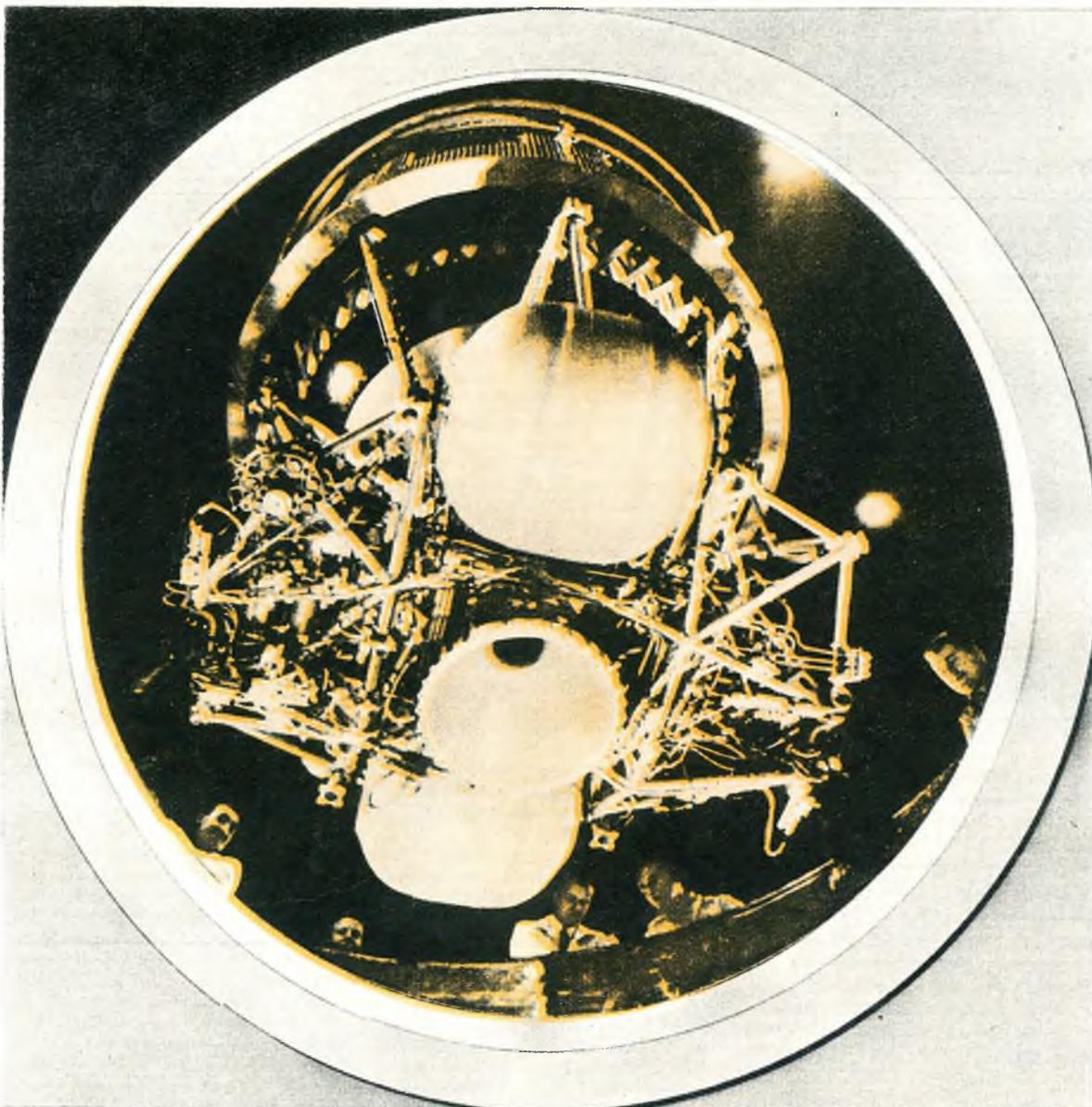




КОСМОС

РАССКАЗ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ЛЬВА КРЫЛОВА О ДОМАШ-
НЕМ СОЛНЦЕ, ЧЕРНОЙ ПУСТОТЕ, ВАТНИКЕ КОСМОНАВТА, ГОРЯЧЕЙ
ЛУНЕ, ПАДЕНИИ С БАШНИ И МНОГИХ ДРУГИХ ПОЛЕЗНЫХ ВЕЩАХ



Электронные машины — символ могущества науки. Есть, однако, класс задач, не поддающийся пока даже самым сверхбыстродействующим электронным вычислителям: это расчет теплового режима космических кораблей.

Не в том дело, что мы не знаем законов теплопередачи и теплообмена. Мы знаем их — пусть не идеально, но все же достаточно, чтобы составлять нужные дифференциальные уравнения теплопередачи для простейших устройств. Подчеркиваю — простейших. Космический же корабль, лунная станция, спутник — изделия сложные, и составить уравнения, а главное, записать «граничные условия», без которых уравнение не решишь, оказывается задачей непосильной. Да если бы даже их и составили, не нашлось машины, способной справиться с этой сверхсложной системой уравнений.

Тепловой режим — это то самое, что определяет жизнеспособность космического аппарата. Диапазон температур, в котором способны работать ракетные двигатели, хотя и широк, но все же имеет свои границы. Еще более узок температурный интервал «жизнеспособности» электронной и научной аппаратуры. Совсем велика область температур, безопасная для человека.

Вот и приходится, дабы не сомневаться в надежности аппарата, устраивать ему космос на Земле. Американские специалисты считают, что благодаря таким испытаниям они обнаружили и устранили по крайней мере половину неполадок космической техники. За десять лет они подняли надежность запуска своих спутников с 55 до 95 процентов — прогресс очень серьезный, и можно быть уверенным, что без испытаний в условиях наземного космоса он

не был бы таким впечатляющим.

Чтобы сделать рагу из зайца, нужно иметь хотя бы кошку, — говорят французы. Чтобы создать искусственный космос, нужно иметь хотя бы понятие о космосе настоящем.

ПОЧЕМУ КОСМОС ЧЕРНЫЙ?

Во всех романах из космической жизни межзвездное пространство всегда черное. Как ни странно, с таким определением ученые согласны полностью. Больше того, они считают, что космос — это, пожалуй, самое абсолютно черное тело из всех абсолютно черных тел. Он без остатка поглощает любое излучение, ничего не возвращая назад: свет, радиоволны, рентгеновские лучи, гамма-кванты и корпускулы. Поглощает он и любые тепловые лучи, испускаемые космическим аппаратом. Именно в этом смысле черен космос для ученых. Вести разго-

воры о цвете пустоты они считают просто абсурдным.

А ПОЧЕМУ ОН ХОЛОДНЫЙ?

Да потому, что космос, поглощая любое излучение, в том числе и тепловые лучи, конечно, ничего не дает взамен. (Разумеется, мы сбрасываем со счетов мощное излучение Солнца и ближайших планет.) Без посторонней помощи космический аппарат не в силах удерживать свое тепло вечно. Все знают, что абсолютных теплоизоляторов в природе нет. Даже в отличном термосе кипятки в конце концов охлаждаются. Нетрудно себе представить, чем кончится эта невосполняемая потеря тепла. Аппарат просто-напросто замерзнет. Его температура упадет до температуры жидкого гелия — минус 269°C.

Сразу вопрос: почему не до абсолютного нуля, не до —273°C? Потому что в космосе с бешеными скоростями летят протоны, электроны, ионы некоторых элементов. Он пронизан светом звезд и рентгеновскими лучами. Посчитайте энергию всех этих частиц и лучей, и вы убедитесь, что в сумме она равна энергии тела, охлажденного до температуры —269°C. Прямо скажем, скуповат космический источник. Если бы мы собрали крохи тепла, которые посылает космическая печка на квадратный метр обшивки спутника, то за месяц нам удалось бы нагреть этим теплом стакан воды всего лишь на одну десятую градуса.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

На орбиту Земли светило бескорыстно посылает 1400 ватт энергии на квадратный метр, 1140 больших калорий тепла в час! Вполне достаточно, чтобы вскипятить за этот час ведро воды.

Вот этим теплом и будет обогреваться космический корабль. Тогда не страшен космический холод. Больше того: придется думать, куда сбрасывать лишнее тепло. Ведь в аппарате работает разнообразная аппаратура и тоже подогревает его.

ПРОЧЕЕ

Начать с ультрафиолетовой радиации. Она входит в состав солнечного спектра излучения. Всего 2 процента, — казалось бы, пренебрежительно, и дело с концом. Но в том-то и беда, что именно эти лучи — длина волны от 0,35 до 0,2 микрона — больше всего влияют на внешний вид обшивки аппарата, то есть на коэффициенты поглощения и лучеиспускания металла, из которого обшивка сделана.

Допустим, это алюминий, покрытый невидимой глазу химической пленкой. У такой стенки коэффициент поглощения солнеч-

НА ЗЕМЛЕ

ных лучей — 0,3. То есть поглощается три десятых падающей на корабль энергии, а семь десятых отражается в пространство. В корпусе царит приятный климат среднерусской полосы летом: плюс 23 градуса, без осадков. Три месяца летела станция по своим космическим делам, — ультрафиолетовые лучи изменили свойства пленки, подняли коэффициент до 0,4, — вместо прежнего комфорта внутри будто пустыня Кара-Кум. Осадков по-прежнему нет, но жара нестерпимая.

Было время — всех будущих космонавтов пугали метеоритами. Взлетишь в космос, а там тебя метеорит — рраз! — и готово! Выяснилось: метеориты есть, их много, но, как правило, они безобидны, потому что они маленькие. А большие встречаются так редко, что в расчет можно их попросту не принимать.

Маленький метеорит стукнется в обшивку — две штуки на квадратный метр в минуту — и превращается в плазму. А на металле остаются как бы крошечные оспинки — в десятую долю миллиметра диаметром. Немного, но для дальнего полета чувствительно. Из-под «черного» металла показывается металл в своем первородном блеске. И от этого меняются пресловутые коэффициенты.

Протоны, электроны, космические лучи тоже влияют — увя, знаем мы об этом так мало, что просто не можем сказать, стоит ли их учитывать и насколько. Придет время, будем знать.

Вакуум. Его отнесли в разряд «прочего» не по ошибке. Для тепловых испытаний он нужен, дабы тепло передавалось не конвекцией, как на Земле, а только лучеиспусканием и лучепоглощением (неуклюжие термины, знаю, но изничтожить не придумано, а жаль). И еще по одной причине нужен вакуум: он пробный камень всех до единой космических смазок. Обычное смазочное масло, которое на воздухе сохраняет свои свойства по году и более, в вакууме испаряется с пугающей быстротой. Механизм, лишенный смазки, откачивается работать. Хуже того: оголенные металлические части, вступив в контакт, свариваются друг с другом намертво: известная землянам вакуумно-диффузионная сварка действует в космосе безотказно.

ЧЕТЫРЕ СЛАГАЕМЫХ УСПЕХА

Теперь, когда все перечислено, подведем итог. Космос на Земле создать несложно. Нужно только запереть вакуумом, холодной черной пустотой, горячим Солнцем и ультрафиолетовыми лучами.

ВАКУУМНАЯ КАМЕРА КАК ОНА ЕСТЬ

Это большая бочка. Или большой шар. Слово «большой» означает, что диаметр камеры должен быть в три, а то и в четыре раза больше максимального размера космического аппарата. Поэтому камеры, в которых при желании можно было бы спрятать двухэтажный особняк, — не редкость.

И вот в такой громадине, перед которой человек стоит муравьем, создают вакуум в 0,00001 миллиметра ртутного столба. Молекул остается, правда, еще порядочно, примерно в 10 миллиардов раз больше, чем в космосе, но для испытаний это не страшно. Незаконного переноса тепла не будет.

Но такие уникальные сооружения — редкость. Чаще всего камеры бывают размером с легковой автомобиль или даже меньше.

ТРУБЧАТЫЙ КОСМОС

Стенки камеры изнутри опутаны сетью трубок. К каждой трубке припаяна черная полоска металла. Если смотреть из рабочей зоны, оттуда, где займет свое место подопытный аппарат, ни стен, ни трубок не видно. Одни бесконечные ряды черных полосок. Да и они сливаются друг с другом в сплошную стену.

Коэффициент поглощения световых лучей у этих пластинок необычайно высок: 0,99! Поэтому, когда по трубкам пропустят жидкий азот и пластинки охладятся, возникает в камере вместо стенок «космос» — черный и холодный. Отличия от настоящего так невелики, что и говорить не стоит.

КАК ОБЕЩАЛОСЬ, ДОМАШНЕЕ СОЛНЦЕ

Возьмите лампочку мощностью в полтора киловатта, и вот вам домашнее Солнце. Выставьте на его свет пластинку в один квадратный метр — на нее будет падать столько энергии, сколько падает от настоящего. Правда, это будет лишь очень приблизительное Солнце.

Во-первых, потому, что спектральный состав света — не тот. Чтобы получить солнечный свет, нужно поднять температуру. Нить лампочки раскалена лишь до 2000°C, температура поверхности Солнца — втрое выше. Нужна другая лампа: дуговая. Тонкий шнур плазмы между ее электродами дает именно такое излучение, какое требуется, и в качестве бесплатного приложения — ультрафиолетовые лучи. Подобные лампы горят в современных кинопроекторах. Их мощность доходит до трех киловатт. Шарик диаметром 58 миллиметров, а в середине горит дуга длиной в полтора сантиметра.

Во-вторых, лучи Солнца почти параллельны, расхождение — каких-нибудь полградуса. Значит, нужно создавать какую-то оптическую систему вроде прожектора, чтобы добиться пучка параллельных лучей. Это уже дело оптиков.

Вот они справились с заданием. Готов прожектор. Но с каким трудом добыт этот свет!

На заре «наземно-космической» техники до испытательной камеры в виде света доходило лишь 0,3 процента энергии. А 99,7 процента обращалось в тепло! Охлаждать приходилось не столько камеру, сколько «Солнце», иначе бы оно просто расплавилось.

Да и сейчас положение немногим лучше. В тепло уходит 85 процентов энергии. И поскольку камеры отнюдь не уменьшились по размерам, холодильные установки, благодаря которым домашнее Солнце сохраняет работоспособность, стали еще мощнее.

А инженеры придумывают все новые и новые конструкции. Както посчитали — в технических журналах описано уже несколько десятков разнообразных искусственных солнц.

В ПОХОД ЗА ГОРЯЧЕЙ ЛУНОЙ

Луна, с легкой руки популяризаторов, стала синонимом безжизненной, холодной пустыни. А раз холодная — вы вряд ли станете обращать на нее внимание, размышляя о тепловых испытаниях лунного корабля. Тем более, что по своей поглощающей способности она не далеко ушла от космоса: она отражает всего лишь 7 процентов падающей энергии.

Однако спросите себя: куда девались 93 процента солнечной энергии, эти 1200 ватт, падающие на каждый квадратный метр? Ну, раз не отразились, значит, поглощены, — скажете вы. Но ведь «поглощены» означает, что вещество, «съевшее» энергию, нагрелось: попробуйте-ка пройтись босиком по песку в жаркий июльский день! Так и поверхность Луны. Она нагревается, и весьма значительно. Если Солнце в зените, температура лунной почвы поднимается до +135°C.

Энергия, однако, не уходит в глубины. Вещество, из которого состоит Луна, очень плохо проводит тепло. Горячий слой тонкий, — все это означает, что полученная от Солнца энергия немедленно уходит назад, в космос. Но уже в другом — инфракрасном — диапазоне волн. В диапазоне тепловых лучей.

Луна излучает, словно гигантская черная сковородка, нагретая посередине до +135°C. Плюнь — зашипит! И получается, что летящий по орбите лунный спутник с одной стороны подогревается Солнцем, а с другой — Луной. Подогревается!! Удивительный вы-

вод, который становится еще удивительнее, когда убеждаешься, что нагрет от Луны будет раза в два-три интенсивнее, нежели от Солнца!

И в самом деле: обшивку, поглощающая солнечные лучи с коэффициентом 0,3 — в диапазоне тепловых волн, на которых «работает» Луна, поглощает энергию вдвое охотнее. Мощнее же, уходящая от нашей спутницы в пространство, и мощность солнечных лучей, падающих на нее, почти равны (разница, как вы помните, — лишь 7 процентов!). Не знаете, от кого прятаться: от горячего Солнца или от холодной Луны...

ПАТЕНТОВАННОЕ ОДЕЯЛО ИЗ МЕТАЛЛА

Днем Луна поджаривает аппарат, волею человека оказавшийся на ее лике, ночью наступает лютая стужа. Сверху, из космоса — минус 269°C, снизу лунная почва остывает до минус 183°C — до температуры жидкого азота.

Поэтому придуманы своеобразные шубы для космических аппаратов. Не меховые — металлические. Мех греет, а вернее, сохраняет тепло потому, что между шерстинками запутался воздух. В пустоте меховая доха не поможет. А вот несколько листов мягкой фольги, проложенной стеклотканью, выпускают из аппарата тепло в сто тысяч раз медленнее металлической стенки. Конечно, вряд ли стоит сравнивать такую слоеную конструкцию, для которой единственная область применения — вакуум, с пухом или шерстью, но не могу удержаться. Десяток листов тоненькой фольги в сто раз теплее гагачьего пуха!

И космонавт сможет ходить по Луне в таком, если хотите, «ватнике». В скафандре будет тепло и уютно.

ЛУНА ЕЩЕ НЕ ПОСТРОЕНА

Итак, аппарат стоит в испытательной камере и ждет, когда ему туда поставят искусственную Луну.

И добро бы можно было поставить действительно черную сковородку, нагретую до нужной температуры. Так нет: требуется еще, чтобы аппарат не обменивался с нею излучением. Чтобы тепло шло только на аппарат. А все, что отразится от него, что он соизволил излучить, будучи нагрет «Солнцем», — все это должно безвозвратно потеряться на «Луне» и ни в коей мере не повлиять на ее температуру.

Это посложнее даже, чем сделать домашнее Солнце! Скрепля сердце, признаюсь: хороших имитаторов Луны и планет еще не

создано. Только удовлетворительные. Проблема пока что сильнее инженеров.

ЗАЧЕМ ГОРОДИТСЯ ОГОРОД

А стоит ли так перенапрягаться? Поставить бы в аппарат холодильник да печку, и дело с концом. Стало жарко — включаем холодильник, стало холодно — работает печка.

Мысль на первый взгляд разумная. Но только на первый взгляд.

Космический корабль — и без того страшно сложное устройство. Обременять его системой регулирования температуры чрезвычайно нежелательно. В некоторых спутниках система терморегулирования занимала почти треть веса всей аппаратуры. А самое главное — надежность ее относительно невысока. Во всяком случае, лететь на далекое расстояние с активной системой регулировки климата космического аппарата не стоит. Все эти створки, жалюзи, вращение с целью подставлять солнечным лучам то один бок, то другой — ненадежны по своей природе.

Иное дело — пассивная регулировка температуры! В принципе никто не запрещает так раскрасить корабль белой и черной краской, что коэффициенты поглощения и излучения окажутся как раз такими, какими они должны быть. И в отсеках наступит идеальный климат. Но теоретически рассчитать подобную «космическую зебру» невозможно. А значит, остается один путь — испытывать аппараты в искусственном космосе и по мере надобности вносить коррективы в конструкцию и раскраску.

ШЕСТЬ СЕКУНД ЭКСПЕРИМЕНТА

Что невесомость действует на человека — об этом и книжки написаны, и кинофильмы сняты. Так что здесь все ясно. Нужно тренироваться, прыгать с парашютом, крутиться на центрифуге, нырять с вышки и привыкать к невесомости в кабине самолета, летящего по кривой Кеплера. Кто прошел все испытания, легко переносит полную потерю веса.

Но до человек. Жидкость, как ее ни тренируй, не научишь справляться с невесомостью. Едва сила тяжести исчезла, жидкость собирается в шар. Хорошо еще, если вышеописанное — один из этапов физического эксперимента. Хуже, когда в шар собираются топливо и окислитель в баках космического аппарата. Чтобы включить двигатель для маневра или коррекции траектории, оба этих компонента надо подать в камеру сгорания. Вытащить из баков, в каком бы состоянии жидкость там ни была. Трудная задача!

Ибо шар — лишь теоретическая форма, в коей пребывает невесо-

мая жидкость. Чаще всего капля дробится на множество малых капель, а то и пенится. В баке уже не идеальный порядок, а хаос.

К тому же стенки бака нагреваются по-разному, потому что по-разному освещают их солнечные лучи. И капли медленно плывут в сторону более высокой температуры.

Конструкторы ракетных двигателей, судя по всему, умеют обходиться с непокорной жидкостью. Они придумывают особые устройства, которые укрощают вышедшие из повиновения горячее и окислитель, так что двигатель «голодным» не остается. Нужно ли доказывать, что, прежде чем попасть в число пассажиров космического аппарата, эти устройства проходят испытания на Земле. А на Земле невесомости нет. Ее приходится создавать.

Самолет «ТУ-104», делая горку, две минуты будет лететь в невесомости. На сверхзвуковом истребителе время свободного парения увеличится минут до четырех. Полет на баллистической ракете доведет продолжительность «невесомого» эксперимента до шести-семи минут.

Все эти способы достаточно дороги, даже самолет. Эксперименты же нужно делать каждый день, и по многу раз. Иными словами — построить башню.

Пока испытательный контейнер с кинокамерой летит с нее вниз, он находится в состоянии невесомости. Удастся выстроить башню высотой в 22 километра — невесомость будет продолжаться целую минуту. Но башен таких нет и вряд ли когда-нибудь они будут. Более реально — ограничиться высотой в 100, 150 метров. Время падения сократится до 6—7 секунд. Но даже за такое короткое время можно снять неплохой кинофильм.

Интересуется, например, ученый вопросом, как кипит жидкость в невесомости. В контейнере появляется стаканчик с водой, в ней раскаленная проволока. Вода кипит ключом, и в то же самое мгновение вся эта конструкция вместе с кинокамерой летит вниз. Мгновенно наступившая невесомость резко ухудшает отвод тепла от проволоки: горячие слои больше не поднимаются вверх (нет верха!), и на место горячей воды уже не приходит холодная. В результате проволока перегревается, перегорает. Опыт может показаться примитивным. Но умеющему смотреть кинограмма способна дать пищу для размышлений и выводов.

СТУПЕНЬКА ВВЕРХ

Испытания всегда кому-то приносят радость, кому-то — огорчения. Но, победив на тренировочной встрече с космосом, конструктор уверен, что реальный полет окончится победой человека.