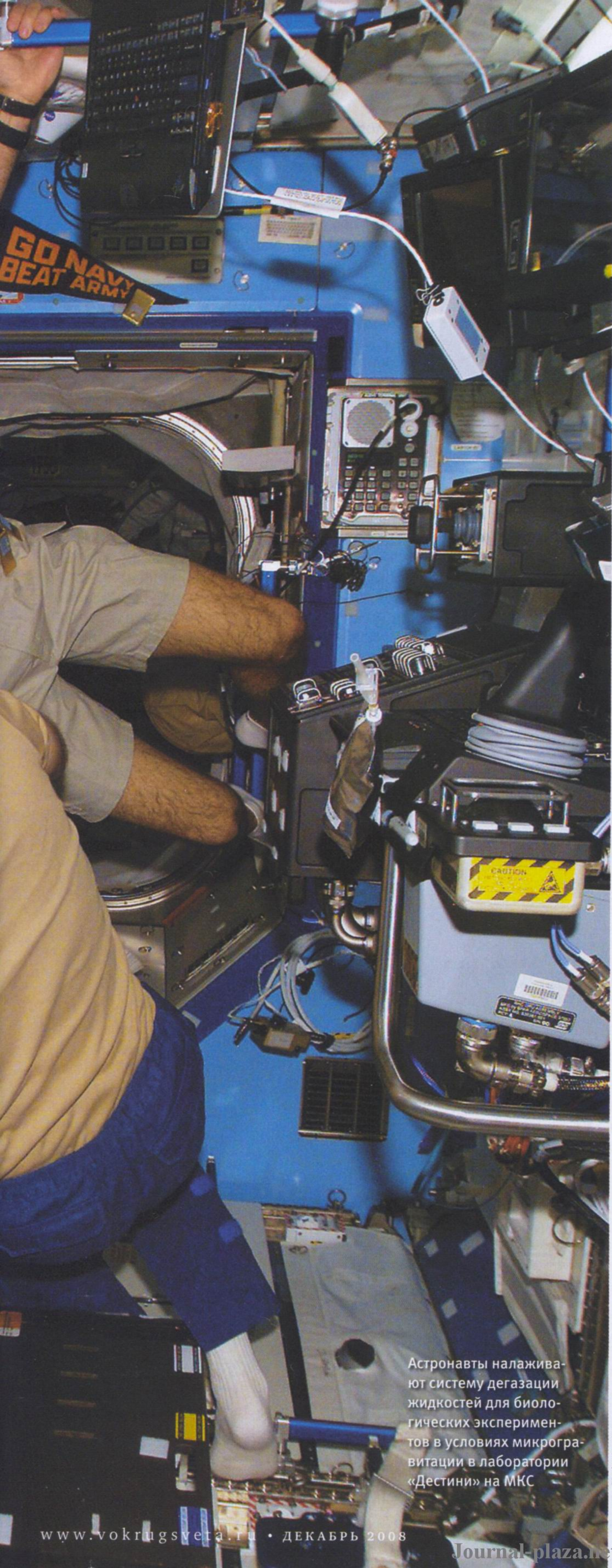


Для человека космос — предельно враждебная среда. По сочетанию неблагоприятных факторов у космической пустоты нет земных конкурентов, разве что открытый огонь. Полет проходит практически в полном вакууме, невесомости, при очень больших перепадах температур и под воздействием ионизирующих излучений. Но и в таких условиях человек научился не просто выживать, а продуктивно работать — с помощью специального оборудования.

ДМИТРИЙ ВОРОНЦОВ, ИГОРЬ АФАНАСЬЕВ

Как выжить в космосе?



Астронавты налаживают систему дегазации жидкостей для биологических экспериментов в условиях микрогравитации в лаборатории «Дестини» на МКС

SPL/EAST NEWS

Даже сейчас, когда опыт околоземных полетов исчисляется годами, обеспечение жизнедеятельности в космосе остается чрезвычайно сложной технической и медицинской задачей. Ее решение возложено на систему обеспечения жизнедеятельности (СОЖ). Иногда также используют термин «системы жизнеобеспечения» (СЖО). В их число входят устройства и запасы для бесперебойного снабжения экипажа воздухом, водой и пищей, для очистки воздуха и воды, регулирования температуры и санитарно-гигиенического обеспечения.

СОЖ работает непрерывно, начиная с посадки экипажа в космический корабль на стартовом комплексе и заканчивая приземлением спускаемого аппарата. К системе предъявляются весьма жесткие требования. В первую очередь от нее требуется надежность, обеспечивающая на всех этапах полета безопасность и комфортные условия для работы экипажа. При этом она должна быть неприхотливой в обслуживании. И, конечно, как все остальные системы космического корабля, СОЖ должна иметь минимально возможные объем, массу и энергопотребление.

ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Если мерой критичности СЖО считать время, которое при их отказе остается в запасе у экипажа, то на первое место выходит, конечно, обеспечение воздухом. Он не только нужен для дыхания, но и обеспечивает необходимое внешнее давление, а также служит для отвода тепла, непрерывно выделяемого человеческим телом. Неудивительно, что одной из самых серьезных опасностей в космосе является разгерметизация, приводящая к потере воздуха.

Крупная пробоина или внезапно открывшийся в полете люк — страшный сон любого космонавта. Экипаж почти мгновенно оказывается в космическом вакууме, и если он не находится в спасательных скафандрах, то падение давления вызывает вскипание растворенных в крови газов, а воздух в альвеолах легких резко расширяется, приводя к их разрыву. Человек получает тяжелую баротравму, теряет сознание, и уже через минуту спасти его невозможно. Именно из-за этой угрозы для выхода в открытый космос приходится использовать специальные шлюзовые камеры с двумя люками — внешним и внутренним, которые нельзя открывать одновременно.

И все же разгерметизация не обязательно приводит к мгновенной катастрофе. Темп потери воздуха, который вытекает в вакуум примерно со скоростью звука, пропорционален диаметру отверстия. Несложный расчет показывает, что при получении сантиметровой пробоины отсек объемом 100 кубометров будет терять давление примерно на 10% каждые пять минут. То есть экипаж имеет в запасе несколько десятков минут на эвакуацию, даже если не использовать резервные запасы воздуха. Через отверстие диаметром один миллиметр воздух будет вытекать в 100 раз медленнее. Правда, и обнаружить такую пробоину гораздо сложнее.

ЗАЧЕМ НАМ АЗОТ?

Наряду с поддержанием давления СОЖ должна обеспечить нужный химический состав атмосферы. В ней для жизненных функций организма важнее всего парциальные давления ►

Без специальных приспособлений человек использует лишь около 1% кислорода, содержащегося в помещении



Экипаж аварийного «Аполлона-13» приспособливает патроны с гидроокисью лития из обесточенного командного модуля для очистки воздуха от CO₂ в лунном модуле

NASA

РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЯ

25 июня 1997 года на орбитальном комплексе «Мир» испытывалось ручное дистанционное управление стыкующимся космическим кораблем. Недавно разгруженный «Прогресс М-34» отошел от станции на 30 километров и стал приближаться. Но уже рядом со станцией что-то пошло не так. Вместо того чтобы неподвижно зависнуть в 50 метрах, корабль продолжил сближение со скоростью 3 м/с, промахнулся мимо стыковочного узла, зацепил солнечную батарею, повернулся и ударился в борт станции. Всего было зафиксировано семь соударений в течение трех минут. Почти сразу загорелось табло «Разгерметизация» и включилась прерывистая аварийная сирена. Автоматика чувствует снижение давления 1,5 миллиметра ртутного столба в минуту, а тут падение составляло более 6 миллиметров в минуту.

Авария случилась, когда станция была вне зоны связи с Землей. Сеанс начался только через 9 минут. За это время экипаж уже успел по характерному шипению определить, что пробоина образовалась в модуле «Спектр», принявшем основной удар «Прогресса». С Земли подтверждают уже принятое решение герметизировать модуль. Александр Лазуткин успевает отключить все важнейшие системы — воздуховод и шланг холодильно-сушильного агрегата, разрезать электрические кабели, протянутые через люк. Через 14 минут после аварии модуль был изолирован. Давление на станции упало на 12%, до 670 миллиметров ртутного столба. Площадь пробоины составила 3—4 см². Найти ее так и не удалось.

кислорода и углекислого газа, а количество азота роли не играет. Это позволяет довольно гибко варьировать газовый состав воздуха и давление на борту космических аппаратов.

На советских (и впоследствии российских) космических кораблях всегда применялась атмосфера, близкая по составу и давлению к земной. Американцы в первых пилотируемых системах 1960—1970 годов — «Меркурий», «Джемини» и «Аполлон» — использовали атмосферу из чистого кислорода. Давление при этом составляло лишь 35—38% от нормального. Отказ от ненужного для дыхания азота сокращает массу запасов воздуха, упрощает СОЖ и, главное, благодаря снижению давления позволяет уменьшить толщину стенок, а с ней и массу обитаемых отсеков.

Однако именно кислородная атмосфера стала причиной гибели экипажа «Аполлона-1» 27 января 1967 года. В тот день астронавты Эдвард Уайт, Вирджил Гриссом и Роджер Чаффи проводили наземные испытания. К этому времени конструкция корабля еще не была «доведена до ума», многие электрические кабели даже не были толком заизолированы, из негерметичных трубопроводов системы терморегулирования постоянно утекала пожароопасная жидкость этиленгликоль. Внезапно в командном отсеке, где находились все три члена экипажа, произошло короткое замыкание и начался пожар. Электропроводка и горючие материалы в кислородной атмосфере мгновенно вспыхнули. Спустя несколько секунд экипаж был уже мертв — астронавты отравились токсичными продуктами горения.

Разработчики не без оснований полагали, что при низком давлении риск пожара будет минимальным. Но при наземных испытаниях командный отсек заполнялся чистым кислородом при нормальном атмосферном давлении — иначе оболочку просто смяло бы, как пустую консервную банку. Проверенные ранее материалы, которые не должны были гореть в условиях полета при давлении кислорода втрое выше расчетного, вдруг вспыхнули... В дальнейшем, при тренировках и перед стартом, корабль стали заполнять смесью кислорода (60%) и азота (40%) при нормальном давлении. При выведении на орбиту она заменялась атмосферой, состоявшей на 98% из кислорода и только на 2% из азота, но давление при этом снижалось втрое. Правда, на станции «Скайлэб» американцы, не меняя давления, заменили четверть кислорода азотом, главным образом чтобы снизить пожароопасность.

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ — ЗА БОРТ

В сутки человек усваивает из воздуха около килограмма кислорода (O₂). Примерно три четверти из этого количества выделяется с дыханием, но уже в составе углекислого газа (CO₂), которого в выдыхаемом воздухе содержится примерно 5%. В то же время предельно допустимая объемная концентрация CO₂ составляет лишь десятые доли процента. При большем количестве он начинает препятствовать усвоению кислорода. Если не очищать воздух, содержание углекислого газа быстро вырастет и самочувствие экипажа резко ухудшится вплоть до гибели. Кроме того, через

легкие и кожу в сутки выделяется 1—2 килограмма водяных паров, от которых тоже надо избавляться, прежде чем они начнут конденсироваться на оборудовании.

Проще всего поддерживать состав атмосферы, сбрасывая «отработанный» воздух за борт и подавая свежий из баллонов. Однако без специальных приспособлений человек может использовать лишь около 1% кислорода, содержащегося в помещении. После этого концентрация CO_2 поднимается до опасного уровня, и воздух необходимо менять. Получается, что вместо килограмма кислорода на человека в сутки придется брать в полет в 100 раз больше. Поэтому на практике применяются более сложные системы, которые удаляют углекислоту без сброса (или с существенно меньшим сбросом) воздуха за борт.

На заре космонавтики рассматривалась идея очистки воздуха путем вымораживания: сначала конденсируется водяной пар, а затем при температурах ниже $-78\text{ }^\circ\text{C}$ замерзает CO_2 . Но такой метод слишком расточителен в энергетическом плане, да и надежность криогенных систем оставляет желать лучшего. Поэтому на практике холодильники-конденсаторы применялись только для удаления избытка влаги, в частности на кораблях «Восток», «Восход» и «Союз», а также на орбитальных станциях «Салют». Углекислый же газ удаляли физико-химическими методами с применением различных сорбентов. В американских пилотируемых аппаратах воздух прогонялся через контейнеры с гидроокисью лития, ►

Космонавт Сергей Крикалев с устройством электролиза воды «Электрон»



Многоразовые поглотители захватывают углекислый газ из воздуха, а потом под нагревом выделяют его в космос



Командир 10-й экспедиции на МКС астронавт Лерой Чиао тренируется на беговой дорожке в модуле «Звезда»

NASA

ЧТОБЫ НЕ СОЙТИ С УМА

Сегодня это кажется странным, но всего полвека назад медики вовсе не были уверены, что человек сможет пережить условия космического полета. Никто не знал, как подействуют на организм перегрузки, невесомость, космическое излучение, сознание оторванности от Земли. В фантастическом рассказе «Лунная бомба», опубликованном еще в 1926 году, Андрей Платонов приводит сообщения с борта первого космического аппарата инженера Крейцкопфа, который отправился облететь Луну:

- 7. Звезды физически гремят, несясь по своим путям... Передайте, что я у источников земной поэзии... Здесь страшно, тревожно и все понятно...
- 9. Я обнаружил кругом электромагнитный океан.
- 10. Нет никакой надежды на возвращение на Землю, лечу в синей заре.
- 11. Луна надвигается. Напряжение два миллиона вольт. Мрак.
- 14. Среда электромагнитных волн, где я нахожусь, имеет свойство возбуждать во мне мощные, неудержимые бесконтрольные мысли. Я не могу справиться с этим нашептыванием. Я не владею больше своими мозгами, хотя сопротивляюсь до густого пота...
- 20. Иду в газовых тучах лунных извержений. Тысячелетия прошли с момента моего отрыва от земного шара. Живы ли те, кому я сигнализирую эти слова, слышите ли вы меня? (С момента отлета Крейцкопфа прошло девятнадцать часов. — Примечание акад. Лесюрена.)
- 23. «Бомба» снижается. Я открываю люк, чтобы найти исход себе. Прощайте.

Чего-то подобного опасались медики и психологи спустя 35 лет, когда готовили к полету Юрия Гагарина. На случай неадекватных действий со стороны пилота первого корабля из-за перегруженной психики инженеры позаботились о его безопасности. Прежде чем запустить тормозной двигатель, ему надлежало подтвердить свою вменяемость, решив простую логическую задачу: получить цифровой код. Только введя его, можно было вручную включить необходимое оборудование.

которая захватывает углекислый газ, а в советских — через надперекись калия, которая вдобавок выделяет кислород при контакте с влажным воздухом. На выходе такой регенерационной установки ставился фильтр, например из активированного угля, для поглощения других вредных примесей.

На «Мире» и Международной космической станции (МКС) все устроено несколько иначе. Здесь применили многоразовые цеолитовые поглотители углекислоты и «лишней воды» (молекулярные сита). «Напитавшиеся» углекислым газом поглотители вставляют в специальную печку, где они за несколько часов под нагревом высвобождают углекислый газ в забортное пространство.

КИСЛОРОДНЫЙ ЗАПАС

Когда проблема очистки воздуха решена, дело остается за малым: регулярно восполнять расход кислорода. В капсуле «Меркурий», первом американском космическом корабле, кислород добавлялся из газового баллона по сигналу датчика парциального давления. Аналогично обеспечивалась и орбитальная станция «Скайлэб», на борту которой в сжатом виде хранилось более 2 тонн кислорода и 600 килограммов азота в баллонах под давлением почти 210 атмосфер.

А вот на кораблях «Джемини» и «Аполлон» был применен иной подход к обеспечению кислородом. Его хранили в жидком виде и подавали для дыхания через контур газификации. Одновременно кислород использовался в топливных элементах для выработки электроэнергии в прямой реакции с водородом. Так же устроено снабжение кислородом и на космических челноках «Спейс шаттл». У них нет солнечных батарей, так что кислород нужен не только для дыхания экипажа, но и для работы электрооборудования. Его запас в значительной мере определяет возможную продолжительность полета.

Прямо противоположный подход применяется на МКС. Здесь высокая мощность солнечных батарей делает оправданным обратный процесс: электролизер «Электрон» разлагает техническую воду на кислород, пополняющий атмосферу станции, и водород, который сбрасывается за борт. Правда, такая система оказалась не слишком надежной. В 2005 году на МКС возникли неполадки с «Электроном», и российские космонавты были вынуждены сжигать так называемые кислородные шашки. Это устройства, представляющие собой канистру с перхлоратом лития и железным порошком, которые при медленном горении выделяют газообразный кислород. По количеству запасенного кислорода на единицу массы шашки существенно эффективнее баллонов со сжатым воздухом, но при их использовании нельзя регулировать приток кислорода. Кроме того, срок их хранения ограничен.

ВОДА И ПИЩА

Важнейшими после дыхания потребностями человека являются питье и еда. По нормативам для нормальной работоспособности космонавт должен получать в сутки 2,2 литра воды, из которых около 0,75 литра используются для питья. У американских астронавтов ▶



Космические продукты. На пакете с сублимированным протертым шпинатом (вверху справа) виден клапан для воды

Суточный рацион космонавта включает 500—600 граммов герметично запакованной сухой пищи и 2—3 литра воды

норма расхода воды больше — примерно 3,6 литра. Для питья у каждого члена экипажа есть индивидуальный мундштук, который насаживается на шприцы разветвленной бортовой системы водоснабжения «Родник». На них же надеваются тьюбики с сублимированной пищей. На МКС воду доставляют в основном грузовыми рейсами «Прогрессов» и «Шаттлов», а в последнее время еще и европейскими транспортными кораблями «Жюль Верн».

Воду также получают в результате работы кислородно-водородных топливных элементов. Но из-за большого количества растворенных газов ее используют только для технических, в частности гигиенических нужд. На станциях «Салют» и «Мир» техническая вода добывалась из конденсата атмосферной влаги и мочи космонавтов, чем достигалась почти полная замкнутость системы водоснабжения. Это, в частности, позволило оборудовать станции душевой кабинкой из полимерной пленки, в которую вода подавалась под давлением через распылитель. На МКС контур «по воде» разомкнут: ее отходы сливают в опустевшие водяные баки «Прогрессов» и более не используют. Душа здесь нет, и экипаж «моется всухую», обтираясь влажными салфетками. Связано это не только с экономией воды, но и с большой длительностью и трудоемкостью принятия душа в невесомости. Достаточно сказать, что, прежде чем выйти из кабинки, космонавт должен был специальным отсасывающим устройством тщательно собрать внутри все капли воды. По той же причине экономии времени космонавты не стирают одежду на борту, а просто периодически берут новый комплект.

Что касается еды, то нормой считается суточное потребление примерно 500—600



Дегустация космической пищи в Космическом центре им. Джонасона, NASA

граммов пищи (в пересчете на сухую массу) при калорийности 2500—2700 килокалорий. Для экипажей «Салютов» продукты питания упаковывались в 100-граммовые консервные банки и алюминиевые тубы по 165 граммов. Сухие (сублимированные) соки и кофе расфасовывались в пленочные пакеты. Для приготовления пищи и напитков имелся специальный проточный блок подогрева воды. Сейчас пища экипажа МКС более разнообразна. В нее входят как обезвоженные, так и готовые продукты. Свежие овощи и фрукты на борту станции тоже бывают, но нечасто — только при визитах «Прогрессов» и «Шаттлов».

КОСМИЧЕСКАЯ САНТЕХНИКА

Так уж получилось, что человеческий организм должен время от времени избавляться от продуктов жизнедеятельности, в том числе и в космосе. В сутки здоровый человек выделяет в среднем 1,5 литра жидких и около 250 граммов твердых отходов. На Земле эта необходимость, о которой обычно не говорят вслух, отправляется достаточно просто (разве что общественных туалетов всегда не хватает), но в космосе это настоящая проблема. В невесомости, если не принять специальных мер, отходы жизнедеятельности попросту разлетятся по всему объему орбитальной станции. Что, надо признать, не просто неприятно, но еще и вредно, и даже опасно...

На заре космонавтики, когда полеты были короткими и выполнялись, как правило, в скафандрах, первые устройства для сбора твердых и жидких отходов представляли собой эластичные трусы со сменными гигроскопическими прокладками — предтечами всем известных памперсов. Современное космическое ассенизационное устройство внешне напоминает туалет самолета или поезда, но ▶



Электробритва в невесомости снабжается отсосом воздуха

ФОТОХРОНИКА ТАСС



Ассенизационное устройство для МКС стоит 19 миллионов долларов — дороже, чем если сделать его из чистого золота

NASA



Экипаж «Союза-11»
последним стартовал
в космос без спасатель-
ных скафандров

ИТАР-ТАСС

НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ

Нештатные, или попросту аварийные, ситуации возникают нечасто, но готовность к ним нужна постоянно. Внезапная разгерметизация отсеков, острое заболевание у кого-то из космонавтов или еще какой-нибудь «космический форс-мажор» могут потребовать экстренной эвакуации экипажа на Землю. Для этого к МКС всегда пристыкован дежурный «Союз», который в течение полугода играет роль спасательной шлюпки. Когда численность экипажа станции удвоится и достигнет шести человек, придется постоянно держать два дежурных «Союза», во всяком случае, пока не появятся более вместительные корабли, например «Орион» или «Клипер».

Хотя атмосфера из чистого кислорода сейчас не используется, опасность пожара на станции нельзя сбрасывать со счетов. Казалось бы, в условиях невесомости нет конвекции, а значит, и притока свежего кислорода, так что любое возгорание должно угаснуть само собой. Однако «подпитывать» огонь может работающая система вентиляции. Коварство космического пожара в том, что его трудно засесть по звуку. В невесомости нет естественной конвекции, и пламя само по себе не шумит. Кроме того, слабые звуки заглушаются гулом работающего оборудования. При горении опасно не столько пламя, сколько концентрация токсичных продуктов горения, а также их прогонка по отсекам станции системой вентиляции. Поэтому основными подходами к борьбе с возгораниями является своевременность их обнаружения с помощью специальных датчиков огня и газоанализаторов, а также выключение вентиляции. Космонавтов необходимо снабжать противогазами, а на этапе проектирования аппарата применять негорючие и огнестойкие материалы, не выделяющие при нагреве токсичных веществ.

Для повышения безопасности и надежности работы многие системы космических аппаратов, а в особенности пилотируемых, многократно резервируются. Ярким примером пользы резервных систем служит полет корабля «Аполлон-13» в апреле 1970 года. Неудачи преследовали миссию с самого начала, но наибольший «сюрприз» ждал троих астронавтов — Джеймса Ловелла, Джона Свайгерта и Фреда Хейза в понедельник 13 апреля. В этот день на полпути к Луне в служебном отсеке «Аполлона» взорвался бак с жидким кислородом, который питал один из топливных элементов корабля. Осколками был поврежден и второй бак. Практически сразу упало напряжение в электросети, многие системы пришлось отключить, температура в обитаемых отсеках понизилась. И тут как нельзя кстати оказался второй «обитаемый объем» — кабина лунного модуля «Аквариус», наличие которого во многом помогло астронавтам справиться с возникшими проблемами. Пережив несколько неприятных дней, страдая от холода и недостатка кислорода, отремонтировав подручными средствами систему удаления CO₂, астронавты успешно вернулись на Землю 17 апреля. Эпопея «Аполлона-13» прекрасно иллюстрирует преимущества, которые дает резервирование систем. Не будь лунного модуля, вряд ли астронавты смогли бы выбраться из этой передрыги.

имеет гораздо более сложное устройство. Этот туалет снабжен фиксаторами для ног и держателями для бедер (что делать — невесомость). Специальный вентилятор засасывает отходы в предназначенную для них емкость.

Мочу, собираемую в 20-литровые канистры, консервируют — с помощью раствора серной кислоты — и позднее перекачивают в освобожденные баки для воды корабля «Прогресс». Твердые отходы размещаются в индивидуальных пакетах, хранящихся в алюминиевых контейнерах, которые также помещают в очередной «Прогресс», предварительно освобожденный от грузов. Отделившийся от станции корабль сжигает «продукт вторичный» в атмосфере, когда сходит с орбиты. Раньше на станциях «Салют» и «Мир» гермоконтейнеры с отходами просто периодически выбрасывались в космос через шлюз и сгорали в атмосфере самостоятельно.

Ассенизационное устройство капризно, особенно если использовать его слишком часто. К примеру, на МКС пока установлен единственный туалет — на российском модуле «Звезда». И когда в мае 2008 года он вышел из строя, экипажу пришлось пользоваться ассенизационным устройством корабля «Союз». К счастью, челнок «Дискавери» доставил в июне специальные контейнеры, а экипаж, исполнив роль «космических сантехников», смог починить туалет. Но полностью проблема будет решена только после монтажа на МКС еще одного туалета, изготовленного в России по заказу NASA за 19 миллионов долларов.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Кроме обеспечения относительного комфорта для космонавтов создатели орбитальных станций и кораблей озабочены защитой экипажа от космического излучения. Оно состоит из заряженных частиц, в основном протонов и электронов, а также высокочастотных электромагнитных квантов. Часть из них приходит от Солнца, часть — из глубокого космоса. Проходя через тело человека, это излучение вызывает ионизацию вещества, нарушая работу облученных клеток, тканей и организма в целом.

Землю от космического излучения защищают атмосфера и магнитное поле. На орбите радиационный фон в сотни раз больше, чем на поверхности Земли. Каждые сутки космонавт получает дозу облучения 0,3—0,8 миллизиверта — примерно в пять раз больше, чем при рентгене грудной клетки. При работе в открытом космосе воздействие радиации оказывается еще на порядок выше. А в моменты мощных солнечных вспышек можно за один день на станции схватить 50-суточную норму. Не дай бог в такое время работать за бортом — за один выход можно выбрать допустимую за всю карьеру дозу, составляющую 1000 миллизивертов. В обычных условиях ее хватило бы года на четыре — столько еще никто не налетал. Причем ущерб здоровью от такого однократного облучения будет значительно выше, чем от растянутого на годы.

И все же низкие околоземные орбиты еще относительно безопасны. Магнитное поле Земли захватывает заряженные частицы солнечного ветра, образуя радиационные пояса. Они имеют форму широкого бублика,



LAIF/VOSTOCK PHOTO

окружающего Землю по экватору на высоте от 1000 до 50 000 километров. Максимальная плотность частиц достигается на высотах около 4000 и 16 000 километров. Сколь угодно длительная задержка корабля в радиационных поясах представляет серьезную угрозу жизни экипажа. Пересекая их на пути к Луне, американские астронавты за несколько часов рисковали получить дозу 10—20 миллизивертов — как за месяц работы на орбите.

В межпланетных полетах вопрос радиационной защиты экипажа стоит еще острее. Земля экранирует половину жестких космических лучей, а ее магнитосфера почти полностью задерживает поток солнечного ветра. В открытом космосе без дополнительных мер защиты облучение вырастет на порядок. Иногда обсуждается идея отклонять космические частицы сильными магнитными полями, однако на практике ничего, кроме экранирования, пока не отработано. Частицы космического излучения неплохо поглощаются ракетным топливом, что наводит на мысль использовать полные баки как защиту от опасной радиации. Пионеры практической космонавтики, которые в начале 1960-х предлагали устраивать на межпланетных кораблях специальные радиационные убежища, окруженные баками с топливом, блоками аккумуляторов и контейнерами с грузами и пищей, как оказалось, были весьма близки к истине в вопросе радиационной безопасности.

ВОЗВРАЩЕНИЕ НА ЗЕМЛЮ

Особые функции возлагаются на систему жизнеобеспечения на этапах старта и посадки космического корабля. В это время, например, могут меняться давление и состав воздушной смеси. Но главной задачей является, конечно, обеспечение физической безопасности экипажа.

Для уменьшения воздействия перегрузок разработчики стараются равномерно распределить вес по всей поверхности тела, на которую человек опирается в кресле. Это особенно актуально для аппаратов с малым

аэродинамическим качеством, экипаж которых подвергается перегрузкам от трех единиц и выше. Для них проектируются так называемые антропоморфные кресла с индивидуальными вкладышами — ложементами. Их изготавливают точно по фигуре космонавта. Человека помещают в неглубокую ванну, в которую заливают гипс; по гипсовой отливке делается пластиковая «стелька», которую укладывают в кресло. При «пересменке» на станции космонавты переносят свой ложемент из одного «Союза» в другой. Поза пилота подбирается так, чтобы при спуске перегрузки не позволяли крови отливать от головного мозга — это самая частая причина потери сознания под воздействием перегрузок.

Срабатывание различного рода устройств разделения вроде пироболтов, наличие многочисленных клапанов, а также большие нагрузки, действующие при спуске аппарата, заставляют учитывать риск разгерметизации, из-за которой в 1971 году вскоре после схода с орбиты погиб экипаж «Союза-11». Поэтому сейчас все космонавты возвращаются на землю в специальных спасательных скафандрах. Разумеется, они легче и меньше в размерах, чем те, в которых выходят в открытый космос, но все равно их введение после трагедии «Союза-11» заставило сократить состав экипажа с трех до двух человек. Лишь много позже, после уменьшения габаритов и массы бортового оборудования, удалось восстановить прежнюю численность экипажей «Союзов».

После приземления и открытия люка работа бортовой системы обеспечения жизнедеятельности пилотируемой ракетно-космической системы заканчивается, а забота о безопасности космонавтов — нет. Ведь в случае нештатных ситуаций, таких, к примеру, как «срыв» из управляемого спуска в баллистический (вспомним посадки «Союзов» ТМА-10 и ТМА-11), спускаемый аппарат может приземлиться хоть и мягко, но весьма далеко от расчетной точки. В подобных случаях на помощь экипажу приходит поисково-спасательная служба. Но это уже другая история. ●

Выходной скафандр — это миниатюрный космический корабль с автономной системой жизнеобеспечения, работающей до 10 часов. Он обеспечивает герметичность и терморегуляцию, гибкость суставов и удобство обзора. А на последней модели российских скафандров «Орлан-МК» есть реактивная система спасения космонавта на случай отрыва от станции и даже устройство для почесывания носа