



Ю. КРЮЧКОВ

КОРАБЛИ
межпланетных
ПРОСТРАНСТВ

Ю. С. КРЮЧКОВ

***КОРАБЛИ
МЕЖПЛАНЕТНЫХ
ПРОСТРАНСТВ***

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ

Москва — 1958

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Препрады на пути в космос	5
2. Средства достижения планет	12
3. Основы динамики межпланетного корабля	16
4. От пороховой ракеты к кораблю Вселенной	28
5. Ракеты для высотных исследований	33
6. Межпланетные корабли будущего	39
7. Современные космические ракеты	51
8. Межпланетные перелеты	64
9. Невозможное сегодня станет возможным завтра	71

Юрий Семенович Крючков

КОРАБЛИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Редактор <i>И. А. Трандафилова</i>	Техн. редактор <i>М. С. Карякина</i>
Худож. ред. <i>Б. А. Васильев</i>	Корректор <i>Л. И. Померанцева</i>

Г-41471 Сдано в набор 23/III—57 Подписано к печати 2/IV—58
 Бумага 84×108¹/₃₂ 2,25 физ. п. л. = 3,69 усл. п. л. Уч.-изд. л. = 3,61
 Изд. № 1/377 Цена 1 руб. Тираж 25 000 экз.
 Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Тип. Изд-ва ДОСААФ, г. Тушино. Зак. 1443

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание советскими учеными и инженерами межконтинентальной баллистической ракеты, запуск искусственных спутников Земли, разрабатываемые и осуществляемые планы дальнейших исследований космического пространства позволяют считать, что недалеко то время, когда первые люди ступят на почву Луны, Марса, Венеры. Наступает эра межпланетных сообщений. Вчерашняя мечта человечества становится действительностью.

Все это пробудило живейший интерес к проблеме межпланетных перелетов. Между тем, у нас недостаточно общедоступной литературы на данную тему.

Предлагаемая книга знакомит читателя с некоторыми проблемами, которые встают при осуществлении полета в мировое пространство, и со средствами их разрешения. В ней показана передовая роль русских ученых и изобретателей в развитии astronautики как науки, в разработке конструкций межпланетных двигателей. В ряде глав рассмотрены устройство и принцип действия ракетных двигателей, современных ракет для высотных исследований и различные проекты кораблей для полетов в мировое пространство.

Книга отнюдь не претендует на полное освещение всех проблем astronautики. Основное внимание автор уделяет рассмотрению вопросов ракетной техники — решающего фактора в покорении межпланетных пространств.

Желающим более подробно ознакомиться с другими подразделами астронавтики: биологией космических полетов, радиоуправлением, астрономией и т. д., следует обратиться к литературе, список которой приведен в конце книги.

1. ПРЕГРАДЫ НА ПУТИ В КОСМОС

Чтобы ясно представить себе грандиозность задуманного человечеством предприятия — полета в мировое пространство — и трудности, которые при этом надо будет преодолеть, необходимо вкратце ознакомиться с устройством солнечной системы.

Наша Земля — одна из девяти крупных планет, входящих в солнечную систему вместе с огромным количеством малых планет, или астероидов. Все планеты и астероиды, подобно нашей Земле, обращаются вокруг Солнца по одному направлению — с запада на восток. Пути, по которым движутся эти небесные тела, так называемые орбиты, лишь незначительно отличаются от окружностей и все лежат почти в одной плоскости.

Планеты можно разделить на несколько групп, в пределах которых они оказываются сходными между собой во многих отношениях.

К первой группе принадлежат четыре сравнительно небольшие, более близкие к Солнцу планеты: Меркурий, Венера, Земля и Марс. Ко второй группе относятся четыре далекие друг от друга и от Солнца планеты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Размеры их громадны, поэтому их называют группой больших планет. Между Марсом и Юпитером, т. е. как раз на границе двух групп, находится область малых планет, или астероидов. Отдельно стоит открытая сравнительно недавно (в 1930 г.) самая далекая и мало исследованная планета — Плутон.

Главным светилом нашей планетной системы является Солнце — одна из бесчисленных звезд Вселенной. Размеры и масса его огромны даже по сравнению с самыми большими планетами, и его могучее притяжение управляет движением планет по орбитам.

Солнце — колоссальный источник энергии, непрерывно излучающий громадные количества тепла и света. Ничтожная часть той энергии, которая приходится на долю Земли, создает и поддерживает жизнь на ее поверхности.

Солнце входит в состав звездной системы — галактики, состоящей примерно из 120 млрд. звезд. Чем ближе к центру, вокруг которого вращаются все звезды галактики, тем гуще располагаются в ней звезды.

Размеры планет солнечной системы огромны. Самая маленькая из них — Меркурий имеет поперечник, равный 4800 км, наша Земля — менее 13 000 км, а самая большая планета — Юпитер — примерно 143 000 км, что более чем в одиннадцать раз превышает размеры Земли.

Но все они кажутся карликами по сравнению с Солнцем, диаметр которого в сто десять раз больше диаметра нашей планеты. Чтобы представить его огромные размеры, вообразим Солнце в виде огромного пустотелого шара, в центре которого находится Земля вместе с Луной. При этом наш спутник вращался бы вокруг Земли на расстоянии лишь немногим больше половины солнечного радиуса.

Массы всех планет, вместе взятых, составляют всего $1/750$ массы Солнца.

Однако грандиозные размеры планет и в особенности Солнца ничтожно малы по сравнению с расстояниями между планетами и звездами.

Ближайшая к Солнцу планета Меркурий находится на расстоянии 58 млн. км, наша Земля отдалена от него на 150 млн. км, а самая далекая планета Плутон — на 6000 млн. км.

Среднее расстояние между Землей и самой близкой к ней планетой Венерой составляет 41 млн. км, а между Землей и Марсом — 78 млн. км. Даже спутник Земли Луна отстоит от нее на 384 400 км.

Чтобы ясно представить себе эти расстояния, обратимся к следующим примерам.

Современный артиллерийский снаряд, двигаясь с ог-

ромной скоростью 1700 м/сек , прошел бы расстояние от Земли до Марса примерно за полтора года, до Солнца — за три года, а до Юпитера — за 12 лет.

Реактивный самолет, летящий со скоростью звука, преодолел бы расстояние от Земли до Солнца без остановки за 14 лет, курьерский поезд — за 200 лет, свет, скорость которого равна $300\,000 \text{ км/сек}$, проходит его в 8 мин. 18 сек.

Но несравненно большее нашей солнечной системы звездная система — галактика. Лучи света пересекают ее от края до края за 400 000 лет, но и она только бес-

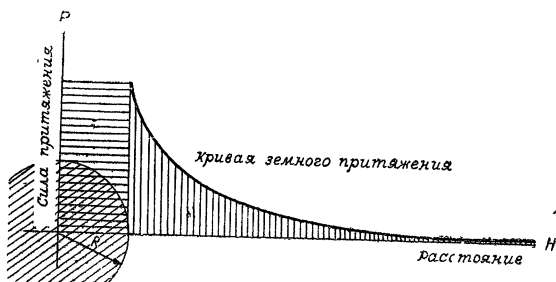


Рис. 1. Кривая земного притяжения

конечно малая часть бесконечной Вселенной. В необъятном мировом пространстве астрономы обнаружили еще множество таких же звездных систем — галактик.

Таково в общих чертах устройство известной нам части Вселенной, куда человечество мечтает совершать полеты в недалеком будущем. Какие же препятствия предстоит преодолеть науке и технике, чтобы осуществить эту мечту?

Первое и самое основное из них — сила притяжения Земли, удерживающая на ее поверхности все тела, в том числе и атмосферу, которая дает возможность существования всему животному и растительному миру, защищает его от палящих лучей Солнца днем и холода мирового пространства ночью.

Поле земного тяготения простирается до бесконечности, ослабевая, однако, с увеличением расстояния. Наглядное представление об этом может дать кривая поля земного притяжения (рис. 1). Из графика видно, как по

мере подъема над поверхностью Земли сила притяжения чрезвычайно быстро уменьшается.

Для того чтобы преодолеть силу земного тяготения и улететь в мировое пространство, космическому кораблю необходимо совершить громадную работу, эквивалентную подъему своего веса с поверхности Земли на высоту, равную одному земному радиусу (6371 км). Для одного килограмма груза эта работа составляет 6 371 000 кгм.

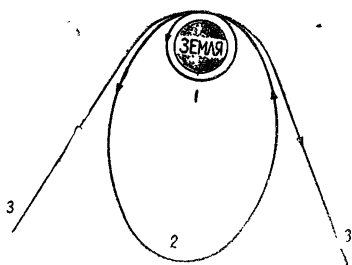


Рис. 2. Траектории полетов космических кораблей:

1 — круговая орбита искусственного спутника, скорость 7900 м/сек; 2 — эллиптическая орбита космического корабля, скорость от 7900 м/сек до 11 200 м/сек; 3 — параболическая траектория космического корабля, скорость свыше 11 200 м/сек.

Такую работу ракетоплан в состоянии проделать, если ему сообщить соответствующую кинетическую энергию, которая зависит, как известно, от скорости полета.

Скорость, при которой межпланетный корабль в состоянии преодолеть земное притяжение и улететь в мировое пространство, называется скоростью отрыва. У поверхности Земли она равна 11 200 м/сек (рис. 2).

Во время полета с такой скоростью путь ракетоплана будет представлять кривую линию, называемую параболой, поэтому скорость, равная 11 200 м/сек, называется также параболической.

Если космическому кораблю параллельно поверхности Земли сообщить скорость несколько большую 7900 м/сек, то он по инерции начнет удаляться и одновременно под действием притяжения будет падать на Землю. В этом случае корабль опишет вокруг Земли круговую траекторию. Такая скорость космического корабля называется круговой скоростью.

Ракетоплан, круговая орбита которого расположена на большой высоте, где сопротивление атмосферы ничтожно, будет вечно вращаться вокруг Земли, превратившись в ее спутника.

При скорости большей, чем круговая, и меньшей, чем

параболическая, космический корабль будет двигаться вокруг Земли по эллиптической орбите.

Сила тяготения препятствует не только взлету космического корабля с Земли (или другой планеты) в мировое пространство, но и очень затрудняет его посадку, так как под действием силы притяжения он развивает колоссальную скорость и неминуемо должен разбиться.

Вторым препятствием на пути полета межпланетного корабля в космос является слой земной атмосферы, который необходимо преодолеть при взлете. Движущемуся с огромной скоростью в пределах земной атмосферы ракетоплану она окажет колоссальное сопротивление. Для того чтобы преодолеть его, необходимо затратить дополнительно большое количество энергии.

Однако сопротивление атмосферы может оказаться и полезным для космического корабля. При посадке на планету, где имеется газовая оболочка, часть скорости будет погашена за счет сопротивления газов полету, что позволит сэкономить значительную часть топлива, которую надо было бы затратить для этой цели.

Некоторые исследователи считают, что при посадке межпланетного корабля на Землю за счет сопротивления воздуха возможно будет погасить примерно пятьдесят процентов скорости ракетоплана.

Кроме оков земного тяготения и панцыря атмосферы, имеется еще ряд препятствий, которые необходимо будет преодолеть.

Межпланетные полеты в мировом пространстве возможны, таким образом, только на аппаратах, исключающих воздух как опорную среду.

По этой же причине на космическом корабле должны быть запасы кислорода или другого окислителя, необходимого для дыхания людей и работы двигателей.

В мировом пространстве проносятся с огромной скоростью космическая пыль и метеориты.

Удар даже маленького метеорита, который пролетает до 70 км/сек, равносильен удару артиллерийского снаряда и представляет серьезную опасность для космического корабля.

Приборы, заброшенные в ракетах на высоту 100 км для исследования атмосферы, показали, что плотность космической пыли сравнительно высокая. Это дает осно-

вание предполагать, что встреча ракетоплана с метеоритами возможна, хотя, как показали полеты первых искусственных спутников Земли, и не обязательна в течение довольно значительного времени.

Мировое пространство пронизывают самые разнообразные лучи, начиная от обычных видимых лучей и кончая космическими. О воздействии некоторых видов этих излучений на организмы людей и материалы ракетоплана мы пока мало знаем.

Конструкторы космического корабля должны будут предусмотреть все препятствия, которые могут встретиться его экипажу в космическом пространстве.

Для преодоления силы тяжести кораблю Вселенной необходимо развить скорость порядка 11 200 м/сек.

Однако взлет его должен быть плавным, с медленным нарастанием скорости, чтобы предохранить людей от воздействия так называемой относительной тяжести, возникающей при резкой перемене скорости движущегося аппарата. Утяжеление всех предметов в момент изменения

скорости космического корабля связано с возникновением силы инерции (рис. 3). При быстром нарастании скорости возникшее утяжеление, так называемая перегрузка, может оказаться настолько большой, что раздавит, как прессом, людей о стенки ракетоплана.

Огромное сопротивление нижних, более плотных слоев атмосферы будет возрастать с увеличением скорости межпланетного корабля. Поэтому, если космический корабль разовьет сразу скорость 11 200 м/сек, огромное сопротивление воздуха полностью затормозит его и не даст возможно-

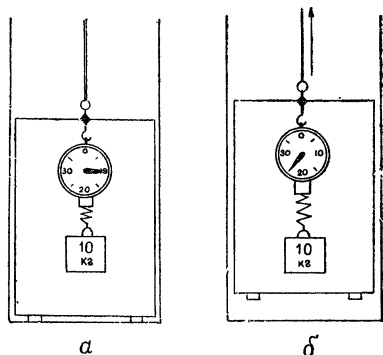


Рис. 3. Опыт, подтверждающий влияние относительной тяжести в движущемся аппарате:

а — гиря, подвешенная на пружинных весах в неподвижном лифте, показывает на шкале вес, соответствующий ее тяжести; б — при ускоренном движении лифта та же гиря, растягивая пружину весов, показывает на шкале значительно больший вес

сти вырваться за пределы земного тяготения. Кроме того, он может сгореть от трения о воздух.

Во избежание этого взлет межпланетного корабля должен осуществляться с медленным нарастанием скорости, так, чтобы сопротивление воздуха было минимальным, а относительная тяжесть не превышала той, которую человек в состоянии вынести безболезненно.

Аналогичные трудности возникают и во время приземления межпланетного корабля, возвращающегося из космического полета.

Если космический корабль влетит в пределы земной атмосферы из мирового пространства со скоростью около 11 200 м/сек, в плотных слоях воздуха он нагреется до температуры более 5000°C, что может вызвать его расплавление и даже сгорание. Следовательно, для безопасного приземления космический корабль должен иметь надежно действующие средства торможения, которые, однако, могли бы медленно уменьшать его скорость. В противном случае возникшая в связи с быстрым торможением сила инерции раздавит пассажиров корабля.

Влияние притяжения планет и ряд других причин могут отклонить траекторию космического корабля от расчетной. Во избежание этого на корабле должно быть предусмотрено надежно действующее управление, которое позволит изменять направление его движения и скорость. Управление ракетным кораблем затруднительно, так как в безвоздушном мировом пространстве невозможно применение обычных рулевых плоскостей, аналогичных рулям самолетов. Следовательно, для изменения траектории полета космических кораблей необходимо применять другие средства управления, требующие дополнительного расхода горючего.

Необходимо еще сказать несколько слов о явлении потери веса, которое пассажиры космического корабля ощутят, как только он вырвется за пределы земного тяготения и двигатели его перестанут работать. Космический корабль будет двигаться только по инерции. Понятия о «ниже» и «верхе», обусловленные исключительно действием земного тяготения, исчезнут, и пассажиры корабля начнут занимать самые неожиданные положения, ощущая трудности в перемещении по кабине. Можно надеяться, что потеря тяжести на несколько дней, необходимых, например, для полета на Луну, не вызовет особо вредных последствий для человеческого организма. Изучение этого вопроса в настоящее время стало возмож-

ным при наблюдении за полетом животного в искусственном спутнике.

Создание в космическом корабле искусственной тяжести возможно двумя путями: приданием ему вращательного движения, при котором центробежная сила заменит силу тяжести, или непрерывной работой двигателей, которая неизбежно потребует расхода горючего. В этом случае ускорение заменит силу тяжести.

2. СРЕДСТВА ДОСТИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Для того чтобы какой-либо аппарат мог взлететь с земной поверхности, он должен преодолеть силу земного притяжения.

В технике известны три способа полета тел: аэростатический, аэродинамический, движение толчком — прямым и обратным.

По аэростатическому принципу осуществляется полет аппаратов легче воздуха — воздушного шара, стратостата, дирижабля.

Аэродинамический принцип положен в основу полета аппаратов тяжелее воздуха, у которых подъемная сила создается или неподвижными несущими плоскостями, или машущими крыльями, или вращающимися винтами. Таковы планер, самолет, вертолет и другие.

Примерами тел, движущихся под воздействием толчка, могут служить выпущенный из пушки снаряд (прямой толчок), или движущаяся с помощью отдачи ракета (обратный толчок).

Ни первый, ни второй принцип не пригоден для полета космического корабля, так как в этих случаях для создания подъемной силы необходима какая-нибудь материальная среда, которая, как известно, отсутствует в мировом пространстве. По этой причине ни аэростат, ни самолет не могут подняться даже в высшие слои атмосферы: разреженный воздух не в состоянии создать достаточной подъемной силы для их поддержания. Максимальная высота подъема шара-зонда достигает 45 км, стратостата — 22 км, а наибольшая высота, достигнутая самолетом, составляет около 20 км.

Тела, движущиеся под влиянием толчков, не нуждаются в опорной среде. Поэтому и артиллерийский снаряд

и ракетa могут лететь и в стратосфере, и в мировом пространстве, если им будет сообщена скорость, достаточная для преодоления земного тяготения. Снаряд дальнобойной германской пушки, из которой немцы обстреливали в первую мировую войну Париж, подымался в стратосферу на высоту более 46 км. Современная дальнобойная ракета совершает полет на высоте более 100 км, а метеорологическая составная ракета, пущенная вертикально вверх, достигла высоты свыше 1000 км.

Следовательно, из всех возможных принципов движения в основу межпланетных перелетов может быть положен только третий — движение под влиянием толчка.

Многие изобретатели и ученые неоднократно предлагали полет в мировое пространство способом метания, которое достигалось бы выстрелом из пороховой или электромагнитной пушки. Однако все эти проекты оказались практически нереальными. Ведь при вылете снаряда из рычажной или центробежной машины, так же как и при выстреле из пушки, разовьется настолько большая перегрузка, что человека, находящегося внутри, раздавит вес его собственного тела, который увеличится до нескольких сот тонн. Ни с помощью метательных машин, ни с помощью пушек люди не в состоянии послать снаряд сколько-нибудь значительных размеров в мировое пространство.



Остается рассмотреть последний способ полета — принцип обратного толчка, отдачи, или так называемый реактивный принцип.

Реактивный принцип движения, открытый в 1686 г. известным физиком и математиком Ньютоном, основан на третьем законе механики, который гласит: всякое действие вызывает равное и противоположно направленное противодействие.

Для объяснения принципа реактивного движения рассмотрим следующее явление (рис. 4).

В наполненном сжатым газом плотно закрытом сосуде газ на все его стенки будет оказывать равномерное давление p . При этом сосуд будет находиться в равновесии.

Если же в нем с одной стороны сделать отверстие, то взаимно уравновешенными окажутся только силы, действующие на его боковые стенки. В продольном же направлении будет действовать неуравновешенная сила R , так как с противоположной стороны сосуда газы свободно вытекают через отверстие и не оказывают давления на стенку. Под действием этой силы сосуд и начнет двигаться в направлении, противоположном движению вытекающей струи газов, что объясняется возникновением силы отдачи, силы R .

Сила R называется реактивной силой. Сила A , заставляющая газы вытекать из сосуда, называется активной силой. Устройство, в котором потенциальная тепловая энергия горючего превращается в кинетическую энергию вытекающих газов, а сила реакции, которая возникает

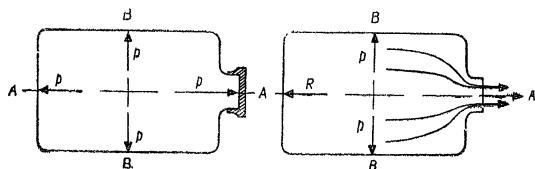


Рис. 4 Схема возникновения реактивной силы

при этом, используется как движущая сила, называется реактивным двигателем.

Реактивные двигатели, использующие в качестве окислителя для сгорания в нем горючего кислород воздуха,

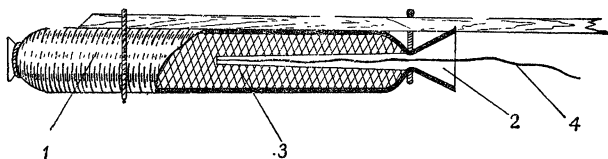


Рис. 5. Схема пороховой ракеты

называются воздушно-реактивными. Двигатели, которые создают реактивную тягу только за счет отбрасывания собственной массы, называются ракетными.

В них в качестве топлива могут использоваться твердые пороховые смеси или смеси различных жидкостей.

В последнем случае двигатель называется жидкостным реактивным двигателем.

Простейшим примером ракетного двигателя является обычная пороховая ракета, изобретение которой уходит в глубь веков (рис. 5).

Устройство ее несложно. Веретенообразный, картонный или металлический корпус 1 оканчивается в хвостовой части воронкой 2, которая называется соплом. Корпус наполнен пороховым составом 3, который поджигается запальным шнуром 4, проходящим через сопло. Образовавшиеся при сгорании пороха горячие газы повышают давление во внутренней полости корпуса ракеты, камере сгорания, и, вытекая через сопло наружу, создают реактивную силу, которая толкает ракету вперед.

Из рассмотренного ясно, что для полета ракеты не требуется какая-либо опорная среда и, следовательно, она может совершать полеты в пустоте. Эта способность ракеты впервые была обоснована в 1895 г. А. П. Федоровым в его брошюре «Новый принцип воздухоплавания, исключаящий атмосферу как опорную среду». Опыты, проведенные впоследствии, подтвердили правильность этой мысли и показали, что в условиях безвоздушного пространства подъемная сила жидкостного ракетного двигателя даже увеличивается. Это объясняется тем, что тяга, развиваемая этим двигателем, зависит от давления окружающей среды и увеличивается с его уменьшением.

Таким образом, пустота мирового пространства не только не вредит полету ракеты, но скорее благоприятствует ему, так как отсутствие материальной среды исключает трение, которое могло бы затормозить полет. Если бы мировое пространство было наполнено воздухом, люди никогда не смогли бы достичь даже Луны. Невозможно создать летательный аппарат, способный преодолеть сопротивление воздуха на таком огромном расстоянии, никаких запасов топлива для этого не хватит.

Таким же образом и холод мирового пространства оказывается скорее полезным для полетов ракетопланов, чем вредным. Мощность, развиваемая ракетным двигателем, увеличивается с понижением температуры окружающей среды, так как низкие температуры космического пространства способствуют возрастанию тяги ракеты. Кроме того, низкая температура мирового пространства увели-

чивает прочность некоторых материалов, из которых могут изготавливаться топливные баки, и охлаждает камеру сгорания ракетного двигателя. Это позволит несколько уменьшить мертвый вес корабля за счет уменьшения толщины стенок резервуаров для топлива и сокращения запасов охлаждающих веществ.

Для того чтобы космический холод не проник в пассажирскую кабину ракетоплана, она, видимо, должна будет иметь двойные стенки и специальные устройства для обогрева за счет энергии солнечных лучей, освещающих ракетоплан во время полета.

Огромные межпланетные расстояния и высокая скорость, необходимая для вылета в мировое пространство, не являются препятствиями для ракетного корабля, который с помощью ракетного двигателя сможет приобрести любые скорости.

Можно с уверенностью заявить, что с точки зрения науки и техники сегодняшнего дня единственным аппаратом, способным унести человека с Земли в мировое пространство, является космическая ракета.

3. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ МЕЖПЛАНЕТНОГО КОРАБЛЯ

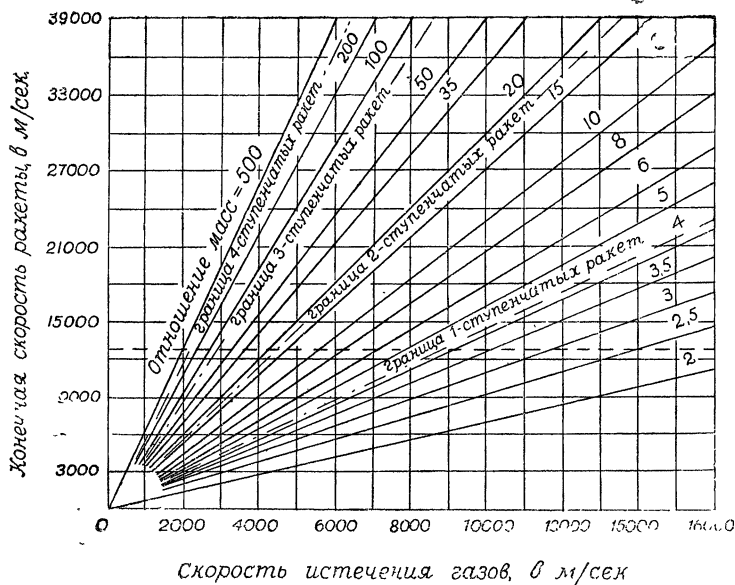
Как уже известно, для того чтобы ракета смогла преодолеть силу земного тяготения и улететь в мировое пространство, она должна развить скорость 11 200 м/сек.

В 1903 г. Циолковский впервые доказал, что скорость полета ракетного корабля зависит от скорости извержения отработанных газов и отношения начального веса корабля к конечному, так называемого отношения масс.

Если обозначить буквой V скорость ракеты, а буквой C — постоянную скорость истечения газов из сопла двигателя, то формула, выведенная Циолковским, примет следующий вид: $V = 2,3 C \lg \frac{M_n}{M_k}$, где M_n — масса ракеты в момент старта (начальная масса), а M_k — масса ракеты при полностью израсходованном топливе (конечная масса).

В дальнейшем $\frac{M_n}{M_k}$ отношение масс ракетного корабля обозначается буквой R .

График формулы Циолковского, помещенный на стр. 17, наглядно показывает, что скорость ракеты в кон-



Зависимость скорости ракеты от скорости истечения газов и отношения масс. Пунктирная линия соответствует скорости отрыва на поверхности Земли

це работы двигателя будет тем больше, чем больше скорость истечения газов и отношение начального веса ракеты к весу ракеты к концу расходования топлива.

Рассматривая график, можно убедиться, что для получения максимальной скорости ракеты в конце работы двигателя гораздо выгоднее увеличивать скорость истечения газов, чем отношения масс, т. е. запас топлива.

Остановимся на таком примере. Современная ракета развивает скорость полета до 2500 м/сек при скорости истечения газов 2000 м/сек и отношении масс, равном 3,5.

Для увеличения скорости полета этой ракеты в 2 раза, т. е. до 5000 м/сек, необходимо повысить скорость истечения газов только в 2 раза, до 4000 м/сек. А для такого же увеличения скорости ракеты без изменения скорости истечения газов требуется увеличение отношения масс в 3,5 раза, до $R = 12$.

Очевидно наиболее рациональным способом повышения конечной скорости ракеты является увеличение скорости истечения продуктов сгорания топлива.



Скорость истечения газов в значительной степени зависит от физических и химических свойств ракетного топлива.

Оно, как правило, состоит из смеси двух жидких веществ: горючего, в качестве которого могут применяться различные углеводороды (бензин, керосин), спирты и жидкий водород, и окислителя, которым обычно бывают или различные кислородосодержащие соединения (перекись водорода, азотная кислота), или жидкий кислород.

Лучшим топливом, дающим наибольшую скорость истечения, является смесь жидкого кислорода с жидким водородом. Однако эта смесь имеет очень низкий по сравнению с другими смесями удельный вес. Для ее хранения в ракете потребуются огромные резервуары, в три раза большие, чем для кислородно-спиртовой смеси. Увеличение веса топливных резервуаров и уменьшение отношения масс повлекут за собой уменьшение конечной скорости полета ракеты. Поэтому при выборе топливной смеси нужно учитывать не только ее тепловые качества, но и удельный вес.

Циолковский предвидел применение в ракетных двигателях так называемых эндотермических окислителей, которые, выделяя при своем разложении кислород и большое количество тепла, способствуют увеличению скорости истечения.

В современной ракетной технике уже нашло широкое применение одно из таких эндотермических соединений — перекись водорода, один килограмм которой способен при разложении на кислород и водяной пар выделить около 360 кал. тепла.

Еще более высокими энергетическими качествами обладает другое эндотермическое вещество, предложенное Циолковским в 1914 г. — озон, молекулы которого состоят из трех атомов кислорода. Он превосходит по своим тепловым качествам все окислители, так как при разложении его молекул на обычные двухатомные выделяется дополнительное тепло. Скорость истечения продуктов реакции смеси толуола с озоном почти на 300 м/сек большая, чем смеси толуола с кислородом.

В настоящее время проводятся энергичные исследования в области изыскания новых видов топлива, дающих еще более высокие скорости истечения.

Для этой цели весьма перспективно применение твердых веществ в качестве добавок к обычным топливам. Опыты показали, что в результате окисления твердых добавок выделяется большое количество тепла, которое способствует увеличению скорости истечения газов. Так, например, добавка 10 % бериллия к смеси керосина и азотной кислоты увеличивает скорость истечения газов более чем на 30 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние твердых присадок на скорость истечения продуктов сгорания

Топливо	Теплопроводность, ккал/кг	Увеличение скорости истечения в процентах
Керосин + азотная кислота	1440	—
Керосин + азотная кислота + 3,6% бериллия	1790	11,0
Керосин + азотная кислота + 7,2% бериллия	2130	21,5
Керосин + азотная кислота + 10% бериллия	2480	31,0

Еще лучших результатов можно добиться при использовании чистых металлических топлив. Так, при сжигании бериллия в кислороде теоретическая скорость истечения газов достигает почти 7000 м/сек (табл. 3).

Таблица 3

Скорости истечения газов при сгорании металлических топлив в кислороде

Топливо	Теоретическая скорость истечения, м/сек	Увеличение скорости истечения в процентах
Водород	5100	—
Магний	5530	8,3
Алюминий	5600	9,7
Бериллий	6900	35,3

Огромные перспективы перед человечеством открывает возможность применения в ракетных двигателях энергии распада ядер—атомной энергии. Об этом мечтали космонавты еще на заре развития ракетной техники.

Один из первых исследователей, занимавшийся проблемой межпланетных перелетов, французский ученый Эсно-Пельтри еще в 1913 г. писал: «Межпланетные путешествия будут осуществлены без риска, когда мы будем располагать внутриатомной энергией... Нужно, чтобы все было готово к тому дню, когда физики представят в распоряжение человечества могущественную энергию, существование которой мы предвидим».

Ядерное топливо может освободить лишь часть заключенной в нем энергии, всего около 1%. Но даже и при столь малой эффективности ядерного топлива выделяющаяся энергия чрезвычайно велика: энергия распада 1 кг урана эквивалентна энергии, полученной при сгорании 2000 т угля или при взрыве 20 000 т тола. Однако ядерные превращения имеют весьма досадную особенность: разлетающиеся с огромной скоростью во время распада атомного ядра частицы не могут быть использованы непосредственно для создания реактивного потока материи, движущего ракету.

Объясним это на следующем примере. Ракета (рис. 6), движение которой создается реакцией вылетающих частиц деления ядер — осколков ядер и нейтронов, может развить значительную скорость полета только в том случае, если поток частиц распада ядер будет достаточно мощным. Однако опыты показали, что средний пробег осколков ядер, образующихся в толще активного металла, даже в воздухе не превышает 25 мм. Следовательно, они будут оставаться в металле и не окажут реактивного воздействия на ракету. Только из тонкого торцового слоя активного металла через сопло будут вылетать осколки ядер и нейтроны. Но количество их окажется настолько малым, что образующаяся реактивная сила не сможет сообщить ракете сколько-нибудь значительного ускорения. Поэтому такой принцип действия атомной ракеты реально не осуществим.

Будущие атомные ракетные двигатели должны иметь, кроме ядерного горючего, еще некоторое количество так

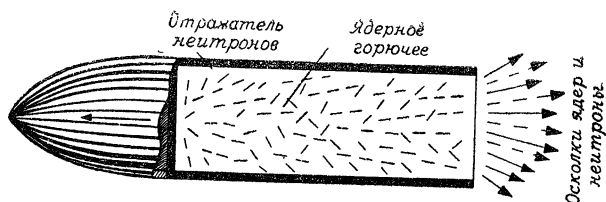


Рис. 6. Неосуществимый принцип действия атомной ракеты

называемой «инертной», т. е. не способной к ядерным реакциям, массы. Проходя через двигатель, она поглотит выделяемую ядерным топливом энергию, разгонится в сопле и выбросится затем из ракеты, сообщив ей необходимую силу реакции. Количество выбрасываемой инертной массы и скорость струи газов зависят главным образом от температуры, которую можно допустить в атомном реакторе, и молекулярного веса инертного вещества. Значительное повышение температуры в реакторе (свыше 3000°C) в настоящее время невозможно из-за ограниченной теплостойкости материалов, из которых он может быть изготовлен. Это же в свою очередь, ограничивая скорость, которую выделявшаяся энергия может сообщить выбрасываемой в сопло массе инертного вещества, уменьшает эффективность атомного двигателя (табл. 4).

Таблица 4

Скорости истечения газов при использовании атомной энергии и различных рабочих веществ

	Молекулярный вес	Скорость истечения газов, м/сек	Отношение веса рабочего вещества к весу ядерного горючего
Водород (молекулярный) . . .	2	10 250	1 042 000
Гелий	4	6 600	2 930 000
Вода (перегретый пар) . . .	18	3 760	7 600 000
Азот (молекулярный) . . .	28	2 720	14 580 000
Воздух	28,92	2 670	15 100 000

Таким образом, скорость реактивной струи в атомно-реактивном двигателе, даже при использовании в качестве инертной массы самого легкого газа — водорода, вряд ли превысит в 10 250 м/сек.

Однако скорость истечения реактивной водородной струи может быть повышена при взлете и на начальном участке пути ракеты в плотных слоях атмосферы. В этом случае струя водорода, прошедшая первую часть двигателя — атомный реактор, может «дожигаться» при выходе из него за счет использования атмосферного кислорода в качестве окислителя.

Подсчеты показывают, что при термодинамическом способе использования внутриатомной энергии в межпланетном корабле ядерное топливо оказывается всего в два-три раза эффективнее лучших химических топлив (табл. 5).

Таблица 5

Отношения масс, необходимые для осуществления межпланетных перелетов

Перелет	Отношение масс					
	Химическое топливо			Ядерное топливо		
	2100 м/сек	4000 м/сек	6400 м/сек	7000 м/сек	10 000 м/сек	15 250 м/сек
Отрыв от Земли . . .	692	26,3	7,7	6,5	3,72	2,37
Земля—Луна—Земля с посадкой на Луне . .	55 630	241	36,1	26,3	9,9	4,51
Земля—Марс—Земля с посадкой на Марсе .	69 200	1160	82	56,2	16,8	6,36
Земля—Венера—Земля с посадкой на Венере	—	10 580	458	263	50	13,1

Дальнейшее увеличение скорости истечения может быть получено путем применения газообразных веществ с еще меньшим молекулярным весом (например, атомного водорода), а также при условии открытия учеными принципиально новых путей использования ядерной энергии для целей космических сообщений.

* * *

Исследования, проведенные многими учеными, показали, что ни одно из существующих химических топлив

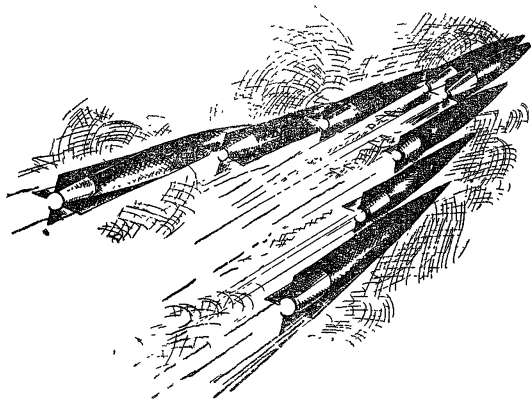


Рис. 7. Одна из возможных схем соединения ступеней ракеты

на Земле не заключает в себе количество энергии, необходимое для полета в мировое пространство. Это объясняется невозможностью получить в настоящее время в одиночной ракете отношение масс более 4,5, в то время как для отрыва от Земли, даже при использовании в качестве топлива металлического бериллия, необходимо отношение масс около 6. Некоторое повышение этой цифры возможно при применении сбрасываемых топливных баков. Но и в этом случае отношение масс оказывается недостаточным для преодоления земного тяготения.

Наиболее эффективный путь повышения отношения масс в ракетоплане открыл наш соотечественник Циолковский. Он предложил вместо одиночных ракет громадных размеров создавать «ракетные поезда» из двух-трех ракет (рис. 7). После взлета такого составного космического корабля нижняя, отработавшая уже ракета отделяется и падает вниз, уменьшая конечный вес ракетного поезда. В этот момент включается в работу двигатель следующей ракеты, и скорость поезда значительно увеличивается, так как верхней ракете не приходится тащить за собой громадную пустую оболочку нижней.

После выгорания второй ракеты она отделяется и в действие вступает третья, которая и достигает уже космической скорости. В простейшем случае, при изготовлении составного ракетного корабля из ракет с одинаковыми отношениями масс, конечное отношение масс всего корабля равно отношению масс отдельной ракеты, возве-

дённому в степень, равную общему числу ракет. Следовательно, многоступенчатый ракетоплан, состоящий из не-

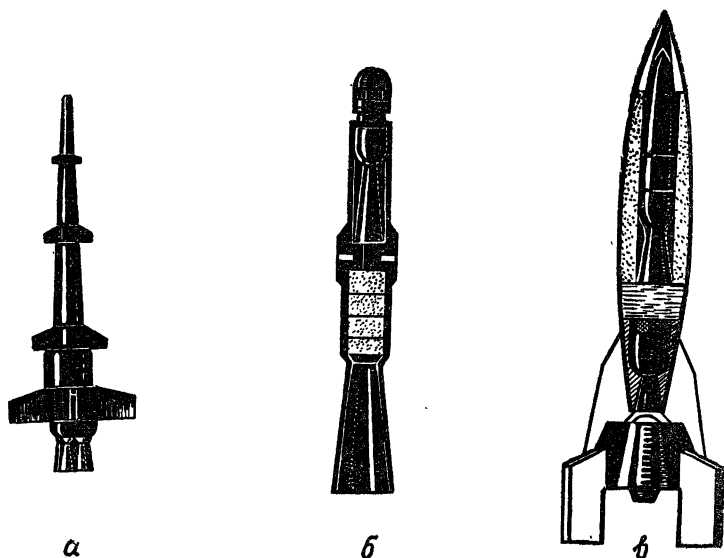


Рис. 8. Составные и многоступенчатые ракеты:
а — с последовательным расположением ступеней; *б* — с коаксиальным расположением ступеней; *в* — со смешанным расположением ступеней

скольких ракет, будет иметь конечное отношение масс во много раз больше, чем одиночная ракета. Если принять для одиночной ракеты уже достигнутое сейчас отношение масс $R = 3,2$, то трехступенчатая ракета будет иметь его равным $3,2^3 = 33$. Она сможет развить космическую скорость и покинуть Землю даже при использовании существующих сейчас ракетных топлив, дающих скорость истечения порядка 4000 м/сек, так как для отрыва от Земли требуется отношение масс, равное примерно 30.

Расположение ступеней в составных ракетах может быть последовательным, коаксиальным или смешанным (рис. 8).

Последовательное расположение ступеней (*а*) применяется в настоящее время в высотных ракетах, используемых для исследования верхних слоев атмосферы;

коаксиальное (б) и смешанное (в) предполагается применять в космических кораблях будущего.

Больших успехов можно добиться, применив в многоступенчатых ракетах атомный реактивный двигатель со скоростью истечения до 15 000 м/сек (табл. 6). Уже двух-

Таблица 6

Сравнительные характеристики одиночной и двухступенчатой ракет с атомными реактивными двигателями

Характеристики	Одиночная ракета	Двухступенчатая ракета		
		ракето-план в целом	1-я ступень	2-я ступень
Полный вес, т	133	133	133 ¹	18,2
Вес ступени, т	—	—	114,8	18,2
Вес конструкции, т	33,2	33,3	27,6	5,7
Полезный вес, т	1,4	1,4	18,2	1,4
Отношение масс	4	9,3	2,9	3,2
Отношение полного веса к полезному весу	9,5	95	7,3	13
Скорость истечения газов из атомного реактора, м/сек	8500	—	8500	8500
Скорость, развиваемая ракетами, м/сек.	11 750	18 900	9030	9370

¹ В полный вес ступени включается вес данной ступени и всех последующих.

ступенчатая ракета, каждая ступень которой будет иметь отношение масс, равное 3,2, при общем отношении масс около 10, способна не только преодолеть оковы земного тяготения, но и совершать полет на Марс с возвратом на Землю, так как она может развить конечную скорость, равную 35 000 м/сек.

* *
*

Конечно, для нормального сообщения между планетами ракетному кораблю недостаточно иметь запас горючего, обеспечивающий ему только достижение космической скорости. Необходимы значительные дополнительные запасы топлива для маневрирования в мировом пространстве, торможения при посадке и для обратного полета на Землю. В противном случае ракетный корабль

рискует, вылетев за пределы Земли, никогда больше на нее не вернуться или же разбиться при посадке на любую планету.

Чтобы яснее представить себе, на что затратится энергия при межпланетных перелетах, рассмотрим пример вычисления запаса топлива, необходимого для перелета с Земли на Луну.

Для преодоления притяжения Земли ракете необходимо на высоте 1600 км развить скорость отрыва 10 000 м/сек. Но при подъеме под действием силы земного тяготения ракета потеряет часть скорости, равную 2800 м/сек. Следовательно, для компенсации этой потери, а также для преодоления сопротивления земной атмосферы на корабле должен быть дополнительный запас топлива.

Во время посадки на поверхность Луны космическому кораблю для преодоления лунного притяжения придется снова расходовать топливо, так как при отсутствии атмосферы торможение ракетоплана возможно только с помощью двигателя. На это потребуется расход топлива, соответствующий скорости отрыва на поверхности Луны — 2300 м/сек. Для возвращения нужно предусмотреть расход топлива на преодоление лунного притяжения.

Посадка межпланетного корабля на Землю также требует расхода топлива, так как затормозить корабль только путем использования воздушного сопротивления земной атмосферы невозможно.

Таким образом, для осуществления перелета с Земли на Луну и обратно требуется запас топлива, который более чем вдвое превысит теоретически необходимый для отрыва ракеты от Земли.

Запас топлива, нужный космическому кораблю для осуществления перелета по соответствующему маршруту, определяется величиной отношений масс.

В табл. 5 приведены данные расчетов отношений масс, требующихся для осуществления различных космических полетов, при использовании двух видов топлива — химического и ядерного.

Марс и Венера для химической ракеты практически недостижимы, так как требуемое отношение масс превышает технические возможности ближайшего будущего.

При использовании в качестве ракетного двигателя атомного реактора с предельной скоростью истечения газа в 15 250 *м/сек* открываются широкие возможности для осуществления межпланетных перелетов на ближайшие к нам небесные тела — Луну, Марс, Венеру. Для полетов же к Юпитеру и другим далеким планетам солнечной системы требуется такое огромное отношение масс, которое, вероятно, будет достигнуто только в весьма отдаленное время.

Однако уже сейчас имеется возможность, не ожидая создания атомной ракеты, приступить к осуществлению первых космических полетов на ракетах, использующих самое обыкновенное химическое топливо.

Для этой цели К. Э. Циолковский предложил создать промежуточную станцию межпланетных перелетов—искусственный спутник Земли, который, будучи сооружен в мировом пространстве, обращался бы вокруг нее, подобно Луне, на высоте нескольких сот километров.

Такой искусственный спутник мог бы значительно облегчить осуществление межпланетных перелетов, так как, во-первых, он располагался бы за пределами земной атмосферы и, следовательно, стартующему с него ракетоплану не приходилось бы преодолевать громадное сопротивление воздуха; во-вторых, находясь в ослабленном поле земного тяготения, он обладал бы значительной скоростью движения, и поэтому взлетающему космическому кораблю необходимо было бы затратить на преодоление земного притяжения минимальное количество топлива; в-третьих, искусственный спутник мог бы служить посадочной и заправочной станцией, на которой космические ракеты пополняли бы запасы горючего для дальнейших полетов.

Значение искусственного спутника для межпланетных полетов можно подтвердить таким простым примером.

Допустим, два космических корабля, предназначенных для облета вокруг Луны, используют химическое топливо со скоростью истечения 4000 *м/сек*. Но один из них стартует с Земли, а другой—с орбиты искусственного спутника. В первом случае, при старте межпланетного корабля с Земли, требуется отношение масс около 16, в то время как при старте с искусственного спутника необходимое отношение масс составляет всего 2,2, т. е. в семь раз меньше!

Создание искусственного спутника Земли, служащего промежуточной станцией для дозаправки космических кораблей, может явиться первым этапом на пути завоевания мирового пространства, трамплином для прыжка в космос.

4. ОТ ПОРОХОВОЙ РАКЕТЫ К КОРАБЛЮ ВСЕЛЕННОЙ

Идея использования ракет в качестве летательных аппаратов возникла в глубокой древности. В китайских легендах упоминается, что более двух тысяч лет тому назад была сделана попытка поднять на ракетах в воздух животное.

Из истории также известно, что около тысячи лет тому назад китайский мандарин Ван-Гу сделал летательную машину, состоявшую из двух змеев и сорока семи пороховых ракет. Однако случайный взрыв одной из ракет послужил причиной взрыва всей батареи, и изобретатель погиб.

В течение многих веков ракеты применялись в военных целях. Значительно позже возникла идея использования ракет для полета.

В создании реактивных летательных машин большая заслуга принадлежит русским изобретателям и ученым, предложившим много оригинальных конструкций реактивных аппаратов и разработавшим теорию реактивных полетов.

Впервые мысль об использовании ракетного принципа движения летательных машин высказал русский революционер Н. И. Кибальчич, казненный царским правительством за участие в убийстве Александра II.

В 1881 г. Н. И. Кибальчич, находясь в тюрьме, разработал и научно обосновал проект первого в мире ракетного летательного аппарата для полетов в пределах земной атмосферы. Аппарат Кибальчича состоял из платформы, на которой в специальных стойках был укреплен поворотный ракетный двигатель (рис. 9). Для его работы изобретатель предполагал использовать подаваемый постепенно в камеру сгорания медленно горящий порох, спрессованный в виде шашек. Управление летательным аппаратом должно было осуществляться с помощью поворота ракетного двигателя.

Этот оригинальный проект увидел свет только через тридцать шесть лет. После свержения самодержавия он был изъят из полицейских архивов и опубликован в журнале «Былое».

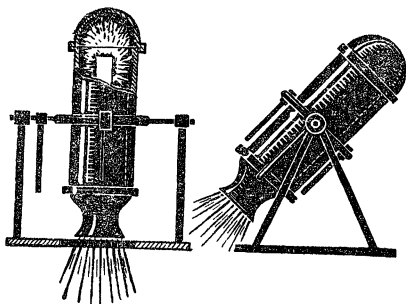


Рис. 9. Ракетный летательный аппарат Кибальчича

На грани XIX и XX вв. опыты с ракетами носят уже более целеустремленный характер. Ученых интересует влияние ракетного полета на состояние живых организмов.

В 1900 г. подобные эксперименты проводил в Германии инженер Мауль. Он поднимал на ракетах небольшого калибра в специальных клетках с парашютом мышей, морских свинок, которые после спуска на Землю чувствовали себя вполне хорошо.

Опыты подтвердили возможность подъема на ракете живых существ.

Из сообщений печати известно, что в 1913 г. американец Лоу решился совершить подъем на большой ракете, специально для этого построенной. При запуске ракета взорвалась и Лоу погиб.

Работы замечательного советского ученого К. Э. Циолковского открыли новую эру в развитии ракетных двигателей — эру жидкостных реактивных двигателей.

В своем труде «Исследование мировых пространств реактивными приборами», вышедшем в 1903 г., Циолковский впервые в мире доказал возможность применения ракетных аппаратов для межпланетных сообщений, разработав научную теорию полета ракеты.

Он первым дал принципиальную схему космической ракеты с жидкостным реактивным двигателем, у которо-

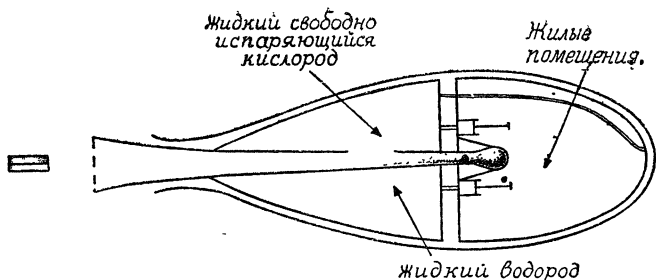


Рис. 10. Проект космической ракеты Циолковского (1903 г.)

го охлаждение осуществляется одним из компонентов топлива, а управление — газовыми рулями (рис. 10).

В своих последующих трудах выдающийся ученый глубоко разработал конструкцию и теорию полета межпланетных ракет, выдвинул целый ряд совершенно новых идей, значительно приблизивших момент осуществления космических полетов.

Циолковский — основоположник astronautики как науки, первый среди целой плеяды талантливых советских исследователей, изобретателей и конструкторов, работающих над идеей осуществления космического полета.

Большую работу в области межпланетных перелетов проделал известный советский ученый Ф. А. Цандер. Им написано несколько научных трудов по теории полета реактивных аппаратов, внесено много нового и оригинального в их конструкции, проделана большая экспериментальная работа по испытанию ракетных двигателей и различных топлив.

Ученым была предложена космическая ракета с крыльями, изготовленными из горючих сплавов, которые могли быть использованы в качестве горючего после взлета, и многоступенчатая ракета, топливные баки которой также можно было бы плавить и сжигать по мере использования содержащегося в них топлива. Все это даст возможность значительно увеличить отношение масс. Им же в 1930 г. был построен первый жидкостный ракетный двигатель, работавший по схеме Циолковского. А через три года Цандер испытал второй жидкостный реактивный

двигатель, применив в качестве горючего бензин и жидкий кислород.

Помимо Циолковского и Цандера, в Советском Союзе работали в этой области многие ученые и изобретатели: талантливый самоучка Ю. Кондратюк, инженер М. Тихонравов, профессор Н. Рынин и многие другие.

Наряду с советскими учеными ценный вклад в науку о межпланетных перелетах внесли иностранные ученые, развившие идеи, выдвинутые Циолковским. Из их работ заслуживают внимания проекты космических ракет германского профессора Г. Оберта, научно-исследовательские труды Гомана, экспериментальные работы американского ученого Годдарда и других.

Иностранные ученые высоко ценили заслуги Циолковского в области астронавтики. В одном из своих писем к Циолковскому профессор Оберт писал:

«Надеюсь, что Вы дождетесь исполнения Ваших высоких целей... Вы зажгли огонь, и мы будем работать, пока величайшая мечта человечества не осуществится...»

Перед второй мировой войной усилиями советских и зарубежных ученых и инженеров была заложена прочная теоретическая база и намечены основные пути развития ракетоплавания, был создан ряд проектов космических кораблей и высотных ракет с жидкостными реактивными двигателями.

В годы второй мировой войны великая идея Циолковского использовалась фашистами для создания смертоносных снарядов, предназначенных для разрушения зданий и уничтожения людей.

После войны исследования в области ракетной техники продолжались.

На состоявшемся в августе 1955 г. Международном конгрессе астронавтов были намечены перспективы ближайших работ в области освоения мирового пространства.

Ученые разных стран выступили с проектами создания небольших искусственных спутников и сверхвысотных ракет для облета Земли.

Однако осуществить это впервые удалось советским ученым и инженерам: 4 октября 1957 года первый искусственный спутник Земли лег на свою орбиту. Это сравнительно небольшой шар, 58 см в диаметре и 83,6 кг весом.



Рис. 11. Основоположник астронавтики К. Э. Циолковский

Не прошло и месяца, как в небе появился второй советский искусственный спутник. Его траектория легла значительно выше первого, а сам он несравненно тяжелее его. Полезный груз второго спутника составляет 508,3 кг.

Успешный запуск советских искусственных спутников открыл эру межпланетных сообщений. За последнее время нашими учеными внесено много нового и интересного и в теорию космических полетов, детально разработаны отдельные вопросы астронавтики, выдвинуты оригинальные идеи осуществления межпланетных перелетов.

Энтузиастом межпланетных перелетов, неутомимым их популяризатором А. А. Штернфельдом проделана

большая работа по расчету космических траекторий и выдвинут ряд интересных идей в области астронавтики.

В 1934 г. им был предложен метод определения местонахождения космического корабля в межпланетном пространстве по Солнцу. Штернфельдом изучен вопрос о полетах космических ракет по полуэллиптическим орбитам.

5. РАКЕТЫ ДЛЯ ВЫСОТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как известно, потолок шаров-зондов, применяемых для изучения высших слоев атмосферы, не превышает 45 км. Высота, достигнутая ракетой, составляет свыше 1000 км, и дальнейший рост высоты подъема ее не ограничен. Это дает исследователям большие возможности для изучения атмосферы.

Уже в настоящее время ракеты широко используются для исследования излучения Солнца и звезд, космических лучей и космической пыли, свечения неба, физических свойств атмосферы, ионизированных слоев, фотографирования поверхности Земли с большой высоты и т. д.

Примером современной высотной ракеты может служить ракета типа «ФАУ-2», используемая в послевоенное время для изучения верхних слоев атмосферы (рис. 12).

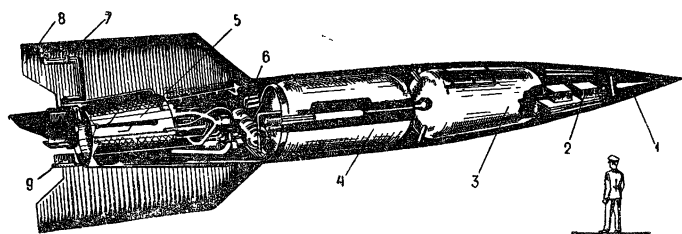


Рис. 12. Схематический разрез ракеты «ФАУ-2»

Ракета имеет длину 14 м, диаметр корпуса 1,65 м, ширину по стабилизаторам 3 57 м, начальный вес 12 915 кг, конечный — около 4000 кг, отношение масс составляет примерно 3,2.

В головной ее части 1 помещаются приборы для метеорологических исследований высших слоев атмосферы, а также парашют или аэростатная система для спуска приборов на Землю.

Во втором отсеке 2 расположены приборы, которые управляют полетом снаряда и подачей топлива в ракетный двигатель. Здесь находится радиооборудование, гироскопы, автоматически ведущие ракету по заданному направлению, баллоны со сжатым азотом, необходимым для создания избыточного давления в спиртовом баке, что улучшает работу насоса.

В следующей части корпуса помещаются изготовленные из легкого металла бак 3 с горючим — этиловым спиртом, общим весом в 3400 кг, и бак 4 с окислителем — жидким кислородом, весом в 4900 кг. Жидкий кислород имеет температуру — 183°C и интенсивно испаряется. Поэтому для предохранения от взрыва кислородный бак снабжен предохранительным клапаном, который стравливает испарившийся кислород в атмосферу при повышении давления сверх нормы.

В хвостовом отсеке размещается силовая установка, куда входят: ракетный двигатель 5, турбонасосный агрегат 6, парогазогенераторная установка, вырабатывающая парогазовую смесь для работы турбонасосного агрегата, и различные трубопроводы и арматура, связанные с работой двигателя.

В головной части ракетного двигателя расположены форсунки, через которые в камеры сгорания вtrysкивается жидкий кислород. Спирт подводится от насоса по трубкам через патрубки в рубашку двигателя, а оттуда — в камеру сгорания.

Пока снаряд летит в плотных слоях атмосферы, управление ракетой осуществляется газовыми рулями 9, расположенными в струе истекающих газов, и воздушными рулями 8, находящимися на стабилизаторах 7.

По мере подъема в атмосферу эффективность воздушных рулей падает, и управление ракетой производится в основном с помощью газовых рулей.

Работа жидкостного ракетного двигателя происходит следующим образом (рис. 13).

В парогазогенератор 1 из эллиптического бачка 2 подается концентрированная перекись водорода, из бачка 3 — раствор перманганата натрия. При смешении этих ве-

ществ в генераторе образуется парогазовая смесь, состоящая из водяного пара и кислорода с давлением 26 атм и температурой 3850° С. Она поступает по трубопроводу в кольцевую камеру, а затем через сопловый аппарат на

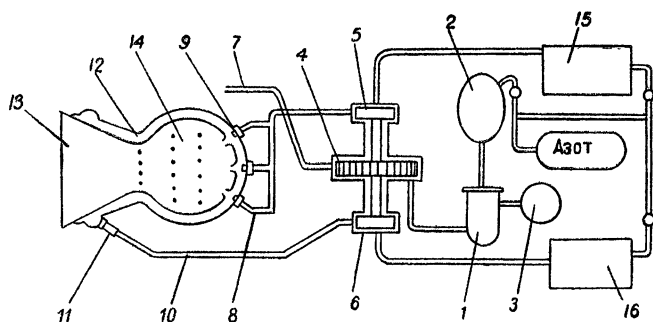


Рис. 13. Схема работы жидкостного ракетного двигателя

лопатки турбины 4, которая приводит в действие сидящие с ней на одном валу кислородный 5 и спиртовой 6 насосы. Отработанный в турбине парогаз отводится по трубе 7 наружу.

Кислород, подаваемый из бака 15 насосом 5, направляется через распределительную коробку 8 к восемнадцати форсункам-форкамерам 9.

Спирт из бака 16 подается насосом 6 и поступает по трубам 10 через патрубки 11 в рубашку 12, охватывающую сопло 13 и камеру сгорания 14 двигателя. Омывая стенки ракетного двигателя, спирт охлаждает их, одновременно подогреваясь сам, и по рубашке подымается к форсункам-форкамерам, где смешивается с жидким кислородом. Вместе они и впрыскиваются в камеру сгорания.

При сгорании топлива в двигателе образуются газы с давлением 16 атм и температурой 2500° С, которые, вытекая через сопло со скоростью 2000 м/сек, создают реактивную тягу — силу, движущую ракету, величиной около 25 т. Мощность такого двигателя к концу его работы достигает величины 600 000 л. с.

Перед взлетом ракета устанавливается вертикально на специальной стартовой площадке, заправляется топ-

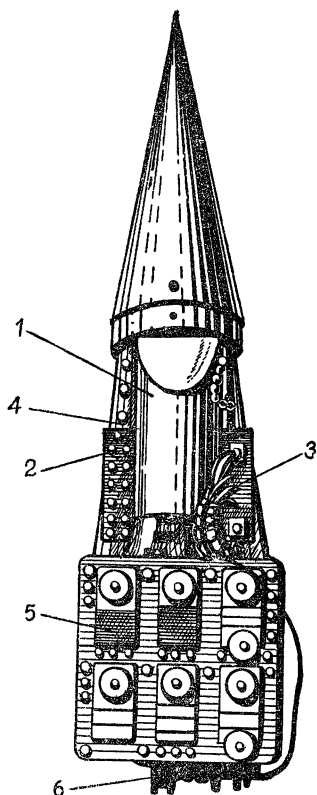


Рис. 14. Головная часть метеорологической ракеты:

- 1 — приборы для взятия проб воздуха; 2 — счетчик космических лучей; 3 — регистратор ультрафиолетового излучения Солнца; 4 — спектрограф; 5 — радиоаппаратура связи с Землей; 6 — приборы для измерения температуры

ливом и подготавливается к пуску.

После включения двигателя она отрывается от Земли и поднимается вертикально вверх. Через несколько секунд полета приборы управления выключают двигатель ракеты, израсходовавший к этому времени все топливо. Дальнейшее ее движение происходит по инерции, подобно артиллерийскому снаряду. Максимальная высота, достигаемая ракетой при вертикальном полете, составляет около 180 км.

Двигатель ракеты работает всего несколько секунд, сообщая ей скорость 1520 м/сек, что более чем в четыре раза превышает скорость звука.

Управление всем полетом ракеты производится либо автоматически — приборами, установленными в ракете, либо с Земли при помощи радио.

Показания приборов передаются на Землю импульсными коротковолновыми передатчиками, радиоволны которых способны проходить через ионосферу. Часть показаний, которые трудно преобразовать в радиосигналы, записываются специальными устройствами и расшифровываются после приземления головки ракеты.

В конце полета вся головка с приборами (рис. 14) отделяется от ракеты взрывом специального заряда и опускается на Землю на парашюте. Некоторые приборы, как, напри-

мер, термометры, помещаются в стальные шары, привинчивающиеся к ракете снаружи. В нужный момент болты, которые крепят шар, взрываются, и он свободно падает на Землю.

В плотных слоях атмосферы от шаров отделяется аппаратура, регистрировавшая траекторию, и опускается отдельно на ленточном парашюте.

В настоящее время построено много типов ракет для высотных исследований, в которых использованы новейшие достижения ракетной техники, телемеханики, автоматики и радиолокации.

Интересен проект метеорологической ракеты, предназначенной для физических исследований в стратосфере и снабженной жидкостным ракетным двигателем и турбореактивным двигателем в качестве ускорителя. Стартовый турбореактивный двигатель, служащий для разгона основной ракеты, работает в плотных слоях атмосферы, используя ее воздух в качестве окислителя. В момент отбрасывания первой ступени турбореактивного двигателя основная ракета получает скорость 305 м/сек . В дальнейшем благодаря работе жидкостного реактивного двигателя вторая ступень достигает скорости 1250 м/сек . Результаты измерений передаются на Землю по радио. Спуск ракеты осуществляется с помощью парашюта.

Другая метеорологическая ракета предназначена для исследования солнечного излучения на высоте 80 км . Для этой цели головная ее часть специально приспособлена для установки автоматически наводящегося на Солнце спектрографа (рис. 15). На головке имеется щель, которой спектрограф по своей форме точно соответствует и в убранном положении не нарушает аэродинамической формы ракеты. Головная часть ракеты поворачивается специальным мотором, автоматически управляемым фотоэлектрическим следящим устройством. Аналогичное фотоэлектрическое устройство поворачивает спектрограф вокруг горизонтальной оси.

Когда ракета приближается к вершине своей траектории, фотоэлектрический автомат головки включает приводной мотор. Головка ракеты поворачивается до тех пор, пока объектив спектрографа не будет направлен на Солнце. После этого под действием второго фотоэлектрического автомата спектрограф опускается до точного направления на Солнце.

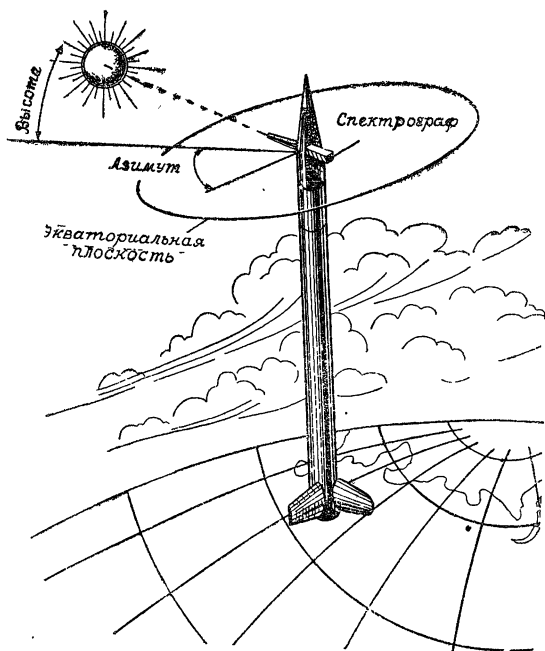


Рис. 15. Устройство высотной ракеты, служащей для исследования солнечной радиации

Другие автоматические устройства производят открытие и закрытие объектива фотоаппарата. При падении ракеты ее головная часть отделяется от корпуса и медленно опускается на парашюте.

В последнее время с помощью ракеты проводили исследования и другого рода. В ее головной части размещались камеры для мелких животных с целью изучения влияния на их организм полета на больших высотах.

В 1948 г. ракета этого типа достигла высоты 113 км.

Более значительная высота — 390 км — была достигнута в 1949 г. составной ракетой. А в 1957 году ракета поднялась более чем на 1000 км.

Управление высотными ракетами производится либо автоматически, либо по радио.

Механизм радиуправления представляет собой чрезвычайно сложное устройство.

В ближайшее десятилетие можно ожидать появления высотных пассажирских ракет. При достижении максимальной высоты подъема пассажирская кабина будет отделяться от корпуса ракеты и медленно спускаться на парашюте.

Такие высотные обсерватории явятся не только важнейшим средством изучения высших слоев атмосферы, но также и необходимым предварительным этапом перед полетом в мировое пространство. Здесь человек будет осваивать высотные полеты, проходить подготовку по управлению ракетным кораблем, тренироваться в спусках на землю и взлетах в стратосферу, привыкать переносить повышенные перегрузки при взлете ракетного корабля и торможении при спуске и т. д.

Освоение больших высот будет первой ступенью для подъема ракетного корабля в мировое пространство.

6. МЕЖПЛАНЕТНЫЕ КОРАБЛИ БУДУЩЕГО

Достижения современной ракетной техники огромны, но еще недостаточны для осуществления полетов пассажирских ракетопланов по межпланетным маршрутам. Понадобится много лет напряженной творческой работы физиков, химиков, металлургов и инженеров, прежде чем полет в мировое пространство из мечты превратится в действительность. Однако уже спроектированы, как показал запуск первых искусственных спутников Земли, составные ракеты, могущие достигнуть круговой скорости.

Успешный запуск первых искусственных спутников открывает широкие перспективы для завоевания космоса.

* * *

Ознакомившись с основными принципами осуществления межпланетных перелетов, остановимся на устройстве и отдельных деталях конструкций будущих космических кораблей.

Прежде всего выясним их форму, которая зависит от маршрута в мировом пространстве. Для межпланетных путешествий будут применяться в основном три типа ракетопланов, предназначенных для полетов только по определенному маршруту:

ракеты «Планета — орбита», предназначенные для перевозки пассажиров, топлива и материалов с планеты на орбитальную промежуточную станцию и обратно;

искусственные спутники, вращающиеся вокруг планет и предназначенные служить пересадочными и заправочными станциями при межпланетных перелетах;

ракеты «Орбита — орбита» для межпланетных путешествий, которые не смогут «приземляться» на планетах, а будут и начинать и кончать полет только на круговых орбитах искусственных спутников.

Ракеты, предназначенные для перелетов с Земли на орбиту искусственного спутника, будут испытывать в полете сопротивление воздуха, силу притяжения Земли, огромные силы инерции при взлете и другие нагрузки. Поэтому ракеты «Земля — орбита» должны иметь удобообтекаемую форму для уменьшения сопротивления воздуха, крылья для облегчения взлета и посадки, стабилизаторы и воздушные рули для управления полетом в пределах атмосферы.

Конструкция этих ракет должна быть прочной, чтобы выдерживать все нагрузки, возникающие в полете. Их форма будет мало отличаться от формы обычной крылатой ракеты.

Искусственные спутники, межорбитальные корабли, совершающие полеты в мировом пространстве, лишенном атмосферы, будут резко отличаться по форме от кораблей типа «Планета — орбита» и тем более от обычных «земных» ракет. В межпланетном пространстве отсутствует сопротивление среды, и поэтому придание космическому кораблю удобообтекаемой формы является излишним. Форма такого корабля целиком подчинена стремлению упростить сборку его в мировом пространстве и получить наибольшее отношение масс.

Кроме того, эти межпланетные корабли, испытывая меньшие нагрузки в полете, могут быть легче, иметь более высокие отношения масс.

Беспилотные ракетные снаряды, предназначенные для исследований мирового пространства, опытных полетов по орбите вокруг Земли, облета Луны и т. д., должны иметь удобообтекаемую форму при запуске их с Земли, чтобы при взлете пробить панцырь атмосферы.



Межпланетный корабль будет состоять из следующих основных частей, соединенных друг с другом: топливных баков, двигателей, устройств для взлета и посадки, приборов управления и пассажирской кабины.

Для хранения кислорода и водорода в жидком виде требуются специальные резервуары, так как эти вещества чрезвычайно летучи. По всей вероятности, такие баки будут изготавливаться двустенными, с разреженным пространством между стенками. Во избежание взрывов они должны иметь предохранительные клапаны, которые будут стравливать испаряющийся кислород в атмосферу.

Чтобы уменьшить вес, топливные баки в ракетных кораблях желательно изготавливать шаровыми или цилиндрическими с овальными концами, так как при такой форме баки имеют при равном объеме меньшую толщину стенок, чем обычные цилиндрические.

На межпланетных многоступенчатых ракетах будут применяться как жидкостные реактивные двигатели большой мощности, так и более эффективные атомные реактивные двигатели.

С конструкцией современного мощного жидкостного реактивного двигателя и принципом его действия мы уже ознакомились.

В настоящее время существуют жидкостные ракетные двигатели с тягой в 227 т и больше. Увеличение тяги можно получить, устанавливая на ракете несколько двигателей. Поэтому проблему создания жидкостного ракетного двигателя космического корабля можно считать фактически решенной.

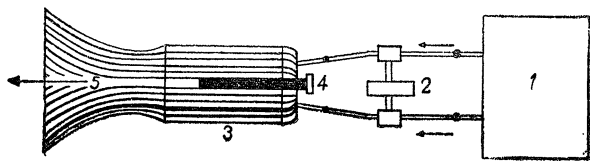


Рис. 16. Атомно-ракетный двигатель

Сложнее обстоит дело с атомно-ракетным двигателем, который еще до сих пор не создан. На рис. 16 представлена возможная схема такого двигателя.

Атомный реактор двигателя 3 состоит из графитового блока, внутри которого расположено множество полых урановых стержней. Жидкий водород, прокачиваемый из резервуара 1 насосом 2 через атомный реактор, испаряется за счет теплоты ядерной реакции. Раскаленный газообразный водород, нагретый до температуры 3000°C , имея давление 20 атм, расширяется в сопле 5 и выбрасывается из него со скоростью 7000 м/сек. Регулирование атомного реактора осуществляется стержнем из пористого кадмия 4.

Согласно расчетам атомный реактор двигателя, имеющий тягу 1150 т, будет иметь вес 30 т, диаметр 4—5 м и длину 2—2,5 м. Нужное количество водорода составит около 1000 т.

Серьезной проблемой, связанной с применением атомной энергии в ракетных кораблях, является защита экипажа от вредного воздействия мощного потока нейтронов и гамма-излучения, сопровождающих распад ядер. Поэтому атомный реактор необходимо окружить толстым слоем так называемой биологической защиты, выполненной из бетона толщиной не менее двух метров. На каждый квадратный метр поверхности ядерного реактора требуется примерно по 5—6 т защитного материала.

Для уменьшения веса биологической защиты в космических кораблях потребуются удаление атомно-ракетного двигателя от пассажирской кабины и максимальное использование в качестве защитного материала элементов конструкции корабля и запасов топлива.

* *

*

Взлет космического корабля может осуществляться как вертикально, так и горизонтально (по касательной к Земле) в зависимости от конструкции ракетоплана и расчетных траекторий (рис. 17).

На этом участке пути у космического корабля имеет-ся два основных препятствия — притяжение Земли и сопротивление воздуха. Чтобы уменьшить затрату топлива на преодоление воздушного сопротивления, следует взлететь вертикально, пересекая атмосферу по кратчайшему пути. Но при этом ракета сильнее тормозится притяжением Земли, для уменьшения которого необходимо взлетать не вверх, а горизонтально, огибая земной шар.

Поэтому для уменьшения затрат энергии космический корабль должен вначале взлететь вертикально, чтобы пройти нижние, наиболее плотные слои атмосферы по кратчайшему пути, затем описать плавную кривую и на высоте 80—100 км, где сопротивление воздуха уже невелико, перейти на полет параллельно земной поверхности.

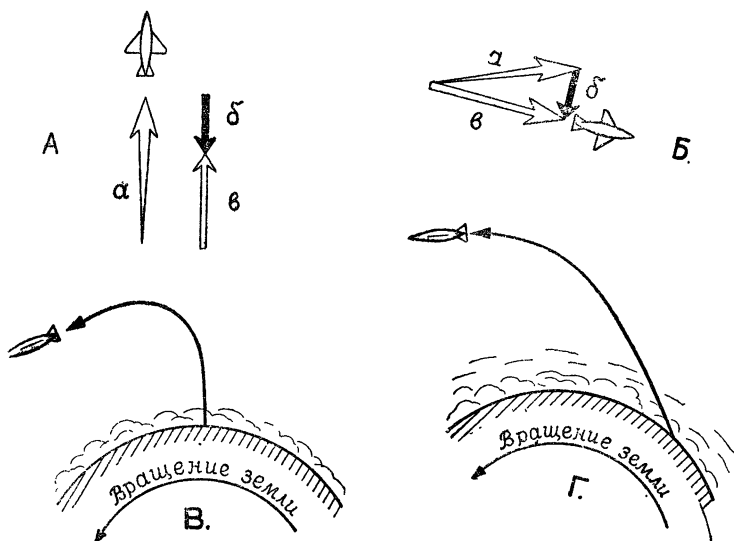


Рис. 17. Траектория взлета космического корабля:
 А — ускорения, действующие на ракетоплан при вертикальном взлете; Б — то же, при горизонтальном взлете; В — вертикальный старт; Г — горизонтальный старт; а — ускорение, создаваемое двигателем ракетоплана; б — ускорение притяжения Земли; в — фактическое ускорение

Циолковский предложил снабдить космическую ракету крыльями и для облегчения взлета разогнать ее с большой скоростью с помощью стартовых ракетных тележек по наклонной взлетной дорожке.

Ракетный корабль взлетает наклонно, используя подъемную силу крыльев при полете в атмосфере. При этом потеря скорости от действия притяжения Земли будет незначительной. Достигнув высоты 100 км, ракетоплан перейдет на горизонтальный полет. Советский ученый Н. А. Варваров предложил построить космический ко-

рабль из нескольких крылатых ракет, снабженных различными типами воздушно-реактивных и жидкостных ракетных двигателей.

По его проекту корабль Вселенной разгоняется с помощью стартовой тележки по эстакаде длиной 5 км. В действие вступают турбореактивные двигатели нижнего корабля, которые разгоняют составной ракетоплан до скорости 400 м/сек. На высоте 20 км, где плотность воздуха уменьшается и эффективность турбореактивных двигателей падает, нижний корабль отделяется и, ведомый собственным экипажем, идет на посадку. Одновременно включаются в работу прямоточные воздушно-реактивные двигатели, установленные на среднем корабле. Совершая полет в разреженном воздухе, этот корабль разгоняет ракетоплан до скорости 1400 м/сек и, достигнув высоты 50 км, отделяется и совершает посадку на Землю. На смену ему включаются жидкостные ракетные двигатели оставшейся части ракетоплана, и он уносится в космос (рис. 18).

Применение различных типов двигателей для разгона основной ракеты во время взлета с Земли дает огромную экономию топлива и позволяет значительно снизить стартовый вес ракетоплана. В качестве примера рассмотрим два проекта ракет, предназначенных для сообщения между Землей и ее искусственным спутником. Для переброс-

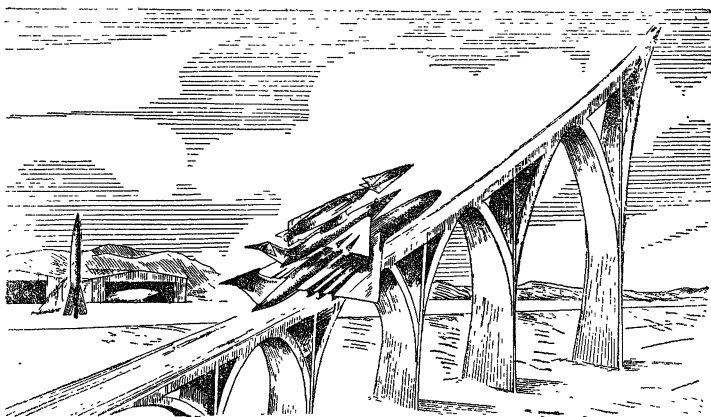


Рис. 18. Взлет космического корабля со сменными двигателями

ки на орбиту искусственного спутника 35 т полезного груза требуется трехступенчатая ракета с начальным весом 6400 т. В начале пути, проходя слой атмосферы высотой 40 км, первая ступень ракеты сжигает 4800 т топлива, т. е. 85 % всего своего запаса.

На каждую тонну полезного груза, переброшенного на орбиту, в этом случае потребуется 185 т стартового веса ракетоплана.

По другому проекту используется также трехступенчатая ракета. Но первая ее ступень имеет крылья и снабжена воздушно-реактивными двигателями. Взлет ракеты производится с эстакады, где она разгоняется до скорости 330 м/сек. Воздушно-реактивные двигатели первой ступени работают до высоты 25 км, сообщая ракете скорость 1800 м/сек. При этом сгорает только 120 т горючего, так как в качестве окислителя используется атмосферный воздух. После выгорания всего горючего первая ступень ракеты отделяется и производит посадку на Землю, а остальные ступени продолжают свой полет. При стартовом весе 700 т эта ракета способна забросить на орбиту спутника 20 т полезного груза.

Следовательно, на одну тонну полезного груза требуется всего 35 т стартового веса, т. е. в пять раз меньше, чем в первом случае.

Взлет межпланетного корабля должен производиться в восточном направлении, чтобы использовать кинетическую энергию вращения Земли. На экваторе эта добавочная скорость составит 465 м/сек, а в южных районах нашей страны — около 340 м/сек.

Для уменьшения расходов топлива на преодоление воздушного сопротивления при взлете целесообразно стартовую площадку межпланетного корабля оборудовать в горной области на высоте 5—6 км над уровнем моря, где атмосфера значительно разрежена.

Как уже отмечалось, при посадке на поверхность планеты под действием силы притяжения космический корабль приобретает колоссальную скорость, которую необходимо погасить для безопасного приземления.

При этом торможение ракетных кораблей может производиться обратной тягой двигателей или за счет сопротивления атмосферы, если таковая имеется (рис. 19).

Во время посадки на Луну и другие планеты, на которых отсутствует атмосфера, торможение корабля воз-

можно только за счет обратной тяги двигателей. Ракетоплан разворачивается кормой вперед и включает двигатель, постепенно поглощающий скорость падения. Недостатком этого способа является необходимость дополнительного расхода топлива на торможение. Поэтому его будут применять только при посадке на безатмосферные планеты.

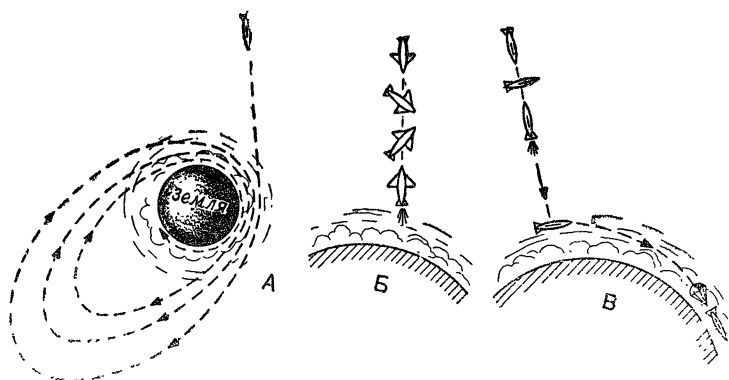


Рис. 19. Посадка космического корабля.

А — планирующий спуск по спирали (торможение атмосферой);
Б — вертикальный спуск (торможение двигателем); В — комбинированный спуск

Торможение при спуске на Землю и другие планеты будет производиться следующим образом. Ракетоплан, снабженный небольшими крыльями, сблизится с Землей и войдет в ее атмосферу на большой высоте в очень разреженных слоях. Скорость корабля от трения воздуха уменьшится до эллиптической, т. е. станет меньше $11\,200\text{ м/сек}$, и он, вылетев за пределы атмосферы по эллиптической траектории, неизбежно вернется назад.

Погрузившись снова в атмосферу Земли и пройдя ее на несколько меньшей высоте, ракетоплан потеряет еще часть своей скорости и снова улетит по эллиптической траектории, но уже более короткой.

Так, погружаясь в атмосферу Земли и покидая ее, космический корабль будет постепенно погашать свою скорость, избегнув высокого перегрева и больших перегрузок.

Однако кинетическая энергия космического корабля при посадке на Землю будет настолько велика, что полностью погасить ее только за счет сопротивления атмосферы не удастся. Вот почему вероятнее всего посадка ракетоплана будет осуществляться следующим комбинированным способом.

На высоте около 1000 км ракетоплан будет повернут кормой к Земле. Скорость падения затормозится работой двигателя примерно до 5—6 км/сек. Затем корабль повернется носом к Земле, и оставшуюся скорость почти целиком погасит сопротивление воздуха при планирующем спуске.

Дальнейшее уменьшение посадочной скорости ракетоплана может быть произведено специальным тормозным парашютом, укрепленным в хвостовой части. С помощью особого устройства он открывается независимо от плотности окружающей атмосферы. Купол такого парашюта делается двухслойным. В нужный момент в пространство между слоями впускается сжатый воздух, который и открывает парашют. Тормозные парашюты могут работать, не разрушаясь при довольно высоких скоростях. В настоящее время производятся опыты торможения парашютами при скоростях, превышающих скорость звука в два раза.

Несмотря на применение всех способов торможения, конечная скорость приземления космического корабля остается все же довольно высокой, поэтому для смягчения удара посадка его должна производиться на поверхность моря.

* *
*

Во время полета в атмосфере ракета может отклониться от заданного направления под влиянием давления воздуха, непрерывного расхода топлива, который перемещает центр тяжести, и различных случайных внешних сил.

Управление ракетного корабля может быть осуществлено несколькими способами (рис. 20).

При полете ракеты в плотном воздухе она управляется плоскими воздушными рулями 1, такими же, как и у других летательных машин.

В безвоздушном пространстве ракета обычными воз-

душными рулями управляться не может из-за отсутствия среды, которая могла бы воздействовать на рули.

Задачу управления ракетой вне пределов земной атмосферы разрешил впервые Циолковский. Он предложил установить у выходных отверстий сопел маленькие рулевые плоскости 2, которые работают в быстром потоке

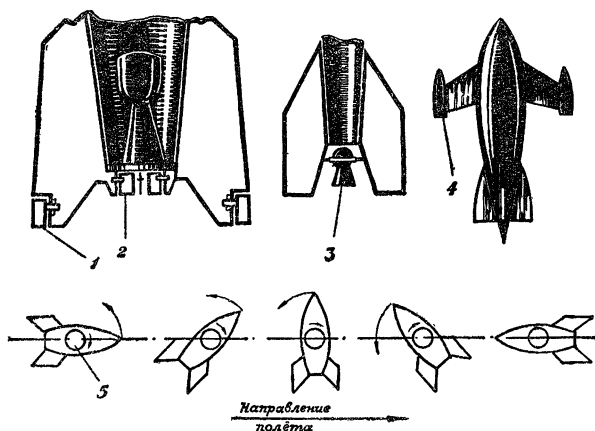


Рис. 20. Различные способы управления космическим кораблем

выходящих из реактивной трубы газов. Поворот руля вызывает отклонение потока газов и изменение положения ракеты. Такие газовые рули в настоящее время широко применяются в конструкциях высотных ракет.

Другой метод управления ракетой в безвоздушном пространстве был открыт русским революционером, изобретателем Н. И. Кибальтичем, который предложил поворот ракетного корабля осуществить путем отклонения ракетного двигателя 3 в стороны. Это вызовет появление боковой составляющей реактивной силы и благодаря этому поворот ракеты. Французский ученый Эсно-Пельтри предлагал производить поворот путем включения вспомогательных ракет, расположенных с боков ракетного корабля 4.

Существует еще один оригинальный способ разворота космического корабля 5. Внутри ракетоплана устанавливается особый рулевой гироскоп с тяжелым маховиком,

При вращении гироскопа в какой-либо плоскости космический корабль начнет поворачиваться в противоположную сторону по принципу «белки в колесе». Этот способ будет применяться для разворота космического корабля кормой вперед при посадке.

Непосредственно управлять космическим кораблем, летящим с огромной скоростью, невозможно, так как человек слишком медленно реагирует на опасности или отклонения от траектории. Надежное, быстрое и точное управление полетом ракетоплана будет осуществляться с помощью сложных автоматических и радиотехнических устройств. Ручное управление ракетопланом допустимо только как аварийное, при выходе из строя автоматических устройств.

Для удержания ракетоплана на необходимой траектории будет применяться автоматическая, подобная авиационным автопилотам, система управления рулями с помощью гироскопов. Быстро вращающийся гироскоп, помещенный на гибком подвесе, сохраняет ось вращения при любых отклонениях ракеты и, воздействуя с помощью тяг на рули, возвращает ее в первоначальное положение.

Широкое применение при автоматическом управлении ракетопланом получит телескопическая система. Специальные оптические приборы предварительно наводятся на какую-либо звездную группу. При любом отклонении от заданной траектории эти приборы быстро воздействуют на рули ракеты, возвращая ее на правильный путь.

При радиотелемеханическом управлении контроль за полетом ракеты и управление производятся с Земли с помощью радиолокационной станции наведения. Она автоматически ведет непрерывное наблюдение за полетом ракетоплана и передает данные о местонахождении корабля на электронную счетно-решающую станцию.

Здесь производится непрерывный расчет действительной траектории корабля. При его отклонении от расчетной траектории вырабатываются особые команды, посылаемые по радио. На корабле установлены антенны и радиостанции, которые принимают сигналы, усиливают их и передают на реле, связанное с приборами управления. В соответствии с принятыми сигналами реле производит переключку рулей и возвращение корабля на правильную траекторию.

При дальнейшем развитии радиолокационной техники возможно командное управление ракетным кораблём с помощью двух радиолокаторов. Один из них следит за космическим кораблем, другой — за планетой-целью. Данные автоматически сопоставляются и пересчитываются на команды, передаваемые ракетоплану по радио.

* *

*

Для защиты космического корабля от крупных метеоров возможно применение радиолокационных станций с всесторонним обзором. Радиолокаторы будут предупреждать экипаж корабля о приближении метеоров. При опасности столкновения ракетоплан автоматически изменит свой курс.

Возможно создание радиолокационной установки, служащей для автоматического управления кораблем при вертикальном спуске на планеты, лишенные атмосферы. Радиоальтиметр будет непрерывно измерять высоту ракетоплана и в зависимости от нее автоматически регулировать скорость спуска, увеличивая или уменьшая тягу двигателя. Чтобы устранить утечку воздуха и иметь хорошую тепловую изоляцию, защищающую экипаж корабля от жары и холода мирового пространства, пассажирская кабина должна быть герметичной. Установка для кондиционирования воздуха, электрическое отопление и охлаждение, кислородно-регенерационные установки и ряд других устройств будут поддерживать внутри кабины нормальное давление, температуру, влажность и состав воздуха.

Межпланетные корабли будут взлетать с ускорениями, вызывающими трех-четырекратную перегрузку, но в связи с кратковременностью разгона ракетоплана она будет переноситься без существенного вреда для пассажиров. Опыты показали, что во время фигурных полетов летчики переносят без ущерба для организма пяти-шестикратную перегрузку в течение 3—4 секунд при нормальной посадке в кресле. В лежачем положении тяжесть распределяется по значительно большей части тела и утомляемость намного снижается. В этом случае летчик может переносить без вреда 11—14-кратную перегрузку в течение 120—180 секунд. Можно считать установленным, что перегрузку в четыре-пять раз человеческий

организм может переносить без вреда в течение нескольких минут. За это время космический корабль достигнет необходимой скорости отрыва.

С целью уменьшения воздействия перегрузок при взлете и посадке корабля для каждого члена экипажа должны быть установлены специальной конструкции лежаки, превращаемые в полете в удобные для работы кресла. К ним будет привязываться экипаж во время полета корабля в мировом пространстве при потере тяжести.

Для передвижения по кабине стены будут снабжены множеством ручек, за которые можно будет подтягиваться к нужному месту. Все предметы и оборудование внутри корабля должны быть надежно закреплены.

На больших межпланетных кораблях возможно создание искусственной тяжести. Для этого ракетоплан должен состоять из двух частей, которые в нужный момент отделяются друг от друга, оставаясь связанными тросами. Затем эта система приводится во вращение небольшими ракетными двигателями. После достижения необходимой центробежной силы, заменяющей силу тяжести, они выключаются.

На искусственных спутниках, населенных людьми, возможно создание искусственной тяжести также за счет вращения всего сооружения вокруг своей оси.

7. СОВРЕМЕННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ РАКЕТЫ

Как уже отмечалось выше, важнейшим этапом на пути к осуществлению межпланетных перелетов является создание искусственного спутника Земли.

После состоявшегося в 1955 г. Международного конгресса астронавтов, в котором приняли участие представители сорока стран, развернулась широкая подготовка к запуску первых искусственных спутников.

Несколько проектов искусственных спутников разработаны в США, Голландии и других странах.

По сообщениям иностранной печати молодым американским ученым С. Ф. Зингером разработан проект спутника Земли «Мышь» с минимальной орбитой, без людей. По этому проекту трехступенчатая ракета должна сообщить круговую скорость небольшому снаряду с различными приборами. С помощью первой ступени ракета под-

нимается на высоту 80 км и достигает скорости 3200 м/сек, вторая ступень забрасывает спутник на высоту 320 км. Третья ступень разгоняет снаряд до круговой скорости 7800 м/сек и превращает его в искусственный спутник Земли. Спутник в форме шара диаметром от 350 до 500 мм будет снабжен приборами для изучения атмосферы, излучения Солнца, степени эффективности магнитного поля Земли, влияния потери веса и т. п.

Передача показаний приборов на Землю будет производиться по радио. Для питания приборов электроэнергией в спутнике предполагается установить легкую аккумуляторную батарею и теплоэлектрогенераторы, превращающие солнечную энергию в электрическую.

Для того чтобы поверхность элементов солнечной батареи была обращена к Солнцу, а антенна направлена к Земле, профессор Зингер предполагает придать спутнику вращение вокруг оси. Благодаря этому спутник будет постоянно ориентироваться на Солнце, а батарея вырабатывать электроэнергию. Им же предложена специальная траектория спутника с плоскостью, перпендикулярной прямой, проведенной от Земли к Солнцу. Делая оборот вокруг нашей планеты в течение 90 минут на высоте 320 км, спутник проходил бы по всем широтам и был бы виден невооруженным глазом.

Другой проект спутника под названием «Авангард» разрабатывается группой американских ученых и инженеров, которым поручено в течение 1957—1958 гг. произвести запуск десяти искусственных спутников Земли.

Однако первые советские искусственные спутники значительно больше по весу, чем предполагали запустить американские ученые по проекту «Авангард». В советских спутниках в космическое пространство и крайние области ионосферы были подняты многочисленные приборы, а также в специальном контейнере собака Лайка, на которой изучалось влияние различных факторов космического пространства.

Запуск советских спутников произведен с помощью многоступенчатой ракеты.

Рассмотрим несколько подробнее общее устройство и способ запуска управляемого искусственного спутника Земли, разработанного английскими учеными.

Он представляет собой беспилотную многоступенчатую ракету с отбрасываемыми баками и двигателями,

способную развить круговую скорость 7400 м/сек на высоте 900—1100 км.

Проект предусматривает не последовательное, а коаксиальное расположение ступеней (каждая следующая ступень находится внутри предыдущей) и постепенное отбрасывание не только всей отработанной ступени целиком, но и отдельных ее секций и двигателей. В качестве компонентов топлива избраны обычно применяемые сейчас спирт и жидкий кислород. Отношение масс каждой ступени выбрано на основании достигнутых сейчас результатов и составляет: в первой ступени — 4,2, во второй и третьей — 3,73; в целом отношение масс всего составного корабля достигает 84. Устройство ракетных двигателей и их тяговые характеристики основаны на двигателях ракеты «ФАУ-2». Отсюда же заимствована и величина отношения объема баков к объему всего снаряда.

В целом конструкция этого ракетного корабля не выходит за рамки современной инженерной практики и может быть вполне осуществлена в настоящее время.

Первая ступень ракеты весит 137 000 кг, вторая — 98 000 кг и третья — 700 кг; общий вес снаряда с дополнительными стартовыми двигателями 161 545 кг, полезный груз последней ступени, состоящий из различных приборов и радиостанции, равен 50 кг.

Ракета должна стартовать с площадки, расположенной на высоте 4000 м над уровнем моря. На взлете действуют 175 турбореактивных двигателей, расположенных двумя поясами вокруг нижней части первой ступени.

Стартовые двигатели поднимают ракетный снаряд на высоту около 900 м и разгоняют его до скорости 140 м/сек. После этого включаются ракетные двигатели первой ступени.

Необходимая реактивная тяга в первой ступени обеспечивается семью мощными ракетными двигателями, действующими одновременно. Четыре из них имеют расположенные в сопле газовые рули. Другие три двигателя в определенный момент отбрасываются. Этим достигается умеренное нарастание скорости, необходимое для уменьшения перегрузки ракеты при полных баках второй ступени.

По мере расходования топлива последовательно сбрас-

сываются баки, отдельные отработавшие двигатели и ступени.

Последняя ступень отделяется на высоте 1050—1100 км, на которой искусственный спутник выходит на свою орбиту и начинает вечное обращение вокруг Земли.

Полная скорость, достигнутая ракетопланом к концу работы двигателя третьей ступени, составляет 8300 м/сек.

При таком круговом полете ракетный корабль, превратившись в спутника Земли, совершит свой путь вокруг нее за полтора часа.

Со временем, по-видимому, будут построены и пущены в космос управляемые людьми искусственные спутники больших размеров, которые смогут вместить в себя запасы топлива и провизии, приборы для наблюдения и другое необходимое оборудование. Такие ракетные корабли будут служить пересадочными станциями для межпланетных перелетов, а также метеорологическими и астрономическими пунктами для высотных наблюдений.

На этих спутниках можно будет производить ценнейшие исследования в области астрономии, астрофизики, картографирования, метеорологии, физики, химии и целого ряда других наук.

Астрономы будут наблюдать за небесными светилами без тех помех, которые создает им атмосфера Земли. Много интересного узнают люди, изучая нашу планету с высоты искусственного спутника. Можно будет исследовать верхние слои земной атмосферы, производить ценные наблюдения за перемещениями облаков, точно предсказывать погоду, проводить биологические исследования в области воздействия невесомости на живые организмы и т. д. Использование спутника в качестве ретрансляционных станций расширит действие земных телевизионных станций на тысячи километров.

При движении искусственного спутника в плоскости экватора на высоте 36 000 км со скоростью 3060 м/сек он, совершая один оборот за 24 часа, будет неподвижен относительно поверхности Земли. На таком спутнике можно установить мощные зеркала и, сконцентрировав солнечные лучи, в изобилии льющиеся из мирового пространства, направить их на холодные части Земли. Расстопив льды Арктики и Антарктики и изменив климат в северных и южных широтах, можно превратить Землю в цветущий сад.

Для сооружения крупного искусственного спутника необходимы специальные грузовые ракеты с автоматическим управлением, предназначенные для транспортировки с Земли на орбиту материалов, оборудования и топлива. Конструкция межпланетной станции должна быть максимально упрощена, чтобы облегчить сборку ее в мировом пространстве. Большая часть сборочных работ должна

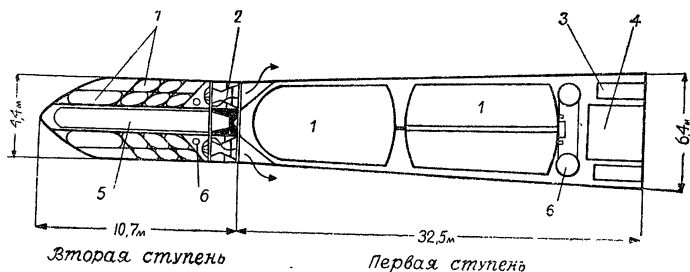


Рис. 21. Грузовая ракета для переброски груза на орбиту:
1 — баки с топливом; 2 — поворачивающиеся двигатели; 3 — четыре
пары спаренных поворачивающихся двигателя первой ступени; 4 —
шестнадцать неподвижных двигателей; 5 — третья ступень;
6 — баки с топливом для насосов

осуществляться предварительно на Земле, а количество рабочих операций, производимых в космосе, должно быть сведено до минимума. Персонал, занятый сборкой межпланетной станции из предварительно приготовленных секций, будет перебрасываться на орбиту в крылатых транспортных ракетах, способных совершать полеты с орбиты на Землю.

С целью упрощения сборки орбитального корабля в его конструкции могут быть использованы элементы грузовых ракет: топливные баки, остаточное топливо, двигатели и т. д. Сборка межпланетной станции облегчается тем, что все элементы конструкции будут невесомы и поэтому их легко соединять и перемещать в пространстве.

На рис. 21 показан один из проектов грузовой трехступенчатой ракеты, предназначенной для переброски полезного груза весом 5 т на орбиту, расположенную на высоте 800 км.

Полезный груз состоит из топлива и материалов, предназначенных для изготовления орбитального или межорбитального корабля. Общий стартовый вес грузовой ракеты составляет 510 т.

В качестве топлива в первой и второй ступенях выбраны жидкий кислород и гидразин, в третьей ступени используются азотная кислота и гидразин. Управление каждой ступенью в полете производится поворотом двигателя. Применение трехступенчатой конструкции и сбрасываемых баков во второй ступени позволит получить отношение масс, равное 24, и предельную скорость свыше 9000 м/сек.

Для переброски всех материалов, необходимых для сборки небольшого искусственного спутника с тремя пассажирами, потребуется свыше пятидесяти таких грузовых ракет. Управление ими в полете и доставка к месту сборки осуществляются с помощью радиолокационных станций.

Такие же грузовые ракеты будут использованы для переброски топлива и материалов на межпланетные станции, где будут заправляться межорбитальные космические корабли.

Пассажирские ракеты, служащие для переброски пассажиров с Земли на искусственный спутник и обратно, будут иметь аналогичную конструкцию, но в качестве третьей ступени будет применяться специальная конструкция высокоскоростного ракетного планера с дельтообразными крыльями, похожего по внешнему виду на современную крылатую ракету. Такой планер, предназначенный для спуска на Землю, имея посадочный вес 5—6 т, будет в состоянии нести 0,5 т полезного груза.

* *

*

Более отдаленной и трудной проблемой является осуществление полета в мировое пространство на ближайшие планеты, посадка на них и возвращение на Землю. В качестве наиболее вероятных «станций назначений» можно назвать Луну, Венеру, Марс и Меркурий. Остальные планеты солнечной системы так далеки от Земли, что о полетах к ним в настоящее время говорить еще преждевременно.

Наиболее осуществим полет небольшой беспилотной

составной ракеты на Луну без возвращения на Землю, для чего потребуется скорость отрыва 10 400 м/сек на высоте 960 км.

Такая скорость может быть достигнута ракетами даже при использовании современных химических топлив. Однако это потребует получения больших отношений масс, для чего придется строить ракеты с большим количеством ступеней и большим начальным весом.

Так, при использовании азотной кислоты с анилином пятиступенчатая ракета, способная вынести за пределы земного тяготения 4,5 кг полезного груза, должна будет иметь начальный вес в 374 000 кг. При увеличении количества ступеней до десяти начальный вес такого «ракетного поезда» снижается до 62 500 кг. Если же применить более качественное топливо, хотя бы кислородно-водородную смесь, то начальный вес снаряда составит всего 3800 кг.

Несмотря на малую величину полезной нагрузки, подобные снаряды смогли бы нести с собой небольшой ультракоротковолновый сигнальный передатчик и регистрирующий прибор для измерения какой-либо одной величины, например интенсивности космического излучения или температуры космического пространства и т. д. Сигналы, отправленные с Земли радиолокатором, будут как бы «отражаться» обратно сигнальным передатчиком, установленным в снаряде, и сообщать о его траектории.

Полеты ракетных кораблей с экипажем по маршруту Земля—Луна при использовании современных видов химической энергии чрезвычайно сложны, так как начальный вес таких ракет должен превышать 2000—3000 т.

* *
*

После создания искусственных спутников и освоения сборки космических кораблей в мировом пространстве, межпланетные полеты будут производиться с искусственных спутников Земли. На рис. 22 схематично показан проект космического корабля, предназначенного для облета вокруг Луны.

В конструкции этого корабля использована многобачковая система — наиболее выгодная и удобная для сборки в мировом пространстве. Корабль состоит из 48 топливных баков, которые располагаются симметрично во-

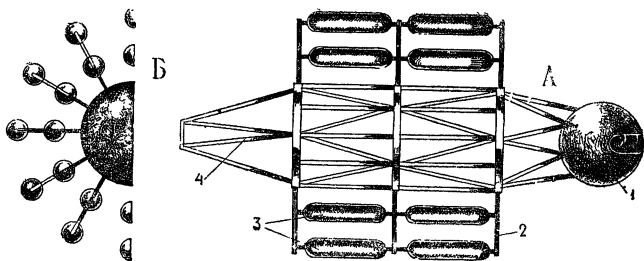


Рис. 22. Схема межорбитального космического корабля

круг центра конструкции и поддерживаются радиальными фермами, образуя два концентрических кольца баков (Б). От них вдоль поддерживающих элементов идут и сходятся в центре топливные питательные трубы. Здесь они соединяются общим трубопроводом, который ведет к топливному насосу.

В качестве топлива выбрана комбинация азотной кислоты и гидразина, получившая широкое применение в ракетной технике.

Центральная часть конструкции состоит из трех ферм, к которым крепятся элементы, поддерживающие баки (А). Кабины для экипажа и отсек для двигателя монтируются на треугольных фермах. Длина корабля 27,5 м, диаметр 14,6 м, диаметр кабины для экипажа 4,6 м, полный вес 260 т. Ракетный двигатель развивает тягу 25 т. Отношение масс корабля благодаря принятой конструкции и максимальному облегчению составляет около 18. Запас топлива на корабле достаточен для облета Луны и возвращения на круговую орбиту Земли.

Стартуя с земной орбиты, межпланетный корабль развивает скорость около 3000 м/сек, необходимую для преодоления притяжения Земли. При этом сбрасываются тридцать четыре топливных бака с уже полностью израсходованным топливом. По достижении орбиты Луны сбрасываются еще четыре топливных бака. После облета спутника Земли корабль развивает скорость отрыва и улетает снова на земную орбиту. Экипаж ракето-плана состоит из трех человек.

Сборка такого космического корабля происходит в

мировом пространстве из заранее приготовленных ферм. Полностью загруженные топливные баки доставляются к месту сборки грузовыми ракетами без экипажа. Сферическая кабина может быть доставлена разобранной, в виде секций. Двигатель и оборудование также доставляются грузовыми ракетами.

* *

*

Облет Луны на пассажирском ракетном корабле, стартующем с Земли, возможен лишь при использовании атомной энергии. Только атомный ракетный двигатель дает возможность достичь скорости истечения $10\,000\text{ м/сек}$, необходимой для получения практически осуществимого отношения масс.

На рис. 23 показан общий вид космической атомной ракеты, состоящей из пяти ступеней и предназначенной для старта с Земли, облета вокруг Луны и возвращения на Землю.

В качестве ракетного двигателя одной из ступеней авторы проекта выбрали термодинамический атомный реактор, описанный нами выше.

В ракете применено коаксиально-последовательное расположение ступеней: вторая ступень частично помещена внутри первой, а три последние ступени, находящиеся внутри второй, расположены последовательно друг за другом.

Благодаря применению пятиступенчатой конструкции, а также отбрасываемых баков и двигателей вес такого космического корабля не должен превышать 1000 т .

Первая ступень представляет собой вспомогательную химическую ракету, предназначенную для разгона остальных ступеней ракетоплана. Она снабжена семью жидкостными реактивными двигателями с общей тягой 450 т , работающими на жидких кислороде и водороде, со скоростью истечения газов 4000 м/сек .

Химическая энергия используется в первой ступени с целью ослабления радиоактивного заражения стартовой площадки и нижних слоев атмосферы.

Первая ступень имеет три бака с топливом, из которых два обрасываются последовательно по мере его расходования, а третий отделяется совместно с остатками всей первой ступени.

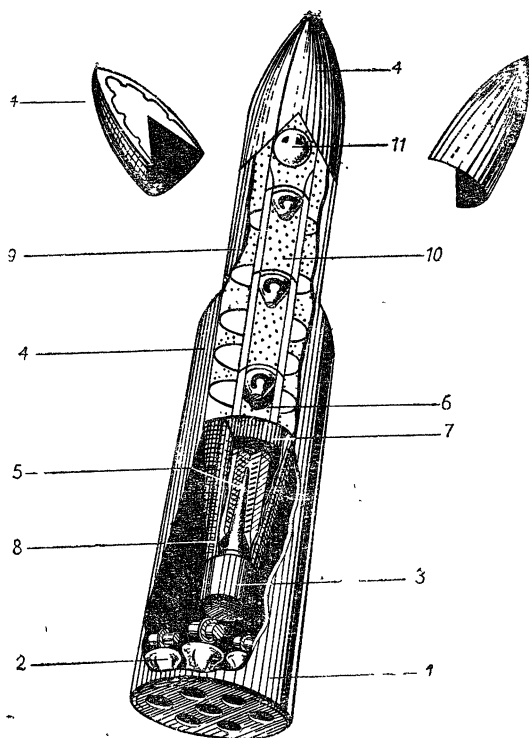


Рис. 23. Проект атомной космической ракеты:

1 — вспомогательная химическая ракета; 2 — жидкостные реактивные двигатели химической ракеты; 3 — топливо для насосов двигателей; 4 — отбрасываемые баки химической ступени с жидким топливом (водород и кислород); 5 — атомный реактор; 6 — турбонасос реактора; 7 — биологическая защита; 8 — рулевые жиклеры, работающие на паре от турбонасосов; 9 — отбрасываемые баки атомной ступени с жидким газом; 10 — трехступенчатая химическая ракета с экипажем; 11 — герметическая кабина для экипажа

Вторая ступень ракетного корабля представляет собой атомную ракету, снабженную специальным ядерным реактором, весом около 60 т, который обеспечивает тягу 1100 т. Атомный реактор состоит из графитового блока с большим количеством полых урановых стержней и реактивного сопла. Через реактор под большим давлением прогоняется рабочая жидкость, например жидкий водо-

род или аммиак, превращаемая здесь в движущуюся струю газов, скорость истечения которой составляет 10 000 м/сек.

В атомной ступени 70—80% всего веса по-прежнему составляет рабочее вещество в виде сжиженного газа. Но скорость истечения здесь в два-три раза превышает скорость истечения у лучших ракетных двигателей с химическим топливом; поэтому атомная ракета более эффективна.

Сжиженный газ атомной ракеты хранится в шести последовательно сбрасываемых топливных бачках и подается в реактор турбонасосом, работающим на парогазовой смеси.

Трехступенчатая химическая ракета, помещенная внутри атомной, весит 60 т и работает на кислородно-водородной смеси, дающей скорость истечения 4000 м/сек. В головной части третьей ступени этой химической ракеты помещена герметическая кабина для экипажа, весом 1,4 т. Для предохранения экипажа от радиоактивного излучения атомного реактора между ним и трехступенчатой химической ракетой помещается специальная защитная масса весом 20 т и плотностью 1 т/м². Кроме того, топливо трехступенчатой химической ракеты создает дополнительный защитный слой плотностью 6,25 т/м². Таким образом, расположение атомного двигателя во второй ступени, а экипажа в носовой части последней ступени дает возможность создания надежной защиты от радиоактивного излучения как экипажа ракеты, так и нижних слоев атмосферы и поверхности Земли в районе старта.

Ступень с атомным двигателем после достижения круговой скорости отделится и останется в мировом пространстве, а трехступенчатая химическая ракета, постепенно сбрасывая отработавшие ступени, достигнет параболической скорости.

После облета Луны ракета с пассажирами возвратится в пределы Земли и совершит посадку на поверхность одного из наших морей. При этом торможение будет производиться только работой двигателя, так как в конструкции этой ракеты не предусмотрены крылья для планирующего спуска.

Осуществление такого «беспересадочного» полета с Земли вокруг Луны более сложно, чем облет Луны при старте с искусственного спутника Земли. Поэтому перелет

по маршруту «Земля—Луна—Земля» возможен только в более отдаленном будущем, при дальнейшем прогрессе ракетной техники.

* *

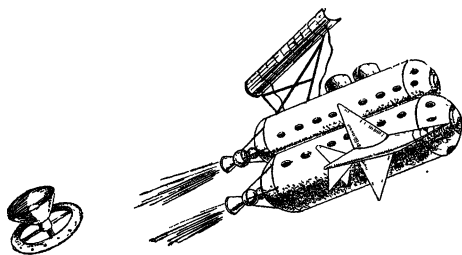
*

Для полета к Марсу и Венере, который продлится несколько лет, нужны более крупные космические корабли. Для пассажиров ракетоплана потребуются просторные и удобные каюты. Возникнет необходимость в искусственной тяжести. Все это невозможно осуществить на тех кораблях, которые мы рассмотрели выше. Межпланетный корабль «дальнего следования» будет иметь более сложное устройство.

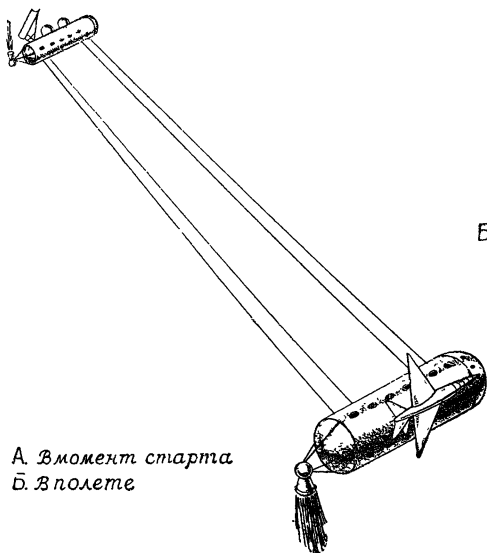
Советским ученым А. А. Штернфельдом выдвинут ряд идей по устройству будущего космического корабля, предназначенного для полетов к отдаленным планетам с искусственного спутника. Рассмотрим предполагаемую конструкцию такого корабля (рис. 24).

По форме он не похож на грузовые и пассажирские ракеты, которые будут совершать рейсы между Землей и искусственным спутником. Отсутствие сопротивления атмосферы, значительное уменьшение силы тяжести перегрузок делают излишним для него обтекаемую форму. Он состоит из двух соединенных параллельно огромных баков для горючего и окислителя, представляющих собой просторные, хорошо оборудованные пассажирские помещения, временно заполненные топливом. В кормовой части каждого бака установлено по одному поворотному двигателю. Регулируя силу тяги каждого из них или поворачивая двигатели, можно управлять космическим кораблем в полете. К одному из баков сбоку прикреплен посадочный ракетный планер с пассажирской кабиной. С противоположной стороны к другому баку прикреплены небольшие шаровые резервуары с дополнительным запасом топлива, необходимым для маневрирования космического корабля и для работы ракетного двигателя планера. Там же располагается и электрогенераторная установка, использующая энергию солнечных лучей и снабжающая корабль электрической энергией в полете.

При старте ракетоплана пассажиры находятся временно в кабине посадочного планера. Через несколько секунд, когда сгорит основная часть топлива и баки опустеют, экипаж переходит из планера в удобные и про-



А



А. В момент старта
Б. В полете

Рис. 24. Космический корабль для облета Марса

сторные помещения, оборудованные в баках. Затем двигатели корабля поворачиваются и включаются на несколько секунд, сообщая всему устройству вращательное движение. Пассажирские помещения под действием центробежной силы начинают расходиться, оставаясь все же связанными прочными канатами. После того как они,

Венеру. После изучения и освоения этих маршрутов будут установлены регулярные межпланетные сообщения с пересадками на искусственных спутниках.

* *

В ближайшем будущем наиболее легко осуществим полет пассажирского ракетоплана к Луне и ее облет. При старте с орбиты искусственного спутника Земли кораблю Вселенной придется развить скорость только 3129 м/сек. Ракетоплан полетит к Луне не по кратчайшей прямой линии, а по специально рассчитанной полуэллиптической траектории, что уменьшит расход топлива, так как к скорости космического корабля добавится скорость вращения искусственного спутника вокруг Земли.

Обогнув Луну, космический корабль под действием поля земного тяготения автоматически вернется к Земле, двигаясь по другой половине эллипса.

Полное время облета Луны по эллипсу будет составлять всего 10 дней 19 часов и 49 минут, при нахождении нашего спутника в самой отдаленной точке своей орбиты.

Облет Луны имеет большое научное значение для астрономии и космонавтики. Пассажиры ракеты смогут наблюдать ее поверхность с очень близкого расстояния, впервые человечество узнает о строении противоположной стороны Луны, вечно скрытой от наших глаз. Кроме того, этот полет явится хорошей школой для водителей ракетопланов.

Следующий этап — перелет на Луну с посадкой на ее поверхности — является более трудным и ответственным: пилоту космического корабля необходимо погасить посадочную скорость около 2400 м/сек, которую приобретает ракетоплан под действием сил лунного тяготения. Но поскольку Луна совершенно лишена атмосферы, то уменьшение посадочной скорости возможно только за счет работы ракетного двигателя, что потребует дополнительных запасов топлива и большого умения и осторожности от водителя. При взлете ракеты с лунной поверхности понадобится дополнительная затрата такого же количества топлива для преодоления силы притяжения нашего спутника. Все это потребует увеличения на-

чального веса ракетоплана. Поэтому в первый полет на Луну отправится беспилотная управляемая ракета, с помощью которой ученые смогут проверить все свои расчеты.

Посещение нашего спутника имеет огромный научный интерес. С поверхности Луны, которая не окружена атмосферой, можно производить ценные астрономические наблюдения, важнейшие геологические исследования и интересные открытия. Возможно, что в отдаленном будущем на Луне удастся построить солнечную энергетическую установку, которая даст энергию для переработки полезных ископаемых, бесспорно, в изобилии имеющихся в недрах Луны. Если среди них будут найдены вещества, могущие быть переработанными на ракетное топливо, то Луна окажется важнейшей пересадочной станцией для межпланетных перелетов.

Однако пребывание человека на Луне чрезвычайно затруднено. Солнечные лучи, не ослабленные атмосферой, накаляют лунную поверхность до температуры $+150^{\circ}\text{C}$. Люди вынуждены будут находиться в таких условиях в течение всего лунного дня, который равен 14 земным суткам! После этого лунные жители окажутся в условиях космического холода лунной ночи, во время которой температура понижается до -170°C . Только в специальных скафандрах, в которых автоматически будет поддерживаться нормальное давление, влажность, состав воздуха и температура, смогут работать на Луне астронавты.

В настоящее время можно реально говорить только о путешествиях на ближайшие к Земле планеты: Марс, Венеру и Меркурий.

Марс находится от Земли на расстоянии 79 млн. км. Космический корабль, двигаясь с постоянной скоростью 13 км/сек, мог бы пролететь это расстояние за 70 суток, но в связи с тем, что Земля и Марс непрерывно перемещаются друг относительно друга, расстояние все время изменяется.

Для экономии топлива космический корабль, отправляющийся на Марс, должен двигаться по полуэллиптической траектории (рис. 25). В этом случае к скорости корабля добавится огромная скорость вращения Земли вокруг Солнца. Этот путь, равный 588 млн. км, ракетоплан пролетит за 258 дней 20 часов 25 минут и встретится с

вращаясь, разойдутся на несколько сот метров и будет отрегулирована необходимая сила тяжести, двигатели выключаются.

В течение всего времени межпланетного перелета пассажиры корабля, витая в мировом пространстве в скафандрах и будучи связанными с ракетой, производят научные исследования. При облете Марса часть из них будет изучать с ракетоплана поверхность этой загадочной планеты, другие отправятся на ракетном планере на спутники Марса—Фобос или Деймос.

В связи с тем, что Земля в этот момент не будет находиться в наиболее выгодном положении для возвращения межпланетного корабля, экипаж сможет облететь вокруг Марса по эллиптической орбите два раза, повторив свои исследования и наблюдения.

После этого корабль направится к Земле. При приближении к ней команда снова пересаживается в планер, погрузив в него необходимое оборудование и данные исследований. Отделившись от корабля и совершив планирующий полет, посадочный планер сядет на Землю. Оставшийся в мировом пространстве космический корабль превращается в искусственный спутник, совершающий вечный облет по эллиптической орбите вокруг Марса. Установленные на нем автоматические радиостанции будут непрерывно передавать на Землю показания различных приборов.

8. МЕЖПЛАНЕТНЫЕ ПЕРЕЛЕТЫ

В предыдущих разделах мы познакомились с теми огромными препятствиями, которые возникают перед человечеством, дерзнувшим покорить Вселенную.

Однако уже в настоящее время, даже на базе современных достижений ракетной техники, созданием первых опытных спутников Земли начат штурм космического пространства.

Пуск в эксплуатацию советской электростанции, работающей на ядерном топливе, явился крупной победой человеческого разума над тайнами природы и знаменует начало новой эры — эры атомной энергии. Значительные успехи в области применения ядерной энергии в промышленных целях дают возможность предполагать, что в ближайшем будущем ученые и инженеры создадут

атомный ракетный двигатель, который позволит построить большие космические корабли, управляемые человеком, и полностью гарантирует осуществление межпланетных перелетов.

В какой же последовательности, какими путями человечество будет осуществлять в ближайшем будущем завоевание межпланетных пространств?

Первый этап — создание автоматических искусственных спутников Земли, что позволит изучить многие вопросы, связанные с условиями полета ракетных кораблей в мировом пространстве.

Как уже указывалось, такие искусственные спутники уже созданы при современном состоянии ракетной техники и при существующих химических топливах. Запущен и искусственный спутник Земли, несущий животное, с помощью которого изучалось влияние полетов в мировом пространстве на здоровье и самочувствие живых организмов.

В ближайшем будущем будет сконструирован опытный корабль, управляемый человеком, снабженный посадочной крылатой ракетой для спуска пассажиров на Землю.

После нескольких опытных полетов на таком спутнике в космос полетят сотни грузовых и пассажирских ракет с людьми и материалами для сборки крупной межпланетной станции.

Люди, одетые в скафандры, соберут в мировом пространстве первые автоматически управляемые межпланетные корабли, которые с искусственного спутника Земли облетят Луну, Марс и Венеру. Затем на орбите межпланетной станции будет сооружен пассажирский ракетный корабль, предназначенный для полета вокруг Луны. Это будет первое путешествие человека на нашу вечную спутницу.

Через некоторое время люди создадут искусственные спутники ближайших к нам планет — Марса и Венеры: сначала беспилотные, управляемые автоматически, а затем и управляемые человеком. Когда будет сооружена эта вторая межпланетная станция, к ней будут переброшены грузовыми ракетами материалы для сборки корабля, предназначенного для запуска с искусственного спутника на планету.

Так осуществляются первые опытные полеты на Марс и

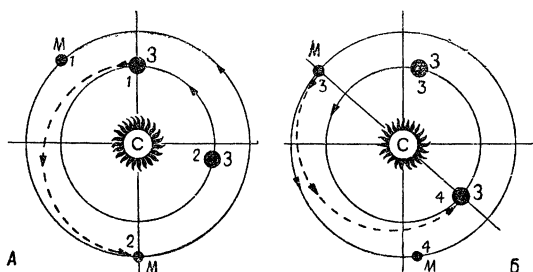


Рис. 25. Схема полета межпланетного корабля на Марс: А — полет с Земли на Марс; Б — возвращение с Марса на Землю. Цифрами 1, 2, 3, 4 обозначены положения планет относительно друг друга в моменты старта и приземления космического корабля.

Марсом в тот момент, когда он удалится от места старта корабля на максимальное расстояние, равное 377 млн. км. При старте с орбиты земного спутника скорость отлета корабля должна составлять 3613 м/сек.

После посадки на Марс пассажиры космического корабля не смогут сразу улететь обратно на Землю. Им потребуется выждать момент, когда Марс и Земля окажутся опять в таком взаимном положении, что обратный полет можно будет снова совершить по полуэллиптической траектории с минимальной затратой топлива. Время пережидания на Марсе равно 454 дням 8 часам и 25 минутам и вместе со временем полета составляет 972 дня, т. е. более двух с половиной лет.

Полет на Марс интересен тем, что на нем существуют наиболее подходящие условия для развития жизни, чем на всех остальных планетах солнечной системы, кроме Земли. Здесь имеется вода и, вероятно, кислород. По предположению некоторых ученых там можно встретить простейшие микроорганизмы, растения типа наших мхов, лишайники, карликовые деревца и кустарники. Жизнь человека на Марсе хотя и невозможна без специальных скафандров, однако она значительно легче, чем на Луне. Температура на этой планете достигает в полдень на экваторе $+15^\circ$, но ночью падает значительно ниже нуля. При таких колебаниях поддержание нормальной температуры внутри скафандра сравнительно несложно. На Марсе могут быть произведены ценные научные наблюдения, исследования и открытия по геологии, астрономии,

ботанике и биологии, а также могут быть найдены полезные ископаемые.

Венера — самая ближайшая планета солнечной системы. Расстояние от нее до Земли составляет 41 млн. км. Космический корабль полетит на Венеру по полуэллиптической траектории как наиболее экономичной. Полет будет длиться 146 дней, а время пережидания на Венере — 467 дней, т. е. общая продолжительность путешествия составит 759 дней, или около двух лет.

Посещение Венеры, как и Марса, представляет огромный научный интерес. Возможно, что путешественники найдут на этой планете те же климатические условия, какие имелись на Земле, когда на ней зарождалась жизнь, что поможет ответить на вопросы, связанные с происхождением жизни и развитием животного мира.

Посадки на Марс и Венеру чрезвычайно сложны и требуют еще большего дополнительного расхода топлива на торможение, чем при посадке на Луну, так как поля тяготений этих планет намного превышают поле тяготения нашего спутника. Кроме того, для длительного пережидания на этих планетах пассажирам космического корабля потребуются огромнейшие запасы пищи, воды, кислорода и т. п. В связи с этим путешествие с посадкой на Марс и Венеру в ближайшее время практически почти неосуществимо. Создание межпланетных кораблей для полета на эти планеты возможно только в более отдаленном будущем.

Более реальным представляются облеты этих планет по эллиптическим траекториям (рис. 26). Даже при современном уровне ракетной техники возможно создание таких орбитальных кораблей, которые будут вечно вращаться вокруг Земли по эллиптическим орбитам, рассчитанным на пересечение орбит Марса и Венеры. При этом вокруг этих планет можно будет облететь множество раз. С помощью таких орбитальных кораблей осуществим облет и более дальних планет.

Самая маленькая планета солнечной системы — Меркурий представляет меньший интерес для исследователей. Находясь в два с половиной раза ближе к Солнцу, чем Земля, он получает в шесть раз больше тепла, и температура на нем значительно выше, чем на нашей планете. К тому же Меркурий обращен к Солнцу всегда одной стороной, на которой температура достигает $+340^{\circ}\text{C}$,

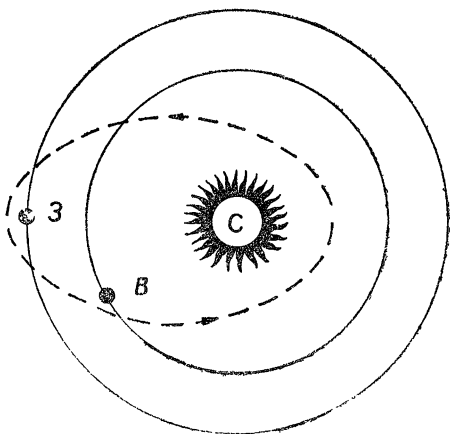


Рис. 26. Схема облета Венеры по эллиптической орбите

т. е. почти точки плавления свинца, а на противоположной стороне царит вечный мрак и холод. Кроме того, на Меркурии почти отсутствует атмосфера.

Остальная группа далеких планет солнечной системы (Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) непригодна для посадки корабля Вселенной, так как эти планеты являются жидкими или газообразными телами.

Посадка на Юпитер невозможна еще и потому, что космический корабль никогда не смог бы покинуть этого гиганта солнечной системы — сила его притяжения в двадцать восемь раз превышает силу притяжения Земли.

При полете к более отдаленным планетам солнечной системы возникает новое препятствие — огромные расстояния, которые космическому кораблю необходимо преодолеть. Уже для облета Юпитера ракетоплану требуется около шести лет. Для того чтобы достичь самой далекой планеты солнечной системы — Плутона, кораблю со скоростью 13 км/сек потребуется свыше 30 лет!

Хотя для вылета за пределы солнечной системы нужна сравнительно небольшая освобожденная скорость, около 17 000 м/сек, однако полет ракетоплана к звездам трудно осуществим даже в отдаленном будущем. Действительно, ближайшая к нам звезда «Альфа» в созвездии Центавра находится от Земли на расстоянии 4,3 световых года. Кораблю, летящему по прямой с космической

скоростью 42 км/сек (такова минимальная скорость, которую он должен развить для того, чтобы вылететь из солнечной системы), потребуется около 30 000 лет, чтобы пролететь это расстояние. Триста поколений человеческой жизни не хватит для этого!

Необходим дальнейший колоссальный рост скоростей движения ракет при условии использования совершенно новых видов внутриядерной энергии, новых методов ее использования, более совершенных конструкций ракетных кораблей и т. д., чтобы стали реальностью полеты за пределы солнечной системы.

Даже в том случае, если будут открыты источники энергии и созданы типы ракетных двигателей, которые обеспечат кораблю Вселенной скорость 30 000 км/сек (скорость частиц при распаде атомного ядра), и тогда для полета к «Альфе» Центавра и возвращения на Землю потребуется несколько десятков лет. Десятилетний мальчик, отправившись в такое путешествие, возвратится на Землю глубоким стариком.

Когда ракетные корабли смогут покрывать космические пространства со скоростью, в несколько тысяч раз превышающую параболическую, достигнув скорости света, полет к звездам превратится из фантазии в действительность.

9. НЕВОЗМОЖНОЕ СЕГОДНЯ СТАНЕТ ВОЗМОЖНЫМ ЗАВТРА

Ракетная техника неуклонно движется вперед. Мы стоим на пороге новой эры — эры межпланетных перелетов.

Атмосферу Земли впервые прорезали многоступенчатые космические ракеты, которые забросили в межпланетное пространство первые маленькие советские искусственные спутники Земли.

Только обеспечение прочного мира на земле даст возможность обратить все достижения науки и техники для дальнейшего прогресса, и тогда величайшая мечта человечества осуществится.

Для решения такой сложной технической задачи необходимо дальнейшее совершенствование конструкций ракетных двигателей и составных ракетных кораблей, создание новых жаростойких материалов для двигателей и легких, прочных материалов для конструкций ракеты,

дальнейшее совершенствование техники отбрасываемых ступеней, баков, двигателей и других частей ракеты, решение проблемы атомного ракетного двигателя и, наконец, овладение техникой ракетного полета.

Все эти вопросы близятся к разрешению. Скоро межпланетный корабль отправится в свой первый полет в мировое пространство.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев М. В., Путешествие в космос, Госкультпросветиздат, 1955 г.
2. Вопросы ракетной техники, вып. 6. Сборник переводов и обзоров иностранной периодической литературы, Издательство иностранной литературы, 1954 г.
3. Гильзин К. А., Ракетные двигатели, Оборонгиз, 1950 г.
4. Гэтланд К., Ракетные истребители и управляемые снаряды. «Вопросы ракетной техники», вып. 1. Сборник сокращенных переводов иностранной периодической литературы. Издательство иностранной литературы, 1952 г.
5. Карпенко А. Г., Проблемы космических полетов, Изд. «Знание», 1955 г.
6. Ляпунов Б. В., Ракета, Военное издательство Министерства обороны СССР, Москва, 1954 г.
7. Меркулов И. А., Космические ракеты, Изд. «Знание», 1955 г.
8. Оберт Г., Пути осуществления космических полетов, Оборонгиз, 1948 г.
9. Хлебцевич Ю. С., Радиоуправление космическими ракетами, Изд. «Знание», 1955 г.
10. Циолковский К. Э., Труды по ракетной технике, Оборонгиз, 1947 г.
11. Штернфельд А. А., Полет в мировое пространство, Гостехтеориздат, 1949 г.
12. Штернфельд А. А., Искусственные спутники Земли, Гостехтеориздат, 1956 г.

Цена 1 руб.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА — 1958