

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

Вопрос 1. Почему конструкторы предлагают покрывать спускаемые отсеки космического корабля слоем легкоплавкого материала?

Спускаемый аппарат – это устройство, предназначенное для осуществления мягкой посадки на Землю или другое тело Солнечной системы, чтобы предохранить человека или научную аппаратуру от больших перегрузок и тепловых потоков при прохождении атмосферного торможения.

Спускаемые аппараты космических кораблей по своей конструкции образуют две большие группы. Это спускаемые аппараты для посадки на планеты, имеющие атмосферу типа земной и плотнее, и спускаемые аппараты, предназначенные для посадки на тела Солнечной системы, не имеющие атмосферы. В состав первых в качестве обязательного условия входит теплозащитное покрытие для сохранения спускаемого аппарата от перегрева при торможении в верхних слоях атмосферы. На конечном участке торможения для осуществления мягкой посадки спускаемого аппарата, как правило, используется парашютная система.

Помимо разрушения спускаемого аппарата, происходит разогрев падающего тела до чудовищных температур вследствие превращения огромной кинетической энергии в тепло. Кинетическая энергия движущегося тела возрастает от увеличения скорости не линейно, а пропорционально квадрату скорости. Например, при нагреве металлов до плавления с последующим их кипением до полного испарения на каждый килограмм массы потребуется 8 МДж для железа, 6,5 МДж - для меди, 7,16 МДж - для магния, 11,6 МДж - для алюминия.

Конструкторы космических кораблей столкнулись с задачей обеспечения безопасного возвращения космонавтов на Землю. Один из путей решения: торможение космического аппарата, затрачивая немалую энергию, и обеспечение достаточно эффективной теплозащиты космического корабля от его нагрева при торможении в атмосфере планеты. Естественным желанием здесь было уменьшить количество затрачиваемой энергии на торможение или же в связи с большими потоками энергии сделать теплозащиту сравнительно небольшой массы, однако, естественно, не за счет снижения безопасности полета космонавтов при спуске на Землю.

Эта проблема легко разрешается, если ограничиться задачей спасти не весь космический аппарат, а только его часть, которая получила название спускаемого аппарата. В этом отдельном отсеке вполне можно разместить необходимую аппаратуру для

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

исследования других планет, а также космонавтов и материалы, доставляемые на Землю после пилотируемого полета.

Большая часть кинетической энергии спускаемого аппарата, перешедшей в тепловую при торможении в атмосфере, должна рассеиваться во внешней среде, и лишь небольшая часть ее может быть поглощена массой конструкции или воспринята теплозащитными системами аппарата. При пологих траекториях спуска в атмосфере уровень перегрузок и интенсивность нагрева ниже, однако, из-за увеличения длительности снижения возрастает общая доля тепловой энергии, подводимой к поверхности аппарата.

Тепловая энергия при торможении космического аппарата поступает в атмосферу с его поверхности двумя основными путями — за счет конвекции в пограничном слое и за счет излучения фронта ударной волны. Лобовые наружные слои теплозащиты сублимируют, т.е. испаряются, и потоком воздуха уносятся, создавая светящийся след в атмосфере. Высокая температура в ударной волне ионизирует молекулы воздуха в атмосфере — возникает плазма. Плазменное покрывало охватывает большую часть спускаемого аппарата и как экраном закрывает несущийся в атмосфере спускаемый аппарат и тем самым лишает связи с космонавтами или с радиокomплексом автоматического аппарата при посадке. Причем в земных условиях ионизация образуется, как правило, на высотах 120–15 км при максимуме в интервале 80–40 км.

Почти вся энергия, сообщенная ракетой-носителем космическому аппарату, должна рассеяться в атмосфере при его торможении. Однако определенная часть этой энергии ведет к нагреву спускаемого аппарата при его движении в атмосфере. Без достаточной защиты металлическая его конструкция сгорает при входе в атмосферу и аппарат прекращает свое существование. Тепловая защита должна быть хорошим изолятором тепловой энергии, т.е. обладать малой способностью к теплопередаче и быть жаростойкой. Таким требованиям отвечают отдельные сорта искусственных материалов — пластмасс. Спускаемый аппарат покрывают теплозащитным экраном, как правило, из этих искусственных материалов, состоящим из нескольких слоев. Причем внешний слой состоит обычно из относительно прочных пластмасс с графитовым наполнением как наиболее тугоплавким материалом, а следующий термоизоляционный слой — чаще всего из пластика со стекловолокнистым наполнением. Для уменьшения массы теплоизоляции, как правило, отдельные ее слои делают сотовыми, пористыми, но обладающими достаточно высокой прочностью.

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

Теплозащитное покрытие должно иметь достаточно значительную толщину, чтобы сохранить металлическую конструкцию спускаемого аппарата. А это уже составляет значительный процент массы от допустимой величины для спускаемого аппарата. Так, для спускаемого аппарата корабля «Восток», имевшего массу 2460 кг, масса теплозащиты составляла 800 кг, его корпус имел форму шара диаметром 2,3 м и изготовлялся из алюминиевых сплавов. Снаружи весь корпус, кроме иллюминаторов, покрывался теплозащитным экраном, поверх которого был нанесен слой теплоизоляции, необходимый для нормального функционирования корабля в период орбитального полета.

Существует абляционная защита (от англ. ablation — абляция; унос массы) — технология защиты космических кораблей, теплозащита на основе сублимации легкоплавкого материала. Часть обшивки ракет иногда делают из пористого материала, к которому подводят под давлением легко испаряющуюся жидкость. В качестве покрытий применяются различные смолы с тугоплавкими наполнителями, пористые тугоплавкие металлы с легкоплавкими наполнителями, графит.

Легкоплавкие сплавы — металлические сплавы, имеющие низкую температуру плавления, не превышающую температуру плавления олова. Для получения легкоплавких сплавов используются свинец, висмут, олово, кадмий, таллий, ртуть, индий, галлий и иногда цинк. При покрытии спускаемого аппарата легкоплавкими материалами тепло расходуется на нагревание твердого материала, плавление, нагревание жидкости, парообразование. Таким образом, тепло отводится от аппарата.

Вопрос 2. Можно ли пользоваться на космической станции маятниковыми часами?

Пружинный маятник в наручных часах будет работать без изменений. Физический и математический маятники вместо колебаний будут вращаться вокруг точки подвеса.

Явление невесомости возникает в любой локальной (т.е. имеющей небольшие пространственные размеры) системе отсчета при ее свободном падении (движении только под действием гравитационных сил). Примером такой системы является орбитальная станция: влияние на ее движение трения о верхние слои атмосферы мало, а размеры станции малы по сравнению с расстояниями, на которых гравитационное поле Земли изменяется заметным образом.

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305



Внутри станции возникает невесомость и могут быть легко воспроизведены эксперименты с падающим маятником. Это объясняет удивительные явления, наблюдаемые на

орбитальной станции. Маятниковые часы замирают, капли воды не падают, а медленно «плавают» внутри кабины, карандаш, закрученный рукой космонавта, продолжает вертеться на месте «в воздухе». Вообще исчезают понятия пола и потолка, «верха» и «низа».

В невесомости пропадают лишь силы давления тел друг на друга, но притяжение Земли продолжает действовать на все тела. В невесомости следует использовать пружинные часы, так как маятниковые и песочные не будут работать при нулевом весе.

Маятниковые часы получили такое название потому, что регулятором в них является маятник. Их изготавливают напольные, настенные и специальные (астрономические и электропервичные).

В зависимости от вида двигателя маятниковые часы бывают гиревые и пружинные. Гиревой двигатель применяется в напольных и настенных, а пружинный двигатель — в настенных и настольных часах. Маятниковые часы выпускаются разных размеров и конструкций, простые и сложные, например, с такими дополнительными устройствами, как бой, календарь. Самой простой конструкцией маятниковых часов являются ходики.

Механизм маятниковых часов-ходиков является одним широко известным примером механической автоколебательной системы. В этом устройстве колебания маятника поддерживаются периодическим подталкиванием с помощью зубцов храпового колеса, соединенного с висящей гирей. Принцип работы этого механизма типичен для автоколебательных систем – работа постоянной внешней силы (силы тяжести, действующей на гирю) периодически компенсирует потери механической энергии маятника.

Первые упоминания о башенных колесных часах в Европе приходятся на границу XIII и XIV веков. Первые часовые механизмы приводились в движение энергией опускающегося груза. Приводной механизм состоял из гладкого деревянного вала и намотанного на него пенькового каната с каменной, а позднее металлической гирей на конце. Благодаря силе тяжести гири, канат начинал разматываться и вращал вал. На вал было насажено большое

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

или главное зубчатое колесо, находившееся в сцеплении с зубчатыми колесами передаточного механизма. Таким образом, вращение от вала передавалось механизму часов.

Ко второй половине XV века относятся самые первые упоминания об изготовлении часов с пружинным двигателем, который открыл путь к созданию миниатюрных часов. Источником движущей энергии в пружинных часах служила заведенная и стремящаяся развернуться пружина, которая представляла собой эластичную, тщательно образом закаленную стальную ленту, свернутую вокруг вала внутри барабана. Внешний конец пружины закреплялся за крючок в стенке барабана, внутренний – соединялся с валом барабана. Стремясь развернуться, пружина приводила во вращение барабан и связанное с ним зубчатое колесо, которое в свою очередь передавало это движение системе зубчатых колес до регулятора включительно.

Впервые мысль применить маятник в простейших приборах для измерения времени пришла великому итальянскому ученому Галилео Галилею. Сохранилось предание, что в 1583 году девятнадцатилетний Галилей, находясь в Пизанском соборе, обратил внимание на раскачивание люстры. Он заметил, отсчитывая удары пульса, что время одного колебания люстры остается постоянным, хотя размах делается все меньше и меньше.

Вопрос 3. Можно ли в невесомости пить воду из стакана?

До первых полетов в космос ученым было во многом загадкой, как организовать в состоянии невесомости прием пищи. Было известно, что жидкость либо соберется в шар, либо растечется по стенкам, смачивая их. Было предложено готовить пищу в виде питательной пасты-паштета, помещать ее в тубики, из которых космонавт должен выдавливать ее прямо в рот. Воду предлагалось космонавту высасывать из сосуда.

Жидкости в условиях невесомости «не хотят» заполнять стаканы, кастрюли и другую посуду. Они «не желают» покорно принимать форму сосуда, в который налиты. Нет, жидкости порхают в воздухе, собравшись в аккуратные шаровые капли! Вот почему космонавтам нельзя пить из стаканов и есть суп из тарелок. Им приходится выдавливать жидкость прямо себе в рот из тубы, похожей на тубик с зубной пастой, только побольше.

Практика в основном подтвердила эти предположения, но и внесла некоторые существенные поправки. Питаться из тубиков оказалось удобно, но, соблюдая аккуратность, можно есть пищу и в ее земном виде. Космонавты брали с собой жареное мясо, ломти хлеба.

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

На корабле «Восход» было организовано для экипажа четырехразовое питание. А при полете Быковского телезрители видели, как он ел зеленый лук, пил воду из пластмассового флакончика и с особым удовольствием ел воблу. К тому же вода ведет себя странно в космосе, все время разделяясь на капли величиной с грецкий орех, которые прилипали к коже.



Пить воду в космосе – задача не из простых. Так как вода не вытекает в условиях микрогравитации, всю жидкость из контейнеров пьют через трубочку. Без нее космонавтам пришлось бы "откусывать" небольшие кусочки пузыря плавающей воды.

Но на МКС создали чашку, позволяющую пить в невесомости. Американский астронавт, который находился на МКС, создал чашку, позволяющую пить в условиях невесомости. Автор изобретения Дональд Петит сообщил, что похожая технология используется при создании топливных баков для космических аппаратов, летающих в невесомости: в сечении чашка напоминает каплю - наличие острого ребра и позволяет человеку из нее пить.

Устройство работает на основе явления взаимодействия жидкости с поверхностью, которое на Земле отвечает за промокание, растекание жидкости по поверхности, а также за ее движение по капиллярам. В невесомости этот эффект позволяет кофе и другим напиткам не только оставаться в чашке, но и подниматься жидкости по желобу вверх к потребителю. Петит надеется, что его изобретение внесет разнообразие в быт космонавтов.

4 вопрос. Кто из космонавтов первым побывал в открытом космосе?



Первым в открытое космическое пространство 18 марта 1965 г. из космического корабля «Восход 2» вышел подполковник ВВС СССР (ныне генерал майор, летчик космонавт СССР) Алексей Архипович Леонов (род. 20 мая 1934 г.) Он удалился от корабля на расстояние до 5 м и провел в открытом космосе вне шлюзовой камеры 12 мин 9 с. Тем самым была открыта новая эра покорения пространства.

Скафандр «Беркут», использованный для первого выхода, был вентиляционного типа и расходовал около 30 л кислорода в минуту при общем запасе в 1666 л, рассчитанном на 30 минут пребывания космонавта в открытом

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «8 класс»
Игровой номер 13f305

космосе. Из-за разности давлений скафандр раздувался и сильно мешал движениям космонавта, что, в частности, сильно затруднило Леонову возвращение на «Восход-2».

Общее время первого выхода составило 23 минуты 41 секунд (из них вне корабля 12 минут 9 секунд), и по его итогам был сделан вывод о возможности человека выполнять различные работы в открытом космосе.

Первым американским астронавтом, вышедшим в открытый космос, стал Эдвард Уайт, выполнивший выход во время полёта на корабле «Джемини IV» 3 июня 1965 года. Поскольку корабли серии «Джемини» не имели шлюзовой камеры, для выхода экипажу пришлось полностью разгерметизировать кабину корабля. Общее время первого выхода составило 36 минут.

Первой женщиной, вышедшей в космос, была Светлана Евгеньевна Савицкая. Выход состоялся 25 июля 1984 года с борта орбитальной космической станции «Салют-7».

Первой американкой, побывавшей в открытом космосе, стала Кэтрин Салливэн, совершившая выход в космос 11 октября 1984 года во время полёта STS-41G на корабле «Челленджер».

Выход в открытый космос европейского космонавта состоялся 9 декабря 1988 года. Его совершил француз Жан-Лу Кретъен во время своего трёхнедельного пребывания на советской космической станции «Мир».

Первый выход в открытый космос без страховочного фала выполнил астронавт США Брюс МакКэндлесс 7 февраля 1984 года во время полёта «Челленджера» STS-41B.

Самым длительным выходом в открытый космос стал выход американки Сьюзан Хелмс 11 марта 2001, длившийся 8 часов 53 минуты.

Рекорд по количеству выходов (16) и по общей продолжительности пребывания (82 часа 22 минуты) в открытом космическом пространстве принадлежит российскому космонавту Анатолию Соловьёву.

Первым китайским тайконавтом, вышедшим в открытый космос, стал Чжай Чжиган, выполнивший выход во время полёта на корабле «Шэньчжоу-7» 27 сентября 2008 года. Общее время первого выхода составило 21 минуту.