

УЛЕТ НА ГАЗИРОВКЕ

Текст: Сергей Апрезов

— Они улетели в гиперпространство!
 — У них есть гиперджеты, сэр!
 — А у нас на этой посудине что, газировка?
 Из кинофильма «Космобольцы»

На дворе середина лета: хорошая погода, яркое солнце и голубое небо, которое просто необходимо покорить. Мы решили вспомнить детство и запустать самодельные ракеты. А пролистав подборку «ПМ» за несколько прошлых лет, мы смогли не раз убедиться в том, что ракетомоделизм — хобби далеко не детское.

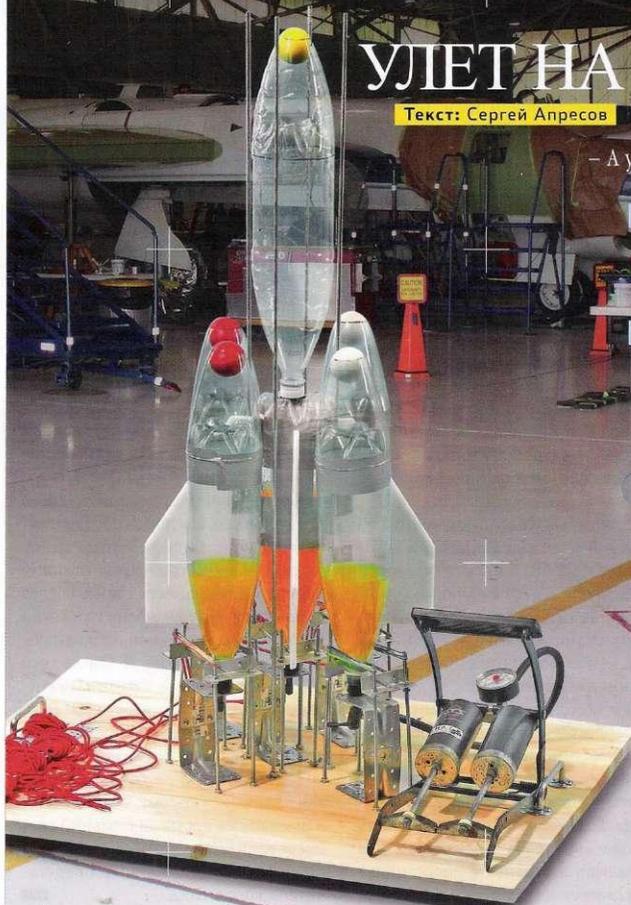
Поначалу мы принялись строить классическую пороховую ракету, но вскоре передумали. Времена, когда все без ис-

РАКЕТЫ

ключения ракетомоделисты сами конструировали двигатели, рискуя здоровьем и потолком на собственной кухне, давно прошли. В силу глубокой озабоченности российских властей ограничением оборота взрывчатых веществ и их возможных компонентов основные ингредиенты для любительского ракетного топлива (в основном калиевая и натриевая селитра) исчезли с прилавков.

УСТАНОВКА

Разместить на небольшой площади пять стартовых устройств — весьма непростая конструктивная задача. При неверном расположении стартовые машинки от разных двигателей мешают друг другу работать



Невероятными усилиями доставать химикаты, варить карамельное топливо на плите, экспериментировать с экзотическими смесями сегодня не отчаялись лишь самые ярые фанаты любительского двигателестроения.

Для всех остальных ракетомодельные двигатели серии РД1 выпускаются мелкими сериями и свободно продаются. А чтобы запустить в небо готовый двигатель, достаточно свернуть картонный корпус-трубочку, приладить к нему баллоновый носовой обтекатель и оперение. Конечно же, на этом этапе все только начинается – ракету можно оснастить парашютной системой спасения и даже видеокамерой для съемки “людишек-муравьишек” на земле. Но тут в дело вступает фактор законной лени: такую ракету можно купить в магазине. А вот водяную – нельзя.

Вода против пороха

Простейшая водяная ракета представляет собой перевернутую пластиковую бутылку из-под газировки. Бутылка на треть заполняется водой, а затем в нее закачивается сжатый воздух. Как известно, вода не сжимается. Она выполняет роль поршня, который надежно герметизирует соединение бутылки с насосом. Кроме того, в полете именно вода позволяет воздуху выходить постепенно, а не единовременным хлопком, создавая продолжительную равномерную тягу.

Строительство водяных ракет на поверку оказывается куда более тонким искусством, чем пороховые забавы. На то есть несколько причин. Во-первых, поведение сложной пороховой ракеты полностью программируется двигателем: чтобы отделить отработавшую ступень или выпустить парашют системы спасения, достаточно просто поджечь вишибойный заряд – всю механическую работу сделают пороховые газы. Водяной ракете для срабатывания парашюта, отстрела ступеней и бустеров требуются сложные механические устройства, срабатывающие по сигналу перепада давления в резервуаре.

Во-вторых, максимальное давление в “двигателях” водяной ракеты развивается еще до старта. Это значит, что и сами резервуары, и их соединения, и стартовый стол, и система запуска должны быть конструктивно способны выдержать значительные усилия. Перед стартом конструкция сдерживает в себе всю энергию, необходимую для подъема тяжелой ракеты в воздух.

В-третьих, в случае с водяной ракетой мы конструируем не только корпус, но и сам двигатель. Это более сложная задача. С другой сторо-

ОТСТРЕЛ УСКОРИТЕЛЕЙ

Схема наглядно демонстрирует устройство механизма отсоединения ускорителей в полете. Штыри, закрепленные на бустерах, направлены вверх, а ответная часть на маршевой ступени – вверх. Сцепление сохраняется до тех пор, пока тяга ускорителей превышает тягу маршевой ступени. Как только топливо в бустерах подходит к концу, они начинают отставать и отсоединяются от ракеты. На старте давление в бустерах должно быть больше, чем в маршевой ступени



ны, в случае ошибки нам не грозят ожоги, хотя осторожность в работе с высоким давлением все равно не помешает.

Наконец, водяные ракеты начального уровня больше соответствующих пороховых. Твердотопливная ракета размером с несколько пластиковых бутылок улетает на несколько километров в высоту, и для ее запуска за рубежом необходимы лицензия и разрешение авиационных властей. А в России для столь экстремальной хобби правовая база и вовсе отсутствует.

Большая водяная ракета летит на высоту 30–50 м, рекордные экземпляры улетают метров на 600. Воздушных коридоров на этой высоте еще нет. Зато, как показала практика, чем более крупная штука вьезает в небо, тем больше восторга она вызывает у благодарных зрителей и самих конструкторов.

5 двигателей, 10 литров

Мы решили построить ракету с единственной увеличенной маршевой ступенью и четырьмя отбрасываемыми ускорителями. Выбор объема бутылки – это компромисс между количеством топлива и аэродинамикой. Наша задача не максимальная мощность двигателя и продолжительность тяги, а максимальная высота, поэтому чудовищные 20-литровые бутылки от офисных кулеров не подойдут. Мы выбрали двухлитровые бутылки для маршевой ступени и полторалитровые для бустеров. Следует выбирать бутылки наиболее простой (обтекаемой) формы. Приталенные и рифленые емкости не подойдут.

Начнем с изготовления бустеров. Пластиковая бутылка способна удерживать давление в десятки атмосфер и отлично подходит на роль двигателя. Ей только необходим обтекатель. Отрежьте верхнюю часть бутылки от горлышка до широкой части. Срежьте горлышко так, чтобы диаметр отверстия был чуть меньше диаметра шарика для пинг-понга. В получившуюся воронку вклейте шарик изнутри – и обтекатель готов. Для резки пластиковой бутылки используйте острый нож и ножницы, которыми удобно подравнять края. Для склейки всех деталей конструкции идеально подходит суперклей (цианакрилат).

Получившийся обтекатель надевается на нижнюю часть целой бутылки и закрепляется клеем или армированным скотчем. Бутылка становится двигателем, горлышко – соплом, а все вместе – ракетным ускорителем. Идею с обтекателем нам подсказал опытный ракетомоделист Михаил Деев.

Шлюзовая камера

Маршевую ступень мы решили изготовить из двух двухлитровых пластиковых бутылок. Двойной объем – это вдвое больше воды, вдвое больше воздуха и вдвое большее время работы двигателя.

Самая сложная задача – соединить две бутылки так, чтобы они сообщались между собой, но не с окружающим миром. Для этого мы взяли обычную крышечку и просверлили в ней пять отверстий. Центральное (8 мм) служит для прохождения воздуха из одной бутылки в другую. Расположенные вокруг него 4-миллиметровые – для четырех винтов, которые притягивают крышечку ко дну бутылки.

Соответствующие отверстия мы просверлили в дне бутылки и в трех резиновых прокладках, вырезанных из велосипедной камеры. Разместив прокладки между бутылкой и крышечкой, мы стянули их винтами. Дополнительно соединение было промазано эпоксидным клеем. В дальнейшем герметичность его не вызвала нареканий даже при высоких давлениях. Осталось лишь вернуть в крышечку вторую бутылку – и двухрезервуарная маршевая ступень готова. Обтекатель для нее делается так же, как и для бустеров, только, соответственно, из двухлитровой бутылки.

Для ровного полета ракете необходимо оперение. Лучшие стабилизаторы делаются из пенопластовых потолочных панелей, которые можно приобрести в строительном магазине. Это исключительно легкий и довольно прочный материал, который широко используется авиа-моделистами для строительства самолетов. Мы вырезали крылья из двух слоев “потолочки”, склеенных между собой суперклеем, и надежно прикрепили их к ракете армированным скотчем.

Самый тонкий механизм самой ракеты – крепление отсоединяющихся бустеров. Принцип его работы таков: если ускоритель развивает тягу больше маршевой ступени и, соответственно, толкает ее вверх, сцепление сохраняется. Как только маршевая ступень начинает двигаться быстрее бустера, последний отстегивается и падает на землю.

На каждый бустер мы установили два што́ры, направленных вверх. Ответная часть для них – колпачки от шариковых ручек, прикрепленные к маршевой ступени отверстиями вниз. Пока бустер стремится в небо, што́ры остаются внутри колпачков. Как только тяга в бустере пропадает, они свободно выходят. Очевидно, что для правильной работы системы тяга бустеров на старте должна быть больше, чем у маршевой ступени.

Деревянный Байконур

Наиболее сложная часть конструкции – стартовый стол, принцип его работы нам также подсказал Михаил Деев. Важнейший его элемент – пробка, которую мы сделали из резиновой мебельной ножки (разумеется, купленной в том же строительном магазине). По счастливой случайности, диаметр конической ножки оказался таков, что, будучи плотно вставленной в горлышко, она надежно герметизирует бутылку.

Из велосипедной камеры мы вырезали нипель, так чтобы вокруг осталась небольшая “шляпка из резины”. В дне мебельной ножки просверлили отверстие по диаметру нипеля. “Грибок” от велосипедной камеры вставили в это отверстие и посадили на суперклей. Так получилась герметичная пробка для бутылки.

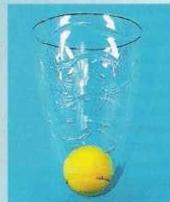
МОКРЫЙ УРОК

На фото – результат одного из первых экспериментов. Мы накачиваем воздух, считывая показания насоса как обратный отсчет: одна атмосфера, две, две с половиной... И тут резиновая пробка не выдерживает и выпускает гремучую смесь наружу. Сорванный старт и насквозь мокрые штаны – это полезный урок: нужно хорошо затягивать гайки, прижимающие гвозди к бутылке, чтобы горлышко плотно садилось на пробку. Тогда четыре атмосферы обеспечены



◀ Ракета под водой – это абсурд. Но именно поэтому я возьмусь сделать это ▶

Сергей Павлович Королёв



3) Отличный носовой обтекатель можно сделать из обрезка бутылки и шарика для настольного тенниса. Шарик клеится на место суперклеем



1) Длинные гвозди надежно удерживают на месте бутылку, изо всех сил стремящуюся взлететь. Стоит выдернуть их, потянув за веревку, – и ракета стартует

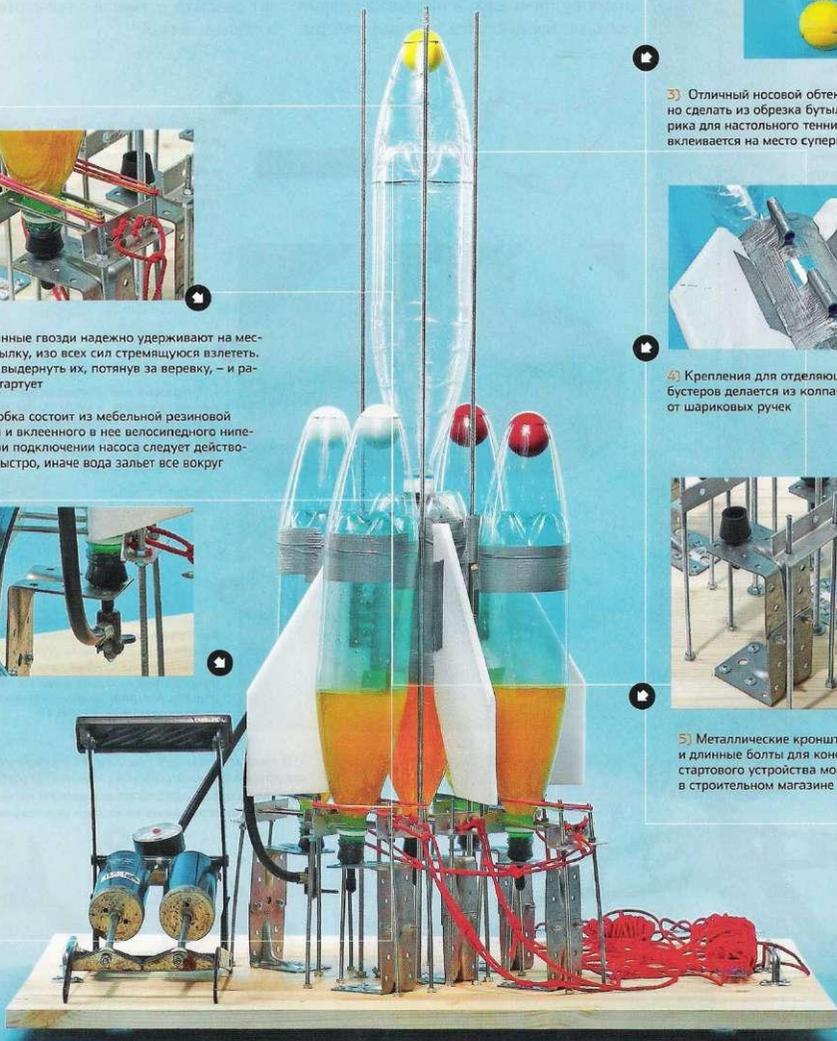
2) Пробка состоит из мебельной резиновой ножки и вклеенного в нее велосипедного нипеля. При подключении насоса следует действовать быстро, иначе вода зальет все вокруг



4) Крепления для отделяющихся бустеров делается из колпачков от шариковых ручек



5) Металлические кронштейны и длинные болты для конструкции стартового устройства можно найти в строительном магазине



PAKETA PLUG AND PLAY

Если вам лень собирать ракету из подручных средств, можно купить готовую модель, как это сделали мы. Самые разные модели ракет производит американская фирма Estes. Модель Astrovision, не требующая предварительной сборки, содержит в комплекте стартовый стол, электрическое пусковое устройство, парашютную систему спасения и даже наборную видеокамеру для съемки высотных панорам. Двигатели из Америки в Россию поставлять нельзя по закону, однако ракета полностью совместима с российскими двигателями РД1-25

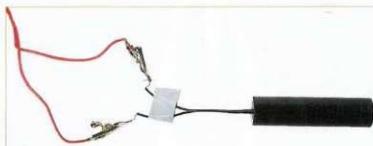


Операцию повторили пять раз, изготовив по пробке для каждого двигателя.

Принцип действия стартового устройства понятен из фотографий. Пробка закрепляется вертикально на кронштейне, на нее ставится бутылка (извините, маршевая ступень или бустер). На уровне горлышка располагаются алюминиевые уголки с отверстиями. Расстояние между отверстиями в уголках соответствует диаметру горлышка. В них между двумя уголками продеваются длинные гвозди.

Они удерживают на месте накачанную бутылку, которая уже с неимоверной силой стремится в небо.

К гвоздям привязывают прочные веревки. Задача запускающего – после накачки всех двигателей до нужного давления одновременно выдернуть все десять гвоздей из уголков. Держать придется со всей силы, сильно и резко. Если не хватит силы – гвозди останутся на своих местах. Если не хватит резкости – вместе с гвоздями поедет и стартовый стол.



1) Ракетный двигатель РД1-25 скрывает пороховой заряд и вышибной заряд для парашютной системы. Перед запуском в него вставляют запал (электрическая спичка, входит в комплект), к которому подсоединяют пусковое устройство на батарейках

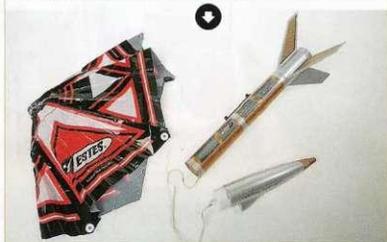


2) Стартовый стол Estes собирается буквально за минуту, а затем так же легко складывается в небольшую коробку. Для запуска ракеты не требуются специальные навыки – достаточно просто прочитать инструкцию



3) Видеокамера на борту ракеты Astrovision способна снимать ролики длиной до 16 с или серии фотографий по три кадра на каждый запуск. Интерфейсный кабель и диск с программой для подключения камеры к компьютеру входят в комплект поставки

4) В специальном отсеке под съемной носовой частью находится парашют и стропная система. При срабатывании вышибного заряда двигателя и носовой обтекатели, и парашют выталкиваются из корпуса пороховыми газами



Наш стартовый стол мы снабдили несколькими опциями для большего комфорта. У него есть мягкие ножки, ручки для переноски и четыре высокие штанги, надежно удерживающие маршевую ступень в вертикальном положении.

Зонтик не pomoжет

Подготовка к старту – едва ли не более забавное мероприятие, чем сам запуск ракеты. Для начала все бутылки заполняются водой на треть (маршевая – на две трети). Этот объем воды выстрадан горьким опытом моделлистов по всему миру. Не стоит отступать от него ни в меньшую, ни в большую сторону – тяга станет слабее.

Мероприятие, требующее ловкости фокусника, – установка бутылок на пробки в перевернутом состоянии. Лично мы предпочли для этого каждый раз переворачивать стол. Установленные на пробки бутылки надежно удерживают воду и не протекают, давая возможность спокойно установить взвод в соответствующие отверстия.

Далее необходимо поочередно подключить насос к каждому нипелю и накачать бутылку до нужного давления. По опыту, максимальное давление, которое способна удержать резиновая мебельная ножка, – четыре атмосферы. Помня, что маршевая ступень должна стре-

С ЧУВСТВОМ, С ТОЛКОМ

Моделлисты со стажем предпочитают создавать ракеты самостоятельно. Михаил Деев прославился в ракетомодельной тусовке своими технологическими ноу-хау, а также исключительным качеством изготовления ракет. Свои модели (фото внизу) он делает из стеклопластика – сочетания стекловолокна и эпоксидной смолы. Большинство ракет Михаила работают на стандартных двигателях РД, однако иногда Деев создает и собственные силовые установки

миться в небо менее неистово, чем бустеры, накачаем ее до трех атмосфер.

Накачка пяти бутылок – задача, легкая только на словах. Во-первых, при подключении насоса нипель открывается и вода из бутылки устремляется непосредственно в насос. Чем проворнее вы будете, тем меньше вероятность того, что насосу придется захлебываться жидкостью. Снятие шланга с нипеля – дело еще более зрелищное. Под давлением в четыре атмосферы из клапана будет вырваться вода. Так что проворность здесь ценится еще больше, хотя покинуть стартовую площадку сухим все равно не удастся.

Когда накачка всех резервуаров закончена, можно давать старт. Запускающий дергает за пять веревок разом, и ракета устремляется в чистое небо! Признаемся честно, качество полета нашей пятидвигательной ракеты в сборе оставило желать лучшего, поэтому с куда большим удовольствием мы запускали бустеры и маршевую ступень по отдельности. Это редкий эксперимент, который хочется повторять снова и снова. Поэтому, закончив работу над этим номером журнала, мы обязательно вернемся к совершенствованию водяной ракеты. Хотите увидеть нас, мокрых насквозь и счастливых? Смотрите видео на сайте.

ITM

✦ Кто хочет работать – ищет средства, кто не хочет – причины ✦

Сергей Павлович Королёв



1) Оригинальное крепление двигателя разработки Михаила Деева состоит из пары стекловолоконных колец. От надежности крепления силовой установки зависит стабильность полета ракеты

2) Кольцевой стабилизатор не только делает полет более стабильным, но и увеличивает жесткость конструкции в целом. Кроме того, он способен выдержать серьезный удар при падении

