

# ФИЗИКА В ШКОЛЕ



ОРГАН  
МИНИСТЕРСТВА  
ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РСФСР

\*

*пятнадцатый год издания*



ИЮЛЬ - АВГУСТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

*Москва - 1955*



# НАУКА И ТЕХНИКА

## АСТРОНАВТИКА

(К 20-летию со дня смерти К. Э. Циолковского)

*Лауреат Международной поощрительной премии по астронавтике*

**А. А. Штернфельд**

(г. Москва)

В деле проникновения человека в мировое пространство важнейшую роль играют ракетная техника и овладение атомной энергией. Успехи, достигнутые в этих областях за последние десятилетия, дали мощный толчок развитию астронавтики, которая в наше время преобразовывается из чисто теоретической в практическую науку.

Научно обоснованная теория космического полета впервые была разработана замечательным русским ученым Константином Эдуардовичем Циолковским, 20-летие со дня смерти которого отмечает советский народ в этом году. Идеи, заложенные в работе К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903 г.), легли в основу разработки астронавтики многими учеными в течение последующих лет.

Современная теория реактивных приборов в значительной степени опирается на формулы и законы, открытые К. Э. Циолковским. К. Э. Циолковский предвосхитил решение таких основных технических задач современного ракетостроения, как использование жидких топлив, управление ракетой газовыми рулями, работающими в безвоздушном пространстве, перекачивание топлива в камеру сгорания с помощью насосов, охлаждение камеры сгорания и сопла ракеты компонентами топлива и других.

Работы К. Э. Циолковского получили всемирную известность и признание. Советское правительство на-



К. Э. Циолковский (1857—1935).

градило ученого орденом Трудового Красного Знамени. Ему были предоставлены все условия для плодотворной научной работы. В 1952 г. Французское общество астронавтики посмертно наградило К. Э. Циолковского медалью за его выдающиеся заслуги в развитии мировой науки о воздухоплавании и межпланетных сообщениях.

Разработке проблем, над которыми всю жизнь трудился К. Э. Циолковский, придается в нашей стране все большее значение. Свидетель-

ством этому может служить создание в 1954 г. Междуведомственной комиссии межпланетных сообщений Академией наук СССР, учреждение медали имени К. Э. Циолковского, которая будет присуждаться президентом Академии наук СССР каждые три года за выдающиеся исследования в области астронавтики.

Проблемами межпланетных полетов интересуются широкие круги нашей общественности, особенно молодежь. Организованная в 1954 г. при Центральном аэроклубе СССР имени В. П. Чкалова секция астронавтики насчитывает несколько сот энтузиастов межпланетных сообщений. В пяти научно-технических комитетах секции исследуются вопросы ракетной техники, космической навигации, астрофизические и биологические проблемы, связанные с космическим полетом, вопросы радио- и телеуправления космической ракетой — вся совокупность вопросов, от решения которых зависит дальнейшее развитие астронавтики. На собраниях секции нередко гостями являются также учащиеся старших классов. В высших учебных заведениях — Московском государственном университете, Московском высшем техническом училище, Московском авиационном институте и других — работают кружки любителей астронавтики. Астронавтические группы и общества организованы также в Харькове, Киеве, Ленинграде и других городах.

За рубежом в послевоенные годы астронавтические общества были созданы более чем в двадцати странах. С 1950 г. эти общества объединены в Международную астронавтическую федерацию, которая ежегодно созывает Международные астронавтические конгрессы. Очередной, VI, конгресс должен состояться в августе с. г. в Копенгагене.

Таким образом, идеи К. Э. Циолковского стали тем зерном, из которого на наших глазах вырастает могучее дерево астронавтики.

#### Космическая ракета

О бурном развитии ракетной техники за последние десятилетия говорят следующие цифры:

В тридцатых годах рекорд высоты полета одинарной жидкостной ракеты составлял 13 км, в 1952 г. — 217 км, в 1954 г. — 254 км.

Составные ракеты давали, естественно, лучшие результаты: в 1949 г. — около 400 км, в 1953 — немногим меньше 500 км, а в настоящее время, согласно некоторым зарубежным источникам, достигнуты высоты, превышающие тысячу километров.

Теоретически достаточно увеличить скорость такой ракеты примерно в два раза, чтобы она превратилась в искусственный спутник Земли. Этот вопрос может быть решен в течение ближайших лет. Еще один шаг — трехкратное увеличение скорости современной ракеты, — и она сможет вырваться из оков земного тяготения и достичь Луны.

Однако практически для достижения таких скоростей ракета должна быть еще значительно легче современных по сравнению с весом уносимого ею топлива; она должна иметь еще больший коэффициент полезного действия, выдерживать еще более высокие температуры и давления. На решение этих задач направлены сейчас усилия ученых и техников.

От чего зависит скорость ракеты?

В поле тяготения скорость ракеты зависит от мощности двигателя: ракета движется тем быстрее, чем мощнее двигатель при данном расходе топлива и определенной скорости истечения газов.

С точки зрения скорости истекающих газов при их сгорании очень выгоден водород с кислородом. Однако водород даже в жидком виде имеет значительно больший удельный объем, чем другие горючие. Кроме того, он кипит уже при температуре —253°С. Более выгоден гидразин с азотной кислотой. Эти жидкости можно поместить в небольшие баки (они тяжелее воды), и обращение с ними не представляет трудностей.

В жидкостных ракетных двигателях в качестве горючего применяются также анилин, керосин, газولين, бензин, скипидар, парафин и др. Окислителем могут служить хлорная

кислота, тетранитрометан, перекись водорода и др.

Эти так называемые термохимические (обычные) топлива дают в настоящее время скорость истечения газов порядка  $2,5$  км/сек, но есть основания полагать, что ее удастся увеличить до  $4$  км/сек.

Другим узловым вопросом, от решения которого зависит успех дела,— это увеличение относительного запаса топлива. В настоящее время вес уносимого жидкостной ракетой топлива в  $3$ — $5$  раз превышает вес самой ракеты. В лучшем случае можно надеяться на удвоение этого отношения.

Имеется еще другой способ увеличения скорости ракеты и поднятия ее потолка. Для этого нужно разогнать ракету до ее запуска при помощи другой вспомогательной ракеты. Когда вспомогательная ракета отработала, она автоматически отщепляется и спускается на парашюте. И только тогда запускается основная ракета. Таким образом, в момент запуска этой ракеты она уже находится на некоторой высоте и обладает определенной скоростью, что позволяет ей подняться выше. Такая ракета называется составной (ступенчатой). Увеличивая количество ступеней (вспомогательных ракет), можно добиться дальнейшего увеличения скорости ракеты и достижения ею высоты (или дальности).

Хотя теоретически скорость истечения газов термохимических топлив можно увеличить и до  $6$  км/сек, практически для получения таких скоростей надо будет использовать ядерное горючее.

Процесс выделения атомной энергии, как известно, поддается управлению. Эта энергия может быть использована для превращения какой-нибудь рабочей (инертной) жидкости (например, жидкого водорода, гелия, дейтерия, метана и др.) в газ и для последующего выталкивания этого газа из ракеты.

При использовании атомной энергии струя газов будет извергаться из сопла ракеты со скоростью до нескольких десятков километров в секунду. Следовательно, для осуще-

ствления межпланетного полета потребуется относительно небольшое количество отбрасываемого ракетой вещества.

Существуют проекты разных типов атомных ракет, но принцип их действия один и тот же.

В небольшой сосуд, напоминающий камеру сгорания жидкостной ракеты, насосы проталкивают из баков жидкий водород (или какую-нибудь другую инертную жидкость). Здесь атомная энергия в виде теплоты передается жидкому водороду, который вследствие этого переходит в газообразное состояние. Холодный газ в долю секунды нагревается до очень высокой температуры. При этом его давление резко повышается, и он устремляется наружу через сопло с большой скоростью.

Итак, принципиально атомная ракета ничем существенным не отличается от жидкостной ракеты. Но при создании атомной ракеты возникает ряд технических трудностей. Современная техника не знает пока таких материалов, которые устояли бы перед теми высокими температурами и давлениями, которые можно получить в атомных ракетах: самые тугоплавкие огнеупоры испарились бы мгновенно в таких условиях.

Другая трудность, которую придется преодолеть конструкторам атомной ракеты, вытекает из необходимости принять предохранительные меры для защиты от радиоактивных излучений, сопутствующих выделению атомной энергии.

Заметим, что в то время, как жидкостные ракеты уже способны покрыть расстояния в тысячи километров, атомные ракеты еще не вышли из стадии исследования.

Хотя полет в мировое пространство может быть осуществлен при помощи ракеты, работающей на термохимическом топливе, нет сомнения, что применение атомной энергии откроет перед авиацией новые возможности.

Космический корабль на термохимическом топливе для перелета на межпланетную станцию будет представлять собой многоступенчатую ракету размерами с дирижабль.

Точно в установленный момент автоматический стартер произведет пуск ракеты. Управление полетом будет осуществляться автоматически по заранее заданной программе. Для измерения с необходимой быстротой постоянно меняющихся скоростей и направления движения космического корабля, а также его координат потребуются специальные автоматические приборы. Точно так же автоматически будет регулироваться режим работы двигателя и управление воздушными и газовыми рулями.

Отработавшие ступени ракеты можно будет снабдить крыльями и спускать автоматически обратно на Землю в планирующем полете.

При полете с выключенным двигателем люди и предметы на корабле будут невесомы. Но эффект тяжести может оказаться необходимым не только для людей. Он может быть незаменим также для перемещения масс дыхательного воздуха, для удержания порядка в кабине, для поддержания пламени, для функционирования ряда приборов. Поэтому возможно, что конструкторам придется создать на борту корабля искусственную тяжесть, которая, согласно идее Циолковского, может быть вызвана вращением ракеты.

#### Искусственные спутники Земли

Увеличивая скорость горизонтально брошенного тела, можно заставить его упасть все дальше и дальше. Существует, очевидно, некоторая скорость, при которой тело уже не упадет на Землю, а станет обращаться вокруг нее.

Наименьшая скорость, при которой тело становится искусственным спутником Земли и начинает двигаться вокруг нее по кругу, называется «первой астронавтической скоростью» или «круговой скоростью у поверхности Земли» (сопротивление воздуха здесь не принимается во внимание). Для определения этой скорости рассмотрим рисунок 1.

За малый промежуток времени  $dt$  ракета прошла бы по инерции

прямолинейный путь  $AB$ . Под влиянием же силы притяжения она приблизится к центру Земли на расстоянии  $BC$ . Применяя теорему Пифагора к треугольнику  $OAB$  и пренебрегая бесконечно малыми величинами 2-го порядка, найдем, что круговая скорость

$$v_k = \sqrt{g \cdot r}, \quad (1)$$

где  $g$  — ускорение силы тяжести на расстоянии  $r$  от центра Земли. У поверхности Земли эта величина равна  $7,9$  км/сек.

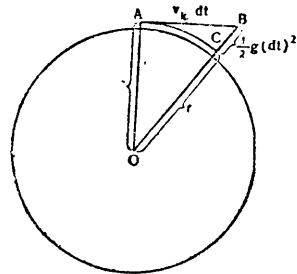


Рис. 1. К выводу круговой скорости у поверхности Земли.

В таблице на странице 11 приводятся основные характеристики искусственных спутников Земли в зависимости от высоты их полета.

Искусственные спутники Земли подчиняются тем же законам, что и другие небесные тела. Поэтому, как видно из формулы (1), высота полета спутника предопределяет скорость его движения и тем самым период его обращения вокруг Земли.

Для запуска искусственного спутника можно будет, видимо, использовать трех- или четырехступенчатую ракету. К запроектированной орбите прибудет только головная ракета с экипажем и полезным грузом. Обладая круговой скоростью, она будет продолжать двигаться по инерции при выключенном двигателе. Это и явится моментом установления простейшего искусственного спутника Земли. С этого момента нет больше надобности отбрасывать последние опорожненные баки и другие отработавшие части двигате-

Основные характеристики искусственных спутников Земли

Высота, км	Круговая скорость, км/сек	Параболическая скорость, км/сек	Дополнительная скорость, км/сек	Относительные скорости, %	Сидерический период обращения, час. мин. сек	Центральный угол дальности горизонта и видимости со спутника в градусах	Диаметр дальности горизонта по дуге, км
0	7912	11 189	3277	100,00	1 24 26	0	0
200	7791	11 017	3227	98,47	1 28 25	28,329	3154
300	7732	10 935	3203	97,73	1 30 27	34,477	3838
400	7675	10 854	3179	97,00	1 32 29	39,563	4401
500	7619	10 776	3156	96,30	1 34 32	43,962	4894
1000	7356	10 403	3047	92,98	1 45 2	60,359	6719

ля: они не будут больше обременять обращающегося вокруг Земли искусственного небесного острова. Они не упадут на Землю даже если их отделить от остальной части ракеты, а будут продолжать обращаться вместе с ней.

Небольшой искусственный спутник, управляемый автоматически без экипажа, можно создать уже в настоящее время. Разные показания автоматически действующих приборов могут передаваться на Землю по радио. Имеется, однако, ряд данных, которые трудно или нельзя заполучить при помощи приборов; здесь и пригодятся летающие обсерватории и лаборатории с персоналом.

В качестве летающей обсерватории для наблюдения земной поверхности удобны были бы спутники, проходящие над земными полюсами. С высоты такого спутника, вследствие вращения Земли вокруг своей оси, можно было бы в течение одних суток заснять всю поверхность нашей планеты в дневном освещении. За это время спутник может сделать до шестнадцати оборотов вокруг Земли.

Современная метеорология не располагает еще достаточными данными для точного определения закономерностей атмосферных процессов. Применение ракет для исследования высоких слоев атмосферы позволяет производить наблюдения только в течение нескольких минут. Для этой цели очень полезными могли бы быть искусственные спутники Земли,

где наблюдения могут производиться постоянно.

С птичьего полета особенно удобно определить распределение и характер облачного покрова над большими пространствами земного шара и, в частности, установить фронт теплых и холодных воздушных масс и границы распространения бури. На летающих дистанционных метеорологических станциях можно будет уточнить температуру, давление, плотность воздуха и ионизацию в высоких слоях атмосферы, радиацию и альбедо Земли.

Искусственные спутники, движущиеся по эллиптическим орбитам, будут то подниматься в более разреженные слои ионосферы, то спускаться. Это позволит вести наблюдения на разных высотах.

На искусственном спутнике почти никогда не будет ощущаться недостаток в солнечной энергии. Огромные потоки энергии, излучаемой Солнцем, К. Э. Циолковский предлагал улавливать и использовать для выращивания во взвешенных оранжереях растений, которые обитатели небесного острова смогут употреблять в пищу.

На искусственном спутнике смогут быть также созданы лаборатории ядерной физики, которые будут располагать в изобилии первичными космическими лучами.

Пригодность искусственных спутников в качестве ретрансляционных станций для нужд телевидения и других коротковолновых передач считается неоспоримой.

Но самым важным для астронавтики является предложение К. Э. Циолковского использовать искусственный спутник Земли в качестве межпланетной станции, разделив космическое путешествие на этапы. Если отправляться на ракете с межпланетной станции, то можно достичь любой планеты и даже навсегда покинуть нашу солнечную систему. Для достижения же Луны, Венеры, Марса достаточно ракеты, способной развить сравнительно небольшую скорость (3,1—3,6 км/сек), поскольку сама станция обладает уже скоростью около 8 км/сек.

Согласно некоторым проектам ракеты, прибывшая на межпланетную станцию с Земли, будет служить для дальнейшего полета в мировое

пространство после того, как здесь астронавты запасаются всем, что необходимо для продолжения и завершения космического рейса: топливом, которое ракета не могла увезти, стартуя с поверхности Земли, снаряжением, продовольствием и т. д.

Согласно другим проектам, на межпланетной станции астронавты пересаживаются в корабль, смонтированный здесь из частей, доставленных с Земли. Для снаряжения межпланетного корабля можно будет также использовать двигатели, снятые с прибывших на станцию ракет.

С точки зрения уменьшения вероятности попадания метеоритов в межпланетную станцию было бы целесообразно создание не постоянных, а временных станций. Так, например, сначала космический корабль отправится в полет по круговой или эллиптической орбите вокруг Земли, затем вспомогательные ракеты доставят на корабль дополнительные грузы и топливо, нужное для дальнейшего полета к намеченной цели.

Еще задолго до того, как человек устремится в полеты по безграничным просторам вселенной, можно будет проверить условия таких полетов на межпланетной станции. На такой станции можно будет установить, является ли невесомость в течение длительного периода времени безвредной для человеческого организма, как действует на него искусственная тяжесть и т. д. На небесном острове удастся также изучить средства защиты от метеоритной опасности.

При этом искусственные спутники в качестве межпланетной станции имеют то преимущество, что их можно установить на желаемом расстоянии от Земли.

#### Полет на Луну и на планеты

Чтобы заглянуть в ближайшее будущее астронавтики, следует предварительно ознакомиться с гравита-

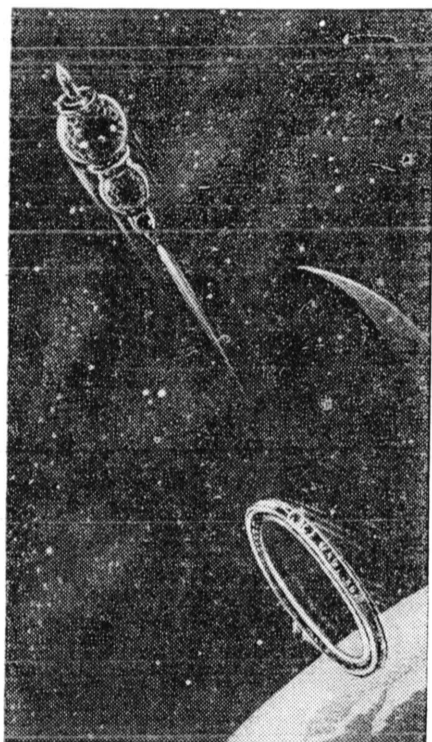


Рис. 2. Космический корабль взлетает с межпланетной станции, имеющей вид кольца. Развив скорость 3—4 км/час, он может облететь Луну или ближайшую планету и автоматически вернуться на Землю.



ционными свойствами нашей планеты.

Элементарная работа, необходимая для перемещения массы  $m$ , расположенной на расстоянии  $r$  от центра планеты, на величину пути  $dr$  (рис. 3), равна

$$dA = mg dr = mg_0 r_0^2 \frac{dr}{r^2},$$

а работа, потребная для удаления той же массы с поверхности планеты на расстояние  $r_1$  от центра, очевидно, равна

$$\begin{aligned} A_{r_1} &= mg_0 r_0^2 \int_{r_0}^{r_1} \frac{dr}{r^2} = \\ &= mg_0 r_0 \left(1 - \frac{r_0}{r_1}\right). \end{aligned} \quad (2)$$

При удалении в бесконечность ( $r_1 = \infty$ ) имеем:

$$A_{\infty} = mg_0 r_0.$$

Из последнего уравнения видно, что для того чтобы освободить тело от притяжения планеты, необходимо выполнить такую же работу, как для его подъема на высоту, равную ее радиусу, если допустить, что напряженье силы тяжести не меняется по

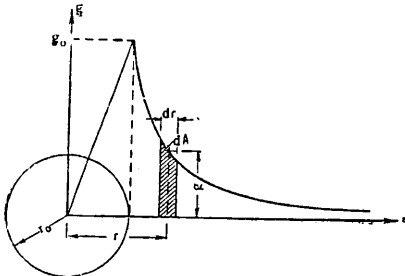


Рис. 3. К выводу формулы параболической скорости.

мере удаления тела от центра планеты.

Для того чтобы тело, брошенное вертикально, удалилось от центра Земли на расстояние  $r_1$ , оно должно обладать такой начальной скоростью  $v_0$ , при которой его кинетическая энергия равна работе  $A_{r_1}$ . Следовательно,

$$v_0 = \sqrt{2g_0 r_0 \left(1 - \frac{r_0}{r_1}\right)}. \quad (3)$$

Из рисунка 4 мы видим, что с увеличением начальной скорости достигаемость ракеты возрастает все быстрее и быстрее.

Для того чтобы освободить тело от силы притяжения планеты, необходимо сообщить ему на поверхности планеты определенную скорость, величина которой определится из формулы (3), в которой нужно положить  $r_1 = \infty$ . Тогда будем иметь:

$$v_{\infty} = \sqrt{2g_0 r_0}. \quad (4)$$

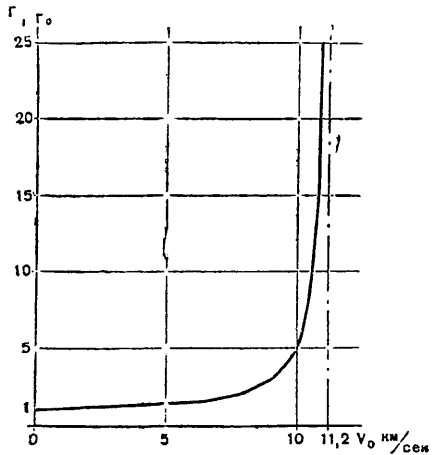


Рис. 4. Достигнутое расстояние от центра Земли в функции начальной скорости.

У поверхности Земли  $v_{\infty} = 11,2 \text{ км/сек}$ . Если бросить тело под углом с этой скоростью, то оно будет двигаться по ветви параболы с фокусом в центре Земли («параболическая скорость»). Это — «вторая астронавтическая скорость».

Улетев с Земли с такой скоростью, корабль долетел бы до Луны спустя 2 суток 3 часа. При начальной скорости корабля в  $15 \text{ км/сек}$  можно будет достичь Луны за 10 с небольшим часов.

Так же, как первые спутники Земли, первые лунные ракеты будут, по видимому, управляться автоматически. Передаваемые ими радиосигналы позволят следить за их полетом. О достижении цели мы узнаем, например, по вспышке светового заряда

при падении ракеты на поверхность Луны.

В дальнейшем более мощные ракеты с экипажем, взлетев с межпланетной станции, смогут превратиться в искусственные спутники Луны и в течение длительного времени вращаться вокруг нее без затраты топлива.

Как показывает расчет, при скорости истечения газов в  $4 \text{ км/сек}$  ракета, отправляющаяся в полет вокруг Луны, массой, например в  $10 \text{ т}$ , должна унести всего  $12 \text{ т}$  топлива, если она отправляется с искусственного спутника. При отлете же с поверхности Земли ей понадобилось бы  $150 \text{ т}$  топлива. Если принять скорость истечения газов равной  $2,5 \text{ км/сек}$ , то ракете понадобилось бы в первом случае  $25 \text{ т}$ , а во втором случае —  $840 \text{ т}$  топлива. При этом не учитывается то количество топлива, которое необходимо кораблю для преодоления сопротивления воздуха, и допускается, что ракета разгоняется почти мгновенно до нужной скорости.

После разведывательных полетов вокруг Луны последуют полеты с посадкой на ее поверхность. Как показали наблюдения, атмосфера Луны крайне разрежена. Так, по предварительным данным, плотность атмосферы у лунной поверхности соответствует плотности земной атмосферы на высоте примерно  $60 \text{ км}$ . Следовательно, для спуска придется, видимо, использовать ракетный двигатель.

Чтобы освободиться от притяжения Луны, нужно в двадцать раз меньше энергии, чем для преодоления притяжения Земли. Следовательно, скорость взлета, необходимая для возвращения корабля на Землю, значительно меньше той скорости, которая требуется для полета с Земли на Луну.

Космический корабль, направляющийся на планеты, должен прежде всего освободиться от поля тяготения Земли. Кроме того, учитывая поле тяготения Солнца, для достижения планеты, отстоящей на расстоянии  $r_n$  от центра Солнца, по эллиптической траектории, касательной к орбитам обеих планет, необхо-

димо сообщить аппарату скорость относительно центра Земли, которая в случае отсутствия земного тяготения определится из равенства:

$$v_{от0} = \omega_{кр.з} \left( \sqrt{\frac{2r_n}{r_n + r_з}} - 1 \right), \quad (5)$$

где орбитальная скорость Земли  $\omega_{кр.з} = 29,766 \text{ км/сек}$ .

Скорость  $v_{от0}$  положительна, если она направлена по движению Земли, и отрицательна в противоположном случае.

Исходя из этих соображений, космическая ракета могла бы взлететь с поверхности Земли с параболической скоростью, и на большом расстоянии от Земли ей можно было бы сообщить добавочную скорость, необходимую для перемещения в межпланетном пространстве, в поле тяготения Солнца. Однако такой навигационный прием невыгоден. Значительную экономию топлива можно получить, если разогнать ракету сразу у поверхности Земли до нужной скорости.

Если направление взлетной скорости космического корабля параллельно направлению орбитальной скорости Земли, то можно написать:

$$\frac{mv_{от}^2}{2} = \frac{mv_{от0}^2}{2} + \frac{mv_n^2}{2}.$$

Из последнего равенства получим скорость отлета с поверхности Земли:

$$v_{от} = \sqrt{v_{от0}^2 + v_n^2}. \quad (6)$$

На основании предыдущих формул и составлена таблица минимальных скоростей отлета с Земли на планеты.

Минимальная скорость отлета с Земли на планеты

Меркурий . . . . .	13 501 м/сек
Венера . . . . .	11 484 »
Марс . . . . .	11 588 »
Юпитер . . . . .	14 242 »
Сатурн . . . . .	15 213 »
Уран . . . . .	15 897 »
Нептун . . . . .	16 164 »
Плутон . . . . .	16 279 »

Если в формулу (5) вставим  $r_n = \infty$ , а в уравнение (6) полученное числовое значение, то найдем необходимую скорость для полного

свобождения тела от поля тяготения Земли и Солнца. Это — «третья астронавтическая скорость»; она равна 16,662 км/сек.

С помощью этих же формул можно вычислить «четвертую астронавтическую скорость», необходимую для достижения Солнца по прямой с минимальной начальной скоростью. Она равна 31,806 км/сек.

Первые космические корабли будут, несомненно, направлены на ближайшие небесные тела — Луну, Марс и Венеру, астрофизические условия которых достаточно хорошо изучены (и продолжают изучаться) для подготовки таких экспедиций.

Исследование замарсианских планет затруднено многими обстоятельствами. Следующая за Марсом планета, Юпитер, в несколько раз дальше от Земли, чем Марс. Между Марсом и Юпитером имеется пояс бесчисленных мелких астероидов, так опасных для космического корабля. Солнце в этих областях слабо греет. К тому же на Юпитере параболическая скорость в пять с лишним раз больше, чем на Земле, а сила тяжести — почти в три раза больше. Это сковывало бы движения астронавтов и, быть может, сделало бы их пребывание на этой планете невозможным. Имеются и другие обстоятельства, затрудняющие спуск на Юпитер (холод, ядовитые газы). Однако обследование Юпитера можно будет производить с борта космического корабля, превращенного в искусственный спутник этой планеты.

Полеты на Сатурн, Уран, Нептун, Плутон по траекториям, требующим самой малой скорости отлета, неприемлемы из-за слишком большой длительности перелета. Для достижения этих планет потребуются сверхмощные «скорые» и «курьерские» ракеты.

Интерес представляет также исследование астероидов. Они могли бы служить в качестве трамплинов для «наступления» человека на замарсианские планеты и их спутники.

Прежде чем в мировое пространство отправятся экспедиции, туда, несомненно, будут посланы автома-

тически управляемые по радио на расстоянии ракеты-зонды. Они сообщат Земле по радио все необходимые данные для постройки космического корабля. Физиологические условия космического полета будут также предварительно проверены на животных.

Первым этапом на пути осуществления межпланетных полетов будет сооружение искусственного спутника Земли. В дальнейшем будут совершены полеты вокруг Луны и на Луну, а затем и на планеты, после предварительного облета этих небесных тел.

Для того чтобы облететь земной шар, космическому кораблю потребуется не более полутора часов. Полет вокруг Луны с возвращением на Землю продлится 10 суток, а путешествие по эллиптической траектории, пересекающей орбиты Венеры и Марса и обеспечивающей возвращение на Землю, потребует по меньшей мере один год. Экспедиция к более отдаленным планетам продлится несколько лет.

#### Взлет космического корабля

Космический полет можно сравнить с полетом снаряда, выстреленного из пушки. На первоначальном участке своего пути, в стволе, снаряд получает разгон, и сообщенная ему скорость при вылете из ствола обеспечивает его движение в пространстве уже без участия движущей силы. Только на первоначальном участке пути ракете сообщается ускоренное движение; впоследствии же она движется по инерции.

Чем быстрее космическая ракета достигает необходимой скорости, тем меньше время двигателю придется бороться с силой тяжести и тем меньше потребует топлива.

Огромную экономию топлива можно получить, если мгновенно разогнать корабль до нужной скорости, а затем продолжать полет по инерции, с выключенным двигателем. Но это практически невозможно: ракета, естественно, может набирать скорость только постепенно, по мере сгорания топлива. Кроме того, ускорение при взлете ограни-

чено выносливостью человеческого организма.

Для достижения круговой скорости на высоте в несколько сот километров ракете понадобится от четверти часа до одного часа в зависимости от избранной траектории. Однако в общей сложности двигатель должен будет работать не более четырех минут; остальной путь будет совершаться по инерции. В случае отлета на планеты двигатель будет работать менее десяти минут.

На обложках некоторых книг о межпланетных полетах можно видеть рисунок: по прямой, соединяющей Землю с Луной, летит ракета. Она уже на полпути или даже совсем близко к цели полета, а ее двигатель все еще работает.

В действительности траектория космического корабля не будет прямой, а его двигатель перестанет работать спустя несколько минут с момента взлета, еще вблизи Земли. Только при этом условии корабль сможет унести необходимое ему количество топлива. Удлинение пути, на протяжении которого работает двигатель, означало бы увеличение расхода топлива до фантастических размеров и, следовательно, сделало бы нереальным сооружение корабля.

От правильного выбора траектории взлета зависит судьба всего полета. Траектории, при которых расход топлива минимален, очень сложны. Летя по ним, ракета должна постоянно менять направление и ускорение движения. Если же лететь по упрощенной траектории (например, подняться вертикально), то расход топлива может получиться в несколько раз больше.

Решающее значение для всего полета имеет также точное отрегулирование момента взлета: ведь не только Земля, но и небесное тело, к которому направляется корабль, движутся.

### В полете

И вот двигатель выключен. Теперь на участке пути, превышающем 99% всего маршрута, космический корабль будет двигаться по инерции.

Так, например, при полете на ближайшие небесные тела ракетный двигатель будет работать на участке длиной примерно в две тысячи километров, в то время как расстояние до Луны выражается сотнями тысяч километров, а до планет — миллионами.

В земных условиях только рельсовый транспорт движется по точно определенным путям; все же иные средства передвижения постоянно отклоняются от геометрической линии маршрута. Тут влияют неровности пути, движение ветра, воды, неровная работа двигателей и многие другие факторы. Другое дело — межпланетный корабль. Почти на всем пути на него практически влияет одно лишь притяжение Солнца. И он движется по строго определенному маршруту, точно по невидимым рельсам. Протяженность его маршрута зависит не только от цели полета, но и от скорости взлета и направления этой скорости.

Казалось бы, поскольку в межпланетном пространстве хватает простора и космическому кораблю не угрожает столкновение со встречным кораблем, отклонение от правильного пути не так уж страшно. Между тем космические полеты требуют большей точности в управлении кораблем и большей бдительности летчиков, чем мореплавание или авиация. Малейшее отклонение в скорости полета или в направлении движения чревато большой опасностью.

При полете на Луну расстояние корабля как от Земли, так и от Луны можно будет определять, измеряя угол, под которым видна Земля или Луна: чем меньше этот угол, тем расстояние больше. Расстояние от Солнца можно будет узнавать, например, по изменению температуры.

Современная радиотехника способна обеспечить связь с космическим кораблем с помощью направленных радиоволн. А поскольку отправляющиеся в мировое пространство корабли будут подчиняться тем же законам, что и небесные тела, можно будет в любое время определить их местонахождение по отношению к земным радиостанциям.

Бичом astronautики является метеоритная опасность.

Попадание метеора в космический корабль может быть причиной его гибели, а малейшая пробоина нарушит герметизацию кабины, и воздух улетучится из нее со скоростью звука. Однако, как показали опыты, при резком падении внешнего давления человек сохраняет самообладание в течение примерно 15 секунд, а этого достаточно, чтобы включить кислородный аппарат скафандра.

Микрометеориты могут постепенно утончить обшивку корабля и разрушить ее. Эта опасность особенно велика для искусственных спутников, продолжительное время обращающихся вокруг Земли.

В одном опыте, произведенном на высотах от 40 до 140 км, было зарегистрировано 66 попаданий за 144 секунды (на квадратный метр в течение секунды приходится 4,9 столкновений). В других опытах на отполированных металлических плитках после пребывания на больших высотах были обнаружены под микроскопом ямки от попадания микрометеоритов. Однако распре-

ление метеорных тел в пространстве и во времени неравномерно. Изучен ряд метеорных потоков и время их действия. Подробно изучены орбиты многих роев метеорных тел. И астронавты учтут эти данные при выборе траектории и времени полета. Имеется возможность во время «метеорного шторма» слетать на Луну и вернуться обратно, почти не подвергаясь опасности встречи со сколь угодно значительным метеорным телом. Обычная обшивка космического корабля будет служить защитой от метеорной пыли, а двойная или многослойная — от мелких метеоров, которые встретятся на его пути.

Межпланетное пространство пронизывается ультрафиолетовыми лучами Солнца и космическими лучами. Атмосфера поглощает ультрафиолетовые лучи и охраняет нас от их губительного действия. Защита астронавта от ультрафиолетовых лучей не представляет трудности: эти лучи поглощаются не только большим количеством конструктивных материалов, но и обычным стеклом.

Космические лучи, как известно, обладают огромной проникающей

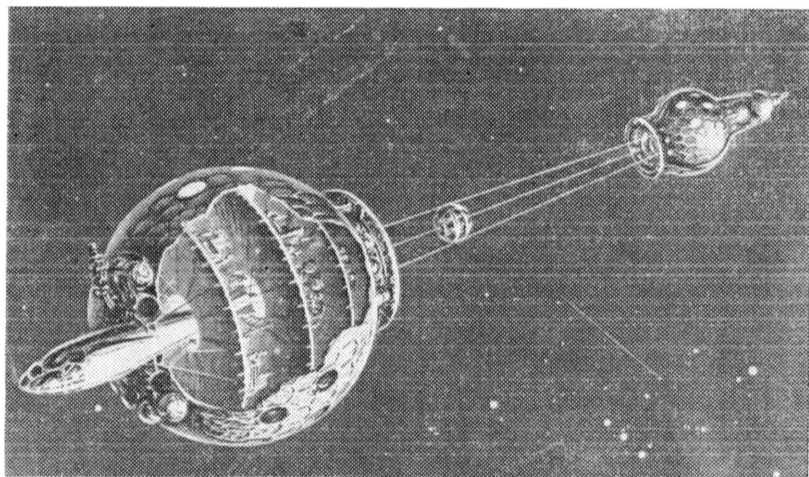


Рис. 5. Космический корабль в полете. Освободившиеся от топлива баки использованы под кабины и лаборатории. Для создания силы тяжести две части корабля, соединенные тросами, вращаются вокруг общего центра тяжести. В носовую часть корабля вмонтирован посадочный планер, куда перед посадкой на Землю переходит экипаж и переносятся ценные грузы.

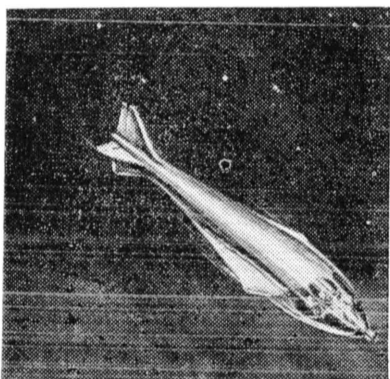


Рис. 6. Возможный вид посадочного планера с выдвигающимися крыльями.

способностью, и способы защиты от их действия пока недостаточно изучены.

С физиологической точки зрения, повидимому, не будет препятствий к осуществлению межпланетных путешествий. Во время разгона человек сумеет, по всей вероятности, перенести в течение нескольких минут перегрузку, в 4—5 раз превышающую нормальный вес.

Что же касается невесомости, то на сегодняшний день мы не вполне уверены, что ее действие в течение длительного времени будет безвредным для человеческого организма. Но и отрицательный результат не явится помехой для завоевания космического пространства, так как технически вполне возможно создать ощущение тяжести при помощи вращательного движения.

#### Спуск космического корабля

Как будет происходить спуск корабля, возвращающегося из космического полета?

Теоретически можно было бы использовать для этой цели ракетный двигатель. Повернутый соплом вперед двигатель не увеличивал бы скорость, а уменьшал ее, так как выхлопные газы толкали бы ракету в обратную сторону. Но ракета не в силах унести то огромное количество топлива, которое потребовалось бы для этого.

Можно использовать для торможения корабля сопротивление воздуха. Но громадное количество теплоты, которое будет выделяться при трении корабля о воздух, делает невозможным применение для этой цели парашютов: они сгорели бы мгновенно. Кроме того, такое торможение было бы слишком резким. Не приспособлен для посадки также громоздкий необтекаемый корпус межпланетного корабля с тонкими стенками. При погружении в атмосферу Земли он, несомненно, раскалится бы добела. Поэтому перед спуском, еще до погружения в верхние слои земной атмосферы, экипаж перейдет во вмонтированный в носовую часть корабля и отделяющийся от него космический планер, имеющий идеально обтекаемую форму.

Приблизившись к Земле, планер, чтобы снизить свою скорость движения, погружается в верхние слои атмосферы, а затем опять выходит из них и удаляется в безвоздушное пространство. За время пребывания в атмосфере планер частично замедлит свое движение и вынырнет из нее с меньшей скоростью. Повторив несколько раз такие вылеты за пределы атмосферы, планер постепенно значительно снизит скорость. При такой посадке обшивка планера не успеет нагреться до высокой температуры.

Спуск на поверхность Земли будет продолжаться несколько часов. Торможение в планирующем полете будет производиться постепенно, благодаря чему аппарат не перегреется и температура в кабине не поднимется слишком высоко. Когда, наконец, скорость планера будет почти погашена, он приземлится на специальных выдвижных крыльях.

Не исключено, что практика торможения космического планера покажет, что нагрев аппарата не столь уж велик, и в этом случае не будет необходимости совершать вылеты за пределы атмосферы. Посадку можно будет произвести с первого же погружения в земную атмосферу.

Подобным же образом можно будет вернуться на Землю с межпланетной станции. В этом случае с по-

мошью небольшого ракетного двигателя планер «сбрасывается» со станции с небольшой скоростью против ее движения. Вследствие этого скорость планера уменьшается, и он постепенно погружается в плотные слои атмосферы.

Во время первых космических полетов корабль облетит ближайšie небесные тела и вернется на Землю. Когда же впоследствии корабли будут спускаться на планеты, обладающие атмосферой, их торможение будет производиться примерно так же, как при спуске на Землю.

Когда экспедиции, спустившись на поверхность Луны, Марса или другого небесного тела, произведут там химические анализы и другие обследования, то, несомненно, окажется, что этот новый для человека мир с его атмосферой, корой и недрами состоит из тех же химических элементов, что и Земля. Сейчас об этом говорят исследования спектров небесных тел и результаты изучения состава метеоритов. Если на других небесных телах и будут обнаружены новые химические соединения, образовавшиеся в условиях, отличных от земных, то они, бесспорно, будут состоять из тех же элементов, что и наша планета.

Осуществив один из грандиознейших замыслов человечества, астронавтика будет способствовать уничтожению предрассудков, суеверий и ветхих положений церкви о сотворении мира и божественных началах движения небесных тел.

Некоторые зарубежные ученые

придерживаются мнения, что путь к осуществлению космического полета ведет через военное применение ракетных самолетов, телеуправляемых снарядов и, в дальнейшем, искусственных спутников Земли. Мы же убеждены, что человечество, освободившееся от призрака войны, гораздо быстрее достигнет этой своей давнишней и вечно юной мечты.

«...Как прекрасно будет достигнутое. Завоевание солнечной системы даст не только энергию и жизнь, ...но и простор еще более обильный. Человек на Земле владает, так сказать, только двумя измерениями, треть же — ограничено... Тогда же человек получит три измерения» (К. Э. Циолковский).

#### Литература

К. Э. Циолковский, Собрание сочинений, т. II, «Реактивные летательные аппараты», изд. АН СССР, М., 1954.

Ю. В. Кондратьев, Завоевание межпланетных пространств, изд. 2, Оборонгиз, М., 1947.

Ф. А. Цандер, Проблема полета при помощи ракетных аппаратов, Оборонгиз, М., 1947.

А. А. Штернфельд, Введение в космонавтику, ОНТИ НКТП СССР, М. — Л., 1937.

Р. Эно — Пельтри, Космические полеты, Оборонгиз, М., 1950 (пер. с франц.).

Г. Оберт, Пути осуществления космических полетов, Оборонгиз, М., 1948 (пер. с нем.).

В. Хоман (Гоман), Достигаемость небесных тел (пер. с немецкого в книге Н. А. Рынина «Теория космического полета», изд. АН СССР, Л., 1932).

Р. Годдард (Годдар), Способ достижения больших высот (пер. с англ., там же).