АВИАМОДЕЛИЗМ

Управление образования администрации Озерского городского округа
Челябинской области

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«Станция юных техников»

Модели ракет

(Методическое пособие)

I часть

Составил педагог дополнительного
образования Думенек В. Л.

г. Озерск
2015 г.

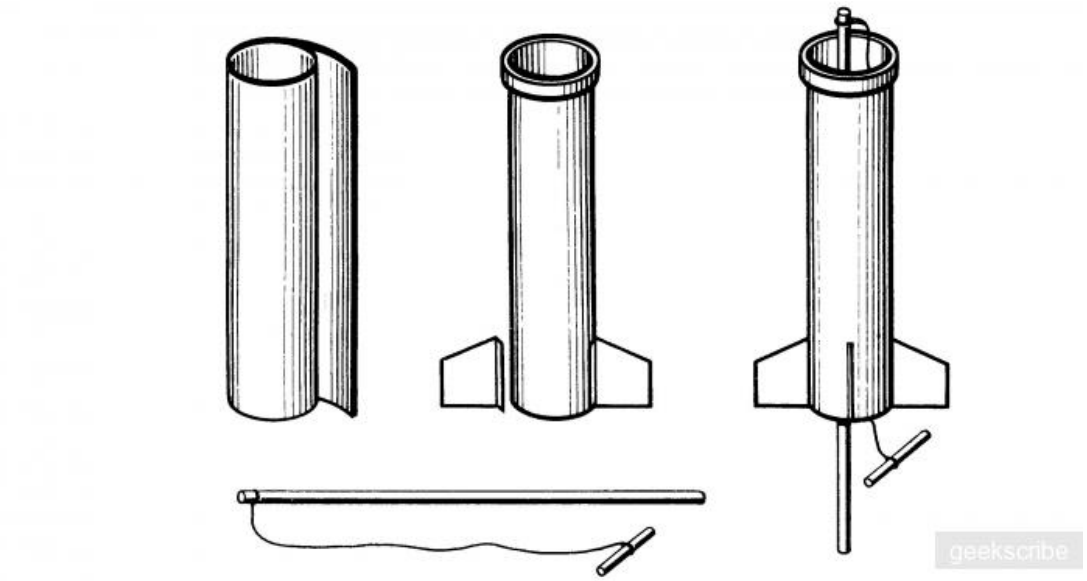
Простейшие модели ракет

Конструирование, в том числе ракетомодельное, дело не простое. Нужны умения, навыки и желание. И чтобы желание нашло реализацию в конкретной конструкции, советуем начинать с самых простых моделей. При их изготовлении можно овладеть навыками, а потом приобрести и умения. Цель такой работы — освоить азбуку конструирования, познакомиться с элементами полета моделей ракет.

Модель ракеты с катапультой

Одна из простых моделей ракет представлена на рисунке ниже. Это — объемная летающая модель, изготовление которой по силам ребятам 6—7 лет.

Корпус длиной 150...180 мм клеят из бумаги на круглой оправке диаметром 15...20 мм. В зависимости от ее плотности выбирают и число слоев: из чертежной — можно в два, из писчей или тетрадной— склеивают в три слоя. Для того чтобы определить ширину бумажной заготовки для корпуса, оборачивают оправку ниткой два или три раза и измеряют полученный отрезок. Его длина и будет шириной заготовки.



При склейке корпуса вокруг оправки оборачивают бумажную заготовку. Первый оборот делают без клея. Затем, намазав оставшуюся часть клеем и дав ему немного подсохнуть, накручивают бумагу, приглаживая ее рукой. Для работы лучше всего подходит клей ПВА или столярный.

На верхнюю часть корпуса для укрепления наклеивают полоску из бумаги шириной 8...10 мм в два слоя. В нижней части устанавливают четыре стабилизатора, которые вырезают из бумаги, сложенной вдвое. К корпусу крепят при помощи отгибов.

Стартует модель с катапульты, состоящей из двух круглых реек длиной 500 и 40 мм, соединенных между собой резинкой длиной 180...200 и сечением 1х3 мм.

Для запуска насаживают модель на длинную рейку (короткая служит упором в нижней части) и растягивают резинку. И стоит только отпустить резинку, как сила ее упругости вытолкнет модель вверх. И чем сильнее резинка, тем выше и дальше полетит простейшая ракета.

Следует отметить, что описанная модель не имеет средств спасания (парашюта). Поэтому ее запуски лучше проводить на открытой площадке вдали от окон зданий, а при старте не направлять в сторону людей.

Пусковая установка с резиновой катапультой

Модель, представленная на рис. 2, тоже взлетает с резиновой катапульты. Но ее внешний вид чем-то напоминает настоящую стартовую установку, которая включает: основание, стойку, резинку-амортизатор и модель.

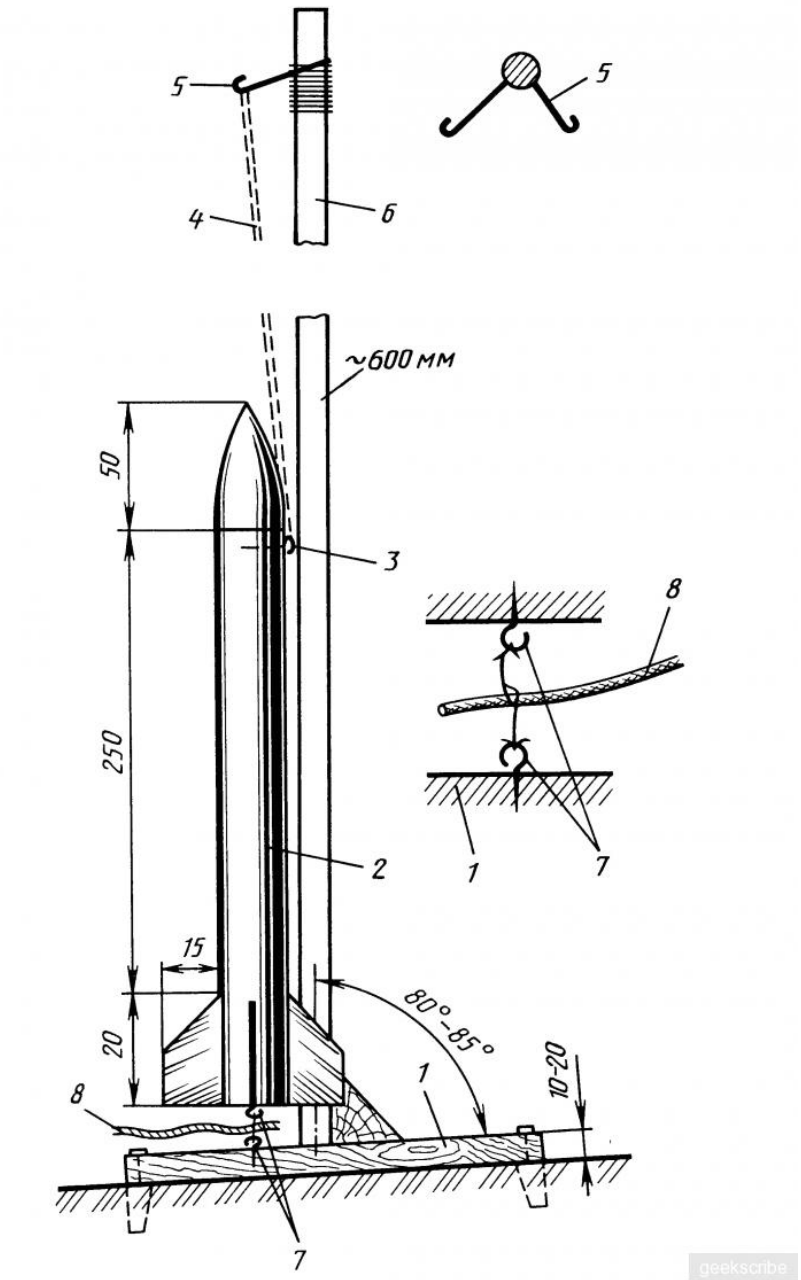


Рис. 2. Пусковая установка с резиновой катапультой: 1 — основание; 2—модель ракеты; 3—крючок модели; 4 — амортизатор; 5 — стартовый крючок; 6 — стойка; 7—фиксирующие крючки; 8 — шнур.

Основание — кусок фанеры 300х300 мм и толщиной 10 мм. По углам делают четыре отверстия для штырей крепления в землю. В центре под углом 80...85° к основанию закрепляют стойку — стержень круглого или квадратного сечения 20 мм и длиной около 650 мм. К его верхнему концу привязывают крючок из стальной проволоки диаметром 1,5 мм, к которому привязывают резинку-амортизатор. Второй крючок крепят к основанию на расстоянии 16 мм от стойки.

Корпус модели ракеты склеивают из двух слоев чертежной бумаги на оправке диаметром 15 мм, стабилизаторы (их четыре) тоже бумажные. В донную часть вклеивают пробку из пенопласта, в которой закрепляют крючок. Его выгибают из канцелярской скрепки, обматывают нитками с клеем и вставляют в пробку. Головной

обтекатель выстругивают или вытачивают на станке из куска пенопласта (лучше из марки ПХВ) и вклеивают в верхнюю часть корпуса на глубину 10 мм. Сбоку корпуса закрепляют еще один крючок — стартовый.

Запуск ракеты. На резинку-амортизатор зацепляют стартовый крючок модели. Опускают ее вниз к основанию и соединяют ниткой два крючка (модели и основания). Между ними вставляют отрезок хлопчатобумажного шнура и поджигают его. Через некоторое время тлеющий фитиль пережигает нитку, фиксирующую модель на основании. Энергия натянутой резины выстреливает модель, и она поднимается на высоту 5...10 м. От длины резинки и от массы модели зависит и высота ее полета.

Пусковая установка «Малыш»

Эффектно смотрится запуск еще одной модели (рис. 3). Стартует она с пусковой установки «Малыш». Катапультирующей силой здесь является электромагнетизм. Это явление знакомо школьникам из курса физики. Возникающее в катушке магнитное поле резко выталкивает модель ракеты.

Данная конструкция состоит из четырех элементов: основания, направляющей трубки с электромагнитной катушкой, корпуса и модели. Изготовить их несложно, но аккуратность и точность необходимы.

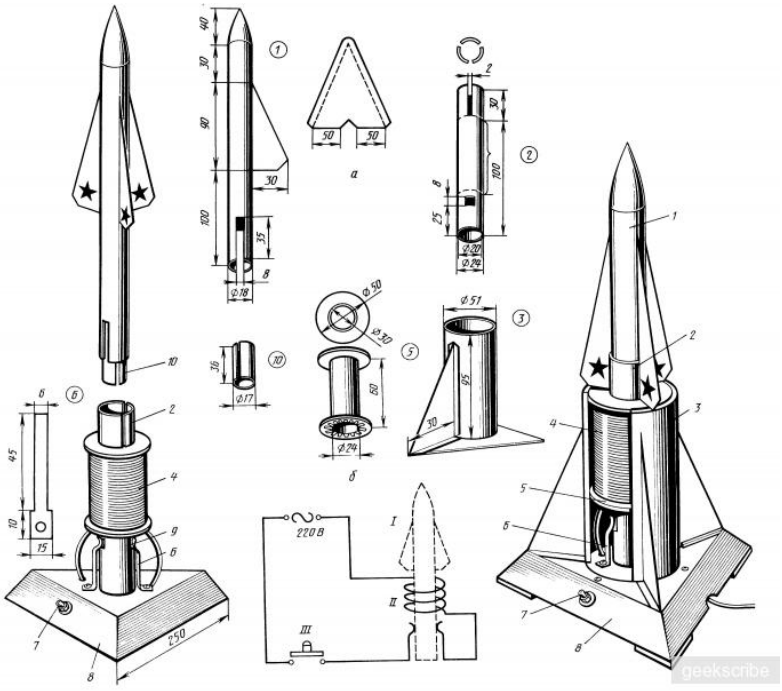


Рис. 3. Пусковая установка «Малыш»: 1 — модель ракеты; 2— направляющая трубка; 3 — корпус; 4 — обмотка; 5 — каркас катушки; 6 — контакты; 7—кнопка пуска; 8 — основание; 9 — окно для контактов;70 — сердечник; а — развертка стабилизатора; б— электрическая схема; I — модель; II—катушка; III—пусковая кнопка; IV — контакты

Все детали основания, которое служит и пультом управления запуском, выпиливают из фанеры толщиной 3 мм и склеивают на ПВА. Места соединения усиливают полосками ткани. На одной из боковых стенок высверливают отверстие для установки пусковой кнопки. На верхнюю крышку основания тремя винтами М3 крепят корпус, склеенный из плотного картона, а сбоку ставят еще три угольника из бумаги.

Направляющая трубка держит модель в вертикальном положении. Склеивают трубку на оправке диаметром 20 мм из трех слоев чертежной бумаги. После высыхания трубки в ней сверху делают три прорези на длину 30 мм под стабилизаторы, а в нижней части— два окна для пусковых контактов. Двигатель установки «Малыш» — электромагнитная

катушка, каркас ее — из картона. На него наматывают 1000 витков провода ПЭЛ 0,65...0,8. Отводы начала и конца обмотки выводят через одну из щечек. Направляющую трубку с надетой на нее электромагнитной катушкой устанавливают на основание, крепят контакты из полоски латуни толщиной 1 мм и закрывают все корпусом.

Модель изготавливают по уже известной технологии из двух слоев чертежной бумаги. Диаметр оправки 18 мм. В нижней части корпуса модели делают два выреза шириной 7 и длиной 35 мм, вклеивают сердечник-цилиндр из жести и крепят три стабилизатора. Сверху закрывают корпус модели обтекателем из плотного пенопласта или пробкового дерева. После этого модель можно окрасить в яркие цвета нитрокрасками.

Для монтажа электрической схемы понадобится провод МГШВ сечением 1 мм^2 и для включения установки в сеть — шнур со штепсельной вилкой.

Испытания установки проводят на столе. Вставляют модель в направляющую трубку так, чтобы контакты через ее прорези плотно прижимались к жестяному цилиндру. При нажатии кнопки «Пуск» модель стремительно уходит вверх. Если старт модели медленный, то надо ослабить давление пусковых контактов. При желании данную конструкцию можно усложнить — подключить реле времени, метроном и т. д .Следующий этап — **модели ракет с двигателем на твердом топливе**

Ракеты с двигателем на твердом топливе

.

В качестве такого топлива много лет применялась целлулоидная легко воспламеняющаяся кинопленка. Но сейчас горючая кинопленка не применяется, и на «вооружении» у конструкторов моделей ракет находятся твердотопливные двигатели. Одним из основных требований, предъявляемых к ним Правилами и кодексом ФАИ, является безопасность — исключение возможности взрывов. Топливом в модельных ракетных двигателях (МРД) является прессованный дымный порох. Познакомимся с простыми летающими моделями ракет, оборудованными такими МРД.

Одноступенчатая модель ракеты

Одноступенчатая модель ракеты показана на рис. 1. Корпус ее клеят из двух слоев чертежной бумаги на оправке диаметром 20 мм. Размер бумажной заготовки 300 х275 мм. Оправкой может служить круглый стержень из любого материала нужного диаметра. Дав просохнуть бумаге, зачищают шов шлифовальной шкуркой и покрывают жидким нитролаком.

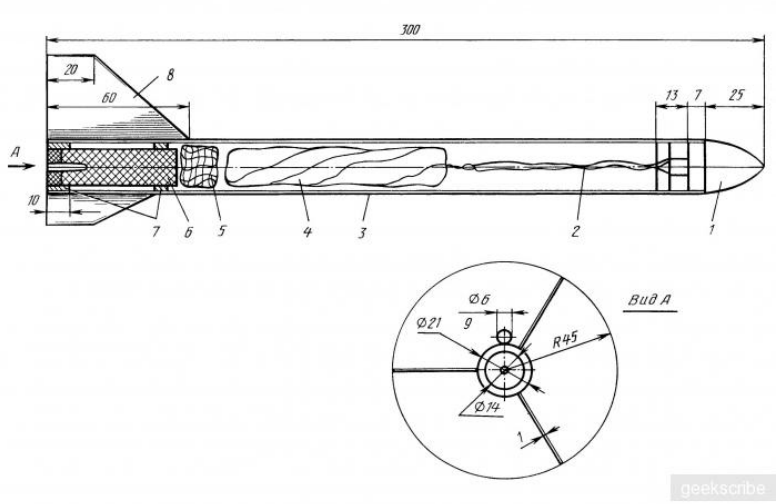


Рис. 1. Одноступенчатая модель ракеты: 1 — головной обтекатель; 2 — нить крепления парашюта; 3 — корпус; 4 — парашют; 5—пыж; 6—МРД; 7 — обойма; 8 — стабилизатор
Стабилизаторы (их три) вырезают из фанеры толщиной 1 мм, складывают в пакет и в тисках по контуру обрабатывают напильником. Затем заостряют все стороны (профилируют), кроме той, которая будет крепиться к корпусу. Стабилизаторы в хвостовой части корпуса клеят встык нитроклеем (лучше «Аго»).

Для направляющих колец делают трубочку на круглом карандаше диаметром 5...7 мм. После высыхания разрезают ее острым ножом на кольца шириной 6...9 мм и крепят их к корпусу.

Головной обтекатель вытачивают из древесины на токарном станке. Соединяют его с корпусом резиновой нитью (амортизатором) длиной 350...500 мм.

Купол парашюта вырезают из микалентной бумаги или лавсановой пленки диаметром 400...500 мм, приклеивают 8...12 строп и привязывают к амортизатору.

Модель снаряжают двигателем МРД 2,5-3-3, имеющим наружный диаметр корпуса около 14 мм. Для крепления МРД в хвостовую (донную) часть вклеивают обойму — два кольца из пенопласта или фанеры. Окрашивают модель ракеты в контрастные цвета.

Подготовку к запуску проводят в следующей последовательности. В корпус модели со снаряженным двигателем сверху ставят пыж (вата с тальком), укладывают сложенный и пересыпанный тальком парашют и закрывают головным обтекателем. В сопло МРД

закрепляют воспламенитель, устанавливают модель на пусковое (стартовое) устройство, подсоединяют провода от пульта управления запуском. Если приборы контроля показывают, что цепь исправна, можно давать команду «Пуск».

Модель ракеты «Старт»

Модель ракеты «Старт» (рис. 2) снаряжается двигателем МРД 10-8-4. Технология ее изготовления немного отличается от предыдущей. Корпус клеят из плотной бумаги в два слоя на оправке диаметром 55 мм. Стабилизаторы (четыре) вырезают из пенопласта ПС-4-40 толщиной 5 мм, профилируют и оклеивают писчей бумагой. После высыхания обрабатывают шлифовальной шкуркой и клеем ПВА крепят встык к корпусу. Направляющие кольца клеят из четырех слоев бумаги.

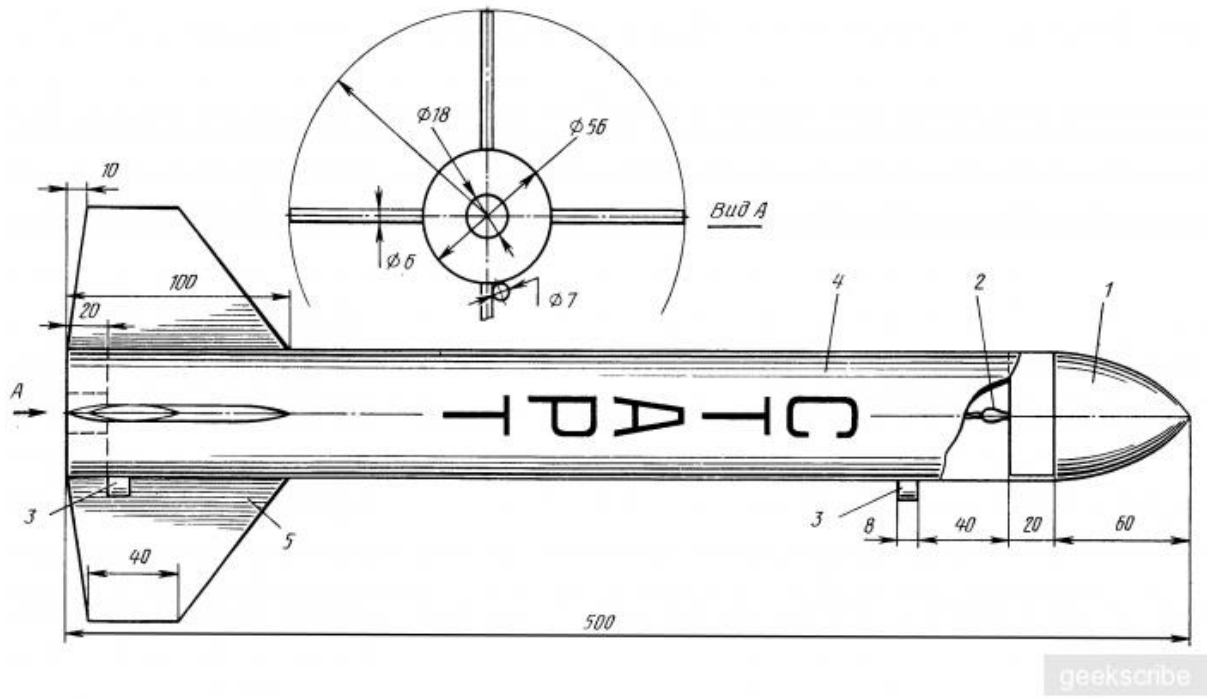


Рис. 2. Модель ракеты «Старт»: 1 — головной обтекатель; 2— петля; 3-4—корпус; 5 — стабилизатор

Головной обтекатель вырезают из куска пенопласта, резинкой-амортизатором соединяют с корпусом. Из пенопласта делают и обойму под двигатель, вклеиваемую в донную часть модели. Парашют диаметром 800 мм изготавливают издлинноволокнистой бумаги, строп 16, длина их 750 мм. Стартовая масса модели — около 100 г.

Модель ракеты «Родник»

Модель ракеты «Родник» (рис. 3) предназначена для показательных запусков и для сброса листовок на праздниках. Корпус склеивают на оправке диаметром 70 мм из трех слоев бумаги. В донной части закрепляют обойму из пенопласта под двигатель МРД 20-10-4. Если же предполагается применение других МРД, то лучше вклеить стакан для сменных двигательных отсеков, в которые устанавливают один или несколько (можно до четырех МРД 2,5-3-6) двигателей.

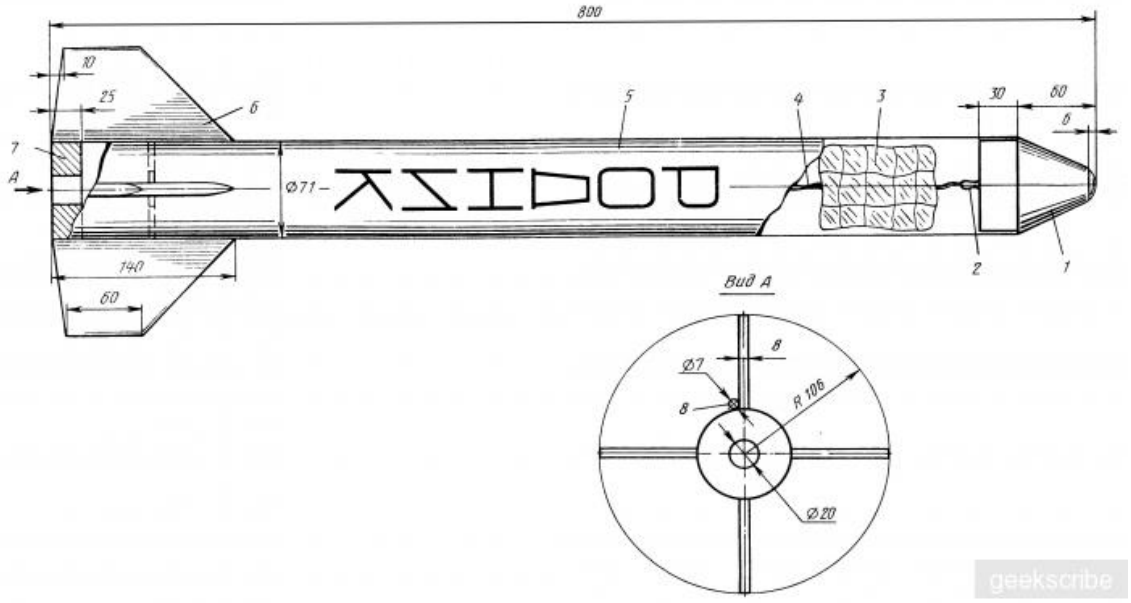


Рис. 3. Модель ракеты «Родник»: 1 — головной обтекатель; 2— нить; 3 — полезный груз; 4 — стропы парашюта; 5 — корпус; 6—стабилизатор; 7—обойма; 8 — направляющее кольцо.

Стабилизаторы выпиливают из пластины пенопласта толщиной 8 мм, обрабатывают по краям и оклеивают бумагой. Затем зачищают и крепят к корпусу.

Головной обтекатель вытачивают на токарном станке из пенопласта. Если такой возможности нет, вырезают ножом из куска такого же материала, соблюдая меры предосторожности.

Купол парашюта диаметром 800...900 мм изготавливают из микалентной бумаги или тонкого шелка, стропы — из капроновой нити. Окрашивают модель в яркие цвета, надпись «Родник» наносят по трафарету. Полетная масса модели без «полезного груза»—180...190 г. «Полезный груз»—листовки и вымпелы.

Листовки — лист тонкой бумаги размером 150 х 150 мм с каким-либо текстом. Можно нарезать небольшие листочки из цветной креповой бумаги. Вымпел — полоса из такой же бумаги размером 1000х200 мм. Один конец вымпелов желательно загрузить — прилепить кусочки пластилина.

Запуск модели «Родник» очень красочен. Во-первых, старт большой модели сам по себе привлекателен. Во-вторых, очень эффектно выглядит выброс в воздухе цветных листовок и вымпелов.

Стартовое устройство для запуска моделей ракет

Для запуска описанных моделей ракет необходимо стартовое оборудование, состоящее из пускового устройства, пульта управления, токоподводящих проводов и воспламенителя.

Самое простое пусковое устройство — направляющий штырь диаметром 5...7 мм и длиной около 1,5 мм, закрепленный в стартовой плите. Пульт управления запуском — коробка, в которой размещают источник питания, блокировочный ключ и приборы контроля цепи.

Игры и соревнования

Одно из доступных и простых—соревнование на время полета моделей с парашютами. Если позволяют условия, можно проводить несколько запусков (туров), если нет — ограничиться одним. Продолжительность фиксируемого полета — время с момента взлета модели до момента посадки или когда она скроется из поля зрения. Участник, модель которого покажет наибольшее время полета, признается победителем. А если соревнование проводят в два-три тура, то по наибольшей сумме очков (1 с—1 очко).

Проводят и соревнования на продолжительность полета моделей с лентой. Соотношение ее размеров (длины и ширины) должно быть не менее 10:1, материал — любой, но однородный.

Модельные ракетные двигатели (МРД)

Для создания движущей силы, обозначения траектории полета и раскрытия системы спасания моделей ракет предназначены **модельные ракетные двигатели** (МРД). Безопасность — одно из главных требований, предъявляемых к ним. Отсюда и запрет на использование жидких топлив и ограничение максимальной массы твердого топлива (125 г.). На официальных стартах допускаются двигатели только заводского производства и их воспламенение должно быть дистанционным.

У нас в стране выпускается 17 типов ракетомодельных двигателей с общим импульсом от 2,5 до 20 Н с и замедлением до 7 с.

Двигатель модели ракеты (см. рис. 1) состоит из прочного бумажного корпуса, в который запрессованы сопло, заряд твердого топлива, замедлитель и вышибной заряд. Тяга МРД создается за счет истечения через сопло продуктов сгорания топлива, после чего загорается замедлитель, который образует дымовой след, облегчающий наблюдение за полетом модели. После его сгорания происходит воспламенение вышибного заряда, от которого и срабатывает система спасания миниатюрной ракеты (рис. 2).

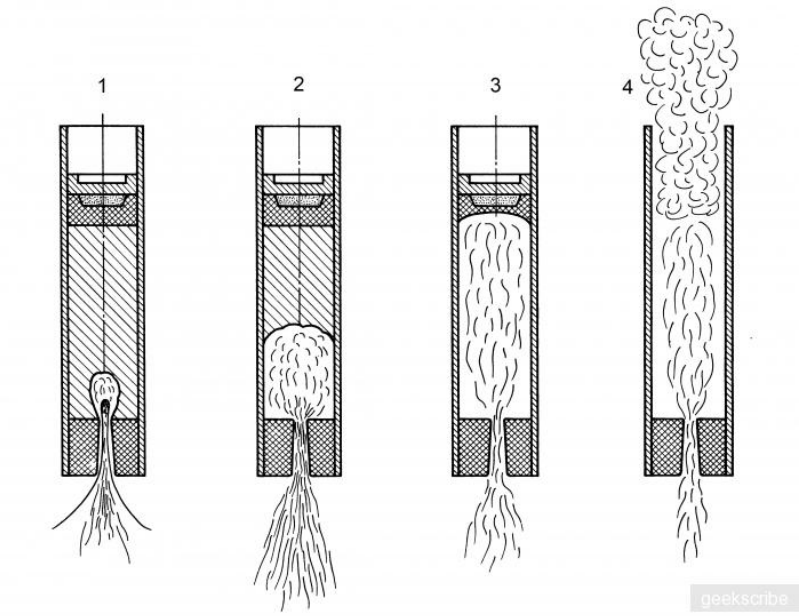


Рис. 2. Процесс работы МРД: 1 — воспламенение; 2—горение топлива; 3—горение заряда замедлителя; 4 — срабатывание вышибного заряда

Для запуска модели на официальных стартах, соревнованиях двигатель выбирают с учетом категории и класса миниракеты. Так, для класса S3A можно применять МРД2,5-3-3 или МРД2,5-3-6. Для тяжелых моделей (20...25 г) пригоден МРД с замедлителем 3 с, а для более легкой — с замедлителем 6 с. МРД без замедлителя лучше применять как стартовые для первых ступеней многоступенчатых моделей или для боковых блоков моделей-копий.

Перед установкой МРД в модель надо внимательно осмотреть его. Обычно на наружной поверхности корпуса заметны три небольшие продольные складочки — зиги, образующиеся при запрессовке топлива. По ним происходит разрыв корпуса. Если зиг имеет ширину более 1—1,5 мм, двигатель применять для ответственных стартов не следует.

Возможны и поперечные складки на корпусе, даже в районе сопла. Такой двигатель тоже лучше использовать лишь для тренировочных стартов. Еще один совет: не забудьте проверить наличие вышибного заряда. Для этого острым предметом (шилом, пинцетом) поднимите край бумажного пыжа и, убедившись в наличии пороха, осторожно возвратите его на место.

Отбор МРД ведут и по диаметру сопла. Очень часто, осматривая двигатели из одной коробки, убеждаешься в том, что диаметры сопел у них имеют разброс от 1,8 до 3,5 мм. Чаще всего этот недостаток наблюдается у двигателей с небольшим импульсом ~(от 2,5 до 5 Н-с). И, конечно, для ответственных запусков лучше применять МРД с меньшим диаметром сопла.

Во избежание отстрела двигателя в момент срабатывания вышибного заряда его надо надежно закрепить фиксатором или клеем АГО. При установке двигателя к корпусу модели между ним и системой спасания вкладывают пыж — лучше всего вата, пересыпанная тальком. Воспламенитель вставляют в канал сопла без усилий и закрепляют (кусочком ваты). Ни в коем случае не забивайте его в сопло — это неизбежно приведет к взрыву.

Запомните! Сверлить отверстия, делать проточки и надрезы в корпусе МРД, нарушать его наружную оболочку, а также рассверливать заряд топлива нельзя.

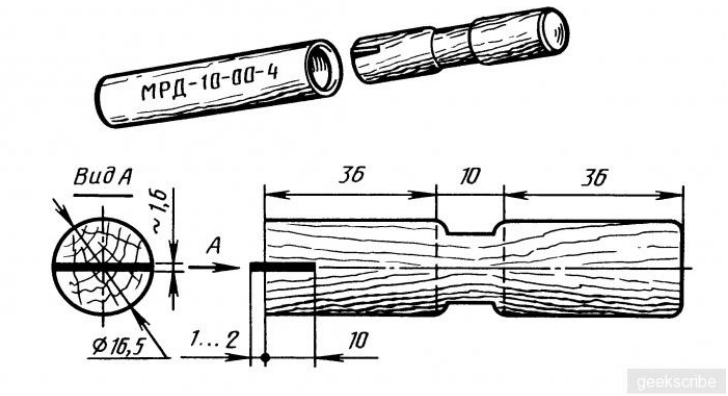


Рис. 3. Фреза для МРД

В работе над двигателями нередко выясняется, что велико время горения замедлителя. Уменьшить его, например, на МРД2,5-3-6 можно, вырезав часть шашки замедлителя. Для этого применяют импровизированную фрезу (рис. 3). Ее вставляют в МРД сверху и вращают пальцами. Закрепленный в торце деревянной державки отрезок ножовочного полотна равномерно «сфрезеровывает» слой шашки.

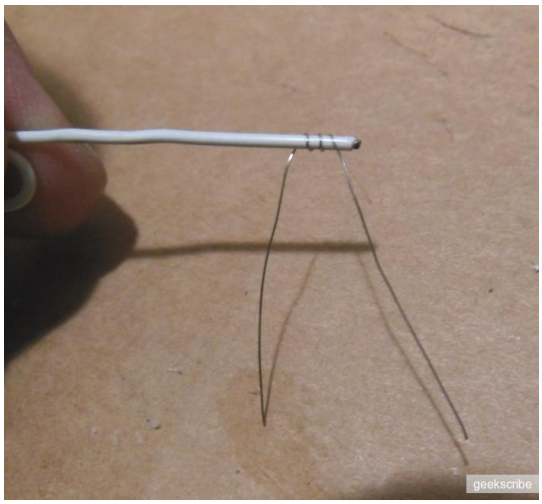
Таким инструментом удобно убирать и облой, образующийся при прессовке двигателей. Изготовить «фрезу» несложно. Заготовив цилиндрический брусок твердой древесины, в пропиле торца заклеивают обломок полотна, подогнанный по длине в соответствии с внутренним диаметром корпуса МРД. В арсенале ракетомоделиста для разных МРД желательно иметь «фрезы» нескольких диаметров.

Нельзя применять двигатели с механическими повреждениями в виде трещин, вмятин и разрывов на корпусе. Запрещается работать и хранить МРД вблизи открытого огня и нагревательных приборов. В распакованном виде ракетомодельные двигатели следует хранить в помещении при температуре + 25° С (±10° С) и при относительной влажности воздуха не более 65%. Если МРД хранились в среде с отрицательной температурой, то вскрывать их заводскую упаковку можно лишь в помещении с положительной температурой.

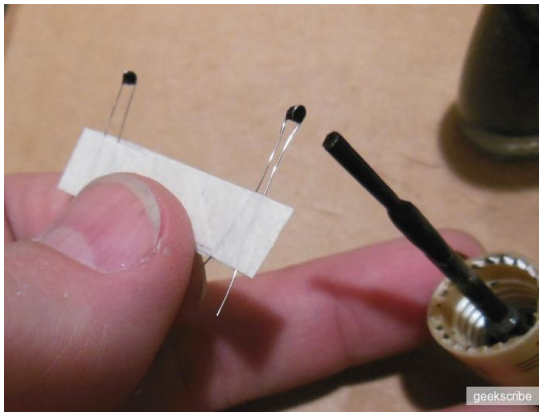
Воспламенение МРД

Определенные меры предосторожности следует соблюдать и при запуске моделей. Воспламенение модельно ракетных двигателей должно быть дистанционным с расстояния не менее 10 м от стартового устройства. Для этого применяют воспламенитель из нихромовой проволоки диаметром 0,2 мм, на которую нанесен пиротехнический состав.

При накаливании проволоки электрическим током состав воспламеняется и поджигает заряд твердого топлива. Нагрев проволочного сопротивления (электрозапала) обеспечивает источник тока.



Электрозапал несложно изготовить самостоятельно, намотав спираль из 4...5 витков нихромовой проволоки на иголку диаметром 1… 1,5 мм и покрыв ее пороховой мякотью, приготовить которую нетрудно. Надо размельчить порох и перемешать его с нитроклеем.



Обычно воспламенение одного двигателя затруднений не вызывает. Труднее осуществить одновременное поджигание нескольких МРД у моделей-копий. Применение нескольких электрозапалов не всегда гарантирует синхронность их воспламенения.

Большинство ракетомоделистов для этих целей применяют пиротехнический крест — «паук». За последние годы появилось много их разновидностей, отличающихся некоторыми деталями, но имеющих тот же принцип действия.

Познакомимся с пирокрестом, который на протяжении десяти лет применяет автор для запуска моделей-копий ракеты-носителя типа «Союз».

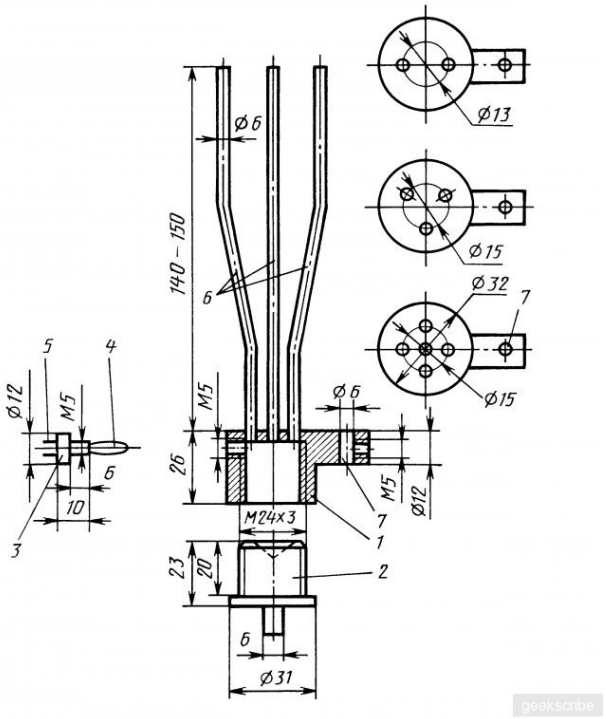


Рис. 7. Пирокрест для запуска многодвигательных моделей ракет: 1 — корпус; 2— заглушка; 3 — запальник; 4 — воспламенитель; 5 — контакты; 6 — трубки-огневоды; 7—кронштейн

Корпус «паука», имеющий форму перевернутого стакана, вытачивают из стали. В нижней его части нарезают внутреннюю резьбу М24х3 на глубину 23 мм. В верхней части сверлят пять отверстий и впаивают в них медные или стальные тонкостенные огнепроводящие трубки (огневоды). Число их зависит от количества воспламеняемых двигателей.

Сбоку корпус «паука» имеет кронштейн для крепления на направляющую штангу. С противоположной стороны (сбоку) нарезают резьбу М6х1, в которую вворачивают запальник. Его вытачивают из эбонита и сверлят два отверстия диаметром 1 мм для вывода проводов электрозапала. Снизу в корпус на резьбе М24х3 крепят заглушку, торцевая поверхность которой имеет коническую форму.

Для подготовки пирокреста к старту переворачивают его трубками-огневодами вниз, на дно корпуса укладывают прокладку из папиросной бумаги и ввинчивают запальник. После этого засыпают черный дымный порох (объемом в одну гильзу малокалиберного патрона) и заворачивают заглушку. Крепят «паук» на направляющий штырь и устанавливают модель. Концы трубок-огневодов должны входить в сопла двигателей.

При подаче напряжения на воспламенитель запальника порох взрывается и тепловой импульс по огневодам передается двигателям. Происходит одновременно воспламенение всех МРД, и модель взлетает.