создающих искусственный воздушный поток.

Но самолеты все увеличивались в размерах. Появились самолеты, у которых размах крыльев достигает сорока и более метров. Попробуйте построить для такого

гиганта трубу и создать в ней воздушный поток нужной скорости! Это будет стоить слишком дорого.

Поэтому обычно в аэродинамическую трубу помещают маленькую модель самолета или какой-либо его части и соединяют ее с весами. Только эти весы совсем не похожи на те, какие мы обычно привыкли видеть. Аэродинамические весы измеряют не вес, а силы, действующие на модель, помещенную в воздушном потоке.

Аэродинамические трубы появились уже давно: одна из первых труб была построена Циолковским в 1897 году. С развитием самолетостроения аэродинамические трубы стали совершенно необходимы при постройке самолета. Аэродинамические трубы и летные испытания в воздухе дают конструктору ответ на многие вопросы, на которые нельзя ответить одними лишь вычислениями.

Современная аэродинамическая труба — это огромное сооружение. Есть трубы, где можно испытывать не модели, а настоящие самолеты. Есть трубы, где модели испытываются в полете и можно изучать устойчивость, управляемость и маневренность самолетов. С помощью различных сложных систем управления на расстоянии в такой трубе могут быть произведены полеты маленьких самолетов.

Так модель помогает летать самолету.

Теперь самолеты стали летать быстрее. Понадобились новые аэродинамические трубы — трубы больших скоростей.

Сначала такие трубы больше напоминали игрушечные модели.

Первая аэродинамическая труба больших скоростей имела диаметр всего в несколько сантиметров. Никаких моторов и вентиляторов у нее не было. Ее присоединяли к сосуду, из которого выкачивали предварительно воздух. Кран открыт — и атмосферный воздух с огромной скоростью врывается в сосуд через трубу. Несколько секунд — и воздух снова неподвижен. Труба кончила работать.

В такой трубе можно было только наблюдать явления, возникающие при обтекании тел. Измерять что-нибудь в ней, конечно, было нельзя.

Со временем появились большие трубы, которые работают так же, как эта маленькая труба. В них можно

наблюдать, измерять, фотографировать, но в течение очень небольшого промежутка времени.

Для продолжительной работы стали строить огромные трубы с мощными силовыми установками. Мощность моторов, вращающих многолопастные пропеллеры, доходит у этих труб до 25 000 лошадиных сил.

Но и этого оказалось недостаточно. Хотя мощность и увеличилась в несколько раз, но поток при наличии модели как бы застревал в трубе — появились такие ударные волны, что они были видны простым глазом. Кроме того, воздух сильно нагревался, а шум при работе скоростной трубы был такой, что пришлось специально подумать о новых средствах связи, так как телефоны оказались бесполезными.

Пришлось изыскать новые формы сечения труб и вместо винтов для создания потока ставить компрессоры. Для охлаждения воздуха пришлось снабжать трубы специальными холодильными установками.

Чтобы фотографировать явления, происходящие при больших скоростях, стали применять ускоренную киносъемку. Есть кинокамеры, позволяющие производить киносъемку со скоростью в несколько тысяч кадров в секунду.

Показывая потом такой фильм с обычной скоростью, можно наблюдать очень быстрые явления как бы растянутыми во времени.

Так как скорость звука изменяется с изменением плотности и давления, то стали строить трубы переменной плотности, которые позволяют достигать очень больших скоростей по отношению к скорости звука.

Скорость звука в различных газах различна, и в трубах стали использовать не воздух, а другие газы. Этим способом при прежней мощности мотора стали получать огромные относительные скорости — в шесть-восемь раз больше скорости звука.

Испытания моделей крыльев стали производить не только в аэродинамических трубах, но и в условиях настоящего полета. Для этого модель устанавливали на пикирующем самолете или ракете, превращенных в своеобразные летающие аэродинамические лаборатории. Показания приборов снимались кинокамерой или передавались по радио.

Ученые собрали большой материал о том, как обтекаются крыло самолета и другие его части, а также и весь самолет при больших скоростях.

Так было установлено и проверено то, о чем мы уже говорили, когда рассказывали о поведении самолета при больших скоростях.

Самолеты стали летать с такими скоростями, что летчики своими глазами увидели те явления, о которых раньше знали только ученые.

Практика окончательно подтвердила, что при больших скоростях воздух начинает сжиматься.

Чтобы самолет мог летать быстрее, аэродинамики разработали новые формы крыльев.

Форма самолета все время менялась. Современные скоростные самолеты — результат большого, напряженного труда ученых, конструкторов, строителей самолетов и летчиков-испытателей.

Самолету мало придать нужную форму. При околозвуковых скоростях самолет должен быть особо прочным. Значит, нужно подумать о том, из каких материалов и как его сделать.

Приближение скоростей полета к звуковым заставило разработать и новые методы производства крыльев. Для больших скоростей необходимо тонкое крыло с очень острой передней кромкой.

Такие крылья предложили изготавливать кованными, а необходимую форму этому крылу придавать обработкой на станке. Особенно важным стал вопрос о гладкости поверхности крыльев. Пришлось поэтому отказаться от заклепок и освоить другие способы прикрепления обшивки — например, сваркой.

О многом приходится позаботиться и подумать, когда строится новый скоростной самолет.

Так, например, при небольших скоростях полета нагрев самолета от трения о воздух почти неощутим. А при больших скоростях он, возможно, будет более заметным. Это нужно предусмотреть, чтобы нагрев не отразился вредно на самолете и на летчике.

При полете со скоростями, близкими к скорости звука, нарушаются устойчивость и управляемость самолета.

Скорость растет — и неожиданно самолет начинает

пикировать. Скорее выровнять самолет! Ручку на себя! Тогда руль отклонится вверх и нос самолета поднимется.

Ничего подобного! Так приходится действовать при небольших скоростях. А мы с вами летим с тысячекilометровой скоростью. Посмотрите вниз — все на земле несется навстречу нам, как ураган. Земля все ближе и ближе... Пикирование продолжается. Что же делать?

Делать приходится все наоборот: вместо того чтобы, как обычно в таких случаях, взять ручку на себя, берем ее от себя. Вот с какими сюрпризами управления приходится нам сталкиваться!

Итак, давайте все делать наоборот. Берите ручку, отжимайте ее от себя... Но что же это? Ручку нельзя сдвинуть! Будто кто-то невидимый крепко держит ее. А бывали и такие случаи, когда ручка вдруг начинала сама ходить, не обращая ни малейшего внимания на летчика... Заклинило рули. Но мы с ними наконец справились. И... вдруг оперение начинает само вибрировать, дрожать, испытывая какие-то невидимые удары попеременно то сверху, то снизу. Это скоростной бафтинг — колебания оперения, возникающие при больших скоростях.

Вот какие враги подстерегают летчика, проникшего в новую, неизведанную страну — страну больших скоростей. В ней свои, особенные законы. В ней свои, особенные явления.

Враг страшен тогда, когда его не знаешь. А если знаешь, каков он, можно найти и способы с ним бороться.

Такие приключения, какие мы с вами испытали у «звукового барьера», произошли бы при полете на обычном самолете, с обычными формами. Они и бывали, когда реактивные двигатели ставились на обычные самолеты, предназначенные для обычных, поршневых моторов, для обычных, небольших скоростей.

Долго так быть, конечно, не могло. Представьте себе, что мощный автомобильный мотор для «ЗИС-110» установили бы на неуклюжий рыдван времен 1910 года!..

Реактивному двигателю нужен и реактивный самолет. Такие самолеты есть. Какова их форма? У них сравнительно тонкие, часто отогнутые назад — как говорят, стреловидные — крылья. Оказалось, что стреловид-

ные крылья обладают замечательным свойством: у них неприятности, связанные со сжимаемостью воздуха, возникают при более высоких скоростях, чем у других крыльев.

Но раз крылья тонкие, их нельзя сделать очень длинными. Значит, высокоскоростной самолет имеет своеобразные короткие крылья. Не только крылья, но и оперение у реактивных самолетов должно быть другое. Пока что оно еще похоже на обычное, но уже намечаются и совершенно новые формы. А расположение его и сейчас уже другое. Посмотрите на рисунок, где показаны формы новых самолетов: горизонтальное оперение поднято высоко, а вертикальное сдвинуто вперед или назад.

У большинства самолетов (одномоторных) двигатель помещают в задней части фюзеляжа. Кабину летчика тогда передвигают вперед, в носовую часть, которая поэтому вытягивается. А место кабины в средней части занимают баки с горючим.

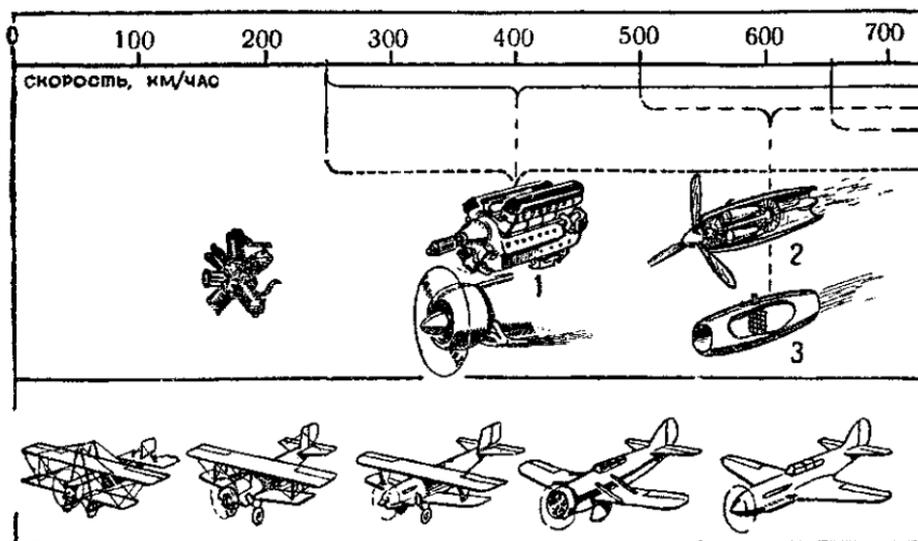
Разработано особое управление для скоростных самолетов. Если нехватает у летчика силы повернуть руль, ему помогает в этом небольшой электрический двигатель или гидравлическое устройство, действующее давлением жидкости.

Но это оказывается не так просто сделать. Нельзя всю работу доверить мотору — так, чтобы летчику осталось нажимать на кнопки. Летчик должен сам управлять машиной, «чувствуя» каждое ее движение, следить за тем, выполняет ли она его волю.

Поэтому приходится делать так, чтобы мотор только помогал летчику, выполняя часть работы по управлению рулями, а не заменял летчика.

Покинуть в случае необходимости самолет на большой скорости — это тоже не простая задача. Сопротивление воздуха настолько велико, что летчик не может сам выбраться из самолета. Его приходится выбрасывать — катапультировать вместе с сиденьем.

Летчик сбрасывает крышу кабины, ставит ноги на подножку и нажимает кнопку на ручке управления. Взрыв! Патрон с небольшим пороховым зарядом взрывается и выбрасывает кресло с летчиком из самолета.



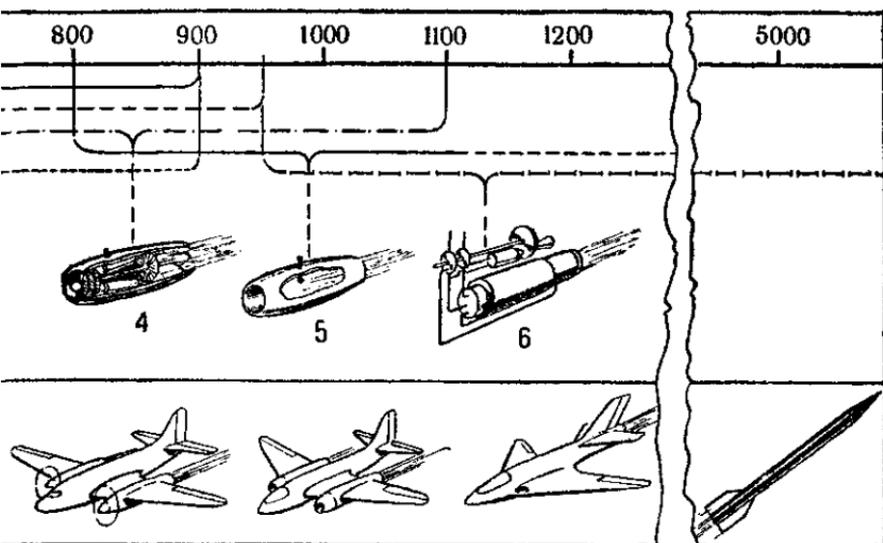
Области применения различных
 1 — поршневой двигатель с реактивным выхлопом; 2 — газотурбинный винт
 4 — газотурбинный реактивный двигатель; 5 — прямоточный воздушно-реакт
 показано изменение форм само

На мгновение огромная перегрузка обрушивается на летчика. Она в шестнадцать-двадцать раз больше земной тяжести.

Летчику необходимо закрывать свое лицо щитком — так велик встречный ветер при огромной скорости. Потом летчик освобождается от кресла и раскрывает свой парашют.

Раньше думали, что человек не перенесет скорости больше 500 километров в час. Теперь скорости самолетов перевалили за 1000 километров в час — и летчики летают на них.

Страшна не скорость — страшна перегрузка. Это усиленная тяжесть, которая возникает, когда скорость самолета или ракеты резко меняется. Во время изменения направления полета, например при выходе из пикирования, возникает центробежная сила, которая тоже воспринимается летчиком как усиленная тяжесть. Летчик прижимает к сиденью, кровь отливает у него от го-



типов авиационных двигателей:

1 — поршневый двигатель; 2 — турбовальный двигатель; 3 — пульсирующий воздушно-реактивный двигатель; 4 — турбовальный двигатель; 5 — турбовальный двигатель; 6 — реактивный двигатель на жидком топливе. Внизу — типы самолетов с ростом скорости полета.

ловы, в глазах темнеет. Он слепнет, у него кружится голова. Когда ускорение сильно возрастает и возникает большая перегрузка, то веки тяжелеют настолько, что мышцы не могут держать их приподнятыми и глаза невольно закрываются.

Тренировка помогает летчику легче переносить перегрузку. А теперь, когда скорости самолетов возросли, при маневрировании возникают очень большие перегрузки.

Для борьбы с перегрузкой принимают различные меры — например, летчика помещают в кабине в лежачем положении, в котором легче переносится перегрузка.

**

Зададим теперь себе один вопрос: вытеснят ли реактивные самолеты обычные или нет?

Этот вопрос задавали очень давно, когда реактивных

самолетов еще не было. Многие полагали, что реактивные самолеты полностью заменят обычные самолеты.

В самом деле, посмотрите: авиация заходит втупик. Нагнетатель (компрессор, подающий в мотор воздух при полетах на больших высотах; он приводится в движение от вала мотора) невыгоден, потому что он работает за счет энергии мотора. Чем больше высота, тем больше мощности забирает от мотора нагнетатель. Только реактивный двигатель обеспечит самолету огромные высоты. А высота — это скорость.

Правы ли они?

И да и нет. Да — потому что поршневой двигатель невыгоден на больших скоростях, но выгоден на малых. Нет — потому что реактивный двигатель выгоден только на больших скоростях.

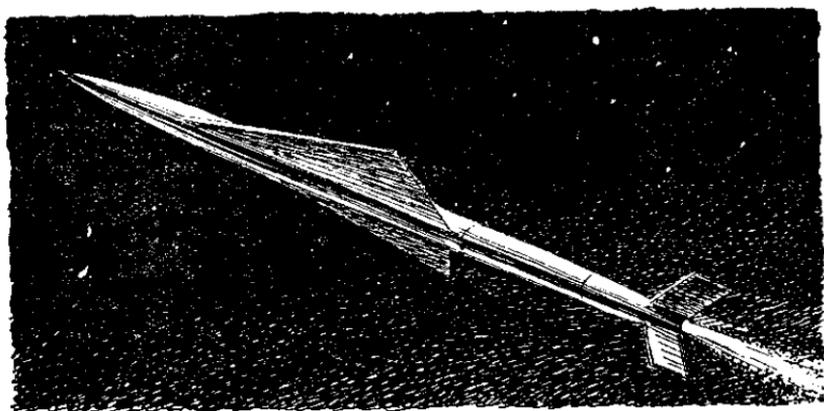
Поршневой и реактивный двигатели сейчас разделяют между собой скорости полета на две области: в одной из них — владения поршневого двигателя, в другой — владения реактивного двигателя.

Турбовинтовой реактивный двигатель заходит во владения и поршневого и реактивного двигателя.

Самолеты с такими комбинированными двигателями могут летать на малых и на больших скоростях.

А в будущем появятся жидкостные реактивные двигатели, которые помогут самолету летать еще быстрее — быстрее звука, быстрее снаряда. Они помогут человеку окончательно победить пространство и время.

Только сейчас, оглядываясь на прошлое ракеты — от фейерверка до сверхдальнобойной реактивной артиллерии, от шара Герона до реактивной турбины, от первых проектов реактивных летательных аппаратов до современных реактивных самолетов, догоняющих звук, — можно оценить гигантский труд, вложенный смелой человеческой мыслью в создание новой отрасли техники. И только сейчас можно понять и оценить великую роль русской науки и техники, которые помогли сделать из ракеты то, чем она стала сейчас, — новый мощный двигатель и грозное боевое оружие.



Глава 8

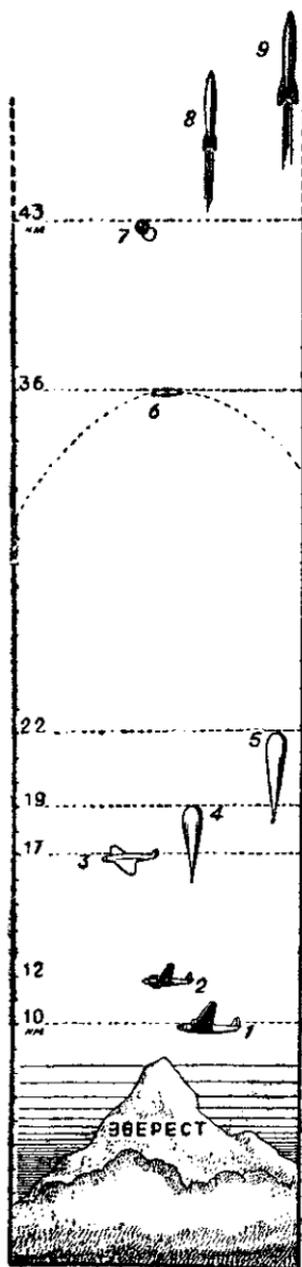
ЗАВОЕВАНИЕ ВЫСОТ

Осаду больших высот человек начал уже давно. Стратостаты поднимались до 22 километров, шары-зонды — до 40.

40 километров оказались той границей высоты, за которую долго не удавалось перешагнуть. Пришлось идти обходным путем. Разведчиками стратосферы стали звук, свет и радио.

Скорость звука сильно зависит от температуры воздуха. Переходя из теплого слоя воздуха в холодный, звук меняет скорость. Звук стал служить оригинальным термометром: измеряя скорость звуковых волн, можно определить температуру в стратосфере. Различные оптические явления — сумерки, полярные сияния, светящиеся облака — тоже позволили узнать кое-что о стратосфере. Многое дало изучение распространения радиоволн, которые отражаются от верхних слоев атмосферы. Но стратосфера еще ждет своих разведчиков — точных и правдивых приборов.

Ракеты с приборами уже поднимались на несколько сот километров. В будущем такие подъемы будут про-



исходить регулярно — так же регулярно, как сейчас происходят подъемы шаров-зондов в нижние слои стратосферы.

Как может быть устроена стратосферная ракета, как она летает?

Для полетов на сравнительно небольшие высоты была бы пригодна и пороховая ракета, если ее устроить составной.

Составная пороховая ракета состоит из нескольких отдельных ракет; каждая из них — со своим двигателем.

Дело ведь в том, что порох не только горючее, но и взрывчатое вещество. Большой ракете нужно много топлива. А так как в пороховой ракете двигатель одновременно служит и топливным баком, то сделать большой двигатель-бак и трудно и опасно. Тогда вместо одной большой ракетной камеры устраивают несколько небольших и соединяют их вместе. Одна из ракет понесет с собой полезный груз — приборы.

После того как порох сгорит, ракеты опустятся на парашютах. Их можно снова зарядить и отправить в полет.

Завоевание высот:

1 — ближний бомбардировщик; 2 — истребитель и дальний бомбардировщик; 3 — рекордный самолет; 4 — стратостат «СССР-1»; 5 — стратостат «Осоавиахим»; 6 — артиллерийский снаряд; 7 — шар-зонд; 8 — дальняя ракета; 9 — метеорологическая ракета.

Пороховую ракету — самую старую и самую простую из ракет — рано еще сдавать в архив. Она пригодится и на мирной службе. Но для полетов на очень большие высоты — для полетов человека — нужна будет, конечно, жидкостная ракета.

До сих пор мы говорили с вами о ракете как военном оружии. Но ракета не только оружие войны, она становится и «мирным» оружием человека в его борьбе за овладение природой.

В руках империалистов ракета — оружие истребления. Империалисты, мечтающие о новой войне, стремятся сделать ракету средством нападения на мирные города.

Но нельзя забывать о том, что есть не только отравляющие газы, есть также и противогазы. Нашлось оружие против самолетов-снарядов. Найдется оружие и против ракет, если это будет нужно.

Но мы видим назначение ракеты не в том, чтобы убивать.

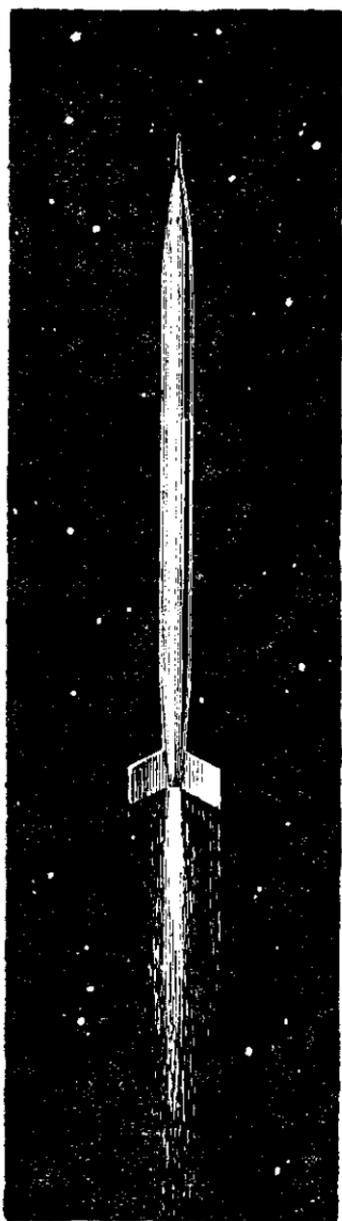
Ракеты с приборами побывают на недостижимых высотах. Они облетят кругом Земли. Человек создаст с помощью ракеты искусственный спутник Земли, новое небесное тело. Ракеты облетят Луну и другие планеты. На экранах наших телевизоров мы увидим Землю из мирового пространства, невидимую сторону Луны, пустыни и растительность Марса.

Со временем ракеты перенесут на другие планеты и человека. Как много неразгаданных сейчас загадок природы будет тогда раскрыто! О ракетных кораблях будущих космических рейсов мечтал Циолковский.

Циолковский — создатель новой ракеты — не мечтал о том, чтобы ракета убивала людей. «В качестве исследователя атмосферы, — говорил он, — предлагаю реактивный прибор, то-есть род ракеты, но ракеты грандиозной и особенным образом устроенной...»

Ракета — исследователь атмосферы, — вот о чем мечтал наш русский ученый.

Цандер — продолжатель дела Циолковского, его последователь — не мечтал о том, чтобы ракета разрушала города. «Полет далеко летающих ракет... в ближайшем будущем будет играть громадную роль при перевозке спешных грузов и людей», говорил он.



Стратосферная ракета.

Ракета — победитель высот и расстояний, — вот о чем мечтал наш русский инженер.

Кондратюк — исследователь вопроса о завоевании межпланетных пространств — не мечтал о том, чтобы ракета стала новым страшным оружием. «Несомненно обогащение наших научных знаний с соответствующим отражением этого и в технике», говорил он.

Ракета — оружие науки, — вот о чем мечтал наш русский изобретатель.

И ракета становится этим новым оружием. И каким могущественным оружием!

Наша русская наука уже давно предвидела, что перед ракетой открываются грандиозные возможности. Циолковский почти полвека тому назад писал об этом: «...В далеком будущем уже виднеются сквозь туман перспективы до такой степени обольстительные и важные, что о них едва ли теперь кто мечтает».

Теперь мы видим ясно эти перспективы.

Стратосферная ракета на жидком топливе — это большое достижение современной техники. Она поднимает приборы туда, куда не поднимется ни один стратостат или шар-зонд, куда не залетал снаряд.

Стратосферная ракета состоит из нескольких частей — отсеков, как их называют. Есть отсек двигателя, отсек топлив-

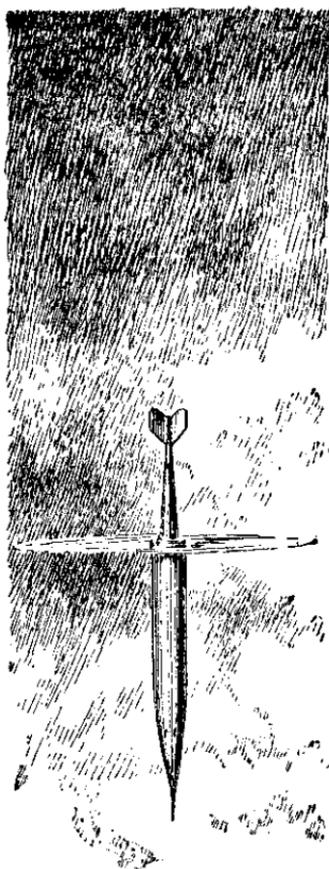
ных баков, как и в тех дальнотбойных ракетах, о которых мы говорили. Отличает эту ракету от других боевой, почтовый, грузовой отсек с приборами.

Приборы — пассажиры этой ракеты. Они записывают температуру воздуха, его давление. Они наблюдают за космическим излучением, за солнечными лучами. Они приносят пробы воздуха с больших высот.

Автопилот ведет ракету по курсу. Радиостанция ракеты передает сигналы на землю. Отсек с приборами опускается потом на парашюте. На парашюте опускается и сама ракета. Парашют для спуска головки ракеты с приборами может быть и не зонтичный, а в виде вращающихся лопастей, похожих на ротор автожира. Спуск головки ракеты с таким парашютом изображен здесь на рисунке.

Полеты ракет в стратосферу уже сейчас дали много интересного.

Данные о температуре на больших высотах, полученные косвенными путями, по наблюдениям с земли, и приборами, которые поднимала ракета, — совпали. Это служит еще одним наглядным подтверждением мощи человеческого разума, проникающего в глубины моря и высоты стратосферы, в глубь микромира и в бесконечную Вселенную.



Спуск отсека с приборами.

Здесь вы видите интереснейший снимок — это фотография солнечного спектра, полученная при помощи ракеты на большой высоте. То, что спектр сильно вытянут в своей ультрафиолетовой части, показывает силу ультрафиолетовых лучей Солнца. Если бы нас не защищал от них естественный экран — атмосфера, все живое на Земле погибло бы.

Атмосферу нужно изучать потому, что от нее зависит погода. Нужно знать, что происходит не только у земли, но и во всей атмосфере, в стратосфере.

Здесь ракеты и придут нам на помощь. Они будут нести службу погоды.

Ракету можно использовать не только для подъема метеорологических приборов. Был проделан такой опыт. В хвостовой части ракеты укрепили маленькую кинокамеру, которая приводилась в действие небольшим моторчиком. Коробку с пленкой поместили в толстую камеру из броневой стали. Пока ракета поднималась, кинокамера производила съемку земной поверхности. На высоте 120 километров она засняла огромную площадь. С такой высоты было видно все вокруг в радиусе 1200 километров. Потом стальная камера с пленкой была автоматически сброшена на землю. Снимки проявили, и получился один из самых необычайных кинофильмов: виды Земли с такой высоты, где еще никогда не был человек.

Фоторакеты помогут заснять всю поверхность Земли и проверить точность географических карт.

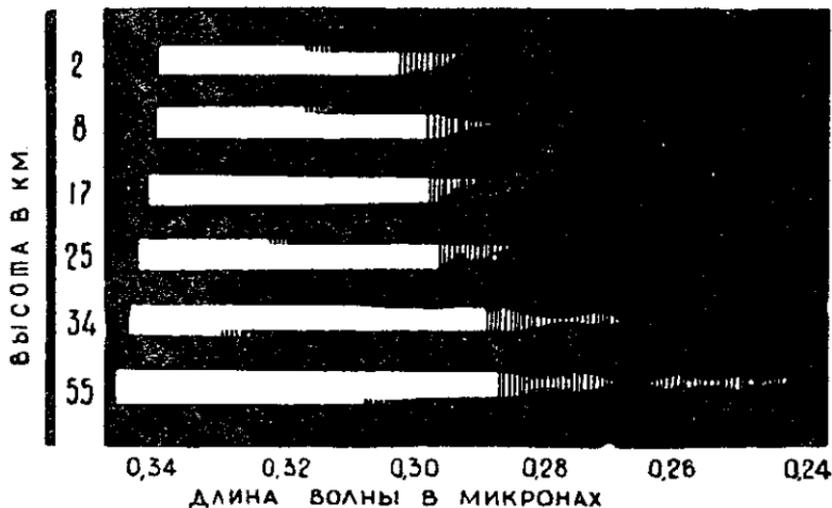
**
*

Когда мы рассказывали об испытаниях авиационных газотурбинных двигателей, то вы видели, что часто приходилось сталкиваться с различными трудностями.

И при испытаниях стратосферных ракет тоже приходится преодолевать трудности, сталкиваться порою с неожиданностями, которые сразу даже и нельзя предусмотреть.

Мы расскажем здесь несколько приключений, происходивших со стратосферными ракетами.

...Взлет произошел удачно, но через несколько секунд ракета начала вращаться вокруг своей оси, да так силь-



Фотографии солнечного спектра, снятые на разных высотах.

но, что один из стабилизаторов оторвался и упал на землю. Как будто ракета хотела избавиться от своего хвостового оперения — и это ей начало удаваться. На этом стабилизаторе была прикреплена антенна радиопередатчика. Когда все это полетело на землю, сигналы с ракеты должны были, конечно, прекратиться. Но что за чудо? Сигналы продолжались! Оказалось, что кусок антенного провода задел корпус, который сам сделался тогда антенной! Так ракета и продолжала сигналить во все время полета.

В другой раз ракета поднималась, как казалось с земли, прямо вверх. Запуск происходил ночью. Сначала работала стартовая ракета и видна была широкая огненная струя из ее двигателя, затем — узкая полоска, — это струя из двигателя самой ракеты, уже на большой высоте. Потом двигатель ракеты кончил работать. Но огненный след продолжал подниматься вверх!

Оказалось, что графитовый руль, установленный в потоке газов, раскаляется, и даже когда двигатель уже не работает, он продолжает еще долго чертить в небе огненную линию...

Обратно ракета спускалась тоже строго вертикаль-

но... и очутилась за добрый десяток километров от места пуска. Пока она летала, Земля успела повернуться, и ракета приземлилась западнее ракетодома.

При одном из пусков ракета, вместо того чтобы подниматься вертикально вверх, вдруг полетела по какой-то причудливой кривой. Так она умудрилась улететь за 200 километров от места пуска! Как оказалось, причиной странного поведения ракеты был графитовый руль. При пуске руль, видимо, повредило куском зажигательного устройства, вылетевшим через сопло. Кусочек руля отскочил, весь руль поворачивался да поворачивался, пока не оторвался! Ракета и полетела, куда ей вздувается.

После этого случая графитовые рули пришлось незадолго перед пуском просушивать в печи, тщательно просвечивать рентгеном и испытывать еще и еще раз под большой нагрузкой. А чтобы руль не повреждался вылетающими частями зажигательного устройства, на него стали надевать прочные картонные футляры, которые потом сгорают в струе раскаленных газов.

...С наблюдательного пункта ракетодома хорошо виден окрашенный в яркий цвет корпус ракеты, хотя Солнце уже зашло.

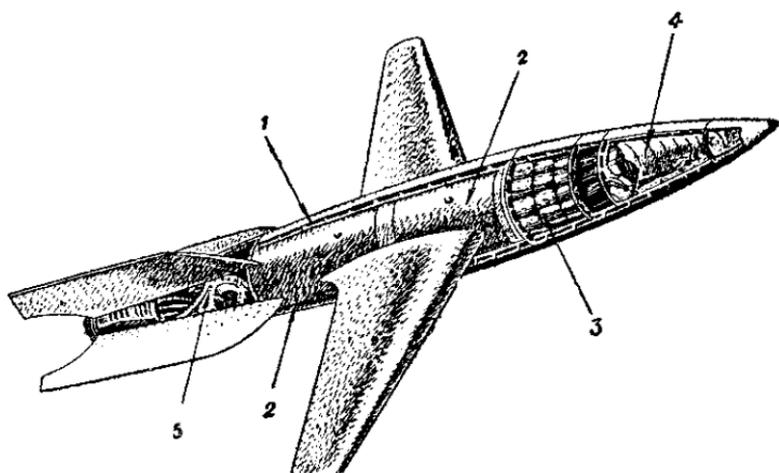
Но вот ракета вышла из тени Земли и теперь ярко освещается Солнцем. Она напоминает комету и хорошо видна во все время подъема — до самой высокой его точки.

Ракета достигла вершины своей траектории. Она все замедляла скорость, на мгновение остановилась и ринулась вниз. Подобно снаряду, несется она с высоты, достигая земли быстрее, чем мы можем услышать звук ее движения.

Если выпустить такую стратосферную ракету не вертикально, а под углом, то она пролетит две-три сотни километров. Снабдим теперь ракету крыльями. Тогда она будет планировать и пролетит намного дальше.

И, может быть, в будущем появятся такие ракеты, которые будут перебрасывать почту из Москвы во Владивосток за полчаса, а из Москвы в Ленинград — за несколько минут.

Если применить составную ракету, то дальность еще возрастет.



Стратосферная почтовая ракета:

1 — корпус; 2 — топливные баки; 3 — почта; 4 — кабина летчика;
5 — реактивный двигатель.

Составная жидкостная ракета может иметь две «ступени»: первая — ускоритель, вторая — основная ракета. Ракета-ускоритель имеет свой двигатель, топливные баки и парашют. Она «разгоняет» основную ракету, а затем отделяется от нее и спускается на парашюте. Тогда начинает работать двигатель основной ракеты. Основную ракету можно устроить крылатой — тогда она будет еще потом планировать и дальность ее полета увеличится.

**
*

Настанет день, когда на неизведанные высоты вслед за приборами поднимется и человек. Так бывало и раньше: сначала в недоступные области проникали приборы, а затем и человек.

Место отсека с приборами займет в большой стратосферной ракете пилотская кабина.

Проверены все аппараты и приборы. Баки наполнены топливом. Сигнал! Через минуту старт. Мы лежим в откидных креслах, чтобы легче перенести ускорение, когда ракета будет набирать скорость.

В кабине все предусмотрено, чтобы нам было удобно работать.

В нашей герметической кабине воздух автоматически очищается, подогревается, увлажняется. Если нам будет холодно, включим отопление. Если кабина нагреется прямыми солнечными лучами, пустим холодный воздух из холодильника. Кабина и ракета имеют свои парашюты. Кабина, кроме того, снабжена тормозным ракетным двигателем, установленным в ее дне.

Вот мы достигли «потолка» — наибольшей высоты подъема. Кабина отделяется от ракеты, и мы начинаем спуск. Пока воздуха мало, парашют поддерживать кабину не сможет. Чтобы затормозить падение, включаем ракетный двигатель. Когда мы достигнем плотных слоев воздуха, раскроется парашют. Наш парашют устроен так, что поверхность его автоматически уменьшается с увеличением плотности воздуха, и мы спускаемся с постоянной скоростью.

Вот наконец кабина плавно приземляется. От удара о землю нас защитил амортизатор — резиновая подушка, наполненная воздухом.

Сейчас, конечно, нельзя предвидеть все то, что дадут нам полеты высотных ракет с человеком. Если отдельные полеты стратостатов дали много ценного науке, то сколько же смогут дать регулярные рейсы летающих лабораторий-ракет на сотни километров!

**

Еще трудно угадать все изменения, которые внесут большие скорости в авиацию. Но ясно главное: большие скорости неразрывно связаны с реактивными двигателями, которые помогут самолету пробить «звуковой барьер», летать быстрее звука и завоевать большие высоты. Когда мы делили скорости полета между поршневыми и турбореактивными двигателями, мы отвели турбореактивным двигателям область скоростей больше 900 километров в час.

Эти двигатели будут широко применяться на скоростных самолетах. Газовые турбины с винтом найдут широкое применение на тяжелых самолетах и самолетах с меньшими скоростями. Тяжелые транспортные самолеты будут летать в стратосфере на высоте 10—12 километров и пролетать большие расстояния без посадки.

Возможно, что реактивные двигатели будут применяться и на легких самолетах. Такие проекты разрабатываются уже сейчас.

В авиации реактивные двигатели найдут еще и другое применение.

Ближайший ученик Н. Е. Жуковского, заслуженный деятель науки и техники академик Б. Н. Юрьев, один из первых конструкторов вертолетов, предложил оригинальный проект реактивного винта.

Реактивный винт самой простой конструкции работает так. Воздух через осевую втулку винта попадает в полые лопасти. Центробежной силой, развивающейся при вращении, воздух отбрасывается к концам винта, сжимается и поступает в маленькие камеры сгорания. Туда же по трубкам подается горючее. Продукты сгорания выходят через сопла и создают реактивную силу, вращающую винт.

В более сложных схемах воздух сжимается предварительно компрессором, а затем поступает в винт.

Реактивный винт имеет ту особенность, что даже при небольших скоростях полета концы лопастей имеют довольно большую скорость. Условия расхождения горючего благодаря этому улучшаются. Правда, горючего в реактивном винте расходуется все же больше, чем в поршневом двигателе.

От реактивного винта один шаг к реактивному ротору вертолета.

Газотурбинная установка реактивного вертолета располагается в фюзеляже, а выхлопные газы направляются в ротор и вытекают через сопла на концах лопастей.

Но можно расположить камеры сгорания реактивного двигателя и непосредственно на концах лопастей, а воздух подавать к ним от компрессора, приводимого в движение каким-либо двигателем.

Реактивный двигатель можно будет использовать и на обычном вертолете, чтобы заменить его хвостовой винт.

Смешанные силовые установки будут не только на вертолетах, но и на многомоторных самолетах. Обычные моторы с винтами дадут возможность взлетать и набирать высоту. А когда они начнут задыхаться на

большой высоте, придут в действие реактивные двигатели. Моторы включены, винты поставлены так, что не мешают полету, и полет продолжается на одних реактивных двигателях.

Наконец, разрабатываются и проекты реактивных дирижаблей. При подъеме на небольших высотах двигатели вращают винты, а выхлопные газы дают дополнительную реактивную тягу. На больших высотах винты не работают, и дирижабль движется реактивной силой. Такой дирижабль может иметь металлическую оболочку, которая изменяет свой объем. Воплотятся в жизнь идеи К. Э. Циолковского о цельнометаллическом дирижабле.

Был предложен проект стратосферного планера с реактивными двигателями. Планер с герметической кабиной имеет в крыльях шесть реактивных камер, работающих на жидком топливе. Оболочка, наполненная газом, поднимает стратопланер на высоту 25—30 километров. Планер отцепляется от оболочки и пикирует, набирая скорость; включаются реактивные камеры — и планер взлетает на высоту 50 километров, откуда планирует к земле.

Но как далеко простирается область, где годны турбореактивные двигатели? Чьи владения — область скоростей, в несколько раз больших, чем скорость звука?

Оказывается, что турбореактивный двигатель, как и поршневой двигатель, тоже годится до определенного предела.

При полете с большими, сверхзвуковыми скоростями воздух за счет скоростного напора сжимается настолько сильно, что компрессор становится не нужен. Мало того: на очень больших скоростях полета сам компрессор работает плохо. Он начинает хуже сжимать воздух. Если на взлете он создавал давление в $3\frac{1}{2}$ атмосферы, то при полете в три раза быстрее звука он может создать лишь вдвое меньшее давление.

На смену турбокомпрессорному воздушно-реактивному двигателю при больших, сверхзвуковых скоростях придет прямоточный воздушно-реактивный двигатель.

Когда мы сравнивали поршневой и турбореактивный двигатели, то отмечали, что турбореактивный двигатель проще поршневого.

Прямоточный двигатель устроен еще проще. Весит

он гораздо меньше, чем турбореактивный, который, в свою очередь, значительно легче поршневого. Мощность его растет гораздо быстрее, чем скорость. И чем быстрее он летит, тем он становится выгоднее: тягу дает большую, а горючего тратит меньше.

Но самая замечательная особенность прямоточного двигателя — исключительная простота устройства. Трудно найти двигатель, который был бы устроен проще, чем прямоточный воздушно-реактивный двигатель.

В поршневом двигателе были части вращающиеся и части,двигающиеся поступательно; в турбореактивном — только вращающиеся части. А в прямоточном двигателе нет ни поступательнодвигающихся, ни вращающихся частей, за исключением вспомогательных механизмов для подачи топлива.

До каких же скоростей простираются владения прямоточного воздушно-реактивного двигателя?

Оказывается, что и для прямоточного двигателя есть предел. При полетах мешает сопротивление воздуха. Чтобы летать еще быстрее, надо летать выше — там, где воздуха почти нет и он не мешает полету.

Этого-то и не могут сделать воздушно-реактивные двигатели. На больших высотах — там, где воздуха мало — они начнут задыхаться так же, как раньше задыхался поршневой двигатель.

Тогда на смену прямоточному двигателю придет жидкостный реактивный — ракета.

Ракета была начальной формой реактивного двигателя.

Ракета, вероятно, станет и его конечной формой.

Ракетные самолеты будут быстро набирать высоту и на больших высотах летать со скоростью в несколько тысяч километров в час.

И, быть может, недалеко то время, когда будет дан старт беспосадочному кругосветному перелету реактивного самолета.

Осуществится мечта великого летчика нашего времени Валерия Чкалова о полете «вокруг шарика».

Генерал-майор авиации П. М. Стефановский в статье «Вокруг света за три часа» пишет, что возможно «ожидать в недалеком будущем ракетных самолетов, которые смогут произвести беспосадочный перелет вокруг света в

течение трех-четырех часов, то-есть со средней скоростью порядка 10 тысяч километров в час».

Сверхзвуковые скорости повлияют на внешнюю форму самолета и на его конструкцию.

В предыдущей главе мы рассказали о «дозвуковых» самолетах.

Каким же будет «сверхзвуковой» самолет? Пока на этот вопрос нельзя ответить совершенно точно. Но кое-что можно сказать уже сейчас.

В будущем появятся самолеты — летающие крылья, у которых для уменьшения сопротивления все находится в крыле: и горючее, и реактивный двигатель, и экипаж. Такие летающие крылья тоже будут, вероятно, иметь стреловидную форму.

Когда самолеты станут летать на очень больших высотах, то площадь крыльев у них будет уменьшаться. Самолет будет больше походить на артиллерийский снаряд.

Эти самолеты-ракеты смогут летать с огромными скоростями. Летчик на таком самолете может увидеть «чудо»: Солнце, которое заходит на востоке. Самолет-ракета перегонит Солнце, если полетит быстрее, чем Земля вращается вокруг своей оси.

От такого самолета-ракеты уже совсем недалеко и до межпланетного корабля, о котором мечтал Циолковский.

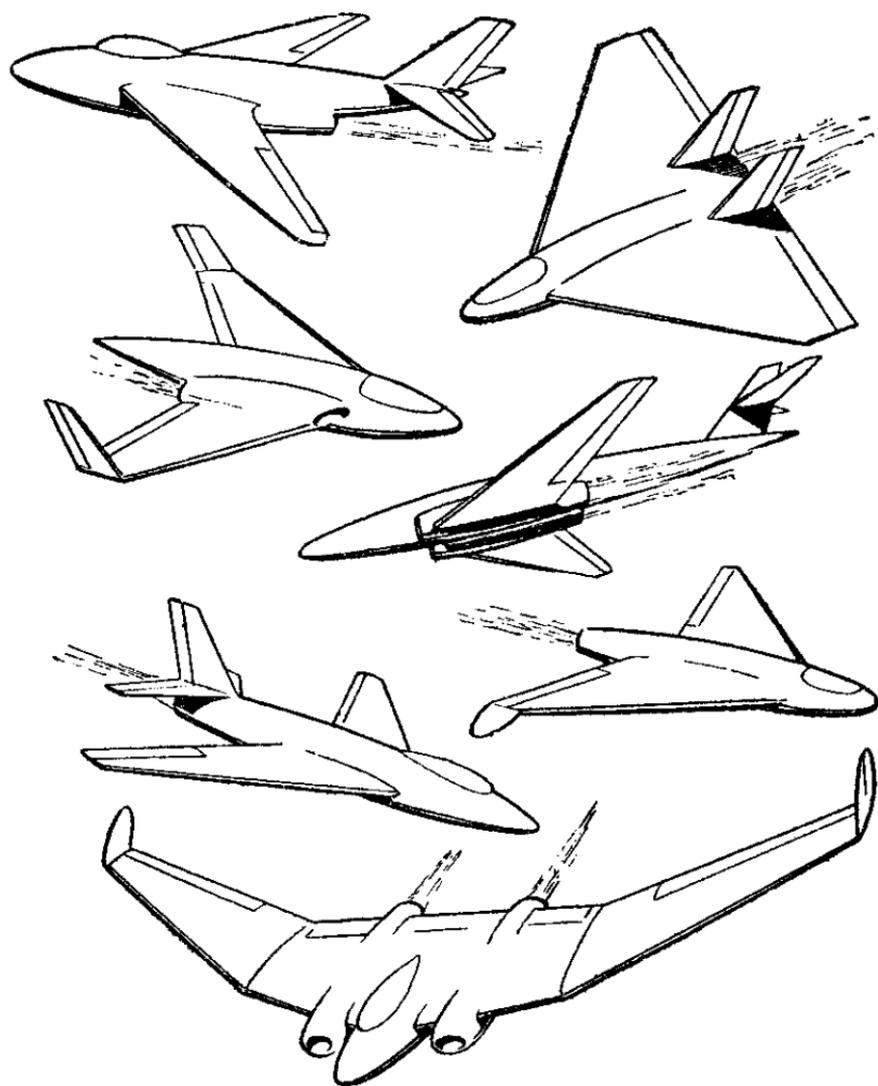
Особенностью таких самолетов будет то, что им придется брать с собой очень большой запас горючего, который израсходуется в полете.

Вес самолета при приземлении будет гораздо меньше, чем при взлете, что облегчает посадку.

Нас удивляют сейчас необычные формы самолетов будущего.

Когда во время войны появились реактивные самолеты и английские летчики, видевшие их, докладывали о том, что видели самолеты без винта, командиры посылали таких летчиков лечиться. Прошло время, и необычные, безвинтовые реактивные самолеты стали все чаще и чаще появляться в воздухе.

Возможно, в будущем мы привыкнем и к необыкновенным самолетам, напоминающим своей формой быстроекрылую ласточку. Изменится конструкция и самолета и отдельных его частей.



Формы самолетов будущего.

Большие ускорения, которые возникают при маневрах высокоскоростного самолета, вредно влияют на организм летчика. Разрабатываются поэтому самолеты, в которых летчик занимает удобное лежачее положение. Это поможет ему лучше переносить большие ускорения.

Авиация будущего широко использует новейшие достижения науки и техники.

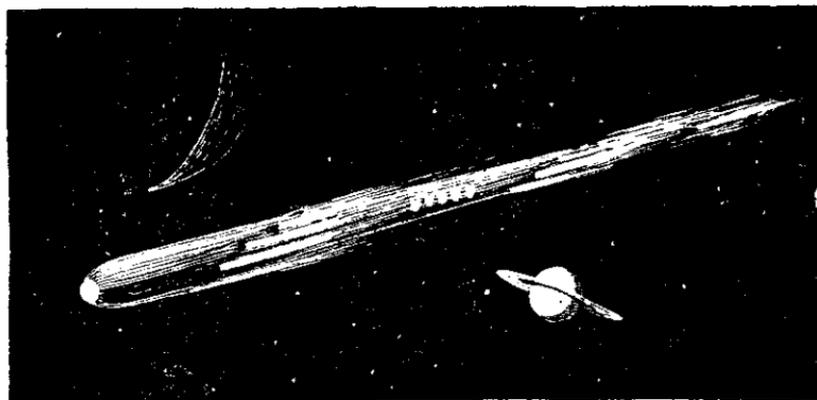
И ракетные самолеты, созданные техникой завтрашнего дня, откроют новую эпоху в авиации — эпоху таких скоростей и высот, которые еще недавно показались бы фантастикой.

**

*

Стратосферные ракеты — разведчики стратосферы и ракетные самолеты дадут нам возможность изучить и завоевать весь воздушный океан.

Там, в стратосфере, проходят голубые дороги будущего. Эти дороги — особенные дороги. Они соединят не город с городом или море с океаном. Они соединят материк с материком, полюс с полюсом. И дороги эти будут началом других, еще более длинных дорог, которые соединят Землю с ее сестрами в семье Солнца — планетами.



Глава 9

ЗАВОЕВАНИЕ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Все выше и выше будут подниматься ракеты, все быстрее и быстрее летать, пока наконец ракета не достигнет заветной скорости в 8 километров в секунду.

Осуществится то, о чем Циолковский мечтал еще в 1918 году в своей научно-фантастической повести «Вне Земли».

«Исполнению предшествует мысль, точному расчету — фантазия», писал Циолковский. И он нарисовал картину завоевания межпланетных пространств, возможность которого им была установлена непреложным и точным языком математики.

После опытных полетов на большие высоты ракета с пассажирами совершит круговой облет Земли. Вслед за ней отправится в первый межпланетный полет и большая пассажирская ракета.

...Ракета дрогнула и двинулась в путь. В момент старта пассажиры испытали необычайное ощущение, словно по телу прошла тепловая волна, от которой оно жгло, уплотнилось, напряглось. Стенки гидроамортизатора — предохранительного ящика с жидкостью — на-



Старт межпланетной ракеты.

давили в момент отлета на заключенную в нем жидкость, жидкость — на скафандр, скафандр — на воздух в скафандре, а воздух — на тело.

Чтобы вынести усиленную тяжесть, Циолковский предложил поместить пассажиров в жидкость той же плотности, что и тело. И стоило только выйти из гидроамортизатора, как чувствовалась большая тяжесть во всем теле, словно на голову надели тяжелый железный шлем, к рукам и ногам привязали по чугунному ядру. Больших усилий стоило передвигать руками и ногами. Казалось, приходится двигаться в среде с огромным сопротивлением, словно в топком болоте, в которое провалился с головой.

Затем, когда окончится взрывание, тяжесть так же моментально исчезает, как и появилась. Сила земного тяготения действует одинаково на ракету и на находящиеся в ней тела, поэтому нет разницы в движении ракеты и помещенных в ней тел. Их уносит одна и та же

сила, и внутри ракеты как бы нет тяжести. В этом мы убеждаемся по многим признакам. Все не прикрепленные к ракете предметы сошли со своих мест и висят в воздухе, ни к чему не прикасаясь. А если они и касаются, то не производят давления друг на друга или на опору. Сами мы также не касаемся пола и принимаем любое положение: стоим и на полу, и на потолке, и на стене; плаваем в середине ракеты, как рыбы, но без усилия.

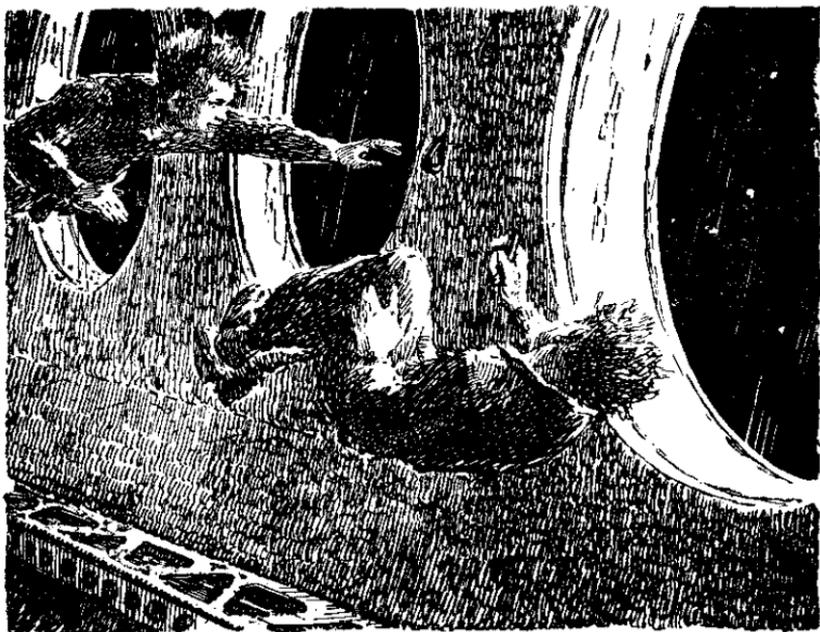
Вода не льется из графина, маятник не качается и висит боком. Рычажные весы бесполезны: коромысло их принимает любое положение, независимо от равенства или неравенства грузов на чашках.

Масло, вытряхнутое из бутылки с некоторым трудом (так как мешает давление воздуха), принимает форму колеблющегося шара. Разбиваем его на части — получаем группу из меньших шаров.

Двухколенный сифон не переливает воду. Выпущенный осторожно из рук предмет не падает, а если его толкнуть, то движется равномерно и прямолинейно, пока не ударится о стенку или не наткнется на какую-нибудь вещь, чтобы снова притти в движение, хотя с меньшей скоростью. В то же время он вращается; трудно толкнуть тело, не сообщив ему вращения.

Нам легко, как на нежнейшей перине, но кровь немного приливает в голову. Все тихо, спокойно. Открываем наружные ставни окон и смотрим через толстые стекла во все стороны. Мы видим два неба, два полшара, составляющих вместе одну сферу, в центре которой мы как будто находимся. Одна половина — черная, со звездами и Солнцем; другая — со множеством пятен. Это Земля, с которой мы только что простились. Она кажется нам, по законам перспективы, вогнутой, как круглая чаша, внутрь которой мы смотрим. По мере удаления от поверхности Земли и поднятия в высоту земной шар как будто уменьшается, между тем как мы обзираем все большую и большую часть его поверхности.

Верха и низа в ракете собственно нет, потому что нет относительной тяжести, но субъективное ощущение верха и низа все-таки остается. Мы чувствуем верх и низ, только места их сменяются с переменою направления нашего тела в пространстве. В стороне, где наша голова,



Тяжесть исчезла.

мы видим верх, где ноги — низ. Если мы обращаемся головой к нашей планете, она нам представляется в высоте; обращаясь к ней ногами, мы погружаем ее в бездну.

Такие ощущения придется испытать межпланетным путешественникам.

Сначала они облетят вокруг Земли.

В ракетах будут устроены оранжереи. Солнечный свет и тепло позволят выращивать питательные плоды. Кроме того, растения очищают воздух, поглощая углекислый газ, выдыхаемый людьми. Путешественники наладят в ракете с помощью растений такой же круговорот вещества, какой происходит на Земле. Вращением ракеты можно будет создать небольшую искусственную тяжесть.

Ракета отправится путешествовать дальше. Вот она достигает орбиты Луны. Небольшая лунная ракета доставляет на Луну первых лунных Колумбов. Встретив

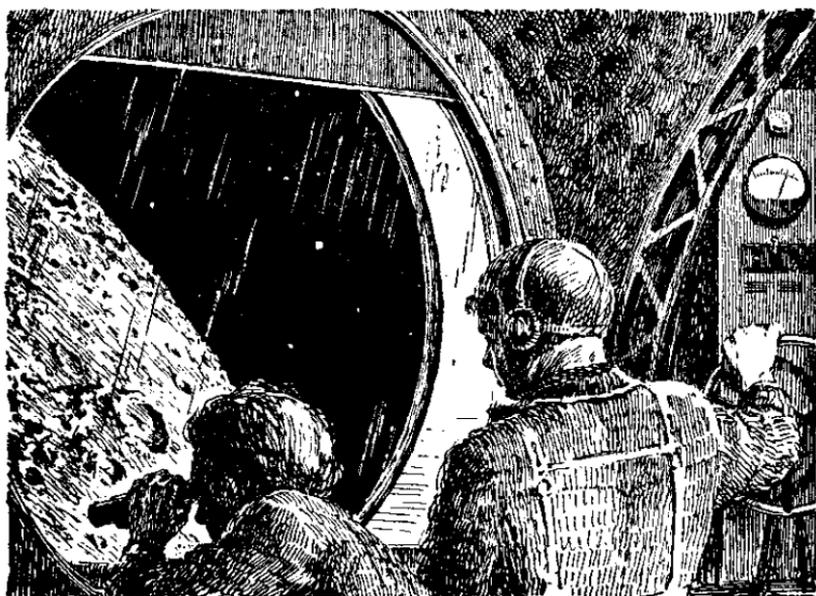
астероид, ракета тормозит свою скорость, а пассажиры в скафандрах смогут обследовать его поверхность.

Потом ракета сможет приблизиться к другим планетам.

Но пора домой. Описывая спираль вокруг Солнца, ракета направляется к Земле, постепенно тормозя свою скорость.

Со временем ракеты побывают и на других планетах. Для полета на другие планеты можно выбрать такой путь, что большую часть его ракета пролетит без затраты топлива — под действием закона всемирного тяготения. Чтобы покинуть Землю, ракета должна преодолеть земное притяжение и освободиться от вращения вокруг земной оси. Для этого ей понадобится набрать скорость около 11 километров в секунду.

Затем, если двигатель ракеты не работает, она превратится в спутника Солнца и начнет обращаться вокруг него по эллипсу. Оказывается, можно так рассчитать время и направление запуска ракеты, что она при своем



В кабине межпланетного корабля.

вращении вокруг Солнца встретится с Марсом, Венерой или другой планетой. Для посадки на планету ракета снова включит двигатель.

Таким же образом можно совершить и обратный путь. Придется только подождать такого момента, чтобы Земля опять оказалась на ближайшем расстоянии от планеты.

«Стать на почву астероидов, поднять рукой камень с Луны, наблюдать Марс с расстояния нескольких десятков километров, высадиться на его спутник или даже на самую его поверхность, — что может быть фантастичнее?»

С момента применения ракетных приборов начнется новая великая эра в астрономии: эпоха более пристального изучения неба» (Циолковский).

Будущему ракетному полету на Луну был посвящен фильм «Космический рейс», созданный при непосредственном участии Константина Эдуардовича.

«Когда я решил сделать картину о полете на Луну, я написал письмо Константину Эдуардовичу Циолковскому, — вспоминает режиссер фильма В. Н. Журавлев. — Он мне немедленно ответил, и я приехал к нему в Калугу... Он очень много и подробно рассказывал мне о том, как будут люди летать на Луну, какие будут построены аппараты, как будут люди передвигаться на Луне...»

В картине «Космический рейс», которую с интересом смотрели советские ребята, было показано, как в будущем могут происходить межпланетные полеты.

...На устремленной высоко к небу эстакаде — ракета «СССР-1». Все быстрее движется она по эстакаде — и вот ракета уже высоко над Землей. Космический рейс начался. Раскрываются двери предохранительных масляных ванн — в них находились в особых костюмах путешественники, чтобы легче перенести усиленную тяжесть при отлете. Поднимаются шторы иллюминаторов, и перед взорами пассажиров открываются невиданные просторы мирового пространства.

Пассажиры вновь погружаются в ванны. Работают двигатели, и, тормозя ими свое падение, ракета спускается на Луну. Пассажиры — в скафандрах, на ногах у них свинцовые башмаки; на груди — радиоприборы для связи между собой; на спине — ранцы с кислородом. На



На Луне.

Луне пассажиры устанавливают зеркало для подачи световых сигналов будущим ракетным кораблям.

Наблюдения окончены; путешественники готовятся в обратный путь. Снова ракета проносится в мировом пространстве и спускается на Землю на гигантском парашюте...

Много интересных идей в области межпланетного летания выдвинул и разработал Константин Эдуардович Циолковский.

Он предложил идею космического ракетного поезда — соединения нескольких ракет, которые работают поочередно. Постепенно, одна за другой, они расходуют свое горючее и возвращаются на Землю. И только передняя ракета, набрав большую скорость, отправляется в далекий путь. Поезд из пяти ракет может набрать скорость, достаточную для удаления от Земли, а поезд из десяти ракет — скорость, достаточную для полета к астероидам.

Циолковский предложил также идею космической эскадрильи — соединения нескольких ракет, которые работают одновременно. Израсходовав половину своего горючего, эскадрилья делится на две части. Одна половина ракет передает оставшееся горючее другой половине и возвращается на Землю. Другая половина ракет, с полным запасом горючего, продолжает полет. Снова и снова повторяется то же самое, пока последняя из ракет не наберет достаточную скорость, чтобы отправиться в далекий путь.

Эти идеи Циолковского направлены к тому, чтобы облегчить получение необходимой космической скорости, позволяющей оторваться от Земли и отправиться в межпланетное пространство.

Интересные идеи в этом направлении выдвинул последователь Циолковского, советский инженер Ф. А. Цандер, тоже работавший в области межпланетных путешествий.

Он предложил крылатую ракету, в которой во время полета отдельные металлические части втягиваются, расплавляются и используются в качестве горючего. К концу полета от крылатой ракеты-самолета остается корпус с небольшими крыльями и рулями, необходимыми для спуска в атмосфере.

Ракета получает скорость, достаточную для межпланетного полета.

Он предложил оригинальную ракету, тоже предназначенную для получения больших космических скоростей. Большая центральная ракета окружена множеством небольших боковых ракет, нанизанных на спиральных ветвях. Боковые ракеты, израсходовав свое горючее, втягиваются в центральную ракету, расплавляются и используются в качестве горючего.

Межпланетный полет требует затраты огромной энергии, и нельзя забывать о том колоссальном источнике энергии, каким является Солнце. На это указывал еще Циолковский.

Цандер также предложил использовать для межпланетных путешествий энергию Солнца с помощью легких отражающих зеркал — экранов.

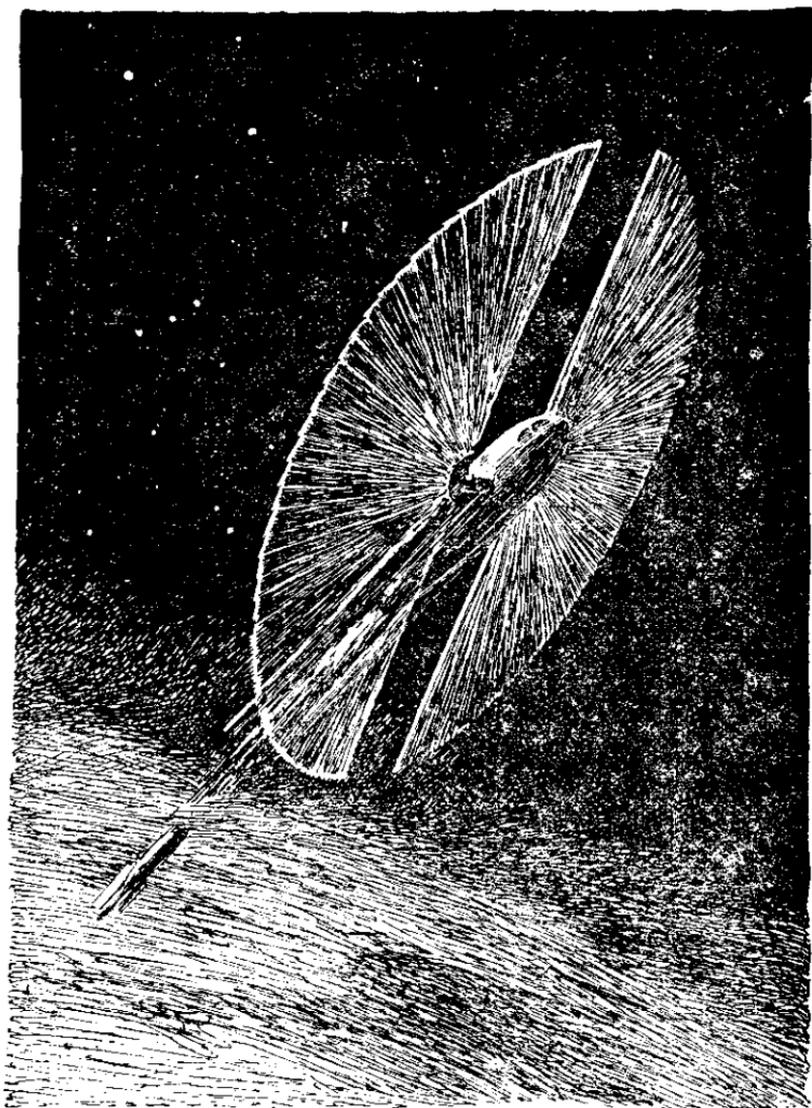
Советский инженер М. К. Тихонравов предложил использовать для полета солнечную энергию с помощью фотоэлементов.

Межпланетная ракета оборудуется батареей фотоэлементов, превращающих энергию солнечных лучей в электрический ток. Под действием электрической энергии молекула водорода может быть разбита на атомы: обычный двухатомный водород можно превратить в одноатомный.

Одноатомный водород очень неустоек и вновь превращается в двухатомный, выделяя тепло. Этого тепла достаточно, чтобы сообщить частицам водорода скорость около 12 километров в секунду. Эту особенность водорода и можно будет использовать в ракете. Жидкий водород в ней запасен заранее, а «электростанция» — батарея фотоэлементов — вступит в работу на высоте 65 километров над Землей.

Стартовая ракета забросит нашу межпланетную ракету на эту высоту, где можно начать пользоваться солнечной энергией. Тогда раскроются «веера» с фотоэлементами, подставляя их лучам солнца. Тепло, получаемое при превращениях водорода, нагревает газ, который выбрасывается со скоростью 11,5 километра в секунду. Подлетев обратно к Земле, ракета опускается планирующим спуском.

По подсчетам М. К. Тихонравова, межпланетная



Составная межпланетная ракета с фотоэлементами. Стартовая ракета отброшена. Раскрылись «веера» фотоэлементов, которые были убраны в стабилизаторы по бокам ракеты. Веера могут поворачиваться навстречу Солнцу.

ракета для двух пассажиров, работающая на жидком водороде, со всем оборудованием и фотоэлементами будет весить около 38 тонн, стартовая ракета — 75 тонн. Для полета на Луну обычная ракета должна будет весить 1250 тонн, и то, если часть ее конструкции будет использована в качестве горючего.

Еще одна интересная идея была выдвинута Циолковским. Это идея взезной станции — базы для будущих межпланетных кораблей.

Вот как описал эту станцию советский писатель Александр Беляев в научно-фантастическом романе «Звезда КЭЦ», написанном по идеям Циолковского и Кондратюка.

Станция расположена на высоте тысячи километров над Землей и совершает полный оборот вокруг нее за сто часов. Связь с Землей она будет поддерживать световым телеграфом, а с летящими в межпланетном пространстве ракетами — по радио.

Ю. Кондратюк, развивая идею взезной станции, предложил снабжать станцию всем необходимым с Земли при помощи снарядов, выпускаемых из длинного тоннеля в твердой каменной породе. Световой телеграф сообщает станции о вылете снаряда. Снаряд автоматически посылает световые сигналы, за которыми наблюдают со станции в телескоп. Ракета вылетает со станции навстречу снаряду и буксирует его на базу.

Сооружения на станции могут быть самой разнообразной формы. Вот обсерватория в форме тетраэдра, в вершинах которого помещаются рефлекторы. Как показал в своей работе Кондратюк, форму тетраэдра необходимо придать обсерватории для устойчивости. Вот оранжерея в виде цилиндра и конуса с полусферами на концах. В них поддерживается небольшая искусственная тяжесть. Обилие света, углекислоты и тепла даст возможность получать высокие урожаи.

Вот завод-шар, медленно вращающийся для получения небольшой искусственной тяжести.

Разнообразные теплосиловые и теплоэлектрические установки используют неисчерпаемую энергию Солнца.

Солнечная энергия, говорил Циолковский, рассеивается кругом почти бесплодно. На Землю падает в 2,2 миллиарда раз меньше лучей, чем их испускает Солнце. Да-

же все планеты нашей солнечной системы получают лучистой энергии в 220 миллионов раз меньше, чем посылает ее Солнце. Остальное уходит бесполезно в небесное пространство.

Мысль использовать эту, сейчас бесполезную для нас, энергию и привлекала Циолковского.

Он мечтал о том, как люди завоюют межпланетные пространства, будут использовать безграничные богатства Вселенной.

Циолковский мечтал о том, как Солнце будет творить чудеса для человека: выращивать прекрасные плоды в небесных оранжереях, двигать небесные жилища — корабли...

Циолковский мечтал о моторах без топлива, электричестве без горючего, о фабриках и заводах, где все делает Солнце.

Циолковский мечтал о том, как телескоп и фотография за атмосферой покажут нам новые небесные чудеса и расширят наши астрономические знания.

Слабая тяжесть позволяет наладить на вземных станциях самые сложные производства.

Различные лаборатории на станциях ведут научные работы, исследуя межпланетное пространство.

Со станций отправляются ракеты в далекий путь — на Луну и другие планеты — и возвращаются с богатейшими научными материалами.

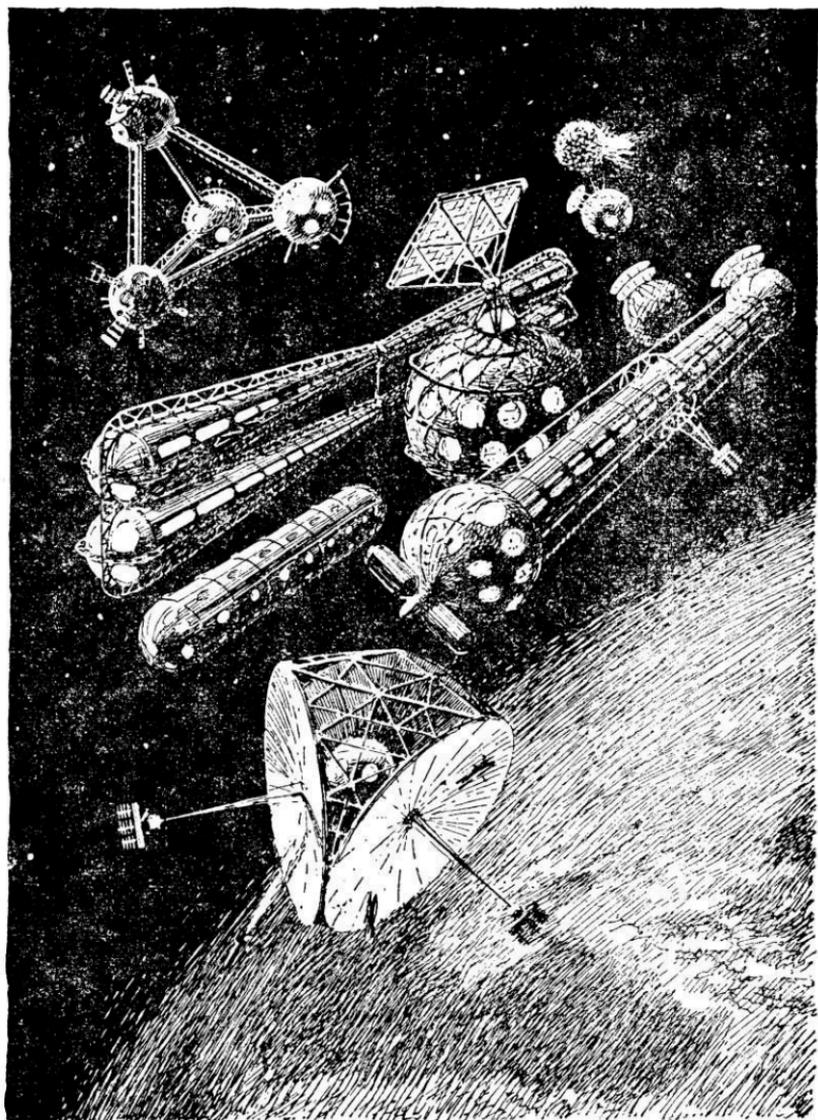
Циолковский понимал, сколько трудностей стоит на пути завоевания межпланетных пространств. Но он твердо верил, что мечта его осуществится, что человечество завоеует Вселенную.

Вот как представлял он себе пути завоевания неба: сначала полеты в стратосферу, потом полет за пределы атмосферы. Устройство вземных станций позволит использовать энергию Солнца для самых разнообразных целей, в том числе и для передвижения по всей солнечной системе.

В будущем можно будет посетить маленькие планеты — астероиды, которые станут базами в межпланетном пространстве.

Так человечество начнет завоевание Вселенной.

Циолковским и другими учеными рассмотрены самые разнообразные вопросы, касающиеся межпланетных



Внеземная станция, по идеям Циолковского и Кондратюка. Вверху слева — обсерватория, справа — склад. В центре — завод-шар. По бокам — оранжереи, жилые помещения и библиотека. Внизу — ракетодром. На станции имеются разнообразные тепловые и теплоэлектрические установки, радио- и светосигнализация.

полетов, начиная от путей будущих космических кораблей и кончая условиями жизни и полета в межпланетном пространстве.

Но еще огромные трудности стоят на пути решения задачи межпланетных путешествий. Эти трудности связаны как с самим полетом, так и с постройкой ракетного корабля.

Нельзя забывать и о том, что условия, в которые попадут межпланетные путешественники, — это условия необычные.

Об усиленной тяжести мы уже говорили в главе о реактивных самолетах. Но здесь речь идет об усиленной тяжести, продолжающейся не секунды, а минуты. Мы сможем защититься от нее, но нужно межпланетных путешественников к ней подготовить.

А невесомость! Как повлияет на человека длительная невесомость — мы не знаем.

«Все кругом вертится, ничего не покоится, мы превратились не то в каких-то птиц, не то рыб; но те расположены по крайней мере горизонтально, мы же как попали... то и дело приходится стукаться друг о друга, хотя тут довольно просторно... То и дело замирает сердце и кажется, что падаешь...» — так описывал Циолковский состояние невесомости.

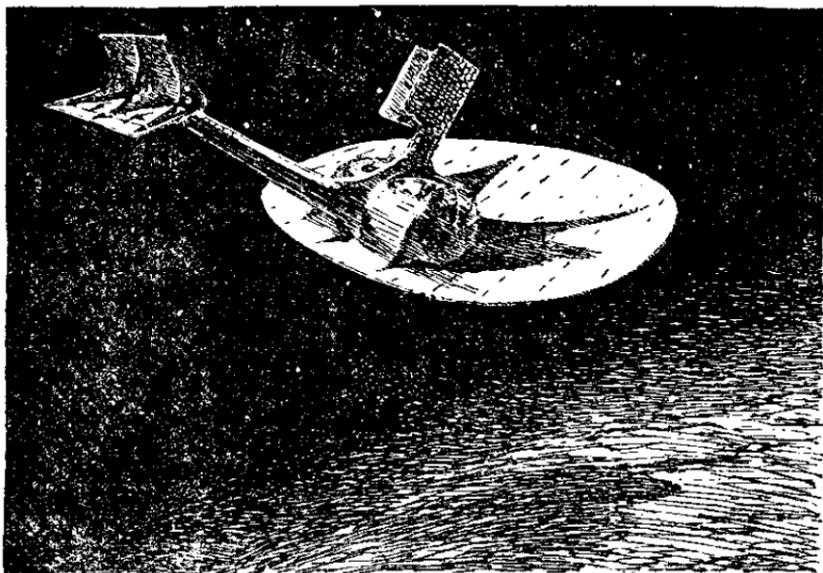
Мы сможем создать в ракете искусственную тяжесть, но к невесомости будущих путешественников тоже нужно подготовить.

Нельзя забывать, что нашу Землю бомбардируют небесные странники — метеоры. От них нас защищает воздушная броня Земли — атмосфера. Благодаря своей большой скорости метеор обладает большой энергией.

Подсчитано, что метеор величиной с булавочную головку может взорвать ракету.

О встрече с большим метеором нас предупредит радиолокатор, а от маленького метеора увернуться труднее. И хотя вероятность встречи с метеором в беспредельном мировом пространстве, быть может, и не очень велика, надо будет заранее подумать о защите от метеорной опасности.

И мы найдем ее.



Спуск экипажа межпланетного корабля на Землю, по идее Ю. Кондратюка.

К моменту спуска все лишние части ракеты сбрасываются; остаются кабина с поддерживающей поверхностью, хвост и стабилизатор. Все поверхности сделаны из огнеупорной черепицы, покрывающей металлический остов, так как при спуске они сильно нагреваются.

Сложной является и задача спуска ракеты на Землю. Нам нужно использовать атмосферу как союзника: ракета, кружась вокруг Земли, постепенно погасит свою скорость сопротивлением воздуха. Но нам нужно будет и бороться с атмосферой, как с врагом: не дать сгореть ракете, подобно метеору, при движении в воздухе с космической скоростью в несколько километров в секунду.

Ю. Кондратюк предложил к моменту приземления сбросить все лишнее и превратить ракету в планер, собрав его из частей, взятых с Земли. Такой планер, предложенный Кондратюком, показан здесь на рисунке. К кабине пилота примыкают большая поддерживающая поверхность эллиптической формы, стабилизатор и длинное хвостовище, тоже со стабилизатором. Металлический

остов всех поверхностей покрыт черепицей из огнеупорного материала.

«Нужно сознаться, что безмерны трудности получения космических скоростей и полета за атмосферу. Но что этого можно достигнуть, в этом нельзя сомневаться: все данные науки за это. Вопрос только во времени» (Циолковский).

Межпланетная ракета должна иметь огромные запасы горючего, чтобы достигнуть необходимой космической скорости. Поэтому для полета на Луну, например, ракета должна весить 1250 тонн. Самая большая современная ракета весит всего около 13 тонн!

«Энергии взрывчатых веществ, оказывается, далеко не достаточно, чтобы хотя им самим приобрести скорость, освобождающую их от земного тяготения... Разложение атомов есть источник огромной энергии. Эта энергия в 400 тысяч раз больше самой мощной химической энергии» (Циолковский).

Использование атомной энергии резко снизит вес межпланетного ракетного корабля и избавит от необходимости брать огромные запасы топлива.

Мы говорили о «водородной ракете», использующей солнечную энергию.

Для водородной ракеты можно будет использовать и атомную энергию. При атомном распаде выделяется очень много тепла.

Когда работает атомная установка, то этим теплом можно нагреть целую реку. Мы не смогли бы это тепло прямо использовать в ракетном двигателе, потому что нет материалов, выдерживающих температуру в десятки и сотни тысяч градусов.

Конечно, было бы очень заманчиво устроить такую ракету, которая двигалась бы отдачей вытекающих из нее «осколков» атомов — продуктов атомного распада. Тогда о топливе не пришлось бы и говорить.

Нагревая водород примерно до 6000 градусов, мы можем получить скорость истечения около 11 километров в секунду. Этого достаточно, чтобы преодолеть притяжение Земли.

Напомним, что в камере сгорания жидкостного ракетного двигателя развивается температура в 3000 градусов. Значит, нужно будет изыскивать новые жаро-

упорные материалы. Нужно будет изыскать и защиту для экипажа ракеты от вредного радиоактивного излучения.

Это, конечно, большие трудности, но нет сомнения в том, что техника будущего их победит. «Будет у нас и атомная энергия», сказал товарищ Молотов, и его слова блестяще оправдались.

Открытие новых источников энергии, использование энергии атома поможет осуществить межпланетные полеты.

Будут у нас и межпланетные ракетные корабли. Исполнятся пророческие слова Циолковского:

«Сначала будут полеты в стратосфере, потом — за атмосферой. Затем удаление от нее на лунную орбиту. В конце концов человечество будет путешествовать в солнечной системе. Рано или поздно победа будет одержана!»

«Надо еще много и много трудиться, чтобы окончательно завоевать стратосферу и выбраться наконец за ее пределы. Это можно осуществить только у нас, в Советском Союзе».

Выступая на первом майском празднике в 1933 году, Константин Эдуардович Циолковский сказал:

«У нас, в Советском Союзе, много юных летателей — так я именую детей-авиамodelистов, детей-планеристов, юношей на самолетах. На них я возлагаю самые смелые надежды. Они помогут осуществить мои открытия...»

Советские ребята глубоко интересуются замечательными техническими идеями Циолковского. Юные техники строят модели с реактивными двигателями, знакомятся с ракетной техникой. Это о них говорил Циолковский, как о будущих капитанах космических рейсов.

«...Работы Циолковского перекликаются с грядущим. Когда-нибудь наши потомки овладеют космическими пространствами; они будут высоко чтить Циолковского, потому что он первый дал научно обоснованную гипотезу межпланетных путешествий».

Эти слова центрального органа большевистской партии — газеты «Правда» — лучшая оценка роли Циолковского, «знаменитого деятеля науки», как называл его товарищ Сталин, роли русской науки в грядущем завоевании межпланетных пространств.

В 1935 году тяжело больной К. Э. Циолковский обратился с письмом к товарищу Сталину:

**ЦК ВКП(б) — ВОЖДЮ НАРОДА
тов. СТАЛИНУ**

Мудрейший вождь и друг всех трудящихся,
т. СТАЛИН!

Всю свою жизнь я мечтал своими трудами хоть немного продвинуть человечество вперед. До революции моя мечта не могла осуществиться.

Лишь Октябрь принес признание трудам самоучки; лишь Советская власть и партия ЛЕНИНА—СТАЛИНА оказали мне действенную помощь. Я почувствовал любовь народных масс, и это давало мне силы продолжать работу, уже будучи больным. Однако сейчас болезнь не дает мне закончить начатого дела.

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.

Всей душой и мыслями Ваш,
с последним искренним приветом всегда Ваш

К. ЦИОЛКОВСКИЙ.

13 сентября 1935 г.

Товарищ Сталин ответил:

**ЗНАМЕНИТОМУ ДЕЯТЕЛЮ НАУКИ
ТОВАРИЩУ К. Э. ЦИОЛКОВСКОМУ**

Примите мою благодарность за письмо, полное доверия к партии большевиков и советской власти.

Желаю Вам здоровья и дальнейшей плодотворной работы на пользу трудящихся.

Жму Вашу руку.

И. СТАЛИН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Немало фантастических романов посвящено ракетам.

«В двадцать шесть минут из Европы в Америку» — так назывался научно-фантастический рассказ, который появился около двадцати лет назад, о перелете в ракете через океан. Тогда это было чистой фантазией — в то время ракеты могли подниматься всего лишь на несколько сот метров, и то без пассажиров. Прошло всего полтора десятка лет — и ракеты стали подниматься на десятки километров.

Действительность догоняет и перегоняет фантазию писателя.

Самолеты штурмуют «звуковой барьер».

Ракеты ведут осаду больших высот.

А сколько фантастики было написано о межпланетных полетах на ракетах!

Теперь же, когда полеты человека на неизведанные высоты не за горами, близится к осуществлению и смелая мечта о межпланетных полетах. Представьте себе будущее.

Над необозримыми просторами нашей Родины помчатся ракетные самолеты. Почтовые и грузовые ракеты будут перебрасывать почту и грузы из одного конца страны в другой за несколько часов. Настанет день, когда ракета отправится и в космический рейс...

Но чтобы осуществилось все это, нужно много работать.

Вы узнали из этой книги, как росла ракета, какой длинный и трудный путь она прошла, каких блестящих успехов она добилась.

Все это стало возможным благодаря развитию ракетной техники, родиной которой является Россия. В историю развития ракетной техники вписаны славные имена русских ученых и изобретателей — Константинова, Кибальчича, Циолковского и других.

Перед ракетной техникой открыты широкие перспективы.

Много трудностей на пути ракеты было побеждено. Но много трудностей еще впереди. Впереди много сложных, но увлекательных задач.

Для всех найдется здесь работа — будете ли вы физиками или метеорологами, авиационными инженерами или ракетными пилотами, математиками или астрономами.

Готовиться к этой работе, учиться и учиться я и зову вас, мои читатели.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<i>Глава 1. Ракета</i>	5
<i>Глава 2. Из истории ракеты</i>	12
<i>Глава 3. Творцы ракетной техники</i>	28
<i>Глава 4. Рождение новой ракеты</i>	40
<i>Глава 5. Ракета-снаряд</i>	55
<i>Глава 6. Новые авиационные двигатели</i>	76
<i>Глава 7. Тысяча километров в час</i>	102
<i>Глава 8. Завоевание высот</i>	123
<i>Глава 9. Завоевание межпланетных про- странств</i>	139
Заключение	157

К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство просит отзывы об этой книге присылать по адресу: Москва, 47, ул. Горького, 43, Дом детской книги.

ДЛЯ СЕМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЫ

Ответственный редактор М. Вовченко. Художественный редактор Н. Яцкевич. Технический редактор Т. Добровольнова. Корректоры Р. Мишелевич и Ю. Носова.

Сдано в набор 21/1 1950 г. Подписано к печати 6/VII 1950 г. Формат 84 X 108¹/₃₂ = 2,5 бум. — 8,2 п. л. (7,85 уч. изд. л.). 33 600 зн. в печ. л. Тираж 100 000 экз. А06001. Заказ № 130. Цена 3 руб.

Фабрика детской книги Детгиза. Москва, Сущевский вал, 49.

ОПЕЧАТКА

На стр. 134, 2-я строка сверху, напечатано: «Моторы включены»
Следует читать: «Моторы выключены».

ФАБРИКА ДЕТСКОЙ КНИГИ
ДЕТГИЗА
Москва, Сушевский вал, 49.

КОНТРОЛЕР № 24

При обнаружении дефекта в книге,
просим вернуть книгу вместе с этим
ярлыком.

Целая дуб

